مراجعة عامة لموضوع حصاد المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة

عماد طلفاح عبد الغني[1]، وائل فهمي عبد الرحمن[2]، عصام محمد عبد الحميد[1]
[1]جامعة الانبار، مركز تنمية حوض اعالي الفرات
isambayati@uoanbar.edu.iq
emadabdulghani@uoanbar.edu.iq
[2] جامعة كركوك، كلية الزراعة، قسم المكننة والمعدات الزراعية
waelfahmi@uokirkuk.edu.iq

- **تاريخ استلام البحث 27/6/2022 وقبوله 2022/9/13**

الخلاصة

تمتاز المناطق الجافة وشبه الجافة بانخفاض معدلات الهطول السنوي وعدم كفايتها لنمو النباتات اذ تتراوح أعماق الهطول في الصحراء الغربية في العراق بين 50 و 150 مم. أدت الضغوط المتزايدة الناجمة عن التغيرات المناخية وتناقص المياه وتردي نوعيتها إلى نهضة علمية وأفكار مبتكرة لتخزين المياه منها تطوير وسائل ونظم حصاد المياه التي تتمثل بجمع مياه الامطار من سطح ما وتوجيهها بالأساليب المناسبة لتجميعها في مكان ملائم تؤخذ منه مباشرة او تجمع فيه وتخزن للاستخدام في اوقات لاحقة، لأغراض مختلفة اهمها الري والاحتياج المنزلي وتغذية احواض الماء الجوفي.

تسهم أنظمة حصاد المياه في تحسين الغطاء النباتي للتربة المتدهورة مما يساهم في مكافحة التصحر وفي استيطان المجتمعات في تلك المناطق وتحسين مستواهم المعاشي والبيئي. ومن الحقائق التي يجب أخذها بعين الاعتبار في مجال الحصاد المائي أنه وفي المناطق الهامشية التي تقل فيها معدلات الامطار عن 250 مم في العام لا يمكن الاستمرار في الانتاج وضمان قدر مقبول من الإنتاجية إلا في ظل نظام ري مكمل للاحتياجات المائية بحيث يتم توفير هذه الكمية من المياه من خلال الحصاد المائي وقد اعتمد معدل هطول 100 مم في الشتاء، أو 150 مم في الصيف كحد أدنى لإقامة مشاريع الحصاد المائي والري التكميلي وفقاً لاعتبارات معينة. وان اهم مكونات نظام حصاد المياه هي منطقة المستجمعات المائية ، منشأة التخزين والمنطقة المستهدفة . ان أهم العوامل التي يجب مراعاتها عند ممارسة حصاد المياه هي توزيع الأمطار، شدة هطول الأمطار، خصائص الجريان السطحي للمستجمع، سعة تخزين المياه في التربة، الخزانات، المحاصيل الزراعية، التقنيات المتاحة والظروف الاجتماعية والاقتصادية. هناك عوامل تؤثر بشكل رئيسي على كميات تخزين المياه واهمها خصائص سطح التربة ، نوع التربة و خصائص الهطولات المطرية. ان وسائل حصاد المياه تنقسم الى قسمين هي نظم المستجمعات المائية الصغيرة Micro-catchment systems ، نظم المستجمعات المائية الكبيرة Macro-catchment systems.

الكلمات المفتاحية: المنطقة المستهدفة، حصاد المياه، الخزانات، الري التكميلي، المياه الجوفية.

General review of water harvesting in arid and semi-arid areas

Emad T. Abdel Ghani[1], Wael Fahmi Abdulrahman Al-Shamary[2], Isam M. Abdulhameed[1]
[1] University of Anbar, the Upper Euphrates Basin Development Center.
isambayati@uoanbar.edu.iq
emadabdulghani@uoanbar.edu.iq
[2] University of Kirkuk, College of Agriculture, Department of Mechanization and Agricultural Equipment

- **Date of research received 27/6/2022 and accepted 13/9/2022.**

Abstract

Arid and semi-arid areas are characterized by low annual precipitation rates which are insufficient for plant growth, with precipitation depths in Western Desert in Iraq ranging from 50 to 150 mm. The increasing pressures caused by climate change, water shortages and poor quality have led to a scientific renaissance and innovative ideas for water storage, including the development of **water harvesting methods and systems,**

which are the collection of rainwater from a surface and directing it in appropriate ways to assemble it in a suitable place from which to be taken directly or collected and stored for use at later times, for various purposes, the most important of which is irrigation, domestic needs and feeding underground water basins.
Water harvesting systems contribute to improving the vegetation of degraded soils, contributing to combating desertification, settling communities in those areas and improving their living and environmental level. One fact to consider in the area of water harvesting is that in marginal areas with rainfall rates of less than 250 mm per year, production can only be continued and an acceptable level of productivity is guaranteed under a irrigation system complementary to water needs so that this amount of water is provided through water harvesting and a minimum rainfall of 100 mm in winter, or 150 mm in summer, has been adopted for water harvesting and supplementary irrigation projects. According to certain considerations. The most important component of the water harvesting system is the catchment area, storage facility and cultivated area. . The most important factors to consider when harvesting water are the distribution of rainfall, intensity of rainfall, properties of the runoff, water storage capacity in the soil, reservoirs, agricultural crops, available techniques and socio-economic conditions. There are factors that mainly affect water storage quantities, the most important of which are soil surface characteristics, soil type and precipitation characteristics. The means of harvesting water are divided into two parts: micro-catchment systems, macro-catchment systems.
Keywords: Target area, water harvesting, reservoirs, supplementary irrigation, groundwater.

1- مقدمة

ان معدلات هطول الأمطار في البيئات الجافة غير كافية لتلبية الاحتياجات المائية لنمو النباتات في هذه المناطق ، اذ تأتي هذه الأمطار غالبًا في شكل أمطار غزيرة مفاجئة لا يمكن الاعتماد عليها لدعم الزراعة بشكل مجدي اقتصـــاديًا. لا يتجاوز متوســط هطول الأمطار خلال الموســم 150-200 مم في المناطق الصـــحراوية، بالإضافة إلى فقدان كمية كبيرة من مياه الأمطار من خلال جريانها عبر الوديان وفروعها. نتيجة لذلك، تضررت التربة بسبب التعرية نتيجة لجريان السريع لمياه الأمطار وانخفاض الغطاء النباتي (Bates et al., 2008).

أدت الضـــغوط المتزايدة الناجمة عن ندرة المياه وزيادة الوعي ، وتطوير مواد التجميع ، والأفكار المبتكرة لتخزين المياه إلى جعل حصـــاد المياه خيارًا جادًا ومجديًا لتوافر الموارد المائية. تحتاج الزيادة في تبني حصاد المياه وسائل منخفضة التكلفة لجمع المياه وبناء منشآت تخزين مناسبة نظرًا لأن نقص المياه في المناطق الجافة يمثل أزمة متكررة، لذلك فان الناس بحاجة ماسـة إلى معلومات حول كيفية التقاط واستخدام كل قطرة ماء متوفرة بكفاءة. يعد حصـاد المياه وسـيلة فعالة واقتصـادية لتحقيق هذا الهدف، وهناك طلب كبير على المعلومات المتعلقة بأنظمتها وتقنياتها المختلفة. ويمارس حصـــاد المياه بنجاح منذ آلاف الســـنين في أجزاء من العالم (الجيار،2019).

ان حصـاد مياه الامطار وسيلة مؤثرة من وسائل صيانة المياه ويساعد كذلك في التقليل من الاستخدام المفرط للمياه في ري الاراضـي خاصـة عندما تترافق مع زراعة النباتات المحلية ذات الاسـتهلاك المائي القليل والمتأقلمة للظروف الصحراوية، وتكون مياه الامطار متوفرة بشكل طبيعي ولا توجد عليها ضرائب اضافية كما في استخدام الابار الخاصة او التجهيز عن طريق البلدية (Waterfall and Bickelmann, 2006).

يمثل حصـــاد المياه احد الخيارات للتكيف مع التغيرات المناخية في المنطقة العربية ذات البيئة الجافة وشـبه الجافة ويسـاهم في ادارة الجفاف بهذه المناطق ومن خلاله نسـتطيع تحويل نظم الانتاج الزراعية البعلية التقليدية الى نظم مستدامة (Shereif et al.,2016).

تعتبر تقانات حصـاد المياه كأحد الخيارات والطرق و الاجراءات لتوفير مصـادر مياه اضـافية ولضـمان امداد السكان في الأرياف والمجتمعات المحلية بمياه الشـرب خاصـة في فترات الجفاف وندرة المياه كما تسـمح تقانات حصـاد المياه زيادة في رطوبة التربة الصـالحة للزراعة والرفع من مسـتوى منسـوب المياه الجوفية بالطبقات الحاملة لها (ACF/ACSAD/EU-JRDP,2017).

