مجلة المبادرة للعلوم الإنسانية والاجتماعية
Journal of Al-Mubadara of Human and Social Science
ISSN-Online: 2958-7530 |ISSN-Print: 2959-8168

التقييم المائي لإمكانية حصاد مياه الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة بولاية غرب كردفان محلية النهود

Hydrological Evaluation of Rainwater Harvesting Potential in Arid and Semi-Arid Regions of West Kordofan State: Al-Nuhud Locality

د. عمر إبراهيم علي الضو
أستاذ مساعد في قسم الجغرافيا جامعة غرب كردفان كلية التربية
Kafo1962@gmail.com

الاستقبال	2025/10/04
القبول	2025/12/10
المجلد	05
العدد	1
السنة	2026

الملخص:

أوضحت هذه الدراسة الدور الذي تلعبه الموارد المائية، وطريقة إدارتها في تحقيق التنمية والاستقرار في المناطق الجافة وشبه الجافة، مستعينة بالمنهج: الإيكولوجي، والوصفي، فاستعرضت تعريف: الحصاد، ومفهومه، وأهدافه، وفوائده، وطرق حصاد المياه، وأيضًا الطرق السليمة لإدارتها في المناطق الجافة وشبه الجافة. وتوصلت الدراسة إلى العديد من النتائج، منها: عدم وجود تقييم دقيق للموارد المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة في السودان وخاصة ولاية غرب كردفان، انعدام التنسيق بين الهيئات المسؤولة عن إدارة المياه، انعدام التخطيط لمشاريع حصاد المياه. وهناك العديد من التوصيات، أهمها: لا بدّ من الاستفادة من مياه الأمطار، وذلك بتطوير تقانات حصاد المياه، أيضًا إنشاء محطات لرصد مياه الأمطار، وأجهزة قياس لمناسيب المياه في الأودية والخيران الموسمية، إضافة إلى الاهتمام بتدريب وتأهيل الكوادر الفنية العاملة في مجال إدارة وحصاد المياه.

الكلمات المفتاحية: الموارد المائية، أزمة المياه، حصاد، مياه الأمطار.

Abstract:

This study clarified the role played by water resources and the method of managing them in achieving development and stability in arid and semi-arid areas, using the ecological and descriptive approach. It reviewed the definition of harvesting, its concept, objectives, benefits, methods of harvesting water, and also the proper methods of managing it in arid and semi-arid areas. The study reached many results, including: The lack of an accurate assessment of water resources in arid and semi-arid areas in Sudan, especially West Kordofan State. The lack of coordination between the bodies responsible for water management. The lack of planning for water harvesting projects. There are many recommendations, the most important of which are: It is necessary to benefit from rainwater by developing water harvesting technologies. Also, establishing stations to monitor rainwater and devices to measure water levels in valleys and seasonal creeks. In addition to paying attention to training and qualifying technical cadres working in the field of water management and harvesting.

Keywords: Water resources, water crisis, harvesting, rainwater.

المقدمة:

إن الطلب المتزايد لاستخدامات المياه في الأغراض المختلفة، الذي يقابله ندرة وشحًا في الموارد التقليدية، السطحية منها والجوفية، بدأ يشكل هاجسًا كبيرًا يحُدُّ من تنفيذ الخطط والبرامج المائية الإنمائية والخدمية مما يؤثر على رفاهية المواطن المتمثلة في إنتاجيته وصحته وبيئته، حتى أصبح مستوى استخدامات المياه يمثل معيارًا حقيقيًا لمدى تقدم المجتمع، كما أن الحاجة للاستفادة من مياه الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة، والتي غالبًا تهطل أمطارها خلال أشهر قليلة من السنة، واستثمار مياهها بشكل أمثل يشكل أهمية كُبرى تفوق مثيلاتها في المناطق الرطبة.

ورغم ارتباط عمليات حصاد مياه الأمطار ببعض العوامل الرئيسة التي لا يمكن التحكم فيها كالظروف المناخية السائدة أو ظروف طبيعة التربة، إلا أن ترشيد واستثمار المتوفر من الأمطار مهما كان قليلًا يؤمن مصادر أساسية في بعض الحالات. (أسعد، 1982م، ص 5).

تواجه الدول العربية مشكلات مائية عديدة يُعزى معظمها لأسباب بيئية وعوامل اجتماعية واقتصادية، والجزء الأعظم من الوطن العربي البالغ مساحته حوالي (14 مليون كلم2) يمتد عبر أقاليم مناخية جافة، وشبه جافة، وثمة أجزاء مهمة منه تعتبر من أكثر مناطق العالم جفافًا، وحتى المناطق شبه الجافة تتعرض لدورات من الجفاف حيث تتوالى السنوات العجاف لفترة قد تمتد لعدة سنوات فتنعكس آثارها على مصادر المياه فتزداد المشكلات المائية تعقيدًا.

ومع تزايد الضغوط البشرية على مصادر المياه والتربة، تظهر مشكلات التدهور البيئي، والتصحر، واستنزاف مخزون المياه الجوفية، ومن الجانب الاجتماعي تشهد المنطقة العربية نموًا سكانيًا سريعًا أدى إلى تناقص حاد في نصيب الفرد من الموارد المائية المتاحة، وهي موارد محدودة في مختلف أرجاء الوطن العربي من حوالي (220 متر3) في السنة إلى أقل من (1000 متر3) خلال الربع الأخير من القرن الحالي.

والخصائص المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة مختلفة جدًا عن الخصائص المائية في المناطق الرطبة، ما يشكل تحديًا علميًا وتقنيًا وتنظيميًا يستدعي خلق قاعدة علمية متينة للاستجابة للاحتياجات المستقبلية التي يتطلبها تدبير الموارد المائية، كما أن معظم البلدان في منطقة العالم العربي تواجه ضغوطًا شديدة نظرًا لقلة مواردها المائية.

مشكلة الدراسةStudy problem :

تمثل المياه العذبة مشكلة القرن الحالي والموارد المائية تمثل محورًا خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث تمثل العمود الفقري للتنمية الاقتصادية والاجتماعية للريف والحضر في المناطق الجافة وشبه الجافة ومحاربة الفقر، خاصة أن هنالك كثيرًا من الموارد المائية تتعرض لإهدار كمي، الأمر الذي يشكل خطورة على الموارد الطبيعية. تكمُن مشكلة الدراسة في الإجابة على السؤالين الآتيين:

1. ما هي الطرق المستخدمة لإدارة عمليات وحصاد المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة؟
2. هل توجد عوامل تؤثر على إدارة الموارد المائية بالمناطقة الجافة وشبه الجافة؟

أهمية الدراسةImportance of the study :

تنبع أهمية هذه الدراسة من معرفة الدور الذي تلعبه الموارد المائية من خلال تطوير استخداماتها بغرض الوفاء بخطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية في المناطق الجافة وشبه الجافة وطرق حصادها.

أهداف الدراسةStudy objectives :

التعرف على النظريات وتجارب إدارة الموارد المائية، وتحليل الآثار المترتبة على شح المياه اقتصاديًا واجتماعيًا ودراسة مصادر الموارد المائية، وأثرها على المناطقة الجافة وشبه الجافة، وذلك من خلال التعرف على طرق وأساليب حصاد المياه.

