الأمم المتحدة

A/78/228

الجمعية العامة

Distr.: General
28 August 2023
Arabic
Original: English

الدورة الثامنة والسبعون

البند 19 من جدول الأعمال المؤقت*

التنمية المستدامة

تسخير التكنولوجيا الزراعية لأغراض التنمية المستدامة: عدم ترك أي أحد خلف الركب**

تقرير الأمين العام

موجز

مع بلوغ منتصف الطريق قبل حلول الموعد النهائي لتحقيق خطة التنمية المستدامة لعام 2030، أصبح التعجيل بالتغيير التحويلي دعمًا لأهداف التنمية المستدامة ممكنًا بفضل تطبيق العلم والتكنولوجيا في مجال تطوير الممارسات الزراعية المستدامة. فالتطورات التكنولوجية في مجالات التكنولوجيات الحيوية والتكنولوجيات الرقمية والطاقة المتجددة والميكنة والأتمتة وتعزيز البيانات، تتيح فرصا لزيادة الإنتاج وتحسين الكفاءة وتقليل الهدر إلى حده الأدنى والتخفيف من مشاق العمل في منظومات الأغذية الزراعية، مما يفيد الرفاه الاقتصادي والاجتماعي والبيئي. وتمثل الحوكمة الرشيدة والبيئة التمكينية والتخطيط الشامل أمورا أساسية لكفالة أن تعود التكنولوجيات الجديدة بالفائدة على الفئات السكانية الضعيفة وألا تؤدي إلى توسيع الفجوات القائمة بسبب عدم المساواة. كما أن معالجة الفجوة الرقمية وعدم المساواة بين الجنسين أمر أساسي لكفالة عدم ترك أي أحد خلف الركب.

* A/78/150.

** قُدّم هذا التقرير لتجهيزه بعد انقضاء الموعد النهائي وذلك لأسباب فنية خارجة عن سيطرة المكتب الذي قدمه.

070923 210823 23-14467 (A)

الرجاء إعادة استعمال الورق

أولا - مقدمة

1 - أُعِد هذا التقرير استجابة لقرار الجمعية العامة 200/76 الذي طُلب فيه إلى الأمين العام أن يقدم إلى الجمعية في دورتها الثامنة والسبعين تقريرا ذا منحى عملي يدرس الاتجاهات التكنولوجية وأوجه التطور الهامة المشهودة حاليا في التكنولوجيات الزراعية، ويعرض أمثلة إيضاحية عن استخدام التكنولوجيات على نطاق واسع بشكل يُفضي إلى التحوّل، ويشمل توصيات لمساعدة الدول الأعضاء على تسريع وتيرة جهودها الرامية إلى تنفيذ الأهداف والغايات ذات الصلة الواردة في خطة التنمية المستدامة لعام 2030.

2 - ولأغراض هذا التقرير، يشير مصطلح "الزراعة" إلى قطاعات المحاصيل، والماشية، ومصائد الأسماك، والحراجة. وتشمل "منظوماتُ الأغذية الزراعية"[1] كاملَ نطاق الجهات الفاعلة، وأنشطتها المترابطة ذات القيمة المضافة، المشارِكة في الإنتاج الأولي للمنتجات الزراعية الغذائية وغير الغذائية، وكذلك في تخزين جميع المنتجات الغذائية، بما فيها المنتجات ذات المنشأ غير الزراعي، وتجميعها، ومناولتها بعد الحصاد، ونقلها، وتجهيزها، وتوزيعها، وتسويقها، واستهلاكها والتخلص منها. وينطوي تسخير "التكنولوجيات الزراعية" لأغراض التنمية المستدامة على التكنولوجيات التي تدعم منظومات الأغذية الأكثر استدامة، التي تؤسس لمنظومات الإيكولوجيا الزراعية الصحية والقادرة على التكيّف ذات الآثار الإيجابية على البيئة والتي يمكنها المساهمة في التحول من زراعة الكفاف إلى الزراعة المبتكرة المستدامة، مما يساعد صغار المزارعين والمزارعين الأسريين على تحسين الأمن الغذائي والتغذية لديهم، وتحقيق فوائض قابلة للتسويق، وإضافة قيمة إلى الإنتاج، وتأمين سبل عيشهم. وهذا ما يشمل التكنولوجيات اللازمة لإنتاج المحاصيل الزراعية، وتخزينها، وتجهيزها، ومناولتها، ونقلها بعد الحصاد.

ثانيا - لمحة عامة

3 - لاحظ الأمين العام، في تقريره لعام 2021 بشأن تسخير التكنولوجيا الزراعية لأغراض التنمية المستدامة (A/76/227)، أن التكنولوجيات الحيوية، والتكنولوجيات الرقمية، وتكنولوجيات الطاقة المتجددة، والميكنة، وتعزيز البيانات، تتيح فرصا لزيادة الإنتاج الزراعي وتحسين الكفاءة وتقليل الهدر إلى حده الأدنى والتخفيف من مشاق العمل في منظومات الأغذية الزراعية، مما يفيد الرفاه الاقتصادي والاجتماعي والبيئي. وأبرز كذلك أهمية الحوكمة والتخطيط الشامل لكفالة أن تعود التكنولوجيات الجديدة بالفائدة على الفئات السكانية الضعيفة وألا تؤدي إلى توسيع الفجوات القائمة بسبب عدم المساواة.

4 - ويستند هذا التقرير إلى التقرير السابق لدى الإشارة إلى انعدام الأمن الغذائي، والمخاطر المتصلة بالمناخ، والتوسع الحضري السريع، وفاقد الأغذية والهدر الغذائي، وتدهور الموارد الطبيعية، والآفات والأمراض العابرة للحدود التي يمكن للتكنولوجيات الزراعية أن تساعد في معالجتها. وفي هذا التقرير، يبرز الأمين العام كيفية توسيع نطاق استخدام التكنولوجيات الزراعية، مع إيلاء الاهتمام لضمان وصول النساء والشباب إليها، وكفالة إقامة منظومات للأغذية الزراعية تتسم بالكفاءة، والشمولية، والقدرة على الصمود، والاستدامة، والاستفادة من الفرص الناشئة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، لا سيما في أوقات الأزمات، بما في ذلك جائحة مرض فيروس كورونا (كوفيد-19).

(1) وفقا للتعريف الوارد في تقرير مجلس منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة عن أعمال الدورة السادسة والستين بعد المائة، التقرير رقم CL 166/REP (روما، 2021).

5 - ويتناول الأمين العام، في التقرير، المناسبات الأخيرة والمقبلة، بما في ذلك مؤتمر الأمم المتحدة للمياه لعام 2023، ولحظة تقييم مؤتمر قمة الأمم المتحدة المعني بالمنظومات الغذائية لعام 2023، التي تهدف إلى استعراض التقدم المحرز في تنفيذ نتائج هذا المؤتمر لعام 2021، ومؤتمر القمة المعني بأهداف التنمية المستدامة لعام 2023. ويكتسي التقرير أهمية كبيرة في سياق عمل آلية تيسير التكنولوجيا، وفريق العمل المشترك بين وكالات الأمم المتحدة المعني بالعلم والتكنولوجيا والابتكار ذي الصلة، والمنتدى السنوي المتعدد أصحاب المصلحة المعني بتسخير العلم والتكنولوجيا والابتكار لأغراض أهداف التنمية المستدامة.

6 - ويُبرز الأمين العام في التقرير الاتجاهات التكنولوجية الحديثة في الزراعة التي تسهم في تحويل منظومة الأغذية الزراعية، ويشدد على ضرورة توسيع نطاق استخدام التكنولوجيات الزراعية بمجموعة من العوامل التمكينية على الصُعد السياساتي والاجتماعي والمؤسسي. ووجوب إيلاء اعتبار خاص لاحتياجات صغار المنتجين، بمن فيهم المزارعون والرعاة وصيادو الأسماك وعمال الحراجة وأفراد الشعوب الأصلية، مع الاهتمام بالنساء والشباب. وبالإضافة إلى ذلك، يُبرز الأمين العام ضرورة تحديد وتحليل الفرص والمخاطر وجوانب المفاضلة المرتبطة بالتكنولوجيات وكفالة إتاحة التكنولوجيات ذات الصلة وإمكانية الوصول إليها ويُسر تكلفتها لصغار المنتجين والمزارعين الأسريين وجميع الجهات الفاعلة في منظومات الأغذية الزراعية.

ثالثا - التحديات

7 - ظل معدل انتشار نقص التغذية أعلى بكثير من مستوياته في مرحلة ما قبل الجائحة، حيث أثَّر على ما نسبته 9,2 في المائة تقريبا من سكان العالم في عام 2022 مقارنة بنسبة 7,9 في المائة في عام 2019. وتشير التوقعات إلى أن ما بين 691 مليونا و 783 مليونا من الأشخاص في العالم قد واجهوا الجوع في عام 2022. وعند الأخذ بالحسبان العدد المتوسط (حوالي 735 مليونا)، فقد ارتفع عدد الأشخاص الذين واجهوا الجوع بنحو 122 مليون شخص في عام 2022 مقارنة بما كان عليه عددهم عام 2019[(2)]. وارتفع عدد الأشخاص الذي يعانون من انعدام الأمن الغذائي الحاد في العالم من 108 ملايين شخص في عام 2016 إلى 258 مليون شخص في عام 2022[(3)]. ومن ناحية أخرى، ترتبط الحصة المتزايدة بسرعة من الأغذية العالية التصنيع والكثيفة الطاقة والمتدنية في قيمتها الغذائية بارتفاع معدلات السمنة والأمراض غير السارية. وعلى الصعيد العالمي، أشارت التقديرات لعام 2022 إلى أن 148,1 مليون طفل دون سن الخامسة (22,3 في المائة) كانوا يعانون من التقزّم، وأن 45 مليون طفل (6,8 في المائة) كانوا يعانون من الهزال، وأن 37 مليون طفل (5,6 في المائة) كانوا يعانون من الوزن الزائد.

8 - ورغم أن الكمية من فاقد الأغذية والهدر الغذائي كبيرة، فإن أكثر من 3,1 بلايين شخص في العالم، أو ما نسبته 42 في المائة، لم يكن في وسعهم تحمل تكلفة اتباع نظام غذائي صحي في عام 2021. ويُفقد سنويًا ما يقرب من 14 في المائة من الأغذية في العالم، التي تقدر قيمتها بمبلغ 400 بليون دولار، في حين يُهدر ما يقدر بنحو 17 في المائة من الأغذية على مستوى البيع بالتجزئة والاستهلاك. وفي الوقت نفسه، من المعروف أن الأغذية غير المأمونة تسبب، في جمع أنحاء العالم، أمراضا حادة ومزمنة، مما يؤثر

(2) منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، والصندوق الدولي للتنمية الزراعية، ومنظمة الأمم المتحدة للطفولة (اليونيسف)، وبرنامج الأغذية العالمي، ومنظمة الصحة العالمية، *حالة الأمن الغذائي والتغذية في العالم لعام 2023: التوسع الحضري وتحويل النظم الغذائية والأنماط الغذائية الصحية عبر التسلسل الريفي الحضري المتصل (روما، منظمة الأغذية والزراعة، 2023)*.

(3) Food Security Information Network and Global Network against Food Crises, *Global Report on Food Crises 2023: Joint Analysis for Better Decisions* (Rome, 2023).

على الضعفاء والمهمشين وسبل عيشهم. ويؤدي التوسع الحضري السريع، إلى جانب نمو الدخل في البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل، إلى التعجيل بوتيرة الانتقال في النمط الغذائي نحو زيادة استهلاك اللحوم، والمشروبات السكرية المحلاة، والأغذية المصنّعة التي تحتوي على نسبة عالية من الدهون والسكر والملح، كما يؤدي بالنسبة لبعض فئات أصحاب الدخل، إلى ارتفاع الطلب على الفواكه والخضروات مقارنة بالطلب على الحبوب، مما يتطلب تعديل الإنتاج ويزيد من الضغط على الموارد الطبيعية.