إن الأمطار هي أهم مورد طبيعي في البيئات الأكثر جفافاً، انخفاض هطول الأمطار، وندرة المياه وتدهور الأراضي تمنع بشدة القدرات الإنتاجية للأراضي الزراعية في البيئات القاحلة وشبه القاحلة. لذلك، يعد تحسين كفاءة استعمال مياه الأمطار أمرًا بالغ الأهمية في هذه المناطق الشحيحة اذ تتسع أعداد الفقراء بسرعة ويعيشون في بيئة هشة ويواجهون انعدام الأمن الغذائي وقواعد الموارد الطبيعية المستنفدة. ويزداد أهمية جمع المياه لتحسين إدارة الموارد المائية في مثل هذه البيئات الجافة (الجيار، 2019). هناك طرق وتقنيات حصاد المياه لتوفير المزيد من المياه للبشر والحيوانات ولأغراض الري، وفي الأماكن التي تكون فيها مياه الأمطار هي المصدر الوحيد للمياه ، أشار Ahmed et al.,2020 إلى وجود ٩٦ موقعا واعدا لحصاد المياه للأغراض الزراعية في وادي حوران باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

2- مفهوم حصاد المياه The Concept of Water Harvesting

تعرف عملية حصاد مياه الامطار والسيول بانها تلك التقنية التي تستخدم في حجز وتخزين مياه الامطار والسيول في فترات سقوطها بطرق تختلف باختلاف الغاية من تجميعها ومعدلات هطولها واعادة استخدامها عند الحاجة اليها سواء للشرب او للري التكميلي او لتغذية المياه الجوفية (سلامة والجمال، 2013).

بينما يعرف حصاد المياه Water Harvesting بانه عملية تجميع وتخزين مياه الجريان السطحي الناتجة عن هطول الامطار ، للاستفادة منها في اغراض الزراعة واثراء الغطاء النباتي ومياه الشرب وتغذية الاحواض الجوفية (ايكاردا ،2008) (اكساد ،2000)

من الممكن أيضاً تعريف الحصاد المائي بأنه تجميع مياه الجريان السطحي لأغراض إنتاجية نافعة ، ويمكن اعتباره (من منظور حفظ التربة) وسيلة لتجميع وتخزين مياه الأمطار والجريان السطحي في مكان محدد وفي جميع الحالات لا يشمل هذا التعريف جريان المياه في الأنهار الدائمة (موقع اكاديميا).

اشار (Waterfall and Bickelmann, 2006) بأن حصاد المياه هو مسك وتحويل وخزن مياه الامطار لأغراض ري النبات والاستخدامات الاخرى وهو ملائم لمنظور الارض الكبير مثل المتنزهات والمدارس والاماكن التجارية والمجمعات السكنية اضافة للاحتياجات السكنية الصغيرة، وقد عرفته ايضاً بأنه عملية تجميع مياه الامطار او بعبارة اخرى "عملية تركيز الهطول بوساطة الجريان والتخزين لاستخدامه على نحو مفيد". وهو يعني التقاط مياه الامطار من سطح ما وتوجيهها بالأساليب المناسبة لتجميعها في مكان ملائم تؤخذ منه مباشرة او تجمع فيه وتخزن للاستخدام في اوقات لاحقة، لأغراض مختلفة اهمها الري والاحتياج المنزلي وتغذية احواض الماء الجوفي (آل الشيخ ، 2006).

3- فوائد تطبيق نظم حصاد المياه

- تستخدم أنظمة حصاد المياه في البيئات الجافة اذ يكون هطول الأمطار غير كافٍ مما يجعل الزراعة مستحيلة. إذا تم تطبيق هذه الأنظمة في هذه البيئات، فإنها ستوفر كميات كافية من المياه للإنتاج الزراعي.
- يمكن أن توفر أنظمة حصاد المياه الماء للإنتاج البشري والحيواني في المناطق شديدة الجفاف.
- تساعد أنظمة حصاد المياه على تحسين الغطاء النباتي للتربة المتدهورة، وبالتالي تقليل التدهور البيئي ومكافحة التصحر.
- ان المياه التي توفرها نظم حصاد المياه في المناطق شديدة الجفاف تساعد في استيطان المجتمعات في تلك المناطق وتحسين مستواهم المعاشي والبيئي.

4- نبذة عن تاريخ حصاد المياه History of Water Harvesting

تمارس عملية حصاد مياه الأمطار والمياه العادمة والمياه الجوفية منذ آلاف السنين ، بدءًا من أكثر التقنيات بدائية إلى طرق كبيرة ومعقدة مثل القنوات الرومانية. ، كان حصاد المياه وسيلة فعالة لحصاد المياه في البيئات الجافة لتلبية احتياجاتهم المائية في وقت لم تكن فيه مصادر بديلة للمياه لأغراض الشرب والزراعة متاحة بسهولة. وتقع في المناطق الجافة وشبه الجافة ، مثل الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وغرب آسيا. هذه الثقافات تعتمد إلى حد كبير على زراعة الكفاف. أصبح حصاد المياه واسع الانتشار في العديد من هذه المناطق. على الرغم من أن الأساليب المختلفة استنبطت على مستوى العالم تقريبًا ، فقد أنشأت كل ثقافة ناشئة طريقتها الفريدة لجمع أو تحويل الجريان السطحي للأغراض الإنتاجية. تقوم العديد من المجتمعات في المناطق القاحلة وشبه القاحلة بجمع المياه لما يقرب من البشر الذين شاركوا في الزراعة. كان الشرق الأوسط أحد المناطق الأولى في العالم التي تمارس حصاد المياه للاستهلاك في كل من العوالم المحلية والزراعية. يعود تاريخ المباني التي وجدت في هذا الجزء من العالم إلى أكثر من 9000 عام إلى جنوب بلاد ما بين النهرين حيث استخدمت هياكل لحصاد المياه بسيطة في وقت مبكر من 4500 قبل الميلاد. وكان حصاد المياه ركيزة أساسية مع المزارعين الريفيين الذين يستخدمون حصاد مياه الأمطار لري محاصيلهم لعدة قرون (الجيار، 2019).

ذكر Rahi and Abudi ,2005 ان التقنية الاولى المعروفة لحصـــاد المياه في العراق نفذت على طريق الحج القديم والذي يربط مدينة النجف المقدســـة مع مكة المكرمة. اذ أمرت بتنفيذه الســـيدة زبيدة زوجة الخليفة العباســـي الخامس هارون الرشـــيد وهي عبارة عن آبار يتركز فيها الماء على طول طريق الحجاج القديم وكانت مياه الامطار المحصـــودة من المســـتجمعات الصـــغيرة micro-catchments تحول الى آبار بقطر كبير يتراوح بين 3 – 4 متر وبعمق بين 40 – 50 متراً، وكانت هذه الآبار تســـمى "آبار زبيدة" ، وقد توصـــلت الاختبارات الحديثة حول هذه الآبار الى انها كانت وسـيلة لحصـاد مياه المسـتجمعات الصـغيرة مربوطة مع آبار كبيرة القطر (الخطيب، 1973)، وكما يظهر بوضـوح فان المياه تجري الى الآبار من الماء الارضـي بالإضـافة الى المياه السطحية.

5- تقانات حصاد المياه السائدة في المنطقة العربية ومجالات استخدامها

تعتبر تقانات حصـــاد المياه من التقانات التي اســـتخدمت منذ القدم في المنطقة العربية . فقد اســـتخدمها سكان المناطق المرتفعة على سفوح الجبال ، ويتم ذلك عن طريق حفر قنوات تحول إليها مياه الجريان السطحي الناتج عن الهطول المطري ، ومن ثم تحفظ هذه المياه في حفر كبيرة أو خزانات أرضـــية لتســـتخدم لأغراض الشـــرب أو الري في فترات الجفاف ، واســـتخدمت هذه التقانات قديماً أيضـــاً للأغراض الزراعية في مســـاحات صغيرة ومحدودة (نافع ،2017) .