منهج الدراسةStudy methodology :

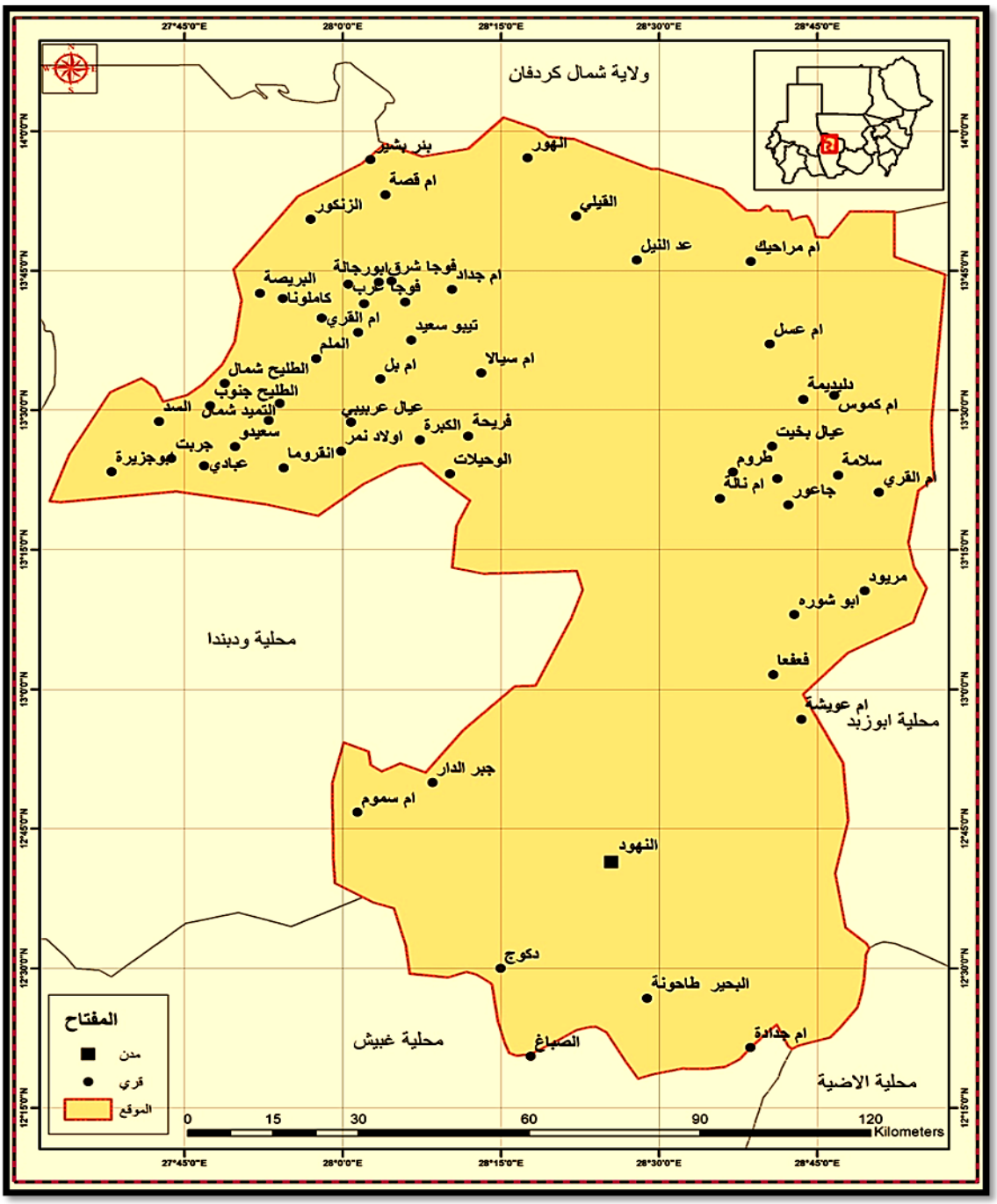
تعتمد الدراسة على المنهج الإيكولوجي السياسي، إذ يعتبر من أحدث المناهج المستخدمة في دراسة العلاقة بين الإنسان والبيئة، ودراسة الاقتصاد السياسي وتحليل العلاقة بين الإنسان والبيئة.

إضافة إلى المنهج الوصفي التحليلي الذي يركز على تحليل العلاقات المتداخلة في الظاهرات وطرق الاستفادة من المقومات الطبيعية لحصاد المياه.

منطقة الدراسةStudy area :

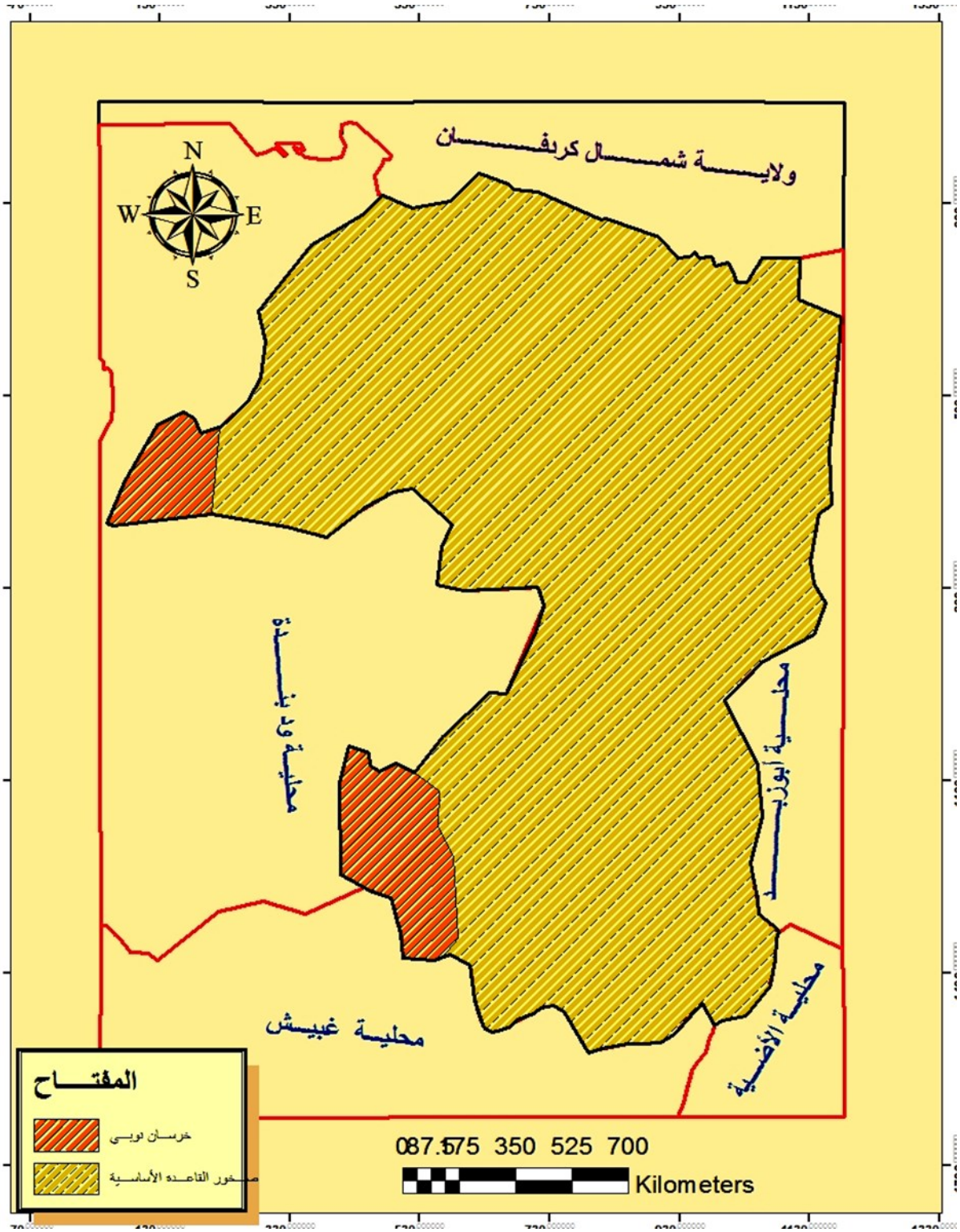
تقع منطقة النهود في ولاية غرب كردفان بين دائرتي عرض 12،45و14 شمال وبين خطي طول 28و29 شرق، تحدها من الشمال محلية سودري، ومن الجنوب محلية غبيش، ومن الغرب محلية ودبندة، أما الشرق فنجد محليتي بارا وأبو زبد، وتطل باتجاه الجنوب الشرقي بولاية جنوب كردفان.

الخريطة رقم (1): الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



المصدر: الهيئة العامة للمساحة السودانية-الخرطوم،2023م

خريطة رقم(2) التركيب الجيولوجي



المصدر: الهيئة العامة للأبحاث الجيولوجية، الخرطوم، 2023م (بتصرف).

مظاهر السطح: تعتبر كردفان منطقة انتقال من ناحية التضاريس بين السهول الطينية والوسطى في السودان وبين مرتفعات دارفور في الغرب، لذا نجد انحدار السطح بصفة عامة من الغرب إلى الشرق، وفي نفس الوقت يلتزم الانحدار العام نحو الشمال.

