منظمة
الأغذية والزراعة
للأمم المتحدة

2022

تقديم التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية

التنويه المطلوب:
منظمة الأغذية والزراعة. 2023. 2022 تقديم التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. روما
https://doi.org/10.4060/cc2506ar

المسميات المستخدمة في هذا المنتج الإعلامي وطريقة عرض المواد الواردة فيه لا تعبر عن أي رأي كان خاص بمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (المنظمة) بشأن الوضع القانوني أو الإنمائي لأي بلد، أو إقليم، أو مدينة، أو منطقة، أو لسلطات أي منها، أو بشأن تعيين حدودها وتخومها. ولا تعني الإشارة إلى شركات أو منتجات محددة لمصنعين، سواء كانت مشمولة ببراءات الاختراع أم لا، أنها تحظى بدعم أو تزكية المنظمة تفضيلا لها على أخرى ذات طابع مماثل لم يرد ذكرها.

إن وجهات النظر المُعبر عنها في هذا المنتج الإعلامي تخص المؤلف (المؤلفين) ولا تعكس بالضرورة وجهات نظر المنظمة أو سياساتها.

ISBN 978-92-5-137852-6

© FAO, 2023

بعض الحقوق محفوظة. هذا المُصنَّف متاح وفقا لشروط الترخيص العام للمشاع الإبداعي نسب المصنف - غير تجاري - المشاركة بالمثل ٣,٠ لفائدة المنظمات الحكومية الدولية (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.ar).

بموجب أحكام هذا الترخيص، يمكن نسخ هذا العمل، وإعادة توزيعه، وتكييفه لأغراض غير تجارية، بشرط التنويه بمصدر العمل على نحو مناسب. وفي أي استخدام لهذا العمل، لا ينبغي أن يكون هناك أي اقتراح بأن المنظمة تؤيد أي منظمة، أو منتجات، أو خدمات محددة. ولا يسمح باستخدام شعار المنظمة. وإذا تم تكييف العمل، فإنه يجب أن يكون مرخصا بموجب نفس ترخيص المشاع الإبداعي أو ما يعادله. وإذا تم إنشاء ترجمة لهذا العمل، فيجب أن تتضمن بيان إخلاء المسؤولية التالي بالإضافة إلى التنويه المطلوب: «لم يتم إنشاء هذه الترجمة من قبل منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. والمنظمة ليست مسؤولة عن محتوى أو دقة هذه الترجمة. وسوف تكون الطبعة [طبعة اللغة] الأصلية هي الطبعة المعتمدة».

تتم تسوية النزاعات الناشئة بموجب الترخيص التي لا يمكن تسويتها بطريقة ودية عن طريق الوساطة والتحكيم كما هو وارد في المادة ٨ من الترخيص، باستثناء ما هو منصوص عليه بخلاف ذلك في هذا الترخيص. وتتمثل قواعد الوساطة المعمول بها في قواعد الوساطة الخاصة بالمنظمة العالمية للملكية الفكرية (http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules)، وسيتم إجراء أي تحكيم طبقا لقواعد التحكيم الخاصة بلجنة الأمم المتحدة للقانون التجاري الدولي (UNCITRAL).

مواد الطرف الثالث. يتحمل المستخدمون الراغبون في إعادة استخدام مواد من هذا العمل المنسوب إلى طرف ثالث، مثل الجداول، والأشكال، والصور، مسؤولية تحديد ما إذا كان يلزم الحصول على إذن لإعادة الاستخدام والحصول على إذن من صاحب حقوق التأليف والنشر. وتقع تبعة المطالبات الناشئة عن التعدي على أي مكون مملوك لطرف ثالث في العمل على عاتق المستخدم وحده.

ويمكن شراؤها من خلال(http://www.fao.org/publications/ar)**المبيعات، والحقوق، والترخيص**. يمكن الاطلاع على منتجات المنظمة الإعلامية على الموقع الشبكي للمنظمة (www.fao.org/contact-us/licence-request). وينبغي تقديم طلبات الاستخدام التجاري عن طريق: publications-sales@fao.org. وينبغي تقديم الاستفساراتالمتعلقة بالحقوق والترخيص إلى: copyright@fao.org.

صورة الغالف:
© Luis Tato/FAO

2022

تقديم التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة
روما، 2023

بيان المحتويات

تمهيد iv
شكر وتقدير v
مسرد المصطلحات vi
موجز vii

الفصل الأول
لماذا توقعات خاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية؟ 1
1.1 نظرية تغيير من أجل التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية 4

الفصل الثاني
حدود التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، ونطاق التغطية للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات من أجل تحويل النُظم الزراعية والغذائية 9

الفصل الثالث
ديناميكيات تطور وانتشار العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية 13

الفصل الرابع
الاحتياجات والنُهج في مجال البيانات 19

الفصل الخامس
مؤشرات مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية 25

الفصل السادس
مؤشرات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها 31
6.1 وضع قائمة بالابتكارات المحتملة 35
6.2 تحديد الخبرة ذات الصلة 35
6.3 تحديد الخبراء المحتملين واختيارهم 36
6.4 استنباطات الخبراء المهيكلة لأغراض التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية 40

الفصل السابع
مؤشرات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة 43
7.1 المؤشرات ومصادر البيانات 43
7.2 الوصول إلى البيانات وتوافر مصادر البيانات 45
7.3 تحديد التكنولوجيات الناشئة من البيانات غير المهيكلة باستخدام الذكاء الاصطناعي 46
7.4 مناقشة 48
7.5 تحسين استخدام الذكاء الاصطناعي في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية 49

الفصل الثامن
العلوم والتكنولوجيات والابتكارات الناضجة 53
8.1 تسريع الأخذ بالابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها والناشئة 56

الفصل التاسع
توليف الأدلة من أجل تقييم متكامل للإثر 61

الفصل العاشر
ملخص المؤشرات بحسب البلد 65
10.1 ملخص أساليب إنشاء المؤشرات 65

الفصل الحادي عشر
تصميم ائتلافي للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية لعام 2024 وما بعده 69

الفصل الثاني عشر
تواتر التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية ومحتواها 73

المرفق ألف
تفاصيل عن المؤشرات التي خضعت للاستعراض 76

المرفق باء
المصادر المحتملة للمعلومات عن الشركات الناشئة في مجال النُظم الزراعية والغذائية 83

المرفق جيم
أساليب استنباطات الخبراء المهيكلة 87

المرفق دال
العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة 90

المراجع 96

الجداول

1 تقييم البيانات في مختلف مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية 27

2 موجز التقييم السريع للمؤتمرات المعنية بالابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية والخبراء المشاركين المحتملين 38

3-ألف مصادر بيانات الجدوى التجارية 47

3-باء مصادر بيانات الاتجاهات 47

3-جيم مصادر بيانات الأثر العلمي والتكنولوجي 48

4 تقييم بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة عبر مختلف عناصر النُظم الزراعية والغذائية 54

5 مشاركة المستخدمين وفوائد قاعدة بيانات أصناف المحاصيل لمختلف أصحاب المصلحة 58

ألف-1 سلاسل بيانات مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات المحددة الأولوية 76

ألف-2 سلاسل بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة المحددة الأولوية 78

ألف-3 سلاسل بيانات مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات غير المحددة الأولوية 80

ألف-4 سلاسل بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة التي ليست ذات أولوية 81

باء-1 تصنيف مصادر تمويل الشركات الناشئة التي جرى استعراضها 84

باء-2 تعريف جولات التمويل المبكرة 85

جيم-1 أنواع الاستنباط 88

الأشكال

1 نظرية التغيير للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية 5

2 ديناميكيات تطوير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات ونشرها، وفئات البيانات وأساليب تقييم الأثر ذات الصلة 15

3 تحديد الابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها وتقييمها التكراري باستخدام أساليب جمع البيانات المختلطة واستنباطات الخبراء 32

4 أبعاد مؤشر الجاهزية لاستخدام التكنولوجيا 34

5 مسار عمل مقترح لتقييم الابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها 39

6 خريطة مفاهيمية للنُظم الزراعية والغذائية 44

7 المؤشرات ومصادر بياناتها 45

8 عملية الذكاء الاصطناعي 50

9 مسرّعات تحويل النُظم الزراعية والغذائية 56

دال – 1 المواضيع المكتشفة في بيانات براءات الاختراع 91

دال – 2 أعداد الوثائق لكل موضوع في الشهر في عام 2021 92

دال – 3 توزيع الأوزان الترجيحية للمواضيع 93

دال – 4 الارتباط بين التدخلات التي عُثر عليها والمواضيع المحددة 94

دال – 5 مصادر براءات الاختراع الفردية ومقاييس التماسك بحسب نماذج المواضيع 95

الإطار

ألف مواضيع تقارير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ومنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة والمنظمة العالمية للملكية الفكرية ومؤتمر الأمم المتحدة للتجارة 11