9 - ويؤثر تغير المناخ والظواهر المناخية القصوى المرتبطة به مثل الجفاف والفيضانات بشكل خطير على الزراعة والأمن الغذائي. فلا تزال الزراعة تتعرض لما نسبته 26 في المائة من الأضرار والخسائر الناجمة عن الكوارث، ولا سيما الجفاف والفيضانات. فقد تكبدت الزراعة في البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل من الشريحة الدنيا أكثر من 80 في المائة من جميع الأضرار والخسائر الناجمة عن الجفاف[4]. ومن ناحية أخرى، تتحمل منظومات الأغذية الزراعية المسؤولية عن ثلث إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ[5]. واستخدام الطاقة في السلاسل الغذائية هو استخدام غير مستدام، بالنظر إلى أن منظومات الأغذية الزراعية تستهلك حاليا ثلث الإنتاج العالمي من الطاقة، إذ يُعزى نحو 70 في المائة من استهلاك الطاقة إلى نقل المنتجات الغذائية ومعالجتها بعد أن تغادر المزارع[6].

10 - ولا يوجد مجال كبير لتوسيع مساحة الأراضي المنتجة، ومع ذلك فإن أكثر من 95 في المائة من إنتاج الأغذية في العالم يعتمد على الأرض[7]. وتؤثر ندرة المياه تأثيرا مباشرا على الزراعة، باعتبارها القطاع الذي يبلغ فيه الطلب على موارد المياه العذبة أعلى مستوياته. وفي الوقت ذاته يؤدي الافتقار إلى إدارة مياه الصرف الصحي إلى زيادة تلوث المياه، إذ إن ما يقرب من 80 في المائة من مياه الصرف الصحي في العالم لا تخضع للمعالجة، مما يسهم في حدوث مشاكل هيكلية تتعلق بنوعية المياه[8]. ويؤدي سوء صحة التربة إلى إنتاج محاصيل فقيرة بالمغذيات، مما يساهم بدوره في نقص العديد من المغذيات الدقيقة، وفي نظام غذائي فقير بالمغذيات، الأمر الذي يفضي إلى سوء التغذية والمشاكل الصحية المرتبطة به. وبالإضافة إلى ذلك، أدى ارتفاع سريع في أسعار الأسمدة إلى إضعاف قدرة المزارعين على شرائها واستخدامها، مما أسفر عن حدوث مشاكل إضافية تمثلت في توافر الغذاء وتفاقم مشكلة الحصول عليه[9].

11 - وعلى الصعيد العالمي، تفاقم خطر فقدان التنوع البيولوجي وانقراض الأنواع بنسبة 10 في المائة تقريبا على مدى العقود الثلاثة الماضية[10]. ولا يزال التوسع في الأراضي الزراعية السبب الرئيسي لإزالة

(4) FAO, *The Impact of Disasters and Crises on Agriculture and Food Security: 2021* (Rome, 2021).

(5) FAO, "Greenhouse gas emissions from agrifood systems: global, regional and country trends, 2000–2020", FAOSTAT Analytical Brief, No. 50 (Rome, 2022).

(6) International Renewable Energy Agency (IRENA) and FAO, *Renewable Energy for Agri-food Systems: Towards the Sustainable Development Goals and the Paris Agreement* (Abu Dhabi and Rome, 2021).

(7) منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، *حالة الموارد من الأراضي والمياه في العالم للأغذية والزراعة: نظم على حافة الانهيار - تقرير تجميعي 2021 (روما، 2021)*.

(8) Anja du Plessis, "Persistent degradation: global water quality challenges and required actions", *One Earth*, vol. 5, No. 2, 18 February 2022.

(9) FAO and the World Trade Organization (WTO), "Global fertilizer markets and policies: a joint FAO/WTO mapping exercise", 1 December 2022.

(10) انظر https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/goal-15/.

الغابات وهو يرتبط بتفشي الأمراض الحيوانية المصدر والأمراض المنقولة بالنواقل[11]. وتشير الأدلة إلى أن نسبة سلالات الماشية المعرضة لخطر الانقراض آخذة في الازدياد. ويتعرض ما يقرب من ثلث الأرصدة السمكية للصيد المفرط، كما أن ثلث أنواع أسماك المياه العذبة التي خضعت للدراسة معرض لخطر الانقراض. فقد انخفضت نسبة الأرصدة السمكية التي تقع في حدود مستدامة بيولوجيا من 90 في المائة في عام 1974 إلى 65,8 في عام 2017[12].

12 - ولا تزال الآفات والأمراض العابرة للحدود تشكل تهديدات جسيمة. فقد أسفر الانتشار العالمي للآفات والأمراض العابرة للحدود، من قبيل حمى الخنازير الأفريقية، ومرض التهاب الجلد العقدي، وإنفلونزا الطيور ذات القدرة العالية على الإمراض، ودودة الحشد الخريفية، عن الإضرار الشديد بالأمن الغذائي والتغذوي وسبل العيش الزراعية وإبطاء التعافي من جائحة كوفيد-19. وتحدُّ مبيدات الآفات الشديدة الخطورة من فعالية المُلَقِّحات، الأعداء الطبيعية لآفات المحاصيل، كما أن 64 في المائة من الأراضي الزراعية في العالم معرّض لخطر التلوث بأكثر من مادة فعالة واحدة من مبيدات الآفات، وتبلغ النسبة المعرضة لخطر كبير من تلك الأراضي 31 في المائة[13].

13 - وتقل فرص حصول المرأة العاملة في قطاع الزراعة على المدخلات الزراعية مقارنة بفرص الرجل، كما أن عبء العمل على المرأة آخذ في الازدياد بسبب افتقارها إلى إمكانية الحصول على التكنولوجيات الموفرة لليد العاملة. وتشكل محدودية الوصول إلى رأس المال والخدمات، والتفاوتات الجغرافية في الحصول على الكهرباء، والتغطية بخدمات الإنترنت والهاتف المحمولة، وارتفاع التكاليف، وانخفاض مستويات الإلمام بالقراءة والكتابة، والمعايير الاجتماعية والثقافية المتحيزة جنسانيا، وتدني نسبة المشاركة في صناعة القرارات بشأن الابتكارات الزراعية[14]، حواجز تحول دون حصول المرأة على التكنولوجيا[15]. وفي عام 2022، كان 63 في المائة من النساء على الصعيد العالمي يستخدمن الإنترنت، مقابل 69 في المائة من الرجال[16]. ويقل احتمال امتلاك المرأة الريفية هاتفا محمولا مقارنة بالرجل الريفي[17]. ويؤدي نقص فرص العمل إلى تآكل رأس المال البشري وانخفاض إنتاجية العمل. وفي بعض المناطق، حيث يرتفع عدد السكان الشباب بسرعة، تقل فرص الحصول على الأراضي والموارد الإنتاجية، مما يؤدي بالأجيال الأصغر سنًّا من الشباب إلى الابتعاد عن العمل في الزراعة، وإلى الهجرة الداخلية والدولية.

(11) Serge Morand and Claire Lajaunie, "Outbreaks of vector-borne and zoonotic diseases are associated with changes in forest cover and oil palm expansion at global scale", *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 8 (March 2021).

(12) منظمة الأغذية والزراعة، *حالة الموارد السمكية وتربية الأحياء المائية في العالم، 2022: نحو التحول الأزرق* (روما، 2022).

(13) Fiona H. M. Tang and others, "Risk of pesticide pollution at the global scale", *Nature Geoscience*, vol. 14 (April 2021).

(14) United Nations Conference on Trade and Development, *Teaching Material on Trade and Gender Linkages: The Gender Impact of Technological Upgrading in Agriculture* (United Nations publication, 2020).

(15) *Teaching Material on Trade and Gender*, vol. 1, *Unfolding the Links*, module 4E, *Trade and Gender Linkages: An Analysis of Least Developed Countries* (United Nations publication, 2020).

(16) International Telecommunication Union (ITU), *Measuring Digital Development: Facts and Figures 2022*. (Geneva, 2022).

(17) GSM Association, *Connected Women: The Mobile Gender Gap Report 2021* (London, 2021).

14 - ويؤدي الافتقار إلى البيانات الدقيقة والآنية وذات الصلة إلى عرقلة عملية وضع السياسات. وكان عدم كفاية القدرة التحليلية، ولا سيما في البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل، نقطة ضعف مُعوِّقة في منظومات البيانات الزراعية. وبالرغم من الفرص الهائلة المتاحة لعلم البيانات واستخدام البيانات في قطاع الزراعة، إلا أنها لا تخلو أيضا من بعض المخاطر، من قبيل ما يتعلق منها بخصوصية البيانات وأخلاقياتها. وبالإضافة إلى ذلك، يتطلب التحول إلى الأخذ بالأساليب الرقمية في مجال استغلال الزراعة موارد مالية كبيرة، مما قد يزيد من أوجه عدم المساواة القائمة بين كبار المنتجين وصغار المنتجين من المزارعين.

رابعا - الاتجاهات التكنولوجية وأوجه التقدم الرئيسية

15 - تشمل التكنولوجيات الحيوية في مجال الزراعة مجموعة من التكنولوجيات، بدءا من التلقيح الاصطناعي ذي التكنولوجيا البسيطة، وتقنيات التخمير، والأسمدة الحيوية، والتقنيات النووية، إلى المنهجيات المتقدمة ذات التكنولوجيا العالية التي تقوم على الحمض النووي الريبي المنزوع الأوكسجين (الدنا)، بما في ذلك التحوير الجيني، وتسلسل الجينوم الكامل، وتعديل الجينات، والبيولوجيا التركيبية. وتتيح هذه التكنولوجيات فرصا، ولكنها تنطوي أيضا على مخاطر، من قبيل التفاعلات الجينية غير المتوقعة ومشاكل السلامة الأحيائية[18]. وتشمل الفوائد التحسين الوراثي للنباتات والحيوانات بهدف زيادة العائد، وكفاءة استخدام المدخلات، والقدرة على مقاومة الإجهادات الحيوية وغير الحيوية، ومكافحة أمراض النبات والحيوان، والأغذية ذات القيمة الغذائية المحسَّنة ومدة الصلاحية الأطول، والحد من المُستأرِجات، والكشف عن الأمراض المنقولة بالغذاء، ومراقبة سلامة الأغذية، ورصد التنوع البيولوجي، ومعالجة الأمراض الملوِّثة باستخدام النباتات، واستفادة الحيوانات على أكمل وجه من المغذيات الموجودة في الأعلاف، والتشخيص السريع للأمراض وتطوير اللقاحات.

16 - ويمكن أن تسهم تكنولوجيا تعديل الجينات، بما في ذلك المتكررات المتكتلة بانتظام القصيرة التواتر، وتطبيقها في تربية النباتات والحيوانات، في إدخال تحسينات على مختلف جوانب الإنتاج الزراعي. فهذه التكنولوجيا تنطوي على إمكانية تعزيز الدقة والكفاءة فيما يتعلق بطرق التربية الحالية والمساهمة في نمو السريع للأصناف النباتية والسلالات الحيوانية المحسنة. كما تنطوي تكنولوجيا تعديل الجينات على إمكانية تحسين إنتاجية الأغذية والتغذية، وزيادة الفوائد البيئية، وخفض تكاليف إنتاج الأغذية[19].

