المحاضرة الحادية عشرة

مكافحة التصحّر والتنمية المستدامة للصحراء

إعداد د. حيدر هاشم الحسن

١- طرق مكافحة التصحّر وسبل التحكّم به

1ـ التخلّي عن أساليب الزراعة التي تلحق الضرر بالبيئة، والالتزام بالأساليب المرتبطة بالتربة، والتي تساعد على استعادة التوازن الطبيعي بين التربة والمجتمعات.

2ـ استخدام مصادر الطاقة المتجددة(الشمس ، رياح ، .....الخ) بدلاً من استخدام حطب الوقود مما يساعد في المحافظة على الغطاء النباتي.

3- العمل على زيادة المقدرة الإنتاجية للتربة، مع مراعاة صيانة خصوبتها والحدّ من تدهورها.

4- استخدام الموارد المائية على وجه يضمن حمايتها.

5- الاهتمام بالأرصاد الجويـــــة مع إيلاء متابعته لظواهر التصـــــحّر والجفاف والزحف الصحراوي أهمية خاصة.

6- الحفاظ على الغطاء النباتي من التدهور.

7- إصدار القوانين والتشريعات التي تساهم في مكافحه ظاهرة التصحّر.

8- إقامة محميات بيئية لحماية الأنواع الحيّة من نباتات وحيوانات من الإنقراض.

9- حماية الغابات من خلال تنظيم عمليات القطع ومكافحة الحرائق ومكافحة الآفات.

10- تنظيم المراعي عن طريق:

- الموازنة بين تنميتها وحمايتها في نفس الوقت

-العمل على تطويرها وتوفير الموارد المائية فيها

-تقليل الضغط عليها بتركيز رعي حيوانات إنتاج اللحوم في مراكز ثابتة

-استخدام أسلوب الرعي المؤجَّل بحظر الرعي في بعض المناطق فترة زمنية كافية لإتاحة الفرصة لاسترداد الغطاء النباتي حيويته

-تشجيع تربية الإبل والحيوانات البريَّة لتحقيق التوازن البيئي للمراعي الطبيعية.

١١- إدراج مكافحة التصحّر في المناهج الدراسية للمراحل الدراسية المختلفة.

12- نشر الوعي البيئي.

13- تشجيع البحث العلمي في مجال مكافحة التصحّر والزحف الصحراوي والجفاف

14- إنشاء مؤسسات حكومية وأهليه تهتم بالمحافظة على البيئة ومكافحة التصحّر

15- استخدام طرق وتقنيات مكافحة التصحّر المناسبة.

16- العمل على إيقاف وتثبيت الكثبان الرملية

٢- التنمية المستدامة للصحراء

٢-١- أبعاد مفهوم التنمية المستدامة

- الفكرة الأساسية التي بُنيت عليها أجندة القرن الحادي والعشرين هي **فكرة التنمية المستدامة**.

- ومفهوم **التنمية المستدامة**، متعدّد الاستخدامات، ومتنوع المعاني، فالبعض يتعامل مع التنمية المستدامة **كرؤية أخلاقية تناسب اهتمامات النظام العالمي الجديد**، والبعض يرى **أنَّ التنمية المستدامة نموذج تنموي وبديل مختلف عن النموذج الصناعي الرأسمالي، أو ربما أسلوب لإصلاح أخطاء وعثرات هذا النموذج في علاقته بالبيئة.**

- ولقد حاول **تقرير الموارد العالمية** والذى نُشر عام 992م والذى خُصِّص بكامله لموضوع التنمية المستدامة حصر عشرين تعريفاً واسع التداول، وزَّعها على أربع مجموعات هي - **التعريفات الاقتصادية، - والتعريفات البيئية، - والتعريفات الاجتماعية والإنسانية، - والتعريفات التقنية والإدارية**

- **أ ـ من الناحية الاقتصادية:** وبالنسبة للدول الصناعية فإنَّ التنمية المستدامة تعني إجراء خفض عميق ومتواصل في استهلاك هذه الدول من الطاقة والموارد الطبيعية وإجراء تحوّلات جذرية في الأنماط الحياتية السائدة.

- واقتناعها بتصدير نموذجها التنموي الصناعي عالمياً.

- أمَّا بالنسبة للدول الفقيرة فالتنمية المستدامة تعني توظيف الموارد من أجل رفع مستوى المعيشة للسكان الأكثر فقراً في العالم.