باء التحديات المتصلة بالبيانات 21

جيم تقييم نُضج التكنولوجيا وجاهزيتها 33

دال تقييم إمكانية الأخذ بالتكنولوجيا 34

هاء تعهيد الجموع في بلدان الجنوب 37

واو حالة قاعدة بيانات أصناف المحاصيل 58

جيم-1 مثال على خطوات العمل المحتملة في استنباطات الخبراء 89

تمهيد

يواجه عالمنا اليوم تحديات معقدة، بما فيها النزاعات وحالات الطوارئ الإنسانية وآثار أزمة المناخ وجائحة كوفيد-19 - ما يتسبب في صدمات اقتصادية وركود وتوقف الإمدادات الدولية. وتُساهم هذه الأزمات في الزيادة الهائلة في الجوع وعدم المساواة في العالم، وتتسبب في تدهور شديد في مستويات معيشة السكان الأكثر ضعفًا. وفي ظلّ ارتفاع درجة حرارة كوكب الأرض وندرة الموارد الطبيعية، تتعرّض للخطر جهودُنا لتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

ويُعبِّر الإطار الاستراتيجي لمنظمة الأغذية والزراعة (المنظمة) للفترة 2022-2031 عن التزامنا الكامل بخطة التنمية المستدامة لعام 2030 ويتناول بالتفصيل الأسباب التي تجعل من الضروري تحويل النُظم الزراعية والغذائية نحو مزيد من الكفاءة والشمول والقدرة على الصمود والاستدامة. والتحوّل هو السبيل الوحيد الذي يمكن من خلاله تحقيق إنتاج أفضل وتغذية أفضل وبيئة أفضل وحياة أفضل للجميع، أي الأفضليات الأربع. ولكن لن يكون من السهل إنتاج مزيد من الأغذية وتقليل المدخلات ومواكبة الطلب المتزايد، وفي الوقت نفسه معالجة كثير من المسائل التي تُمثِّل حاليًا حواجز أمام الأنماط الغذائية الميسورة الكلفة والصحية، وفرص كسب العيش، والقضاء على الفقر والجوع.

ولا سبيل إلى تحويل النُظم الزراعية والغذائية إلّا من خلال التطبيق الواعي للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات. والواقع أن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات تشكّل عناصر حاسمة في رؤيتي لتنشيط المنظمة، وهي مفيدة في بناء مستقبل أفضل. وتُعزز استراتيجية المنظمة الأخيرة للعلوم والابتكار تطبيق العلوم والابتكارات في جميع مجالات العمل الفني والإرشادات المعيارية التي تُقدمها المنظمة.

ومع ذلك، لا يزال الإقبال على التكنولوجيات والابتكارات في العديد من البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل دون المستوى الأمثل. ومن المكونات الرئيسية لتصحيح هذا الضعف منتج معرفي جديد، هو التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية (ATIO). وسيُنظَّم هذا المطبوع الذي سيصدر عن المنظمة وشركائها كل سنتين، أحدث المعلومات عن حالة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في العالم. وستُستكمل عملية تنظيم البيانات القيّمة بمسح للأُفق واستشراف لمسارات الأثر التي قد تتبعها مختلف العلوم والتكنولوجيات والابتكارات، وكذلك بتوليفات للأدلة المتاحة على آثار العلوم والتكنولوجيا والابتكارات. وستُقدّم التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية بيانات وتحليلات من مصادر عدّة لتصبح مطبوعًا رئيسيًا يُساعد صانعي القرار المعنيين بالنُظم الزراعية والغذائية في العالم أجمع.

ولا توجد بيانات وتحليلات علمية كافية بشأن المكونات العديدة المساهمة في النُظم الزراعية والغذائية والطريقة التي يمكن بها لتطبيق العلوم والتكنولوجيا والابتكارات أن يساعد على معالجة هذا القصور. وتمثّل التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية مساهمة رئيسية، وآمل أن تصبح أداة قيّمة في السعي إلى بناء عالم أكثر إنصافًا. ويُقدم هذا التقرير التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية ويُحدد ما سيكون ضروريًا لكي تؤدي هذه التوقعات دورها.

شو دونيو

المدير العام لمنظمة الأغذية والزراعة

شكروتقدير

تولى إعداد هذا التقرير فريق متعدد الاختصاصات قادته جامعة كورنيل بتوجيه من منى شيا، كبيرة المستشارين، وPreetmoninder Lidder، المستشارة الفنية لدى مكتب رئيسة العلماء. وقدمت التوجيهات العامة أسمهان الوافي، رئيسة العلماء في منظمة الأغذية والزراعة.

فريق البحث والصياغة:
Christopher B. Barrett[1]، وShamaila Ashraf[2]، وJessica Fanzo[3]، وMario Herrero[1]، وDaniel Mason-D'Croz[1]، وSudha Narayanan[4]، وJaron Porciello[1,2]، وMedha Bulumulla[1]، و Jackson Hart[1]، وJasmin Higo[1]، وCody Kugler[1]، وJialu Li[1]، وClaire Lynch[1]، وShivanshu Sharma[1]، وJuan Vergara[1]، و Hongdi Zhao[1].

مساهمات المنظمة:
Valerie Bizier، وHenry Burgsteden، وDelgermaa Chuluunbaatar، وPietro Confortia، وBeth Crawford، وJosé Rosero Moncayo، وعاطف سويلم.

مساهمات إضافية:
Channing Arndt، وPhil Campbell، وJulia Compton، و Soumitra Dutta، وKeith Fuglie، وDoug Gollin، وGreg Graff، وMark Kahn، وTheo Kargere، وEd Mabaya، وPhil Pardey، وPrabhu Pingali، وRoseline Remans، وGert-Jan Stads، وKeith Wiebe، وHeather Zornetzer.

ونتوجه بشكر خاص إلى Ludovica Mei (منظمة الأغذية والزراعة) لتنسيق الإنتاج وJonathan Robinson (منظمة الأغذية والزراعة) لتحرير النص.

[1] جامعة كورنيل
[2] شركة Havos.ai
[3] جامعة جونز هوبكنز
[4] المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية

مسرد المصطلحات

النُظم الزراعية والغذائية تشمل المجموعة الكاملة من الجهات الفاعلة وأنشطتها المترابطة المتعلقة بالقيمة المضافة، التي تعمل في الإنتاج الأوّلي 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 والتخلّص منها واستهلاكها.

الابتكار الزراعي هو العملية التي يتيح فيها أفراد أو منظمات استخدام منتجات أو عمليات أو طرق تنظيم جديدة أو قائمة للمرة الأولى في سياق محدد بهدف زيادة الكفاءة أو التنافسية أو القدرة على الصمود في وجه الصدمات أو الاستدامة البيئية، والمساهمة بالتالي في تحقيق الأمن الغذائي والتغذية، أو التنمية الاقتصادية، أو الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية (منظمة الأغذية والزراعة، 2019).

مسح الأُفق يشمل البحث عن إشارات التغيير في الحاضر وآثارها المستقبلية المحتملة والبحث فيها.

المؤشر هو مقياس يُعبِّر عن حالة ظاهرة مثيرة للاهتمام أو مستواها.

الابتكار يشمل القيام بشيء جديد ومختلف، سواء أكان ذلك حل مشكلة قديمة بطريقة جديدة، أو معالجة مشكلة جديدة بحل جرى اختباره، أو تقديم حل جديد لمشكلة جديدة.[1] وتشمل أنواع الابتكار، الابتكارات التكنولوجية والاجتماعية والسياساتية والمؤسسية والمالية، فضلًا عن تكييف الأساليب القائمة منذ أمد بعيد (على سبيل المثال، أساليب الشعوب الأصلية) مع التطبيقات الأوسع نطاقًا، كما هو الحال مع بعض النُهج الزراعية المستدامة (على سبيل المثال، الزراعة الإيكولوجية). وفي سياق النُظم الزراعية والغذائية، يُستخدم الابتكار كفعل (يبتكر)، في إشارة إلى العملية التي يقوم من خلالها الأفراد أو تقوم من خلالها المجتمعات المحلية أو المنظمات بإحداث تغييرات في تصميم السلع والخدمات أو إنتاجها أو إعادة تدويرها، وكذلك تغييرات في البيئة المؤسسية المحيطة، بحيث تكون جديدة في سياقها وتُعزز التحولات نحو نُظم زراعية وغذائية مستدامة من أجل الأمن الغذائي والتغذية. ويُستخدم الابتكار أيضًا بصيغة الاسم للإشارة إلى التغييرات الناتجة عن هذه العملية. ويشمل الابتكار تغييرات في الممارسات والمعايير والأسواق والترتيبات المؤسسية التي يمكن أن تشجع قيام شبكات جديدة لإنتاج الأغذية وتجهيزها وتوزيعها واستهلاكها، يمكن أن تتحدى الوضع الراهن (فريق الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي والتغذية، 2019).

العلم يعني الجهد الذي يبذله البشر أفرادًا أو جماعات، أو محاولة منظمة لاكتشاف سلسلة الأسباب والمسببات والعلاقات والتفاعلات والتحكم فيها، عن طريق دراسة الظواهر المرصودة دراسة موضوعية والتحقق منها من خلال تبادل النتائج والبيانات ومن خلال عمليات استعراض النظراء؛ وجمع ما ينتج عن ذلك من نُظم فرعية للمعرفة في صورة منسقة من خلال التفكير والتصور المنهجيين؛ والتمكن بالتالي من تسخير فهمهم للعمليات والظواهر التي تجري في الطبيعة والمجتمع لمنفعتهم.[2] وكما ذكرت اللجنة المعنية بالحقوق الاقتصادية والاجتماعية والثقافية، هناك نُظم وسُبل أخرى للمعرفة، جنبًا إلى جنب مع العلم، بما في ذلك المعارف المحلية والتقليدية والأصلية، وهي تؤدي دورًا مهمًا في الحوار العلمي العالمي.[3]

السيناريوهات هي القصص أو النماذج المتعددة للمستقبل، التي تُستخدم لاستكشاف مسارات بديلة محتملة والآثار المستقبلية المعقولة المتعددة لتدخّل حالي.

