

أمير حسين خدائي – باحث

الحلول التنفيذية والمحلية والقابلة للتعميم على مستوى البلاد (الجزء الثاني)

نظراً إلى التحديات الخطيرة الناجمة عن شح المياه والضغط المتزايد على موارد المياه في البلاد، فإن الإدارة الذكية والمتعددة الجوانب للموارد المائية تُعد أمراً بالغ الأهمية. وفي هذا السياق، يمكن أن يساهم استخدام التقنيات الحديثة، وتطوير البنية التحتية لمعالجة المياه وإعادة تدويرها، ودعم الصناعات والقطاعات المختلفة من أجل خفض الاستهلاك وتحسين كفاءة الاستخدام، فضلاً عن وضع سياسات منسجمة ومنسقة، بدور فعال في الحفاظ على الموارد المائية وتحقيق الاستدامة الاقتصادية والبيئية للبلاد. وفي هذه المقالة، سنبحث الحلول العملية والسياسات التنفيذية في قطاعات مختلفة، مثل الصناعات، ومعالجة مياه الصرف الصحي، وإدارة الموارد المائية الحضرية والريفية، ودور القوانين وهياكل الإدارة متعددة المستويات.

الترشيد الذكي للموارد المائية الطبيعية والاصطناعية: حل من أجل مستقبل مستدام

تُعد السدود والخزانات الطبيعية والاصطناعية والأراضي الرطبة والمستنقعات والأنهار موارد مائية حيوية للبلاد، ويجب إدارتها بعناية وكفاءة. ونظراً إلى ارتفاع معدلات التبخر وتسرب المياه في هذه الموارد، يمكن، من خلال استخدام تقنيات الحد من التبخر، مثل أغشية مقاومة للتبخر وتركيب العدادات الذكية، توفير ما بين ٢٠ و ٣٠ في المائة من استهلاك المياه.

وبالإضافة إلى هذه الحلول، فإن حماية الأراضي الرطبة والمستنقعات وإعادة تأهيلها تساهم في الحفاظ على جودة المياه والتنوع البيولوجي، وتؤدي دوراً مهماً في مواجهة الجفاف. كما تحتاج الأنهار، باعتبارها شرايين حيوية لنقل المياه، إلى اهتمام خاص؛ وينبغي إعطاء الأولوية لزراعة الأشجار على امتداد الأنهار وحول خزانات المياه الطبيعية والاصطناعية. وإلى جانب تلبية احتياجاتها المائية، تعمل هذه الأشجار، من خلال توفير الظل وتقليل شدة أشعة الشمس والرياح، على خفض معدل تبخر المياه بشكل ملحوظ.

ولا تساعد هذه الإجراءات على الحفاظ على الموارد المائية وترشيد استهلاكها فحسب، بل تساهم أيضاً في زيادة استدامة النظم البيئية وتحسين الظروف الزراعية والبيئية.

الإلزام القانوني بميكنة استهلاك المياه: خطوة حيوية للإدارة المثلى للموارد المائية

تتمثل إحدى الطرق البسيطة والفعالة لترشيد استهلاك المياه في إلزام جميع العقارات التي تستهلك المياه بميكنة استهلاكها. ويمكن اعتبار ذلك شرطاً قانونياً للحصول على سند الملكية أو نقل ملكية العقار. وبذلك، سيكون كل عقار يرغب في الحصول على سند جديد أو نقل الملكية ملزماً بتركيب وتشغيل أنظمة ميكنة استهلاك المياه، مثل العدادات الذكية وأنظمة إدارة الاستهلاك.

وإلى جانب تسهيل مراقبة استهلاك المياه والسيطرة عليه، يساهم هذا القانون في الحد من هدر الموارد المائية وتحسين كفاءة استخدامها. كما أن تسهيل إصدار سندات ملكية الأراضي الزراعية غير المسجلة — إذ إن نحو ٥٠ في المائة من الأراضي الزراعية تفتقر إلى سندات ملكية — بالتزامن مع إلزام ميكنة استهلاك المياه، يمكن أن يشكل حافزاً قوياً لحماية الموارد وتنمية الزراعة المستدامة.