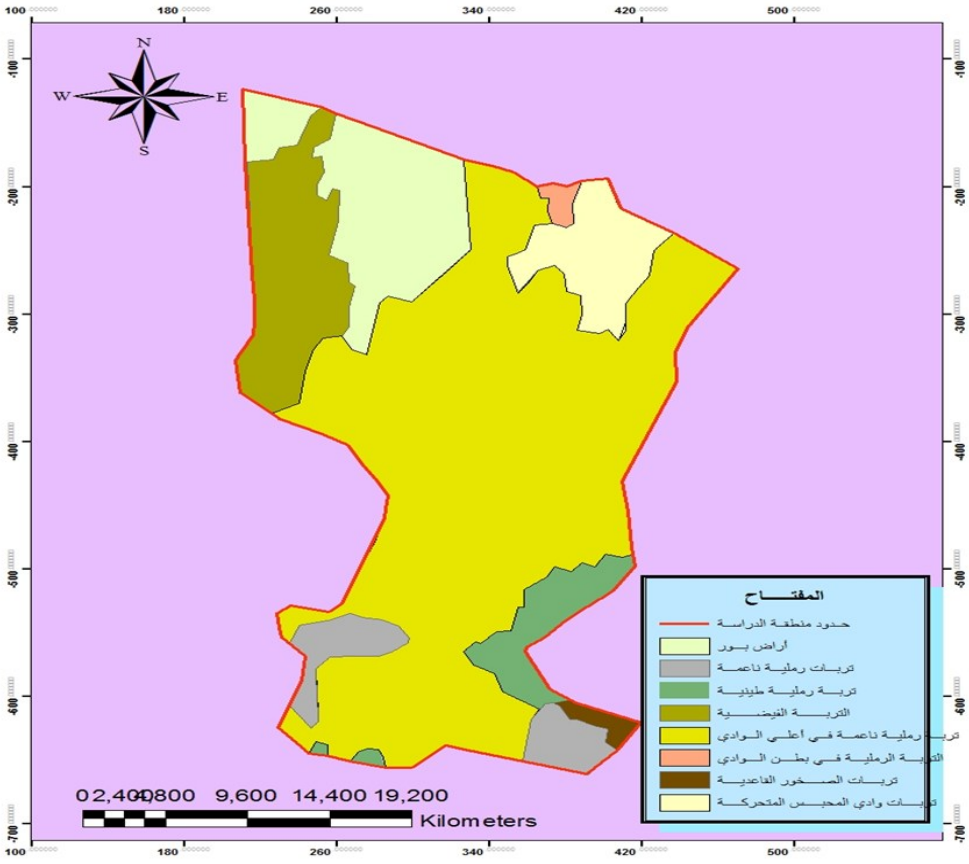
التربة: تتميز بسيادة الكثبان الرملية) تربة القوز (مع وجود بعض الأراضي القردودية، كما نجد هنالك تباينًا واضحًا في خصوبة التربة، وتتمثل أنواع التربة:

1 /التربة الرملية) القوز): هي التربة السائدة وأكثر انتشارًا، وهي تحتوي على نسبة عالية من السليكا 90 ٪ رمال، وتنخفض بها نسبة المواد العضوية، ما يقلل من صلاحيتها للزراعة، عدا الخيران والمنخفضات التي تحتوي نسبة من الطين المخلوط.

2 /التربة الحمراء: هي تربة ذات لون أحمر، رملية من نوع يحتوي نسبة 31.1 ٪ حديد، كما يطلق عليها أهل المنطقة التربة الحديدية، وتحتوي على نسبة 18 ٪ من المواد العضوية.

3 /التربة الطينية) القردود (وتوجد في أماكن محدودة.

الخريطة رقم (3): التربة بمنطقة الدراسة



المصدر/ مصلحة المساحة – النهود 2023م

التصريف المائي :

نلاحظ أن المناطق المرتفعة تحيط بالمدينة من كل جانب، ويتدرج الانحدار نحو الوسط باتجاهات شبه دائرية نحو الجنوب والجنوب الغربي، هذا الوضع الطبوغرافي يحدد كثيرًا من اتجاه الجريان السطحي وتصريف المياه بالمدينة، ونتيجة لهذا الانحدار تكونت العديد من الخيران داخل المدينة، مثل: خور أبو قمراية، ارقد فايق، خور بخيت مويه وأبو حميره، وخور زنارة، وخور المطار، وغيرها .

لذا فإن طابع اختيار المواضع المنخفضة طابع أساس لمعظم مدن كردفان بحكم الطبيعة في كردفان التي تعتمد على مياه الأمطار والمياه الجوفية .

إذ يتمّ في منطقة الدراسة حفر بعض المجاري تحت الكباري لتصريف المياه، ويتمّ أيضًا حفر خيران لتصريف المياه التي تأتي من أعلى الجبل في الشرق حتى يتم تصريفها إلى اتجاهات السد في اتجاه الجنوب الشرقي من المدينة، وأيضًا البان جديد وقرى بياض. (هيئة المياه، مدينة النهود ، 2023م).

خريطة رقم (4) التصريف المائي بمنطقة الدراسة

المصدر: الهيئة العامة للمساحة السودانية - الخرطوم،2023م

المياه بمنطقة الدراسة:

يعتبر مناخ السودان بصفة عامة مداريا، وقد أورده التوم عام1984 م حسب تصنيف كوبن أن المناطق التي تقع بين دائرتي عرض °15 -°10 شمالا تعتبر ضمن المناخ شبه الصحراوي، بالنظر إلى موقع ولاية غرب كردفان نلاحظ أنها تقع في الإقليمين الصحراوي وشبه الصحراوي، ولذلك فهي جزء من نطاق السودان الجاف، حيث يتراوح متوسط المطر السنوي 250 ملم في الشمال و 300 ملم في الجنوب، ولذلك فهي تمثل بيئة هامشية شحيحة الموارد وذات قابلية عالية للتدهور البيئي.

أما بالنسبة للرياح التي تتأثر بالحركة الفصلية للشمس والفاصل المداري الذي يقع جنوب خط الاستواء خلال أشهر الشتاء، ففي هذه الفترة يتعرض السودان لهبوب الرياح الشمالية الشرقية، وهي رياح جافة ورياح جنوبية رطبة في فصل الصيف، وهي الرياح الرئيسة التي تعتمد عليها أمطار السودان(1975)ELTom .

تقع محلية النهود في النطاق الجاف وشبه الجاف في السودان يسودها المناخ الصحراوي، حيث لا تتعدى معدلات الأمطار 138,9 – 517,1 ملم في العام، وتتميز معدلات الأمطار بمحلية النهود بالتأرجح الشديد كمًا وتوزيعًا، حيث يبدأ هطول الأمطار غالبا في شهر مايو، وأحيانًا في نهاية أبريل، كما حدث في الأعوام السابقة (2001م – 2003م – 2004م)، ويلاحظ أن حوالي 75.8 ٪ من مجموع الأمطار تهطل في شهور الصيف الأساسية وهي: مايو، ويوليو، أغسطس، أما شهر سبتمبر في موسم الخريف، ويحظى شهر أغسطس بحوالي 31.7 ٪ من هذه النسبة، وفي المقابل فإن معدلات الأمطار تقل في شهري مايو ويونيو، بينما تنعدم تماما في شهور الشتاء وهي: نوفمبر – ديسمبر – يناير من كل عام.

