IAEA BULLETIN

مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرّية

منشور الوكالة الرئيسي | أيلول/سبتمبر ٢٠١٨

للاطّلاع على النسخة الإلكترونية
www.iaea.org/bulletin

تسخير التكنولوجيا النووية من أجل المناخ

التخفيف من حدَّة تغيُّر المناخ ورصده والتكيُّف معه

كيف يؤثِّر تغيُّر المناخ في الموارد المائية في كوستاريكا، ص. ١٤

فنلندا تستعين بالقوى النووية لتحقيق الغايات المتعلقة بالمناخ، ص. ٨

الفلبين: استخدام الأعشاب البحرية المعالجة بالإشعاع لزيادة مقاومة محصول الأرز للأعاصير، ص. ١٨

انظر أيضًا: أخبار الوكالة

IAEA
الوكالة الدولية للطاقة الذرّية
تسخير الذرّة من أجل السلام والتنمية

مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرّية

يصدرها مكتب الإعلام العام والاتصالات
الوكالة الدولية للطاقة الذرّية
مركز فيينا الدولي

العنوان:
International Atomic Energy Agency
Vienna International Centre
PO Box 100, 1400 Vienna, Austria
الهاتف: ٠-٢٦٠٠ (١-٤٣)
iaeabulletin@iaea.org

المحرِّر: ميكلوس غاسبر
المحرِّرة المساهمة: لورا غيل
التصميم والإنتاج: ريتو كين

مجلة الوكالة متاحة على الموقع التالي:
www.iaea.org/bulletin

يمكن استخدام مقتطفات من مواد الوكالة التي تتضمَّنها مجلة الوكالة في مواضع أخرى بِحُرِّية، شريطة الإشارة إلى مصدرها. وإذا كان مبيَّناً أنَّ الكاتب من غير موظفي الوكالة، فيجب الحصول منه أو من المنظمة المصدِرة على إذن بإعادة النشر، ما لم يكن ذلك لأغراض العرض.

ووجهات النظر المُعرَب عنها في أيِّ مقالة موقَّعة واردة في مجلة الوكالة لا تُمثِّل بالضرورة وجهة نظر الوكالة الدولية للطاقة الذرِّية، ولا تتحمَّل الوكالة أيَّ مسؤولية عنها.

الغلاف: آنا شلوسمان، الوكالة الدولية للطاقة الذرية

تابعونا على

IAEA

تكمن مهمة الوكالة الدولية للطاقة الذرِّية في منع انتشار الأسلحة النووية ومساعدة كلِّ البلدان، لا سيَّما في العالم النامي، على الاستفادة من استخدام العلوم والتكنولوجيا النووية استخداماً سلميًّا ومأموناً وآمناً.

وقد تأسَّست الوكالةُ بصفتها منظمةً مستقلَّةً في إطار الأمم المتحدة في عام ١٩٥٧، وهي المنظمة الوحيدة ضمن منظومة الأمم المتحدة التي تملك الخبرة في مجال التكنولوجيات النووية. وتساعد مختبراتُ الوكالة المتخصِّصة الفريدة من نوعها على نقل المعارف والخبرات إلى الدول الأعضاء في الوكالة في مجالات مثل الصحة البشرية والأغذية والمياه والصناعة والبيئة.

وتقوم الوكالةُ كذلك بدور المنصَّة العالمية لتعزيز الأمن النووي. وقد أسَّست الوكالةُ سلسلةَ الأمن النووي الخاصة بالمنشورات الإرشادية المتوافق عليها دوليًّا بشأن الأمن النووي. كما تركِّز أنشطةُ الوكالة على تقديم المساعدة للتقليل إلى الحدِّ الأدنى من مخاطر وقوع المواد النووية وغيرها من المواد المشعَّة في أيدي الإرهابيين والمجرمين، أو خطر تعرُّض المرافق النووية لأعمال كيدية.

وتوفِّر معاييرُ الأمان الصادرة عن الوكالة نظاماً لمبادئ الأمان الأساسية، وتجسِّد توافقاً دوليًّا في الآراء حول ما يشكِّل مستوى عالياً من الأمان لحماية الناس والبيئة من التأثيرات الضارَّة للإشعاعات المؤيِّنة. وقد وُضِعت معاييرُ الأمان الخاصة بالوكالة لتطبيقها في جميع أنواع المرافق والأنشطة النووية التي تُستخدَم للأغراض السلمية، وكذلك لتطبيقها في الإجراءات الوقائية الرامية إلى تقليص المخاطر الإشعاعية القائمة.

وتتحقَّق الوكالةُ أيضاً، من خلال نظامها التفتيشي، من امتثال الدول الأعضاء للالتزامات التي قطعتها على نفسها بموجب معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية وغيرها من اتفاقات عدم الانتشار، والمتمثِّلة في عدم استخدام المواد والمرافق النووية إلاَّ للأغراض السلمية.

ولعمل الوكالة جوانب متعدِّدة، وتشارك فيه طائفة واسعة ومتنوِّعة من الشركاء على الصعيد الوطني والإقليمي والدولي. وتُحدَّد برامجُ الوكالة وميزانياتها من خلال مقرَّرات جهازَيْ تقرير سياسات الوكالة — أيْ مجلس المحافظين المؤلَّف من ٣٥ عضواً والمؤتمر العام الذي يضمُّ جميع الدول الأعضاء.

ويوجد المقرُّ الرئيسي للوكالة في مركز فيينا الدولي. كما توجد مكاتب ميدانية ومكاتب اتصال في جنيف ونيويورك وطوكيو وتورونتو. وتدير الوكالةُ مختبراتٍ علميةً في كلٍّ من موناكو وزايبرسدورف وفيينا. وعلاوةً على ذلك، تدعم الوكالةُ مركز عبد السلام الدولي للفيزياء النظرية في تريستي بإيطاليا وتوفِّر له التمويلَ اللازم.

التصدِّي لتغيُّر المناخ بالاستعانة بالعلوم النووية

بقلم يوكيا أمانو، المدير العام، الوكالة الدولية للطاقة الذرِّية

إنَّ تغيُّر المناخ هو أخطر التحديات البيئية التي نواجهها في عصرنا، وهناك عدد متزايد من البلدان التي تستخدم التكنولوجيا النووية لمكافحته. وتُعَدُّ القوى النووية مصدراً مهمًّا للطاقة النظيفة المنخفضة الكربون، وهي الآن مستخدمة بالفعل في نحو ٣٠ بلداً في حين يفكِّر في الأخذ بها عددٌ مماثل تقريباً. ولا ريب في أنَّها سوف يكون لها دور كبير في الحدِّ من انبعاثات غازات الدفيئة. غير أنَّه يتعيَّن أيضاً التصدِّي للأضرار التي لحقت بالبيئة بالفعل بسبب تغيُّر المناخ، وللخطر الذي يشكِّله تغيُّر المناخ على سبل عيش مجتمعات بأسرها.

وبالفعل فإنَّ تطبيقات العلوم والتكنولوجيا النووية في المجالات غير المتصلة بالقوى تقدِّم مساهمة مهمة في هذا الصدد. وبغية إبراز هذه المساهمة، وكذلك إبراز استخدام الطاقة النووية، فقد كُرِّس المحفل العلمي للوكالة لعام ٢٠١٨ لموضوع «تسخير التكنولوجيا النووية من أجل المناخ: التخفيف من حدَّة تغيُّر المناخ ورصده والتكيُّف معه».

التخفيف من حدَّة تغيُّر المناخ

إنَّ تحقيق الهدف النهائي المتمثِّل في التخفيف من حدَّة تغيُّر المناخ سوف يتطلَّب تنفيذ سياسات ونُهُج وتكنولوجيات تهدف إلى خفض تركيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي. وتقدِّم الوكالة دعماً نشطاً لدولها الأعضاء البالغ عددها ١٧٠ دولةً بغية الوقوف على الفوائد التي يمكن أن تستقيها تلك الدول من التكنولوجيا النووية في سياق سعيها لتحقيق هذا الهدف.

وفي الصفحة ٨ من هذا العدد، نتناول الخطط التي وضعتها فنلندا من أجل زيادة حصة الطاقة النووية في إنتاج الطاقة الإجمالي لديها من الثلث إلى النصف بحلول عام ٢٠٣٠، وهو ما يهدف في جزء منه إلى تحقيق التزاماتها المتعلقة بتغيُّر المناخ.

وتعتبر الزراعة أيضاً مصدراً رئيسيًّا من مصادر غازات الدفيئة، بما في ذلك من خلال إنتاج الأسمدة الكيميائية واستخدامها. والأرجنتين والبرازيل وكينيا من بين البلدان التي تدعمها الوكالة، بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو)، في تطبيق التقنيات النظيرية من أجل مساعدة المزارعين على خفض استخدامهم للأسمدة الاصطناعية بنسبة تصل إلى ٩٠٪ (ص. ١٠).

رصد تغيُّر المناخ

تقدِّم العلوم النووية بيانات قيِّمة تساعد العلماء على تكوين فهم أفضل لتغيُّر المناخ. وتكفل هذه البيانات لمقرِّري السياسات قدرة أفضل على اعتماد السياسات المناسبة لحماية البيئة، وعلى رصد آثار هذه السياسات باستخدام التقنيات النووية والنظيرية.

وتهدِّد حالات تكاثر الطحالب الضارة، والسموم التي تنتجها، النظم البيئية وسبل عيش المجتمعات التي تعتمد في كسب رزقها على المحيطات. ولم تكن هذه الطحالب موجودة في السابق إلا في المناطق المدارية وشبه المدارية، بيد أنَّها صارت تظهر بصورة متزايدة في المناطق ذات المناخ المعتدل. وتعمل مختبرات البيئة التابعة للوكالة مع العديد من البلدان من أجل تحديد خصائص حالات تكاثر الطحالب الضارة ورصدها (ص. ١٢).

وتستخدم كوستاريكا الهيدرولوجيا النظيرية في دراسة أنماط هطول الأمطار وإدارة موارد المياه الجوفية بطريقة مستدامة في مواجهة مناخ متغيِّر (ص. ١٤). والتفاعل بين النيوترونات السريعة الحركة وجزيئات الماء يتيح للعلماء قياس المحتوى المائي في التربة على امتداد مساحات شاسعة. ويساعد هذا الأمر المزارعين على إدارة مواردهم المائية ويمكِّن مقرِّري السياسات من وضع تدابير ملائمة للمحافظة على المياه (ص. ١٦).

التكيُّف مع تغيُّر المناخ

ريثما يتواصل العمل على التخفيف من حدَّة تغيُّر المناخ، يحتاج العالم إلى التكيُّف مع تبعاته التي صارت ملموسة بالفعل. وتشمل هذه التبعات الزيادة في ندرة المياه وفي وتيرة وقوع الكوارث الطبيعية وارتفاع درجات الحرارة إلى ما يتجاوز الحدود المعقولة، وجميعها عوامل تهدِّد التنوُّع البيولوجي ويمكن أن تؤدِّي إلى تراجع كبير في الإنتاجية الزراعية. وفي هذا الصدد، هناك ممارسات زراعية جديدة يمكن أن تكون مفيدة للغاية.

ففي الفلبين، على سبيل المثال، استخدم العلماء الإشعاعات من أجل استحداث نوع جديد من مواد حثِّ النمو يمكن أن يجعل محصول الأرز أكثر قوة لكي يتمكَّن من تحمُّل رياح الأعاصير العاتية (الصفحة ١٨). وتمكَّن المزارعون في زمبابوي من التكيُّف مع زيادة جفاف الطقس، وهو ما يرجع الفضل فيه جزئيًّا إلى صنف جديد من محصول اللوبيا استُنبط في مختبرات تديرها الوكالة والفاو (الصفحة ٢٠). ويمكن زيادة فعالية الري بالتنقيط، وهو تقنية تُستخدم في شتَّى أنحاء العالم من أجل المحافظة على المياه، عن طريق استخدام إحدى التقنيات النظيرية (الصفحة ٢٢).

إنَّ الوكالة الدولية للطاقة الذرية ملتزمة بمساعدة البلدان على تحقيق الاستفادة المثلى من العلوم والتكنولوجيا النووية من أجل حماية البيئة والمساهمة في مكافحة تغيُّر المناخ.

”إنَّ الوكالة الدولية للطاقة الذرية ملتزمة بمساعدة البلدان على تحقيق الاستفادة المثلى من العلوم والتكنولوجيا النووية من أجل حماية البيئة والمساهمة في مكافحة تغيُّر المناخ.“

— يوكيا أمانو،
المدير العام للوكالة الدولية
للطاقة الذرِّية

تصديـر

١ التصدِّي لتغيُّر المناخ بالاستعانة بالعلوم النووية

٤ الوكالة وتغيُّر المناخ: التكيُّف معه ورصده والتخفيف من حدَّته

التخفيف من حدَّة تغيُّر المناخ

٦ الوكالة تدعم الدول الأعضاء في تنفيذ اتفاق باريس بشأن تغيُّر المناخ

٨ فنلندا تراقب القوى النووية بغية تحقيق الأهداف المناخية

١٠ الحدُّ من انبعاثات غازات الدفيئة في الزراعة بمساعدة التقنيات النووية

رصد تغيُّر المناخ

١٢ تكاثر الطحالب الضارة: التقنيات النووية تساعد على الحدِّ من سميَّتها والوقاية من تأثيرها في الصحة

١٤ كيف يؤثِّر تغيُّر المناخ في الموارد المائية في كوستاريكا

١٦ كيف تساعد الأشعة الكونية المزارعين على التكيُّف مع تغيُّر المناخ

التكيُّف مع تغيُّر المناخ

١٨ الفلبين: استخدام الأعشاب البحرية المعالجة بالإشعاع لزيادة مقاومة محصول الأرز للأعاصير

٢٠ صنف طافر جديد من محصول اللوبيا يساعد المزارعين في زمبابوي في المناطق المعرَّضة للجفاف

٢٢ شرحُ عملية الري بالتنقيط

رؤية عالمية

٢٤ دور التقنيات النووية في الزراعة الذكية مناخيًّا
— بقلم كريستوف مولر، معهد إيكولوجيا النبات، جامعة يوستوس ليبيغ في غيسن، ألمانيا

٢٦ دور الطاقة النووية في بلوغ غايات اتفاق باريس بشأن تغيُّر المناخ
— بقلم توم م. ل. وايغلي، عالِم متخصِّص في المناخ، جامعة آديلاييد

تحديثات الوكالة

٢٨ جهات مانحة مؤسسية من ثلاثة بلدان تقدِّم مساهمات لتحديث مختبرات الوكالة

٢٨ التعامل مع سمنة الأطفال في أوروبا بمساعدة التقنيات النووية: ندوة الوكالة في المؤتمر الأوروبي بشأن السمنة

٢٩ الوكالة تتيح إرشاداتها بشأن التصرُّف في المصادر المشعَّة المهملة

٣٠ في اجتماع نظَّمته الوكالة، الدول الأعضاء المستجدَّة والمشغِّلة للقوى النووية تناقش توفير التمويل للتصرُّف في النفايات والإخراج من الخدمة

٣٢ المنشورات

الوكالة وتغيُّر المناخ: التكيُّف معه ورصده والتخفيف من حدَّته

بقلم نُوَا مايهيو

”التعامل مع آثار تغيُّر المناخ ليس مشكلة بلد واحد — وإنَّما مشكلة الكوكب برمَّته. وهذا ما يدفع الوكالة إلى دعم الدول الأعضاء في تعزيز فهم الكيفية التي تستطيع بها العلوم والتكنولوجيا النووية أن تواجه بعض تداعيات تغيُّر المناخ.“

— مارتن كراوزي، مدير
في إدارة التعاون التقني، الوكالة

إنَّ تغيُّر المناخ واحدٌ من التحدِّيات البيئية الجسيمة التي تؤثِّر في الإنسانية في الوقت الحالي، ممَّا يؤدِّي إلى ارتفاع خطير في مستوى البحر وإرباك للدورة المائية ويؤدِّي إلى زيادة في وتيرة حالات الأحوال الجوية القاسية. وتساعد الوكالة الدول الأعضاء على مكافحة التغيُّر المناخي على جبهات متعدِّدة: التخفيف من حدَّة إنتاج وإفراز غازات الدفيئة ورصد آثاره السلبية والتكيُّف معها.

فلقد كانت مستويات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي متقلِّبة على مدى مليارات السنين، وذلك أساساً بسبب الأنشطة المدارية والشمسية والبركانية الطبيعية. ومنذ أواسط القرن الثامن عشر، زادت العوامل البشرية المنشأ أكثر فأكثر من تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي للكرة الأرضية، من ٢٧٨ جزءاً في المليون تقريباً إلى أكثر من ٤٠٠ جزء في المليون اعتباراً من عام ٢٠١٦، وفقاً لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيُّر المناخ. هذا بالإضافة إلى زيادات كبيرة في تركيز غازات دفيئة أخرى أقوى، بما في ذلك الميثان وأكسيد النيتروز.

وقال السيد مارتن كراوزي، وهو مدير في قسم التعاون التقني بالوكالة: «إنَّ التعامل مع آثار تغير المناخ ليس مشكلة دولة واحدة فقط — وإنَّما مشكلة الكوكب برُمَّته». «وهذا ما يدفع الوكالة إلى دعم الدول الأعضاء في تعزيز فهم الكيفية التي تستطيع بها العلوم والتكنولوجيا النووية أن تواجه تداعيات تغيُّر المناخ».

التكيُّف

من بين أكثر تأثيرات التغيُّرات المناخية حدَّة الارتفاع العالمي في معدَّلات نُدرة المياه ونقص الأغذية، وفقدان التنوُّع الحيوي وزيادة وتيرة الكوارث الطبيعية الناجمة عن تغيُّر المناخ. ويساهم ارتفاع درجات الحرارة غير المعتاد في الشتاء والربيع، والطقس الذي لا يمكن التنبُّؤ به وفصول الأمطار القصيرة للغاية في نُدرة المياه في العديد من المناطق. ويؤثِّر ذلك بدوره تأثيراً كبيراً في النُّظُم الزراعية، والسلاسل الغذائية الدولية، لا سيَّما في صغار المزارعين ومُربِّي المواشي.

ولمساعدة المجتمعات والبلدان على التكيُّف مع ذلك، تدعم الوكالة أنشطة في مجال استيلاد النباتات، والتصرُّف في التربة والمحاصيل، وإنتاج الثروة الحيوانية ومكافحة الآفات الحشرية. فعلى سبيل المثال، تستفيد السودان من العلوم النووية ومن المساعدة التي تقدِّمها الوكالة لتقديم يد العون لأكثر من ٣٥ مليون شخص حتى يواجهوا تغيُّر المناخ. وتشمل الأنشطة استيلاد أنواع جديدة من النباتات المقاومة للجفاف والحرارة؛ وإنشاء نُظم ريٍّ والاستفادة منها أفضل استفادة من أجل توفير المياه والسماد فضلاً عن تحسين غلَّة المحاصيل؛ ومكافحة الحشرات الناقلة

ساعدت الوكالة السودان على استخدام التكنولوجيات النووية لمكافحة تغيُّر المناخ.

(الصورة من: نيكول جاويرت/ الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

التكيُّف مع الآثار السلبية لتغيُّر المناخ، مثل:
- نُدرة المياه العذبة وحالات نقص الغذاء؛
- النظام البيئي/الخسائر البحرية؛
- المخاطر الجوية التي تهدِّد البنى الأساسية للطاقة.