ويمكن أن يؤدي تنفيذ هذا الإلزام القانوني، بالتعاون مع الأجهزة والجهات المعنية وتقديم حوافز مالية وتعليمية للمالكين، إلى تعميمه بسرعة على مستوى البلاد، وأن يشكل خطوة مهمة نحو الإدارة الذكية للموارد المائية.

ترشيد مياه الشرب في المنازل: من الأساليب التقليدية إلى الإلزام بالميكنة عند إصدار شهادة إتمام البناء

يحظى ترشيد استهلاك مياه الشرب في المنازل بأهمية كبيرة، ويمكن تحسينه من خلال الأساليب التقليدية والميكانيكية. وتشمل الأساليب التقليدية استخدام صابير وتجهيزات موفرة للمياه، وجمع مياه الأمطار وإعادة استخدامها، ومنع تسرب المياه وتقطير الصابير، والاستخدام الأمثل للمياه في عمليات الغسل، وهي أمور يمكن أن يكون لها تأثير ملحوظ في خفض استهلاك المياه.

ومن ناحية أخرى، يتيح تركيب العدادات الذكية وأنظمة التحكم في استهلاك المياه مراقبة الاستهلاك بدقة واكتشاف هدر المياه. ويمكن لهذه الأنظمة إدارة الاستهلاك تلقائياً وإصدار التنبيهات اللازمة.

ويتمثل أحد الحلول التنفيذية الفعالة لتحقيق هذا الهدف في جعل تركيب معدات ترشيد المياه وميكنة استهلاك المياه شرطاً لإصدار شهادة إتمام البناء. وبذلك، لن يتم إصدار شهادة إتمام البناء من دون تقديم شهادة تثبت تركيب أنظمة ترشيد المياه، الأمر الذي يؤدي إلى الالتزام العام والواسع بترشيد استهلاك المياه عند بناء المباني.

الإدارة الذكية للمياه والتنمية المستدامة للصناعات: حل للحفاظ على الموارد وتوليد الثروة

يُعد الدوران السليم للمياه والإدارة المثلى لها في الصناعات مفتاحاً للتنمية المستدامة وتوليد الثروة. ومع إصدار قانون إلزام إرفاق ملحق جغرافي لإدارة المياه، أصبحت جميع المشاريع الجديدة ملزمة بالالتزام بالخرائط المائية للبلاد، بحيث يتم التخطيط لاستهلاك المياه بما يتناسب مع القدرات الإقليمية.

ومن الحلول المهمة إعطاء الأولوية لدعم تطوير بناء المساكن في المحافظات الغنية بالمياه، وتقديم الدعم المالي والتسهيلات للصناعات كثيفة الاستهلاك للمياه، بحيث يؤدي نقل أنشطتها من المناطق التي تعاني من شح المياه إلى المحافظات التي تتمتع بموارد مائية مستدامة إلى خفض الضغط على الموارد المائية والحفاظ على التوازن في استهلاك المياه في البلاد.

وإلى جانب ترشيد الموارد المائية، يمكن لهذا النهج أن يسهم بشكل كبير في تحقيق تنمية اقتصادية متوازنة بين مختلف مناطق البلاد وخلق فرص عمل مستدامة.

معالجة مياه الصرف الصحي: حل فعال لترشيد المياه وحماية البيئة

تُعد معالجة وتنقية مياه الصرف الصحي من أهم الحلول للحد من سحب المياه السطحية والجوفية. ومن خلال إعادة استخدام المياه المعالجة في الزراعة والصناعة والمساحات الخضراء، يمكن خفض استهلاك المياه العذبة بشكل كبير، مما يساعد على الحفاظ على الموارد المائية.

وإضافة إلى ترشيد المياه، تمنع معالجة مياه الصرف الصحي تلوث الموارد الطبيعية، وتسهم في تحسين جودة البيئة وصحة المجتمع.

ويؤدي إعطاء الأولوية لمعالجة مياه الصرف الصحي في كل منطقة إلى استخدام المياه المعالجة في المنطقة نفسها، وبالتالي منع التلوث وتحسين دورة استخدام المياه وتقليل الضغط على الموارد المائية.