اعتمدت الحضـــارات القديمة التي عاشـــت في منطقة الأردن على بعض تقانات حصـــاد المياه في هذه المناطق الجافة ، اذ كانت أنظمة الحصاد المائي فعالة وعملية بالرغم من كونها بدائية وتعتمد على الجهد البشري في إنشائها . ومن أمثلة هذه التقانات استخدام أسطح المنازل ، أو الصخور الجرداء لحصاد المياه ومن ثم تخزين هذه المياه في آبار تجميعية وبرك أو انشاء السدود والسلاسل الحجرية ، إضافة إلى استخدام الممارسات الزراعية الملائمة للإنتاج تحت الظروف الجافة والقاســية. تاريخياً فان أقدم أنظمة حصـــاد المياه (مياه الأمطار) قد عرفت قبل 4000 عام في جنوب الأردن وصحراء النقب (موسوعة البحوث والمواضيع الشاملة).

في تونس تكون المنشـــآت الهيدروليكية وبشـــكل خاص تلك التي تهدف إلى تجميع المياه أو ما يعرف بحصـــاد المياه بغية اسـتخدامه في المناطق الريفية لأغراض الزراعة والشـرب ، فقد تم انشـاؤها منذ وقت قديم . ويرجع ذلك لبروز حضـــارة زراعية متوسـطية ، مدعمة بالحضـــارة العربية الاســـلامية. وقد شـــهدت تلك الحقبة إدخال تقنيات زراعية جديدة وأساليب جمع المياه في الشمال والوسط والجنوب وإقامة الواحات في المناطق شبه الصحراوية حول بعض المنابع (موسوعة البحوث والمواضيع الشاملة).

استخدم السوريون منذ القدم تقانات حصاد المياه خاصة سكان المناطق الجبلية . ويرجع تاريخ استخدام هذه التقانات إلى بدايات العهود الأولى من الحضـــارات الانســـانية في منطقة بلاد الشـــام، بحيث أصـــبحت الحاجة ماسـة للاستفادة من مياه الأمطار الموسمية والتي غالباً ما تهطل خلال أشـهر قليلة من العام . لقد أصـبح استثمار هذه المياه بالمناطق الجافة بسوريا في الوقت الحالـــي يشكـــل أهمية كبرى وتزداد أهميتها في المناطق التي تقل فيها مصادر أخرى مثل المياه الجوفية. ومثال على ذلك المنطقة بالقرب من خان العروس في جبل القلمون وكذلك في منطقة قليعة في جبل شـيث جنوب شـرق حلب وفي السـيحيات بين الجباية شـمال تدمر ، اذ كانت توجه مياه الجريان الســـطحي عبر أثلام ســـطحية مائلة تصـــب في أقنية لتجميع المياه موازية تقريباً لخطوط الميل . وفي المناطق متوسـطة الانحدار وتلك قليلة الانحدار كانت توجه المياه عبر جدران حجرية منخفضـة وإلى صـهاريج أرضـــية ، ومثال على هذه الطريقة موجود في وادي العذيب بمحافظة حماة . كما تم بناء الحواجز على مجاري الوديان لرفع منسوب المياه وتحويلها إلى خزانات ويوجد مثل هذا النظام في المنطقة بالقرب من رسم النفل وعند آثار المعلقة على الوديان المتجهة من جبل الأحص إلى مملحة الجبول . ومن الأســـاليب التي اتبعت في حصـــاد المياه إجراء حفر عميقة في الوديان بحيث تتحول هذه المياه إلى برك بعد انقطاع جريان الوديان . كما بنيت الصهاريج الأرضية الكبيرة من القلاع اذ كانت تملأ هذه الصهاريج عن طريق أقنية تجمع المياه من سطح القلاع ومنحدراتها. كما وجد في سوريا العديد من السدود القديمة من أهمها سد المنقورة، وسد خربقة في وادي الباردة بحيث بلغ طول بحيرته حوالي 1550 متر وعرضـــه 800 متر تقريباً وتتألف نواة الســـد من الحجارة والطين (سلامة و الجمال، 2013).

استخدم المغرب تقنيات حصـاد المياه منذ العهود القديمة ، اذ كانت تقنيات حصـاد المياه الأكثر انتشـاراً هي المطفية ، أو الحقائن المدفونة وهي من عهد الموحدين ، وتوجد آثاراً لهذه النوعية في منطقة قلعة ســـراغنة بحيث كانت تستخدم كمحلات استراحة وتزويد القافلات التجارية القادمة من افريقيا السوداء بالمياه ، كما وتوجد أيضاً مطفيات في المناطق الساحلية للمحيط الاطلسي تم ادخالها في عهد الاستعمار البرتغالي. ولعب نظام تقانات حصاد المياه دوراً مهماً في القرن التاسع عشر الميلادي في تلبية الاحتياجات من المياه لشرب الانسان والحيوان في مناطق هامة من المغرب كدكالة وعبدة والشـيادمة وسـوس. ومع تفوق التكنولوجيا وظهور نظام ضـخ المياه الجوفية ، فقد اسـتغنى في بعض المناطق عن اسـتعمال تقنيات حصـاد المياه، إلا أنه وفي الوقت الراهن وفي ظل

النمو الديمغرافي المتزايد والاحتياجات الكبيرة للســـكان من المياه ، وبعد فترات الجفاف المتوالية، فإنه قد تم اللجوء لتقنيات حصاد المياه من جديد كوسيلة لمقاومة النقص في المياه ولمكافحة التصحر.

يعتبر اليمن أحد المناطق التي شهدت وجود حضارات قديمة ، فقد قام سكان تلك المنطقة بتطبيق تقانات حصـــاد المياه منذ القدم . ويرجع ذلك بالأســاس إلى أن اليمن لا تتوفر فيه مصـــادر مائية تذكر غير الأمطار وما ينتج عنها من مياه ســطحية، أو مياه جوفية محددة لا يمكن أو يصـــعب الاعتماد عليها. فقد ابتكر اليمنيون تقانات ادهشت عقل انسـان اليوم وجعلته يقف امامها متأملاً . ويمثل سد مأرب الذي تم إنشـاءه في عهد مملكة سبأ خير شاهد على قدم استخدام تقانات حصاد المياه باليمن كما يبين الشكل 1 (الذويب ،2011).

شكل 1. اثار سد مأرب في اليمن

6- استخدام حصاد المياه

ثمة فوائد عديدة لحصـــاد المياه على الصـــعيد العملي خاصـــة في الظروف التالية: (Oweis and Hachum,2003)

- في البيئات الجافة ، اذ يجعل الهطول المطري المتدني والتوزيع السـيء له من الزراعة امرا مسـتحيلا، واذا اعتبرنا ان عوامل الانتاج الاخرى من قبيل التربة والمحاصـــيل هي عوامل مواتية ، فان حصـــاد المياه يجعل من الزراعة امرا ممكنا رغم الافتقار الى موارد مائية اخرى.
- في المناطق الديمية، اذ يمكن انتاج المحاصـــيل ، الا انها تتســم بتدني غلاتها مع خطر كبير يهدد بالإخفاق. وهنا يمكن ان تقدم نظم حصـــاد المياه كمية كافية من المياه لتكميل الهطول المطري ، وبذلك تزيد من الانتاج وتعمل على استقراره
- في مناطق لا تكفي فيها المياه للاسـتخدام البشـري وانتاج الحيوانات . اذ يمكن تلبية هذه الاحتياجات من خلال حصاد المياه.
- في مناطق قاحلة تعاني من التصـحر ، تتضـاءل فيها امكانية الانتاج على نحو متواصـل نتيجة الافتقار الى الادارة الملائمة ، وان عملية تزويد هذه الاراضـي بالمياه من خلال حصـادها يمكن ان تحسـن من الغطاء النباتي وتساعد في لجم التدهور البيئي .

7- أهمية حصاد المياه في تنمية الموارد المائية

بصـورة عامة يعتبر الحصـاد المائي من الوسـائل المثلى للحصـول على المياه عندما لا تكون مصـادر المياه الأخرى متوفرة وخاصـــة في المناطق الجافة التي لا تتوفر بها مصـــادر المياه الدائمة الجريان ، وحتى لو توفرت هذه المياه تكون على شـكل مياه جوفية غير متجددة ويكون من الأفضـل عدم اسـتخدامها بدون دراسـات وأسس علمية (المالكي،2022) .

فيما يتعلق بغرض الحصـــاد المائي كعملية تجميع للجريان الســـطحي وخلق نظام ري تكميلي داعمة للإنتاج الزراعي، فإن أهميته وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة تعتمد على الأسس التالية:

- ضـــرورة أن يكون الحصـــاد المائي مصـــدراً مكملاً (ري تكميلي) للنقص في الموارد المائية وليس المصدر الوحيد للمحاصيل ذات الاحتياجات المائية العالية.
- تحقيق فرص اضافية لتوفير المياه بغرض زيادة الإنتاج والانتاجية لمحاصيل الزراعة المطرية .
- تحقيق زيادة كفاءة استخدام الموارد الأرضية غير المستغلة.