التخفيف من حدَّة مصادر غازات الدفيئة المنبعثة من:
- مصادر الطاقة العالية الكربون؛
- الاستخدام غير المستدام للأراضي؛
- بالوعات الكربون الطبيعية المتدهورة.

رصد الانبعاثات والتغيُّرات البيئية، مثل:
- مصادر انبعاثات غازات الدفيئة؛
- تحمُّض المحيطات؛
- المخاطر التي تهدِّد النُّظُم البيئية.

للأمراض استعانةً بطريقة تستخدم المواد النووية في مكافحة الآفات الحشرية.

الرصد

بما أنَّ المجتمع الدولي يعمل من أجل إيجاد حلول طويلة الأمد لتداعيات تغيُّر المناخ، فإنَّ البيانات التي يُعوَّل عليها بشأن الكيفية التي تؤدِّي فيها غازات الدفيئة إلى إحداث تغيُّرات في الأرض وفي المحيطات وحول الغلاف الجوي هي بيانات ذات أهمية حاسمة. وتستخدم الوكالة مجموعة متنوِّعة من التقنيات النووية، هي تقنيات نظيرية بالأساس، لتحديد ورصد المخاطر والتهديدات المرتبطة بانبعاثات غازات الدفيئة، وتتقاسم بعدئذ تلك البيانات مع الدول الأعضاء بغية تقديم المساعدة على مواصلة البحوث وصوغ سياسات مناخية مستدامة. فعلى سبيل المثال، عملت كوستاريكا مع الوكالة على قياس كميات احتجاز الكربون ورصد غازات الدفيئة المنبعثة من القطاع الفلاحي وقطاع الألبان. وتسهِّل البيانات التي يحصل عليها علماء كوستاريكا من أجهزة تحليل النظائر المستقرَّة، والتي تساعد على قياس كميات انبعاثات الكربون، الجهود الرامية إلى جعل الزراعة تتخلَّص من الكربون.

التخفيف من حدَّة تغيُّر المناخ

إنَّ التخفيف من حدَّة تغيُّر المناخ هو الهدف الطويل الأمد، الذي يحتاج إلى نُهُج وتكنولوجيا ستُقلِّص من انبعاثات غازات الدفيئة. وتوفِّر الوكالة الدعم للدول الأعضاء لتقييم تطور نظم الطاقة لديها وتساعدها على دراسة الكيفية التي تستطيع بها الطاقة النووية أن تُسهم في توليد الطاقة. ومن المهم إيجاد مجموعة من المهنيين على درجة عالية من المعرفة والاستنارة لوضع سياسات وطنية للطاقة المستدامة والمحافظة عليها.

وتعكف الوكالة حاليًّا على القيام بمشروع بحثي منسَّق مع الدول الأعضاء بشأن كيفية إسهام السياسات المحلية بخصوص الطاقة في التزامات الدول بموجب اتفاق باريس بشأن تغيُّر المناخ لعام ٢٠١٥. ومن خلال التكيُّف مع التداعيات السلبية لتغيُّر المناخ ورصد هذا التغيُّر والتخفيف من حدَّة انبعاثات غازات الدفيئة، تعمل الوكالة مع الدول الأعضاء على المحافظة على البيئة وحماية نُظُم الطاقة من الكوارث والأحوال الجوية المرتبطة بالمناخ.

تساعد الوكالة البلدان على استخدام العلوم والتكنولوجيا النووية في مكافحة تغيُّر المناخ.

(الرسم المعلوماتي: ريتو كين/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

الوكالة تدعم الدول الأعضاء في تنفيذ اتفاق باريس بشأن تغيُّر المناخ

بقلم نُوَا مايهيو

محطة قوى نووية قيد التشييد في الصين.

(الصورة من: كونليث برادلي/ الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

”في الماضي، شاركت كرواتيا في العديد من أنشطة الوكالة واستفادت منها وتمكَّنت من تحسين قدراتها على تخطيط الطاقة ونشر أدوات الوكالة لتقييم نظم الطاقة.“

— ماريو تو ، مستشار في معهد الطاقة الكرواتي

تعاونت الوكالة مع ١٢ دولةً عضواً على وضع استراتيجيات فعَّالة للحدِّ من تغيُّر المناخ عبر مشروع بحثي منسَّق. والهدف من هذا المشروع هو تقديم الدعم في التقييمات الوطنية للدور المُحتمل للقوى النووية في التخفيف من حدَّة انبعاثات غازات الدفيئة، كجزء من الإعداد للاستراتيجيات القُطرية بموجب اتفاق باريس، الذي توصَّل إليه في عام ٢٠١٥ الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الاطارية بشأن تغيُّر المناخ.

وقال السيد هال تورتن، وهو خبير اقتصادي في الطاقة بالوكالة: «إنَّ الأمر يتمحور حول دراسة الكيفية التي تستطيع بها القوى النووية، إلى جانب مصادر أخرى للطاقة المنخفضة الكربون، أن تساهم لعقود قادمة في تحقيق الأهداف التنموية وأهداف الطاقة الفريدة الخاصة بكل دولة عضو.»

ويعتمد هذا المشروع البحثي المنسَّق على مبادرات سابقة، بما في ذلك مشروع الفترة ٢٠٠٦-٢٠٠٩ الذي يدعم الدول الأعضاء التي لديها استراتيجيات للحدِّ من انبعاثات غازات الدفيئة وخيارات للطاقة بغية تحقيق أهداف بروتوكول كيوتو للفترة ٢٠٠٨-٢٠١٢.

ويُعتبر الحدُّ من ارتفاع متوسِّط درجات الحرارة في العالم إلى أقل بكثير من درجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية وإن أمكن إلى أقل من درجة مئوية ونصف، أحد الأهداف الرئيسية لاتفاق باريس. ورغم أنه هدف صعب، فإنه ممكن من الناحية التقنية، بيد أنَّ السياسات الحالية الخاصة بالمناخ سوف تجعل من درجات الحرارة العالمية في الكوكب تتراوح بين ٢,٦ و٤,٠ درجات مئوية فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية بحلول عام ٢١٠٠، وفقاً للتحليل العلمي المستقل «Climate Action Tracker». وحتى مع التعهُّدات التي قدَّمها سابقاً الأطراف الموقِّعون على اتفاق باريس، من الممكن أن ترتفع درجات الحرارة لتصل إلى ٣,٢ درجات مئوية بحلول عام ٢١٠٠. وتعكف أفرقة البحث على المستوى القُطري المشارِكة في المشروع البحثي المنسَّق على تحليل التطورات الوطنية في قطاع

الطاقة وتحليل الخيارات الخاصة بالحدِّ من ارتفاع درجات الحرارة العالمية.

تعزيز تبادل المعارف

في إطار المشروع المذكور، تدعم الوكالة تبادل المعلومات والخبرات عبر استضافة اجتماعات تنسيقية بحثية منتظمة. وسهَّلت هذه الاجتماعات النقاشات المستفيضة بشأن صياغة استراتيجيات وطنية في ميدان الطاقة، فضلاً عن تبادل المعلومات بين الدول الأعضاء والخبراء من الوكالة وسائر المنظمات.

وانعقد ثاني الاجتماعات الثلاثة في فيينا في حزيران/يونيه ٢٠١٨، دلالة على الوصول إلى نصف مرحلة المشروع البحثي المنسق. وقدَّمت أفرقة البحث عروضاً بشأن السياسات، والتقدُّم المُحرز في البحوث والنتائج الأولية. وعكفت عدَّة أفرقة على استخدام الأدوات المُستخدَمة في تخطيط الطاقة، والتي استحدثتها الوكالة بهدف استكشاف مسارات بديلة للطاقة تتناسب وظروفهم الفريدة. وسيُتوَّجُ المشروع البحثي المنسق بإجراء اجتماع ثالث وآخر ختامي في أواخر عام ٢٠١٩، حيث ستعرض الدول المشاركة استنباطاتها المفصَّلة بشأن الدور المُحتمل للطاقة النووية في الحدِّ على الصعيد الوطني من تغيُّر المناخ على مدى العقود القادمة.

ومن المتوقَّع أن تُسهم النتائج التفصيلية والأساس الذي يقدِّمه المشروع البحثي المنسَّق في التشكيل الجاري والاستعراض المنتظم للمساهمات المُحدَّدة وطنيًّا بموجب اتفاق باريس.

وقالت طارا كايطانو، إحدى الباحثات البارزات في مركز بحوث الطاقة بجنوب أفريقيا: «إنَّ المشروع البحثي المنسق عبارة عن منصة ممتازة لتسيير أنشطة البحوث بشأن القوى النووية في جنوب أفريقيا والنظر في هذه الأنشطة.» وأضافت أن الاجتماعات السنوية للمشروع البحثي المنسَّق توفِّر منصة لتقاسم عمل الباحثين، ممَّا يمكِّنهم من التعلُّم من الآخرين ومن تجارب بلدانهم.

استخدام أدوات الوكالة للتخفيف من حدَّة تغيُّر المناخ وتخطيط الطاقة

تساعد الأدوات التي استحدثتها الوكالةُ الدولَ الأعضاءَ – بما في ذلك تلك الدول المشاركة في المشروع المذكور – على تقييم مختلف الخيارات والاستراتيجيات المتاحة لقطاع الطاقة التابع لها، بما في ذلك الدور الذي يمكن أن تضطلع به القوى النووية في المستقبل.

وقال مايرو طوط، المستشار في معهد الطاقة الكرواتي: «في الماضي، شاركت كرواتيا في مختلف أنشطة الوكالة واستفادت منها وتمكَّنت من تعزيز قدراتها على تخطيط الطاقة ونشر أدوات الوكالة لتقييم نظام الطاقة». «إنَّنا نتعلَّم من الآخرين ونساهم في إفادة الآخرين».

وخلال العقود الأربعة السابقة، استحدثت الوكالة مجموعة من الأدوات التحليلية التي تشتمل على:

- **المنصة EBS** (منصة استوديو توازن الطاقة) – لتيسير جمع بيانات الطاقة وترتيبها.
- **النموذج MESSAGE** (نموذج بدائل نُظم إمدادات الطاقة وآثارها البيئية العامة) – لتحليل استراتيجيات إمدادات الطاقة؛
- **النموذج MAED** (نموذج تحليل الطلب على الطاقة) – لدراسة الطلب على الطاقة في المستقبل.
- **التوليفة WASP** (توليفة تخطيط النظم التلقائية بفيينا) – لتوسيع تخطيط قطاع الطاقة؛
- **نظام التحليل FINPLAN** (التحليل المالي لخطط التوسع في قطاع الكهرباء) – لتقييم التداعيات المالية لمشروع القوى النووية.
- **النهج SIMPACTS** (النهج المبسط لتقييم التأثيرات الناجمة عن توليد الكهرباء) – لتحليل آثار مشروع القوى النووية على الصحة البشرية والزراعة.
- **المؤشرات ISED** (المؤشرات المتعلقة بتنمية الطاقة المستدامة) – لتحليل ورصد استراتيجيات تنمية الطاقة المستدامة؛
- **النموذج CLEW** (المناخ واستخدام الأراضي والطاقة والمياه) – لتحليل التفاعلات بين نُظُم المصادر الرئيسية.

محطة براكة للقوى النووية، الإمارات العربية المتحدة.
(الصورة من: الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

فنلندا تراقب القوى النووية بغية تحقيق الأهداف المناخية

بقلم جيفري دونوفان

المفاعل الجديد المتطوِّر العامل بالماء المضغوط، الذي أنشأه الاتحاد الفرنسي الألماني في جزيرة أولكيليوتو. ومن المتوقَّع أن يوفِّر ١٠٪ من الكهرباء في فنلندا عندما يبدأ تشغيله، وسيكون ذلك على الأرجح في أواخر عام ٢٠١٨.

(الصورة من: سفتلومير سلافتشيف/ الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

"إنَّ كون إنتاج الطاقة النووية إنتاجٌ خالٍ من الكربون، أمرٌ يلقى قبولاً وتفهُّماً جيِّدَين في المجتمع الفنلندي، وهو ما يفضي بالتأكيد إلى الترويج لهذه المشاريع التشييدية الجديدة."

— ليزا هايكنهايمو، نائبة المدير العام في إدارة الطاقة بوزارة التشغيل والشؤون الاقتصادية في فنلندا

على امتداد الشواطئ التي تنتشر فيها أشجار الصنوبر في الساحل الغربي الريفي الفنلندي، تُرسم بصمت رؤية للطاقة النظيفة لمستقبل هذا البلد المنتمي لشمال أوروبا. وفي جزيرة أولكيليوتو الصغيرة، يعكف العمال على وضع اللمسات الأخيرة على مفاعل متطور جديد يعمل بالماء المضغوط شُيِّد لكي يلبِّي ١٠٪ من احتياجات فنلندا من الكهرباء. وكما هو الحال بالنسبة إلى كل مفاعلات القوى النووية، فإنَّ الوحدة الضخمة التي تعمل بقدرة تبلغ ١٦٠٠ ميغاواط لن تفرز أيَّ غازات دفيئة تقريباً حتى وإن أنتجت سيلاً منتظماً من الطاقة الكهربائية القادرة على تزويد الملايين من المنازل بالطاقة.

وقال باسي تويوهيما، المسؤول التنفيذي في شركة Teollisuuden Voima Oyj، وهي شركة خاصة فنلندية تملك وتُشغِّل مفاعلَين قديمين في أولكيليوتو فضلاً عن المفاعل الجديد العامل بالماء المضغوط: «مرحباً بكم في المستقبل.» ولاحظ تويوهيما بطريقة فلسفية وهو يقف في قاعة المفاعل في الوحدة الجديدة، والذي من المقرَّر أن يبدأ تشغيلها في أواخر عام ٢٠١٨: «كل صباح، عندما أنظر إلى نفسي في المرآة، أجدُني أفكِّر بالفعل، 'سوف أنقذ العالم — باستخدام التكنولوجيا النووية.'»

وما انفكَّ البلد الذي يعيش فيه ٥,٥ ملايين نسمة يعتمد منذ فترة طويلة على الذرَّة لتوليد الطاقة والتدفئة للمنازل والصناعات التي تستخدم الطاقة بكثافة — ولا سيَّما خلال فصول الشتاء الطويلة والمُظلمة. والآن، وفي إطار استراتيجية وطنية معنية بالمناخ والطاقة تحدِّد مساهمة فنلندا في اتفاق باريس لعام ٢٠١٥ لمكافحة الاحترار العالمي، تتوخَّى الحكومة العمل بمزيج من مصادر الطاقة المتجدِّدة والطاقة النووية كعامل أساسي لتحقيق هدفها الأسمى: أن تصير مجتمعاً خالياً من الكربون بحلول منتصف هذا القرن.

وقال ريكو هيوتيونون، المدير العام في إدارة الطاقة في وزارة التشغيل والشؤون الاقتصادية: «لا يمكن لأحد أن يُميِّز بين سياسات المناخ وسياسات الطاقة في هذه الأيام، والهدف الأبرز للسياسة الفنلندية في مجال الطاقة هو تقليص انبعاثات غازات الدفيئة». «والأداة الأهم لتحقيق ذلك هو مصادر الطاقة المتجدِّدة، ولكننا وبكل تأكيد ينبغي أن نستخدم كل الإمكانيات المتاحة لخفض الانبعاثات، والطاقة النووية توفِّر أحد الحلول الجيِّدة في سبيل تحقيق ذلك».

وتعود بدايات القوى النووية في فنلندا إلى أواخر سبعينات القرن العشرين، عندما بدأ تشغيل أول مفاعلاتها الأربعة القائمة للقوى النووية، وهو مفاعل يوفِّر ثُلث إنتاج فنلندا من الكهرباء. وبصرف النظر عن عدم وجود أنواع أصلية من الوقود الأحفوري، قال هيوتيونن إنَّ السبب الأهم وراء استحداث القوى النووية هو ضمان وجود ما يكفي من الطاقة لفصول

الشتاء الطويلة في البلد، إضافة إلى صناعاتها الحرجية والحديدية والكيميائية.

من أمن الطاقة إلى التخفيض من انبعاثات غازات الدفيئة

بما أنَّ هدف سياسة الطاقة تحوَّل في السنوات الأخيرة نحو تقليص انبعاثات غازات الدفيئة، فإنَّ هناك مزايا أخرى في مجال القوى النووية أصبحت محطَّ الاهتمام. ورغم أنَّ الحكومة تصبو إلى التخلُّص تدريجيًّا من الفحم وزيادة استخدام مصادر الطاقة المتجدِّدة، مثل الطاقة الشمسية والرياح وأنواع الوقود الحيوي، بغية خفض الانبعاثات بنسبة تصل إلى ٩٥٪ بحلول عام ٢٠٣٠، فإنَّ واضعي السياسات يُصرِّحون أيضاً بأنَّ تحقيق أمن الطاقة وأهداف المناخ لن يحدث فقط من خلال استخدام مصادر طاقة متقطِّعة.

وقال هيوتيونن: «ستقدِّم الشبكات الذكية يد المساعدة، ولكن سوف نحتاج سعة تخزينية ضخمة حتى نتمكَّن من تدبُّر أمورنا بالطاقة الشمسية وطاقة الرياح فقط، وهذه التكنولوجيات ليست متوافرة بعدُ.»

وعندما يصبح المفاعلان الجديدان قيد التشغيل في أولكيليوتو وهنهيكيفي، وهذا محطةٌ أخرى خُطِّط لتشييدها في الأعوام المقبلة، من شأن القوى النووية أن توفِّر أكثر من نصف إنتاج فنلندا من الكهرباء — وكلها خالية تقريباً من انبعاثات غازات الدفيئة. وبالإضافة إلى ذلك، فإنَّ فنلندا في طريقها لتصبح أول بلد يستخدم مستودعاً جيولوجيًّا عميقاً للتخلُّص الدائم من الوقود النووي المستهلك. ومن المتوقَّع أن يبدأ تشغيله في أواسط عام ٢٠٢٠.

وقالت ليزا هايكينهايمو، المسؤولة عن الطاقة النووية بصفتها نائبة المدير العام لإدارة الطاقة في وزارة الشؤون الاقتصادية والتشغيل: «إنَّ كون إنتاج الطاقة النووية إنتاجٌ خالٍ من الكربون، أمرٌ يلقى قبولاً وتفهُّماً جيِّدَين في المجتمع الفنلندي، وهو ما يفضي بالتأكيد إلى الترويج لهذه المشاريع التشييدية الجديدة». «وبالإضافة إلى ذلك، فإنَّ الجهود المبذولة في فنلندا لإدارة التخلُّص من الوقود النووي المستهلك هي مسألة كانت مُهمَّة أيضاً لكي يتقبَّل عامة الناس القوى النووية».

وتنظر استراتيجية فنلندا للطاقة والمناخ في إمكانية التعويل في نهاية المطاف على مصادر الطاقة المتجدِّدة حتى تغطي كافة احتياجات البلد من الطاقة. ولكن في الوقت الحالي، يقول هيوتيونن إنَّ ذلك غير واقعي — وليس ذلك بالنسبة إلى فنلندا فقط.

وقال: «إنْ أردنا تحقيق أهداف اتفاق باريس بشأن تغيُّر المناخ — و نحن بعيدون كلَّ البعد في الوقت الحالي عن تحقيق ذلك — علينا أن نستفيد من كل التكنولوجيات المنخفضة الكربون.» «وأن ترغب كلُّ دولة على حدة في القيام بذلك هو قرار سياسي، ولكننا كعالم واحد نحتاج أيضاً للقوى النووية من أجل تحقيق أهداف المناخ».