حلول إدارة المياه المتناسبة مع الخصائص الجغرافية لكل منطقة

المناطق الصحراوية والجافة

في هذه المناطق، تتمثل الأولوية الرئيسية في استخدام أساليب زراعية قليلة الاستهلاك للمياه ونباتات مقاومة للجفاف. ويمكن أن يؤدي استخدام الري بالتنقيط، وتغطية التربة بالمواد العضوية أو المهاد للحفاظ على رطوبة التربة، وإحياء قنوات القناة إلى خفض استهلاك المياه بشكل كبير. كما أن استخدام المياه المعالجة من مياه الصرف الصحي في المساحات الخضراء والزراعة، والاستفادة من محطات تحلية المياه بالطاقة الشمسية، يمكن أن يوفر مصادر مائية جديدة ومستدامة.

المناطق الجبلية (مثل جبال البرز وزاغروس)

تكتسب حماية موارد المياه الجوفية والينابيع أهمية كبيرة في هذه المناطق. ومن بين الحلول الرئيسية إنشاء قنوات مائية ميكانيكية لنقل المياه إلى السهول، وبناء سدود محلية صغيرة للتحكم في مياه الجريان السطحي، وتخزين مياه الأمطار.

وتشمل الموارد المائية الرئيسية في هذه المناطق الينابيع والأمطار والجريان السطحي، والتي يجب إدارتها بصورة مستدامة.

المناطق الحرجية والرطبة

تكتسب حماية الغطاء النباتي والغابات أهمية كبيرة في هذه المناطق، لأن الغطاء النباتي يؤدي دوراً فعالاً في الحفاظ على رطوبة التربة ومنع التعرية. وتُعد إدارة مياه الجريان السطحي ومنع تلوث مصادر المياه من الإجراءات التي ينبغي تنفيذها. كما يُوصى باستخدام التقنيات الحديثة لتحسين كفاءة استخدام المياه في الزراعة والصناعة في هذه المناطق.

المناطق الساحلية والبحرية

في هذه المناطق، يمكن أن يوفر استغلال المياه المالحة باستخدام تقنيات التحلية بالطاقة الشمسية وطاقة الأمواج موارد مائية مناسبة للزراعة والصناعات. كما أن حماية الأراضي الرطبة والنظم البيئية الساحلية ضرورية للحفاظ على التوازن البيئي.

الهيكل القانوني ونظام الإدارة متعدد المستويات لتحسين استهلاك المياه وإدارتها

لكي تكون إدارة المياه في البلاد فعالة ومستدامة، نحتاج إلى إطار قانوني متماسك ونظام إداري متعدد المستويات يتم تنفيذه على جميع المستويات، ويفتح المجال أمام التيسير والتعاون بين الأجهزة الحكومية والمواطنين.

المستوى الوطني

في هذا المستوى، ينبغي أن تكون التشريعات واضحة وملزمة. ويُعد إقرار قوانين مثل «إلزام ميكنة أنظمة الري في الزراعة والصناعة»، و«اشتراط إصدار ونقل سند الملكية بالالتزام بأنظمة إدارة استهلاك المياه»، و«إلزام إدراج ملحق جغرافي لإدارة المياه في المشاريع الصناعية والعمرانية» من الإجراءات التي توفر التيسير القانوني. كما ينبغي إنشاء هيكل تنظيمي واضح، مثل المجلس الأعلى للمياه، يتولى مسؤولية التنسيق الكلي بين الوزارات والمنظمات والمؤسسات ذات الصلة.

المستوى الإقليمي والمحافظاتي

في هذه المرحلة، تتم إدارة الموارد المائية وفقاً للخصائص الجغرافية والاحتياجات الإقليمية. وينبغي أن تمتلك المحافظات مكاتب لإدارة الموارد المائية تؤدي دوراً تيسيرياً في تنفيذ السياسات العامة والتنسيق بين المؤسسات المحلية والقطاع الخاص. كما ينبغي متابعة تقديم التسهيلات المالية والفنية لميكنة أنظمة الري وإعادة تدوير المياه في الصناعات على هذا المستوى.