17 - والمقصود بإنتاج الأغذية القائمة على الخلايا إنتاج المنتجات الحيوانية مباشرة من المزارع الخلوية بدلا من استخدام النظم التقليدية لتربية المواشي. ويجري العمل بالفعل على صناعة منتجات غذائية تقوم على الخلايا، مما يجعل من الأهمية بمكان إجراء تقييم موضوعي للفوائد التي قد تجلبها، فضلا عن أي مخاطر مرتبطة بها، بما في ذلك المخاوف المتصلة بسلامة الأغذية، وصحة الإنسان، والنوعية[20]. وتنقسم الزراعة الخلوية إلى نوعين: اللحوم المستزرعة والتخمير الدقيق. ففي اللحوم المستزرعة، تُزرع الخلايا الحيوانية في المفاعلات الحيوية لتوليد مكونات الأنسجة العضلية. أما التخمير الدقيق فينطوي على زراعة مستضيفات الميكروبات باعتبارها "مصانع خلوية" لتوليد المكونات الغذائية.

(18) Agata Tyczewska, Tomasz Twardowski and Eva Woźniak-Gientka, "Agricultural biotechnology for sustainable food security", *Trends in Biotechnology*, vol. 41, No. 3 (March 2023).

(19) FAO, *Gene Editing and Agrifood Systems* (Rome, 2022).

(20) FAO and WHO, *Food Safety Aspects of Cell-based Food* (Rome, 2023).

18 - وتتراوح التكنولوجيات الرقمية من التكنولوجيات الناشئة منخفضة التكلفة التي تستخدم الأجهزة والمنصات المحمولة، إلى نظم المعلومات المتعلقة بأحوال الطقس أو أسعار السوق التي يمكن الوصول إليها من خلال الرسائل النصية أو الرد الصوتي التفاعلي، مرورًا بالتكنولوجيات المتقدمة التي تعتمد بكثافة على المعارف وتتطلب انتشار شبكة الإنترنت على نطاق واسع، من قبيل البيانات الضخمة، وإنترنت الأشياء، والذكاء الاصطناعي وتَعَلُّم الآلة، والسجلات الموزَّعة، والاستشعار عن بعد، والتحليل الجغرافي المكاني. وتنطوي تلك التكنولوجيات على إمكانية زيادة الإنتاجية الزراعية، وتحسين الوصول إلى الأسواق، وكفاءة المدخلات، وكفالة الاتصال الآني من أجل اتخاذ قرارات مستنيرة. ويتيح الذكاء الاصطناعي زيادة كفاءة الأنشطة الزراعية من خلال استخدام التشغيل الآلي للأغراض الزراعية، ورصد التربة والمحاصيل والمواشي، والتحليل التنبؤي والخدمات الاستشارية الزراعية المزودة بوظائف للدردشة الآلية.

19 - أما التكنولوجيات الجغرافية المكانية، بما في ذلك الاستشعار عن بعد، والتحليل الجغرافي المكاني والأدوات من قبيل الصور الساتلية، ونظم المعلومات الجغرافية، والمنصات الجغرافية المكانية المفتوحة للجميع، وتطبيقات الهواتف الذكية، فإنها تمكّن من تحويل البيانات، مع توزيعها فورًا على المستخدمين المستهدفين، إلى معلومات يستفاد منها في اتخاذ إجراءات لإدارة الموارد الطبيعية بكفاءة، وتحسين الإنتاج، وتعزيز نظم الإنذار المبكر. وتسهم تطبيقات الاستشعار عن بعد في رصد الأخطار، وإنتاج الكتلة الأحيائية والتبخر النتحي للمحاصيل، وإدارة الري، وتحديد إجهاد المحاصيل وتفشي الأعشاب الضارة والآفات، والتنبؤ بالطقس، والإنذار المبكر بالجفاف والفيضانات، وتقييم صحة النبات.

20 - ويمكن للزراعة الدقيقة باستخدام المُستشعِرات أن تساعد المزارعين على إدارة المدخلات بدقة وفي أوانه والحد من تأثير التغير في خصائص التربة على غلات المحاصيل. وتساعد قابليةُ وضعِ مستشعرات في التربة لنقل البيانات آنيًا المزارعينَ على التنبُّؤِ بصحة التربة. وبإمكان المستشعرات التي توضع على الأبقار الحلوب المساعدة في صياغة خوارزميات مخصصة من شأنها أن تمكّن من التحسين الأمثل لتعليف الأبقار وحلبها في قطاع إنتاج الألبان. وهكذا فإن المستشعرات ومجموعات البيانات المطابقة يمكن أن تتيح الكشف الفعال من حيث التكلفة والآني للتهديدات التي تؤثر على صحة و/أو إنتاجية الحيوانات والمحاصيل، مما يؤدي إلى تمكين المنتجين.

21 - وتتيح الميكنة الزراعية للمزارعين وضع البذور والأسمدة والمدخلات الأخرى بشكل أكثر دقة، وبرصد أحوال التربة، وحالات نقص المغذيات، وصحة المحاصيل، وأحوال الطقس، وتفشي الآفات بدقة وكفاءة. وتساعد التكنولوجيات البسيطة من قبيل آلات التحزيم المستخدمة في الإدارة الآلية لفضلات حصاد المحاصيل المزارعين في التحول عن حرق المخلفات من القش نحو استخدامها في الأسمدة، والأعلاف، والمواد الأساسية لزراعة الفطر، وإنتاج الطاقة النظيفة. ويمكن للميكنة تمكين النساء بالحد من اعتمادهن على الرجال في العمل البدني[21]. ويمكن لاستحداث منصات رقمية أن ييسر لصغار المزارعين استئجار خدمات الميكنة الزراعية. فعلى سبيل المثال، تمكّن المنصات الرقمية مالكي الجرارات من تتبع حركة معداتهم باستخدام نظام عالمي للملاحة بالسواتل.

(21) منظمة الأغذية والزراعة، *وضع النساء في النظم الزراعية والغذائية* (روما، 2023).

22 - وتساعد تكنولوجيات الميكنة المزارعين على إدارة أنشطتهم الزراعية عن بعد[22]. فيمكن للطائرات المسيَّرة المزودة بكاميرات ومُستشعرات أن ترصد المحاصيل، وتجمع البيانات عن أحوال التربة، وتكتشف بوادر الأمراض أو الآفات. ويمكن استخدام منظومات الري الآلي لري المحاصيل على أساس مستويات رطوبة التربة وأحوال الطقس. ويمكن لنظم رصد المواشي الاطلاع على صحة المواشي وسلوكها عن بعد. ويمكن للروبوتات الزراعية أن تحل محل العمالة الشاقة، حتى عندما يكون توافر العمالة محدودا. ويمكن لهذه التكنولوجيات أن تجذب الشباب ومتعهدي الأعمال إلى هذا القطاع، الأمر الذي يحد من الهجرة من الأرياف إلى المدن[23]. غير أن الإمداد بالميكنة الزراعية يمكن أن يتأثر برسوم الاستيراد المرتفعة، والإجراءات الجمركية المطولة، والحواجز غير الجمركية القائمة أمام التجارة، من قبيل التدابير الصحية والافتقار إلى مجموعات المهارات والتدريب، مما يزيد من صعوبة وصول التكنولوجيات إلى بعض المناطق الريفية واستخدامها فيها.

23 - وتساهم تكنولوجيات المناخ في التنمية السليمة بيئيا، والخفيضة الكربون، والمقاومة لتغير المناخ. ويمكن للتكنولوجيات التي تولّد أرصدة الكربون في مجاليات الزراعة والحراجة أن تعزز خدمات النظم الإيكولوجية وأسواق الكربون ذات الأثر الإيجابي على الطبيعة[24]. وتشمل التكنولوجيات المقاومة لتغير المناخ الاستيلاد والاستنبات لأغراض التحسين الوراثي للمحاصيل والحيوانات والأسماك دعمًا للنمو في ظل الظروف المناخية المتغيرة؛ وتكنولوجيات تحسين خصوبة التربة؛ ومثبطات النترجة للحد من انبعاثات غازات الدفيئة؛ وتكنولوجيات الحفظ، بما في ذلك عدم حراثة الأراضي، لاحتجاز كربون التربة وتقليل الانبعاثات؛ والتكنولوجيا النانوية المطبقة لتحسين الإنتاجية؛ وتكنولوجيات إدارة السماد الطبيعي والحد من التخمر المعوي؛ والتكنولوجيات الرقمية، والاستشعار عن بعد والميكنة فيما يتعلق بمنظومات رصد الطقس والتربة والمحاصيل والتنبؤ والإنذار المبكر.

24 - ويمكن لتكنولوجيات الطاقة المتجددة أن تزيد من كفاءة منظومات الأغذية الزراعية. وبإمكان حلول الطاقة المتجددة والنظم المتكاملة للصلة بين المياه والطاقة والغذاء أن تعزز بشكل مباشر استخدام الطاقة والأمن الغذائي، والمساهمة أيضا في إيجاد فرص العمل، وتحقيق المساواة بين الجنسين، والقدرة على تحمل تغير المناخ[25]. ويمكن للمنظومات المتكاملة التي تتناول الأغذية - الطاقة أن تعزز أوجه التآزر في استخدام المياه والأراضي، إذا ما قامت الحكومات بتناول الربط بالأسواق الآجلة، وتوفير التمويل الميسور، وتسوية الشواغل المتعلقة بالاستدامة. غير أنه من المهم ألا يغيب عن البال أن إنتاج الطاقة الأحيائية قد يؤدي إلى تغييرات في استخدام الأراضي من إنتاج الغذاء إلى إنتاج الوقود الأحيائي، مما يقوض الحق في الغذاء.

25 - ويمكن أن تساعد التكنولوجيات في كفالة سلامة ونوعية الأغذية. فقد أدى حفظ السجلات، والمتطلبات التنظيمية، والتخفيف من المخاطر المتصلة بسلامة الأغذية إلى زيادة الاستثمارات في الرقمنة

(22) منظمة الأغذية والزراعة، *حالة الأغذية والزراعة 2022: الاستفادة من الأتمتة في الزراعة لتحويل النظم الزراعية والغذائية* (روما، 2022).

(23) Linh N. K. Duong and others, "A review of robotics and autonomous systems in the food industry: from the supply chains perspective", *Trends in Food Science and Technology*, vol. 106 (December 2020).

(24) IRENA and FAO, *Renewable Energy for Agri-food Systems*.

(25) IRENA and FAO, *Renewable Energy for Agri-food Systems*.

واللوجستيات[26]. وتساعد السجلات الموزعة وتكنولوجيات العلوم التخصصية – أي التي تنتهي أسماؤها الإنكليزية باللاحقة "omics"، بما في ذلك تسلسل الجينوم، في تتبع الأغذية ومكوناتها طوال دورة منظومة الأغذية الزراعية، وفي ربط سلسلة إنتاج وتجهيز وتوزيع الأغذية ومكوناتها. وتوفر البصمة النظائرية والأولية أداة تحليلية قوية لتحديد منشأ الأغذية. وتتيح تلك التكنولوجيات، إلى جانب برامج مراقبة سلامة الأغذية، التحقق بصورة مستقلة من نظم تتبع الأغذية وتساعد الحكومات على تحديد مصادر التلوث. ويجري المركز المشترك بين منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة والوكالة الدولية للطاقة الذرية للتقنيات النووية في الأغذية والزراعة بحوثا ويدعم بناء القدرات في مجال التقنيات النووية والنظائرية.

26 – ويمكن لتكنولوجيات تجهيز الأغذية أن تلبي الطلبات على الأغذية المغذية والمُنتَجة بشكل يحقق استدامتها عن طريق التقليل إلى أدنى حد من فساد المكونات الغذائية التي تدعم الصحة والرفاه الجيدين. ويجب أن تكفل تكنولوجيات التجهيز سلامة الأغذية والامتثال لمبادئ الاستدامة بهدف تحقيق الكفاءة في الموارد، وتخفيف الهدر إلى حده الأدنى، واستخدام مواد التغليف المراعية للبيئة. وتشمل الاتجاهات تكنولوجيا المستشعرات، وتكنولوجيا البلازما الباردة، والتغليف المستدام، والتحكم في درجات التبريد، والبسترة غير الحرارية، والتعقيم، والتكنولوجيا النانوية والتكنولوجيا الصغرية. وفي أنشطة صيد الأسماك، تساعد خيام التجفيف الشمسي على تحسين عملية التجفيف، وهي مربحة ماليا، وتنتج أسماكًا ذات نوعية أفضل، وتتفادى الملوثات.

