

كيفية الانتصار في المعركة ضد تآكل التربة: الحفاظ على الأراضي الخصبة والمحافظة على جودة المياه بالاستعانة بالتقنيات النووية

بقلم نيكول جاويرث وميكلوس غاسبار

يلتهم تآكل التربة الأراضي الخصبة بما يشكّل تهديداً لإنتاج الأغذية ودخل المزارعين على حدّ سواء. والطبقة العليا من التربة هي أول الطبقات التي يودي بها التآكل وهي الطبقة الأكثر تغذية للمحاصيل. وكثيراً ما ينتهي الحال بهذه التربة المغذية في الأنهار والبحيرات حيث يؤدّي وجودها إلى تشجيع نمو الطحالب، وهو ما يتسبّب في انخفاض مقدار الأكسجين في المياه. ويؤدّي هذا بدوره إلى تقويض جودة المياه والإضرار بتجمّعات الأسماك.

ويمكن للتقنيات النووية أن تساعد العلماء والمزارعين في العثور على البؤر النشطة لتآكل التربة والوقوف على التقنية المناسبة لحفظ التربة من أجل الحفاظ على الأراضي الخصبة ومصادر المياه العذبة على السواء (انظر مرّج العلوم في الصفحة ١٧). وتقدّم الوكالة، بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو)، الدعم إلى ٧٠ بلداً بشأن البحوث المعنية بتآكل التربة. ويقدم هذا المقال لمحة عامة عن بلدين من هذه البلدان، ألا وهما: المغرب، الذي يركّز على الحفاظ على الأراضي الزراعية، وميانمار، التي تعمل على مكافحة تكاثر الطحالب في ثاني أكبر بحيرة في البلاد.

الحفاظ على الأراضي الزراعية في المغرب



ابن المزارع الحاج عبد السلام يقود جرّاراً للمساعدة في أعمال المزرعة في حين يأخذ العلماء عينات من التربة من الحقول.

(الصورة من: رشيد مصدق/المعهد الوطني للبحث الزراعي)

واستخدم العلماء النويدات المشعّة المتساقطة وتقنيات النظائر المستقرة الخاصة بمركّبات معيّنة (انظر مرّج العلوم في الصفحة ١٧) من أجل تحديد المناطق المعرضة للتآكل وتقييم فعالية طائفة متنوّعة من أساليب الحفظ. واستُحدثت هذه التقنية بغية التصدّي لفقدان المغرب أكثر من ١٠٠ مليون طن من التربة كل عام.

وقال السيد منصف بن منصور، رئيس شعبة المياه والتربة والمناخ في المركز الوطني للطاقة والعلوم والتقنيات النووية: «فور معرفتنا بالنقاط الأكثر تضرراً من التآكل، اخترنا عدّة طرق لحفظ التربة باستخدام التقنيات النووية لنرى

أقصى المزارع الحاج عبد السلام ومساعدوه الثلاثة عدّة سنوات في مكافحة تآكل التربة الذي استنفد أرضهم الخصبة التي يزرعونها بالمحاصيل مهدراً معها مداخيلهم.

وقال الحاج عبد السلام، الذي يملك مزرعة مساحتها خمسة هكتارات يزرعها بالحمص ومحاصيل الحبوب، وهي مصدر دخله الوحيد الذي تقنت منه عائلته المكونة من سبعة أفراد: «كانت جودة أرضي تسوء عاماً تلو آخر بسبب تآكل التربة، وقد أدّى ذلك إلى خفض إنتاجية مزرعتي. ومنذ أن ساعدني العلماء في الحفاظ على تربتي، زاد معدّل إنتاج مزرعتي بنسبة ٢٠ إلى ٣٠٪ بمدخلات أقلّ وارتفع دخلي.»

شدة الانحدار (%)



في ظلّ انحدار بنسبة ١٥٪، تحتاج التربة إلى أن تصمد في مواجهة مصدر أقوى كثيراً للجاذبية.

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

ويجمع أسلوب الحفظ الجديد زراعة محاصيل الحبوب باستخدام إدارة الأراضي بدون حرث مع زراعة أشجار الفاكهة وشرائط الشجيرات. ويساعد عدم الحرث على ترك التربة كما هي بدلاً من ربط الحرث من حفر أو قلب التربة. وتعمل الجذور والأجزاء المتبقية من النباتات المختارة مثل السيقان والأوراق على تحسين بنية التربة وصحة التربة عموماً، وهو ما يساعد على تثبيت التربة في مكانها على التلال الشديدة الانحدار.