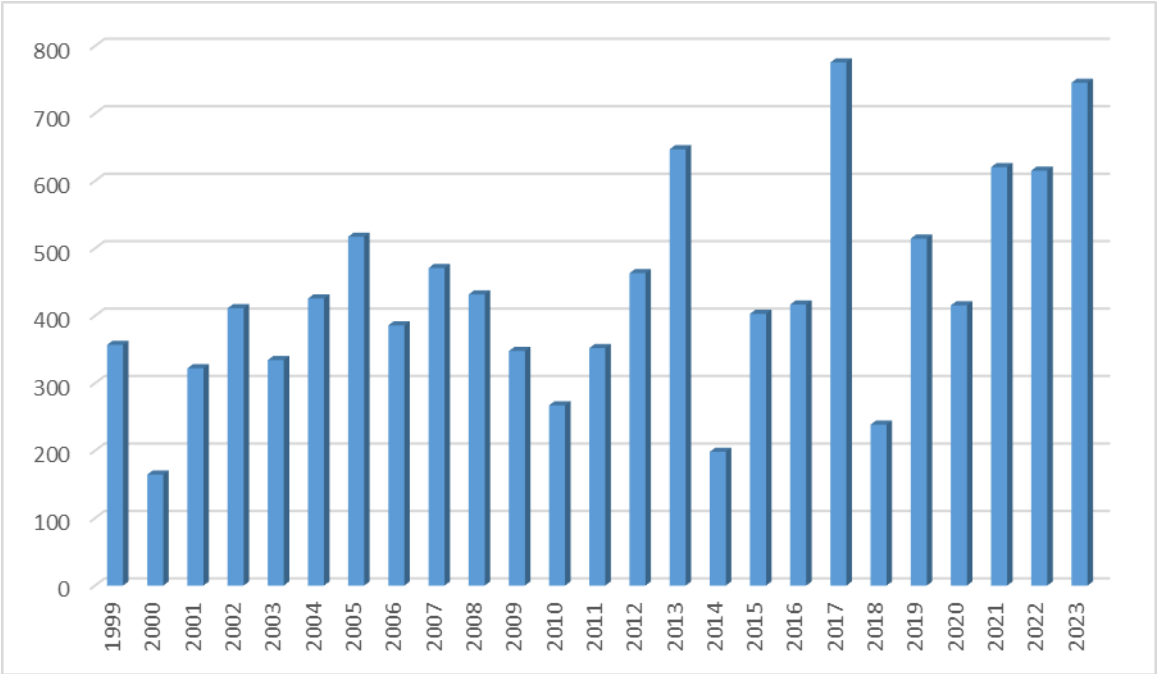
المياه السطحية:

فيما يتعلق بالمياه السطحية، فإن محليّة النهود تستقبل متوسطات كبيرة من الأمطار التي تملأ الحفائر والأراضي المنخفضة، مثل: حفرة منعم أو الفولة الكبيرة، وحفرة المساجين، ولكن الاستفادة من مياه الأمطار ضئيلة جدًا مقارنة بكمياتها، كما توجد الآبار السطحية في مناطق متفرقة، إلا أن مياهها محدودة. في جانب المياه الجوفية، تعتمد هذه المحليّة في ريفها وحضرها كُليًا تقريبًا على الإمداد من حوض النُـهُـود الجوفي (أحمد وآخرون، 2006م) ذي الكفاءة العالية من حيث إدرار المياه، إذ تبلغ مساحته حوالي 7.044 كلم2، ومخزونه حوالي 36 مليون متر3، وتغذيته السنوية حوالي 15 مليون متر3، ومتوسط الأملاح الذائبة حوالي 400 ملم/ لتر، ومعدل منسوب الماء من 120 إلى 150متر، وبه 132 بئرًا تعمل منها 79 بئرًا (بابا ب، ت).

إن كمية المياه المتاحة بالمحليّة أقل من الحاجة المطلوبة، وبالنظر إلى أن الحد الأدنى من المياه يبلغ 100 متر/ اليوم، وَفْقًا لمنظمة الصحة العالمية(W.H.O) ، و50 لتر/ اليوم وَفْقًا لوزارة الصحة الاتحادية، نجد أن نصيب الفرد من المياه في مدينة النُهُود لا يتعدى 16 لتر/ اليوم، (4 جالون)، و8 لتر/ اليوم) (2 جالون) فقط لإنسان الريف، ويظهر العجز الكبير في الإمداد المائي خلال فترة الصيف.

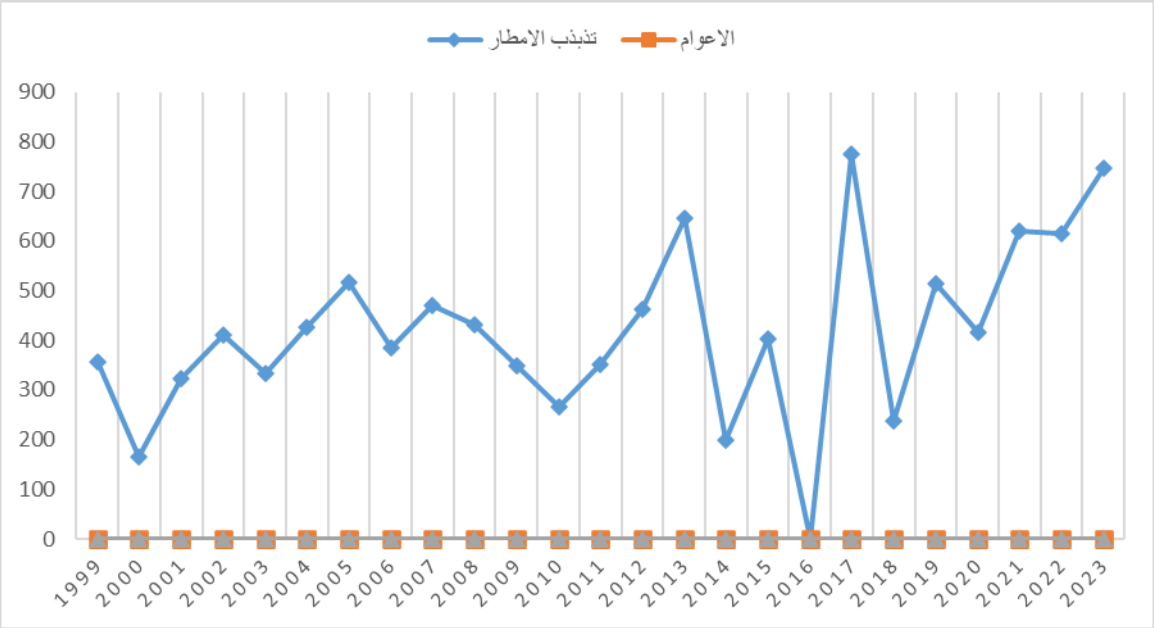
تعتبر مشكلة العطش بهذه المنطقة ذات جذور تاريخية قديمة خاصة في نطاق مثلث العطش (النُهُود – عيال بخيت – الهوي)، وبالرغم من الجهود التي بذلت لحل هذه المعضلة، فإن سُكان الريف لا يزالون يعتمدون على جلب المياه وتخزينها في أحواض أرضية، والبعض يقوم بتخزينها في سيقان أشجار التبلدي في فصل الخريف تحسبًا للصيف، ما يظهر النقص الحاد في مياه الشرب (غنّية، 2000م).

شكل رقم (1) يوضح متوسطات الأمطار للأعوام من 1999-2023م بمحطة النهود



المصدر: محطة الأرصاد الجوية النهود (2023م)

شكل رقم (2) تذبذب الأمطار بمحلية النهود للأعوام 1999-2023م



المصدر: عمل الباحث اعتمادًا على بينات الأرصاد الجوية النهود 2023م

أزمة مياهWater crisis :

هو مصطلح يشير إلى حالة الموارد المائية في العالم بحسب الطلب البشري عليها.

هذا المصطلح قد تم تطبيقه على حالة المياه في جميع أنحاء العالم من قبل الأمم المتحدة والمنظمات العالمية الأخرى. والجوانب الرئيسة لأزمة المياه هي ندرة المياه الصالحة للاستعمال البشري وتلوث المياه.

للأرض إمدادات محدودة من المياه العذبة، مخزنة في المياه الجوفية، والمياه السطحية والمياه في الغلاف الجوي. يخطئ الناس بالقول: إن المحيطات تحوي كمية كبيرة من المياه المتاحة؛ لأن كمية الطاقة اللازمة لتحويل المياه المالحة إلى مياه الشرب في أيامنا هذه باهظة جدا، الأمر الذي يفسر قلة إمداد العالم بالمياه الناتجة عن تحلية مياه البحر.

حصاد المياهWater harvesting :

هو جمع المياه في مرحلة معينة من الدورة الهيدرولوجية، حيث تبدأ من لحظة وصول مياه الأمطار إلى سطح المنازل أو الأرض وحجزها عن طريق بناء سد، أو بهدف التخزين والاستفادة منها في أوقات الجفاف، وتندرج أنظمة حصاد المياه من البسيط إلى المعقد بالاعتماد على طبوغرافية المنطقة، ونوع منطقة التجمع والغرض من استخدام المياه.