27 – وفي مجال العمليات الإنسانية ينبغي أن تكفل التكنولوجيات المستخدمة لاتخاذ إجراءات استباقية توافرَ البيانات والتحليلات والمهارات المناسبة في عملية التنبؤ، التي تتيح فرصة للتنبؤ بالصدمات والأزمات في المستقبل وتفاديها. ويساعد الجمع بين نماذج التنبؤ بالطقس المتزايدة الدقة ومعلومات الاستشعار عن بعد في تحديد محفزات لاتخاذ إجراءات استباقية والحد من المخاطر. وتتيح هذه التكنولوجيات إقامة صلة تمس الحاجة إليها بين الإنذارات المبكرة والآليات المالية المرنة والإجراءات العملية التي تتخذها الحكومات، والوكالات الإنسانية والإنمائية، والمجتمعات المحلية لحماية سبل العيش الزراعية والأمن الغذائي، قبل أن تتفاقم الآثار الإنسانية.

خامسا – اعتماد التكنولوجيات واستخدامها على نطاق واسع

القضاء على الجوع وتحسين التغذية وصحة الإنسان

28 – يمكن بشكل واضح تسخير التكنولوجيا الحيوية في مجال الزراعة واستخدامها على نطاق واسع لتعزيز إنتاجية منظومات الإنتاج الزراعي والغذائي. غير أن النظم الوطنية للبحوث الزراعية في البلدان النامية نادرا ما تستخدم هذه التكنولوجيات الحيوية المتقدمة، بسبب تقييد إمكانية الوصول إليها، ونظم حقوق الملكية الفكرية، ومحدودية التمويل والأطر التنظيمية. ويتقدم تطبيق التعديل الجيني (أو تعديل الجينات) في بعض البلدان[27] ويعتبر غير مكلف إلى حد ما ولا ينطوي على أي صعوبات من الناحية التقنية.

(26) Pratyusha Reddy, Sherah Kurnia and Guilherme Luz Tortorella, "Digital food supply chain traceability framework", *Proceedings*, vol. 82, No. 1 (2022).

(27) Nicholas G. Karavolias and others, "Application of gene editing for climate change in agriculture", *Frontiers In Sustainable Food Systems*, vol. 5 (2021).

وينطوي تعديل الجينات على إمكانية تحسين الأمن الغذائي والتغذية والاستدامة البيئية، غير أنه يجب النظر في مسائل السلامة من خلال تقييم المخاطر وتقديرها وتنظيمها بشكل دقيق[28].

29 - والتخمير هو استراتيجية راسخة لحفظ الأغذية وتحسين التغذية، ولكن فوائد التحول الميكروبي غير مستغلة حاليا استغلالا كافيا. وبغية إنتاج هذه الأغذية على نطاق واسع بشكل مستدام ومجز، سيتطلب الأمر توحيد معايير التخمير والتجهيز وإضفاء الطابع الرسمي عليها من خلال كفالة امتثال المنتجات المجهزة لمعايير سلامة الأغذية والضرورات المتعلقة بنوعية الأغذية[29]. وبالمثل، فإن التقوية البيولوجية هي وسيلة مجدية وفعالة من حيث التكلفة لإيصال المغذيات الدقيقة إلى السكان الذين تكون فرصهم محدودة في اتباع نظم غذائية متنوعة لتحسين التغذية الغذائية. وفي الوقت الحالي، يتناول أكثر من 86 مليون شخص الأطعمة المقواة بيولوجيا - وهو رقم من المتوقع أن يصل بسرعة إلى 100 مليون قبل نهاية عام 2023[30].

30 - وتشمل التكنولوجيات المطبقة في الزراعة الحضرية وشبه الحضرية اعتماد نظم الزراعة الرأسية، والزراعة على الأسطح، والزراعة المائية بدون تربة، والزراعة المائية من أجل الإنتاج المحلي للخضروات من قبيل البندورة والبطاطا الحلوة والفلفل الحلو والخيار والخس والريحان والفطر. ونُشرت أيضا نظم الزراعة المائية بنجاح في المناطق النائية، من خلال مبادرة برنامج الأغذية العالمي المسماة، H2Grow[31]، التي تزود المجتمعات المحلية التي تعاني من انعدام الأمن الغذائي بوحدات الزراعة المائية القابلة للتكييف محليا. ويمكن أن يتعرض استخدام هذه التكنولوجيات للعرقلة بسبب تحديات من قبيل التنافس مع القطاعات الأخرى على استخدام الموارد الشحيحة (الأراضي والمياه والعمالة والطاقة)، وتلوث الأراضي والمياه، ومحدودية فرص الحصول على الائتمان[32]. وتشكل المنظومات الغذائية لمناطق المدن، وخطة الغذاء في المناطق الحضرية، ومبادرة المدن الخضراء، بعض الأمثلة التي تدعم المنظومات الغذائية القادرة على الصمود في المناطق الحضرية وشبه الحضرية، ومن خلال استخدام التكنولوجيات ذات الصلة[33]. وفي الوقت نفسه، تتسم المنظومات الغذائية ببُعْدٍ إقليمي قوي، ولهذا السبب يمكن للمدن المتوسطة الحجم أن تؤدي دورا في التصدي للتحديات المعاصرة.

اعتماد التكنولوجيات القادرة على تحمل تغير المناخ على نطاق واسع

31 - يوفر اعتماد أصناف المحاصيل وسلالات الماشية وأجناس الأسماك الجديدة فوائد كبيرة بغية زيادة القدرة على تحمل تغير المناخ. وتوفر السنة الدولية للدُّخن (2023) فرصا لتوسيع نطاق اعتماد الدخن، الذي

(28) FAO, *Gene Editing and Agrifood Systems*.

(29) Valentina C. Materia and others, "Contribution of traditional fermented foods to food systems transformation: value addition and inclusive entrepreneurship", *Food Security*, vol. 13 (2021).

(30) Howart E. Bouis, "Biofortification: an agricultural tool to address mineral and vitamin deficiencies", in *Food Fortification in a Globalized World*, M. G. Venkatesh Mannar and Richard F. Hurrell, eds. (Elsevier, 2018), pp. 69–81.

(31) انظر https://innovation.wfp.org/project/h2grow-hydroponics.

(32) FAO, Rikolto and RUAF Global Partnership on Sustainable Urban Agriculture and Food Systems, *Urban and Peri-urban Agriculture Sourcebook: From Production to Food Systems* (Rome, FAO and Rikolto, 2022).

(33) FAO, *Building Sustainable and Resilient City Region Food Systems: Assessment and Planning Handbook* (Rome, 2023).

يتميز بالقدرة على مقاومة الإجهادات الحيوية وغير الحيوية[34]. وتضطلع الإدارة المستدامة للأراضي الزراعية والمراعي والتربة والموارد المائية بدور بالغ الأهمية في تعزيز الإنتاجية الزراعية، مع الحد في الوقت نفسه من انبعاثات الكربون. ويمكن أن يؤدي التحسين الأمثل للاحتياجات التغذوية وتعزيز كفاءة استعمال الأسمدة إلى الحد من بصمات الكربون. ويمكن لاستخدام تطبيقات الأسمدة القائمة على اختبار التربة واستخدام مراقبة نوعية الأسمدة وفقا للمبادئ المنصوص عليها في *مدونة السلوك الدولية بشأن استخدام الأسمدة وإدارتها على نحو مستدام*، التي نشرتها منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة في عام 2019، أن يسهما في التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره.

32 - ويشكل اعتماد مصادر بديلة للأسمدة، وتحسين خصوبة التربة، واستخدام المثبطات الاصطناعية والبيولوجية للنترجة خيارات لزيادة الكفاءة في استخدام المغذيات والحد من انبعاثات غازات الدفيئة. وتؤدي نظم المحاصيل التي تجمع بين التكنولوجيات القائمة على أساس بيولوجي، والإيكولوجيا الزراعية، والحراجة الزراعية، والزراعة التجديدية والحافظة للموارد إلى التقليل من انبعاثات غازات الدفيئة والزيادة من احتجاز الكربون. وتنطوي التكنولوجيا النانوية على إمكانية تحسين الإنتاجية باستخدام المبيدات النانوية والأسمدة النانوية، وتحسين نوعية التربة باستخدام الزيوليتات النانوية والهلاميات المائية، وتحفيز نمو النبات باستخدام المواد النانوية، وتوفير الرصد الذكي باستخدام المستشعرات النانوية[35]. وتؤدي التطورات التكنولوجية الجديدة في التخزين والتجهيز بعد الحصاد إلى التقليل من خسائر الأغذية والحد من انبعاثات غازات الدفيئة[36].

33 - وإذا ما طُبقت نماذج المحاصيل بالاقتران مع الخدمات المناخية القائمة على سيناريوهات المناخ، والمعاينات الميدانية، والاستشعار عن بعد، والبيانات الزراعية فإن ذلك يساعد في تحديد المناطق التي ترتفع فيها المخاطر المناخية أكثر من غيرها. ومن خلال الخدمات الاستشارية المتعلقة بالأرصاد الجوية الزراعية، والتكنولوجيات الرقمية، ومنتجات التأمين، يمكن للمزارعين أن يديروا بشكل أفضل المخاطر المرتبطة بالطقس ويتخذوا قرارات مستنيرة بشأن اختيار المحاصيل، والري، والتسميد، ومكافحة الآفات والأمراض[37]. فعلى سبيل المثال، تتاح للمزارعين خيارات تتعلق بالممارسات القادرة على تحمل تغير المناخ، وذلك بفضل المعلومات المناخية المتوافرة من خلال نظام لاوس للخدمات المناخية المتعلقة بالزراعة[38] الذي تستخدمه جمهورية لاو الديمقراطية الشعبية لتفسير بيانات الأرصاد الجوية الزراعية الأسبوعية والتنبؤات المناخية[39].

(34) انظر www.fao.org/millets-2023/about/en.

(35) L.F. Fraceto and others, “Nanotechnology in agriculture: which innovation potential does it have?”, *Frontiers in Environmental Science*, vol. 4 (2016).

(36) FAO, *Managing Risks to Build Climate-smart and Resilient Agrifood Value Chains: The Role of Climate Services* (Rome, 2022).

(37) FAO, *Global Outlook on Climate Services in Agriculture: Investment Opportunities to Reach the Last Mile* (Rome, 2021); and Kwang-Hyung Kim, “Prospects for enhancing climate services in agriculture”, *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 104, No. 2 (2023).

(38) انظر www.fao.org/in-action/samis/agrometeorology/en/.

(39) FAO, *National Agrometeorological Services and Pest and Disease Early Warning in Asia and the Pacific* (Bangkok, 2021).

34 - وتدعم التكنولوجيات رصد المخاطر الطبيعية، مما يساعد في تحليل وتصميم التدخلات التي تهدف إلى التصدي للمخاطر ومعالجة نقاط الضعف. فعلى سبيل المثال، في عام 2020، تَمكَّن المزارعون بفضل إطار عمل استباقي مشترك بين الوكالات لمواجهة الفيضانات أنشئ في بنغلاديش من تحسين صحة الماشية، وزيادة مساحة تخزين الغذاء والماء والبذور في أسرهم المعيشية، وتخزين بذور المحاصيل لزراعة أرز بورو في أوانه، والذي يلي موسم الرياح الموسمية[40]. وبالمثل، ساعدت طائفة من الأدوات الساتلية المستخدمة في أداة دعم القرار المتعلقة بالإنذار المبكر بالجفاف في أفغانستان على تحسين الأمن الغذائي وإنتاج الماشية في البلد. وتساعد التطبيقات التكنولوجية المستخدمة في التصنيف المتكامل لمراحل الأمن الغذائي في تنفيذ طائفة من الإجراءات الاستباقية[41].

الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية وحفظ التنوع البيولوجي

35 - تتضمن بعض الأمثلة على التكنولوجيات التي استُحدثت لإدارة الموارد الطبيعية بحوثَ التحسين الوراثي والجبلة الوراثية؛ واستنبات أنواع من المحاصيل التي تقاوم الأمراض وتتحمل الجفاف؛ وترميز الحمض الريبي النووي للتمييز فيما بين أنواع النباتات والأسماك[42] بهدف مكافحة الاتجار في الأنواع واستخدامها بشكل غير مشروع، وكذلك لأغراض الرقابة التنظيمية. وقد استنبطت التكنولوجيات الوراثية أيضا أدوات قوية لتحديد الرصيد السمكي، والتحسين الوراثي، وتدجين الأنواع في مزارع تربية الأحياء المائية، وتوصيف التغيرات في الحياة المائية التي تعزى إلى العوامل البيئية أو البشرية. وتساعد الأدوات الوراثية الناشئة على تحسين فهم الكائنات الحية في النظم الإيكولوجية المائية من حيث التنوع والتوزّع والوفرة والحركة والوظيفة والتكيف، ويمكن تطبيقها في مرافق تربية الأحياء المائية على نطاق واسع وفي سلاسل القيمة في مجال تربية الأحياء المائية[43].

36 - وتسهم الميكنة المستدامة في إدارة الموارد الطبيعية وفي زيادة قدرة صغار المنتجين على الصمود في مواجهة تقلبات الطقس من خلال كفالة الزراعة والحصاد في الوقت المناسب. وفي الوقت نفسه، يؤدي استخدام معدات ما بعد الحصاد المتاحة محليا، من قبيل آلات التجفيف والدَّرس والمطاحن، إلى زيادة القدرة على الصمود عن طريق الحد من خسائر الحصاد الناجمة عن الأمطار أو هجمات الآفات، وتُمكِّن خدمات الميكنة الآنية المزارعين من تخزين أو بيع منتجاتهم في السوق بسرعة أكبر. ويمكن للميكنة المستدامة أن تزيد من كفاءة استعمال المياه عن طريق تشغيل أنظمة الري بالتنقيط، وتوسيع نطاق استخدام الزراعة الحافظة للموارد، والإدارة المستدامة للأراضي والمياه، وحماية البيئة، والقدرة على تحمل تغير المناخ، ومن خلال الحد من تحات التربة بنسبة تصل إلى 99 في المائة[44].

(40) FAO, "Bangladesh: impact of anticipatory action – striking before the floods to protect agricultural livelihoods" (Dhaka, 2021).

(41) Integrated Food Security Phase Classification, "IPC Global Strategic Programme 2019–2022: Towards improved evidence based decision making at global, regional, and country levels in response to food insecurity and malnutrition", brochure, October 2019.

(42) Yawen Mu and others, "Next-generation DNA barcoding for fish identification using high-throughput sequencing in Tai Lake, China", *Water*, vol. 15, No. 4 (2023).

(43) K. J. Friedman and others, *Current and Future Genetic Technologies for Fisheries and Aquaculture: Implications for the Work of FAO*, FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1387 (Rome, 2022).

(44) Naomi Millner and others, "Exploring the opportunities and risks of aerial monitoring for biodiversity conservation", *Global Social Challenges Journal*, vol. 2, (2023).

37 - ومما يسهم في الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية استخدامُ الاستشعار عن بعد لمتابعة غطاء الأرض، وحرائق الكتلة الأحيائية وتدهور الأراضي الخثية، ورصد إنتاجية المياه، والتحسين الأمثل لتقاسم الأراضي لأغراض الزراعة وحفظ التنوع البيولوجي، ورصد الغابات، والتخطيط لتنمية تربية الأحياء المائية أو إدارة المناطق الساحلية، وتقنيات الري الموفرة للمياه، واستخدام المستشعرات الروبوتية لقياس نوعية التربة والمياه. وتدعم أداةُ خريطة الأرض (Earth Map) إدارةَ الموارد الطبيعية من خلال تيسير التراصف بين استخدام الصور الساتلية ومجموعات بيانات الموارد الطبيعية. وهي أداة توفر معلومات قيمة عن استخدام الأراضي والغطاء الأرضي، والنطاق الزراعي، وإزالة الغابات، ورصد المناطق المحمية من أجل توفير الخدمات المتعلقة بالتنوع البيولوجي والنظام الإيكولوجي، من بين خاصيات أخرى.

38 - وتركز أداة خريطة الأرض تركيزا شديدا على سهولة الاستخدام، من خلال واجهتها البينية السهلة الاستخدام، وسهولة استكشاف البيانات الجغرافية المكانية وتحليلها، ومعاينة البيانات بكفاءة وتفسير المعلومات المعقدة من أجل الإدارة المستدامة للموارد[45]. وتدعم التكنولوجياتُ استخدامَ التنوع البيولوجي وحفظه على نحو مستدام. فعلى سبيل المثال، تساعد الطائراتُ المسيّرة في الرصد الآني لتغيرات الموائل، بهدف وقف الصيد غير المشروع ووضع حد لتدمير الموائل[46]؛ ويساعد استخدامُ الاستشعار عن بعد لمتابعة غطاء الأرض، والذكاء الاصطناعي، وتَعلُّم الآلة، والواقع الافتراضي على توسيع نطاق الكشف عن الأنواع والتجمعات ورصدها.

نهج الصحة الواحدة للتصدي للآفات والأمراض الحيوانية والنباتية العابرة للحدود

39 - تُطبَّق التكنولوجيات من أجل تحسين الإنذار المبكر، والتنبؤ بالمخاطر، والكشف المبكر، والأمن البيولوجي، وتدابير التخفيف في سياق التهديدات الصحية. ويجري في مناطق محددة اعتماد الأدوات الممكَّنة رقميًا التي استحدثتها منظمة الأغذية والزراعة. وتشمل هذه التكنولوجيات النظام العالمي لمعلومات الأمراض الحيوانية التابع لنظام الوقاية من طوارئ الآفات والأمراض الحيوانية والنباتية العابرة للحدود، وهو نظام عالمي للإنذار المبكر بالأمراض الحيوانية الشديدة التأثير، وتطبيق الهاتف المحمول Event Mobile، لتتبع حالات ظهور الأمراض والإخطار بها؛ ودائرة معلومات الجراد الصحراوي، من أجل الرصد والإنذار المبكر؛ ونظام الرصد والإنذار المبكر المتعلق بدودة الحشد الخريفية. وتُستخدم هذه الأدوات لجمع البيانات من الميدان بشأن حالات الإصابة والانتشار وعمليات المعالجة الآنية بهدف دعم صانعي القرار فيما يتعلق بالمعالجة الفعالة للآفات والأمراض الحيوانية والنباتية.

40 - ويُستخدم النظام الدولي لرصد مقاومة مضادات الميكروبات التابع لمنظمة الأغذية والزراعة في جمع وتحليل وتبادل البيانات المتعلقة بمقاومة مضادات الميكروبات في مجال الزراعة وسيؤدي إلى تحسين عملية صنع القرار في اختيار مضادات الميكروبات واستخدامها. كما أن التكنولوجيات المتعلقة بتحسين الوقاية من التهديدات والأمراض الزراعية ومكافحتها، هي أيضا آخذة في التطور، بما في ذلك تقنية تعقيم الحشرات باستخدام التقنيات النووية لمكافحة النواقل التي تسبب الآفات والأمراض. ويجري تعزيز وتوسيع نطاق تكنولوجيات معالجة الآفات والأمراض العابرة للحدود، من قبيل الطائرات المسيرة، والاستشعار

(45) Carmen Morales and others, "Earth Map: a novel tool for fast performance of advanced land monitoring and climate assessment", *Journal of Remote Sensing*, vol. 3 (January 2023).

(46) منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، *حالة الأغذية والزراعة 2022*.

عن بعد، والمبيدات الحيوية. وتعمل الشراكات بين الجهات الفاعلة في القطاعين العام والخاص على تعزيز التكنولوجيات المؤتلفة من أجل تطوير وتجريب واستخدام لقاحات متعددة التكافؤ ومتحملة للحرارة ضد أمراض الحيوان، فضلا عن استحداث أدوات للتشخيص السريع واستخدام علم الميتاجينوميات للكشف المبكر عن الأمراض والعوامل المُمْرِضة المقاومة لمضادات الميكروبات.

41 - وتُمكَّن النظم المتقدمة المستخدمة لرصد الآفات النباتية العابرة للحدود والإنذار المبكر بها والتنبؤ بها، من قبيل الجراد ودودة الحشد الخريفية[47]، من التأهب واتخاذ إجراءات للاستجابة المبكرة. وتشمل هذه النظم أدوات من قبيل eLocust3، التي تستخدم لتسجيل المعاينات الميدانية وإرسالها آنيًا، بواسطة السواتل، بهدف إطلاع الجهات صاحبة المصلحة عليها عبر قنوات مختلفة. وتستخدم أفرقة المسح الوطنية طائرات مسيرة مخصصة لمسافات طويلة في رسم خرائط للمناطق الخضراء والكشف عن غزوات الجراد الصحراوي، لا سيما في المناطق التي يتعذر الوصول إليها. وتساعد طرائق التعلم الإلكتروني وأدوات التعلم الإلكتروني على تحسين الاستعداد وبناء قدرات واسعة من أجل معالجة التهديدات بصورة فعالة.

توسيع نطاق التكنولوجيات لتحسين نوعية الأغذية وسلامتها

42 - تُستخدم تقنية سلسلة الكتل بشكل متزايد لتتبع المنتجات الغذائية، مما يساعد على تحديد مصدر تفشي الأمراض المنقولة بالغذاء وتمكين عمليات السحب السريع للمنتجات الملوثة. وتُستخدم مستشعرات إنترنت الأشياء ونظم الرصد الآني للكشف عن التغيرات في درجة الحرارة، والرطوبة، وسائر العوامل البيئية التي يمكن أن تؤثر على نوعية الأغذية وسلامتها[48]. وتُستخدم الأجهزة الذكية المزودة بمستشعرات، من قبيل الثلاجات الذكية وصناديق النفايات الذكية، على نطاق واسع في قطاع الخدمات الغذائية لمراقبة نوعية النفايات الغذائية وكميتها، وتُستخدم تطبيقات الهاتف المحمول للتشجيع على تقاسم الفائض الغذائي وإعادة استخدامه[49]. كما تُستخدم التكنولوجيات الرقمية، من قبيل تعلّم الآلة، والذكاء الاصطناعي، ومستشعرات التغليف الذكية، وبطاقات تحديد الترددات اللاسلكية، والرؤية الحاسوبية، لمراقبة نوعية عينات الأغذية واختبارها وتحديد الملوثات، من قبيل العوامل المُمْرِضة والمُستأرِجات.

43 - وتفتح التكنولوجيات الرقمية آفاقا جديدة تتعلق بصحة الأغذية وإدارة عمليات السحب ومكافحة الغش في الأغذية، وكذلك في الحد من فقد الأغذية وهدرها. وقد حظي التكامل بين تقنية سلسلة الكتل والذكاء الاصطناعي[50] بالكثير من الاهتمام فيما يتعلق بتحسين الأمن والكفاءة والإنتاجية في بيئات الأعمال التي تتميز بالتقلب وعدم اليقين[51]. وعلى الصعيد الدولي (الدستور الغذائي)، يجري النظر في وضع إرشادات جديدة لاستخدام التكنولوجيات الناشئة، مع الاعتراف في الوقت نفسه بضرورة توخي المرونة

(47) FAO, *The Global Action for Fall Armyworm Control: Action Framework 2020–2022 – Working Together to Tame the Global Threat* (Rome, 2020).