ب- على الصعيد الإنساني والاجتماعي : فإنَّ التنمية المستدامة تسعى إلى:

- الإستقرار في النمو السكاني.
- **وقف تدفُّق الأفراد على المدن(الهجرة من الريف إلى المدينة)**، وذلك من خلال تطوير مستوى الخدمات الصحية والتعليمية في الأرياف.
- تحقيق أكبر قدر من المشاركة الشعبية في التخطيط للتنمية.

- **ج- على الصعيد البيئى:** إنَّ **التنمية المستدامة هي الاستخدام الأمثل للأراضي الزراعية، والموارد المائية في العالم**، مما يؤدّى إلى مضاعفة المساحة الخضراء على سطح الكرة الأرضية.

د - أمَّا على الصعيد التقني والإداري: فإنَّ التنمية المستدامة هي التنمية التي **تنقل المجتمع إلى عصر الصناعات والتقنيات النظيفة التي تستخدم أقل قدر ممكن من الطاقة والموارد، وتنتج الحدّ الأدنى من الغازات والملوّثات التي تؤدّي إلى رفع درجة حرارة سطح الأرض والضارة بالأوزون.**

- **يؤكّد تقرير الموارد الطبيعية:** أنَّ القاسم المشترك لهذه التعريفات الإقتصادية والإجتماعية والبيئية والتقنية، **هي أنَّ التنمية لكي تكون مستديمة يجب:**

أولاً: ألاَّ تتجاهل الضوابط والمحدّدات البيئية.

ثانياً: لا تؤدّى إلى دمار واستنزاف الموارد الطبيعية.

ثالثاً: تؤدّي إلى تطوير الموارد البشرية(المسكن –الصحة – مستوى المعيشة - أوضاع المرأة - الديمقراطية – تطبيق حقوق الإنسان).

رابعاً: تحدث تحوّلات في القاعدة الصناعية السائدة.

آفاق التنمية المستدامة في سورية

١. إعادة الإعمار كمدخل للتنمية:

الفرص: مشاريع إعادة تأهيل البنى التحتية، والمرافق العامة، والمدن المدمّرة تمثل فرصة لإعادة بناء الاقتصاد على أسس مستدامة (كفاءة الطاقة، إدارة المياه، مواد بناء صديقة للبيئة).

التحديات: التمويل، العقوبات، والفساد الإداري.

٢. الزراعة المستدامة:

الفرص: استخدام تقنيات الزراعة الحافظة، تحلية المياه، الزراعة الذكية مناخياً.

التحديات: ندرة المياه، التصحر، هجرة السكان من الريف، نقص الدعم التقني والمالي للمزارعين.

٣. الطاقات المتجددة:

الفرص: سوريا تمتلك إمكانيات كبيرة للطاقة الشمسية والرياح، ويمكن أن تمثل بديلاً واعداً للوقود الأحفوري.

التحديات: غياب البنية التحتية، ضعف الاستثمارات، الحاجة إلى تشريعات تحفّز القطاع الخاص.

٤. الحوكمة والشفافية:

الفرص: تعزيز اللامركزية، وتطوير نظم الرقابة البيئية والاجتماعية.

التحديات: ضعف المؤسسات، الحاجة إلى إصلاحات سياسية وإدارية.

٥. التعليم والتدريب المهني:

الفرص: إعادة بناء منظومة التعليم لتواكب متطلبات سوق العمل المستدام، والتركيز على المهارات الخضراء.

التحديات: تهالك البنية التعليمية، نقص الكوادر، ضعف المناهج.

٦. العدالة الاجتماعية والتنمية البشرية:

الفرص: تمكين الشباب والنساء، دعم المشاريع الصغيرة، وتوسيع برامج الحماية الاجتماعية.

التحديات: الفقر، البطالة، النزوح، والتمييز.

٧. الشراكات الدولية والإقليمية:

الفرص: الانفتاح على المبادرات الأممية مثل **أجندة ٢٠٣٠**، والتعاون مع المنظمات الدولية المختلفة.

التحديات: العزلة الدولية والعقوبات المفروضة.

٨. البيئة والتنوع الحيوي

الفرص: حماية المحميات الطبيعية، وإعادة التشجير، وإدارة الموارد المائية بشكل مستدام.

التحديات: التلوث، الجفاف، والاستنزاف البيئي نتيجة الحرب.