ويُعرف مفهوم حصاد المياه على أنه جمع لمياه الأمطار من سطح معين، ويُعرف بحوض التخزين أو تجمع الأمطار بطريقة مباشرة عن طريق تمكين التربة من تخزين أكبر قدر ممكن من مياه الأمطار الساقطة عليها بطريقة غير مباشرة، وذلك عن طريق تجميع مياه الجريان السطحي في مناطق تصريف وتخزين غير معرضة للانجراف.

وتستخدم لأغراض الري التكميلي للمحاصيل الزراعية، أو الشرب أو سقاية الحيوان أو تغذية المياه الجوفية، لأغراض إنتاجية نافعة، والشرط الأساس لتطبيق تقنية حصاد المياه أن يكون للتربة القدرة الكافية للاحتفاظ بالماء لتروية المحصول بها لغرض الري التكميلي.

حصاد المياهWater harvesting :

يطلق مصطلح الحصاد المائي على عملية مورفولوجية، أو كيميائية، أو فيزيائية، تنفذ على الأرض، من أجل الاستفادة من مياه الأمطار، سواء بطريقة مباشرة عن طريق تمكين التربة من تخزين أكبر قدر ممكن من مياه الأمطار الساقطة عليها، وتخفيف سرعة الجريان الزائد عليها، هذا الأمر من شأنه أن يسهم في تقليل الانجراف، أو بطريقة غير مباشرة، وذلك بتجميع مياه الجريان السطحي في منطقة تصريف وتخزين غير معرضة للانجراف، واستخدامها لأغراض الري التكميلي للمحاصيل الزراعية، أو للشرب، أو سقاية الحيوان، أو تغذية المياه الجوفية.

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

وكذلك، فإن فلسفة حصاد مياه الأمطار وحفظ التربة تقوم على التقليل من انجراف التربة الزراعية، وفي ذلك إيجاد حلول علمية لاستصلاح الأراضي المنجرفة عن طريق الحد من تدهور خواصها الطبيعية وتقليل جريان المياه السطحية، وزيادة مخزون المحتوىَ المائي للتربة في المناطق المزروعة.

بالإضافة إلى تجميع مياه الأمطار بوسائل علمية للمحاصيل عند الضرورة، ويرى الباحث أنه من الممكن استبدال كلمة حصاد المياه بكلمة تجميع المياه أو تخزين المياه؛ لأن هاتين الكلمتين لهما مدلول في المعنىَ أقرب من كلمة حصاد.

الإدارة المتكاملة للمياهIntegrated water management :

الإدارة المتكاملة للموارد المائية هي عملية Process لإعمال التنمية المنسقة ولإدارة المياه والأراضي والموارد ذات الصلة بغرض تعظيم الناتج الاقتصادي والرفاهية الاجتماعية بطريقة منصفة دون الإخلال بديمومة النظام الإيكولوجي الحيوي.

وتُعرف الإدارة المتكاملة للموارد المائية بأنها الأسلوب الذي يقوم بدعم الإدارة والتنمية المستدامة للموارد المائية مع الأخذ في الاعتبار الموارد الأخرى من أجل تحقيق أقصى استفادة اقتصادية واجتماعية وتحقيق العدالة في التوزيع مع عدم الإخلال بالبيئة، وتتيح مشاركة المهتمين بالمياه في عملية اتخاذ القرار.

ويمكن تعريفها أيضًا بأنها: الإدارة التي تعتني بتطوير وإدارة الموارد المائية والأراضي والموارد ذات الصلة بشكل منسق، وذلك بهدف تعظيم الفائدة الاقتصادية والاجتماعية بطريقة عادلة، دون التفريط باستدامة البيئات الأساسية والتكامل في الإدارة الذي يشمل النظام الطبيعي والنظام البشري، وهذا يتطلب وضع السياسات والقرارات السليمة لإدارة الطلب والعرض، كذلك الموارد المائية حتى يتم دعم خطط الاستغلال السليم الرشيد للمياه، وتطوير مصادرها السطحية والجوفية على سطح مستوى الحوض المائي، وتقليص هدرها إلى أدنى حد ممكن من خلال تبني مختلف السياسات والتدابير والتكامل.

هنا، يتم على صعيدين وهما تكامل المنظومة الطبيعية وتكامل المنظومة البشرية، فمثلًا: على صعيد المنظومة الطبيعية هناك التكامل بين الأراضي والمياه وبين المياه العذبة السطحية والجوفية كمًا ونوعًا، وبين إدارة المياه العذبة وإدارة المناطق الساحلية بحيث يكون الحوض المائي هو الوحدة الجغرافية التي يتم التخطيط والإدارة المتكاملين على أساسها. (سلامة، 2006م، ص 19-32).

فوائد الحصاد المائي:

ثمة فوائد عديدة لحصاد المياه على الصعيد العملي، ولا سيما في بعض الظروف التي ذكرها دنقل ومصطفى في كتابه الذي بعنوان (تقنية وحصاد المياه، الخبرات والتجارب) وهي:

1 .في البيئات الجافة: حيث يجعل الهطول المطري المتدني والتوزيع السيئ له من الزراعة أمرًا مستحيلًا، وإذا اعتبرنا أن عوامل الإنتاج الآخر من قبيل التربة والمحاصيل هي عوامل مواتية، فإن حصاد المياه يجعل من الزراعة أمرًا ممكنًا رغم الافتقار إلى موارد مائية أخرىَ.

2 .في المناطق البعلية: حيث يمكن إنتاج المحاصيل إلا أنها تتسم بتدني غلاتها مع خطر كبير يهدد بالانخفاض، وهنا يمكن أن تقدم نظم حصاد المياه كمية كافية من المياه لتكميل الهطول المطري، وبذلك تزيد من الإنتاج وتعمل على استقراره.

3 .في مناطق لا تكفي فيها المياه للاستخدام البشري، وإنتاج الحيوانات إذ يمكن تلبية هذه الاحتياجات من خلال حصاد المياه.

4 .في مناطق قاحلة تعاني من التصحر، تتضاءل فيها إمكانية الإنتاج على نحو متواصل نتيجة الافتقار إلى الإدارة الملائمة، وإن عملية تزويد هذه الأراضي بالمياه من خلال حصادها يمكن أن تحسن من الغطاء النباتي في حالة التدهور البيئي، وهذه الفوائد تؤدي إلى مكاسب أخرى غير ملموسة وغير مباشرة على الصعيد الاجتماعي والاقتصادي، وتشمل هذه المكاسب استقرار المجتمعات الريفية، والتخفيف من هجرة الريفيين إلى المدن، واستخدام المهارات المحلية، وتحسينها وتحسين المستويات المعيشية للملايين من الفقراء الذين يعيشون في مناطق يضربها الجفاف.

5 .يعتبر حصاد الماء الوسيلة الفعالة والناجعة والمُثلى للحصول على المياه عندما تنعدم مصادر المياه الأخرى.

6 .الحفاظ على مستوى المياه الجوفية.

7 .للتقليل من الفيضانات ومشاكل الصرف الصحي.

8 .حماية التربة من تراكم الأملاح والانجراف الناتج من الجريان.

9 .توفير مياه خالية من الملوثات التي غالبًا ما تتواجد في المياه السطحية.

أسس التخطيط لمشاريع حصاد المياه:

إن الهطول المطري في المناطق الجافة وشبه الجافة غالبًا ما يكون غير كافٍ لتلبية الاحتياجات الأساسية للإنتاج الزراعي؛ لأن توزيعه على نحو غير متوازن خلال موسم النمو، وغالبًا ما يأتي على شكل أمطار فجائية غزيرة، فمن الممكن لهذا النوع من الهطول أن يدعم زراعة مجدية اقتصاديًا، ففي المناطق الجافة وشبه الجافة عادة ما يكون الهطول محصورًا بين (100 – 300 ملم/ السنة) ويأتي على شكل عواصف عشوائية لا يمكن التنبؤ بها حتى أن معظم هذه المياه الهاطلة يضيع نتيجة التبخر والجريان؛ ما يؤدي إلى تكرار فترات الجفاف خلال موسم النمو، كما يؤدي سطح التربة دورًا مهمًا في الجريان والرشح، ومن ثَمّ تغذية المياه الجوفية، ويمكن أن تسبب مياه الجريان السطحي انجراف التربة وتشكيل الأخاديد، وأن فقدان الهطول المتدني أصلًا بالتبخر والجريان يتمخض عن ذلك انخفاض كبير في الإنتاج الزراعي، أو انعدامه، وتتفاقم هذه المشكلة مع وجود

ظروف طبيعية أخرى غير مواتية كارتفاع درجة الحرارة، خلال فترة الزراعة ووجود تُرب سطحية قليلة العمق، أو تربة عميقة ذات نوعية رديئة .