(48) Usha Ramanathan and others "Adapting digital technologies to reduce food waste and improve operational efficiency of a frozen food company: the case of Yumchop Foods in the UK" *Sustainability*, vol. 14, No. 24 (2022).

(49) برنامج الأمم المتحدة للبيئة والشراكة بين برنامج الأمم المتحدة للبيئة والجامعة التقنية في الدانمرك (كوبنهاغن ونيروبي، 2021).

(50) Brandon Zemp, "The intersection between AI and blockchain technology: industries of tomorrow", Forbes, 28 February 2023.

(51) Vincent Charles, Ali Emrouznejad and Tatiana Gherman, "A critical analysis of the integration of blockchain and artificial intelligence for supply chain, *Annals of Operations Research*, Vol. 327, No. 1 (August 2023).

في اعتماد صكوك مختلفة لمنظومات التتبع. ويجري العمل على التحسين الأمثل للعديد من المصانع الكبيرة لتجهيز المنتجات الغذائية، التي تزود المناطق الحضرية في المقام الأول بالأغذية، وأتمتة تلك المصانع باستخدام التشغيل الآلي بهدف تحسين سلامة الأغذية[52]. غير أنه يجب التصدي، بغية كفالة توسيع نطاق الاستخدام، لتحديات من قبيل اللياقة التشغيلية، وارتفاع التكاليف، والقدرة، وقابلية التشغيل التبادلي بين الأنظمة، والافتقار إلى معايير موحَّدة للبيانات بين البلدان.

44 - وتوفر تكنولوجياتُ تسلسل الجينوم الكامل الكشفَ السريع عن العوامل المُمرضة المنقولة بالأغذية، وكذلك الكائنات المقاومة لمضادات الميكروبات التي تنتقل إلى البشر بطرق أخرى. ويؤدي استخدام تسلسل الجينوم الكامل في نظم مراقبة الأغذية إلى تقليص الوقت اللازم للكشف عن المنتجات الملوثة ووقف تفشي الأمراض المنقولة بالأغذية. ونظرا لانخفاض تكلفة المعدات المحمولة الخاصة بتحديد المتواليات الجينية للحمض النووي الريبي وزيادة توافرها، فقد أصبح نشر هذه التكنولوجيا ممكنا في البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل. وبالإضافة إلى ذلك، يجري نشر تسلسل الجينوم الكامل وسائر تكنولوجيات العلوم التخصصية بغية تحسين الفهم لتوزُّع وانتقال العوامل المُمرضة المنقولة بالأغذية والأحياء الدقيقة المقاومة لمضادات الميكروبات في منظومات الأغذية الزراعية. وهذا ما يتيح إجراء تقييمات مُحكمة للمخاطر بهدف الاسترشاد بها في اتخاذ القرارات القائمة على العلم لمكافحة تلوث الأغذية والأمراض المنقولة بالأغذية.

تقليص الفجوة الرقمية لإيجاد العمالة اللائقة وتعزيز الإدماج الجنساني في المناطق الريفية

45 - من المهم اتخاذ مبادرات ترمي إلى تقليص الفجوة الرقمية من أجل التعجيل بالتحول الريفي. فعلى سبيل المثال، تهدف مبادرة القرية الرقمية[53] إلى تحويل القرى في جميع أنحاء العالم إلى مجمعات رقمية لدعم التعجيل بالتحول الريفي. وبالمثل، تشجع حافظة خدمات التكنولوجيا الرقمية[54] في منظمة الأغذية والزراعة على التحول نحو الرقمنة والعصرنة في الزراعة، بما في ذلك ما يتصل بالبيانات المتعلقة بالبيئة والمناخ، من خلال الاستخدام الكفؤ للأدوات والتكنولوجيا الرقمية. وتشكل منصة المعلومات الجغرافية المكانية[55] لمبادرة "العمل يداً بيد" المفتوحة للجميع التي أنشأتها منظمة الأغذية والزراعة منفعة عامة رقمية توفر معلومات مسبقة عن نحو عشرة مجالات، بما في ذلك الأمن الغذائي، والمحاصيل، والتربة، والمياه، والمناخ، ومصائد الأسماك، والمواشي، والغابات.

46 - ويمكن توسيع نطاق تحويلات الأموال المتنقلة للمساعدة في أسباب المعيشة، وكذلك نطاق منصات التجارة الإلكترونية. ففي الصومال، تقوم منصات الأموال المتنقلة والمساعِدة في أسباب المعيشة بتحويل النقود مباشرة إلى الهواتف المحمولة للمستفيدين، مما يمكّن الأسر الزراعية من شراء السلع والخدمات من أسواقها المحلية. ويوفِّر تسجيلُ المستلمين باستخدام البيانات البيومترية، ونظامٍ للتعرف الصوتي وسيلةً أكثر أمانًا وأرخص سعرًا ويحسِّن من فرص وصول الحوالة إلى مقصدها مقارنة بالتسليم والتوزيع يدًا بيد[56].

(52) Mario Herrero and others, "Articulating the effect of food systems innovation on the Sustainable Development Goals. *The Lancet: Planetary Health*, vol. 5, No. 1 (January 2021).

(53) انظر www.fao.org/platforms/digital-village-initiative/en.

(54) انظر www.fao.org/digital-services/ar.

(55) انظر www.fao.org/hih-geospatial-platform/ar.

(56) FAO, "FAO Biometric Mobile Money Cash Transfer Modality in Somalia (USAID-Funded)", video, 22 May 2020.

وتوفر منصـــات التجارة الإلكترونية خيارًا آمنًا وعمليًا وشـــفافًا للمنتجين الزراعيين من أجل بيع منتجاتهم، مما يؤدي إلى الزيادة من هوامش الربح والقدرة التنافسية والتقليل من الاعتماد على الوسطاء[57].

47 - وتساهم التكنولوجيات الرقمية المتعلقة بتعميم الخدمات المالية، والتجارة الإلكترونية، وسندات ملكية الأراضـــي، وميكنة المزارع، والإرشـــاد الإلكتروني في توفير فرص العمل اللائق في المناطق الريفية. ورغم أن هذه الاتجاهات تســاعد على زيادة الإنتاجية الإجمالية، فلم تتحقق بعدُ، في العديد من الســياقات، الفوائد الاجتماعية الجمة التي يُتوقع أن تنجم عن الآثار غير المباشـرة على صـعيد الاقتصـاد ككل[58]. ورغم أنه من المتوقع أن يؤدي انتشار التكنولوجيات المتقدمة إلى إيجاد فرص عمل جديدة، فإن زيادة كثافة رأس المال في سـلاسـل القيمة الغذائية قد تقلل من الطلب على العمالة، إلى جانب الاحتمال بأن يكون رصـيد صـافي الوظائف سـلبيًا[59]. ومن الضـروري القيام بالاسـتثمار في تنمية رأس المال البشـري، فضـلا عن السـياسـات والأنظمة، بهدف تقليل المخاطر إلى أدنى حد وضمان توافر التكنولوجيا بتكلفة ميسرة.

48 - ويمكن للمزارعين الشـــباب، الذين يميلون أكثر إلى اعتماد التكنولوجيات، أن يســـتفيدوا من الفرص الجديدة في مجال ريادة الأعمال إذا ما أتيحت لهم إمكانية الوصـــول إلى هذه التكنولوجيات وإلى التمويل والتدريب الكافيين. ومن الحلول الممكنة في هذا الصـــدد منصـــات الأموال المتنقلة التي تقدم دورات تعليمية إلكترونية مجانية أو ميســـورة التكلفة[60]. وتمثل مجمعات الأغذية الزراعية المتكاملة أداة أخرى لتوفير فرص الحصـول على التدريب والخدمات. وقد أثبتت هذه المجمعات الصـناعية الزراعية نجاحها كنموذج في العديد من البلدان النامية، في ضـــوء توافر مزارع للعرض العملي حيث يمكن للمزارعين التعرف على التكنولوجيات المختلفة بشـــكل مباشـــر، ومن خلال توفير البنية التحتية والخدمات المتعلقة بالأعمال التجارية الزراعية. وتنطوي تقنيات الســـجلات الموزعة ونظم المعلومات الجغرافية على إمكانية تحســـين العناية الواجبة لمعالجة أسباب عمل الأطفال في سلاسل قيمة الأغذية الزراعية[61]، وتعزيز بيئات العمل الآمنة، وتوفير أدوات تعلم جديدة للأطفال ممن هم في سن العمل القانونية.

49 - وإذا ما اسـتُخدم نهج يراعي المنظور الجنسـاني في الترويج للحلول التكنولوجية، فينبغي له أن يكفل للنســاء فرص إدرار الدخل والعمالة على امتداد ســلاســل القيمة، من خلال الوصـــول إلى المعدات الموفرة للعمالة المكيفة وفقًا لاحتياجاتهن. وعلاوة على ذلك، ينبغي تحسـين إمكانية الحصـول على التمويل والحماية الاجتماعية والتأمين على المحصـــولات بما يراعي المنظور الجنســـاني، بالاســـتفادة من الهواتف المحمولة

(57) Victor Guzun and Adrian Cojocaru, *Development of an E-commerce Platform (D2C) for Small and Medium-sized Farmers and Returned Migrants Agri-entrepreneurs: Feasibility Study – Roadmap Recommendations* (Chisinau, FAO, 2022).

(58) International Labour Organization, *World Employment and Social Outlook: Trends 2023* (Geneva, International Labour Office, 2023).

(59) منظمة الأغذية والزراعة، "حالة الأغذية والزراعة: تحول النظم الزراعية والغذائية – من الاســـتراتيجية إلى العمل"، الدورة الثانية والأربعون لمؤتمر منظمة الأغذية والزراعة، الوثيقة C 2/2021 Rev.1.

(60) تقدم منظمة الأغذية والزراعة دورة تعلم إلكترونية مجانية للشباب من أصحاب المشاريع الزراعية، تحمل اسم " Agripreneurship 101". انظر: https://elearning.fao.org/course/view.php?id=908.

(61) Emma Termeer and others, *Digitalization and Child Labour in Agriculture: Exploring Blockchain and Geographic Information Systems to Monitor and Prevent Child Labour in Ghana's Cocoa Sector – Design Paper* (Rome, FAO, 2023).

والبيانات السـاتلية، والتدريب وحملات إذكاء الوعي. ويمكن للنهج المتكاملة والمتعددة الجهات صـاحبة المصـلحة أن توفر دعما تقنيا يراعي المنظور الجنسـاني وأن تتيح فرصـا لمناقشـة مهارات تطوير الأعمال وإيجاد حلول مبتكرة أكثر كفاءة وربحية وفعالية من حيث التكلفة[62]. فعلى سـبيل المثال، صُـمّمت مبادرة أمبليو للكتب السـمعية "Amplio Talking Books" في أوغندا لتمكين الأشـخاص من ذوي الفرص المحدودة في الوصـول إلى الإنترنت والكهرباء، ولا سـيما النسـاء الريفيات، من التفكير في البعد الجنسـاني للمسائل المتعلقة بالأراضي ومناقشته داخل الأسر المعيشية وفي المجتمعات المحلية بأكملها[63].