المستوى المحلي والمستفيدون

في نهاية المطاف، ينبغي أن يشارك المزارعون والصناعات والمواطنون بصورة مباشرة في إدارة استهلاك المياه. ويُعد التعليم والتوعية وتوفير الأدوات منخفضة التكلفة، مثل العدادات الذكية وأنظمة الري منخفضة الهدر، جزءاً من هذه العملية. كما أن إنشاء جمعيات مهنية محلية للمستفيدين من المياه بهدف الرقابة والتعاون يمكن أن يسهم في استدامة إدارة المياه.

ولا يضمن هذا النظام متعدد المستويات تنفيذ القوانين بصورة أكثر دقة وعملية فحسب، بل يتيح أيضاً إمكانية الرقابة واتخاذ الإجراءات التصحيحية بصورة أسرع، وفي نهاية المطاف يضمن الاستهلاك الأمثل والمستدام للمياه.

طرق متنوعة لتمويل مشاريع المياه والزراعة

استثمار القطاع الخاص (PPP)

إنشاء نماذج للشراكة بين الحكومة والقطاع الخاص لتنفيذ مشاريع مثل محطات معالجة المياه، والري الميكانيكي، والطاقة المتجددة في الزراعة.

الصناديق المحلية والإقليمية

إنشاء صناديق لتنمية الزراعة والمياه في المحافظات، بموارد مشتركة من الحكومة والبلديات والقطاع الخاص والمشاركة الشعبية.

التسهيلات المصرفية الموجهة

تخصيص قروض منخفضة الفائدة أو مدعومة للمشاريع ذات الأولوية، مثل الري الحديث والقنوات ومعالجة مياه الصرف الصحي، مع فترات سداد طويلة الأجل.

إصدار سندات المشاركة والصكوك

استخدام الأدوات المالية الإسلامية لتمويل مشاريع البنية التحتية للمياه والزراعة، بضمان الحكومة أو المؤسسات العامة غير الحكومية.

التسهيلات الدولية وقروض التنمية

الاستفادة من موارد البنك الإسلامي للتنمية والبنك الدولي أو المؤسسات الإقليمية في المشاريع ذات العائد البيئي أو الاقتصادي.

الإيرادات المستدامة من خدمات المياه والبيئة

فرض تعرفه منطقية على المستفيدين من المياه، وبيع المياه العادمة المعالجة، أو فرض رسوم بيئية لتأمين تكاليف الصيانة والتطوير...

دور المؤسسات العامة مثل البلديات والمناطق الحرة

يمكن للبلديات، ولا سيما في المناطق الحضرية والمناطق التي تعاني من شح المياه، المشاركة في تنفيذ مشاريع إعادة تدوير المياه، وري المساحات الخضراء باستخدام المياه العادمة المعالجة، وإنشاء محطات معالجة مياه الصرف الصحي.

دعم إنتاج معدات ترشيد استهلاك المياه الميكانيكية

حوافز الإنتاج المحلي

تقديم دعم للإنتاج والبحث والتطوير (R&D) للشركات القائمة على المعرفة والمصنعين المحليين لمعدات ترشيد استهلاك المياه، مثل:

- أنظمة الري بالتنقيط والري الشريطي
- العدادات الذكية
- أنظمة إعادة تدوير ومعالجة المياه
- معدات معالجة مياه الصرف الصحي المنزلية والصناعية

التسهيلات المصرفية والإعفاءات الضريبية

تقديم تسهيلات منخفضة التكلفة لمصنعي معدات ترشيد استهلاك المياه، وإعفاءات ضريبية متعددة السنوات للمعدات ذات الكفاءة العالية والاستهلاك الأمثل.

دعم ميكنة حفر وإحياء القنوات

- تصميم وتصنيع أجهزة ميكانيكية لحفر القنوات بدعم من وزارة الصناعة والمناجم والتجارة ووزارة الجهاد الزراعي.

- تسهيل استيراد التكنولوجيا والآلات اللازمة لإحياء القنوات ونقل التكنولوجيا إلى داخل البلاد.

إلزام استخدام المعدات المحلية في المشاريع

إعطاء الأولوية للمعدات المصنعة محلياً في جميع المشاريع الحكومية ومشاريع الزراعة والصناعة ومياه الشرب، بهدف زيادة الطلب وتحقيق استقرار سوق المنتجين المحليين.