ومن الحقائق التي يجب أخذها بعين الاعتبار في مجال الحصـاد المائي أنه وفي المناطق الهامشـية التي تقل فيها معدلات الامطار عن 250 مم في العام لا يمكن الاسـتمرار في الانتاج وضـمان قدر مقبول من الإنتاجية إلا في ظل نظام ري مكمل للاحتياجات المائية بحيث يتم توفير هذه الكمية من المياه من خلال الحصـــاد المائي

(الربيحات، 2021)، وقد اعتمد معدل هطول 100 مم في الشـــتاء، أو 150 مم في الصـــيف كحد أدنى لإقامة مشاريع الحصاد المائي والري التكميلي وفقاً للاعتبارات التالية:

- الاختيار للمواقع الصحيحة لتطبيق الحصاد المائي .
- الاختيار الســـليم لتقانة الحصـــاد المائي التي يمكن الاعتماد عليها بحيث تكون ســـهلة التطبيق وقليلة التكاليف مع إمكانية صيانتها بشكل دوري .
- التطبيق السليم لتقنية الانتاج الزراعي الملائمة لزراعة المحصول المناسب عن حالة الاستخدام الزراعي.
- ضـــرورة وجود وعي وســـط المنتفعين يشـــير إلى تقديرهم لأهمية المشـــاركة في كل مراحل الانشـــاء والتشغيل والصيانة .
- أهمية توفير المعلومات حول الهيدرولوجيا وخواص الأراضـــي وإمكانية الاســـتثمار حتى تتاح فرص التطبيق السليم لتقانات حصاد المياه .
- التأكيد على النواحي الاقتصادية والاجتماعية والبيئية التي يرتكز عليها اختيار التقانة الملائمة .

وفي الأخير فإن أهمية الحصـــاد المائي تكمن في محاســـنه الاقتصـــادية والبيئية في التأثير على زيادة وتحسين انتاجية المحاصيل الزراعية بتوفير مياه إضافية بكلفة قليلة تستخدم كري تكميلي . كما ان هذه المياه قد تكون المصـدر الأسـاسـي أو الوحيد لكثير من التجمعات السـكانية في بعض المناطق التي تتميز بالجفاف لفترات طويلة من السنة لسد حاجة الإنسان والحيوان من المياه .

8- العوامل المؤثرة في تصميم نظام حصاد مياه الامطار

ذكر ال الشيخ (2006) ان تصميم انظمة حصاد مياه الامطار تعتمد على:

- كمية تساقط الامطار (مم.سنة$^{-1}$) وشدة سقوط المطر وتوزيع الامطار على مدار الموسم الزراعي.
- مساحة سطح المستجمع (م^2 أو كم^2).
- معامل الجريان السطحي.
- سعة التخزين (م^3).
- معدل الاستهلاك اليومي (لتر.يوم$^{-1}$) وعدد المستفيدين من النظام.
- نوع وحجم الاستخدام.
- قدرة التربة على تخزين الماء (عمق التربة ونسجتها وصفاتها المائية).
- تضاريس المنطقة.

9- أهداف حصاد المياه

- استعادة إنتاجية الأرض التي تعاني من الأمطار الغزيرة.
- زيادة غلات الزراعة الجافة.
- التقليل إلى أدنى حد من خطر فشل المحاصيل في المناطق المعرضة للجفاف.
- مكافحة التصحر عن طريق زراعة الأشجار.
- توفير مياه الشرب للإنسان و الحيوانات.

ان المكونات الرئيسية لنظام حصاد المياه هي:

- منطقة مستجمعات المياه.
- مرافق التخزين.
- المنطقة المستهدفة.

10- مكونات نظام حصاد المياه

- منطقة المستجمعات المائية (منطقة الجريان السطحي) هي جزء من الأرض يساهم في جزء أو كل من مياه الأمطار في منطقة مستهدفة خارج حدودها. يمكن أن تكون مساحة مستجمعات المياه صغيرة مثل بضعة أمتار مربعة أو كبيرة عدة كيلو مترات.
- مذشأة التخزين: هي المكان الذي يتم فيه الاحتفاظ بمياه الجريان السطحي من وقت تصويبها إلى أن يتم استخدامها ويمكن أن يكون التخزين في الخزانات السطحية، والخزانات تحت السطحية، مثل رطوبة التربة وفي طبقات المياه الجوفية.
- المنطقة المستهدفة: هي المنطقة التي يتم فيها استخدام المياه المحصودة في الإنتاج الزراعي ، تعتبر السعة التخزينية العالية للتربة (أي التربة متوسطة القوام) وعمق التربة الكافي <1 متر) من المتطلبات الأساسية ويجب أن تكون قدرة الاحتفاظ بالمياه عالية بما يكفي لتزويد المحاصيل بالماء حتى حدث هطول الأمطار التالي.

أهم العوامل التي يجب مراعاتها عند ممارسة حصاد المياه تشمل:

1- توزيع الأمطار.

2- شدة هطول الأمطار.

3- خصائص الجريان السطحي للمستجمع.
4- سعة تخزين المياه في التربة.
5- الخزانات.
6- المحاصيل الزراعية.
7- التقنيات المتاحة
8- الظروف الاجتماعية والاقتصادية.

تتلخص مكونات نظام حصاد المياه في ثلاث اجزاء (شكل 2):

1- منطقة حجز المياه Catchment area:

ويقصد بها حجز المياه بشكل مؤقت تمهيدا لنقلها الى منطقة التخزين

2- وسيلة التخزين Collection Facility:

وهو المكان الذي تحتجز به المياه من وقت جمعها وحتى استخدامها، وتختلف احجام هذه الاماكن تبعا لكمية الهطول المطري السنوي. وقد تكون هذه الخزانات عبارة عن حفر تحت ارضية او خزانات اسمنتية او بلاستيكية.

3- نظام النقل Conveyance System:

حيث تتطلب انظمة حصاد المياه في بعض الاحيان نقلها من منطقة الحجز الى منطقة التجميع عن طريق قنوات او اخاديد (ايكاردا، 2003).

شكل 2. مكونات نظام حصاد المياه

11- فئات تقنيات حصاد المياه The main components of water harvesting system

تشمل الفئات الثلاث الرئيسية لحصاد المياه وهى (الجيار، 2019):

- حصاد ماء المطر ذي المستجمع الصفير، Micro catchment harvesting
- حصاد ماء الفيضان او حصاد ماء المطر ذي المستجمع الكبير Macro catchment Harvesting/floodwater
- حصاد المياه الجوفية Groundwater harvesting

12- العوامل المؤثرة على كميات الحصاد المائي

من العوامل المؤثرة بشكل رئيسي على كميات تخزين المياه ما يلي:

خصائص سطح التربة ، نوع التربة و خصائص الهطولات المطرية

- خصائص سطح التربة:

تؤثر خصائص سطح التجميع بشكل مباشر على كمية ومعدل المياه المخزنة من خلال العوامل التالية:

أ- عند اختيار منطقة الحجز يجب أن لا يتجاوز ميل سطح 5% وفي حالة زيادة الميل عن ذلك سوف يؤدي إلى عمليات انجراف للتربة.

ب- طول السطح : يؤثر طول السطح (التربة) بشكل مباشر على مساحة سطح التخزين وعلى الفترة الزمنية اللازمة للتخزين.

ج- الغطاء النباتي :يؤثر الغطاء النباتي من خلال:

- يزيد من الناقلية الهيدروليكية .
- يزيد من ظهور ظاهرة البقع المائية وبالتالي تزيد عملية التبخر .
- تشكل حواجز أمام المياه وبالتالي زيادة كمية الماء المتبخر.

- ويمكن أن تساهم عمليات رص التربة compaction of the soil surface على تحسين عملية حصاد المياه بشكل ملحوظ وبتكلفة قليلة.

- نوع التربة:

يؤثر نوع التربة التي تتساقط عليها الأمطار على كمية المياه المحجوزة وتلعب قوام التربة دوراً رئيسياً في ذلك، فقوام التربة يؤثر على معدل الارتشاح والناقلية الهيدروليكية للتربة اذ ان التربة الرملية والحصوية يزيد فيها معدل الارتشاح مقارنة بالتربة الغرينية والطينية . كما أن وجود فراغات (مسام) وبقايا جذوع الأشجار يؤثر على عملية الارتشاح.

- خصائص الهطولات المطرية

تؤثر خصائص الهطولات المطرية بشكل رئيسي أو أساسي على معدلات الارتشاح وبالتالي على كمية المياه المحجوزة .