تعزيز القدرة على الصمود في مواجهة نقاط الضعف والصدمات والإجهاد (بما في ذلك كوفيد-19)

50 - أبرزت جائحة كوفيد-19 أهمية اسـتخدام التكنولوجيات في الاسـتعداد لتفشـي الأمراض والتخفيف من حدة حالات الطوارئ، ومكافحة الأمراض الحيوانية المصدر في منبعها. وبفضل ما يمتلكه مركز الطوارئ للأمراض الحيوانية العابرة للحدود التابع لمنظمة الأغذية والزراعة من خبرة واسـعة في مكافحة الأوبئة في الحيوانات، فقد قاد تدخلات في سـياق نهج الصـحة الواحدة في العديد من البلدان بهدف التصـدي للجائحة. وعمل المركز بمثابة نقطة دخول للتصدي لكوفيد-19 باستخدام أحد تطبيقات الهواتف الذكية ونظام للتطبيب عن بعد في بنغلاديش، واسـتخدام مختبرات الصـحة الحيوانية لاختبار عينات بشـرية بغرض الكشـف عن كوفيد-19 وتدريب العاملين في مجال تقديم الرعاية الصـحية للماشـية على الكشـف عن كوفيد-19 في الكاميرون. ودعم المركز أيضـا المختبرات البيطرية بتركيب نظم إدارة المعلومات لتحسـين إمكانية تتبع العينات المختَبرة للكشف عن كوفيد-19 في غانا.

51 - وتُسـتخدم التكنولوجيات لجمع أكبر كمية ممكنة من البيانات وتطبيق تعلّم الآلة والنماذج الحسـابية لتقييم المخاطر والتنبؤ بحدوث الصـدمات والإجهاد، وكذلك للاسـترشـاد بها في عمليات المراقبة المحددة الأهداف من أجل الكشف المبكر والاستجابة، وتخطيط السياسات، والتدخلات في مجال المراقبة. وتساعد مبادرة نظام معلومات البيانات في حالات الطوارئ[64] التابعة لمنظمة الأغذية والزراعة، التي وُضـعت في الأصل للاسترشاد بها لدى التصدي لجائحة كوفيد-19، في فهم تأثير المخاطر الواسعة النطاق من خلال الجمع بين تكنولوجيات من قبيل الاستشعار عن بعد والبيانات الثانوية المستمدة من الدراسات الاستقصائية للأسر المعيشية، والمقابلات، ومناقشات مجموعات التركيز، والدراسات الاستقصائية لتعهيد الجموع. وتوفر التقييمات التي تجريها معلومات دقيقة وسريعة عن تأثير المخاطر على سبل العيش الزراعية وتقديرا للأضرار والخسـائر. وبالإضـافة إلى ذلك، تُسـتخدم البيانات في آليات الدفع الرقمية لإيصـال التحويلات النقدية بالاستفادة من النظم الوطنية للحماية الاجتماعية قبل حدوث الصدمات والأزمات وخلالها.

52 - وتُستخدم دورات التعلم الإلكتروني التي تتناول مواضيع من قبيل تطوير نظم الإجراءات الاستباقية وإدارة مخاطر المناخ من خلال الحماية الاجتماعية اسـتخدامًا واسـع النطاق لتعزيز قدرات الناس، في حين تسـاعد المنتجات الملائمة للأجهزة المحمولة في الوصـول إلى المناطق الهشـة. وتصـل المنتجات المعرفية

(62) FAO, "Women farmers' access to sustainable agricultural mechanization: a way to reduce drudgery and optimize farm management in Nepal", brochure, 2022; and FAO, "Sustainable mechanization as a means to empower women processors in Benin", brochure, 2023.

(63) FAO, "Talking books provide an innovative solution to reach rural communities in Uganda", 15 September 2022.

(64) انظر https://data-in-emergencies.fao.org/pages/impact.

التي أُعدت بأشكال مبتكرة، من قبيل مقاطع الفيديو القائمة على المؤثرات البصرية المتحركة أو القصص الرقمية، إلى شرائح مختلفة من الجماهير وتفيد في تبادل الممارسات الجيدة، على غرار منصة منظمة الأغذية والزراعة لتبادل المعارف بشأن حالات الطوارئ وتعزيز القدرة على الصمود[65].

سادسا - الاستنتاجات والتوصيات

توسيع نطاق التكنولوجيات الزراعية لأغراض التنمية المستدامة

53 - من المهم تحليل الآثار والمنافع والمخاطر المحتملة التي تنطوي عليها التكنولوجيات الزراعية قبل نشرها على نطاق واسع، لكفالة أن تكون التحولات في نظم الأغذية الزراعية شاملة ومنصفة وكفؤة وتتسم بالقدرة على الصمود والاستدامة. وينبغي للاستراتيجيات الموضوعة لتعزيز التكنولوجيات أن تمكِّن من توفير المدخلات التكميلية، والبنى التحتية، والتدريب، وتحسين التواصل العلمي، واللوائح، والحوكمة، والسياسات الرامية إلى إحداث تغييرات و/أو التعجيل بإحداثها في الاتجاهات بهدف تحقيق آثار واسعة النطاق. وينبغي دائما لدى وضع تكنولوجيات جديدة وتنفيذها كفالة تطبيق ضمانات كافية تراعي البيئة والصحة وحقوق الإنسان.

54 - ومما يكتسب أهمية بالغة لوضع التكنولوجيات واعتمادها بشكل مشترك على نطاق واسع وجود نظم متسقة ومتكاملة للابتكار الزراعي إلى جانب نظم وطنية للبحوث والخدمات الإرشادية الزراعية، واستثمارات في البحوث الزراعية لأغراض التنمية، ونهج تشاركية إزاء وضع التكنولوجيات وتبادلها[66]. ويمكن لنظم الابتكار الزراعي، وهي نَهجٌ متعدد أصحاب المصلحة يشمل النظم الوطنية للبحوث الزراعية، والخدمات الإرشادية والاستشارية، ومؤسسات الأعمال، ومنظمات المزارعين، ومجموعات المزارعين، وسائر الجهات الفاعلة في سلسلة القيمة والتسويق، أن تعزز تطوير التكنولوجيا الشاملة وتحسن الاعتماد وتَولّي المسؤولية والمساواة بين أضعف المجتمعات المحلية. ويمثل اتفاق منظمة التجارة العالمية المتعلق بالزراعة أحد الأدوات المتاحة لتعزيز الاستثمارات اللازمة، الذي يمكّن أعضاء منظمة التجارة العالمية من تقديم الدعم للبحوث ورفد الخدمات الإرشادية والاستشارية للمزارعين.

55 - ويمكن لرأس المال البشري، والحوكمة، والمؤسسات التمكينية، والاستثمار في البنية التحتية الريفية أن تدعم التوسع، على غرار ما يمكن أن يفعله التعليم والتدريب، اللذان لا يمكّنان المجتمعات الريفية من الوصول إلى التكنولوجيات فحسب، بل يمكّنان أيضا مساهماتها بشكل فعال في التوصل معًا إلى إيجاد حلول مكيّفة وفقًا للسياق المحلي. وتتيح مدارس تدريب المزارعين، التي جرى توسيع نطاقها ليشمل أكثر من 100 بلد، المجال للمجتمعات الريفية لاكتساب المهارات الوظيفية والفنية، مع تنظيم تدريب جماعي وإيجاد حلول تقوم على تشخيص المشاكل في النظم الإيكولوجية الزراعية الخاصة بكل منها.

(65) انظر www.fao.org/in-action/kore/home/en/.

(66) منظمة الأغذية والزراعة، "تشجيع اتساق نظم الابتكار الزراعي وتكاملها بقدر أكبر من خلال تعزيز النظم القطرية للبحوث والإرشاد الزراعي"، الدورة الثامنة والعشرون للجنة الزراعة، الوثيقة COAG/2022/10 Rev.1.

التصدي للمخاطر وتعزيز الإنصاف والإدماج والوصول إلى التكنولوجيات

56 - تُعتبر مراعاة الشواغل الاجتماعية والأخلاقية، والقيم الثقافية، والمخاطر أمرا أساسيا لتعزيز اعتماد التكنولوجيات على نطاق واسع. وينبغي توخي الحذر لدى تناول المسائل الأخلاقية فيما يتعلق بتطبيق الذكاء الاصطناعي، باستخدام معايير ومبادئ توجيهية عالمية قوية بهدف تعظيم الفوائد وتقليل الجوانب السلبية[67]. ويمكن الاستفادة من المعايير الدولية، بشكل عام، لتعزيز عمليات الإنتاج الزراعي وتوفير التوجيه للجهات المعنية صاحبة المصلحة بشأن العمليات الزراعية في جميع مراحل سلسلة الإمداد الغذائية[68]. وينبغي أن تستند تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي في الزراعة إلى حقوق الإنسان؛ ومبادئ رعاية الحيوان؛ وسلامة الأغذية؛ والشواغل البيئية، بما في ذلك الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية وحفظ التنوع البيولوجي. وينبغي وضع لوائح مناسبة لتجنب العواقب السلبية المتعلقة بالمنتجات المعدلة جينيًا، كما ينبغي ألا تؤدي ميكنة المزارع وأتمتتها إلى تفاقم أوجه عدم المساواة القائمة وارتفاع التكاليف الأولية على أصحاب المُلكيات الصغيرة.

57 - وينبغي معالجة الجوانب المتعلقة بمقبولية التكنولوجيات وسلامتها عن طريق توفير فرص وصول متوازنة جنسانيا وإتاحة فرص الوصول أمام الشباب، وإشراك البلدان المنخفضة والبلدان المتوسطة الدخل والدول الجزرية الصغيرة النامية لتفادي الفجوات التكنولوجية. ويجب إيلاء اهتمام خاص لتلبية احتياجات أشد الناس فقرا وضعفا على سبيل الأولوية، كما يلزم بذل جهود محددة الأهداف لدعم صغار المزارعين، وعمال المزارع المهاجرين، والعمال المسنين. ومن الضرورة بمكان تطبيق نُهج مراعية للمنظور الجنساني إزاء اعتماد التكنولوجيات والتخفيف من المشاق التي تتكبدها المرأة في الزراعة، وتمكين النساء والرجال من الحصول على المدخلات والمعدات الآلية على قدم المساواة[69].

58 - وينبغي أن يكون استحداث تكنولوجيات جديدة وإتاحة إمكانية الوصول إليها مقترنا بالمعارف التقليدية، حيثما كان ذلك مناسبا، بغية اجتذاب المجتمعات المحلية وتمكين الشباب من أن يكونوا العناصر المحركة لتحويل منظومات الأغذية الزراعية. وثمة حاجة إلى الاستثمارات في بناء الكفاءات الرقمية للشباب الريفيين، مع إزالة الحواجز التي تعيق حصولهم عليها وتمكينهم من أن يكونوا مبتكرين. وسيساعد تسخير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وتعزيز مهارات تعهد الأعمال والمهارات الرقمية والمهارات الشخصية على تعزيز الاهتمام في صفوف الشباب وقدرتهم على التماس وظائف وسبل عيش لائقة. وبغية كفالة الإنصاف والإدماج في استحداث التكنولوجيات والوصول إليها، ينبغي تعزيز الأطر والحوافز السياساتية والتدابير التنظيمية والصكوك الاقتصادية والقانونية الملائمة والفعالة.

إقامة الشراكة لاعتماد التكنولوجيات على نطاق واسع

59 - يمكن للجهود المتعددة الأطراف المتسقة أن تعجل باعتماد التكنولوجيات عبر تشجيع الحكومات على تنفيذ سياسات وخطط وطنية وجعل الناس محور هذه السياسات. ومما يساعد في اعتماد التكنولوجيات على نطاق واسع تعزيزُ التعاون الدولي، وزيادة الاستثمارات في البحوث، والحد من أوجه التفاوت، وضمان

(67) منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة، التوصية الخاصة بأخلاقيات الذكاء الاصطناعي (2022).

(68) يعمل الفريق المتخصص المشترك بين الاتحاد الدولي للاتصالات ومنظمة الأغذية والزراعة المعني بالذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء لأغراض الزراعة الرقمية على دراسة دور التكنولوجيات الناشئة في القطاع الزراعي.

(69) منظمة الأغذية والزراعة، *وضع النساء في النظم الزراعية والغذائية*.

