

دور التقنيات النووية في الزراعة الذكية مناخياً

كريستوف مولر



كريستوف مولر بوفيسور، أستاذ الإيكولوجيا النباتية التجريبية في جامعة يوستوس ليبغ جايسن. وهو أيضاً أستاذ في المركز الجامعي لدابلن. وتشمل مجالات بحثه الرئيسية تأثير تغيّر المناخ في العمليات الإيكولوجية، ودورات العناصر البيئية في النظم الإيكولوجية البرية وعمليات إفراز الغازات النزرّة ذات الصلة بالمناخ.

على إمكانية التسبب في الاحترار العالمي، وإنما هو أيضاً غاز فعّال في استنفاد طبقة الأوزون إذ تزيد فترة بقائه في الغلاف الجوي عن المئة عام.

ويتمثّل التحديّ في نُظُم الزراعة الذكية مناخياً في فكّ ترابط تطبيق الأسمدة الاصطناعية بازدياد عدد السكّان: أي إطعام الناس دون إضافة قدر أكبر من النيتروجين. وأحد السبل للقيام بذلك هو تزويد النباتات بالنيتروجين عبر تحويل النيتروجين غير المتاح والمُخزّن في المواد العضوية في التربة إلى نيتروجين مُتاح، على سبيل المثال، الأمونيوم أو النترات أو الركائز العضوية المتاحة للنباتات. ويمكن تقييم فعالية هذا الاستخدام للنيتروجين في النظم الزراعية بمساعدة ما يُطلَق عليه كفاءة استخدام النيتروجين: أي النسبة بين مدخلات النيتروجين والنيتروجين المُستخلص من النبات.

وتعرّز نُظُم الزراعة الذكية مناخياً من قدرة التربة على خزن المغذّيات والمياه عبر خيارات التصرف فيها والتي تزيد من محتوى المواد العضوية في التربة، مما يجعل التربة مقاومة لتغيّر 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 يدلّو بدلوه

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

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

بيد أنّ الجزء الصعب يتمثّل في أنّ إنتاجية هذه النظم لا تقتصر فقط على الاعتماد على محتوى محض من الكربون دون سواه. فهذه الإنتاجية تعتمد أيضاً على نسبة الكربون مقابل كلّ المغذّيات الأساسية الأخرى التي تحتاجها النباتات للنمو. ولذلك، فإنّ مفتاح الوصول إلى نُظُم مستدامة للزراعة الذكية مناخياً يتمثّل في ضمان التصرف الملائم في المغذّيات — لا سيّما النيتروجين.

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

غير أنّ هذا التطوّر 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

دور التقنيات النووية في الزراعة الذكية مناخياً

تقدّم 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 التكيف مع تغيّر المناخ والصمود في مواجهته، والحدّ من انبعاثات غازات الدفيئة في الزراعة، مع مراعاة الخصوصيات والأولويات الوطنية والمحلية.

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 المستخدمة في الزراعة الذكية مناخياً. وتُمكن الأساليب العلمية الأساسية المرتبطة باستخدام التقنيات النووية العلماء من تحديد مدى تأثير الخيارات الإدارية في ديناميات النيتروجين في النظم المرتبطة بالنبات والتربة والغلاف الجوي. وكثيراً ما نتوصل إلى أن تكون التقنيات النووية هي الخيار الوحيد لتقييم ممارسات الزراعة الذكية مناخياً، 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 مناخياً. كرسدوف مولر وهو يتأس فريقي خبراء من دول أعضاء في الوكالة الدولية للطاقة الذرية في تحليل محتوى النيتروجين في التربة في إحدى الدراسات الميدانية.

(الصورة من: الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

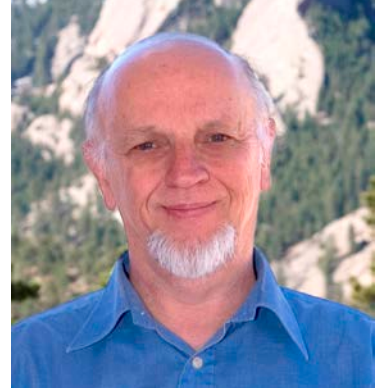
التثبيت البيولوجي للنيتروجين، ممّا يحسّن من خصوبة التربة ويعزّز جودة التربة وسلامتها.

ومن المهمّ تقييم تقنيات الزراعة الذكية مناخياً، هذه التقنيات التي تهدف للحدّ من انبعاثات غاز الدفيئة من قبيل أكسيد النيتروز. وبالإستعانة بتقنيات وسم النيتروجين-١٥ والأكسجين-١٨، من الممكن الوصول إلى المصدر الدقيق لإنتاج غاز أكسيد النيتروز وتحديد كمياته. وهو ما يُمكن الباحثين ومستخدمي الأراضي من اختيار استراتيجيات تخفيف مناسبة لتقليص انبعاثات الغاز المذكور. وهناك طريقة أخرى للحدّ من انبعاثات غاز أكسيد النيتروز تتمثّل في تعزيز عملية تحويل هذا الغاز إلى غاز نيتروز ملائم بيئياً من خلال خيارات التصرف التي تستفيد من إمدادات الكربون قدر الإمكان أو ترفع الرقم الهيدروجيني في التربة. وفي كلّ الأحوال،



دور الطاقة النووية في بلوغ غايات اتفاق باريس بشأن تغيير المناخ

بقلم توم م.ل. وايجلي



توم م.ل. وايجلي هو عالم مناخ في جامعة أديلابيد. 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.