من أهم خصائص الهطولات المطرية ما يلي:

1. كمية الهطول المطري Rainstorm amount

ويقصد بها كمية الهطولات المطرية لمرة واحدة خلال فترة زمنية معينة والتي تحدث بشكل متتابع في منطقة حجز معينة وتقاس بالمليمتر ماء ، ومع زيادة كمية الهطول المطري تزداد رطوبة التربة ويمكن أن تتحول فيما بعد إلى مياه مخزنة.

2. شدة الهطول المطري Rainstorm intensity

ويقصد بها كمية الهطول المطري في مدة معينة وتقاس بالمليمتر ماء لكل ساعة وذلك خلال فترة زمنية معينة . وعادة ما تكون شدة الهطول قليلة في البداية ثم تزداد مع الزمن ، فإذا ماتجاوزت شدة الهطول عن معدل الترشيح فإن ذلك يزيد من إمكانية حصاد المياه.

3. توزيع الهطول المطري Rainstorm distribution

يتأثر توزيع الهطولات المطرية بوجود رطوبة مسبقة في تربة مكان حجز الماء . وغالباً مايحدث ذلك عند الفترات المطرية المتباعدة على أرض جافة مما يسبب تسرب هذه المياه خلال الشقوق وبالتالي نقص كمية المياه المحجوزة بها.

13- أنظمة حصاد المياه

اشار Critchley et al.,1991 الى ان وسائل حصاد المياه تنقسم الى قسمين:

- نظم المستجمعات المائية الصغيرة Micro-catchment systems

ان نظم المستجمعات المائية الصغيرة هي تلك التي تجمع فيها المياه السطحية الجارية من منطقة مستجمع صغيرة تنساب منها المياه الى مسافة قصيرة. وعادة ما تضاف المياه الجارية الى منطقة زراعية مجاورة. اذ يصار الى تخزينها اما في منطقة الجذور ليستخدمها النبات بشكل مباشر او يتم تخزينها في حوض صغير لتستخدم فيما بعد. ويمكن زراعة المنطقة المستهدفة اما بالأشجار او بالشجيرات او بالمحاصيل الحولية. ويتراوح حجم المستجمع من بضعة امتار مربعة الى ما يقارب الالف متر مربع. وقد تكون اسطح المستجمع الارضي اسطحاً طبيعية مع غطائها النباتي او قد تنظف وتعالج بطريقة ما لتحريض الجريان، لا سيما عندما تكون التربة خفيفة. اما اسطح المستجمعات المائية غير الارضية فتشمل سطوح الأبنية وفناء الدار وبنى صلدة مشابهة (آل الشيخ، 2006). من أهم نظم المستجمعات المائية الصغيرة (ايكاردا،2003):

- نظم حصاد المياه على مستوى المزرعة في المناطق الجافة

1. متون الكفاف Contour ridges

وهي حواجز ترابية يتم انشاؤها على طول خطوط الكفاف، تبعد الواحدة عن الاخرى عادة مسافة تتراوح ما بين 5-20 متر وتتركز الزراعة على مسافة 1-2 متر اعلى المتن ، اما ما تبقى من المسافة فيشكل المستجمع (شكل 3).

شكل 3. متون الكفاف

2. المتون الهلالية وشبه المنحرفة Semi-circular and Trapezoidal bunds

وهي حواجز او متون ترابية على شكل نصف دائرة او هلال او شبه منحرف تكون مواجهة لأعلى المنحدر بشكل مباشر ويتم انشاؤها على مسافات تتيح للمستجمع القيام بتجهيز مياه الجريان المطلوبة للتجمع امام الحاجز الذي تزرع فيه النباتات وتنشأ هذه الحواجز عادة على شكل صفوف متفاوتة ويتراوح قطر الدائرة او المسافة ما بين نهايتي الحاجز من 1-8 أمتار، بينما يبلغ ارتفاعه ما بين 30-50 سم (شكل 4).

شكل 4. المتون الهلالية

3. الحفر الصغيرة Small pits

وهي الافضل للأراضي الزراعية المتدهورة اذ يتراوح قطر الحفرة من 0.3 – 2.0 متر بعمق يتراوح بين 5-15 سم، يمزج السماد العضوي ومختلف انواع الاعشاب مع قليل من التربة ويوضع المزيج في حفرة اما باقي التربة فيستخدم لتشكيل حاجز ترابي هلالي صغير عند اسفل المنحدر الذي توجد فيه الحفرة وتستخدم الحفر مع السدود والمتون لحفظ جريان المياه الذي تتباطأ سرعته بسبب وجود الحواجز(شكل 5).

شكل 5. الحفر الصغيرة

4. احواض جريان سطحي صغيرة Small runoff basins

وهي احواض جريان صغيرة تتألف من بنى صغيرة تتخذ شكل المعين او المستطيل وتحيط بها متون ترابية قليلة الارتفاع ويتم توجيه الاحواض بحيث يكون انحدار الارض الاعظم موازياً للقطر الطويل للمعين. مما يؤدي الى جريان المياه الى اخفض ركن وهي المكان الذي يزرع فيه النبات. وتتراوح الابعاد المعتادة لهذه الاحواض من 5 – 10 م عرضاً ومن 10 – 25 م طولاً، ويمكن انشاء احواض جريان صغيرة مهما كانت درجة الميل تقريباً بما فيها السهول ذات الانحدار 1-2% غير انه قد يحدث انجراف للتربة فوق المنحدرات التي تزيد عن 5% (شكل 6).

شكل 6. احواض الجريان السطحي

5. شرائط الجريان السطحي Runoff strips

تعد هذه التقنية مناسبة للمناطق قليلة الانحدار، اذ تستخدم الشرائط لدعم محاصيل حقلية في البيئات الاشد جفافاً (مثل الشعير)، اذ يكون الانتاج مجازفة، والانتاج متدني. ويتم فيها تقسيم الارض الى شرائط على امتداد طول خطوط الكفاف. ويستخدم الجزء العلوي من الشرائط كمستجمع للمياه بينما يزرع الجزء السفلي للشريط بالمحاصيل، ويجب ان لا يكون الشريط المزروع بالمحاصيل عريضاً جداً (1-3 م) في حين يحدد عرض شريط المستجمع بما يتوافق والكمية المطلوبة من مياه الجريان (شكل 7).

شكل 7. شرائط الجريان السطحي

6. نظم ما بين الصفوف inter-row system

ويطلق عليها اسم "المستجمعات الطرقية" افضل تقنية يمكن استخدامها فوق الاراضي المنبسطة. ويتم انشاء سدود او حواجز عرضية مثالية الشكل على طول المنحدر الرئيس للأرض ويتم جمع مياه الجريان المتجهة الى اسفل المنحدر بين المتون، عندما توجيهها نحو خزان موجود في نهاية القناة او نحو محصول مزروع ما بين المتون، ويجب تعشيب منطقة المستجمع ورصها بسهولة منتظمة لضمان الحصول على جريان سطحي مرتفع (شكل 8).

شكل 8. نظم ما بين الصفوف

7. نظم المسقاة Meskat

وهو مصطلح يطلق في تونس على نظام محلي لحصاد المياه ويقوم بدعم اشجار الزيتون والتين بشكل اساسي، ويتألف هذا النظام من مستجمع او كما يعرف بمسقاة يشغل المنحدر المجاور لأرض المزروعة تدعى Manqa وقد يحيط بمناطق المستجمعات احياناً متون صغيرة قد تزود بممرات مائية لجعل الجريان يتدفق بين قطع الأراضي من غير ان يتسبب في حدوث الانجراف (شكل 9).

شكل 9. المسقاة

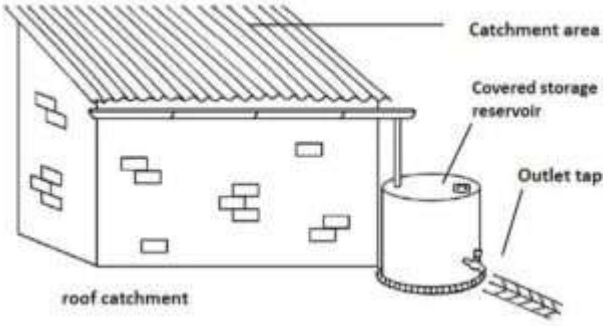
8. مدرجات مساطب الكفاف Contour-bench terraces

تنشأ فوق مناطق شديدة الانحدار للجمع ما بين حفظ التربة وحفظ المياه من جهة وتقنية حصاد المياه من جهة اخرى، وعادة ما يتم عمل المدرجات المخصصة لزراعة المحاصيل بشكل مستو ويتم تدعيمها بجدران حجرية للحد من سرعة تدفق المياه والتحكم بالانجراف. وتزود هذه المدرجات بمياه جارية اضافية تأتي من مناطق اشد انحداراً غير مزروعة تقع ما بين المدرجات (شكل 10).