محطة أولكيليوتو للقوى النووية في جنوب غرب فنلندا، حيث من المتوقَّع أن يبدأ تشغيل المفاعل الجديد المتطوِّر العامل بالماء المضغوط مع اقتراب نهاية عام ٢٠١٨.

(الصورة من: سفتلومير سلافتشيف/ الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

الحدُّ من انبعاثات غازات الدفيئة في الزراعة بمساعدة التقنيات النووية

بقلم مات فيشر

يزداد استخدام المزارعين للوسائل الزراعية المستدامة بغية تعزيز الإنتاجية، والتقليل من انبعاثات غازات الدفيئة في الوقت ذاته. وفي سلسلة من مشاريع البحث التي نسّقتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو)، يجري التأكد من فعالية الوسائل الزراعية المراعية للبيئة من خلال تقنيات النظائر المستقرة.

وعادةً ما تنطوي الزراعة، ولا سيما العمليات التجارية الواسعة النطاق، على الزراعة الأحادية النوع إلى جانب استخدام كميات هائلة من الأسمدة الكيميائية — وغالباً ما يكون ذلك على حساب النظم البيئية. والزراعة الأحادية النوع ممارسة تتمثَّل في زراعة نفس المحصول في نفس القطعة من التراب عاماً بعد عام، وذلك ما يؤدِّي إلى انخفاض خصوبة التربة. ويعوِّض المزارعون هذا الانخفاض في خصوبة التربة باستخدام كميات زائدة من الأسمدة الكيميائية، وذلك ما يساهم في تغيُّر المناخ من خلال إفرازها ١,٢ مليون طن من أكسيد النيتروز سنويًّا على نطاق العالم، وأكسيد النيتروز غازُ دفيئةٍ أقوى من ثاني أكسيد الكربون بـ٢٦٠ ضعفاً.

أبقار ترعى على حصاد حقول الأرز المزروعة وفق النظام المتكامل الذي يجمع بين المحاصيل والثروة الحيوانية.

(الصورة من: محمد زمان/ الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

وتنطوي الممارسات الزراعية المستدامة الكامنة في صميم مشاريع البحث على حلول فعَّالة من حيث التكلفة ترمي إلى تعزيز الإنتاجية وتكافح في الوقت ذاته تغيُّر المناخ.

البرازيل: الأسمدة العضوية تقلِّل من التكاليف وتجعل التأثير البيئي عند حدِّه الأدنى

تمدُّ الأسمدة الكيميائية الأرض بالمزيد من النيتروجين من أجل زراعة المحاصيل. وغالباً ما يُعَدَّ استخدامها ضروريًّا لكي تكون الزراعة مجدية اقتصاديًّا. غير أنَّ الاستخدام المتكرِّر أو المفرط لهذه الأسمدة مكلف ويضرُّ بالنظام البيئي. وفي البرازيل، يلجأ المزارعون إلى تقنية معروفة بالسماد الأخضر، وتنطوي هذه التقنية على الظاهرة الطبيعية المتمثِّلة في عملية التثبيت البيولوجي للنيتروجين.

ويغرس المزارعون أنواعاً مختلفة من المحاصيل البقولية، من قبيل الفاصوليا السيفية والفاصوليا المخملية. وتوجد جراثيم في جذور هذه المحاصيل تحوِّل النيتروجين الملتقط من الهواء إلى شكل عضوي تستطيع النباتات الأخرى استهلاكه، وذلك ما يُخصِّب الأرض. وبعد حصاد البقوليات وترك بقايا المحاصيل، تُغرس المحاصيل الرئيسية من قبيل الحبوب ومحاصيل الحبوب في نفس الحقل وتستفيد من النيتروجين الذي أصبح متوافراً في التراب، وذلك بإضافة كميات دنيا من الأسمدة الكيميائية.

وقال سيغوندو أوركياغا، وهو باحث من الهيئة البرازيلية للبحوث الزراعية، «إنَّ دراسات أجريت حديثاً في الزراعة البرازيلية تبيِّن أنَّ أكثر من ٧٦٪ من جميع النيتروجينات الموجودة في الحبوب والبقوليات المحصودة مستمدٌّ من التثبيت البيولوجي للنيتروجين، وأنَّ أقلَّ من ٢٠٪ منها مستمدٌّ من أسمدة كيميائية». وأضاف أنَّ السماد الأخضر يساعد المزارعين أيضاً على توفير المال، إذ يُقدَّر أنَّ سعر السماد العضوي لا يبلغ إلاَّ دولاراً أمريكيًّا واحداً لكلِّ كيلوغرام من النيتروجين، وذلك ما قد يؤدِّي إلى وفورات تصل إلى ١٣ مليار دولار سنويًّا.

ومن خلال اعتماد السماد الأخضر، تشارف البرازيل على تحقيق هدفها فيما يخص انبعاثات غازات الدفيئة — أي تخفيض هذه الانبعاثات بنسبة ٤٣٪ بحلول عام ٢٠٣٠ مقارنةً بمستويات عام ٢٠٠٥. وبما أنَّ الزراعة

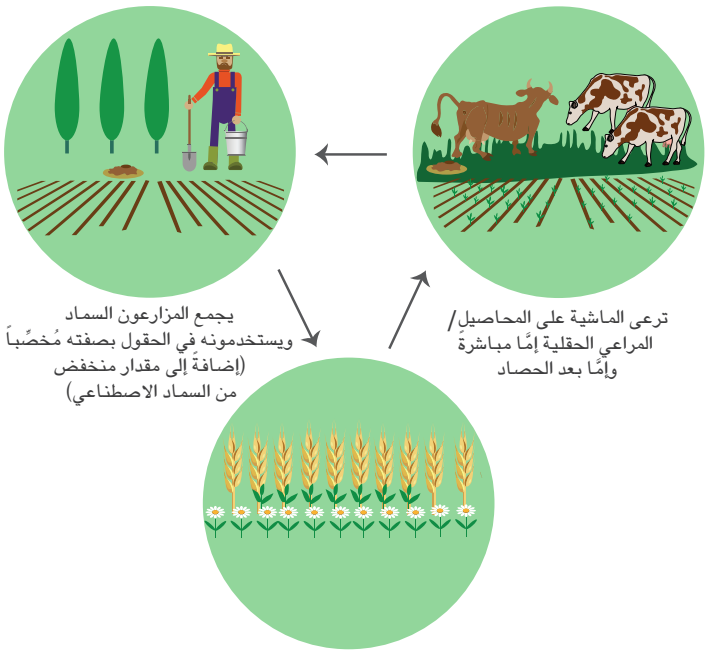
تتسبَّب في ٢٤٪ تقريباً من انبعاثات غازات الدفيئة عالميًّا، سيساعد التنفيذ المتنامي لهذه الممارسة البرازيل على تحقيق ذلك الهدف.

النظم الزراعية المتكاملة تساهم في مكافحة تغيُّر المناخ وتعزِّز غلات المحاصيل

تعتبر النظم المتكاملة التي تجمع بين المحاصيل والثروة الحيوانية ممارسة زراعية مستدامة أخرى تدعمها التقنيات النووية في إطار مشروع بحثي منسق تشارك فيه الأرجنتين وإندونيسيا وأوروغواي وأوغندا والبرازيل وكينيا والهند. وترتكز هذه الممارسات على مفهوم بسيط: يمكن تحقيق أعلى مقدار ممكن من غلات المحاصيل بإعادة تدوير المغذِّيات الموجودة في السماد الحيواني ومخلَّفات المحاصيل. ويحدُّ ذلك من الحاجة إلى الأسمدة الكيميائية التي تنبعث منها كميات كبيرة من غازات الدفيئة، الأمر الذي يساهم في تغيُّر المناخ. وفي ظلِّ النظام المتكامل الذي يجمع بين المحاصيل والثروة الحيوانية، يمكن للماشية إمَّا أن ترعى على المحاصيل الحقلية مباشرة أو أن تُغذَّى بالمحاصيل بعد الحصاد. وحينئذ يجمع المزارعون السماد الحيواني من الماشية ويستخدمونه كسماد، ومن ثمَّ إعادة الكثير من المغذِّيات إلى التربة.

ويتَّبع المزارعون في البرازيل ممارسات متكاملة تجمع بين المحاصيل والثروة الحيوانية بغية حرث الأرض على نحو أنجع. وقال السيد جيفرسون دايكو، عالم التربة من جامعة بارانا الاتحادية بالبرازيل: «إننا نتحرَّك في اتِّجاه تنفيذ زراعة تراعي حفظ الموارد، وقد وقفنا على جدوى هذا النَّهج المشتمل على النُّظُم المتكاملة التي تجمع بين المحاصيل والثروة الحيوانية». ونتيجة لذلك، انخفضت انبعاثات غازات الدفيئة من البول والروث بنسبة ٨٩٪. وقال خوان كروز كولازو، وهو عالم في المعهد الوطني الأرجنتيني للتكنولوجيا الزراعية، إنَّ الأرجنتين تمكَّنت من زراعة المحاصيل الأكثر مقاومةً لآثار تغيُّر المناخ. وقال «لقد استفدنا من هذا المشروع من خلال تحسين أراضينا الزراعية من خلال تناوب المحاصيل». وأضاف: «لقد لاحظنا ارتفاعاً بنسبة ٥٠٪ في محتوى الكربون العضوي في التربة، ممَّا يعزِّز قدرة نظام زراعة المحاصيل على التكيف مع التغيُّرات المناخية التي قد تعوق، لولا ذلك، غلاّت المحاصيل».

كيفية عمل نظام متكامل يجمع بين المحاصيل والثروة الحيوانية



(الرسم المعلوماتي: ريتو كين/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

العلوم
القافيات النظيرية

لقياس أثر الممارسات المتكاملة التي تجمع بين المحاصيل والثروة الحيوانية وأثر السماد الأخضر، يستخدم العلماء النظائر المستقرة التي لا تنبعث منها إشعاعات من قبيل النيتروجين-١٥ والكربون-١٣ في قطع أراض تجريبية صغيرة. ويتيح ذلك لهم تعقُّب وتحليل مدى كفاءة استهلاك المحاصيل للنيتروجين، ومدى تراكم الكربون أو تخزينه في التربة.

ومن خلال تقنية النيتروجين-١٥ يستطيع العلماء مراقبة القدر الذي امتصَّته النباتات من هذه النظائر، خلال فترة زمنية تمتدُّ لأشهر عدَّة. ويمكِّنهم ذلك من تقديم المشورة للمزارعين بشأن الكمية الدقيقة للسماد الحيواني و/أو سماد النيتروجين الكيميائي الواجب استخدامها فيما يخصُّ محاصيلهم.

ويُستخدم الكربون-١٣ لتقييم جودة التربة. وعندما تُخصَّب التربة بوضع السماد الحيواني ومخلَّفات المحاصيل، يزداد محتواها من الكربون العضوي. وبتعقُّب نظير الكربون-١٣، يتمكَّن العلماء من تحديد استقرار الكربون ومصادره في التربة ومن ثَمَّ حالة خصوبة التربة، وهو أمر ضروري لضمان التطبيق الأمثل لتلك الممارسات الزراعية المستدامة.

تكاثر الطحالب الضارَّة: التقنيات النووية تساعد على الحدِّ من سميَّتها والوقاية من تأثيرها في الصحة

بقلم سارة جونز كوتور وميكلوس غاسبر

باحثون في الوكالة يأخذون عيِّنات من تحليل المواد السامة باستخدام تقنية اختبار ارتباط اللجينات الموسومة إشعاعيًّا بالمستقبلات.
(الصورة من: الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

”تأثير الأمراض المنتقلة عن طريق الأغذية يماثل في ضخامته تأثير أمراض مثل الملاريا والسُّل. وثمَّة حاجة إلى بذل المزيد من العمل لجمع البيانات ووضع المنهجيات اللازمة لتتمكَّن الدول من معالجة هذه القضية.“

— أنجيليكا تريتشر، منسِّقة، إدارة سلامة الأغذية والأمراض الحيوانية المصدر، منظمة الصحة العالمية

خلال العقد المنصرم، اتَّسعت الرقعة الجغرافية لتكاثُر الطحالب الضارّة وزادت كثافته، وارتبط هذا التغيُّر بالاحترار العالمي. ويلجأ عددٌ متزايد من البلدان إلى العلوم النووية من أجل تحديد وقياس حالات تكاثُر الطحالب الضارَّة والسموم الحيوية التي تنتجها، ومن ثمَّ فإنَّ هذه البلدان تصوغ السياسات وتضع التدابير المضادة المناسبة لمكافحة تأثيرها بفعالية أكبر بالاستعانة بالبيانات المتاحة لديها.

وفي كلِّ عام، يتسبَّب تكاثُر الطحالب الضارَّة في تسميم آلاف البشر على نطاق العالم بسبب استهلاك الأغذية البحرية الملوَّثة واستنشاق سموم في الهواء. وقالت ماري ياسمين دشراوي بوتّاين، الباحثة العلمية في مختبرات البيئة في موناكو التابعة للوكالة: «في مواجهة الزيادة الظاهرة في وتيرة هذا التكاثر، وتوزيعه الجغرافي وكثافته، صارت مكافحته على نطاق عالمي أمراً ملحًّا».

وتوفِّر الطحالب المجهرية المصنَّفة في أسفل السلسلة الغذائية البحرية المغذِّيات للكائنات البحرية، وهي مسؤولة عن إنتاج ما يزيد على نصف إمدادات الأكسجين على كوكب الأرض. لكن يمكن أن تؤدِّي عوامل مثل درجة حرارة المياه السطحية، أو حركة الرياح والمياه، أو الحركة الطبيعية للمياه الغنية بالمغذِّيات نحو السطح أو تراكم الصرف الزراعي نحو البحر إلى تكاثر الطحالب، والتي يمكن أن تشمل في بعض الأحيان أنواعاً سامَّة.

وعلى الرغم من أنَّ استراتيجيات التحكُّم في أثر العوالق السامة التي تطفو على الماء واضحة المعالم، فإنَّ الفهم

تحمُّض المحيطات

ثمَّة أثر آخر لتغيُّر المناخ في المحيطات يتمثَّل في تحمُّض المحيطات، وهو مجال مهم من مجالات البحوث في الوكالة .

فزيادة كمية ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي تؤدِّي إلى زيادة ثاني أكسيد الكربون في المحيطات، ما يجعل المحيطات أكثر حمضية وهو ما يهدِّد الموائل المحيطية. وتعمل الوكالة مع الدول الأعضاء على استخدام التقنيات النووية لقياس تحمُّض المحيطات، ممَّا يتيح بدوره لواضعي السياسات اتخاذ تدابير لمكافحة ذلك.

إنَّ التقنيات النووية والنظيرية أدوات قوية لدراسة تحمُّض المحيطات وقد أسهمت على نحو كبير في التحقُّق من التغيُّرات السابقة في حموضة المحيطات والآثار المحتملة في الكائنات البحرية. ويستخدم باحثون في مختبرات البيئة التابعة للوكالة الكالسيوم-٤٥ للتحقُّق من معدَّلات النمو في الكائنات المتكلسة، مثل الشعاب المرجانية، أو بلح البحر والرخويات الأخرى، التي تتكوَّن هياكلها العظمية وأصدافها من كربونات الكالسيوم. ويمكن استخدام القافيات أيضاً لتحديد كيفية تأثير تحمُّض المحيطات في فيسيولوجية سائر الكائنات البحرية وأثر مجموعة من الضغوطات مثل تحمُّض المحيطات وارتفاع درجات الحرارة والملوِّثات.

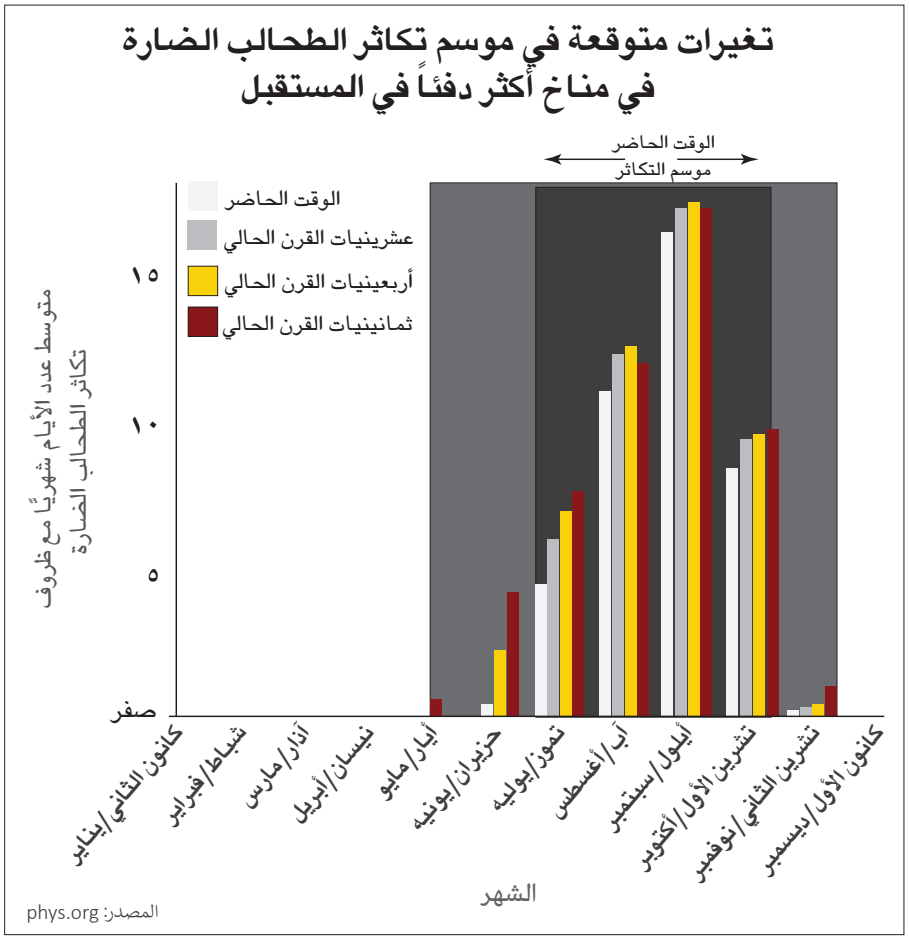
العلمي لهذه الكائنات في قاع المحيط، المعروفة بالأنواع القاعيَّة، لا تزال تشوبه بعض الثغرات. وقالت كليمنس جاتي، عالمة البحوث في معهد لوي مالارديه في بولينيزيا الفرنسية، إنَّ التغيُّرات البيئية المرتبطة بتغيُّر المناخ يمكن أن تزيد الأمور سوءاً في المناطق المدارية، حيث تشكِّل الشعاب المرجانية الميِّتة موائل جيِّدة للطحالب الكبيرة. ومع تزايد عدد الشعاب المرجانية التي تموت، من المرجَّح انتشار تكاثُر الطحالب الضارَّة القاعية والمخاطر الصحية المرتبطة بذلك. وبالمثل، ومع ارتفاع درجات الحرارة عالميًّا، تزدهر الأنواع السُّمية الاستوائية في مساحة موسَّعة من المناطق شبه الاستوائية والبحار والمحيطات المعتدلة.

وأحد أكثر الأمراض شيوعاً هو التسمُّم بسمكة سيغاتيرا، وهو تسمُّم غير بكتيري للمأكولات البحرية ناجم عن تناول أسماك ملوَّثة بسموم سيغاتيرا من تكاثر الطحالب الضارَّة القاعية. وأصبحت سيغاتيرا، التي كانت تقتصر في السابق على المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، تنتشر الآن في المياه الساحلية الأوروبية.