إن الدور المحتمل للطاقة النووية في بلوغ غايات الحد من الاحترار العالمي في إطار اتفاق باريس بشأن تغيير المناخ يعتمد أساساً على القدر اللازم من خفض الانبعاثات. وهي عملية تتألف من خطوتين: علينا أن نتأكد من أننا نعمل على بلوغ غايات واقعية قبل أن يتسنى لنا أن نُقيّم كيف يمكن للمجال النووي أن يُساعدنا.

غايات واقعية

يحدّد اتفاق باريس، الذي يعتبر اتفاقاً تاريخياً يهدف لمكافحة تغيير المناخ ويستند إلى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيير 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... وينص الاتفاق كذلك في المادة ٤-١ على أن خفض الانبعاثات ينبغي القيام به «وفقاً لأفضل المعارف العلمية المتاحة...»

وهناك بعض المشاكل فيما يخص ذلك.

أولها أن المادة ٢-١ (أ) تقتضي الإبقاء في كل الأوقات على درجة الحرارة في حدود أقل من الأرقام المستهدفة المحددة للاحتار. ومع أن هذا ممكن من الناحية العملية، وإن كان مستبعداً جداً، فقد يكون أسهل بكثير السماح بتجاوز بعض الدرجات في ارتفاع الحرارة حتى تعود هذه الدرجات في نهاية المطاف إلى حدود الأرقام المستهدفة المُعلن عنها. بيد أن ذلك يطرح تساؤلاً علمياً آخر: إلى أي مدى وإلى متى يمكن تجاوز تلك الدرجات ومع ذلك تحقيق الهدف الأعم لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيير المناخ والمتمثل في: «تجنب التدخل البشري المنشأ في نظام المناخ»، وعبارة «التدخل البشري المنشأ» موجودة هنا للدلالة على التلوث الذي تتسبب فيه الأنشطة البشرية.

والمشكلة الثانية أن الهدف في المادة ٤-١، وفقاً لأفضل المعارف العلمية المتاحة، هو غير متسق مع المادة ٢-١ (أ). وإن كان تجاوز درجات الحرارة أمراً مسموحاً به، وهو ما أراه ضرورياً؛ فليس هناك ما يدعو إلى خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى الصفر قبل نهاية هذا القرن بغية

التوصل إلى الرقم المستهدف المقدّر بدرجتين مئويتين، وهي الطريقة التي غالباً ما تُفسّر بها المادة ٤-١. ومن الممكن التوصل إلى الرقم المستهدف وهو درجة ونصف مئوية مع تجاوز درجة مئوثة دون الوصول إلى المستوى السلبي من الانبعاثات (انظر الرسم البياني). إلا أن المستويات السلبية من الانبعاثات قد تكون ضرورية إذا ما تسنى حدوث تجاوز أقل في درجات الحرارة، اعتباراً من عام ٢٠٦٠ تقريباً، وهو ما يتسق مع المادة ٤-١.

وإن كان الأمر كذلك، فقد تسمح في نهاية المطاف بواليع المحيطات والبواليع البرية المتبقية والتي تدوم طويلاً بأن تعود الانبعاثات إلى فوق الصفر.

وتلك المسائل موضحة في الرسم البياني، حيث استخلصت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أولاً عن طريق تحديد مسار ارتفاع درجات الحرارة — انظر الرسم العلوي حيث توجد حالتان سُجّل فيهما الرقم المستهدف المقدّر بدرجة مئوية ونصف — ثم عن طريق عرض نموذج للمناخ على نحو معكوس لتقويم الانبعاثات اللازمة لثاني أكسيد الكربون من الوقود الأحفوري (انظر الرسم الأوسط). ويمكّن 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 المشار إليها في الرسم الأوسط من الرسم البياني؟ يمكننا أن نجيب على هذا السؤال جزئياً باستخدام نتائج استخلصت من نماذج تقييم متكاملة — وهي نماذج اقتصادية الطاقة المستخدمة لتوقع تفاصيل الطلب على الطاقة ونتائجها في المستقبل — وهي نماذج نُشرت في برنامج علوم تغيير المناخ التابع للولايات المتحدة.

وكُلفت ثلاثة أفرقة مشهورة ومتكاملة ومعترف بها دولياً معنية بوضع نماذج التقييم بمهمة صوغ مجموعة من سيناريوهات التخفيف تحركها أسباب سياسية، وذلك باستخدام نماذج IGSM، وMERGE، وMiniCAM. وتحققت 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 إنتاج الطاقة من الكتلة الأحيائية وغير الأحيائية المتجددة، وذلك بالأساس من مصادر الرياح والمصادر الشمسية والنووية؛
- من خلال التقاط الكربون وتخزينه.

وتجري عمليات الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كل السيناريوهات، بما في ذلك السيناريوهات المرجعية،