شكل 10. مدرجات مساطب الكفاف

9. نظم الاسطح Rooftop systems

تقوم نظم الاسطح بجمع مياه الامطار وتخزينها على اسطح المنازل او المباني الكبيرة، والمساحات وما يشابه ذلك من سطوح صلدة بما في ذلك الشوارع مما يمكن من جمع وتخزين معظم مياه الامطار. وتعتمد كيفية استخدام المياه بعد حصادها على نوع السطح المستخدم في جمعها ودرجة نظافته اضافة الى احتياجات المستخدمين لهذه المياه فعلى سبيل المثال تسمح المواد الحديثة المستخدمة في صناعة الاسطح من ناحية والمزاريب من ناحية اخرى يجمع مياه نظيفة صالحة للشرب واستخدامات منزلية اخرى، ولا سيما في مناطق ريفية لم تصلها مياه الصنبور بعد (شكل 11).



شكل 11. نظم الاسطح

2- نظم المستجمعات المائية الكبيرة Macro-catchment systems (ايكاردا ،2003)

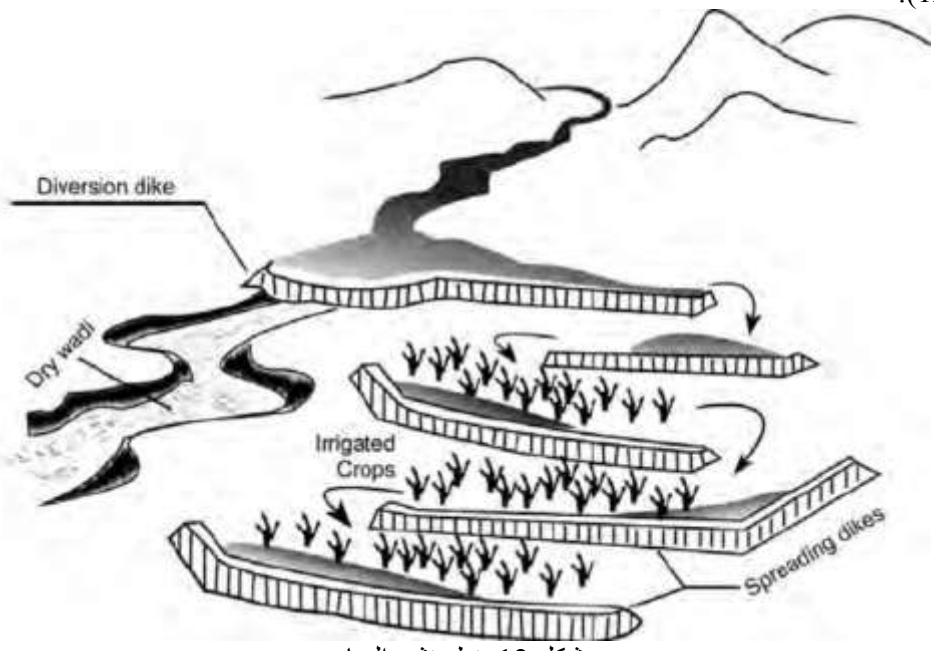
أ- النظم التي تقع خارج الوادي

تستخدم مياه الامطار التي يتم حصادها في هذه النظم لري مناطق تقع خارج قعر الوادي، وقد تستخدم منشآت لإجبار مياه الوادي على الانحراف عن مجراها الطبيعي والتدفق الى مناطق قريبة ملائمة للزراعة خارج الوادي، وقد تستخدم منشآت مشابهة لجمع مياه الامطار من مستجمع يقع خارج قعر الوادي (آل الشيخ ،2006). ومن اهم هذه النظم

1. نظم نشر المياه Water spreading systems

يتم في هذه التقنية التي يطلق عليها اسم "تحويل مياه السيول" اجبار جزء من مياه الوادي المتدفقة على التحول عن مجراها الطبيعي الى مناطق قريبة ويتم استخدامها لري المحاصيل المزروعة. وتخزن هذه المياه في منطقة جذور المحاصيل، اي انها تكمل السقيط المطري. وعادة ما يتم تحويل المياه بوساطة حاجز يرفع من مستوى المياه في قعر الوادي، مما يسمح للجريان بالتوزع بفعل الجاذبية على احد طرفي الوادي او كليهما

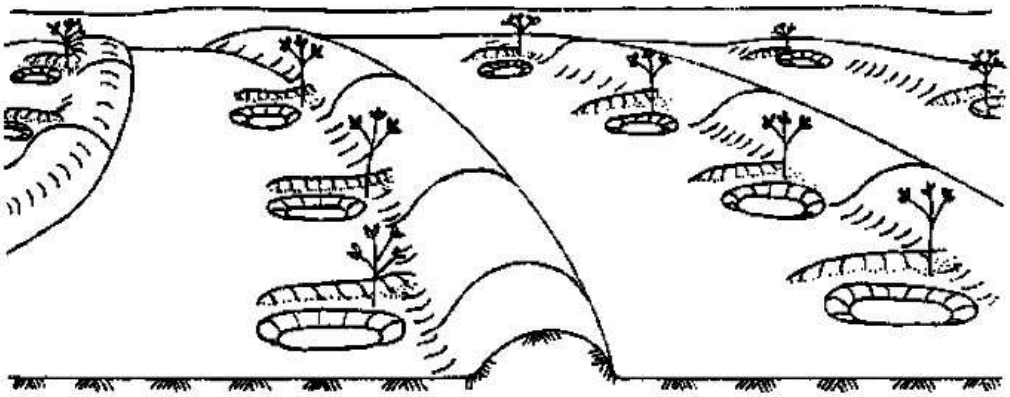
معاً ويتم توجيه الجريان خارج الوادي بوسـاطة متون منحرفة قليلاً دون خطوط الكفاف ومبتعدة عن خط الوادي (شكل 12).



شكل 12. نظم نشر المياه

2. المتون الكبيرة Large bunds

يطلق على هذه المتون في تونس اسـم طابيا، ويتألف هذا النظام من سـدود ترابية تأخذ شـكلاً نصـف دائري، او شـبه منحرف او شـكل الحرف v ويصـل طولها (المسـافة بين نهايتي كل متن) حوالي 10 – 100 م بارتفاع يتراوح ما بين 1-2 م. وغالباً ما يتم عملها بشكل خطوط طويلة ومتعرجة مواجهة للجهة العلوية للمنحدر (شكل 13).



شكل13. المتون الكبيرة

3. الخزانات والحفائر Hafair and tanks

تتألف الخزانات عادة من احواض ترابية يتم حفرها في الارض في مناطق قليلة الانحدار تستقبل مياه الجريان القادمة اما من الوادي او من منطقة مسـتجمع مائي كبير وتعرف هذه الخزانات في اجزاء من جنوب افريقيا باسم "البرك الرومانية" ويتم بناؤها عادة بعمل جدران حجرية وتتراوح الطاقة الاستيعابية لهذه البرك من بضعة الاف من الامتار المكعبة الى عشرات الالاف من الامتار المكعبة (شكل 14).

شكل 14. الخزانات والحفائر

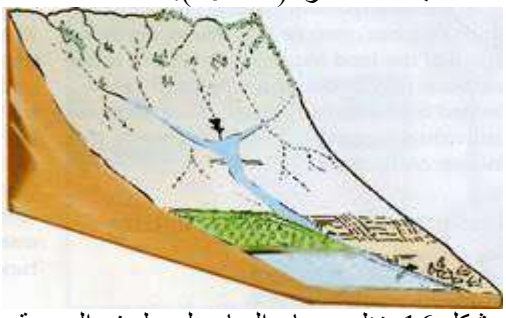
4. الخزانات الارضية Cisterns

هذا النوع من الخزانات هو احواض محلية يتم انشـــاؤها تحت الأرض، وهي ذات طاقة اســـتيعابية تتراوح من 10 – 500 متر مكعب، ويتم تخزين المياه ليصـــار الى اسـتهلاكها من قبل الانســـان والحيوان، وفي كثير من المناطق كما في الاردن والسعودية وسوريا (شكل 15).