التكنولوجيا تشمل تطبيق العلم والمعرفة لتطوير تقنيات لتقديم منتج و/أو خدمة جديدة أو استخدام عملية جديدة لتقديم منتج أو خدمة قائمة.[4] وتظهر التكنولوجيات في بعض الأحيان بمحض الصدفة، ولكن من الشائع أكثر أن تتطور عن قصد، وتُشكل بالتالي جزءًا لا يتجزأ من العلاقات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية وأن تؤثر عليها.

1 مجموعة أدوات الأمم المتحدة للابتكار، 2019. https://www.uninnovation.network/un-innovation-toolkit.

2 مؤتمر منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة، توصية بشأن العلوم والباحثين العلميين، 2017 (الفقرة 1 (أ) '1').

3 اللجنة المعنية بالحقوق الاقتصادية والاجتماعية والثقافية، التعليق العام رقم 25 بشأن العلم أو الحقوق الاقتصادية والاجتماعية والثقافية، في العهد الدولي الخاص بالحقوق الاقتصادية والاجتماعية والثقافية، 2020 (الفقرة 39).

4 مقتبس بتصرف من الوثيقة A/74/238. تسخير التكنولوجيا الزراعية لأغراض التنمية المستدامة. تقرير الأمين العام. الدورة الرابعة والسبعون.

موجز

يزداد الاعتراف على نطاق واسع بأن على العالم تسريع التحوّل وإعادة توجيهه نحو نُظم زراعية وغذائية أكثر كفاءة وشمولًا وقدرة على الصمود واستدامة من أجل إنتاج أفضل وتغذية أفضل وبيئة أفضل وحياة أفضل، من دون ترك أحد خلف الركب، على النحو الذي أكده الإطار الاستراتيجي للمنظمة للفترة 2022-2031. وتُعبِّر الأفضليات الأربع عن الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية المترابطة للتنمية المستدامة المتأصلة في النُظم الزراعية والغذائية، التي لا تشمل الإنتاج الأوّلي من المزارع ومصايد الأسماك والغابات فحسب، بل وكذلك التصنيع والخدمات التي تُمثّل أكثر من 70 في المائة من القيمة المضافة في النفقات الغذائية للمستهلك، والآثار التغذوية والصحية للأنماط الغذائية للمستهلكين، والتأثيرات المرتدة على البيئة الطبيعية التي تدعم جميع الوظائف البشرية والطبيعية في جميع مراحل النُظم الزراعية والغذائية. والهدف من التحوّل هو إنتاج مزيد من الأغذية بمدخلات أقل لتلبية النمو الوشيك في الطلب، بالتزامن مع تحسين، بل وحتى عكس مسار الآثار البيئية الضارة للنُظم الزراعية والغذائية على المناخ والتنوع البيولوجي والغابات والتربة والمياه، والحد من الفاقد والمهدر من الأغذية، فضلًا عن خفض الأسعار من أجل تعزيز سُبل الحصول على أنماط غذائية صحية ميسورة الكلفة، وتهيئة فرص جديدة لكسب العيش، وتعزيز الإدماج الاجتماعي للقضاء على الفقر المدقع.

ويتطلب تحويل النُظم الزراعية والغذائية لتحقيق الأفضليات الأربع، إيلاء مزيد من الاهتمام لتطوير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات المؤثرة وتكييفها ونشرها. ولا تزال المستويات والأنماط الحالية لاستيعاب العلوم والتكنولوجيا والابتكارات غير كافية لتيسير التحولات اللازمة في مجال النُظم الغذائية والزراعية، ولا سيما في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. وعلاوة على ذلك، فإن الأدلة الوصفية والتقييمية المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الحالية والناشئة ليست مفهومة جيدًا بالقدر الكافي للتمكين من توجيه العلوم والتكنولوجيا والابتكارات عن قصد نحو تحقيق الأهداف المتعددة للنُظم الزراعية والغذائية في المستقبل: المتسمة بالكفاءة والشاملة للجميع والقادرة على الصمود والمستدامة. وينطبق ذلك بصفة خاصة على الابتكارات التكنولوجية والاجتماعية والسياساتية والمالية والمؤسسية الضرورية لإطلاق إمكانات التكنولوجيات الهندسية والعلمية. وفي ضوء المهل الزمنية الطويلة المتأصلة في آثار العلوم والتكنولوجيا والابتكارات على المجتمع، فإن إعادة توجيه العلوم والتكنولوجيا والابتكارات نحو القيام بما هو أكثر من مجرد تعزيز أنماط الماضي يتطلب إجراءات فورية.

ويُقدّم هذا التقرير الرؤية والأساس المنطقي والنطاق والأساليب لمنتجات معرفية جديدة ستُطلقها المنظمة في إطار مطبوعتها الجديدة التي ستصدر بعنوان التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. وستشكل هذه التوقعات مشروعًا رئيسيًا، وستكون مبادرة رائدة تُمسك بزمامها المنظمة بدعم من العديد من الشركاء الرئيسيين على المستوى العالمي. وستكون التوقعات عملية تكرارية لتطوير مطبوعة جديدة تصدرها المنظمة كل سنتين بدعم من مطبوعات عرضية ومركزة وتكميلية وقاعدة بيانات مفتوحة يتم تحديثها بانتظام. والهدف من هذه التوقعات هو تنظيم المعلومات القائمة عن الحالة الراهنة والقابلة للقياس للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات والتغييرات المقبلة، فضلًا عن إمكاناتها التحويلية، من أجل إثراء الحوار والقرارات المتعلقة بالسياسات القائمة على الأدلة، بما في ذلك الاستثمارات. ويحتاج صانعو السياسات ومستشاروهم، إلى جانب المستثمرين من القطاعين العام والخاص والمؤسسات الخيرية، الذين يموّلون البحث والتطوير في مجال العلوم والتكنولوجيا والابتكار، إلى رسائل واضحة وغير تقنية تؤيدها أدلة علمية قوية، بما في ذلك بيانات متاحة لصنع القرار وتخطيط الاستثمارات. ولكنّ البيانات والتحليلات متفرقة حاليًا على نطاق واسع، ويصعب تجميعها والوصول إليها من جانب صانعي القرار الذين يحتاجون إلى رؤية شاملة للنُظم الزراعية والغذائية الكاملة، بما يشمل الحالة الراهنة والآفاق المستقبلية. وستجمع التوقعات ما هو قائم من بيانات وتحليلات من مصادر شتى في مجموعة متكاملة وقابلة للتنفيذ من الأدلة لصانعي القرار الرئيسيين في جميع مراحل النُظم الزراعية والغذائية وفي جميع أنحاء العالم. وسيستغرق ذلك بالضرورة بعض الوقت لتحديد مصادر البيانات وتوحيدها والتفاوض عليها ثم بعد ذلك تنظيمها لجعلها قابلة للتنفيذ، مع ضمان الجودة العالية للبيانات.

وسيوجه التقرير بذلك الاهتمام أيضًا إلى الفجوات المهمة في البيانات والأدلة التي قد تستحق بذل جهود جديدة متضافرة. وستكون التوقعات مفيدة للدعوة - على سبيل المثال، إلى أشكال أكثر أو مختلفة من الاستثمار في البحث والتطوير في مجال النُظم الزراعية والغذائية، ولإجراء إصلاحات في المؤسسات والسياسات - ويمكن أن تساعد على توجيه تحديد الأولويات لدى هيئات القطاعين الخاص والعام. والأمل معقود على أن تصبح التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية مرجعًا دوريًا محوريًا ومصدرًا مفتوحًا للبيانات عن الطريقة التي يمكن بها، بل والتي تقوم بها بالفعل، العلوم والتكنولوجيا والابتكارات بتغيير النُظم الزراعية والغذائية الحالية وإحداث تحوّل فيها لتصبح أكثر كفاءة وشمولًا وقدرة على الصمود واستدامة. ولعل الأهم من ذلك أن التوقعات ستستفيد من القدرة التنسيقية غير المسبوقة للمنظمة في مجال النُظم الزراعية والغذائية على المستوى العالمي للمساعدة في دفع محادثات مجتمعية مثمرة حول دور العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في تحويل النُظم الزراعية والغذائية، ومن ثم تعزيز الشمول والشفافية في القطاع الاجتماعي والاقتصادي الوحيد الذي يعتمد عليه كل إنسان كل يوم.