إن ضعف مستوى الوعي بإمكانات حصاد المياه وبدائية التقنية الاجتماعية والاقتصادية تساهم في فقدان المياه دون الاستفادة منها في الاستخدامات المختلفة، إلى جانب سوء إدارة الأراضي، واللذان يعتبران عاملين أساسيين في عملية تدهور الأرض والتصحر وزيادة معدل الفقر في المناطق الجافة.

لهذا، يجب إيلاء الاهتمام بمياه الأمطار ورعايتها وإدارة الأرض على نحو ملائم لتحقيق فرصة نجاح الزراعة.

وتعدّ عملية حصاد المياه مِفتاح استخدام مياه الأمطار على نحو أفضل لغايات زراعية، فهي تشكل زيادة في كمية المياه المتاحة في وحدة المساحة المحصولية، وتقلل من تأثير الجفاف، وتستخدم مياه الجريان على نحو مفيد، ويمكن مشاهدة الحصاد الطبيعية في أعقاب العواصف المطرية الشديدة، إذ تجري المياه في المناطق المنخفضة مشكلة مساحات ليستثمرها المزارع في الزراعة، وأما بالنسبة لحصاد المياه بواسطة التدخل البشري، فيشمل الجريان، ومن ثَمّ يصار إلى جمعه وتوجيهه أو كليهما معًا في منطقة مستهدفة. (فرح، 2001، ص 123).

العوامل المؤثرة في حصاد مياه الأمطار:

تختلف أنماط حصاد مياه الأمطار بحسب ظروف كل منطقة، وتلعب العوامل الآتية دورًا مهمًا في معالجة ظروف كل موقع وتحديد نوعية التقنية المستخدمة في حصاد مياه الأمطار، وتتمثل في الآتي:

1. نوع التربة وعمقها بالموقع وخصائصها التركيبية والطبقية لحفظ المياه وقلة نفاذيتها، ومقاومتها للانجراف.

2. طبوغرافية الموقع، مثل: معدل الانحدار، وانتظامه، ووعورة المنطقة، أو سهولتها وانبساطها، ووجود شبكة للتصريف الطبيعي للأمطار أو عدمه.

3. خصائص الهطول المطري، ويقصد بذلك: شدة الانهمار لفترات الهطول، وكمية الهطول، وتكراره، وطول فصل الهطول.

4. الخواص الجيولوجية بالمنطقة ونوع الصخور ونفاذيتها.

5. العوامل المناخية الأخرى، مثل: حرارة الجو، وسرعة الرياح، ودرجة الإشعاع الشمسي. (عويس، 2009م، ص 97).

طرق حصاد المياه:

تُعرف طرق وتقنية حصاد المياه بأنها حجم المياه التي يوفرها مصدر مائي معين خلال فترة زمنية محددة، وهي ليست ثابتة، لذا لجأ الإنسان منذ القدم إلى طريقة لحصر وتجميع الجريان السطحي للمياه، وذلك لإطالة فترة الاستفادة منها للاستخدامات المختلفة، وتأخذ أنماط وتقنية حصاد ونثر المياه أشكالًا عديدة منها البسيط إلى المعقد حسب الغرض الذي أنشئت من أجله. (مركز البحوث، 2003م، ص 16).

إستراتيجية حصاد وإدارة الموارد المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة:

نوع التقانة	وصف عام	مناطق انتشارها
1. حصاد المياه في التربة	هذا النظام يعتمد على منطقة التجميع والتركيز، ويقسم هذا النظام إلى نوعين: الأول/ حصاد مياه بمناطق تجمع صغيرة. والثاني/ نظم حصاد مياه بمناطق تجمع كبيرة.	الأردن – تونس – السودان- سوريا - المغرب – اليمن.
2. المدرجات	هي أقدم المنشآت المائية التي شيدت على المرتفعات، وتتكون من جزر من الصخور بعرض 50 سم وارتفاع 50 سم بأطوال متفاوتة حيث تخزن مياه الأمطار.	الأردن – تونس – السودان - المغرب – اليمن.
3. الحفائر	عرفت الحفائر منذ زمن بعيد، وبصورة خاصة في المجتمعات التي تعيش في البيئة الجافة وشبه الجافة، وتعدّ الحفائر خزانات اصطناعية دائمًا ما يتم حفرها تحت سطح الأرض، وفي تربة تكون في معظم الأحوال لا تسمح بتسرب المياه أو تتم معالجتها لتكون صلدة أو صلبة.	السودان – سوريا – اليمن – موريتانيا – جيبوتي – إرتيريا.
4. التجمع من أسطح المنازل	يتم ذلك من خلال عمل أسطح المنازل مائلة، أو عمل ما يسمى بالسفلوقات، حيث تؤدي غرضين: الأول: تصريف الأمطار من أسطح المنازل. والثاني: هو تجميع مياه الأمطار وتخزينها في مواعين لاستخدامها في الأغراض المختلفة.	الأردن – تونس – السودان – سوريا – المغرب – اليمن – الصومال – جيبوتي – موريتانيا – إريتريا.
5. الصهاريج	عبارة عن خزانات أرضية في بعض الدول العربية تسمىَ المطفيات، يتراوح حجمها ما بين 10-50 متر3، وصهاريج جماعية قد تصل سعتها التخزينية إلى ما يقارب 5000 متر3.	تونس – المغرب – السودان – الصومال – موريتانيا – جيبوتي.

المصدر/ المنظمة العربية للتنمية الزراعية وتعزيز استخدام تقنيات حصاد المياه في الدول العربية، 2002م، ص 47.

من خلال الجدول أعلاه يمكن حصر نوع التقانة المستخدمة في المنطقة الجافة وشبه الجافة في خمسة أنواع، وهي: حصاد المياه في التربة، والمدرجات، والحفائر، والتجمع من أسطح المنازل، والصهاريج.

أما في السودان، فكل هذه الأنواع الخمسة مستخدمة، ويرجع تاريخ استخدام تقانات حصاد المياه في السودان ربما إلى ثلاثة القرون الأخيرة، وهي تستخدم بشكل محدود لأغراض الزراعة على نطاق ضيق، وأيضًا لاستخدامات الشرب للإنسان والحيوان، وتم استخدام العديد من تقانات حصاد المياه البسيطة، والتي ما زال معظمها متبعًا في كثير من قُرى كُـرْدُفان ودارفور، وفي وسط السودان وشرقه.

ارتبط اتخاذ الناس المناطق الجافة موطنًا وزراعتهم للمحاصيل فيها بعملية حصاد المياه، فقد ساعدت جداول المياه (الوادي) والمياه التي يتم جمعها في قرار الأودية والخزانات من دعم مصادر الرزق لسُكان المناطق القاحلة وشبه القاحلة منذ آلاف السنين، وكانت سببًا لفتح الطريق أمام نمو المدن وتطورها، ولا شك في أن ملايين الهكتارات في المناطق الجافة من العالم قد كانت في يوم ما أرضًا مزروعة تعتمد على عمليات حصاد المياه، غير أن هذه الممارسة قد أخذت طريقها إلى التضاؤل على نحو مضطرد نتيجة لأسباب متعددة.

ولا يرقى الشك إلى أهمية منطقة غربي آسيا وشمالي أفريقيا في تطوير التقنيات القديمة لحصاد المياه، ففي جنوبي الأردن يعتقد أن المنشآت الأولى لحصاد المياه قد تم عملها منذ ما يزيد على 900 سنة، ويظهر بالدليل القاطع أن التقنيات البسيطة لحصاد المياه يعود استخدامها في جنوبي وادي الرافدين إلى عام 4500 ق.م.