وقالت غاتي: «إنه مرض معقَّد، ولايزال غير مفهوم بشكل جيِّد». «ويمكن أن يظهر المرض من خلال ١٧٥ من الأعراض المختلفة التي يمكن أن تستمر لأشهر أو ربما لعقود، ممَّا يجعل تشخيص المرض ومكافحته يشكِّل أحد التحدِّيات أمام الأطباء».

وتعمل الوكالة مع علماء من جميع أنحاء العالم لتنمية القدرة على الكشف الدقيق عن السموم في البيئة والمأكولات البحرية، حتى يتمكَّنوا من تنفيذ تدابير مضادَّة مثل إغلاق المصايد وحظر تناول المأكولات البحرية عندما يكون ثمة خطر متفاقم للتسمُّم (انظر مربَّع العلوم).

وأكَّدت أنجيليكا تريتشر، المنسِّقة في إدارة سلامة الأغذية والأمراض الحيوانية المصدر التابعة لمنظمة الصحة العالمية إنَّ «تأثير الأمراض المنقولة عن طريق الغذاء هو يعادل تأثير أمراض مثل الملاريا والسُّل».



وأضافت قائلة: «هنالك حاجة إلى المزيد من العمل لجمع البيانات ووضع منهجيات حتى يتسنَّى للدول معالجة هذه المسألة».

وستواصل الوكالة العمل مع وكالات أخرى تابعة للأمم المتحدة لمعالجة الأخطار الناشئة التي سبَّبها تكاثُر الطحالب الضارّة. وقالت دشراوي بوتّاين: «إنَّ تحسين تقييم المخاطر المرتبطة بتكاثر الطحالب الضارَّة سيساعد على تقليص تأثيرها في صحة الإنسان والاقتصاد والمجتمع ككل». «وسيساهم ذلك في تحقيق أهداف التنمية المستدامة».

العلوم

قياس السموم الحيوية في المأكولات البحرية

تعمل الوكالة مع خبراء في الدول الأعضاء لتنمية القدرة على اكتشاف وقياس السموم الحيوية في المأكولات البحرية. فباستخدام التقنيات النووية والنظيرية، يمكن للباحثين قياس السموم الحيوية بدقة ودراسة كيفية تنقُّلها من كائن حي إلى كائن حي آخر، وهي ترتقي درجات السلسلة الغذائية مع احتمال وصولها إلى أطباقنا.

ويُعَدُّ اختبار قياس ارتباط اللجينات الموسومة إشعاعيًّا بالمستقبلات (RBA) أحد التقنيات النووية المستخدمة في هذا الشأن. وهو يعتمد على التفاعل النوعي بين السموم والمستقبلات التي تربطها (الأهداف الدوائية)، حيث تتنافس مادة سامَّة موسومة إشعاعيًّا على عدد محدود من مواقع ربط المستقبِلات مع المادة السُّمية في العيِّنة قيد التحليل، وهذا ما يتيح تقدير كمية السُّمية في العيِّنة.

كيف يؤثِّر تغيُّر المناخ في الموارد المائية في كوستاريكا

بقلم لورا غيل

العلماء يعدُّون عيِّنات من مياه الينابيع لتحليل الغازات الخاملة الموجودة فيها، في هيريديا، كوستاريكا.
(الصورة من: ل. كاسترو/ESPH)

> **"رغم أنَّه كان لدينا دائما لوائح معمول بها من أجل حماية ما لدينا من المياه، فإنَّ الفارق الآن هو أنَّه صار بوسعنا أن نكون أكثر دقَّة وكفاءة."**
>
> — ريكاردو سانشيز موريلو، منسِّق فريق البحوث المعني بالنظائر المستقرة، الجامعة الوطنية في كوستاريكا، هيريديا

تقع كوستاريكا على الشريط الرفيع من اليابسة الذي يفصل بين المحيط الهادئ والبحر الكاريبي، وقد شهدت البلاد في السنوات الأخيرة ارتفاع درجات الحرارة في المحيط فوق المستوى المتوسط كما شهدت أوَّل إعصار يُسجَّل في تاريخ البلد. وبمساعدة الوكالة، بدأ العلماء في كوستاريكا يتجهون الآن إلى التقنيات النظيرية من أجل رصد هذه الأحداث الجوية المتطرفة وتوفير الحماية للمياه والسكان في البلاد، في منطقة حُدِّدت باعتبارها من المناطق التي يمكن أن تتضرَّر بوجه خاص من تغيُّر المناخ.

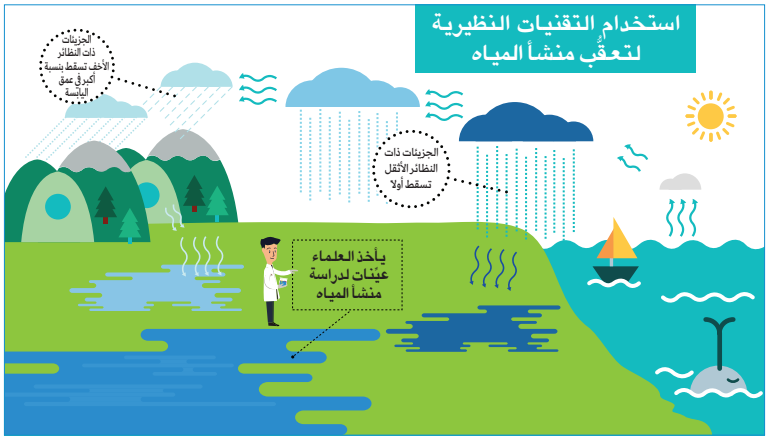
وقال السيد ريكاردو سانشيز موريلو، منسِّق فريق البحوث المعني بالنظائر المستقرة، الجامعة الوطنية في كوستاريكا في هيريديا: «إنَّ الماء له ذاكرة. وبالاستعانة بالنظائر، يمكنِّنا أن نسجِّل هذه الذاكرة وأن نستخدم المعلومات الراهنة التي نجمعها من مياه الأمطار من أجل فهم الأحداث المناخية التي وقعت في الماضي وتحسين الخطط التي تعدُّها كوستاريكا من أجل مواجهة الأحداث الجوية التي ستقع في المستقبل، بما في ذلك الأعاصير.» وفي عام ٢٠١٥، وبعد فترة من الجفاف الشديد، شهدت منطقة أمريكا الوسطى واحدة من أشدِّ حالات ظاهرة إلنينيو للتذبذب الجنوبي — وهي ارتفاع في درجة حرارة سطح المحيط يحدث في المنطقة منذ قرون. وبعد عام واحد، واجهت كوستاريكا أوَّل إعصار يُسجَّل في تاريخها حتى اليوم في المنطقة الواقعة في أقصى جنوب أمريكا الوسطى.

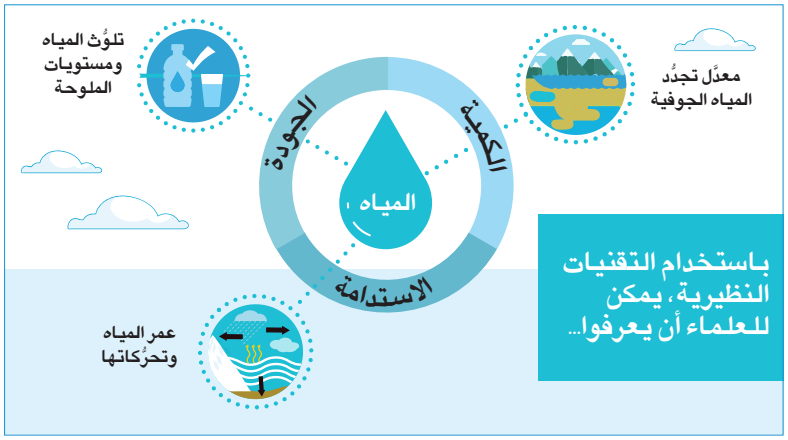
وقال السيد سانشيز موريلو: «لم تكن لدينا أيُّ سجلات تاريخية بشأن تأثُّر كوستاريكا بأيِّ أعاصير. ولذلك فقد كنا معرَّضين للخطر وعانينا من العواقب، لأنَّنا لم نكن نعرف كيف نتصدَّى للحدث.»

وتحمل الظواهر من هذا القبيل في طياتها مجموعات من البصمات النظيرية يمكن للعلماء مثل السيد سانشيز موريلو أن يجمعوها باستخدام تقنيات خاصة مستمدة من المجال النووي. وفور تسجيل هذه البيانات النظيرية، يستخدمها العلماء، بالاقتران مع النماذج المناخية والسجلات المناخية السابقة، لتوقُّع وتيرة وقوع الأحداث الجوية في المستقبل وحجم تلك الأحداث وشدَّتها وإبلاغ السلطات حتى تعمل بدورها على تحسين تأهُّبها. ويُطلق على العلم المستخدم في ذلك علم الهيدرولوجيا النظيرية (انظر المربَّع أدناه).

وقال السيد سانشيز موريلو: «صار لدينا الآن القافيات، التي تعمل وكأنَّها نظام للحراسة. حيث تتيح لنا هذه التقنيات القدرة على أن نرى ما لا تستطيع الأجهزة التقليدية الوصول إليه. فما لا تراه الأساليب التقليدية، تراه النظائر».

ومن خلال الاستعانة بالتقنيات النظيرية من أجل دراسة النظم المائية غير المفهومة جيِّداً، يجد الخبراء أيضاً حلولاً للتحدِّيات المائية المتعلقة بتغيُّر المناخ والتي تؤثِّر حتى في المناطق التي تشهد أعلى معدَّلات لهطول الأمطار، بما فيها كوستاريكا. وباستخدام هذه التقنيات، يمكن للعلماء أن يحدِّدوا كمية الإمدادات المائية ونوعيتها. إذ يستخدمون النظائر الطبيعية المنشأ كقافيات بغية معرفة مصدر المياه الجوفية، وما إن كانت حديثة أم قديمة، وما إن كانت تتجدَّد أو ملوَّثة، وكيفية جريانها.





(الرسم المعلوماتي: فادي نصيف/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

ومن خلال برنامج الوكالة للتعاون التقني، تلقَّى علماء الهيدرولوجيا في كوستاريكا الدعم والتدريب من أجل إقامة شبكة للرصد تتعقَّب عمليات هطول الأمطار والمياه الجوفية.

ويساعد فهم أنماط سقوط الأمطار العلماء على معرفة الأماكن والأوقات والطرق التي تتجدَّد بها المياه — وهي معلومات لها أهمية بالغة في إعداد خطط إدارة الأراضي والمياه. وباستخدام النظائر، درس العلماء المياه في الوادي المتوسط، وهو ممر بيولوجي بين المنحدرات الواقعة على المحيط الهادئ والبحر الكاريبي يُزوِّد قرابة خُمس سكان كوستاريكا، أي نحو مليون نسمة، بمياه الشرب. واليوم، صار العلماء يعرفون بدقة الارتفاعات والمناطق التي تستمدُّ منها المستودعات المياه الجديدة.

وقال السيد سانشيز موريلو: «إنَّ فهم العوامل الرئيسية التي تتحكَّم في أنماط سقوط الأمطار وعلاقتها بتجدُّد المياه الجوفية يُعَدُّ أمراً ضروريًّا حتى تتمكَّن الحكومة والوكالات البيئية من ترتيب أولوياتها من حيث الموارد والجهود. والآن بعد أن صرنا نعرف المناطق ذات الأهمية الحاسمة لتجدُّد المياه والكيفية التي تنتقل بها المياه الجوفية، يمكننا أن نولي جهود المحافظة على المياه في تلك المناطق الأولوية على الأنشطة التجارية.»

التأثير في السياسات

يهدف العمل الذي يضطلع به السيد سانشيز موريلو وفريقه إلى تمكين الحكومة من توجيه تدابير المحافظة على المياه إلى المناطق الأكثر أهمية لتجدُّد المياه. ومن شأن ذلك بدوره أن يتيح للسكان المقيمين أو المزارعين أو المؤسسات التجارية مواصلة الاضطلاع بالأنشطة دون أن يؤدِّي ذلك إلى تأثير سلبي في مصادر المياه.

وقال السيد سانشيز موريلو: «رغم أنَّه كان لدينا دائما لوائح معمول بها من أجل حماية ما لدينا من المياه، فإنَّ الفارق الآن هو أنَّه صار بوسعنا أن نكون أكثر دقَّة وكفاءة». «فنحن نعرف على وجه التحديد المناطق التي تحتاج إلى اهتمام خاص، ونعرف كيف نحميها ونضمن إمدادات المياه اللازمة في الوقت الحاضر وفي العقود المقبلة.»

العلوم

الهيدرولوجيا النظيرية

رغم أنَّ جميع جزيئات الماء تتكوَّن من ذرات هيدروجين وأكسجين، فإنّ هذه الجزيئات ليست جميعاً متماثلة: فبعض الذرات أخف وبعضها أثقل من البعض.

وقالت أخصائية الهيدرولوجيا النظيرية في الوكالة السيدة لوشيا أورتيغا: «تختلف المياه الموجودة في الطبيعة من حيث التركيب النظيري للهيدروجين والأكسجين. ونحن نستخدم هذا التركيب النظيري كبصمة للمياه.»

وعندما تتبخَّر المياه من البحر، تميل الجزيئات ذات النظائر الأخف إلى الصعود بصورة أكبر من الجزيئات ذات النظائر الأثقل. وعندما يهطل المطر، تسقط الجزيئات ذات النظائر الأثقل أولاً. وكلما أوغلت السحب في حركتها نحو عمق اليابسة، تزيد نسبة الجزيئات ذات النظائر الخفيفة في المطر.

وقالت السيدة أورتيغا إنّه حينما ينزل المطر على الأرض، فإنَّه يملأ البحيرات والأنهار ومستودعات المياه الجوفية. وأضافت قائلة «إنَّ قياس الفرق في النسب بين النظائر الخفيفة والثقيلة يمكِّننا من تقدير منشأ المياه المختلفة.»

وبالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام النظائر المشعَّة الموجودة بوفرة في المياه بصورة طبيعية، مثل التريتيوم ونظائر الغازات الخاملة الذائبة في المياه، في تقدير عمر المياه الجوفية — من أيام قليلة إلى ألفية واحدة. وقالت السيدة أورتيغا: «وهذا أمر رئيسي لمساعدتنا على تقييم نوعية المياه وكميتها واستدامتها.»

استخدام الأشعة الكونية لقياس مستويات رطوبة التربة

بقلم بتينا بنزنغر ونيكول جاويرث

يساعد جهاز استشعار نيوترونات الأشعة الكونية المزارعين على قياس مستوى الماء في التربة
(الصورة من: الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

"إنَّ النظر في سيناريوهات مختلفة مسألة تدعم اتخاذ القرار؛ على سبيل المثال، تحديد المحاصيل التي يجب زراعتها لإدارة الموارد المائية الشحيحة على نحو أفضل."

— أميرة حنون عطية، عالِمة، وزارة العلوم والتكنولوجيا، العراق

إنَّ النيوترونات المندفعة من الفضاء إلى الأرض بواسطة الأشعة الكونية، تساعد العلماء في أكثر من ٢٥ بلداً على قياس المياه في التربة ومساعدة المزارعين على توفير المياه والتكيُّف مع تغير المناخ. ويتتبَّع العلماء هذه النيوترونات السريعة الحركة في الغلاف الجوي، باستخدام جهاز استشعار نيوترونات الأشعة الكونية، لتحديد كمية المياه الموجودة بالفعل في التربة ومعرفة متى يحتاج المزارع إلى الريِّ لمساعدة المحاصيل على النمو حتى في الظروف المناخية القاسية.

ويقول عماد الدين علي بابكر، وهو عالم زراعي في هيئة البحوث الزراعية التابعة لوزارة الزراعة والغابات السودانية، ومشارك في دورة تدريبية من عدَّة دورات تدعمها الوكالة بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) ومنظمات دولية أخرى: «يعاني بلدي من تغيُّر المناخ والجفاف». «ولقد فتح التدريب على استخدام جهاز استشعار نيوترونات الأشعة الكونية نافذة جديدة لنا لإدارة محتوى الماء في التربة».

ومستشعر نيوترونات الأشعة الكونية هو جهاز يمكنه قياس مستويات الرطوبة من خلال الكشف عن النيوترونات السريعة الحركة في التربة وفي الهواء فوق التربة مباشرة (انظر مربَّع العلوم). وهو أسرع وأكثر سهولة للحمل ويمكن أن يغطي مساحة أكبر بسهولة مقارنة بالأساليب التقليدية.

ومنذ عام ٢٠١٣، قام علماء الشعبة المشتركة بين الفاو والوكالة لاستخدام التقنيات النووية في الأغذية والزراعة باختبار ومعايرة جهاز استشعار نيوترونات الأشعة الكونية، بما في ذلك اختبار نسخة متنقِّلة تأتي على شكل حقيبة ظهر. وقال عمار وهبي، وهو عالم تربة ومياه في الشعبة المشتركة بين الفاو والوكالة: «أظهرت الدراسات التي أجريت على محاصيل مثل الذرَّة أنَّ جدولة الريِّ باستخدام جهاز استشعار نيوترونات الأشعة الكونية يمكن أن يوفِّر ما يصل إلى ١٠٠ ملم من مياه الري في كل موسم — أي ما يعادل مليون لتر من الماء للهكتار الواحد وتوفير كمية ضخمة في المناطق التي تعاني من شحِّ المياه — وذلك عن طريق تحسين كمية المياه التي يحتاجها المزارع للاستخدام وتحسين وقت استخدمها، وفي الوقت نفسه تحسين غلة المحاصيل.»

وتلقَّى أكثر من ٣٠٠ عالم في جميع أنحاء العالم التدريب على استخدام تكنولوجيا استشعار النيوترونات في دورات مصممة لتطوير المهارات التقنية والقدرة على تطبيق المهارات اللازمة لصنع القرار. وتتضمَّن الدورات التدريبية تعليمات حول كيفية استخدام نموذج محاكاة أكواكروب، وهو برنامج طوَّرته منظمة الأغذية والزراعة لمحاكاة النمو المتوقَّع للمحاصيل واستهلاك المياه بدقَّة في ظلِّ سيناريوهات مختلفة.

وفي العراق، ساعدت هذه الدورات العلماء على تحديد المحاصيل التي تتناسب مع الظروف المناخية

للبلد، حيث تقول أميرة حنون عطية، وهي عالمة من وزارة العلوم والتكنولوجيا العراقية: «إنَّ النظر في سيناريوهات مختلفة مسألة تدعم اتخاذ القرار؛ على سبيل المثال، تحديد المحاصيل التي يجب زراعتها لإدارة الموارد المائية الشحيحة على نحو أفضل.»

فالأساليب التقليدية تستقي المعلومات من منطقة لا تتجاوز بضعة سنتيمترات فقط حول المسبر، الأمر الذي يجعل عمليات المسح على نطاق واسع تتطلَّب وقتاً طويلاً وجهداً مكثَّفاً. وفي المقابل، فإنَّ جهاز استشعار نيوترونات الأشعة الكونية يوفِّر نتائج فورية لمنطقة مساحتها ٢٠ هكتاراً دون العبث بالتربة ودون إزعاج شبكة واسعة من الكائنات المترابطة والبنية التي تحتويها التربة.