شكل 15. الخزانات الارضية

5. نظم جريان المياه على طرف الهضبة Hillside-runoff systems

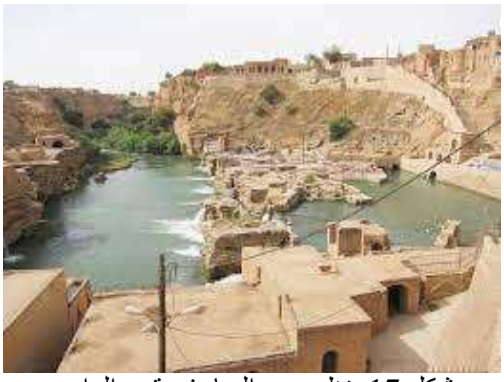
يطلق على هذه التقنية في الباكستان اسم سيلابا، او كما اطلق عليها سابقاً سايلابا، وبها يتم توجيه مياه الجريان عن طريق اقنية صغيرة الى حقول منبسطة تقع عند سفح المنحدر وتتم تسوية الحقول واحاطتها بسدود صغيرة مع مفيض لتصريف فائض المياه الى حقل آخر اسفل المجرى. وعندما تملأ الحقول التي تقع على سلسلة واحدة بالمياه، يسمح للمياه المتبقية بالتدفق الى الوادي، وعندما يتم التخطيط لعمل اقنية عديدة رافدة، فان احواض التوزيع تكون على قدر من الفائدة ويعتبر هذا النظام مثالياً لاســـتخدام مياه الجريان القادمة من المناطق ذات الهضاب او الجبلية الجرداء او ذات النباتات المتأثرة (شكل 16).



شكل 16. نظم جريان المياه على طرف الهضبة

ب- نظم جمع المياه في قعر الوادي

يستخدم قعر الوادي في هذا النظام لتخزين المياه اما على السطح وذلك بوقف تدفق المياه او في التربة وذلك بإبطاء التدفق وتمكين المياه من الارتشاح داخل التربة (شكل 17).



شكل 17. نظم جمع المياه في قعر الوادي

1. الخزانات الصغيرة للمزارع

يمكن للمزارعين الذين يمر واد في ارضهم ان يقيموا سداً صغيراً اذا ما كان الموقع ملائماً لتخزين بعض او كل المياه الجارية التي تتدفق الى اسفل الوادي. بعد ذلك يمكن استخدام هذه المياه لري المحاصيل او استهلاكها من قبل الانسان او الحيوانات، وهذه الخزانات في العادة صغيرة الحجم. لكن قد يتفاوت حجمها من 1000 الى 500000 م^3 وقد تطلب مساعدة احد المهندسين لتخطيط السد وتصميمه وتنفيذه.

2. زراعة قعر الوادي

تعتبر هذه التقنية كثيرة الشيوع في بطون الاودية ذات الانحدار القليل، ونتيجة للسرعة البطيئة للمياه فان الرواسب المنجرفة غالبا ما تستقر في قعر الوادي وتخلق ارضاً زراعية جيدة النوعية. وقد يحدث ذلك بصورة طبيعية او يمكن الوصول اليه بإنشاء سد صغير او حاجز عبر الوادي للتخفيف من سرعة التدفق والسماح للرواسب بالاستقرار ومن المفضل عادة ان تكون الجدران العرضية في الوادي والتي لا يزيد ارتفاعها عن المتر الواحد مبنية من حجارة صلدة (شكل 18).

شكل 18. زراعة قعر الوادي

3. الجسور Bridges

وهي لفظة عربية للمنشآت الجدارية واسعة الانتشار والتي تم بناؤها على الاودية شديدة الانحدار نسبياً في جنوبي تونس، وعادة ما تكون هذه الجدران مرتفعة بسبب الانحدار الشديد وتبنى من التراب او الحجارة او كليهما معاً ويكون فيها مفيض ينشأ عادة من الحجارة ومع مرور السنين، ونتيجة لاحتجاز الماء خلف هذه الجدران، تترسب المواد المحمولة وتتراكم وتخلق ارضاً جديدة لزراعة المحاصيل وعلى رأسها زراعة التين والزيتون اضافة الى زراعة محاصيل أخرى (شكل 19).

شكل 19. المنشآت الجدارية (الجسور)

2- اختيار نظام الحصاد المائي

أشـــار Critchley et al.,1991 الى ان اهم المحددات في اختيار نظام الحصـــاد المائي تعتمد على ثلاث نقاط وهي:

- الانحدار slope : وقد حصرها في فئتين الاولى اقل من 5% وهي الأنسب لعملية الحصاد المائي والثانية اعلى من 5% والتي لا يوصى بها في عمليات الحصاد المائي الا في حالات خاصة.
- الري irrigation : وتختلف الاراضـــي في امكانية اجراء عملية الري حسـب الطبوغرافية ونوع التربة وسمكها والظروف المناخية السائدة ونوع المحصول المراد زراعته.
- التربة soil : وتختلف الترب في ملاءمتها لأغراض الحصـاد حسب نسجتها التي تؤثر على كثير من الخواص المائية للتربة التي تتحكم بالتالي في امكانية حدوث الجريان الســطحي surface runoff او التحت سطحي sub-surface وكمية المياه المتجمعة في كل حالة.

14- تطبيقات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية في حصاد المياه

ان التحســس النائي (Remote Sensing –RS-) هو علم أو الى حد ما فن اســتخراج المعلومات المطلوبة عن سطح التربة من غير التماس المباشر معها. و يتم هذا عن طريق استشعار وتسجيل الطاقة المنعكسة او المنبعثة ومعالجة وتحليل وتطبيق هذه المعلومات (Reeves, 1975).

اما نظام المعلومات الجغرافية او المكانية (Geographic Information System –GIS-) فهو نظام معلومات صمم ليتعامل مع البيانات الجغرافية وبيانات التحسس النائي واستنباط بيانات اخرى منها. و يشير هذا الى انها تشتمل على عناصر منظمة ترتبط مع بعضها البعض لتنفيذ وظائف النظام. وتتضمن هذه العناصر؛ البيانات الجغرافية (وهي محور النظام)، المعلومات المستنبطة منها، البرامج التي تحفظ وتحلل وتعالج وتقدم هذه البيانات، المكونات المادية hardware التي تشــغل هذه البرامج، وســائل وطرق تحليل ومعالجة هذه البيانات، واخيراً المشغل او المستخدم المستفيد من النظام (الخزامي، 1993).

ذكر العزاوي و الحمامي (2007) ان الوظيفة المهمة والفريدة والدقيقة في نظم المعلومات الجغرافية هو التطابق الطوبولوجي Topological overlaying للخرائط لغرض تحليل العلاقات المكانية بين الخواص الجغرافية.

أكد الكفري (2008) امكانية الاعتماد على تقنيتي التحســس النائي ونظم المعلومات الجغرافية في الدراسات الهيدرولوجية لمساحات واسعة مثل محافظة ادلب في سوريا مما يوفر الوقت والجهد والمال وكذلك يجعل من السهولة اتخاذ القرارات على اسس علمية وتقنية.

قام Al-Daghastani (2010) بتحليل مرئية القمر Landsat-7 لتغطية محافظة نينوى و حســاب خصــائصــها التضــاريسـية الرئيسـية والثانوية وعلاقاتها مع موضــوع حصــاد المياه، وقد برهنت مرئية القمر لاندسات فائدتها الاساسية في كشف تضاريس منطقة الجزيرة، وبعض هذه التضاريس بقيت غير واضحة في الدراسات الارضية ، علما ان غالبيتها استخرجت للمرة الاولى عن طريق تحريات القمر لاندسات، وحفظت هذه البيانات في مرئية القمر لاندسات باعتبارها بيانات مرجعية.

ذكر الحمامي (2010) ان ملئ الفراغات في مرئية نموذج الارتفاع الرقمي DEM سوف توفر سطح ارتفاعات مســتمر يمكن ان يســتخدم في تحليل الجابية، شــبكة التصــريف او حدود المســتجمع المائي ومنظر التضاريس.

بينما اســتخدم Zakaria et al.,2012 برنامج نظام محاكاة الجابية Watershed –WMS Modeling System لحساب حجم حصاد الجريان السطحي في جابية كبيرة شرق جبل سنجار في العراق للمدة 1999 – 2009، وقد بينت نتائجهم ان حجم الجريان الســطحي يمكن ان يؤخذ بنظر الاعتبار لأغراض الري وخاصة الري التكميلي.