رغم التحديات الجسيمة التي تمر بها سوريا، فإن التنمية المستدامة تظل خياراً استراتيجياً وحتمياً لضمان مستقبل أفضل. يتطلب تحقيقها إصلاحات شاملة، استقرار سياسي، وإرادة وطنية ودعم دولي.

٣- تقانات حصاد المياه وأهميتها في تنمية الموارد المائية العربية

٣-١- يُطلق مصطلح **الحصاد المائي** على **أيَّة عملية مورفولوجية أو كيميائية أو فيزيائية تنفَّذ على الأرض من أجل الاستفادة من مياه الأمطار**

سواءاً **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 الإنجراف.

أو **بطريقة غير مباشرة**، وذلك بتجميع مياه الجريان السطحي في منطقة تصريف وتخزين غير معرّضة للانجراف واستخدامها لأغراض الري التكميلي للمحاصيل الزراعية أو للشرب أو سقاية الحيوان أو تغذية المياه الجوفية.

ومن 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 محدّد **وفي جميع الحالات لا يشمل هذا التعريف جريان المياه في الأنهار الدائمة.**

بعض نماذج حصاد المياه

- إنَّ العنصر الرئيس لتقنيات حصاد مياه الأمطار هو النسبة ما بين مساحة جريان المياه ومساحة تجميع المياه، حيث تكون مساحة جريان المياه مثالية إذا كان لها معامل جريان سطحي كافي ومساحة لتجميع المياه. وعادةً يتم تخزين المياه وزراعة النبات (في المناطق المزروعة) بشرط أن تكون لهذه التربة القدر الكافي للاحتفاظ بالماء لتزويد المحصول المزروع بها لحين سقوط الأمطار، كما هو موضّح بالشكل.

- كذلك فإنَّ فلسفة حصاد مياه الأمطار وحفظ رطوبة التربة تقوم على التقليل من انجراف التربة الزراعية،
- وفي ذلك إيجاد حلول عملية لاستصلاح الأراضي المنجرفة عن طريق الحدّ من تدهور خواصها الطبيعية وتقليل جريان المياه السطحية وزيادة مخزون المحتوى المائي للتربة في المناطق المزروعة.
- بالإضافة إلى تجميع مياه الأمطار بوسائل علمية وإعادة استعمالها في ري المحاصيل عند الضرورة .

٣-٢- العوامل المؤثّرة على تقنية حصاد المياه

- من الجدير ذكره **أنَّ تقانة حصاد مياه الأمطار** وحفظ رطوبة التربة متعدّدة وتختلف من موقع لآخر حسب **صفات التربة الطبيعية والاستعمال الأفضل للأراضي**
- **وهي تعتمد اعتماداً مباشراً على الخطوط الكنتورية(ميل الأرض)**، وعمق ونوعية التربة في تحديد اتجاه وكثافة هذه الأعمال ونوع التقنية المراد إنشاؤها **وتتأثَّر بما يلي:**
- ١- توزيع الأمطار على مدار الموسم الزراعي.
- ٢- شدّة الهطل المطري.
- ٣- خصائص الجريان السطحي للتربة السطحية ونفاذية التربة.
- ٤- قدرة التربة على تخزين الماء (عمق التربة وقوامها).
- ٥- تضاريس المنطقة المعينة.
- ٦- نوع وحجم الاستخدام.

٣-٣- أهمية حصاد المياه في تنمية الموارد المائية:

- بصورة عامة يعدّ **الحصاد المائي** من الوسائل المثلى للحصول على المياه عندما لا تكون مصادر المياه الأخرى متوفرة وخاصّةً في المناطق الجافّة التي لا تتوفّر بها مصادر المياه الدائمة الجريان، وحتى لو توفَّرت هذه المياه تكون على شكل مياه جوفية غير متجدّدة ويكون من الأفضل عدم استخدامها بدون دراسات وأسس علمية.
- وأهميته وخاصّةً في المناطق الجافة وشبه الجافة تعتمد على الأسس التالية:

- ضرورة أن يكون الحصاد المائي **مصدراً مكمّلاً** (ري تكميلي)للنقص في الموارد المائية وليس المصدر الوحيد للمحاصيل ذات الاحتياجات المائية العالية.
- تحقيق فرص إضافية **لتوفير المياه** بغرض زيادة الإنتاج والإنتاجية لمحاصيل الزراعة المطرية (البعلية).
- تحقيق زيادة كفاءة استخدام الموارد الأرضية غير المستغلة.