إنشاء المدن والمجمعات الصناعية المتخصصة

إنشاء مدن أو تجمعات صناعية لإنتاج معدات ترشيد استهلاك المياه، مع توفير البنية التحتية الكاملة والدعم التصديري والوصول إلى الأسواق الإقليمية.

تشجيع استخدام معدات ترشيد المياه من خلال الإعلام والتعليم

- تقديم المعلومات وتدريب المستخدمين والمزارعين للتعريف بمزايا استخدام هذه المعدات، بالتعاون مع وزارة الجهاد الزراعي، وهيئة الإذاعة والتلفزيون في الجمهورية الإسلامية الإيرانية، ووسائل الإعلام الجماهيرية والمهنية.

- تقديم الدعم والحوافز للمشاركة في المعارض المتخصصة.

تجارب ناجحة يمكن الاقتداء بها في ترشيد استهلاك المياه

استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة – تونس

تونس دولة جافة تعاني من شح المياه في شمال أفريقيا، ولديها مناخ متوسطي وصحراوي مشابه لإيران. وقد تمكنت تونس، من خلال الاستثمار في معالجة مياه الصرف الصحي الحضرية، من توفير ما يقرب من ٣٠٪ من احتياجاتها المائية الزراعية من المياه المعاد تدويرها. وقد أسهم هذا الأسلوب في خفض استخراج المياه الجوفية، كما حوّل مشكلة مياه الصرف الصحي إلى مصدر لتوفير المياه مع الحفاظ على البيئة. ويمكن تنفيذ هذا النموذج في العديد من المدن الإيرانية، مثل يزد وكرمان ومشهد.

الزراعة الحديثة في البيوت المحمية – تركيا

استثمرت تركيا خلال العقد الماضي بشكل كبير في البيوت المحمية الذكية. ومن خلال استخدام الأنظمة الخاضعة للتحكم، انخفض استهلاك المياه بنسبة تصل إلى ٩٠٪ مقارنة بالزراعة التقليدية. وفي المقابل، ارتفعت الكفاءة الاقتصادية ونمت صادرات المنتجات الزراعية من البيوت المحمية بشكل كبير. ويمكن لإيران أيضاً اتباع هذا المسار في المناطق التي تعاني من محدودية المياه، ولا سيما جنوب كرمان وفارس وأصفهان وخراسان.

القنوات التي أعيد تأهيلها باستخدام التكنولوجيا الحديثة – إيران

في محافظة خراسان الرضوية وبعض مناطق يزد، نُفذت مشاريع لإحياء القنوات التقليدية باستخدام التكنولوجيا الميكانيكية، وقد وفرت هذه المشاريع، بأقل تكلفة واستهلاك للطاقة، مصدراً مستداماً للمياه للزراعة على مسافات تصل إلى عشرات الكيلومترات. ويمكن تنفيذ هذه التجربة الإيرانية الناجحة في العديد من مناطق السفوح الجبلية في البلاد ضمن نطاق جبال زاغروس والبرز.

الري تحت سطح التربة – أستراليا

في ولايات مثل نيو ساوث ويلز، تمكن المزارعون من ري جذور النباتات مباشرة دون تبخر، من خلال تركيب أنظمة الري تحت سطح التربة. وقد أدت هذه الطريقة، من خلال خفض التبخر بنسبة تصل إلى ٧٠٪، إلى تقليل استهلاك المياه

بشكل كبير، مع زيادة نمو النباتات أيضاً. ويمكن استخدامها في إيران في المناطق الحارة وقليلة الأمطار، مثل سيستان وبوشهر والأهواز.

الزراعة المائية (بدون تربة) – هولندا

تُعد هولندا، رغم محدودية موارد المياه والتربة لديها، واحدة من أكبر الدول المصدرة للمنتجات الزراعية في العالم. ويمكن سر ذلك في استخدام الزراعة المائية التي لا تحتاج إلى التربة وتخفض استهلاك المياه بدرجة كبيرة. وتتمتع هذه الطريقة بجدوى اقتصادية مرتفعة في المناطق الإيرانية ذات التربة الضعيفة والمياه المحدودة، مثل السواحل الجنوبية أو المناطق الصحراوية.