وقد كانت تستخدم تقنيات حصاد المياه على نطاق واسع في شمالي أفريقيا، حتى في عصور ما قبل الرومان، وكشف خبراء الآثار أن الثروة التي حققتها مخازن القمح التابعة للإمبراطورية الرومانية كانت تعتمد على الزراعة المروية بمياه الجريان.

أما في المغرب، فلا تزال طائفة واسعة من تقنيات حصاد المياه تستخدم في المنطقة المقابلة لجبال أطلس، وفي تونس فإن نظم حصاد المياه والمعروفة باسم المساقاة والمقود التي تستخدم المنحدرات والجدران، هذا تاريخيًا تقليديًا، ولا تزال حتى اليوم موضع استخدام، وفي مصر فإن الساحل الشمالي الغربي ومناطق سيناء تتمتع بتاريخ تقليدي طويل في استخدام الخزانات، ومياه الجريان في قرار الوادي من أجل الزراعة. (طاهر، 2007م، ص 112).

عقبات حصاد المياه:

توجد مجموعة من العقبات التي تواجه حصاد مياه الأمطار، ويمكن حصرها في الآتي:

العقبات الطبيعية:

1. التبخر والتسرب للمياه.
2. الإطماء.
3. ارتفاع درجة الحرارة.
4. الفيضانات.
5. كسر المداخل والمخارج لوسائل حصاد المياه.
6. قيام الأشجار في أماكن حصاد المياه.
7. تذبذب الأمطار.
8. انعدام الأمن وانتشار الحروب.

العقبات الفنية:

1. القصور في مجال الأبحاث الخاصة بحصاد مياه الأمطار.
2. ضعف الإرشاد.
3. نقص الكادر الفني المؤهل في مجال حصاد المياه.
4. الطرق البدائية للسُكان في أخذ المياه من المصدر.
5. السكن على مجاري المياه المغذية لآلية حصاد المياه (صورة رقم1).

العقبات المؤسسية والتشريعية:

1. ضعف قدرة الهياكل على تنفيذ البرامج التنموية، إضافة إلى عدم إمكانية التشغيل وتنفيذ أعمال الصيانة وضعف مشاركة المجتمع، فضلًا عن مراجعة تفاصيل التشريعات الخاصة بالمياه، وتقوية آليات تنفيذ القوانين.

2. أما العقبات الاقتصادية لمشاريع حصاد المياه، فهي تتمثل في التكلفة المالية الكبيرة لبعض مشاريع حصاد المياه الكبيرة. (عاكول، 2004م، ص 132).

العوامل المؤثرة في إدارة الموارد المائية:

أوضحت اللجنة المعنية بالتنمية المستدامة أن الكثير من البلدان تفتقر إلى التشريعات والسياسات الكافية للتوزيع والاستخدام الفاعلين والعادلين لموارد المياه، ومع ذلك يجرى بعض التقويم من خلال استعراض التشريعات وسن القوانين والقواعد التنظيمية الجديدة المتصلة بالمياه والعوامل التي لها تأثير على إدارة الموارد المائية منها:

1- السياسات الحكومية:

إن المحافظة على المياه وتنمية مواردها هدف من أهداف الحكومات لمعظم دول العالم، وقد تضافرت الجهود للارتقاء بمستوى الموارد المائية وأساليب إدارتها، وتوفير الاحتياجات التي تضمن نموها واستمراريتها، ويظهر ذلك من خلال إقامة مشاريع السدود لتحقيق الاستفادة القصوى من مياه الأمطار، وذلك لدعم المياه الجوفية، ولتزويد السُكان بالمياه لاستخدامها لأغراض الزراعة والرعي، حيث يمثل نقص المياه ومحدودية الموارد المائية واحدًا من المشكلات الكُبرى التي تواجه المنطقة العربية، وتمثّل تأثيرات المياه على التنمية الاجتماعية والاقتصادية وعلى إنتاج الغذاء وعلى الغطاء النباتي تحديًا علميًا وإداريًا واقتصاديًا للمؤسسات العامة والخاصة على حد سواء، وكذلك على البيئة والتنوع الحيوي، والأكثر أهمية في إدارة الموارد المائية وتنميتها هو استشراف المستقبل والنظر في إمكانات التنبؤ وتطوير نظم وأساليب وأدوات القياس والتقييم لمصادر الموارد المائية، ووضع الحلول التكنولوجية والعلمية والإدارية، وتطوير برامج وطنية وإقليمية مشتركة تساعد في التخفيف من نتائج حدة الجفاف وموجات التصحر، تلك التي تجتاح المساحات الواسعة الشاسعة في العالم.

2- الأجهزة الإدارية الشعبية :

تُعَدُّ المشاركة الشعبية في مختلف نواحي الحياة، بما في ذلك تنمية الموارد المائية، ممارسة أصيلة وضاربة في القِدَم وسط المجتمعات التي تعيش في المناطق الريفية، وتعرف هذه الممارسة بالفزع أو النفير، وهي تصدر عن روح التكامل وعمل الخير ومصلحة الجماعة، دون انتظار عائد مادي أو مصلحة شخصية، وتتم المشاركة الشعبية في توصيل الخدمات الضرورية، مثل: شبكات المياه، ومصارف الأمطار، وحفر الحفائر والترع وأحواض المياه.

وتعدّ الأجهزة الإدارية الشعبية من العوامل المؤثرة في إدارة الموارد المائية، وذلك من خلال دورها المقدر في المشاركة الشعبية، تلك التي تسهم في تنمية المجتمعات الريفية، حيث كشفت

بعض الدراسات عن ارتفاع نسبة الإقبال على المشاركة الشعبية في أنشطة التنمية المحلية المختلفة، ويعود ذلك إلى كون المشاركة في مثل هذه الأنشطة واجبًا وطنيًا تفرضه حاجة المنطقة.

وبالتالي، يجب على جميع أفراد المجتمع المساهمة في العمل، وبذل الجهد لتحقيق النمو الاقتصادي والاجتماعي للمنطقة نسبة للظروف الاقتصادية الصعبة التي يعيشونها نتيجة لانخفاض مستوى الدخل في معظم المناطق الريفية، باعتبار أن الدخل هو العامل الأساس الذي يساعد الفرد لتوفير بعض متطلبات الحياة.

لكن رغم هذا، نجد أن تخطيط وتصميم إدارة الموارد المائية يواجه مشاكل متباينة في كثير من بلدان الوطن العربي، حيث يرجع بعضها إلى غياب المشاركة الشعبية في اتخاذ القرارات المتعلقة بالمياه، خاصة فيما يتعلق بتحسين أساليب الري واستخدام التقنيات التي تتفق مع الظروف السائدة بكل منطقة وكل دولة، ويمكن معالجة هذه المشاكل بالتنسيق والتعاون الكامل بين الأجهزة المركزية والمحلية؛ بما يحقق الهدف الرئيس للتنمية الزراعية الريفية .

3- الوسائل التقنية:

للوسائل التقنية دور كبير ومؤثر في إدارة الموارد المائية، حيث يؤدي شح الموارد المائية إلى التفكير في تنمية وتطوير مصادر المياه السطحية، وذلك بغرض زيادة إيراداتها والاستغلال الأمثل لها، وكذلك خلق أوعية تخزينية لها من خلال اتباع الوسائل التقنية التي تتم بعدة محاور رئيسة كما يأتي:

1. إكمال الدراسات اللازمة للمياه السطحية لتوفير المعلومات الأساسية لتخطيط المشاريع المروية، ولتشييد السدود والحفائر والخزانات.

2. الاستمرار في رصد وتقويم المصادر المائية الحالية، وذلك بإدخال وتحديث محطات رصد الموارد المائية، والاستفادة من التقانات الحديثة في هذا المجال، (نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد وغيرها).

3. تطوير واستخدام تقنيات حصاد المياه التي من شأنها مضاعفة الناتج من الأمطار، وذلك من خلال زيادة الجريان السطحي .