وأوضح ترينتون فرانز، وهو عالم هيدروجيوفيزيائي من جامعة نبراسكا-لينكولن وخبير مشارك في دورات تدريبية مشتركة بين الفاو والوكالة قائلاً: «إنَّ الأساليب التقليدية تشمل أخذ عدَّة عيِّنات من التربة وتجفيفها في الفرن لمدة ٤٨ ساعة وقياس فرق الوزن بين العينات الأصلية والمجففة.»

واعتباراً من عام ٢٠١٨، خُطِّط لأكثر من عشرة مشاريع بحثية وتقنية تتعلق بأجهزة استشعار نيوترونات الأشعة الكونية على المستوى الوطني والإقليمي أو يجري تنفيذها في ١٥ بلداً. ومن خلال هذه المشاريع، استلم الخبراء أو سيستلمون أجهزتهم لتطبيق ما يتعلَّمونه من خلال الدورات التدريبية.

العلوم

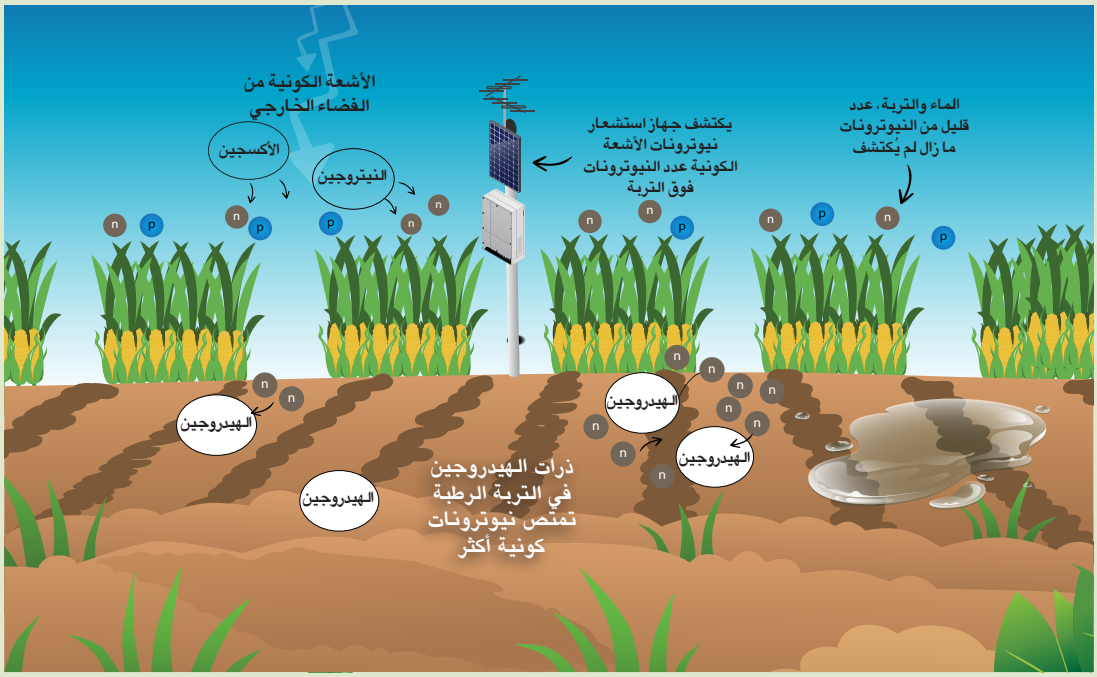
كيفية عمل جهاز استشعار نيوترونات الأشعة الكونية

يكتشف جهاز استشعار نيوترونات الأشعة الكونية النيوترونات ويحسب عددها في التربة وفي الهواء فوق التربة مباشرة. ويستخدم العلماء هذه المعلومات لتحديد مستويات الرطوبة في التربة.

وتُنتج النيوترونات عن طريق الأشعة الكونية ذات الطاقة العالية (خاصة البروتونات) الواردة من خارج النظام الشمسي. وتتصادم هذه النيوترونات مع الذرات — خاصة النيتروجين والأكسجين — في الغلاف الجوي العلوي للأرض. وتتفكَّك هذه الذرَّات إلى جسيمات دون ذرية مثل البروتونات والنيوترونات، التي تمطر عبر الغلاف الجوي وتستمر في الاصطدام بالذرات الأخرى عند سقوطها.

وبحلول الوقت الذي تصل فيه النيوترونات إلى سطح الأرض، فإنها تتحرَّك بسرعة كبيرة. وتُمتَصُّ الطاقة من خلال الذرَّات في البيئة، حيث تمتصُّ ذرَّات الهيدروجين معظم هذه الطاقة. ويبطئ هذا الامتصاص سرعة النيوترونات.

وبما أنَّ معظم الهيدروجين الموجود في البيئة البرية موجود في الماء في التربة، يمكن للعلماء حساب عدد النيوترونات السريعة في التربة وحولها لتحديد كمية المياه الموجودة. وتحتوي التربة الأكثر جفافاً على نيوترونات سريعة الحركة، في حين تحتوي التربة الرطبة على نسبة أقل بسبب وجود المزيد من الهيدروجين من الماء الذي يمتصُّ الطاقة.



(الرسم المعلوماتي: ريتو كين/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

الفلبين: استخدام الأعشاب البحرية المعالجة بالإشعاع لزيادة مقاومة محصول الأرز للأعاصير

بقلم لورا غيل

مقاومة محصول الأرز للظروف الجوية تزداد عند تغذيته بالأعشاب البحرية المعالجة بالإشعاع.
(الصورة من: الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

"محفِّز نمو النبات المحتوي على الكراجينان هو الحل لمشكلة شحِّ المحاصيل. وتزيد هذه التكنولوجيا من غلَّة حصاد المحاصيل، وتزيد معها سبل معيشة المزارعين."

— لوسيلي أباد، مديرة شعبة البحوث الذرية، معهد البحوث النووية الفلبيني

توصَّل باحثون في الفلبين إلى أنَّ مستخلص الأعشاب البحرية، عند معالجته بالإشعاع، يجعل النباتات مقاومة أكثر للأعاصير ويعزِّز إنتاج محصول الأرز بنسبة ٢٠-٣٠٪. ويأتي المستخلص المُسمَّى الكراجينان من الطحالب الوفيرة في البحر. ورغم أنَّ الكراجينان شائع الاستخدام بالفعل كعامل تبلور وكمادة مكثِّفة في تحضير الأطعمة المصنعة، فهذه هي المرة الأولى التي يستخدمه الباحثون — بدعم من الوكالة — على نطاق واسع كمادة لحثِّ نمو النباتات.

وقال إيساجاني كونسبسيون، وهو مهندس إشرافي ومزارع غير متفرغ في سان مانويل في مقاطعة تارلاك الوسطى: «لقد نجح الأمر منذ اليوم الأول الذي استخدمته فيه.» واستُخدمَ حقل الأرز الذي يملكه كونسبسيون والبالغة مساحته أربعة هكتارات للاختبار. وبعد استخدام الكراجينان المُعدَّل، لاحظ زيادة في الإنتاج بنسبة ٣٠٪. وأضاف: «كنت أحصل على ٢٩١ كافان، والآن أحصل على ٣٧٨. فحتى رشُّ جرعة صغيرة فقط هو عملية فعَّالة بقدر استخدام السماد العضوي.» والكافان هو كيس يستوعب قرابة ٥٠ كج.

وبدأت النباتات أيضاً في استنبات جذور ممتدَّة أكثر وسيقان أمتن وأغصان أكثر. وكما قال كونسبسيون، هذا ما جعلها قادرة على الصمود أكثر أمام الأعاصير. وفي بولاكان، دمَّر إعصار لاندو في عام ٢٠١٥ جميع النباتات التي لم تُعطَ الكراجينان المشعَّع. بينما ظلَّت تلك النباتات التي عولجت بمُحفِّز النمو الجديد شامخة.

وبالنسبة للمزارعين في شرق آسيا، فإنَّ المنتج المشعَّع يكون هامًّا عندما تؤدِّي درجات الحرارة المرتفعة إلى تسخين المحيطات، وفقاً لتقديرات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيُّر المناخ التابعة للأمم المتحدة. ويَعي المزارعون أنَّ ارتفاع درجة حرارة المحيطات قد يؤدِّي إلى زيادة عدد ووتيرة الأعاصير.

وقد قام باحثون زراعيون في المركز الوطني لحماية المحاصيل التابع لجامعة الفلبين في لوس بانوس باختبار فوائد الكراجينان كمادة لحثِّ نمو النباتات على مساحة تزيد عن ٥٠٠٠ هكتار. وقدَّمت الوكالة أجهزة التشعيع، والتدريب على استخدامها، للخبراء المحليين. ووجد الباحثون في دراسة أجريت في بوليلان، وهي مقاطعة في وسط بولاكان، أنَّ المناطق التي رُشَّت تنتج محاصيل ذات غلَّة تزيد بنسبة ٦٥٪ على مجموعة المقارنة، مع استخدام نصف جرعة السماد الموصى بها فقط.

وقال جوسليتو كولدرون، وهو مزارع من بولاكان: «إنَّ أول فرق لاحظناه هو أن تأثير التسميد استمر لفترة طويلة.» «وأنَّ جزء الطرف الحامل للحبوب في الساق كان ممتلئاً إلى نهايته.»

التشعيع بديل للكيماويات

تنطوي التقنية على إخضاع المادة للإشعاع لخفض الوزن الجزيئي للكراجينان وبالتالي زيادة فعاليتها.

وأوضح السيد سونيل سابهاروال، وهو أخصائي في المعالجة الإشعاعية في الوكالة، أن الكراجينان هو خليط من البوليمرات الطبيعية المشتقة من الأعشاب ذات الوزن الجزيئي العالي. ويؤدِّي التشعيع بأشعة غاما إلى تحلُّل الكراجينان الطبيعي إلى أوليغومرات أصغر بوزن جزيئي منخفض نسبيًّا، المعروفة بتحفيزها لنمو النبات.

وقال لوسيل أباد، مدير شعبة البحوث الذرية بمعهد البحوث النووية الفلبيني (PNRI) التابع لوزارة العلوم والتكنولوجيا: «نعمل بالإشعاع ما يعمله الآخرون باستخدام الكيماويات، ولكن استخدام الكيماويات ينتج في كثير من الأحيان مخلَّفات تضُرُّ بالناس والبيئة».

وأدرك المزارعون أنَّ النباتات عند تعريضها للكراجينان المعالج بالإشعاع قد كانت صامدة أمام الحشرات والمفصليات مثل دويبة أم أربع وأربعين. وفي الوقت نفسه، زاد عدد العناكب التي تقتل بدورها الحشرة النطاطة الخضراء الناقلة للفيروسات. وقال كولدورون: «لم نكن بحاجة إلى استخدام المبيدات الحشرية لأننا أدركنا وجود حشرات أكثر ملاءمة لطرد الآفات. ولقد ساعدت هذه الحشرات على تقليل عدد الآفات، وبالتالي توقَّفنا عن استخدام المبيدات الحشرية.»

وتؤثِّر التكنولوجيا أيضاً على الوزن. حيث سجَّل المزارعون زيادة بنحو ٩٪ لكل كيس. وتؤثِّر الزيادة في وزن الحبوب على ساق الأرز وطول السُّنبلة التي تحسَّنت وفقاً للملاحظات الواردة عند مقارنة النباتات المُغذَّاة بالكراجينان بالزراعة التقليدية.

وقال أباد: «إنَّ محفِّز نمو النبات المحتوي على الكراجينان هو الحلُّ لشحِّ المحاصيل. وتزيد هذه التكنولوجيا من غلَّة حصاد المحاصيل، وتزيد معها سبل معيشة المزارعين.»

التطبيقات الصناعية للتكنولوجيا الإشعاعية

أجريت البحوث الأولية على الكراجينان المعدَّل بالإشعاع في معهد البحوث النووية الفلبيني. وهناك مرفقان — وهما منشأة تشعيع شبه آلية لأشعة غاما ومرفق للحزم الإلكترونية أنشئ بمساعدة الوكالة — يستخدمهما الباحثون في المعهد لتلبية احتياجات العملاء في قطاع الصناعة والأوساط الأكاديمية والبحوث.

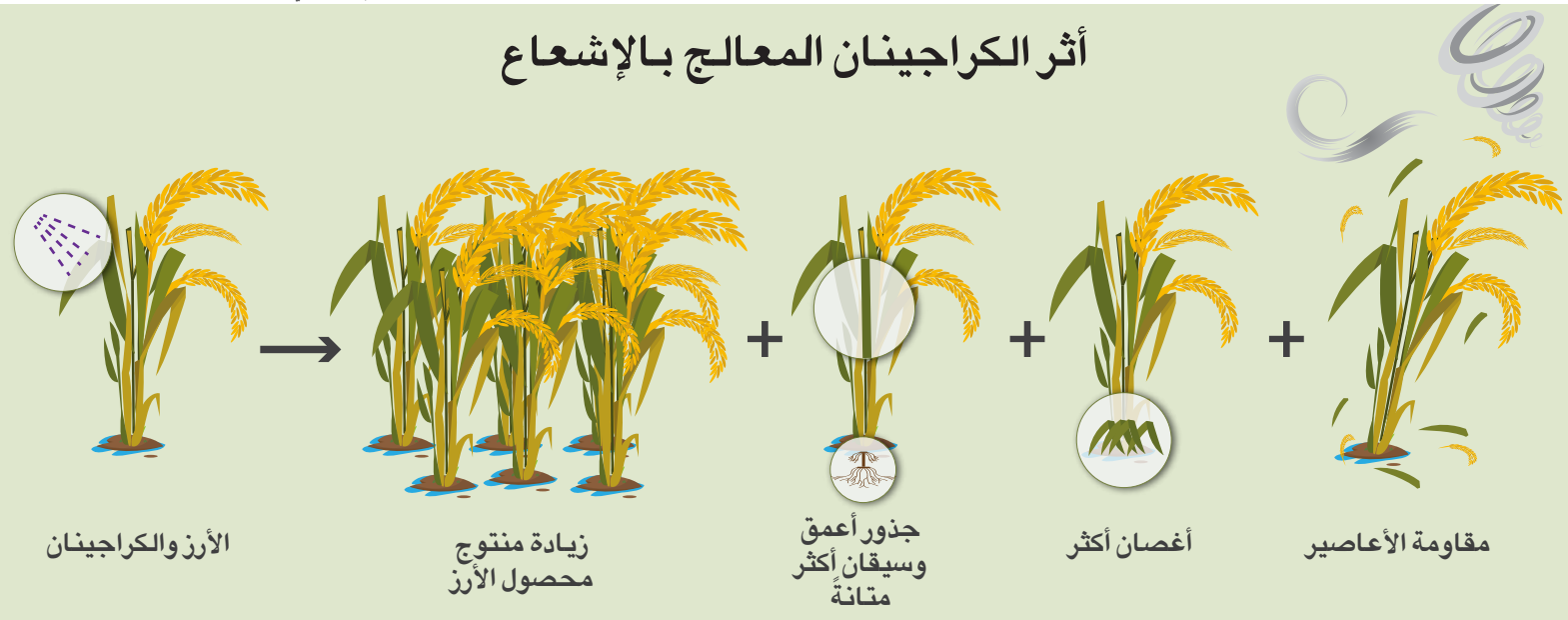
وقال لفيمينا لانوزا، رئيس خدمات التشعيع في معهد البحوث النووية الفلبيني: «نقوم بتشعيع الغذاء للحد من العبء الجرثومي لأغراض سلامة الأغذية.» «ويشمل هذا التوابل، والمنتجات العشبية، والخضروات المجففة، ومواد التجميل الخام ومستحضراتها.»

وأوضحت لانوزا أنَّ للإشعاع العديد من الفوائد مقارنة بالأساليب الكيميائية الأخرى. فعلى سبيل المثال، يعتبر التشعيع عملية باردة تُمكِّن من تعديل المواد البلاستيكية دون ذوبانها. وأشعة غاما قادرة على الاختراق بصورة كبيرة، ممَّا يعني أنه يمكن أن تشعع المنتجات الغذائية في شكلها المعبَّأ النهائي. ففي عام ٢٠١٧ فقط، قام موظفو معهد البحوث النووية الفلبيني بتشعيع ١٤٠٠ متر مكعَّب من المنتجات الغذائية وغير الغذائية.

وقالت لانوزا: «نتوقَّع زيادة هذا الرقم بحلول العام المقبل.» وجار العمل على الارتقاء بمرفق تشعيع غاما من نظام شبه آلي إلى نظام آلي بالكامل من خلال أحد مشاريع الوكالة للتعاون التقني. وأضافت: «نأمل أن نتمكَّن من تحسين الخدمات التي نقدِّمها لتلبية احتياجات الصناعة الطبية، بالإضافة إلى تعقيم الأجهزة الطبية.»

(الرسم المعلوماتي: ريتو كين/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

أثر الكراجينان المعالج بالإشعاع



صنف طافر جديد من محصول اللوبيا يساعد المزارعين في زمبابوي في المناطق المعرَّضة للجفاف

بقلم آبها ديكسيت وسفيتلومير سلافتشيف

صنف جديد من محصول اللوبيا – CBC5 – استُحدث في زمبابوي باستخدام الاستيلاد الطفري بالإشعاع.

(الصورة من: برنس م. ماتوفا/معهد تحسين محاصيل السلالات النباتية بزمبابوي)

"نكافح تغيُّر المناخ باستخدام تكنولوجيا متقدِّمة أدَّت إلى إنتاج محصول لوبيا يتحمَّل الجفاف."

— تافيرنيكا جومبوموندا، مزارع، زمبابوي

شهد المزارعون في زمبابوي زيادة غلَّة محصول اللوبيا بنسبة تتراوح بين ١٠ و٢٠٪ بفضل استخدام سلالة جديدة مطوَّرة باستخدام التقنيات النووية. وكُشِف عن السلالة الجديدة التي طُوِّرت بدعم من الوكالة ومنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) في تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠١٧. وقد أظهرت السلالة زيادة القدرة على تحمُّل الجفاف ومقاومة الحشرات، الأمر الذي مَكَّن المزارعين من التعامل بشكل أفضل مع آثار تغيُّر المناخ، لا سيَّما في المناطق المعرَّضة للجفاف.

وقال المزارع تافيرنيكا جومبوموندا: «إنَّ تغيُّر المناخ والجفاف والآفات الحشرية والأمراض وضعف خصوبة التربة يؤثِّر فينا نحن الفقراء. ولقد اعتدنا سابقاً على زراعة محصول الذرة بالأساس، لكننا استكملنا الآن سلَّة غذائنا باللوبيا.» وأضاف قائلاً «إنَّنا نكافح تغيُّر المناخ باستخدام تكنولوجيا متقدِّمة أدَّت إلى إنتاج محصول لوبيا يتحمَّل الجفاف.»

واستُحدثت سلالة اللوبيا الجديدة – المسمَّاة CBC5 – باستخدام الإشعاع، وهي عملية تُستخدم في الكثير من الأحيان لإنتاج سمات جديدة ومفيدة في المحاصيل (انظر مربَّع العلوم).