وستتمثل السمة المميزة للتقرير في تطوير منتجات معرفية توفِّر معًا تغطية شاملة لكامل دورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية في جميع أنحاء العالم. وتنقسم دورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات إلى أربع مراحل رئيسية. وتتعلق المرحلة التمهيدية الأولى بمدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات والاستثمارات والموظفين والسياسات والعوامل الأخرى التي تولّد علومًا وتكنولوجيا وابتكارات جديدة. والمرحلة الثانية للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها هي عندما تؤدي التطورات العلمية الأساسية والتطبيقية إلى بلورة أفكار ومواد وأساليب وعمليات جديدة واعدة من دون أن تكون قد شقّت طريقها بعد نحو الاستخدام الخاضع للمراقبة في العالم الحقيقي. والمرحلة الثالثة، وهي العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة، تُشير إلى الفترة التي تبدأ فيها العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في الظهور في الاستخدام اليومي من جانب العناصر الفاعلة في النُظم الزراعية والغذائية ومؤسسات أنشطة الأعمال خارج نطاق سيطرة الباحثين، بينما تظل العلوم والتكنولوجيات والابتكارات جديدة بالقدر الكافي حيث لا يوجد بعد تتبّع منهجي لانتشارها. وتتعلق المرحلة النهائية، وهي مرحلة اكتمال تطور العلوم والتكنولوجيا والابتكارات، بالعلوم والتكنولوجيا

موجز

والابتكارات الراسخة المستخدمة في العالم الحقيقي منذ فترة طويلة وعلى نطاق واسع بما فيه الكفاية، بحيث يكون من الممكن عمليًا تتبّع انتشارها بصورة منهجية. وتتقادم علوم وتكنولوجيا وابتكارات ناضجة كثيرة في نهاية المطاف، ويحل محلها بعد ذلك جيل من العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي تدخل طور النضج.

وتتطلب كل مرحلة من مراحل دورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات أساليب مميزة لجمع البيانات وتحليلها وتنظيمها، وتشمل أساليب مختلفة لتوليف الأدلة اللازمة لتقييم الأثر. وسيتتبع تقرير التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية التكنولوجيا أو الابتكارات الجديدة بمجرد أن يصبح تكييفها أو دمجها في النُظم الزراعية والغذائية واضحًا في المؤلفات العلمية والصناعية، حتى لو كان ذلك مجرد مجال تطبيقي مفترض، أو في الممارسة العملية في العالم الحقيقي. ويكمن التحدي في أن التوقعات تنظم وتحلل فقط البيانات الموجودة بالفعل - وهي لا تشمل جمع أي بيانات أوّلية من جديد - وبالتالي يجب أن تعتمد على نُظم البيانات القائمة. وهناك بالتالي وظيفة قيّمة أخرى لخط إنتاج المعرفة الأوسع نطاقًا القائمة على التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، وهي تحديد الفجوات الرئيسية في الأدلة التي يمكن سدها من خلال نُظم جديدة لجمع البيانات الأوّلية التي يمكن أن تصب في هذه التوقعات بعد ذلك. ويُشير استعراض شامل لمصادر البيانات التي تفي بمجموعة من معايير الإدراج الرئيسية على سبيل المثال، إلى مدى قلة البيانات والأدلة المنهجية المتعلقة بالابتكارات التي يقودها المزارعون، والابتكارات الاجتماعية والابتكارات في مجال السياسات - باعتبارها مختلفة عن التكنولوجيات العلمية أو الهندسية - والمراحل المتوسطة والموجهة للمستهلكين في سلاسل القيمة الزراعية والغذائية. وبالتالي فإن التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية لا يمكن أن تُثري القرارات المتعلقة بالاستثمار والسياسات فحسب، بل يمكن أن تثري بالقدر نفسه خيارات جمع البيانات وتحليلها من جانب منظمات البحوث والسياسات.

وتُشكل أيضًا جاذبية المنتج الذي يوفّر تغطية شاملة لدورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية تحديًا رئيسيًا. ولا تزال قائمة مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات المناسبة القائمة ومجموعات بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة التي تفي بمعايير الإدراج الرئيسية قصيرة نسبيًا وضعيفة بشكل خاص في ما يتعلق بتكنولوجيات ما بعد المزرعة والابتكارات المالية والمؤسسية والاجتماعية والسياساتية المرتبطة بتكنولوجيات الإنتاج الأوّلي القائمة على العلوم الطبيعية والهندسة، وقلما تشمل العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي تنشأ خارج قنوات بحثية ذات صبغة رسمية أكبر. ويمكن أيضًا للتوقعات أن تساعد على توسيع المؤشرات الرئيسية وتوحيدها وتحديث النطاق الذي تغطيه، ما يوفّر لوحة متابعة محسّنة لمساعدة المنظمات العامة والخاصة والخيرية على التغلّب على ما تواجهه النُظم الزراعية والغذائية من تحديات وفرص. وعلاوة على ذلك، تُركز مجموعات البيانات القائمة بقوة على المرحلتين الأولى والنهائية - أي مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات، والعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة - مع وجود فجوات ملحوظة تحيط بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة وفي مرحلة ما قبل نشأتها في مجال النُظم الزراعية والغذائية. ويتطلب تسريع تحويل النُظم الزراعية والغذائية إيلاء مزيد من الاهتمام لهذه المراحل المتوسطة الحاسمة الأهمية، ولا سيما من أجل المساعدة على تقصير الفارق الزمني الملحوظ بين الاستثمارات الأوّلية في البحث والتطوير وتوسيع نطاق العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الجديدة المؤثرة بين الجهات الفاعلة في النُظم الزراعية والغذائية على مستوى العالم. وأخيرًا، لا يوجد سوى القليل من توليفات أدلة تقييم الأثر المتاحة بشأن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، ومن الصعب الوصول إليها.

وستشمل التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية أيضًا توليفة رئيسية من الأدلة لعمليات تقييم أثر العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، بدءًا بعمليات التقييم المسبقة للتكنولوجيات في مرحلة ما قبل نشأتها ومرورًا بعمليات تقييم الأثر اللاحقة للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة والناضجة، سواء أكان ذلك على حدة أو كحُزم مخصصة لسياقات نُظم زراعية وغذائية محددة. وستوفّر التوقعات بوابة إلكترونية تشمل استعراضات استطلاعية ومنهجية، وتحليلات تجميعية إحصائية، أي مجموعة من أدلة تقييم الأثر التي تُلقي الضوء على ما يتوقع أن ينجح أو ما ثبت نجاحه، وأين، وفي ظلّ أي ظروف. وهذه البيانات هي من أكثر البيانات فائدة للوكالات المحدودة الموارد، وربما للوكالات التي تعمل في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل بصفة خاصة. ويمكن للتوقعات أن تساعد أيضًا على تحديد الفجوات على صعيد الأدلة الرئيسية التي تحتاج إلى عمليات تقييم عاجلة للأثر من أجل إعداد توليفات للأدلة قابلة للتنفيذ، والمساعدة بالتالي على تحديد المنافع العامة الدولية الرئيسية التي يقلّ المعروض من إمداداتها.

وسيجري إعداد كل إصدار من التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية على مدى دورة مدتها سنتان، وستُنشر كمطبوع يصدر كل سنتين. وبمجرد إنشاء الفريق الأساسي للتوقعات وبروتوكولاتها ومنصاتها الإلكترونية ونشر طبعتها الافتتاحية، قد تصدر طبعات تكميلية بين الطبعات العادية، تتناول أسئلة إضافية رئيسية ضمن صيغة مختصرة أكثر. وسيجري تحديث البوابات الإلكترونية الخاصة بالبيانات المفتوحة المصدر وتوليفات الأدلة على فترات متكررة كل عام.

والمنظمة، باعتبارها وكالة الأمم المتحدة المتخصصة التي تقود الجهود الدولية للقضاء على الجوع، تتحمل مسؤولية خاصة عن المساعدة على توفير المعلومات وإسداء المشورة لصانعي القرار في القطاعين العام والخاص من أجل تسريع وتيرة التحوّل الضروري في مجال النُظم الزراعية والغذائية على مستوى العالم، ولا سيما في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. ومما لا شك فيه أن النُظم الزراعية والغذائية اليوم ستشهد تحولًا، ولكنّ وتيرته واتجاهاته وآثاره يمكن، بل وينبغي، أن تتأثر بالأدلة القابلة للتنفيذ. ويفتقر العالم حاليًا إلى بيانات متكاملة عالية الجودة بالقدر الكافي وتحليلات ثبتت صحتها علميًا عبر دورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات وذات تغطية عالمية للمساعدة على تعزيز الحوار البنّاء في مجال السياسات، والحث على زيادة الاستثمارات التي تشتد الحاجة إليها في العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، وخاصة في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. وتُمثّل التوقعات مساهمة كبيرة في هذا الاتجاه.

غيانا

أمضى السيد Herman Phillips، 63 عامًا، حياته بكاملها في منطقة روبونوني بفضل نظام الكفاف. ويعتقد أن هذا هو حقه الطبيعي كشخص من السكان الأصليين في روبونوني. وهو يعمل في صيد الأسماك، ويستخدم قوسه وسهمه وخيوطه، ويصطاد الحيوانات في الغابة.