- وقد اعتمد معدَّل هطول ١٠٠ ملم في الشتاء، أو ١٥٠ ملم في الصيف كحد أدنى لإقامة مشاريع الحصاد المائي والري التكميلي وفقاً للاعتبارات التالية:

1. اختيار المواقع الصحيحة لتطبيق الحصاد المائي.
2. الاختيار السليم لتقانة الحصاد المائي التي يمكن الاعتماد عليها بحيث تكون سهلة التطبيق وقليلة التكاليف مع إمكانية صيانتها بشكل دوري.
3. التطبيق السليم لتقنية الإنتاج الزراعي الملائمة لزراعة المحصول المناسب.
4. ضرورة وجود وعي وسط المنتفعين يشير إلى تقديرهم لأهمية المشاركة في كل مراحل الإنشاء والتشغيل والصيانة.
5. أهمية توفير المعلومات حول الهيدرولوجيا وخواص الأراضي وإمكانية الاستثمار لتتاح فرص التطبيق السليم لتقانات حصاد المياه.
6. التأكيد على النواحي الاقتصادية والاجتماعية والبيئية التي يرتكز عليها اختيار التقانة الملائمة.

- يمكن تصنيف تقنيات حصاد المياه حسب المصدر على النحو التالي:

١ ـ تقانات حصاد مياه الأمطار. ٢ـ تقانات حصاد مياه الأودية.

٣-٤- التجربة السورية في مجال حصاد المياه:

- يشكّل حصاد المياه في سوريه أهمية كبيرة ويرمي إلى الاستفادة القصوى بما يتاح من مياه الأمطار.
- يتمّ تحقيق مردود أكبر للمزروعات(محاصيل وأشجار مثمرة ونباتات المراعي... الخ) والإنتاج الحيواني والعائد لمشاريع حصاد مياه الأمطار باستخدام طريقتين:

- طريقة تخزين المياه الناتجة عن الهطول المطري والجريان السطحي **مباشرةً** في التربة وجعلها بمتناول النبات في منطقة انتشار جذوره.

- طريقة تجميع وتخزين المياه بالطرق المختلفة للتخزين في المنشآت الهندسية لتقانات حصاد المياه كالصهاريج والحفائر والسدود والمدرجات ... الخ، واستخدامها عند الحاجة.

- تستهدف مشاريع حصاد المياه في سورية التجمعات السكانية الفقيرة وصغار المزارعين في المناطق الهامشية وكذلك الرحل من البدو والرعاة والمرأة الريفية.

- وتستخدم في سورية **تقانات المدرجات** حيث تنتشر بشكل واسع في المناطق الجبلية الغربية من الساحل وفي حمص وإدلب ومناطق أخرى، حيث تزرع بأشجار الزيتون والتين والكرمة والأشجار الحراجية والمحاصيل والخضروات. كما تنتشر أيضاً في سوريا **تقانات الصهاريج والحفائر والسدود وسدّات نثر المياه** وتستخدم على نطاق واسع للشرب والري.

٣-٥- بعض الأمثلة عن طرق حصاد المياه في سورية

- **١-الخبوات:** وهي منخفضات طبيعية ذات سطح واسع من الأرض تتجمّع فيها الأمطار والسيول.
- وتتواجد في الحماد السوري في القسم الجنوبي الشرقي للبادية السورية.

٢- **أحواض جريان سطحي صغيرة:** تتخذ شكل مستطيل أو معيَّن وتحيط بها **متون ترابية قليلة الارتفاع** ويتمّ توجيه الأحواض بحيث يكون انحدار الأرض الأعظم موازياً للقطر الطويل للمعيَّن مما يؤدّي إلى جريان الماء إلى أخفض ركن وهو المكان المخصص لزراعة النبات.

تُعتبر هذه الأحواض الأكثر ملائمة لزراعة الأشجار المثمرة

٣-المتون الكنتورية: هي حواجز ترابية يتمّ إنشائها على **طول خطوط الكنتور** تبعد الواحدة عن الأخرى مسافة ٥-٢٠ م وتتركَّز الزارعة على مسافة ١-٢ م من أعلى المتن أمَّا ما تبقى من المسافة فيشكّل المستجمع.