وقال بن منصور: «لقد تمكنا الآن من الحد من فقدان التربة في منطقة طنجة-طوان بنسبة ٤٠٪، وبقراءة ٦٠٪ في منطقة الدار البيضاء-سطات. وتعكف وزارة الزراعة والمندوبية السامية للمياه والغابات ومحاربة التصحر على استخدام نتائج المشروع وأساليبه للتوسع في جهود حفظ التربة حتى تشمل المزيد من المزارعين في جميع أنحاء البلاد.»

كيف يمكننا تحسين الوضع. وقد اقتبسنا أساليب حفظ مختلفة مستخدمة بالفعل في أنحاء مختلفة من العالم وجمعنا بينها لمعرفة ما هو أفضل للظروف البيئية والزراعية في المغرب.»

ويعاني أكثر من ٤٠٪ من إجمالي مساحة الأراضي في المغرب من تآكل التربة بسبب إزالة الغابات والرعي الجائر للحيوانات وتقنيات الزراعة الرديئة. وتتفاقم الأوضاع بسبب الظروف المناخية القاسية مثل فترات الجفاف الطويلة وهطول الأمطار الغزيرة لفترات قصيرة. كما أنّ تضاريس البلاد التي تتسم بكثرة المرتفعات الشديدة الانحدار تجعل الوضع أسوأ للأرض والمزارعين.

فمزرعة عبد السلام، على سبيل المثال، تقع على منحدر حاد يتراوح انحداره بين ١٠٪ و١٥٪. ومقتضى ذلك أنّ سقوط الأمطار يمكن أن يجرف التربة بسهولة أكبر، ولا سيّما التربة العلوية الخصبة (انظر الرسم المعلوماتي).



العلماء يأخذون عيّنة من التربة أثناء دراسة النقاط الأكثر تعرّضاً للتآكل، باستخدام التقنيات النووية.

(الصورة من: المعهد الوطني للبحث الزراعي)

المحافظة على بحيرة إنلي في ميانمار



في بحيرة إنلي الرائعة الجمال في وسط ميانمار، جودة المياه مهددة بسبب تآكل التربة في سفوح التلال المجاورة.

(الصورة من: ميكولوس غاسبر/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

موقع التآكل في مستجمع المياه في كالاو. ومعظم التربة التي فُقدت من سفح التل انتهى بها الحال في بحيرة إنلي.

(الصورة من: ميكولوس غاسبر/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

الماضية. ومكّنت هذه الدراسة المسؤولين المحليين عن إدارة الغابات من توجيه جهود الحفظ التي يبذلونها إلى الأماكن الأكثر عرضة للتآكل.

وقال أوسين تون، مراقب الحدائق العامة في إدارة الغابات في نياونغشوي، كبرى البلديات الواقعة على البحيرة، إن الاستعانة بأساليب الحفظ واستخدام البيانات الجديدة في تثقيف السكان المحليين بشأن عواقب أنشطة قطع الأشجار غير المشروعة وتزايد استخدام البحيرة كحديقة عائمة لزراعة الخضروات سوف يساعدان على الحفاظ على بحيرة إنلي.

واضطلع بإجراء البحوث المتعلقة بالتآكل، والتي اكتملت في عام ٢٠١٧، معهد بحوث الغابات في ميانمار بدعم من الوكالة، وبالتعاون مع الفاو. ومُؤَل المشروع جزئياً من خلال مبادرة الاستخدامات السلمية.

واستعان البحث بتقنيتين نوويتين من أجل الوقوف على الكيفية التي تتراكم وتتحرك بها التربة، وكذلك لتحديد منشأها والمناطق المعرضة لتدهور التربة (انظر مربع العلوم). وقالت تشوتشووين، مسؤولة البحوث التي ترأست فريق الدراسة، إن النتائج كشفت عن أن كل هكتار من الأرض التي فقدت غطاءها الحرجي قبل ١٥ عاماً في مستجمع مياه كالاو قد فقد أيضاً ٢٦ طناً من التربة سنوياً منذئذ.

يعوّل عشرات الآلاف من السكان على بحيرة إنلي الواقعة وسط ميانمار كمصدر لمياه الشرب ولكسب الرزق، بيد أن تآكل سفوح التلال المجاورة للبحيرة يؤدي إلى تراكم التربة في البحيرة، وهو ما يشكل تهديداً لجودة المياه وللنظام الإيكولوجي الهش. وقد حدّدت دراسة باستخدام التقنيات النووية بدقة مصادر تآكل التربة في وادي نهر كالاو الذي يصب في البحيرة، وقد شهد الوادي المذكور قدراً كبيراً من إزالة الغابات في العقود القليلة





أما الأرض التي أزيلت منها الغابات وبدأت زراعتها قبل ٤٠ عاماً، فقد بلغ معدّل فقدان التربة فيها ٤٠ طناً للهكتار الواحد سنوياً. وأضافت أنه «على النقيض من ذلك، فإنّ المساحات المشابهة التي ترك فيها الغطاء الحرجي على حاله لم تشهد أيّ تآكل على الإطلاق.»