© منظمة الأغذية والزراعة/Brent Stirton/Getty Images

الفصل الأول
لماذا توقعات خاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية؟

دأب البشر على امتداد ما لا يقل عن 10 000 عام على تغيير الطبيعة لإنتاج مزيد من الأغذية سعيًا إلى تحسين الحياة وسُبل العيش للعدد المتزايد من السكان، محققين نجاحًا زراعيًا واقتصاديًا كبيرًا. وازداد الناتج الزراعي العالمي بمقدار أربعة أضعاف تقريبًا على مدى نصف القرن الماضي، متجاوزًا بأشواط النمو السكاني للإنسان، بينما ازدادت الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج (أي الناتج لكل وحدة مدخلات) بمقدار الضعف تقريبًا خلال الفترة نفسها على الرغم من الآثار المعاكسة الكبيرة الناشئة عن تغيُّر المناخ (Keating وآخرون، 2014؛ Ortiz-Bobea وآخرون، 2021). ولو لم تحدث الثورة الخضراء في الفترة الممتدة من ستينات إلى ثمانينات القرن الماضي، فإن أفضل التقديرات تُشير إلى أن دخل الفرد في العالم النامي ما كان ليزيد اليوم على نصف مستوياته الحالية (Gollin وآخرون، 2021). وحققت استثمارات الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية، وهي الشبكة العالمية لمراكز البحوث الزراعية، التي ناهزت 60 مليار دولار أمريكي على مدى نصف القرن الماضي في البحث والتطوير، نسبة قُدِّرت بعشرة أو أكثر في الكلفة مقابل الفوائد، متجاوزة بأشواط العائد على معظم الاستثمارات الأخرى (Alston وآخرون، 2022). ولم تنشأ المكاسب الهائلة في الإنتاجية الاقتصادية والزراعية عن التطورات الفيزيائية الأحيائية والهندسية فحسب، بل وكذلك بالقدر نفسه عن الابتكارات المؤسسية والسياسية التي تُحفِّز تراكم رأس المال البشري والطبيعي والمادي والاجتماعي، وتحد من المخاطر والحواجز التي تحول دون التبادل، وتركيز السلطة الاقتصادية والسياسية في أيدي قلّة من الأشخاص (Acemoglu وJohnson وRobinson، 2005).

غير أن هذه المكاسب تحققت بكلفة متزايدة في شكل آثار ضارة غير مباشرة على المناخ والبيئات الطبيعية والصحة العامة والتغذية والعدالة الاجتماعية. وأدّت هذه العواقب غير المقصودة التي سعت حصريًا تقريبًا إلى تحقيق نمو في الإنتاجية الزراعية، فضلًا عن تزايد الأسئلة حول استدامة المكاسب الزراعية والاقتصادية باستخدام نموذج العمل كالمعتاد، إلى تأجيج الدعوات المتزايدة إلى التسريع بتحويل النُظم الزراعية والغذائية وإعادة توجيهها. ودعت سلسلة من التقارير والاجتماعات الرفيعة المستوى التي توِّجت مؤخرًا بمؤتمر قمة الأمم المتحدة بشأن النُظم الغذائية لعام 2021، إلى تلبية الاحتياجات الملحة للناس وكوكب الأرض من خلال تسريع التحوّل نحو نُظم زراعية وغذائية صحية ومنصفة وقادرة على الصمود ومستدامة (الفريق العالمي المعني بالزراعة ونُظم الأغذية من أجل التغذية، 2016، 2020؛ Haddad وآخرون، 2016؛ والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيُّر المناخ، 2019؛ والمنبر الحكومي الدولي للعلوم والسياسات في مجال التنوع البيولوجي وخدمات النظم الإيكولوجية، 2019؛ و Messerli وآخرون، 2019؛ Willett وآخرون، 2019؛ و Herrero وآخرون، 2020؛ ومنظمة الأغذية والزراعة، 2021؛ وفريق الخبراء الرفيع المستوى، 2020؛ Barrett، 2021أ؛ وvon Braun وآخرون، 2021؛ و Barrett وآخرون، 2022أ).

ويلتزم الإطار الاستراتيجي للمنظمة للفترة 2022-2031، بوصفها وكالة الأمم المتحدة المتخصصة في مجال الأغذية والزراعة، بدعم خطة التنمية المستدامة لعام 2030 من خلال «التحوّل إلى نُظم زراعية وغذائية أكثر كفاءة وشمولًا واستدامة وقدرة على الصمود من أجل إنتاج أفضل، وتغذية أفضل، وبيئة أفضل، وحياة أفضل، من دون ترك أحد خلف الركب» (منظمة الأغذية والزراعة، 2021). وتُعبِّر الأفضليات الأربع عن الترابط المتأصل في النُظم الزراعية والغذائية والركائز الثلاث للاستدامة (الاقتصادية والاجتماعية والبيئية). وتشمل النُظم الزراعية والغذائية المجموعة الكاملة من الجهات الفاعلة، وأنشطتها المترابطة لإضافة القيمة، التي تعمل في الإنتاج الأوّلي 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 والتخلّص منها واستهلاكها. وتنشأ عن النُظم الزراعية والغذائية مجموعة كبيرة من الآثار التي تمس كل هدف من أهداف التنمية المستدامة بصورة مباشرة أو غير مباشرة (Herrero وآخرون، 2021).

ويمثّل التطوير الاستراتيجي للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات ونشرها عاملًا تمكينيًا محوريًا لتحويل النُظم الزراعية والغذائية والمساهمة في نهاية المطاف في خطة التنمية المستدامة لعام 2030 والأبعاد الثلاثة المترابطة للاستدامة (منظمة الأغذية والزراعة، 2021). وتتميّز العلوم والتكنولوجيا والابتكارات القائمة بقدرتها على التأثير، ولكن هناك فجوة في استخدامها الفعال، وتنطوي على تحديات متعلقة بالملاءمة وإمكانية الوصول والقدرة على تحمّل كلفتها. وتتراوح التحديات الإضافية في تسخير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات من أجل النُظم الزراعية والغذائية بين الافتقار إلى معلومات عن المجموعة الكاملة من الابتكارات التكنولوجية والاجتماعية والسياسية والمالية والمؤسسية المتاحة، ونقص الاستثمار في البحوث وفي المدخلات الرئيسية للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات، وعدم توافق التكنولوجيا مع كثير من مؤسسات الأعمال الصغيرة والمتوسطة الحجم في النُظم الزراعية والغذائية (مؤسسات الأعمال الصغيرة والمتوسطة التي تشمل صغار المنتجين وغيرهم من الأشخاص والمؤسسات التي تعاني من نقص الموارد)، والفجوات في استخدام العلوم والأدلة في صنع القرار، وعدم

كفاية المعلومات اللازمة لتحديد أولويات السياسات في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل.[5]

وتُدرك المنظمة أن لدى البلدان تحديات واحتياجات وقدرات متنوعة في ما يتعلق بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات، بما في ذلك ما يتعلق منها بالبنية التحتية ومستويات التعليم والقدرات التقنية. وهناك في الوقت نفسه تحديات مشتركة على المستويات الوطنية والإقليمية والعالمية. وتتطلب مواجهة هذه التحديات جهودًا منسقة من مجموعة من الجهات الفاعلة تقوم بينها المنظمة بدور رئيسي في توفير المنافع العامة العالمية والمعارف والتوجيه والتنسيق والاتساق في السياسات. وفي هذا السياق، صُممت استراتيجية المنظمة للعلوم والابتكار (منظمة الأغذية والزراعة، 2022) كأداة رئيسية لدعم تنفيذ الإطار الاستراتيجي للفترة 2022-2031 (منظمة الأغذية والزراعة، 2021).

ويتعلق أحد الجهود المنسقة التي تشتد الحاجة إليها بعمليات الرصد والتقييم الموسعة والمواكبة لآخر التطورات في مجال العلوم والتكنولوجيا والابتكارات. ولا يقتصر الأمر على كون المستويات والأنماط الحالية للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات غير كافية لتيسير إحداث التحولات اللازمة في النُظم الزراعية والغذائية فحسب، بل إن الأدلة الوصفية المتعلقة بمستويات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات وأنماطها غير مفهومة بالقدر الذي يسمح للإدارة المقصودة للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات بتحقيق الأهداف المتعددة للنُظم الزراعية والغذائية في المستقبل - الكفاءة والشمول والقدرة على الصمود والاستدامة - ولا سيما في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. وفي ضوء المهل الزمنية الطويلة المتأصلة في آثار العلوم والتكنولوجيا والابتكارات على المجتمع، فإن إعادة توجيه العلوم والتكنولوجيا والابتكارات للقيام بأكثر من مجرد تعزيز أنماط الماضي يتطلب اتخاذ إجراءات فورية. ولذلك يتطلب رصد التقدم المحرز نحو تحقيق هدف تحويل النُظم الزراعية والغذائية تتبّع العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي تُشكل القوة الدافعة للتحولات في النُظم. ولكنّ البيانات المتكاملة والعالية الجودة بالقدر الكافي التي تتتبّع العلوم والتكنولوجيا والابتكارات، وتحليلات آثار العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية التي تم التحقق منها علميًا، ناقصة أو غير متكاملة حاليًا عبر دورة الحياة الكاملة للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات، وأما البيانات الموجودة فهي مجزأة وغير مكتملة ومن الصعب في كثير من الأحيان العثور عليها في عالم البيانات السريع التوسع. وتزداد حدة أوجه القصور في البيانات والتحليلات بصفة خاصة في الابتكارات التي لا تنشأ عن نُظم بحثية رسمية هندسية وقائمة على العلوم الطبيعية، بما في ذلك الابتكارات الاجتماعية والمؤسسية والسياسية، وكذلك الاكتشافات التي تنشأ عن معارف الشعوب الأصلية أو التجارب غير الرسمية التي يجريها المزارعون ورواد الأعمال والمجتمعات المحلية وغيرهم.