٤- الحفر الصغيرة:

تستخدم بشكل أساسي لزراعة **المحاصيل الحولية**

٥-المتون الهلالية: هي حواجز هلالية على شكل **نصف دائرة** أو **هلال** تكون موجَّهة لأعلى المنحدر بشكل مباشر

٦-السبخة: **أرض رطبة منخفضة تنبت فيها بعض النباتات العشبية كالقصب والحشائش** أو نبات البردي وغيره من النباتات الأخرى، وعادةً توجد السبخات في **أماكن تعمل طبيعة الأرض ونوع التربة على إيجاد بيئة رطبة**، مما يؤدّي إلى تكوّن سبخة. ومن الممكن أن تحتوي الصحارى على سبخات وذلك في الأماكن المنخفضة منها أو بالقرب من الينابيع.

٣-٦- المردود البيئي لحصاد المياه:

يرتبط باستخدام تقنيات حصاد المياه جوانب بيئية إيجابية يمكن إيجازها في ما يلي:

* الحدّ من انجراف التربة نتيجة الجريان الشديد للمياه ونقل التربة الجيدة الصالحة للزراعة من موقع لآخر مما يؤثّر بشكل كبير على الإنتاج الزراعي.

* الحدّ من آثار الفيضانات على المزارع والقرى وتخريب الطرق.

* تحسين تغذية المياه الجوفية عن طريق الرشح ضمن بحيرات التخزين للسدود كالسدود الترشيحية.

* تحسين المحيط الذي يتضمن اعتدال الجو وحياة الطيور والحيوانات والنباتات الطبيعية في مدى يتعدَّى الحدود الجغرافية للوادي والبحيرة، ويشمل كل الحوض الصباب (مسقط المياه) للوادي.

* **مواجهة وتقليل آثار الجفاف وذلك عن طريق وضع سياسات شمولية لمواجهة آثار الجفاف بزيادة المخزون المائي والاحتياط.**

* الحدّ من آثار التلوث .

٣-٧ - المردود الاقتصادي – الاجتماعي:

* توفير عامل الاستقرار لسكان مناطق هذه المشاريع والمناطق المجاورة ورفع مستوى معيشتهم نتيجة زيادة الإنتاج وتوفير فرص عمل إضافية، وبالتالي زيادة الدخل.

* ترسيخ صياغة مفاهيم صيانة التربة والتحكُّم في عمليات انجرافها والعمل على توسيع نشر هذه المفاهيم في الدول العربية.

* نقل تقانات حصاد المياه لمشاريع رائدة إلى مناطق مثيلة وتحقيق الانتشار الواسع لها.

* دعم برامج الأمن المائي والأمن الغذائي في المنطقة العربية.

* الحدّ من عمليات الزحف الصحراوي في المناطق الرعوية والهامشية بالاستفادة من تقانات حصاد المياه وفق الظروف البيئية السائدة في المنطقة العربية بما يكفل تحقيق التوازن البيئي فيها.

* تدريب الكوادر الفنيَّة العربية على تقانات حصاد المياه ونقل وتبادل تقنياتها.

٤ ـ الزراعة في المناطق الصحراوية

- تُعتبر الزراعة في المناطق الصحراوية تحدياً كبيراً للطبيعة، فارتفاع درجات الحرارة الشديدة، وعدم توفر العناصر الغذائية الأساسية للتربة، يفقد النبات القدرة على النمو بشكل سليم، إلا أنَّه من الممكن زراعة المحاصيل الزراعية في المناطق الصحراوية وتحسين، لا بل رفع إنتاجها، إذا تمّ تقديم العناصر الضرورية لنموها من ماء وغذاء.
- من هذا المنطلق يمكن الاستفادة من المياه العادمة الناتجة عن المدن الكبيرة القريبة من الصحاري، وذلك بعد تكريريها في محطات تكرير خاصة لهذا الغرض، حتى تصبح صالحة للزراعة، ولا تضر بالصحة العامة أو البيئة.
- إنَّ الري بمثل هذه المياه المكرَّرة يساعد على النمو النباتي بشكل جيد، وذلك لاحتوائها على عناصر غذائية كثيرة
- كما يمكن تقديم المواد المترسّبة الناتجة عن تكرير المياه العادمة، كغذاء للنبات بعد معالجتها بطرق حرارية مرتفعة.....
- يمكن أيضا بذلك رفع الإنتاج الزراعي في المناطق الصحراوية وتأمين الغذاء للإنسان والحيوان،
- إضافةً إلى حل مشكلة بيئية وصحية قد تنتج عن المياه العادمة بشكل عام