15- الاستنتاجات

- ان تساقط الأمطار خلال الموسم لا يتجاوز 150-200 مم ، مصحوب بضياع كمية كبيرة من مياه الأمطار عن طريق الجريان عبر الوديان وفروعها وهكذا تتضــرر التربة نتيجة التعرية الناجمة من الجريان السريع لمياه الجريان السطحي وانخفاض الغطاء النباتي.
- يعتبر حصاد مياه الأمطار وسيلة فعالة لتوفير المياه ويساعد أيضًا على تقليل الاستخدام المفرط للمياه في الأراضي المروية، لا سيما عندما يتعلق الأمر بالزراعة المحلية للنباتات ذات الاستهلاك المنخفض للمياه والتي تتكيف مع الظروف الصحراوية.
- تحسين كفاءة استعمال مياه الأمطار أمر بالغ الأهمية في المناطق قليلة الامطار اذ يتزايد عدد الفقراء بسرعة، ويعيشون في بيئات هشة، ويواجهون انعدام الأمن الغذائي وقاعدة الموارد الطبيعية المستنفدة.

- تساهم نظم الحصاد المائي في تحسين الغطاء الخضري للترب المتدهورة، وبالنتيجة تقليل التدهور البيئي ومكافحة التصحر.
- توفر نظم الحصاد المائي ما يحتاجه الإنتاج البشري والحيواني من مياه في المناطق شديدة الجفاف.

16- التوصيات

- وضع سياسة بحث علمي شامل حول إدارة الموارد المائية، وتحديد الإطار الذي ستبدأ فيه الجهات ذات العلاقة هذه السياسة، وتحديد دور جميع مهامها في إمكانية تطبيقها والاستفادة منها.
- يجب أن يكون حصاد المياه مصدراً تكميلياً لندرة المياه (الري التكميلي) ، وليس المصدر الوحيد للمحاصيل التي تتطلب كميات كبيرة من المياه.
- نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد وسائل يمكن استخدامها لأنها تسهم في المراقبة والمتابعة المستمرة للإراض ومواردها وبالتالي تهيئة فرص الرصد والمقارنة في فترات زمنية مختلفة تساعد في تحسين إدارة المورد المائي وتنميته.
- محاولة تطوير مجالات البحوث المستقبلية لإدارة المياه لغرض ترصين المعرفة واعطاء جودة للإدارة المائية، اذ إن تحسين الإدارة المائية يتطلب مقدار كبير من البحوث والدراسات لتأسيس الخريطة المائية التي تعد من أهم نتائج البحث العلمي إذ تساعد في توجيه المياه لأوجه الاستخدام المتنافسة على أسس مسبقة التحديد.

17- شكر وتقدير:

يتقدم المؤلفون بالشكر والتقدير الى مركز تنمية حوض اعالي الفرات، كلية الزراعة – قسم التربة والموارد المائية في جامعة الانبار وكذلك الباحثون في كلية الزراعة في جامعة كركوك لقيامهم بتسهيل الحصول على المصادر من المكتبة وكذلك قاعات الانترنت في الكليتين والشكر موصول لكل من ساعدنا في تجهيز المراجع الضرورية لإنجاز هذا العمل.

18- المصادر:

1- العربية

- **ال الشيخ ، عبدالملك بن عبدالرحمن . 2006 .** حصاد مياه الامطار والسيول واهميته للموارد المائية في المملكة العربية السعودية . المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئية الجافة. عدد خاص . ص 1- 14. كلية علوم الاغذية – جامعة الملك سعود – الرياض – السعودية.
- **اكساد ، 2000 .** المنظمة العربية لدراسات الاودية والبيئات الجافة . المؤتمر الدولي الاول لهيدرولوجيا الوديان ، شرم الشيخ.
- **ايكاردا ، 2003 .** مبادئ وفوائد حصاد المياه. المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة . /http://projects.mans.edu.eg/heepf/ilppp/cources
- **ايكاردا ، 2008 .** منشورات المركز الدولي لابحاث الزراعة في المناطق الجافة. /https://arab.org/ar/directory/international-center-agricultural-research-dry-areas
- **الجيار . 2019 .** عطية . تقنيات حصاد المياه في البيئات الجافة، https://www.agri2day.com/2019/10/10
- **الحمامي ، 2010 .** عاهد ذنون شهاب . بناء الفجوات الخالية من البيانات في نموذج الارتفاع الرقمي لمكوك الفضاء . مجلة التربية والعلم -17(44):317 -327.
- **الخزامي . 1993 .** محمد عزيز . نظم المعلومات الجغرافية واستخداماتها في التخطيط العمراني. رسالة جغرافية ، العدد 156 ، جامعة الكويت ، الكويت.
- **الخطيب . 1973 .** محمد محي الدين . المراعي الصحراوية في العراق. وزارة الزراعة العراقية. بغداد. ص 454.
- **الذويب . 2011 .** ريهام حسن . حصاد مياه الأمطار واستخدامها في مجال الزراعة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد–حالة تطبيقية–الجزء الجنوب الغربي من محافظة الخليل.

- **الربيحات . 2021 .** عبدالله . في زمن شح مصادر المياه الدائمة: الحصاد المائي اولوية. تقرير جريدة الغد الاردنية: https://alghad.com/.
- **سلامة . 2013 .** عمرو محمد واسامة حلمي محمد الجمال . حصاد مياه الأمطار.. إليك أنواعه وأهدافه وأماكنه في مصر( ) https://misrelzraea.com.
- **العزاوي . 2007 .** علي عبد عباس وعاهد ذنون الحمامي. التطابق التوبولوجي بين انتاجية القمح وابرز العوامل الطبيعية في محافظة نينوى باستخدام نظم المعلومات الجغرافية للعام 2005 . مجلة التربية والعلم - 14 (4): 360 – 377.
- **الكفري . 2008 .** عبدالمجيد . استخدام تقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية في تحديد المواقع المائية لاقامة سدود لتجميع مياه الامطار والسيول . النص الكامل للورقة العلمية للمشاركة في فعاليات الملتقى الدولي جيوتونس. تونس.
- **المالكي . 2022 . احمد .** تقرير في جريدة الثورة السورية: أهمية الحصاد المائي تكمن في محاسنه الاقتصادية و زيادة تحسين إنتاجية المحاصيل. http://althawrah.ye/archives/.
- **نافع ، فيصل عبدالفتاح . 2017 .** استخدام تقانات حصاد المياه لتنمية الموارد المائية العراقية . مجلة المستنصرية للدراسات العربية والدولية ، 14 (الستون)، 1-23.

- **الاجنبية**

- ACF/ACSAD/EU-JRDP.2017.Water supply through Household water Harvwesting Practices for Sustainable Management of Territorrial Ressources. WASH MATROUH. Model Narrative and final report. Pp: 1-36.
- Ahmed, A. D., Abdulhameed, I. M., Ghani, E. T. A., & Ibrahim, M. K. (2020, July). Selection of water harvesting sites in Horan valley. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 881, No. 1, p. 012183). IOP Publishing.
- Al-Daghastani, Hekmat S. . 2010. Water Harvesting Search In Ninevah Governorate Using Remote Sensing Data. University of mosul - Remote Sensing Center Email: hekmat_daghastani@yahoo.com.
- Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds., 2008: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.
- Critchley W. , K. Siegert, and C. Chapman.1991. A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production. Food And Agriculture Organization Of The United Nations-Rome,Source: http://www.fao.org/docrep/U3160E/u3160e00.HTM.
- Oweis, T. and Hachum, A. 2003. Farming where there,s no water.LEISA Magazine, June 2003, p. 26-28 (En), ICARDA, Aleppo, Syria.
- Rahi, K. A. and Abudi, Z. N. 2005. Rainwater Harvesting Techniques Applied to Some Iraqi Zones. Journal of Engineering and Development, Vol. 9, No. 2. Pp. 82-90.
- Reeves, R. G. .1975. Manual of Remote Sensing. American Society of Photogrammetry, Falls Church, Virginia. 2144 pp.
- Shereif H. Mahmoud, J.Adamowski, A. Alazba, A. M.EI-Gindy. 2016. Rainwater harvesting for the management of agricultural droughts in arid and semi-arid regions. Paddy and water environment 14(1). Issue1,pp:231-246.

- Waterfall P. H. and Bickelmann, C. 2006 .Harvesting rainwater for landscape use. University of Arizona Cooperative Extension. Retrieved October27, 2008, from http://cals.arizona.edu/pubs/water/az1344.pd
- Zakaria, Saleh, Nadhir Al-Ansari, Mohammad Ezz-Aldeen And Sven Knutsson. 2012. Rain Water Harvesting At Eastern Sinjar Mountain, Iraq. Geoscience Research ISSN: 0976-9846 and E-ISSN: 0976-9854, Volume 3, Issue 2, 2012, pp.-100-108.