سُلالة جديدة من اللوبيا تتحمَّل الجفاف

تُعَدُّ اللوبيا من بين البقوليات الأربعة الأكثر أهمية التي تُنتج وتُستهلك في زمبابوي – وتؤدِّي دوراً رئيسيًّا في المساهمة في الإمدادات الغذائية للبلاد. وذكر برنس ماتوفا، وهو عالِم مُختص في تحسين السلالات النباتية في معهد تحسين محاصيل السلالات النباتية التابع لوزارة الزراعة بزمبابوي، أنَّ اللوبيا، كمحصول للكفاف، تُزرع بالأساس من طرف المزارعين الذين يفتقرون إلى الموارد. وأضاف: «على عكس المحاصيل الأخرى، تتطلَّب اللوبيا كميات أقل من المياه وتتناسب بشكل أفضل مع التربة الضعيفة الخصوبة والمناخات الأكثر جفافاً. وتهدف الأبحاث الجارية إلى جعل هذا المحصول أكثر تحمُّلاً للجفاف وغنيًّا بالمغذِّيات وأكثر تقبُّلاً لدى المزارعين والمستهلكين.» وتُعتبر اللوبيا مصدراً طبيعيًّا غنيًّا بالبروتين والزنك والحديد والفيتامينات.

وأشار ماتوفا إلى أنَّ محصولاً مناسباً ينمو في المناطق الأكثر جفافا في زمبابوي وأجزاء أخرى من أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى حيث يتراوح متوسِّط معدَّل هطول الأمطار سنويًّا بين ٢٥٠ و٣٠٠ ملم، وأضاف «إنه دواعي القلق أن يتأثَّر إنتاج المحاصيل بتداعيات تغيُّر المناخ.»

وقال: «إنَّ المزارعين يفقدون مواشيهم أيضا بسبب الجوع حيث يكاد وجود العشب لإطعام الماشية يكون منعدماً في معظم هذه المناطق ولا سيَّما خلال المواسم الأكثر جفافا.» ويمكن استخدام أوراق شجر اللوبيا كعلف للماشية، لتكمِّل مخزون التغذية بعد انتهاء موسم الرعي عندما تكون المراعي جافة. وأضاف ماتوفا: «تُنتج السلالةُ الطافر الجديد من اللوبيا غلَّةَ علفٍ كثيرة، يمكن أن يستخدمها المزارعون لدعم نُظم إنتاج المحاصيل الزراعية وتربية الثروة الحيوانية.»

وقال المزارع جومبوموندا إنَّ اللوبيا توفِّر الغذاء للأسرة، وتُساعد المبالغ المُحصَّلة من بيعه في دفع الرسوم المدرسية.

نقل التكنولوجيا وإجراء البحوث ودعم المختبرات والتزويد بالموارد

أرسل معهد تحسين محاصيل السلالات النباتية بذور اللوبيا لكي تتعرض للإشعاعات في مختبر تحسين السلالات النباتية وصفاتها الوراثية التابع للشعبة المشتركة بين الفاو والوكالة لاستخدام التقنيات النووية في الأغذية والزراعة في زايبرسدورف بالنمسا، ثمَّ أعيدت البذور إلى المعهد لاختيار أصناف ذات سمات ملائمة من بين العديد من الطافرات المُحَسّنة.

وقال ماتوفا: «استُحدثت طافرات بأعداد كبيرة عند تلقِّي البذور، وطُوِّرت النباتات المنتقاة ذات السمات المحسَّنة وجرى اختبار مدى تحمُّلها للجفاف وحجم غلَّتها.»

وقد ساعدت الوكالة من خلال برنامجها للتعاون التقني علماء زمبابوي بتقديم التدريب وتوفير المعدات. وقد تلقَّى موظفو معهد تحسين محاصيل السلالات النباتية وشركاؤه المتعاونون تدريباً على تقنيات تحسين السلالات النباتية، بما في ذلك منهجيات اختيار أفضل الأصناف المُحسَّنة.

مزارعو اللوبيا مع حصادهم من محصول سلالة اللوبيا الجديدة (CBC5) في جنوب ماتيبيليلاند بزمبابوي.

(الصورة من: برنس م. ماتوفا/معهد تحسين محاصيل السلالات النباتية بزمبابوي)

وأشار ماتوفا إلى تدريب أربعة من مربِّي النباتات على استخدام أساليب سريعة وذات كفاءة لفحص تحمُّل الجفاف ومقاومة الآفات الحشرية من خلال المنح الدراسية. وجرى توفير تدريب في تقنيات الانتقاء بالاستعانة بالواسمات، وهي عملية انتقاء غير مباشرة يتمُّ فيها اختيار السمات المهمة في المختبر على أساس الواسمات الجينية.

وبالإضافة إلى ذلك، شمل دعم البنية الأساسية إنشاء مختبر البيولوجيا الجزيئية في معهد تحسين محاصيل السلالات النباتية وثلاثة مراكز فحص لتفحّص مدى تحمُّل الجفاف ومقاومة الآفات الحشرية. وقد مكَّنت هذه المساعدات من تسريع عملية تطوير سلالات اللوبيا، وتقييمها وانتقاء الخطوط الطافرة. وساهم الدعم أيضاً في جعل تطوير أصناف السلالات المستقبلية أكثر قوة وكفاءة.

العلوم
الاستيلاد الطفري للمحاصيل

تحدث عملية الطفر التلقائي للنباتات بانتظام في الطبيعة، حيث تتكيَّف النباتات باستمرار مع البيئة المتغيِّرة — ويمكن أن يستغرق ذلك آلاف السنين. ويستطيع العلماء تسريع هذه العملية باستخدام التقنيات النووية.

والاستيلاد الطفري هو عملية لتطوير النباتات ذات الصفات المرغوبة، ولكنها أسرع من عملية الاستيلاد التقليدي. وهو يعتمد على حثِّ التغيُّرات الجينية القابلة للانتقال بالوراثة في النباتات باستخدام أشعة غاما أو الأشعة السينية أو مصادر الإشعاع الأخرى.

وتُنتج الأصناف المحسَّنة من المحاصيل لتكون قادرة على النمو في ظروف قاسية، أو لتحسين قيمتها الغذائية، ولمقاومة الأمراض أو الآفات الحشرية، وللنمو في التربة المالحة أو لاستخدام المياه والمغذِّيات بشكل أكثر كفاءة. ثمَّ تتمُّ مضاعفة النباتات الفردية، بعد اختيار السمات الزراعية المحسَّنة وتُوزَّع على المزارعين.

شرحُ عملية الريِّ بالتنقيط

عملية الريِّ بالتنقيط هي تقنية لاستخدام المياه تهدف إلى تحسين استغلال المياه بغية زيادة غلَّة المحاصيل إلى أقصى حدٍّ ممكن. وهي تنطوي على سكب المياه مباشرة وببطء على جذور النباتات حتى تقلِّل من تبخُّرها وتسرُّبها. وتُستخدم التقنيات النووية لتحديد الكمية الدقيقة للمياه التي تحتاجها نبتة ما وتحديد الأوقات والفترات الملائمة لاستخدام المياه.

ويستخدم العلماء مسبراً نيوترونيًّا لرصد مستويات الرطوبة في التربة. وخلال أخذ القياسات، يُفرز المسبر نيوترونات تصطدم بذرات الهيدروجين الموجودة في المياه الموجودة في التربة. إذ يُبطئُ الاصطدام النيوترونات، وكلَّما كان عدد ذرات الهيدروجين مرتفعاً انخفضت سرعة النيوترونات. ويكشف المسبر عن هذا التغيُّر في سرعة النيوترونات ويقدِّم قراءة تطابق مستوى الرطوبة في التربة.

وتعتبرُ المياه مصدراً بالغ الأهمية في إنتاج الأغذية: إذ يُقدَّر الاستخدام العالمي من المياه العذبة في مجال الزراعة بنسبة ٧٠٪ والطلب عليها في ازدياد. وتتوقَّع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة أن يزداد الطلب على المياه لأغراض الزراعة بنسبة ٥٠٪ بحلول عام ٢٠٥٠ ويُعزى ذلك جزئيًّا إلى النمو السكَّاني.

— بقلم مارغوت دوبرتران

(الصورة من: نيكول جاويرت/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

دور التقنيات النووية في الزراعة الذكية مناخيًّا

كريستوف مولر

كرستوف مولر بوفيسور، أستاذ الإيكولوجيا النباتية التجريبية في جامعة يوستوس ليبيغ جايسن. وهو أيضاً أستاذ في المركز الجامعي لدابلن. وتشمل مجالات بحثه الرئيسية تأثير تغيُّر المناخ في العمليات الإيكولوجية، ودورات العناصر البيئية في النُّظُم الإيكولوجية البرية وعمليات إفراز الغازات النزرة ذات الصلة بالمناخ.

إنَّ التحدِّي الذي يواجهنا حاليًّا في مجال الزراعة هو زيادة الانتاج لإطعام المجتمعات البشرية المتزايدة، وفي نفس الوقت إبقاء التكاليف البيئية في الحدود الدنيا. وتشير عبارة «الزراعة الذكية مناخيًّا» إلى تلك النُّظُم الزراعية العالية الإنتاجية والتي تترك بصمات بيئية منخفضة. وتعزِّز خيارات إدارة هذه النُّظُم عملية نقل الكربون الموجود في الغلاف الجوي، أو ثاني أكسيد الكربون إلى التربة من أجل الخزن الطويل الأجل، ممَّا يحدُّ من انبعاثات الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي.

بيد أنَّ الجزء الصعب يتمثَّل في أنَّ إنتاجية هذه النُّظُم لا تقتصر فقط على الاعتماد على محتوى محض من الكربون دون سواه. فهذه الإنتاجية تعتمدُ أيضاً على نسبة الكربون مقابل كلِّ المغذِّيات الأساسية الأخرى التي تحتاجها النباتات للنمو. ولذلك، فإنَّ مفتاحَ الوصول إلى نُظُم مستدامة للزراعة الذكية مناخيًّا يتمثَّل في ضمان التصرُّف الملائم في المغذِّيات — لا سيَّما النيتروجين.

ومن خلال الاكتشافات المبهرة التي حقَّقها جيستوس لايبغ وغيره في القرن ١٩، كان واضحاً أنَّ النباتات تمتصُّ النيتروجين في الغالب في أشكال معدنية. وأدَّى هذا الاكتشاف إلى وضع استراتيجيات خاصة بالأسمدة الكيميائية، وفي نهاية المطاف إلى «الثورة الخضراء» — وهي مجموعة منهجيات لنقل التكنولوجيا أدَّت إلى زيادة الإنتاج الزراعي عبر العالم وساعدت على توفير الطعام للسكان الذين ما ينفكُّ عددهم يتزايد، لا سيَّما في الدول النامية في ستينات القرن العشرين.

غير أنَّ هذا التطوُّر كانت له أعراض جانبية. إذ بدأت النباتات في امتصاص قدر أكبر من النيتروجين، كما هو الحال بالنسبة للميكروبات. وهذا الامتصاص للنيتروجين من طرف الميكروبات هو المسؤول الرئيسي على زيادة نسبة مستويات أكسيد النيتروز في الغلاف الجوي بنسبة ٢٥٪. ولا يحتوي أكسيد النيتروز فقط على إمكانية التسبُّب في الاحترار العالمي، وإنَّما هو أيضاً غاز فعَّال في استنفاد طبقة الأوزون إذ تزيد فترة بقائه في الغلاف الجوي عن المئة عام.

ويتمثَّل التحدِّي في نُظُم الزراعة الذكية مناخيًّا في فكِّ ترابط تطبيق الأسمدة الاصطناعية بازدياد عدد السكَّان: أي إطعام الناس دون إضافة قدر أكبر من النيتروجين. وأحد السبل للقيام بذلك هو تزويد النباتات بالنيتروجين عبر تحويل النيتورجين غير المُتاح والمُخزَّن في المواد العضوية في التربة إلى نيتروجين مُتاح، على سبيل المثال، الأمونيوم أو النيترات أو الركائز العضوية المتاحة للنباتات. ويمكن تقييم فعالية هذا الاستخدام للنيتروجين في النُّظُم الزراعية بمساعدة ما يُطلَق عليه كفاءة استخدام النيتروجين: أي النسبة بين مدخلات النيتروجين والنيتروجين المُستخلص من النبات.

وتعزِّز نُظُم الزراعة الذكية مناخيًّا من قدرة التربة على خزن المغذِّيات والمياه عبر خيارات التصرُّف فيها والتي تزيد من محتوى المواد العضوية في التربة، مما يجعل التربة مقاومة لتغيُّر المناخ. وهذا الارتفاع في خصوبة التربة سوف يزيد على المدى البعيد من قدرة التربة على توفير النيتروجين من الداخل. ومن خلال مراعاة الإمدادات من النيتروجين الذي تحمله التربة، يمكن تطبيق كميات أقل من السماد وتعزيز كفاءة استخدام النيتروجين.

هنا يمكن للمجال النووي أن يدلو بدلوه

لا يمكن تقييم وتحديد كميات أثر الممارسات الزراعية في تخزين الكربون والديناميات الداخلية للإمدادات من النيتروجين إلاَّ بالاستعانة بالتقنيات النووية والنظيرية باستخدام النيتروجين-١٥ ونظائر أخرى. وباستخدام النيتروجين-١٥، من الممكن تحديد كميات الإمدادات من النيتروجين المتأتِّية من عدة مدخلات، بما في ذلك السماد والتربة. وتسمح هذه التقنية أيضاً للعلماء أن يحدِّدوا أيَّ محصول من محاصيل الفاكهة يلتقط على نحو أفضل النيتروجين الموجود في الغلاف الجوي عبر عملية

دور التقنيات النووية في الزراعة الذكية مناخيًّا

تقدِّم الوكالة، بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، المساعدة إلى الدول الأعضاء على تطبيق التقنيات النووية والتقنيات ذات الصلة بالمجال النووي من أجل زيادة الإنتاجية الزراعية على نحو مستدام، وتعزيز قدرة النظم الزراعية ونظم الأمن الغذائي على التكيُّف مع تغيُّر المناخ والصمود في مواجهته، والحدِّ من انبعاثات غازات الدفيئة في الزراعة، مع مراعاة الخصوصيات والأولويات الوطنية والمحلية.

التثبيت البيولوجي للنيتروجين، ممَّا يحسِّن من خصوبة التربة ويعزِّز جودة التربة وسلامتها.

ومن المهمِّ تقييم تقنيات الزراعة الذكية مناخيًّا، هذه التقنيات التي تهدف للحدِّ من انبعاثات غاز الدفيئة من قبيل أكسيد النيتروز. وبالاستعانة بتقنيات وسم النيتروجين-١٥ والأكسجين-١٨، من الممكن الوصول إلى المصدر الدقيق لإنتاج غاز أكسيد النيتروز وتحديد كمياته. وهو ما يُمكِّن الباحثين ومستخدمي الأراضي من اختيار استراتيجيات تخفيف مناسبة لتقليص انبعاثات الغاز المذكور. وهنالك طريقة أخرى للحدِّ من انبعاثات غاز أكسيد النيتروز تتمثَّل في تعزيز عملية تحويل هذا الغاز إلى غاز نيتروز ملائم بيئيًّا من خلال خيارات التصرُّف التي تستفيد من إمدادات الكربون قدر الإمكان أو ترفع الرقم الهيدروجيني في التربة. وفي كلِّ الأحوال، من الضروري قياس انبعاثات غاز أكسيد النيتروز وغاز النيتروز. ولتحديد قدر انبعاث غاز النيتروز من التربة، تستند الطريقة الوحيدة المتاحة على وسم النيتروجين-١٥ للنيترات.

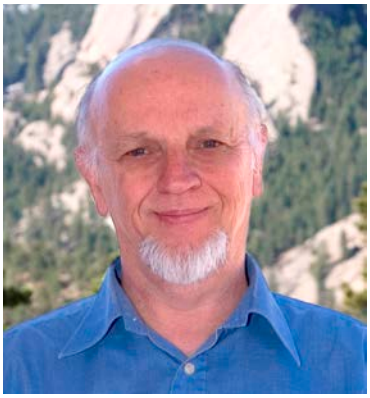
وتضطلع التقنيات النووية بدور أساسي في تقييم الخيارات الإدارية المستخدَمة في الزراعة الذكية مناخيًّا. وتُمكِّن الأساليب العلمية الأساسية المرتبطة باستخدام التقنيات النووية العلماءَ من تحديد مدى تأثير الخيارات الإدارية في ديناميات النيتروجين في النُّظُم المرتبطة بالنبات والتربة والغلاف الجوي. وكثيراً ما نتوصَّل إلى أن تكون التقنيات النووية هي الخيار الوحيد لتقييم ممارسات الزراعة الذكية مناخيًّا، من حيث أثر تخزين الكربون في التربة والعمليات المسؤولة على إفراز الغازات ذات الصلة بالمناخ.

تضطلع التقنيات النووية بدور أساسي في خيارات التقييم المستخدمة في الزراعة الذكية مناخيًّا. كرستوف مولر وهو يترأس فريق خبراء من دول أعضاء في الوكالة الدولية للطاقة الذرِّية في تحليل محتوى النيتروجين في التربة في إحدى الدراسات الميدانية .

(الصورة من: الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

دور الطاقة النووية في بلوغ غايات اتفاق باريس بشأن تغيُّر المناخ

بقلم توم م.ل. وايغلي



توم م.ل. وايغلي هو عالِم مناخ في جامعة أديلاييد. وقد عمل سابقاً كمدير لوحدة أبحاث المناخ في جامعة إيست أنغليا. وتشمل مجالات بحثه الرئيسية تحليل بيانات عن المناخ، ونمذجة المناخ، ومستوى سطح البحر، ودورة الكربون. وقد عُيّن عضواً في الرابطة الأمريكية للنهوض بالعلوم نظراً لمساهماته في هذه المجالات.

إنَّ الدور المحتمل للطاقة النووية في بلوغ غايات الحدِّ من الاحترار العالمي في إطار اتفاق باريس بشأن تغيُّر المناخ يعتمد أساساً على القدر اللازم من خفض الانبعاثات. وهي عملية تتألَّف من خطوتين: علينا أن نتأكَّد من أننا نعمل على بلوغ غايات واقعية قبل أن يتسنَّى لنا أن نُقيِّم كيف يمكن للمجال النووي أن يُساعدنا.

غايات واقعية

يحدِّد اتفاق باريس، الذي يعتبر اتفاقاً تاريخيًّا يهدف لمكافحة تغيُّر المناخ ويستندُ إلى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيُّر المناخ، الغايات المتعلقة بالاحترار العالمي بطريقتين:

المادة ٢-١ (أ):

الإبقاء على الارتفاع في متوسط درجة الحرارة العالمية في حدود أقل بكثير من درجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الحقبة الصناعية ومواصلة الجهود الرامية إلى حصر ارتفاع درجة الحرارة في حدٍّ لا يتجاوز ١,٥ درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الحقبة الصناعية...

المادة ٤-١:

تهدف الأطراف إلى ... تحقيق توازن بين الانبعاثات البشرية المنشأ لغازات الدفيئة من المصادر وعمليات إزالتها بواسطة البواليع في النصف الثاني من القرن...

وينصُّ الاتفاق كذلك في المادة ٤-١ على أنَّ خفض الانبعاثات ينبغي القيام به «وفقاً لأفضل المعارف العلمية المتاحة ...»

وهناك بعض المشاكل فيما يخصُّ ذلك.

أوَّلها أنَّ المادة ٢-١ (أ) تقتضي الابقاء في كل الأوقات على درجة الحرارة في حدود أقل من الأرقام المستهدفة المحدَّدة للاحترار. ومع أنَّ هذا ممكن من الناحية العملية، وإن كان مستبعداً جدًّا، فقد يكون أسهل بكثير السماح بتجاوز بعض الدرجات في ارتفاع الحرارة حتى تعود هذه الدرجات في نهاية المطاف إلى حدود الأرقام المستهدَفة المُعلن عنها. بيد أنَّ ذلك يطرح تساؤلاً علميًّا آخر: إلى أيِّ مدى وإلى متى يمكن تجاوز تلك الدرجات ومع ذلك تحقيق الهدف الأعمِّ لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيُّر المناخ والمتمثِّل في: «تجنُّب التدخُّل البشري المنشأ في نظام المناخ»، وعبارة «التدخُّل البشري المنشأ» موجودة هنا للدلالة على التلوُّث الذي تتسبَّب فيه الأنشطة البشرية.