مشاريع جمع مياه الأمطار – الهند

في ولايات مثل راجستان، أسهمت المشاريع المحلية لتخزين مياه الأمطار في المنازل والمدارس والمراكز الزراعية في توفير جزء كبير من الاحتياجات المائية. وقد نُفذت هذه المشاريع بمشاركة السكان والمؤسسات المحلية. ويمكن تنفيذها في إيران أيضاً في المناطق الجبلية أو المناطق التي تشهد هطولاً مركزاً للأمطار، مثل شمال غرب البلاد وكردستان وكرمانشاه.

تمتلك إيران تنوعاً مناخياً كبيراً، ويمكنها تنفيذ مزيج من هذه التجارب بصورة إقليمية وبما يتناسب مع الظروف الجغرافية لكل محافظة. وتتمثل النقطة الأهم في الاهتمام بالجدوى الاقتصادية، وتوطين التكنولوجيا، وتسهيل اللوائح والإجراءات اللازمة للتنفيذ، بحيث تصل المشاريع إلى مرحلة التنفيذ ولا تبقى مجرد خطط على الورق.

تكنولوجيا الاستمطار والإدارة المثلى للأمطار الغزيرة

يُعد الاستمطار إحدى الوسائل العلمية والاقتصادية لزيادة معدلات الهطول في المناطق الجافة وقليلة الأمطار. وفي هذه الطريقة، يتم إدخال جزيئات ومواد محددة، مثل يوديد الفضة أو الأملاح الطبيعية، إلى السحب المناسبة بهدف تعزيز عملية الهطول وزيادتها. وفي بلادنا، جرى اختبار هذه التكنولوجيا واستخدامها على نطاق محدود في بعض المحافظات، مثل يزد وكرمان وخراسان، كما يجري حالياً تطوير البنية التحتية الأساسية اللازمة لها.

وإلى جانب زيادة معدلات الهطول، تتمثل إحدى المزايا المهمة لهذه التكنولوجيا في إمكانية إدارة الأمطار الغزيرة والسيول. ومن خلال التخطيط السليم والتعاون بين هيئات الأرصاد الجوية، والجهات المعنية بالموارد المائية، وإدارات إدارة الأزمات، ومؤسسات الدفاع المدني، يمكن الاستفادة من الأمطار الغزيرة في تغذية المياه الجوفية، وملء السدود، وإحياء الأراضي الرطبة، وتوجيه السيول بصورة مضبوطة، بحيث تتحول الأمطار الغزيرة من مصدر للخسائر إلى مورد لإعادة تأهيل الموارد المائية في البلاد.

وتؤدي الأبراج التي يتم تركيبها في المرتفعات والمواقع الاستراتيجية دوراً مهماً في هذه التكنولوجيا. إذ تقوم هذه الأبراج بإدخال مواد الاستمطار في المواقع التي تتوافر فيها أعلى احتمالات تشكل الهطول، كما يتم تحديد مسار العمليات وشدتها بدقة استناداً إلى البيانات الجوية.

وإلى جانب الصين، التي استثمرت خلال السنوات الأخيرة ١,٥ مليار دولار في هذا المجال، يمكن الإشارة أيضاً إلى الولايات المتحدة وروسيا والإمارات العربية المتحدة بوصفها من الدول النشطة في هذا المجال، حيث قامت كل منها باستثمارات كبيرة وطورت بنى تحتية متقدمة، وسجلت تجارب إيجابية في استخدام هذه التكنولوجيا لإدارة مواردها المائية.

وتتمثل أهم نقطة في نجاح تنفيذ هذه التكنولوجيا في وجود فوائد اقتصادية وبيئية محتملة كبيرة، الأمر الذي يمكن أن يهيئ فرصاً لجذب استثمارات القطاع الخاص. ولتحقيق هذه الإمكانيات، من الضروري تيسير الإطار القانوني ووضع قواعد واضحة وشفافة للمستثمرين، بما يتيح توجيه رؤوس الأموال نحو هذه المشاريع وتنفيذها بصورة منظمة وفعالة.