الوصـول إلى المنافع العامة الرقمية، فضـلا عن الدعوة إلى وضـع نماذج مبتكرة للأعمال التجارية. وينبغي اغتنام الفرص المتاحة للبلدان المنخفضـة والبلدان المتوسـطة الدخل وأقل البلدان نموا لتحقيق قفزات نوعية باتجاه اعتماد التكنولوجيات الزراعية. ويمكن للسـياسـات المتعلقة بالملكية الفكرية أن تسـهم في نشـر التكنولوجيات بسرعة وعلى نحو فعال ومنصف. ويوفر اتفاق منظمة التجارة العالمية المتعلق بجوانب حقوق الملكية الفكرية المتصلة بالتجارة إطارا للابتكار ونقل التكنولوجيا. ويمكن للشراكات بين الحكومات، ومنظمات المجتمع المدني، ورابطات المزارعين أن تساعد في استدعاء المعارف المحلية والتقليدية، بما في ذلك معارف الشعوب الأصلية، باعتبارها مُدخلا رئيسيا.

60 - ويمكن أن يؤدي تعزيز أوجه التآزر بين الإدارات الحكومية، والمؤسـسـات البحثية، والمنظمات والتحالفات والائتلاف الوطنية والدولية إلى التعجيل باعتماد التكنولوجيات. ومن الأمثلة على ذلك منصة الزراعة المدارية[70]، التي تدعم تنمية القدرات الوطنية على الابتكار الزراعي، وتحالف المنافع العامة الرقمية[71]، الذي يدعم استحداث واستخدام منتجات مفتوحة المصدر في مجال تكنولوجيا المعلومات، من قبيل منصة المعلومات الجغرافية المكانية لمبادرة "العمل يداً بيد"، وحافظة خدمات التكنولوجيا الرقمية في منظمة الأغذية والزراعة، والبوابة المفتوحة المصدر لرصد إنتاجية المياه[72]، وأداة Open Foris[73].

61 - ويضـطلع القطاع الخاص بدور بالغ الأهمية في وضـع واعتماد التكنولوجيا والابتكار على نطاق واسـع. ويتطلب الابتكار في الزراعة وجود مشـاريع تجارية تسـتثمر في التكنولوجيات الزراعية والمنصـات التكنولوجية وفي تطويرها ونشـرها. ويمكن لنماذج الأعمال التجارية الزراعية الشـاملة التي تلبي احتياجات صغار المزارعين ذوي الدخل المنخفض وتُولِّد قيمة لكل من المزارعين والشركة المستثمرة أن توفر مسارا بالغ الأهمية ومستدامًا من أجل عدم ترك أحد خلف الركب.

دور الأمم المتحدة في تعزيز الاعتماد والإجراءات الجماعية

62 - من المتوقع أن يقدم الاتفاق الرقمي العالمي المقترح، الذي سـيناقش في مؤتمر القمة المعني بالمسـتقبل في عام 2024، موجزا للمبادئ المشـتركة من أجل مسـتقبل رقمي مفتوح وحر وآمن للجميع. وقد تَضـمَّن قرار الجمعية العامة 1/75، الذي اتُّخذ احتفالًا بالذكرى الخامسـة والسـبعين لتأسـيس الأمم المتحدة، تعهدا بتحسين التعاون الرقمي، على غرار ما تَضمَّنه التقرير المعنون "خطتنا المشتركة"، الذي أصدره الأمين العام في أيلول/سبتمبر 2021. ويمكن للأمم المتحدة أن تساعد في كفالة مواءمة الإجراءات بشكل أفضل في منظومة مشتركة للمبادرات الرقمية لتمكين المنافع المتبادلة.

63 - وتركز خريطة الطريق من أجل التعاون الرقمي التي وضـعها الأمين العام على تمكين التحول الرقمي والدفاع عن المنافع العامة الرقمية، التي تشـكل أدوات لمسـتقبل الزراعة. ونظرا لأن مشـهد العلوم

(70) Tropical Agriculture Platform, *Common Framework on Capacity Development for Agricultural Innovation Systems: Synthesis Document* (Wallingford, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, CAB International, 2016).

(71) انظر https://digitalpublicgoods.net/blog/bringing-the-benefits-of-digital-agriculture-to-all-fao-joins-digital-public-goods-alliance/.

(72) انظر www.fao.org/in-action/remote-sensing-for-water-productivity/en/.

(73) انظر www.fao.org/redd/news/detail/en/c/1308759/.

والتكنولوجيا والابتكار يتغير بسرعة، نتيجة لتوسيع نطاق انتشار الأدوات الرقمية، والبيانات الضخمة، والذكاء الاصـــطناعي، والشـــراكات بين القطاعين العام والخاص الآخذة في الازدياد، فثمة اعتراف متزايد بأهمية مشـــاركة أوســـع دائرة من الجهات الفاعلة باعتبارها عاملا في اســـتحداث التكنولوجيات بشـــكل مشـــترك وفي اعتمادها.

64 - وفي عام 2022، اتخذ المؤتمر السابع والعشرون للأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ مقررًا بشـأن العمل المشـترك لشـرم الشـيخ من أجل تنفيذ الإجراءات المناخية المتعلق بالزراعة والأمن الغذائي، أُبرزت فيه توصـــيات مهمة للمنظومات الزراعية المســـتدامة والمقاومة للمناخ، بما في ذلك دور التكنولوجيا. وستُتاح للأطراف في الاتفاقية فترة زمنية مدتها أربع سنوات لمناقشة السبل الكفيلة بتكثيف الإجراءات المناخية في منظومات الأغذية الزراعية. وعلاوة على ذلك، أعلنت كل من رئاســة المؤتمر الثامن والعشـرين للأطراف في الاتفاقية ومركز الأمم المتحدة لتنسـيق المنظومات الغذائية عن شـراكة اسـتراتيجية جديدة تهدف إلى الارتقاء بدور منظومات الأغذية باعتبارها عاملا محفزا على تحقيق أهداف التنمية المسـتدامة وأهداف مؤتمر باريس على حد سـواء. ومن المهم دعم الأطراف من خلال توفير معلومات تقنية عن السياسات والتكنولوجيات ذات الصلة بالمناخ وغيرها من الحلول العملية.

65 - واســـتعرض المشـــاركون في لحظة تقييم مؤتمر قمة الأمم المتحدة المعني بالمنظومات الغذائية لعام 2023 التقدم المحرز منذ عام 2021 في تنفيذ الالتزامات المتصـــلة بالقمة، وحددوا أوجه النجاح التي تحققت، وسعوا في الوقت نفسه إلى إيجاد حلول لتجاوز الثغرات القائمة في التنفيذ. وأتاحت المناسبة الفرصة لتعزيز دور منظومات الأغذية الزراعية باعتبارها عوامل ذات أهمية بالغة للتعجيل في تحقيق أهداف التنمية المستدامة والدعوة إلى اتخاذ إجراءات عاجلة على نطاق واسع، بالبناء على أحدث دليل في هذا الصدد وهو أن منظومات الأغذية المســتدامة تســاهم في تحقيق نتائج أكثر اســتدامة لفائدة الناس والكوكب والازدهار. ومنح الأمين العام، في ندائه لاتخاذ إجراءات للتعجيل في تحويل منظومة الأغذية، الأولوية للاســـتثمار في القدرات المتعلقة بالبحوث، والبيانات، والابتكار، والتكنولوجيا، بما في ذلك إقامة روابط أقوى بالعلوم والخبرات والتجارب.

66 - وتهدف مبادرة الغذاء والزراعة للتحول المســـتدام[74] إلى دعم الإجراءات المناخية في منظومات الأغذية الزراعية بالاســـتناد إلى ثلاث ركائز، هي: الوصـــول إلى التمويل والاســـتثمار؛ وتنمية المعارف والقدرات؛ ودعم السـياسـات والحوار. وتسـاعد المبادرة في تنفيذ المسـاهمات المحددة وطنيا، وخطط التكيف الوطنية، والاســـتراتيجيات الطويلة الأجل التي قوامها التنمية وخفض الانبعاثات. وتســـاهم الطاقة المتجددة المستخدمة في منظومات الأغذية الزراعية في الإجراءات المناخية وتهيئ فرصا لتوسيع نطاق التكنولوجيات المبتكرة. وفي ذلك الســـياق، من الأهمية بمكان دعم البلدان من خلال إجراءات الطاقة المســـتدامة، وقيادة المناقشات الدولية بشأن الطاقة المستدامة، وإطلاق مبادرات في سياق شبكة الأمم المتحدة المعنية بالطاقة.

67 - وفيما يتعلق بحفظ التنوع البيولوجي، يهدف إطار كونمينغ - مونتريال العالمي للتنوع البيولوجي، الذي اعتمده المؤتمر الخامس عشر للأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي في كانون الأول/ديسمبر 2022 ، إلى وقف فقدان التنوع البيولوجي وتعزيز الاســـتخدام المســـتدام للموارد الطبيعية. ومن خلال هذا الإطار، اعترفت الأطراف في الاتفاقية بدور العلوم والتكنولوجيا والابتكار في الإدارة المســـتدامة للتنوع البيولوجي

(74) انظر www.fao.org/3/cc2186en/cc2186en.pdf.

واستخدامه في الزراعة، والزراعة المائية، ومصائد الأسماك، والحراجة من خلال الأخذ بممارسات تراعي التنوع البيولوجي والحصول على التكنولوجيات ونقلها، ومن خلال إذكاء الوعي بالقدرات التقنية وتعزيزها لرصد التنوع البيولوجي وإيجاد حلول مبتكرة.

68 - وركزت لجنة وضع المرأة، في الاستنتاجات المتفق عليها لدورتها السابعة والستين، على الابتكار والتغير التكنولوجي، والتعليم في العصر الرقمي من أجل تحقيق المساواة بين الجنسين وتمكين جميع النساء والفتيات. وأبرزت اللجنة ضرورة تعزيز وصول المرأة على قدم المساواة في الاقتصاد الريفي إلى التكنولوجيات الزراعية والرقمية الميسورة التكلفة والمستدامة والسهلة الاستعمال، من خلال نقل التكنولوجيا والتمويل. واتفقت الدول الأعضاء أيضا على تعزيز التعليم والتدريب التقني والزراعي والمهني وبرامج المعلومات ذات الصلة للمزارعين والصيادين والمزارعين في المناطق الريفية، لا سيما النساء منهم، لتحسين مهاراتهم الرقمية وإنتاجيتهم وفرص العمل المتاحة لهم.

69 - وفي المنتدى المتعدد أصحاب المصلحة المعني بتسخير العلم والتكنولوجيا والابتكار لأغراض أهداف التنمية المستدامة والمناسبات الخاصة المرتبطة به التي عقدت في أيار/مايو 2023 في إطار آلية تيسير التكنولوجيا، ناقش المشاركون الاحتياجات والثغرات التكنولوجية، وتعزيز التعاون العلمي والابتكار وتنمية القدرات، والبحث في أثر التغير التكنولوجي السريع على التنمية المستدامة. وأبرز المشاركون في المنتدى ضرورة بناء الثقة في التكنولوجيات، والتصدي للتحديات الإنمائية التي تواجههم، وتعزيز الشراكات في مجال العلم والتكنولوجيا والابتكار من أجل وضع خرائط طريق تحقيقًا للأهداف.

70 - ويوفر مؤتمر القمة المعني بأهداف التنمية المستدامة الفرصة لتحقيق إنجازات في التكنولوجيات الزراعية من خلال التركيز على المبادرات القوية الأثر وحشد مزيد من القيادة والاستثمار. ويجب تأكيد الدور الملموس الذي تؤديه التكنولوجيات الزراعية في التحول وفي تحقيق الأهداف من خلال القيام بمزيد من الاستعراض والرصد المستمر للاتجاهات التكنولوجية في الزراعة في جميع المناطق.