تلك الإرشادات الزراعية المطروحة من قبل بعض الأبحاث العلمية هي عبارة عن **مجموعة من الاقتراحات والتوصيات التي تتناول بعض المحاصيل الزراعية:**

- زراعة كل من البرسيم والشعير كنباتات علفية للحيوان
- زراعة القمح كغذاء ضروري للإنسان
- ثمَّ زراعة الخضروات
- وبعض أنواع أشجار الفاكهة التي يمكن زراعتها في المناطق الصحراوية، وريها بواسطة مياه مجاري مكرَّرة

أحدث تقانات حصاد المياه وتحقيق الاستدامة المائية في هذه البيئات الصعبة، مع التركيز على الابتكار والفعالية:

١. تقنيات حصاد مياه الأمطار الحديثة:

- **الأسطح الذكية لجمع المياه (SMART ROOFTOP HARVESTING) :** استخدام مواد طاردة للأوساخ والملوثات لتحسين جودة المياه. وربط أنظمة الأسطح بخزانات ذكية تقيس كمية ونوعية المياه وتدار تلقائيًا.

الأرصفة والخزانات النفاذة (PERMEABLE PAVEMENT SYSTEMS) : تسمح بتسرب المياه إلى باطن الأرض وتخزينها في خزانات تحت الأرض، بدلًا من الجريان السطحي وفقدها.

٢. استعادة مياه الضباب والندى:

- **شِباك الضباب (FOG NETS):** شبكات دقيقة تُنصَب على المرتفعات لالتقاط الضباب وتحويله إلى مياه صالحة للاستعمال. وهي تقنيات حديثة تستخدم مواد نانوية لزيادة كفاءة الالتقاط.
- **مكثفات الندى النشطة (ACTIVE DEW HARVESTERS) :** أجهزة تعمل بالطاقة الشمسية لتكثيف بخار الماء من الهواء وتجميعه.

٤. تقنيات حصاد الجريان السطحي والمياه الجوفية:

- **سدود تحت سطح الأرض (SUBSURFACE DAMS):** تبطئ من تدفق المياه الجوفية وتخزنها في الطبقات السفلى لتستخدم لاحقًا.
- **خنادق تسريب المياه (INFILTRATION TRENCHES) :** تُستخدم لتجميع مياه الأمطار والسماح بتغلغلها إلى الطبقات الجوفية.

٥. الابتكارات التقنية والذكاء الاصطناعي:

- **أنظمة إنذار مبكر** لأوقات الأمطار واختيار وقت الحصاد الأمثل.
- **تحليلات البيانات والذكاء الاصطناعي** لتقدير الطلب على المياه وتحسين التوزيع.
- **الطائرات بدون طيار** (DRONES) لرصد التربة، والرطوبة، وإدارة استخدام المياه.
- **٦. تقنيات تحلية المياه منخفضة الطاقة:**
- وحدات **تحلية بالطاقة الشمسية** (مثل: SOLAR STILLأو REVERSE OSMOSIS مطوّرة).
- مشاريع **تحلية مجتمعية صغيرة** للمناطق الريفية باستخدام الطاقة المتجدّدة.

واقع التصحر وتدهور الأراضي (دراسات تحديثية ٢٠٢٤ - ٢٠٢٦)

. **توسع رقعة الجفاف والتصحر:** تُشير أحدث التحليلات (مثل دراسات معهد كارنيغي الصادرة عام ٢٠٢٦) إلى أن مواسم الهطل في ٢٠٢٤ و٢٠٢٥ في سورية شهدت ارتفاعاً غير مسبوق في درجات الحرارة وانخفاضاً حاداً في الثلوج والأمطار، مما أدى إلى وصول عدة سدود لمرحلة "المخزون الميت" (كما في درعا ودير الزور) وتوسع التصحر ليشمل قرابة **٧٣%** من مساحة البلاد، مع استنزاف نحو **٦٠%** من الاحتياطيات الجوفية في شمال شرق سورية نتيجة تتابع موجات الجفاف.