ومن خلال وضع الأطر التنظيمية المناسبة ودعم مشاركة القطاع الخاص، بما في ذلك شركات الزراعة والصناعات الزراعية، يمكن لتكنولوجيا الاستمطار أن تؤدي دوراً مؤثراً في تحسين إدارة الموارد المائية في البلاد، وأن تشكل جزءاً من الجهود الأوسع لمواجهة الجفاف وشح المياه.

إشراك أصحاب المصلحة من خلال الاستثمار الخاص؛ مفتاح استدامة إدارة المياه

كلما أصبحت النقبات المهنية، والمجالس والمنظمات المحلية والمجتمعية، ومؤسسات المجتمع المدني، والمستثمرون من القطاع الخاص شركاء ومستفيدين في مشاريع توفير المياه، ازدادت حوافزهم ومطالباتهم باستمرار هذه المشاريع وتوسيعها وتنفيذها بصورة مستدامة وسريعة.

ومن الاستثمار في معدات الري الذكي، إلى معالجة مياه الصرف الصحي، وتطوير قنوات القنوات الجوفية التقليدية «القنوات» بصورة ميكانيكية، وإعادة استخدام المياه في القطاعين الصناعي والزراعي، فإن توفير منافع اقتصادية طويلة الأجل للقطاع الخاص يمكن أن يخرج هذه المشاريع من إطار المبادرات الحكومية المؤقتة ويحولها إلى برامج مستدامة ذات مشاركة مجتمعية حقيقية.

الإلزام القانوني بمكنة استهلاك المياه في المؤسسات الحكومية وشبه الحكومية

يمكن للحكومة أن تصدر توجيهاً رسمياً يلزم جميع المؤسسات والجهات الحكومية وشبه الحكومية، ومؤسسات الأوقاف، والبلديات التي تستخدم المياه في الزراعة والصناعة ومياه الشرب وغيرها من القطاعات، باعتماد أنظمة ميكانيكية وذكية وفعالة لاستهلاك المياه.

وينبغي أن ترافق هذه العملية موافقة وإشراف خبراء المياه والصرف الصحي ووزارة الزراعة وغيرها من الجهات الفنية المختصة، بحيث يتم ترشيد استهلاك المياه، وفي الوقت نفسه توفير نموذج عملي يمكن أن يحتذي به القطاع العام والخاص.

ومن شأن هذا الإجراء أن يشجع المؤسسات الكبيرة على الابتعاد عن الاستهلاك غير الرشيد للمياه، وأن تضطلع بدور ريادي في الإدارة الذكية للمياه وترشيد استهلاكها، بما يدعم تنفيذ السياسات الوطنية الشاملة لإدارة الموارد المائية.

الحلول الحديثة لتوفير المياه مع التركيز على التقنيات المحلية وتكنولوجيا النانو

يوفر استخدام تكنولوجيا النانو في قطاع المياه، ولا سيما التقنيات المطورة محلياً، فرصاً عديدة لخفض الاستهلاك وتحسين جودة المياه. ويمكن للجسيمات النانوية والفقايع النانوية أن تسهم في تقليل التبخر، وتحسين عمليات المعالجة، وإتاحة تحكم أكثر ذكاءً في توزيع المياه.

فعلى سبيل المثال، يمكن للفقايع النانوية في معالجة المياه ومياه الصرف الصحي أن تزيد من كفاءة إزالة الملوثات وتخفض استهلاك الطاقة. وفي الري الزراعي، يمكن لاستخدام الفقايع النانوية أن يحسن امتصاص المياه من قبل جذور النباتات ويقلل التبخر، مما قد يؤدي إلى توفير كبير في استهلاك المياه.

وبالإضافة إلى تكنولوجيا النانو، تتيح التقنيات المحلية مثل أنظمة الري بالتنقيط الذكي، والعدادات الذكية، وأجهزة استشعار رطوبة التربة، إدارة أكثر دقة وكفاءة للموارد المائية. ويمكن لهذه التقنيات أن تقلل من فاقد المياه وترفع كفاءة استخدامها في الزراعة والصناعة والاستهلاك المنزلي.