ولإحداث التنمية المطلوبة في القطاع الزراعي لا بد من الاهتمام باستخدام الوسائل التقنية الحديثة ووسائل المعلومات التي تتيح لمتخذي القرار حُسن الإدارة والتخطيط، وذلك يتأتى من خلال إدخال نظم الري الحديثة ومشروعات حصاد المياه بالمؤسسات والمشاريع الزراعية، بالإضافة

إلى الحزم التقنية الأخرى المتمثلة في تحسين البذور والميكنة الزراعية، والاهتمام بتحسين السلالات الحيوانية وغيرها، ما يساعد على استقرار وتنمية المناطق الريفية.

4 .تقانة المياه (القيمة الاقتصادية والاجتماعية):

إن ثقافة المياه لا تنحصر فقط في الإحاطة والمعرفة بما هو كائن، إنما باستغلال المعرفة للاستفادة القصوى من هذه الثروة القومية، لِما لها من قيمة اقتصادية واجتماعية تُعبر عن الفائدة الحيوية منه، بالتالي لتعظيم المنفعة من الموارد المائية المتاحة لا بد من إعادة النظر في مفهوم قيمة الماء، حيث إن القيمة والكلمة مفهومان مختلفان ينبغي التفريق بينها.

فالماء ذو قيمة مهمة نسبة لاستخداماته المتعددة، فهو مورد ثمين محدود الكمية، أما من حيث القيمة المادية للتكلفة، أو ما يُسمى ضريبة خدمات المياه، فهي قيمة تطبق كوسيلة اقتصادية لدعم المجموعات من خدمات المياه، أو تأتي حافزًا ماديًا لتغطية تكلفة التزويد.

إدارة المياه في المناطق شبه الجافة:

تهدف الإدارة المُثلى لموارد المياه لأغراض الري إلى معرفة كمية ونوعية المياه وطريقة ترشيدها، وذلك بغية تأمينها حاليًا ومستقبلًا لتلبية جميع الاحتياجات، ورسم الخطط لتنمية الموارد المائية التي تراعى فيها كفاءة وترشيد استخدامات المياه وفقًا للعناصر الآتية:

- تخصيص الاستعمال، ويعني تحديد أولويات استخدام المياه للأغراض المختلفة والمردود الاقتصادي لكل من هذه الاستخدامات.

- التقليل من هدر المياه والإسراف في استخدامها، وتشمل هذه الوسائل مداومة القياسات ومراقبة الاستخدام وصيانة الشبكات والمنشآت، ورصد التسرب وضياعات الإهمال، ودراسة المياه على المستوى الزراعي، وذلك من أجل التعرف على الاحتياجات المائية للمحاصيل في مراحل النمو المختلفة، وإجراء الموازنة المائية باعتبار نوعية التربة ومساهمة الهطول المطري والاحتياجات المائية لتحديد الفترات الحساسة للري التكميلي.

- معاملات فلاحية، وتعني التعرف على أنواع وأصناف المحاصيل المقاومة للجفاف، التي لها دورة نضوج قصيرة مع مردودية مرتفعة، بالإضافة إلى الري التكميلي والتحكم في تاريخ الزراعة الذي يسمح باستفادة أكثر من مياه الأمطار، وذلك لتقليل عدد الريات والإتمام بإزالة الحشائش.

- التحكم في نوعية المياه، ويعني عدم توجيه مياه ملوثة إلى مصادر المياه ذات النوعية الجيدة مع المتدنية، إلا إذا نتج عنه مياه ذات صلاحية مرتفعة.

- إدخال تقنيات الري الحديث، فهناك الكثير من الدول بحاجة إلى نقل وتوطين التقانات الحديثة في مجال الري، والتي تقوم بدور كبير في ترشيد ورفع كفاءة الاستخدام .

زيادة وفرة المياه في المناطق شبه الجافة:

تعدّ كميات هطول الأمطار من أكثر الموارد الطبيعية أهمية في البيئات الجافة وشبه الجافة، وفي كثير من الدول العربية تشكل هذه الكميات المصدر الوحيد لجريان المياه السطحية وتغذية المخزون الجوفي، وعمومًا فإن الوطن العربي يتميز بندرة موارده المائية لوقوع الجزء الأكبر منه في المناطق الجافة وشبه الجافة.

ورغم ذلك، فإن المياه العذبة تمثل موردًا طبيعيًا مهمًا اعتمدت عليه معظم الدول العربية في مختلف مجالات التنمية، وقد شهدت المنطقة العربية في تاريخها الحديث مشروعات كُبرى، وذلك لتسخير مواردها المائية بغرض الاستخدامات الأخرى المتمثلة في الاستخدامات الصناعية والمنزلية.

صورة رقم (1) الحفائر بمنطقة الدراسة

المصدر: العمل الميداني 2025م

صورة رقم (2) أنموذج لخزانات حفظ المياه في المنازل

المصدر: العمل الميداني، 2025م

صورة رقم (3) توضح الاستفادة من مياه الحفاير في النشاط الجنائني

المصدر العمل الميداني 2025م

النتائج:

توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج، وهي:

1. عدم وجود تقييم دقيق للموارد المائية في المناطق الجافة.
2. انعدام التنسيق بين الهيئات المسؤولة عن إدارة المياه.
3. ضعف البُنى التحتية الخاصة بعملية حصاد المياه في منطقة الواقعة في المناطق الجافة وشبه الجافة.
4. ضعف الاستفادة من مياه الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة.
5. انعدام التخطيط لمشاريع حصاد المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة.
6. عدم وجود تقنية لمواجهة عقبات حصاد المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة.

التوصيات:

1. لا بد من الاستفادة من مياه الأمطار التي تذهب هدرًا كل عام، وذلك بتطوير تقانات حصاد المياه.
2. ضرورة إنشاء محطات لرصد مياه الأمطار وأجهزة قياس المناسيب في الأودية والخيران الموسمية لتوفير المعلومات والإحصاءات .
3. الاهتمام بتدريب وتأهيل الكوادر الفنية العاملة في إدارة حصاد المياه في المناطق الجافة.
4. العمل على رفع ثقافة المياه لدى سُكان المناطق الجافة وشبه الجافة.
5. التعاون والتبادل بين الأقاليم في المناطق الجافة وشبه الجافة في مجال حصاد المياه.

المصادر:

1. النور عابدين سلامة، مشكلة المياه وحصادها، مطبعة عوض اللّه، الخرطوم بحري، 2006م.

2. الجويد محمد بلوم، موارد المياه، مطبعة الوطن، سوريا، 2003م.

3. المنظمة العربية للتنمية الزراعية وتعزيز تقنيات حصاد المياه في الدول العربية، (تقارير)، 2002م.

4. الشبكة العربية للهيدرولوجي والوديان (تقارير)، 2002م.

5. عويس وآخرون، حصاد المياه، المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة، 2009م.

6. محمد علي دنقل، ومعاوية محمد مصطفى، تقنية ونثر وحصاد المياه، الخبرات والتجارب، مؤتمر حصاد المياه ومستقبل التنمية في السودان، الخرطوم، 2003م.

7. سعيد عاكول الصالحي، البيئة والمياه، دار الصفاء للنشر، عمان، 2004م.

8. سمير أمين وآخرون، النزاعات حول موارد المياه، مكتبة مدبولي، القاهرة، 2005م.

9. سعيد محمد فرح، إدارة المياه في المناطق الجافة، مطبعة الشروق، بغداد، 2001م.

10 .بشار داؤود أسعد، المياه، مطبعة النور، بغداد، 1985م.

11 ..يعقوب محمد الطاهر، المياه حصادها وإدارتها، مطبعة عوض اللّه، 2010م.

12 .عصام بابكر كرار(2010): التنوعي الحيوي والبيئي والإيكولوجي بمحلية النهود، رسالة دكتوراة، قسم الجغرافيا – كلية التربية- جامعة الخرطوم.

13.محمد آدم غنية (2012): دراسات هيدروجيوفيزيائية- مركز تكنولوجيا المياه الجوفية، ولاية شمال كردفان.

14.بابا، محمد الخير (ب. ت) تقرير عن موقف مياه الشرب بمدينة النُـهُـود.

15.الهيئة العامة للإرصاد الجوي، وزارة العلوم والتقانة، محطة النُـهُـود (2023م).

16.اللجنة الفنية لتقييم الإمداد المائي لمدينة النُـهُـود (2006م) تقرير عن مياه مدينة النُـهُـود، تصميم إتش قروب للكمبيوتر والاستثمار النُـهُـود.