والمشكلة الثانية أنَّ الهدف في المادة ٤-١، وفقاً لأفضل المعارف العلمية المتاحة، هو غير متَّسق مع المادة ٢-١ (أ). وإن كان تجاوز درجات الحرارة أمراً مسموحاً به، وهو ما أراه ضروريًّا؛ فليس هناك ما يدعو إلى خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى الصفر قبل نهاية هذا القرن بغية التوصُّل إلى الرقم المستهدف المقدَّر بدرجتين مئويتين، وهي الطريقة التي غالباً ما تُفسَّر بها المادة ٤-١. ومن الممكن التوصُّل إلى الرقم المستهدف وهو درجة ونصف مئوية مع تجاوز درجة ملائمة دون الوصول إلى المستوى السلبي من الانبعاثات (انظر الرسم البياني). إلاَّ أنَّ المستويات السلبية من الانبعاثات قد تكون ضرورية إذا ما تسنَّى حدوث تجاوز أقل في درجات الحرارة، اعتباراً من عام ٢٠٦٠ تقريباً، وهو ما يتَّسق مع المادة ٤-١. وإن كان الأمر كذلك، فقد تسمح في نهاية المطاف بواليع المحيطات والبواليع البرية المتبقِّية والتي تدوم طويلاً بأن تعود الانبعاثات إلى فوق الصفر.

وتلك المسائل موضَّحة في الرسم البياني، حيث استخلِصت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أولاً عن طريق تحديد مسار ارتفاع درجات الحرارة — انظر الرسم العلوي حيث توجد حالتان سُجِّل فيهما الرقم المستهدف المقدَّر بدرجة مئوية ونصف — ثمَّ عن طريق عرض نموذج للمناخ على نحو معكوس لتقويم الانبعاثات اللازمة لثاني أكسيد الكربون من الوقود الأحفوري (انظر الرسم الأوسط). ويمكِّننا ذلك من أن نقيس مسارات تركيز ثاني أكسيد الكربون المطابقة.

الطاقة النووية؟

ما هو الدور الذي يمكن للطاقة النووية أن تضطلع به في تحقيق أهداف مسار الانبعاثات المُشار إليها في الرسم الأوسط من الرسم البياني؟ يمكننا أن نجيب على هذا السؤال جزئيًّا باستخدام نتائج استُخلِصت من نماذج تقييم متكاملة — وهي نماذج اقتصاديات الطاقة المستخدمة لتوقُّع تفاصيل الطلب على الطاقة ونتائجها في المستقبل — وهي نماذج نُشرت في برنامج علوم تغيُّر المناخ التابع للولايات المتحدة.

وكُلِّفت ثلاثة أفرقة مشهورة ومتكاملة ومعترف بها دوليًّا معنية بوضع نماذج التقييم بمهمة صوغ مجموعة من سيناريوهات التخفيف تحرِّكها أسباب سياسية، وذلك باستخدام نماذج IGSM، وMERGE، وMiniCAM. وتحقَّقت الأهداف في تلك السيناريوهات عن طريق ما يلي:

- خفض الطلب على الطاقة في الاستخدامات النهائية، على سبيل المثال من خلال أسلوب حفظ الموارد وإدخال تحسينات في الكفاءة؛
- رفع انتاج الطاقة من الكتلة الأحيائية وغير الأحيائية المتجددة، وذلك بالأساس من مصادر الريح والمصادر الشمسية والنووية؛
- من خلال التقاط الكربون وتخزينه.

وتجري عمليات الحدِّ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كلِّ السيناريوهات، بما في ذلك السيناريوهات المرجعية،

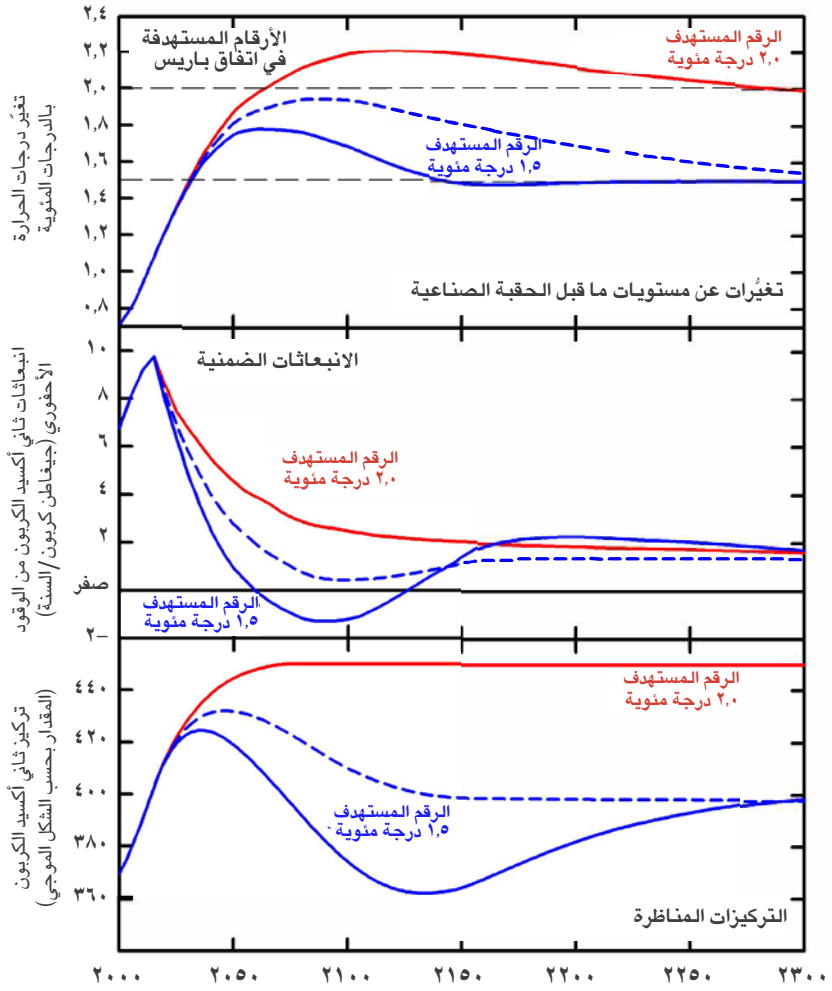
على نحو تلقائي — أي في غياب سياسات تخفيف جديدة — وكنتيجة للسياسات المُنفَّذة. وهذا يعني أنه حتى في السيناريوهات المرجعية هناك ازدياد في تكنولوجيات الطاقة الخالية من الكربون إلى درجة أن ما يتراوح بين ١٩ و٢٩٪ من إنتاج الطاقة الأولية سيكون خالياً من الكربون بحلول عام ٢١٠٠. ولكن ما زالت هناك ضرورة لمواصلة إجراء تخفيضات كبيرة في الطاقة الأولية المنتجة لثاني أكسيد الكربون حتى يتسنَّى بلوغ الرقم المستهدف والمقدَّر بدرجتين مئويتين.

ويعرض الجدول في الأسفل معلومات بحسب كلٍّ نموذج على حدة عن المساهمات في التخفيضات الإجمالية في الطاقة الأولية بحلول عام ٢١٠٠، بالنسبة للمستويات المرجعية للطاقة الأولية.

ويعتبر النموذج IGSM قيمة خارجة واضحة من حيث تخفيضات الطلب على الطاقة. ويعود ذلك لكون مطوِّري النموذج اعتقدوا أنَّ التغيُّرات في إنتاج الطاقة النووية ستكون طفيفة، وذلك بالأساس بسبب إحساس مناهض للمجال النووي من طرف عامة الناس. وبتقليص الدور النووي إلى الحدِّ الأدنى، لا بدَّ أن تكون معظم حالات خفض الانبعاثات نابعة من حالات خفض الطلب. ويقدِّم النموذجان الآخران معلومات تختلف نوعاً ما عن النموذج IGSM، ويعطيان دوراً أكبر بكثير للطاقة النووية.

ومن أجل إعطاء تفاصيل أكثر عن النسب المئوية، فإنَّ قيمة الطاقة الأولية النووية بالإكساجول بالنسبة إلى عام ٢١٠٠ بحسب كل نموذج هي كالآتي: ٢٣٨ إكساجول في النموذج MERGE (لما مجموعه ٤٩١ إكساجول من إنتاج الطاقة الأولية)؛ و١٨٥ إكساجول في النموذج MiniCAM (بما مجموعه: ١٢٨٨ إكساجول) و٢٠ إكساجول فقط في النموذج IGSM (بما مجموعه: ١٣٤٣ إكساجول). وفي عام ٢٠٠٠، ولَّدت مفاعلات القوى النووية البالغة آنذاك ٤٥١ مفاعلاً والتي ما زالت حاليًّا قيد التشغيل ما يقرب ٨ إكساجول من الكهرباء، وهو ما يعادل ٢٦ إكساجول من الطاقة الأولية، أي أنَّ النموذج IGSM يتوقَّع في الواقع حدوث انخفاض في انتاج الطاقة النووية. ويتوقَّع النموذجان MERGE وMiniCAM حدوث زيادات بتسعة وسبعة أضعاف على التوالي من عام ٢٠٠٠ إلى عام ٢١٠٠.

ولكن هناك أدلَّة قوية على أنَّ التركيز على الطاقة النووية قد يرتفع بمعدَّلات أسرع بكثير، كما يتبيَّن من النمو التاريخي السريع في فرنسا والسويد عندما قرَّر هذان البلدان أن «يأخذا بالطاقة النووية». وإن حدث ذلك، فقد يكون للطاقة النووية — بل ينبغي أن يكون لها — دوراً أكبر بكثير من الدور الذي يمكن للنماذج المبيَّنة أعلاه أن تقترحه.



فهناك إيجابيات واضحة للأخذ بالطاقة النووية بحزم أكبر. أوَّلاً وقبل كلِّ شيء، تُعَدُّ الطاقة النووية مصدر الطاقة الوحيد الذي يمكن أن يوفِّر طاقة مستمرة (طاقة حمل أساسية) خالية من الكربون، ولها بصمة كربونية أقل بكثير من تلك التي تتركها الطاقات المتجدِّدة. كما أنَّ العيوب المتصوَّرة وهمية إلى حدٍّ كبير: فتقديرات تكاليف عمليات البناء الأخيرة وتوليد الكهرباء للمفاعلات النمطية الصغيرة هي على الأقل قادرة على المنافسة بنفس مستوى قدرة الوقود الأحفوري والتكنولوجيا المتجدِّدة؛ ومن المحتمل أن تُحلَّ مشاكل النفايات استعانة بالجيل الرابع من التكنولوجيات؛ والمفاعلات الحديثة آمنة أماناً سلبيًّا؛ ومخاطر الانتشار ضئيلة. وفي سياق المناخ، وأهدافه التي يصعب تحقيقها، فإنَّ تجاهل الدور الكبير الذي يمكن أن تضطلع به الطاقة النووية، هو حسب رأيي ضربٌ من الحماقة.

إذا كان تجاوز درجات الحرارة المستهدفة في اتفاق باريس أمراً مسموحاً به، فليس من الضروري أن تصبح انبعاثات ثاني أكسيد الكربون سلبية.

(المصدر: Wigley, Climatic Change 147, 31–45, 2018)

النموذج	الطلب	الكتلة الأحيائية	المصادر المتجدِّدة	المصادر النووية	التقاط الكربون	المخلَّفات
IGSM	٥٠٫٤٪	١٧٫٣٪	٣٫٣٪	١٫٥٪	١٦٫٨٪	١٠٫٧٪
MERGE	٢٧٫٦٪	١٧٫٥٪	١٢٫٣٪	١٦٫٠٪	٢١٫١٪	٥٫٦٪
MiniCAM	١٨٫٧٪	١٧٫٩٪	١٣٫٧٪	١٤٫٤٪	٢٢٫٨٪	١٢٫٥٪

مساهمة مصادر متعدِّدة في خفض إنتاج الطاقة الأولية. المخلَّفات تشير إلى كميات إنتاج الطاقة الأولية التي لا تزال تفرز ثاني أكسيد الكربون.

جهات مانحة مؤسسية من ثلاثة بلدان تقدِّم مساهمات لتحديث مختبرات الوكالة

قدَّمت مؤسسات بحوث نووية من بولندا والمغرب والفلبين مساهمة تناهز ٣٠٠٠٠ يورو مخصّصة لمواصلة أعمال التحديث الجارية لمختبرات التطبيقات النووية التابعة للوكالة في زايبرسدورف بالنمسا.

وقال أندرزيج تشميليويسكي، المدير العام لمعهد الكيمياء والتكنولوجيا النووية في بولندا: «إنَّ عمل الوكالة في مجالات الوقاية من الإشعاعات وقياس الجرعات الإشعاعية والطب النووي، من بين أمور أخرى، مهمٌّ للغاية لتلبية احتياجات الدول الأعضاء مثلما هو مهمٌّ لتقدُّم العلم. ونحن نأمل، من خلال مساهمتنا، أن نساهم في قدرة الوكالة على إجراء أعمال البحث والتطوير وتوفير التدريب».

وإلى جانب المعهد المذكور من بولندا، قدَّمت مؤسستان أخريان مساهمتين وهما: معهد البحوث النووية في الفلبين، والمركز الوطني للطاقة والعلوم والتقنيات النووية في المغرب.

وتشمل أعمال التحديث تشييد مبنيَين جديدَين هُما: مختبر مكافحة الآفات الحشرية الجديد والمختبر المرن القابل للتعديل، الذي سيتضمن مختبر الإنتاج الحيواني والصحة الحيوانية، ومختبر حماية الأغذية والبيئة، ومختبر إدارة التربة والمياه وتغذية المحاصيل. مثلما تشمل أعمال التحديث تحسين المختبرات المتبقِّية، واقتناء معدَّات جديدة، وعمليات الارتقاء بالبنية الأساسية.

وقال آندي غارنر، منسِّق المختبرات، وهو المسؤول عن مشروع تحديث المختبرات في الوكالة: «نحن سعداء بهذا الدعم الكبير من مؤسسات تدرك أهمية ما نقوم به في مجال التطبيقات النووية. وسنواصل تعزيز الشراكات مع المؤسسات الوطنية وكذلك مع الشركات الخاصة من أجل تعزيز قدرة الوكالة على تقديم دعم جيِّد إلى دولنا الأعضاء.»

وأضاف قائلاً إنَّ الدول الأعضاء تعترف بالقنوات الجديدة التي يمكن من خلالها المساهمة في أعمال التحديث الجارية، وأنَّ المؤسسات تمثِّل أحد هذه السُّبل.

وقد بلغت المساهمات النقدية لأعمال التحديث، والتي قُدِّمت في المقام الأول كمساهمات خارجة عن الميزانية من الحكومات الوطنية، أكثر من ٣٢ مليون يورو منذ عام ٢٠١٤.

— بقلم مات فيشر

التعامل مع سمنة الأطفال في أوروبا بمساعدة التقنيات النووية: ندوة الوكالة في المؤتمر الأوروبي بشأن السمنة

السمنة لدى الأطفال في ازدياد في جميع أنحاء العالم، بل وأخذت تتحوَّل بسرعة إلى واحدة من أخطر تحدِّيات الصحة العامة في القرن الحادي والعشرين، وذلك وفقاً لمنظمة الصحة العالمية.

ويساعد مشروع للوكالة تمَّ تقديمه خلال أعمال المؤتمر الأوروبي للسمنة لعام ٢٠١٨ (ECO 2018) في أيار/مايو الفائت، خبراء التغذية والصحة في عشرة بلدان في أوروبا على تقييم تركيبة الجسم باستخدام تقنيات النظائر المستقرة. وستتيح البيانات المجمَّعة لواضعي السياسات تصميم تدخُّلات للوقاية من السمنة لدى الأطفال ومكافحتها.

وعقدت الندوة المعنونة «تقييم تركيبة الجسم من أجل فهم أفضل للمخاطر المرتبطة بسمنة الأطفال وتصميم تدخُّلات فعَّالة»، نظَّمتها الوكالة، كجلسة موازية خلال المؤتمر الأوروبي للسمنة لعام ٢٠١٨. وقُدِّمت دراسات حالة من البوسنة والهرسك ولاتفيا عن كيفية استخدام تقنية تخفيف أكسيد الديوتريوم لقياس الدهون في الجسم بشكل دقيق كأحد عوامل الخطر المشيرة للإصابة بالسمنة بين الأطفال في سنِّ المدرسة في البلدين المعنيين. وستساهم المعلومات المستقاة من هذا المشروع في صَوغ السياسات والتدخُّلات للحدِّ من السمنة في أوروبا. والبَلَدان المذكوران منخرطان بالفعل في «مبادرة مراقبة السمنة لدى الأطفال» التي تقودها منظمة الصحة العالمية.

الأعباء المتفاقمة لسمنة الأطفال

وفقاً لمنظمة الصحة العالمية فإن واحداً من بين كلّ ثلاثة أطفال في سنِّ أحد عشر عاماً في أوروبا وآسيا الوسطى يعاني من الوزن الزائد أو السمنة. وتتمثَّل الأسباب الرئيسية لارتفاع معدلات السمنة في التغيُّرات التي طرأت على العادات الغذائية، وأنماط الحياة الخاملة، وقلَّة الأنشطة البدنية.

وبدون تدخُّلات، من المرجَّح أن الأطفال الذين يعانون الوزن الزائد والسمنة سيظلون كذلك مع دخول مرحلة البلوغ، وسيكونون في خطر متزايد للإصابة بأمراض غير معدية، مثل السكري وأمراض القلب والأوعية الدموية، في سنٍّ مبكرة.

وقالت إينيس سيسكنا، خبيرة التغذية في معهد سلامة الأغذية والصحة الحيوانية والبيئة في لاتفيا: «المشروع مرتبط ارتباطاً وثيقاً باستراتيجيات منظمة الصحة العالمية الإقليمية بشأن السمنة لدى الأطفال وبشأن الوقاية من الأمراض غير المعدية، وسيوفِّر المشروع قاعدة قرائن ضرورية للغاية لصوغ السياسات وتصميم التدخُّلات الفعَّالة.»

الرصد الدقيق للسمنة

خلال أعمال الندوة، ناقش خبراء الوكالة كيفية استخدام تركيبة الجسم كأداة لرصد السمنة بدقة، فيما ناقش ممثِّلو منظمة الصحة العالمية وشركاء آخرون أهمية استخدام بيانات دقيقة، متأتِّية بمساعدة تقنيات النظائر المستقرَّة، في وضع السياسات.

ونوَّهت عايدة فيليبوفيتش هاجيوميراجيتش، معهد الصحة العامة في البوسنة والهرسك،

بأهمية التعاون في تقاسُم الخبرات والمعارف. وفي هذا الصدد، قالت: «ساعدت حلقات العمل والدورات التدريبية التي عُقدت سابقاً بشكل كبير ممثِّلين من البوسنة والهرسك، كالأطباء والممرِّضين والفنِّيين، على اكتساب المهارات والخبرات اللازمة لتقييم تركيب الجسم بالاستعانة بتقنية تخفيف الديوتريوم بواسطة تنظير الطيف بالأشعة تحت الحمراء باستخدام تحويل فورييه (FTIR) والمقاومة الكهروحيوية، وعلى استخدام قياس التسارع لقياس مستويات الأنشطة البدنية والسلوكيات الخاملة بين الأطفال».