ومن هنا تأتي المنتجات المعرفية الجديدة المقترحة التي تهدف إلى توفير تغطية شاملة لدورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. ويتمثل دور المنظمة في دعم البلدان في تحديد التكنولوجيات والابتكارات التي تُناسب احتياجاتها وسياقاتها وتجريبها وتوسيع نطاقها، مع الاعتراف بما ينطوي عليه ذلك من تحديات خاصة بسبب القيود المحددة التي يواجهها العدد الهائل من صغار المنتجين في العالم، بمن فيهم النساء. ولدعم هذا الدور، ستقوم المنظمة بإعداد وإطلاق توقعات جديدة تُركز على بلورة فهم أفضل لمستوى الإقبال على التكنولوجيات والابتكارات، وسيجري إصدارها تحت عنوان التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية (ATIO).

ويستحق عدد من جوانب التوقعات المقترحة الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية إشارة خاصة. أولًا، بالنظر إلى أن احتياجات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات وأولوياتها وقدراتها تختلف اختلافًا كبيرًا بين البلدان، يجب أن تتتبع التوقعات ما يُحرز من تقدم في العلوم والتكنولوجيا والابتكارات على المستوى الوطني. وعلاوة على ذلك، وبالنظر إلى أن التحوّل الأكثر إلحاحًا في النُظم الزراعية والغذائية يجب أن يحدث في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل في الوقت الراهن، يجب أن يولي الرصد اهتمامًا خاصًا للبلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. ويُشكل الدخل والنمو السكاني، إلى جانب التوسّع الحضري، الدوافع الرئيسية الكامنة وراء الزيادات في نمو الطلب على الأغذية في المستقبل. وفي ضوء الاختلافات الحالية والمتوقعة في هذه المعدلات بين مناطق العالم، وانخفاض مستويات الدخل الأوّلية في هذه المناطق، تُعد آسيا مركز معظم الطلب على الأغذية في المدى القريب (Martin وFukase، 2020)، أما على الآجال الأطول حتى نهاية القرن، فإن نصف نمو الطلب العالمي على الأغذية أو أكثر من ذلك سيحدث في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى (Valin وآخرون، 2014؛ Barrett، 2021؛ Barrett وآخرون، 2022أ). وبما أنّ أكثر من 70 في المائة من الأغذية المستهلكة ينشأ عن الإنتاج الأوّلي في البلد الذي تُستهلك فيه هذه الأغذية (d'Odorico وآخرون، 2014)، فإن جغرافيا نمو الطلب على الأغذية تفرض بالضرورة تحويل النُظم الزراعية والغذائية برمتها في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، بدءًا بالإنتاج الأوّلي من خلال التجهيز والتوزيع وانتهاءً بالبيئات الغذائية للمستهلكين النهائيين.

وينشأ قدر كبير من العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية في البلدان المرتفعة الدخل، ويتدفق إلى البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. وتستأثر دول مجموعة العشرين حاليًا بنحو 90 في المائة من إجمالي نفقات البحوث والمطبوعات وبراءات الاختراع، وتستثمر 80 في المائة من البلدان أقل من 1 في المائة من ناتجها المحلي الإجمالي في البحث والتطوير، ومعظمها من البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل (منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة، 2021). وعلاوة على ذلك، يمكن أن تؤثر ابتكارات البلدان المرتفعة الدخل - على سبيل المثال، معايير المنتجات الخاصة أو العامة التي تؤثر على التجارة، أو المعارضة السياسية أو الشعبية لتكنولوجيات جديدة محددة - على الأسواق والسياسات ذات الصلة الوثيقة بالبلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، على الرغم من أن أحجام التجارة لا تزال صغيرة نسبيًا، وتقلّ في معظم السنوات عن ربع مجموع الأغذية المستهلكة على المستوى العالمي (d'Odorico وآخرون، 2014). وتتطلب آثار العلوم والتكنولوجيا والابتكارات العابرة للحدود النظر إلى جميع البلدان على المستوى العالمي، وليس فقط إلى الظروف على المستوى الوطني. ولذلك يجب أن تُركز التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية مباشرة

5 استُخدمت قائمة البنك الدولي للبلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، على النحو المحدد في: https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups.

على البيانات على المستوى الوطني، وخاصة في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، حيث تحديات البيانات حادة بشكل خاص (انظر القسم 4) فضلًا عن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات ذات الصلة أينما تظهر في العالم.

وثانيًا، لا تقترح المنظمة تقريرًا عن «حالة ...» يقتصر على تقييم الأدلة الوصفية للحالة الراهنة للنُظم الزراعية والغذائية. ولا جدال في أن عمليات تقييم الحالة الراهنة للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية في فرادى البلدان قيّمة وضرورية. ومن المذهل أيضًا صعوبة إكمالها بسبب نقص البيانات وعدم اتساقها (انظر القسم 8). ولكنّ توصيف الحالة الراهنة القابلة للقياس في ما يتعلق بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات أبعد من أن يكون كافيًا بسبب الفارق الزمني الكبير في ظهور آثارها التحويلية. ويستغرق عادة تطوّر العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية عقدًا أو عقدين - أو أكثر – من الزمن للانتقال من بلورة الأفكار من خلال التجريب إلى الانتشار لتحقيق آثار قابلة للقياس على نطاق واسع (Alston وPardey، 2021). ولدعم العوامل الأساسية التي تُعجّل بتوسيع نطاق العلوم والتكنولوجيا والابتكارات المؤثرة المحتملة (Herrero وآخرون، 2020؛ Barrett وآخرون، 2022أ)، يجب على صانعي السياسات توقّع التغييرات القادمة والتخطيط وفقًا لذلك.

لذا، يجب أن تتجاوز التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية تنظيم البيانات القيّمة الذي تجريه حاليًا قاعدة البيانات الموضوعية في المنظمة للحالات الراهنة التي يمكن ملاحظتها من العلوم والتكنولوجيا للابتكارات الناضجة أو الاستثمارات في البحث والتطوير التي تهدف إلى توليد علوم وتكنولوجيا وابتكارات ناضجة في مجال النُظم الزراعية والغذائية في المستقبل. ويجب أن تُكمّل التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية أنشطة التتبّع المعروفة من خلال تغطية موسعة للبيانات المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات بعد مرحلة المزرعة، والابتكارات المالية والمؤسسية والاجتماعية والسياسية التي لا يوجد لها سوى القليل من مجموعات البيانات القائمة العالية الجودة. ومن الضروري أيضًا توسيع نطاق التغطية لتشمل مسح آفاق العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها والناشئة، واستشراف مستقبل النُظم الزراعية والغذائية وأثر مسارات الأثر التي يمكن أن تتبعها مختلف العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي لا تزال قيد التطوير.

ومن الضروري إجراء مسح للأُفق والاستشراف لأن التفاعل المعقد بين النُظم البشرية والطبيعية، بالإضافة إلى الطبيعة اللامركزية وغير المنسقة إلى حد كبير في عمليات صنع القرار في النُظم الزراعية والغذائية المترابطة، يولّد مجموعة واسعة من الآفاق المستقبلية (Barrett وآخرون، 2021أ، 2022أ). ويساعد الاستشراف والنُهج القائمة على السيناريوهات أصحاب المصلحة على استكشاف هذه المسارات المحتملة نحو تحقيق النتائج المرجوة وتجنب النتائج غير المرغوبة (O'Neill وآخرون، 2014؛ Fricko وآخرون، 2017؛ Barrett وآخرون، 2021أ؛ Lentz، 2021؛ Zurek وآخرون، 2021). ولذلك، لن تركز التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية فقط على التتبع الدقيق للمدخلات القابلة للقياس في تطوير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات المستقبلية في مجال النُظم الزراعية والغذائية (القسم 5) - مثل الاستثمارات في البحث والتطوير في مجال الزراعة - أو نشر العلوم والتكنولوجيا والابتكارات المستخدمة بالفعل. ويجب أيضًا أن تحدد التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية وأن توثق وتقيّم العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها (القسم 6)، والعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة حديثًا (القسم 7) التي تفرض تحديات متعلقة بالقياس أكبر مما تفرضه مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة (القسم 8).

وقد أثبت التاريخ مرارًا قدرة الإنسان على تغيير مسار النُظم الزراعية والغذائية تغييرًا جذريًا. ولكن لا يمكن إدارة إلّا ما يمكن رصده. ولذلك فإن المعلومات التي توجه الإجراءات التي تتخذها الجهات الفاعلة الرئيسية في القطاعين العام والخاص مهمة. وتُركز التوقعات الخاصة بالتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية على تنظيم البيانات العالية الجودة للمساعدة على توفير المعلومات لصانعي القرار.

وثالثًا، يعني الجمع بين الحاجة إلى الاستشراف وتحليل السيناريوهات على المستوى الوطني، فضلًا عن عمليات التقييم العالمية، أن التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النظم الزراعية والغذائية يجب أن تعالج صراحة عدم التجانس الكبير القائم في النُظم الزراعية والغذائية وفي ما بين البلدان وداخلها. وينطبق ذلك بصفة خاصة على تلبية احتياجات صغار المنتجين والنساء والمجموعات المهمشة الأخرى. وكثيرًا ما تُغفل مصالح هذه المجموعات في العلوم والتكنولوجيا والابتكارات مع أنها تمثّل الشريحة الأكبر من أصحاب المصلحة المعنيين بالنُظم الزراعية والغذائية، نظرًا إلى الاعتماد الشديد على أنشطة سلاسل القيمة الزراعية والغذائية في كسب العيش وإلى أهمية الأغذية في ميزانيات المستهلكين الفقراء. ويجب أن تراعي التوقعات خصوصية السياق ومدى ملاءمة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات وإمكانية التنبؤ بها وملاحظتها - وإن كانت غير مقصودة في بعض الأحيان - والآثار والمخاطر المتباينة والعواقب غير المقصودة للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة داخل النُظم الزراعية والغذائية. ويتطلب ذلك بالضرورة إيلاء عناية للمسائل التنظيمية والأخلاقية والجنسانية والاجتماعية والبيئية والسياساتية على المستويين الإقليمي والعالمي.