وبشكل عام، فإن دمج تكنولوجيا النانو المحلية مع التقنيات الحديثة الأخرى يمكن أن يشكل مساراً مناسباً نحو الإدارة المستدامة للموارد المائية، مع الحفاظ على البيئة ورفع الكفاءة بصورة ملحوظة.

وتُستخدم جسيمات الفضة النانوية في معالجة المياه، وتمتلك خصائص قوية مضادة للبكتيريا، الأمر الذي يمكن أن يسهم في تقليل استخدام المواد الكيميائية والطاقة في عمليات المعالجة.

فعلى سبيل المثال، تُستخدم جسيمات ثاني أكسيد التيتانيوم النانوية كمحفزات في معالجة مياه الصرف الصحي من خلال عمليات التحفيز الضوئي، حيث يمكن تفكيك الملوثات دون الاعتماد على كميات كبيرة من المواد الكيميائية القاسية، مما قد يقلل الحاجة إلى المياه العذبة.

كما يمكن لجسيمات السيليكا المسامية النانوية أن تزيد من قدرة التربة الزراعية على الاحتفاظ بالرطوبة وتقلل الحاجة إلى الري.

ويمكن للفقاعات النانوية في أنظمة الري بالتنقيط أن تحسن امتصاص النباتات للمياه وتقلل التبخر السطحي، مع الإشارة إلى أن بعض الدراسات والتطبيقات سجلت تحسناً في كفاءة استخدام المياه يصل إلى ٣٠٪.

مكافحة التصحر؛ طريق نحو استصلاح الأراضي وتعزيز الاقتصاد الوطني

تُعد مكافحة التصحر إحدى الوسائل المهمة للحفاظ على الموارد الطبيعية وزيادة الإنتاجية الاقتصادية. ومن خلال استخدام التقنيات الحديثة، مثل الطائرات المسيّرة لنثر البذور، يمكن العمل على استعادة الغطاء النباتي بسرعة في المناطق الجافة والصحراوية باستخدام أساليب الزراعة البعلية حيثما تسمح الظروف بذلك.

ويمكن لهذه الإجراءات أن تسهم في استعادة المراعي والأراضي العامة، وتقليل الاعتماد على واردات أعلاف الثروة الحيوانية، بما قد يسهم في خفض أسعار اللحوم وتعزيز الأمن الغذائي.

ويُعد مشروع «الحزام الأخضر العظيم» في أفريقيا، الذي بدأ عام ٢٠٠٥، أحد النماذج العالمية التي يُستشهد بها في هذا المجال. وتوضح مثل هذه المبادرات أن التخطيط الدقيق والاستفادة من التقنيات الحديثة يمكن أن يساهما في تنفيذ برامج استصلاح الأراضي ومكافحة التصحر بصورة أكثر فاعلية وتحقيق التنمية المستدامة.

خلاصة الجزء الثاني: التقنيات الحديثة والإدارة الاستراتيجية للموارد المائية

أصبح واضحاً أن الاستفادة من التقنيات الحديثة، مثل الاستمطار والإدارة الذكية للسيول والبنية التحتية المتقدمة، يمكن أن تؤدي دوراً مهماً ليس فقط في رفع كفاءة استخدام المياه، وإنما أيضاً ضمن استراتيجية أوسع لإدارة الموارد الطبيعية للبلاد وتعزيز الأمن المائي على المستوى الجيوسياسي.

وقد أظهرت الدول النشطة في هذا المجال أن الاستثمار الموجّه ووجود بيئة قانونية وتنظيمية مناسبة يمثلان عاملين مهمين في الاستفادة المستدامة من الموارد المائية. ومن خلال تسهيل مشاركة القطاع الخاص وتطوير التقنيات المحلية، يمكن التوجه نحو إدارة أكثر ذكاءً للموارد المائية والاستفادة بصورة مؤثرة من ظرفياتها الطبيعية كشور.

ويمكن لهذا النهج أن يسهم في تعزيز المكانة الاستراتيجية للبلاد في المنطقة، ودعم الأمن الغذائي والاستدامة البيئية والمرونة الاقتصادية.