ولوحظ فقدان كميات كبيرة من التربة في الأماكن المرتفعة من المنحدرات وتراكم التربة في الأماكن المنخفضة الأقرب إلى البحيرة. وقالت تشووين إنّ هذا الأمر يشير إلى استمرار تصريف كميات كبيرة من الرواسب في البحيرة.

وقال سين تون إنّ عكس مسار عملية التدهور البيئي التي تشهدها بحيرة إنلي من جزاء تآكل التربة يُعدّ هدفاً رئيسياً للمكتب المحلي المعني بإدارة الغابات فقط، وإنّما أيضاً للحكومة الإقليمية لولاية شان. وقد وافق رئيس وزراء حكومة ولاية شان، لين هتوت، على أن يرأس اللجنة المكلفة بتحسين الأوضاع في البحيرة. وقال تون: «إنّ البحوث التي تجريها السيدة تشو تشووين تشكّل مساهمة مهمة في الجهود التي نبذلها.»

وسوف تساعد هذه الجهود أيضاً على حماية موئل البحيرة المتنوّع والفريد من نوعه، والذي نال الاعتراف الدولي في عام ٢٠١٥ عندما أعلنت منظمة الأمم المتحدة للتربية

والعلم والثقافة (اليونسكو) البحيرة محمية عالمية للمحيط الحيوي. وقال تون: «إنّ هذه التسمية توضع على عاتقنا مسؤوليات إضافية: فالبحيرة لم تُعدّ جزءاً من تراثنا فحسب، بل هي الآن أيضاً جزء من تراث العالم.»

الباحثة المعنية بالتآكل تشو تشو وين ومسؤول محلي عن إدارة الغابات يتفحصان مواقع التآكل في محيط بحيرة إنلي.

(الصورة من: ميكولوس غاسبر/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

العلوم

النويدات المشعّة المتساقطة وتقنية النظائر المستقرة الخاصة بمركّبات معيّنة

النويدات المشعّة المتساقطة موجودة في الغلاف الجوي وترسّب على سطح التربة بفعل الأمطار.

وترتبط هذه النويدات المشعّة مع جزيئات التربة وتتركز أساساً في الطبقة العليا من التربة. وتلتصق هذه النويدات المشعّة بقوة بجسيمات التربة الدقيقة ولا تمتصّها النباتات. وأثناء عمليات التآكل والترسّب، تنتقل النويدات المشعّة مع جسيمات التربة ويمكن استخدامها لتتبع إعادة توزيع التربة على نطاق مساحات شاسعة وفترات ممتدة من الزمن. وعندما تتآكل الطبقة العليا من التربة، ينخفض تركّز النويدات المشعّة المتساقطة، وهو ما يمكن للعلماء تتبّعه وقياسه باستخدام قياس طيف أشعّة غاما. ويمكن لذلك التحليل أن يساعد في الوقوف على التغيّرات التي تطرأ على أنماط ومعدّلات إعادة توزيع التربة في مناطق مستجمعات المياه الكبيرة. كما يمكن للعلماء تقييم كفاءة تدابير حفظ التربة في مكافحة تآكل التربة. وهناك ثلاثة أنواع من النويدات المشعّة المتساقطة يشيع استخدامها في تتبع تآكل التربة، ألا وهي السيزيوم-١٣٧ والرصاص-٢١٠ والبريليوم-٧؛ والأول هو أكثرها شيوعاً.

وتنطوي تقنيات النظائر المستقرّة الخاصة بمركّبات معيّنة على قياس نظائر مستقرة مثل الكربون-١٣ الموجود في مركّبات عضوية محدّدة مرتبطة بالتربة مثل الأحماض الدهنية. ويرجع منشأ الأحماض الدهنية إلى جذور النباتات والنفائيات الحيوانية وغيرها من المخلفات التي توجد في النظم الإيكولوجية الطبيعية، والتي تتحلل وتصبح جزءاً من المادة العضوية في التربة. ولهذه المركّبات بصمات نظيرية مستقرة فريدة، تكاد تكون مثل بصمات الأصابع. وحيث إنّ الكربون-١٣ يكون له تركيب فريد من نوعه في كل مركب، يكشف تحليل الكربون-١٣ عن منشأ التربة المتآكلة. وتكفل هذه التقنية ربط بصمات الكربون-١٣ التي تدلّ على طبيعة استخدام الأراضي بالرواسب في مناطق الترسيبات، ومن ثمّ فهي مفيدة في تحديد مصادر التربة المتآكلة والوقوف على المناطق المعرّضة لتدهور التربة، وهو ما يمكن السلطات من إيلاء الأولوية لحفظ التربة في المناطق الأكثر تعرّضاً للتآكل.