1.1 نظرية تغيير من أجل التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية

من المتوقع أن تشكل التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية عاملًا رئيسيًا يمكّن من تحقيق الرؤية الموضحة في استراتيجية المنظمة للعلوم والابتكار (منظمة الأغذية والزراعة، 2022). ويتمثل الهدف العام للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية في توفير معلومات عن الحالة الراهنة القابلة للقياس للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات والتغييرات المقبلة المحتملة، وكذلك إمكاناتها التحويلية، لإثراء الحوار والقرارات المتعلقة بالسياسات القائمة على الأدلة، بما في ذلك ما يتعلق منها بالاستثمارات. وستتتبع التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية التقدم المحرز في العلوم والتكنولوجيا والابتكارات على المستوى الوطني، وستولي اهتمامًا خاصًا للبلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل التي تكون فيها تحديات البيانات حادة بشكل خاص. وتتطلب آثار العلوم والتكنولوجيا والابتكارات العابرة للحدود النظر إلى جميع البلدان على مستوى العالم، من دون الاقتصار على الظروف على المستوى الوطني، ولذلك ستُركز التوقعات على العلوم والتكنولوجيات والابتكارات ذات الصلة أينما وُجدت في العالم.

ويتطلب اتخاذ قرارات مستنيرة وجود مؤشرات طوال دورة حياة العلوم والتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، من الاستثمارات الأوّلية - في صناديق البحث والتطوير، والموظفين العلميين، والموارد المادية (مثل المختبرات ومجموعات الموارد الوراثية، والمزارعين، والمنصات القائمة على المزارعين، مثل المدارس الحقلية للمزارعين أو ساحات العلوم والتكنولوجيا) - إلى صقل الأفكار الأوليّة وتكييفها، وتجريبها الأولي ونشأتها، وتوسيع نطاقها لتصبح علومًا وتكنولوجيات وابتكارات ناضجة منتشرة على نطاق واسع، على الأقل في بعض الأماكن. وستزوِّد التوقعات صانعي السياسات، ومديري البحوث، والمنظمات المانحة، والمجتمع المدني، وأصحاب المصلحة من القطاع الخاص، ببيانات مفتوحة موثوقة وحديثة بصورة مستمرة. وسيشمل ذلك معلومات عن حالة العلوم والتكنولوجيات والابتكارات واتجاهاتها وآثارها في مختلف مراحل الجاهزية، والتغييرات المستقبلية المحتملة في أنماط العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الزراعية والغذائية على المستويات العالمية والإقليمية والوطنية، لتيسير تحديد الفجوات الرئيسية والمجالات المهملة، فضلًا عن تحديد أولويات الاستثمارات المقبلة. وستُكمّل التوقعات تنظيم البيانات القيّمة بإجراء مسح لآفاق العلوم والتكنولوجيات والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها والناشئة في مجال النُظم الزراعية والغذائية، مع استشراف مسارات الأثر التي يمكن أن تتبعها مختلف العلوم والتكنولوجيات والابتكارات التي لا تزال قيد التطوير، وبتوليفات للأدلة المتاحة على آثار العلوم والتكنولوجيات والابتكارات. وستُساعد هذه التحليلات على إشراك أصحاب المصلحة في مناقشات ذات مغزى من أجل التوصل إلى فهم مشترك للعلوم والتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية واتجاهاتها المحتملة في المستقبل.

وستنسق التوقعات وتُنظِّم البيانات وتوليفات الأدلة واستنباطات الخبراء والبحوث التقنية التي تخضع لاستعراض النظراء لاستخدامها معًا في توليد مجموعة سهلة الاستخدام من البيانات والتحليلات لغرض توفير معلومات أفضل لأصحاب المصلحة الذين يسعون إلى استخدام العلوم والتكنولوجيات والابتكارات لتسريع تحويل النُظم الزراعية والغذائية. وستُساعد أيضًا على تعزيز علاقات التعاون في ما بين بلدان الجنوب والتعاون الثلاثي في العلوم والتكنولوجيات والابتكارات. وبالإضافة إلى قيمة نتائج التوقعات، يمكن لعملية البحوث المطلوبة لإصدار التوقعات وتحديثها أن تُعزز مشاركة الخبراء مع أصحاب المصلحة الرئيسيين، ما يساعد على بناء الوعي بمسائل العلوم والتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية ويُحفز زيادة الاستثمارات والعمل من أجل جعل النُظم الزراعية والغذائية أكثر كفاءةً وشمولًا وقدرةً على الصمود واستدامة.

وتُوضح نظرية التغيير المستخدمة في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية طريقة مساهمة هذه التوقعات في تسريع تحويل النُظم الزراعية والغذائية في العالم، ولا سيما في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، ومساعدة أصحاب المصلحة على التغلب على القيود التي تحول دون توافر بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات وتحليلها وتسليط الضوء عليها وتنسيقها ووصول الخبراء إليها وتحديد النتائج التي ستُساهم في إحداث هذا التحوّل (انظر الشكل 1).

وسيجري تيسير مسارات الأثر التي تتبعها التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية بجهود للتأكد من أن محتويات التقرير المنتظم، والبيانات المحدَّثة بانتظام، والمواد المرجعية التقنية التي تخضع لاستعراض النظراء ويتم إعدادها كجزء من عملية التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية - والتي تُشكل معًا نتائج التوقعات التي تُعزز التغيير - يمكن الوصول إليها واستخدامها، وأن المستخدمين المحتملين على دراية بكيفية استخدام المنتجات ومواطن قوتها وقيودها. وستوفِّر جهود النشر المباشر للبيانات والمطبوعات، والمشاورات مع أصحاب المصلحة، والمشاورات مع الخبراء، عمليات محددة ومرهونة بأُطر زمنية لتحويل منتجات التوقعات إلى نتائج، بينما ستوفِّر لوحة متابعة البيانات موردًا رقميًا متاحًا يمكن لأصحاب المصلحة الوصول إليه، بناءً على طلبهم، في الوقت الذي يناسبهم.

وستُساهم التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية في جميع الركائز الثلاث لاستراتيجية المنظمة للعلوم والابتكار:

الشكل 1 نظرية التغيير للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية

الركيزة 1
تعزيز عملية صنع القرارات القائمة على العلوم والأدلة.

الركيزة 2
دعم الابتكار والتكنولوجيا على المستويين الإقليمي والقطري.

الركيزة 3
تقديم خدمات أفضل للأعضاء من خلال تعزيز قدرات المنظمة.

وستُساهم التوقعات بدور مباشر في الركيزة 1 من خلال تحسين جمع البيانات وتنظيمها من أجل اتخاذ قرارات مستنيرة، واكتساب معرفة بالتكنولوجيات والابتكارات، والعمل مع أصحاب المصلحة والجهات الفاعلة داخل النظام الإيكولوجي للابتكار في مجال النُظم الزراعية والغذائية. وستُساهم أنشطة التوقعات في الركيزة 2 عن طريق توفير مدخلات حاسمة الأهمية لدعم تطوير التكنولوجيات والابتكارات واستيعابها على المستوى الوطني، وتعزيز أوجه التآزر بين الأقاليم

من خلال التعلّم المتبادل والتعاون الأقاليمي في المسائل الرئيسية ذات الاهتمام المشترك. وستُساهم في الركيزة 3 من خلال تعزيز إدارة المعرفة، وجهود النشر، والمشاورات مع أصحاب المصلحة والخبراء لبناء شبكات تعاونية وتحسينها داخل الجهات الفاعلة الرئيسية في النُظم الزراعية والغذائية وفي ما بينها والجمهور الأوسع.

وسيتطلب تحقيق هذه النتائج والآثار جهودًا تكميلية كبرى واستثمارات تتجاوز التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. وسيتعيّن توفير عوامل كثيرة (الافتراضات في صياغة نظرية التغيير) من أجل جهود جمع بيانات التوقعات للمساهمة، في نهاية المطاف، في تحقيق النتائج المستهدفة والآثار المنشودة. وهذه العوامل تشمل عوامل داخلية، مثل مصادر البيانات التي تصبّ في التوقعات، ويُحتفظ بها ويتم تحديثها بانتظام، وكذلك عوامل خارجية، مثل رأس المال العام والخاص المتاح للاستثمارات، والبيئة التنظيمية الملائمة لتيسير نقل العلوم والتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية بين البلدان. وسيكفل ذلك توفير مقومات التمكين لساحة الابتكار على مختلف المستويات (الإقليمية والوطنية ودون الإقليمية وغيرها). ويفترض أيضًا أن يمعن صانعو القرار التفكير في الأدلة التي يتم جمعها وبلورتها من خلال التوقعات وسيتصرفون بناءً عليها.