وقد زوَّدت الوكالة السلطات في ألبانيا والبوسنة والهرسك والجبل الأسود واليونان بمعدَّات تنظير الطيف بالأشعة تحت الحمراء باستخدام تحويل فورييه للمساعدة في تحليل إثراء الديوتريوم في عيِّنات اللُّعاب من جميع البلدان العشرة المشاركة. وينفَّذ المشروع في إطار برنامج الوكالة للتعاون التقني.

وقالت سيسكنا إنه يمكن أيضاً استخدام تقنية تخفيف الديوتريوم كطريقة مرجعية للتحقُّق من النُّهُج القائمة المتَّبعة في فحص ورصد السمنة في لاتفيا.

وتمَّ تنظيم الندوة بالتعاون مع منظمة الصحة العالمية-المكتب الإقليمي الأوروبي، والرابطة الأوروبية لدراسة السمنة و N8 AgriFood، وهو برنامج بحث متعدِّد التخصُّصات يجري على نطاق ثماني جامعات في شمال إنكلترا.

والبلدان المشارِكة في المشروع هي: ألبانيا، وأوكرانيا، والبرتغال، والبوسنة والهرسك، والجبل الأسود، وجمهورية مقدونيا اليوغوسلافية سابقاً، ولاتفيا، ومولدوفا، وهنغاريا، واليونان. وتساعد الوكالة البلدان في التنسيق العام للمشروع وفي توفير المعدات والخبرات والتدريب.

— بقلم مريم أرغامانيان

الوكالة تتيح إرشاداتها بشأن التصرُّف في المصادر المشعَّة المهملة

نشرت الوكالة على موقعها الإلكتروني وثيقة «إرشادات بشأن التصرُّف في المصادر المشعَّة المهمَلة» بعد اعتمادها خلال الدورة الحادية والستين لمؤتمرها العام المنعقدة في أيلول/سبتمبر ٢٠١٧. وهذه الوثيقة بمثابة إرشادات تكميلية لمدوَّنة قواعد السلوك بشأن أمان المصادر المشعَّة وأمنها، إلى جانب الإرشادات بشأن استيراد المصادر المشعَّة وتصديرها.

فثمَّة الملايين من المصادر المشعَّة المستخدَمة حول العالم في مجالات الطب والصناعة والزراعة والبحوث. وقد تظلُّ المصادر مشعَّة لفترة طويلة بعد نهاية عمرها النافع، لذلك من الضروري التصرُّف فيها على نحو مأمون وحمايتها على نحو آمن. وتعمل مدوَّنة السلوك ووثائقها التكميلية على تعزيز التصرُّف فيها وحمايتها عبر توفير الإرشادات بشأن إعداد ومواءَمة وتنفيذ السياسات والقوانين واللوائح الوطنية، وعبر تعزيز التعاون الدولي والإقليمي فيما بين الدول الأعضاء.

وقال هيلير مانسو، رئيس قسم البنى الأساسية الرقابية وأمان النقل في الوكالة: «إنَّ الإرشادات تعزِّز ثقافة أكثر صرامة بشأن الأمان والأمن الإشعاعيَّين، وسيزداد تعزيزها ما أن تضع الدول الأعضاء توصيات الإرشادات موضع التنفيذ.»

وتشرح الإرشادات، غير الملزمة قانوناً، مجموعة متنوِّعة من الخيارات للتصرُّف في المصادر المشعّة المهمَلة وحمايتها، وتوضِّح مسؤوليات الأطراف المعنية، بما في ذلك الهيئات الرقابية. وتشدِّد الإرشادات على أنَّ التخلُّص يمثِّل خيار التصرُّف الأخير بالمصادر المهمَلة، وتشجِّع البلدان على وضع سياسات واستراتيجيات وطنية للتصرُّف في المصادر المشعَّة المهمَلة على نحو مأمون وآمن. كما تتضمَّن أحكاماً بشأن العلاقات الثنائية، بما في ذلك تقديم المشورة بشأن إعادة المصادر في الحالات التي يتمُّ فيها الاتفاق على هذه الترتيبات.

وأشار محمد خالق، رئيس قسم الأمن النووي للمواد والمرافق في الوكالة، إلى أنَّ الإرشادات ستعزَّز، بمجرد تطبيقها، الأمن النووي أيضاً.

وقال في هذا الصدد: «للتحكُّم الرقابي وتحكُّم التصرُّف في المصادر المشعَّة بشكل فعَّال ومستمر، من المهد إلى اللحد، أهمية قصوى في درء الأعمال الشريرة ذات العواقب الإشعاعية الضارَّة».

وتعقد الدول الأعضاء التزاماً سياسيًّا بالمدوَّنة وإرشاداتها الإضافية عبر تقديم رسالة رسمية إلى الوكالة، تؤكِّد فيها قرارها بالتصرُّف وفق التوصيات. ومن أصل الدول الأعضاء البالغ عددها ١٧٠ دولةً عضواً في الوكالة، أعربت ١٣٧ دولةً منها حتى الآن عن الالتزام بمدوَّنة السلوك فيما أعربت ١١٤ دولةً منها عن الالتزام بالإرشادات بشأن استيراد المصادر المشعَّة وتصديرها.

وتدعم الوكالة الدول الأعضاء في تنفيذ وثائق مدوَّنة السلوك والإرشادات من خلال المشاريع وتبادُل المعلومات. ويشمل ذلك عملية رسمية أنشئت في عام ٢٠٠٦. ومن المقرَّر أن يُعقد الاجتماع الدولي الأول لتبادُل الخبرات فيما يتعلق بتنفيذ «إرشادات التصرُّف في المصادر المشعّة المهمَلة» في عام ٢٠٢٠ في فيينا.

— بقلم مات فيشر

في اجتماع نظَّمته الوكالة، الدول الأعضاء المستجدَّة والمشغِّلة للقوى النووية تناقش توفير التمويل للتصرُّف في النفايات والإخراج من الخدمة

من بين الشروط المسبقة لاستدامة برامج القوى النووية كفالة التصرُّف الفعَّال وفي الوقت المناسب في الوقود المستهلك والنفايات المشعَّة الناجمين عن تشغيل محطات القوى النووية وإخراجها من الخدمة. ويخضع تقدير الالتزامات ذات الصلة وتأمين الأموال اللازمة للوفاء بما سبق لقدر كبير من عدم اليقين: فهي عمليات من الضروري إدارتها بانتظام على مدى فترات زمنية طويلة للغاية. وخلال اجتماع تقني عقدته الوكالة مؤخَّراً، نوقشت المسائل الرئيسية، من مخططات التمويل إلى تقييم المخاطر تقنيًّا دعماً للتصرُّف في النفايات وإخراج المرافق النووية من الخدمة.

وحضر ٣٤ خبيراً يمثِّلون ٢١ بلداً من البلدان المشغِّلة للقوى النووية والبلدان المستجدَّة الاجتماع التقني الأول للوكالة بشأن تمويل التصرُّف في النفايات والإخراج من الخدمة، الذي عُقد في فيينا في الفترة من ٩ إلى ١٢ تموز/يوليه ٢٠١٨.

وتبادل المشاركون وجهات نظرهم بشأن طُرق معالجة قضايا التكلفة والتمويل المتعلقة بالتصرُّف في النفايات والإخراج من الخدمة، وقدَّموا أمثلة ودراسات حالة قُطرية محدَّدة.

وقال نوهي هان، مدير شعبة القوى النووية في الوكالة، في كلمته أمام المشاركين: «لكي نضمن عمل الحكومات والهيئات الرقابية والجهات المالكة/المشغِّلة على وضع سياسات ومخططات تمويل مناسبة وموثوقة، توصي الوكالة بوضع خطط محكَمة في مرحلة مبكِّرة بحيث تكون الأموال متاحة عندما يحين وقت الإخراج من الخدمة أو التصرُّف في النفايات.»

ونوَّهت رئيسة الاجتماع، شانتال سبينوي من شركة إيليكترابيل في بلجيكا بأهمية إشراك الأطراف المعنية في العملية برمّتها قائلة: «إنَّ إشراك الجهات المعنية التي تضطلع بمسؤوليات مشتركة مسألة في غاية الأهمية عند اتخاذ قرارات طويلة الأجل تتعلق بالالتزامات المالية: فهذه هي الطريقة الوحيدة للتأكُّد من توافر أموال كافية لتغطية التكاليف المستقبلية للإخراج من الخدمة والتخلُّص النهائي من النفايات المشعَّة.» «وهذا يمثِّل تحدِّياً بسبب القدر الكبير من عدم اليقين الذي يكتنف التكاليف في العقود القادمة.»

وركَّزت المناقشات خلال الاجتماع على ثلاثة مجالات رئيسية هي: (١) المبادئ الأساسية لمخططات التمويل وتحديد مصادر المخاطر ونُهج تخفيف المخاطر؛ (٢) وتقدير التكاليف للوقود المستهلَك والتصرُّف في النفايات المشعَّة وإخراج المرافق النووية من الخدمة؛ (٣) والتعامل مع المخاطر وحالات عدم اليقين فيما يتعلق بالتصرُّف في الوقود المستهلك والنفايات المشعَّة.

وأمَّا المواضيع الرئيسية التي بُحثت خلال الاجتماع فهي تقدير التكاليف المرتبطة بالمشاريع والأنشطة المتعلقة بإخراج محطات القوى النووية من الخدمة والتخلُّص من الوقود المستهلك، بالإضافة إلى تحديد عوامل التكلفة ذات الصلة وطُرق تسديد تلك التكاليف. واستعرض ممثِّلو بلدان لديها محطات قوى نووية عاملة وذات خبرات مباشرة في إعداد وتنفيذ سياسات لتمويل التصرُّف في النفايات والإخراج من الخدمة، وجهات نظرهم، والتحدِّيات الماثلة والدروس المستفادة من خلال دراسات حالة.

وفيما يتعلَّق بمخططات التمويل، أتاح الاجتماع للبلدان ذات الخبرات أن تتقاسم أفضل الممارسات المتبعة لديها للتخفيف من المخاطر عند إعداد خطط مالية لمثل هذه المشاريع الطويلة الأجل.

وقال ريتشارد ستروم من هيئة الأمان الإشعاعي السويدية: «لقد أبرز الاجتماع بوضوح أهمية أن تستند مخططات التمويل إلى المبدأ الذي يقول «على الملوِّث أن يدفع.» وأضاف قائلاً: «وفي هذا الصدد، تؤكِّد السويد على استراتيجيات التخفيف من المخاطر مثل إنشاء صندوق منفصل لتغطية التكاليف المتوقَّعة، وإعادة احتساب الرسوم المتضمنة بشكل مستمر، وتقديم ضمانات للرسوم التي لم تُدفع بعدُ، وكذلك تبرير التكلفة غير المتوقَّعة المتجاوزة للحدِّ.»

وبالإضافة إلى ذلك، أتاح الاجتماع محفلاً للبلدان المستجدَّة في المجال النووي للاستفادة من خبرات البلدان النووية الراسخة فيما يتعلَّق بسياسات واستراتيجيات الإخراج من الخدمة، وهو ما يجعلها في وضع جيِّد عندما تبدأ في وضع النُّهج الخاصة بها لتقدير التكاليف، وتحديد الأموال اللازمة، ووضع الترتيبات للأنشطة المستقبلية للإخراج من الخدمة.

وبالنظر إلى أنَّ غانا في الوقت الراهن في المرحلة الأولية من مشروع القوى النووية لديها وبصدد إعداد تقرير شامل عن هذا الموضوع، أكَّد فيستس برو كوانسا، المحلِّل المالي في هيئة الطاقة الذرِّية في غانا، على أهمية حضور الاجتماع وانعقاده أيضاً في الوقت المناسب.

وقال: «الخبرات القُطرية المتقاسمة كانت متبصِّرة للغاية وستساعد المنظمة المنفِّذة لبرنامج الطاقة النووية في غانا على وضع برنامج تمويل التصرُّف في النفايات والإخراج من الخدمة في المستقبل في سياقه الصحيح.

«وعلى وجه الخصوص، كان من المهم للغاية بالنسبة لنا أن نحصل على أحدث المعلومات المتعلقة بالحاجة إلى مسار واضح للسياسات، ومخططات تمويل مناسبة، وإطار مؤسسي راسخ لتنفيذ البرنامج، وآلية رقابية واضحة لضمان وجود أموال كافية للبرنامج». «والآن يمكنني العودة إلى غانا بأفكار جديدة سأطلع فريقي والحكومة عليها.»

— بقلم جانيت أوراييفا

CN-268

الندوة الدولية بشأن

فهم العبء المزدوج لسوء التغذية من أجل القيام بأنشطة تدخُّل فعَّالة للتصدِّي له

١٠-١٣ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٨
فيينا، النمسا

#dbmal

عقد الأمم المتحدة
للعمل من أجل التغذية
٢٠١٦-٢٠٢٥

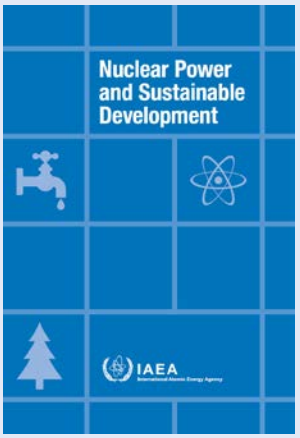
من تنظيم

IAEA
الوكالة الدولية للطاقة الذرّية
تسخير الذرّة من أجل السلام والتنمية

بالتعاون مع

منظمة الصحة العالمية

اليونيسيف

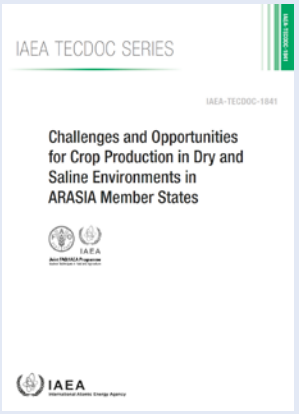


القوى النووية والتنمية المستدامة

يستكشف هذا المنشور المساهمة المحتملة للطاقة النووية في التنمية المستدامة من خلال مجموعة كبيرة منتقاة من المؤشرات. ويستعرض المنشور سمات القوى النووية مقارنة بالمصادر البديلة لإمدادات الكهرباء، وفقاً للركائز الاقتصادية والاجتماعية والبيئية للاستدامة. وستساعد الاستنباطات التي يَرِد تلخيصها في هذا المنشور القارئ على التفكير، أو إعادة التفكير، في المساهمة التي يمكن أن تتحقَّق عبر إنشاء وتشغيل محطات القوى النووية نحو إيجاد نُظم طاقة أكثر استدامة.

منشورات غير مسلسلة؛ الرقم الدولي المعياري للكتاب (ISBN): ٦-١٦-١٠٧٠١٦-٠-٩٢-٩٧٨؛ الطبعة الإنكليزية؛ ٤٥,٠٠ يورو؛ ٢٠١٦

https://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/11084/Nuclear-Power-and-Sustainable-Development

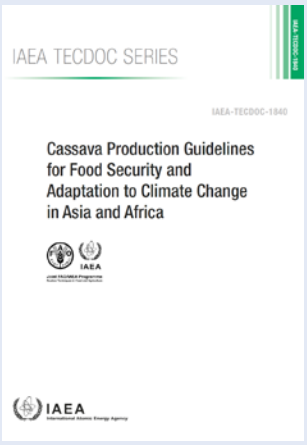


التحدِّيات المطروحة والفرص المتاحة فيما يتعلق بإنتاج المحاصيل في البيئات الجافة والمالحة في الدول الأعضاء في اتفاق عراسيا

يُتوخَّى من هذا المنشور أن يكون بمثابة دليل مرجعي بشأن الزراعة في البيئات الجافة والمالحة، وخاصة الواقعة منها في الشرق الأوسط. وتستند جميع المعلومات والتوصيات الواردة في الدليل إلى ممارسات ناجحة وسليمة طُبِّقت في نظم مستدامة لإنتاج المحاصيل في أنواع من التربة الشديدة التضرُّر من الملح. وسوف يساعد الدليل العلماء والمزارعين على الاختيار بين بدائل الإدارة المتاحة في تلك البيئات في بلدانهم. ويركِّز هذا المنشور أيضاً على إمكانية استخدام التقنيات النظيرية في التعامل مع ظروف الملوحة والجفاف التي تضرُّ بإنتاج المحاصيل.

وثيقة الوكالة التقنية TECDOC-1841؛ الرقم الدولي المعياري للكتاب (ISBN): ٩-١٠١٩١٨-٠-٩٢-٩٧٨؛ الطبعة الإنكليزية؛ ١٨,٠٠ يورو؛ ٢٠١٨

https://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/12305/Crop-Production



مبادئ توجيهية بشأن إنتاج المنيهوت لأغراض الأمن الغذائي والتكيُّف مع تغيُّر المناخ في آسيا وأفريقيا

يهدف هذا المنشور إلى مساعدة الدول الأعضاء في تعزيز إنتاجها من المنيهوت. وهو يقدِّم معلومات عن أفضل الممارسات في إدارة المزارع وعن دور التقنيات النووية والنظيرية في تحسين فهم عملية امتصاص النيتروجين. وتوفِّر المبادئ التوجيهية التي يقدِّمها المنشور خطة متكاملة وقائمة على احتياجات المحاصيل لإدارة المغذِّيات والحشائش والمبيدات الحشرية والأمراض في سياق زراعة المنيهوت. وعن طريق استخدام هذه الأساليب المحسَّنة في إدارة المحاصيل، يمكن للمزارعين تحقيق المستوى الأمثل من غلة محصول المنيهوت والتقليل إلى أدنى حدٍّ من تكاليف الإنتاج. وفي الوقت نفسه، تسهم هذه الأساليب في الحدِّ من تدهور الأراضي بسبب تآكل التربة، ولا سيَّما في الأراضي المنحدرة، ومن ثمَّ توفير الحماية للبيئة المحلية. والنتيجة المتوخَّاة هي تحسين جودة منتجات المنيهوت وزيادة قيمتها السوقية.

وثيقة الوكالة التقنية TECDOC-1840؛ الرقم الدولي المعياري للكتاب (ISBN): ٥-١٠١٧١٨-٠-٩٢-٩٧٨؛ الطبعة الإنكليزية؛ ١٨,٠٠ يورو؛ ٢٠١٨

https://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/12311/Cassava-Production

للحصول على معلومات إضافية، أو لطلب كتاب، يُرجى الاتصال على العنوان التالي:

Marketing and Sales Unit
International Atomic Energy Agency
Vienna International Centre
PO Box 100, A-1400 Vienna, Austria
البريد الإلكتروني: sales.publications@iaea.org

ISSN 1819-1800 18-03996

المؤتمر الدولي بشأن

تغيُّر المناخ ودور القوى النووية

٧-١١ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٩، فيينا، النمسا

مؤتمر تنظِّمه

IAEA
الوكالة الدولية للطاقة الذرِّية
تسخير الذرّة من أجل السلام والتنمية

#Atoms4Climate

CN-275

المؤتمر الوزاري

العلوم والتكنولوجيا النووية: التصدي للتحديات الراهنة والناشئة التي تواجه التنمية

٢٨–٣٠ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠١٨
فيينا، النمسا

IAEA
الوكالة الدولية للطاقة الذرِّية
تسخير الذرَّة من أجل السلام والتنمية

#Atoms4Life

CN-262

18-01036