. **المنطقة العربية ككل:** تؤكد أبحاث المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (**أكساد - ACSAD**) لعام ٢٠٢٦ أن الأراضي الجافة تشغل نحو **٧٠%** من مساحة الوطن العربي، وتفقد المنطقة سنوياً ما بين **٦٠ إلى ٨٠ ألف هكتار** من الأراضي الصالحة للزراعة بفعل التصحر وزحف الرمال، مما يهدد الأمن الغذائي بشكل مباشر.

نتائج تقنيات حصاد المياه وإعادة تأهيل البادية (التطبيق العملي)

- **كفاءة أنظمة حصاد المياه في البيئات شديدة الجفاف:** أظهرت البرامج البحثية التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في سورية بالتعاون مع منظمة **إيكاردا (ICARDA)** نتائج مبهرة في تطبيق حصاد مياه الأمطار والجريان السطحي في بيئات يقل هطلها السنوي عن **١٥٠ ملم** (مثل منطقة "المحسة" بالقرب من تدمر). حيث نجحت التقنيات المطبقة في تأمين كميات مياه كافية لضمان استمرار ونمو أكثر من **٩٠%** من الغراس الرعوية المزروعة حديثاً.

- **تثبيت الكثبان الرملية ونشر السيول:** تُشير البيانات الرسمية (يونيو ٢٠٢٦) إلى نجاح مشاريع مشتركة بين سورية ومنظمات دولية (مثل أكساد وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي) في إعادة تأهيل الأنظمة البيئية في مواقع مثل "جبل البشري"، ومشروع "الثليثوات"، وتثبيت الكثبان الرملية في منطقتي "الحريشة" و"كباجب" بدير الزور لحماية البنى التحتية والأراضي الزراعية من العواصف الغبارية.

- **الاعتماد على الأنواع المقاومة للجفاف:** أنتجت الهيئة العامة لإدارة وتنمية وحماية البادية السورية وزرعت نحو **٩٠٠ ألف غرسة** من الأنواع الشجيرية الرعوية المتأقلمة مع الجفاف الشديد (مثل *الروثا والرغل*)، مع استخدام تقنيات متطورة لحصاد المياه لرفع معدلات بقاء هذه الشجيرات على قيد الحياة وتوفير الأعلاف الطبيعية للثروة الحيوانية.

آفاق التنمية المستدامة للموارد المائية والحلول الذكية

- **حصاد مياه الأسطح في الأرياف:** ركزت دراسات حديثة (٢٠٢٤) على إمكانات حصاد مياه الأمطار من أسطح المنازل في الريف السوري؛ حيث بينت النتائج أن تفعيل هذه التقنيات هندسياً يمكن أن يوفر ما يصل إلى **٣٥ مليون متر مكعب** سنوياً، مما يخفف الضغط عن الشبكات العامة ويدعم استقرار المجتمعات الريفية.

- **الاستشعار عن بعد والذكاء الاصطناعي:** تتوجه الدراسات الإقليمية في الوطن العربي حالياً نحو دمج تقنيات الاستشعار عن بعد والذكاء الاصطناعي في "نظم الإنذار المبكر لتدهور الأراضي"، واستخدام الطائرات بدون طيار (Drones) لمراقبة رطوبة التربة واختيار المواقع المثالية هندسياً لإنشاء السدود الترشيحية وسدات نثر المياه.

- **التوجه نحو البوليمرات والتقنيات النانوية:** تبحث الأوراق العلمية الصادرة عن جامعات دمشق والجامعات العربية استخدام "البوليمرات" والمواد النانوية كإضافات في أنظمة حصاد المياه لتحسين الخواص الفيزيائية والمائية لتربة البادية، مما يقلل من معدلات التبخر العالية (التي تُعد السمة الأبرز للمناخ الصحراوي العربي) ويزيد قدرة التربة على الاحتفاظ برطوبتها لفترات أطول.

تؤكد الدراسات أن الحل لمواجهة التغير المناخي المستمر والتصحر في سورية والمنطقة العربية لا يكمن في انتظار زيادة الهطل المطري، بل في **"تطوير الإدارة الكفوءة للموارد المتاحة"** عبر التوسع في مشاريع الحصاد المائي، واختيار التقنيات منخفضة التكاليف وسهلة الصيانة بمشاركة المجتمعات المحلية، جنباً إلى جنب مع استخدام الطاقات المتجددة ومياه الصرف المعالجة لتأمين زراعة صحراوية مستدامة.

مع أطيب التمنيات بالتوفيق والنجاح