لماذا إذن ينبغي أن تستثمر المنظمة في منتج منتظم يتناول التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية؟ تكمن الإجابة في أن المنظمة، بوصفها وكالة متخصصة تابعة للأمم المتحدة، تُمسك بزمام الجهود الدولية للقضاء على الجوع، تتحمل مسؤولية خاصة، ولديها قدرة تنسيقية لا نظير لها، لدمج وتطوير مصادر البيانات وتحليلات البيانات التي يمكن أن تساعد صانعي القرار في القطاعين العام والخاص. ومما لا شك فيه أن النُظم الزراعية والغذائية اليوم سوف تشهد تحوّلًا، ولكنّ وتيرة هذا التحوّل واتجاهاته وآثاره يمكن، بل وينبغي، أن تتأثر بالأدلة القابلة للتنفيذ. ويفتقر العالم حاليًا إلى بيانات متكاملة وعالية الجودة بالقدر الكافي، وتحليلات تخضع لتدقيق علمي عبر دورة حياة العلوم والتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية للمساعدة على تعزيز الحوار البنّاء بشأن السياسات، والحث على زيادة الاستثمارات التي تشتد الحاجة إليها في العلوم والابتكار والتكنولوجيات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، وخاصة في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. ويمكن للتوقعات أن تُقدّم مساهمة مفيدة في هذا الاتجاه.

السنغال
رجال ونساء من المجتمع المحلي يعملون في مشتل أشجار أنشئ في القرية في إطار مبادرة الجدار الأخضر العظيم.

© Benedicte Kurzen/NOOR لمنظمة الأغذية والزراعة

الفصل الثاني
حدود التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، ونطاق التغطية للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات من أجل تحويل النُظم الزراعية والغذائية

لا يمكن للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية أن تعالج مجمل المواضيع؛ لا بل يجب رسم الحدود بعناية. وهناك ثلاثة مجالات رئيسية ينبغي النظر فيها عند رسم الحدود.

أولًا، يتعيّن تحديد مجال التركيز للنُظم الزراعية والغذائية. وهناك بالفعل مراجع موثوقة تستعرض الحالة العامة للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مختلف البلدان، مثل التوقعات التي تصدرها منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي كل سنتين بشأن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات (منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، من دون تاريخ)، وتقرير التكنولوجيا والابتكار الذي يصدر كل ثلاث سنوات عن مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية (مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية، من دون تاريخ)، وتقرير منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة الذي يصدر في العادة كل خمس سنوات (منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة، من دون تاريخ)، ومؤشر الابتكار العالمي الذي وضعته المنظمة العالمية للملكية الفكرية (المنظمة العالمية للملكية الفكرية، من دون تاريخ). وبالنظر إلى أن الوكالات الراعية تضطلع بولايات على نطاق المجتمع، قلما تُركز هذه التقارير على النُظم الزراعية والغذائية (انظر الإطار ألف). ومن المؤكد أن هذه التقارير ذات صلة، ذلك أن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية للغد تنشأ في كثير من الأحيان في قطاعات أخرى (Moser، 2021)، ولكنّ حجم النُظم الزراعية والغذائية ومكانتها المحورية في أهداف التنمية المستدامة وأهدافها المجتمعية في المدى الأبعد تجعل من الأفضل إنشاء منتج منتظم يتناول التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية ويُركز بقوة أكبر على العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي يتم تطويرها صراحة من أجل معالجة الفرص/التحديات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، وخاصة في بلدان اليوم المنخفضة والمتوسطة الدخل، نظرًا لاعتمادها الاقتصادي الشديد على النُظم الزراعية والغذائية.

وحرصًا على التركيز، يُقترح عدم إدراج تكنولوجيات أو ابتكارات جديدة في التوقعات إلّا عندما يُصبح تكييفها أو دمجها في النُظم الزراعية والغذائية واضحًا في المؤلفات العلمية والصناعية، ولو كمجال تطبيق مفترض وحسب. على سبيل المثال، لو أن التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية كانت موجودة في سبعينات القرن الماضي، فإنها ما كانت لتغطي تكنولوجيات الملاحة الراديوية الفضائية السرية التي لا يستخدمها سوى جيش الولايات المتحدة قبل أن تصدر حكومة الولايات المتحدة تكنولوجيا النظام العالمي لتحديد المواقع للاستخدام التجاري.[6] وبدلًا من ذلك، كانت التوقعات سترصد الآلات المستخدمة في مجال الزراعة المحكمة وتكنولوجيات إدارة الشبكات الرقمية عند ظهورها لأول مرة في المؤلفات العلمية والصناعية (بما فيها المقالات التي تناقش الاستخدامات الجديدة المحتملة للنظام العالمي لتحديد المواقع، وفي عمليات إيداع براءات الاختراع وقواعد بيانات رأس المال المجازف به قبل أن تظهر في الاستخدام الفعلي والمفتوح في شركات توزيع المعدات الزراعية والأغذية. وكانت ستتتبع التوقعات بعد ذلك ظهورها وتكييفها - على سبيل المثال، في تطبيقات توصيل الطعام الموجهة إلى المستهلكين - وانتشارها عندما تصبح تكنولوجيات ناضجة. ويجب أن تشارك التوقعات بصورة روتينية في مسح الأفق لتحديد العلوم والتكنولوجيا والابتكارات عندما يبدأ إدماجها بصورة هادفة في النُظم الزراعية والغذائية.

وثانيًا، يجب أن تتوسع التوقعات بما يتجاوز مجال العلوم الطبيعية والهندسة لتشمل العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الاجتماعية والاقتصادية القائمة على العلوم في السياسات والمؤسسات. ويتجلى هذا التعريف الأوسع في الإشارات إلى العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الواردة في جميع مواضع هذا التقرير. ويمثّل تحويل النُظم الزراعية والغذائية في جوهره مسعى متعدد الاختصاصات. وترتبط التحديات والفرص في النُظم الزراعية والغذائية اليوم بأصول بشرية المنشأ، أي أنها نابعة مباشرة من الاستهلاك البشري وأنماط السلوك المتبعة في التبادل والإنتاج، والقيم والتصورات المختلفة. وتُشكل أنماط السلوك البشري وتتشكّل ليس فقط من خلال العمليات الطبيعية أو التطورات الهندسية بل وكذلك من خلال الثقافة والمؤسسات والسياسات التي تنشأ عنها قيود اجتماعية وسياسية وحوافز ثقافة أو اقتصادية لصالح إجراءات محددة أو ضدها. والواقع أن التحدي الكبير الذي يواجهه تحويل النُظم الزراعية والغذائية يكمن في الحاجة إلى إجراءات لا مركزية من جانب مليارات الجهات الفاعلة الفردية. ويمكن لواضعي السياسات العامة ومؤسسات الأعمال الخاصة التأثير في أنماط السلوك، ولكن ليس بمقدورها السيطرة عليها. ومن الأدوات الرئيسية التي يستخدمها القادة للتأثير على أنماط السلوك التغييرات في السياسات والمؤسسات والثقافة.

لذلك يجب أن تُقدم التوقعات معلومات عن الابتكارات التي تتجاوز مجرد التكنولوجيات الجديدة القائمة على الهندسة أو العلوم الطبيعية، لتشمل مجموعة متنوعة واسعة من الابتكارات الاجتماعية والسياساتية

6 يُقدّم Roblin (2017) سردية قصيرة ورائعة تتناول دور الخسارة المأساوية لرحلة الخطوط الجوية الكورية رقم 007 في عام 1983 في تسريع إطلاق تقنيات النظام العالمي لتحديد المواقع لتكييفها التجاري الواسع على مستوى العالم.

والمؤسسية والمالية والثقافية التحويلية. ولا يُقلل ذلك بأي حال من الأحوال من الأهمية الحاسمة للتقدم في المجالات الإيكولوجية الزراعية والكيميائية الأحيائية والرقمية والميكانيكية وغيرها من المجالات القائمة على العلوم الطبيعية والهندسة. وبدلًا من ذلك، تعترف التوقعات بأن هذه الابتكارات لا تنجح إلّا عندما تقترن بابتكارات تكميلية في المؤسسات أو الأسواق أو السياسات التي تُيسر انتشارها (Barrett وآخرون، 2022أ). وبما أنّ تحويل النُظم الزراعية والغذائية يشمل مجموعة هائلة من الأنشطة البشرية والمنظمات، تحتاج هذه الابتكارات الاجتماعية إلى تتبّع ودراسة - وتعزيزها في حالة الابتكارات التي ثبتت فعاليتها في تعزيز الأهداف الواسعة لتحويل النُظم الزراعية والغذائية - جنبًا إلى جنب وعلى قدم المساواة مع العلوم والتكنولوجيا والابتكارات المألوفة المتجذرة في الهندسة والعلوم الطبيعية. ومن المؤسف أن نُظم جمع بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية قد ركز على مر تاريخه على المؤشرات العلمية والمالية القابلة للقياس، ولم يتم جمع سوى القليل من البيانات عن المؤسسات أو السياسات بطريقة منهجية، كما سيرد في الأقسام اللاحقة. ويمكن للتوقعات أن تساعد على زيادة الاهتمام وجمع بيانات عالية الجودة بطريقة منهجية، لسد هذه الفجوة الكبيرة.

وثالثًا، يجب أن تغطي التوقعات النُظم الزراعية والغذائية كاملةً، من المدخلات إلى الإنتاج الأوّلي عبر بيئات اختيار الأغذية المخصصة للاستهلاك. وعلى مدى عقود عديدة، كان يُنظر إلى إنتاج أغذية صحية كافية لتلبية الاحتياجات المتزايدة للسكان الذين يتزايد عددهم في مواجهة الموارد الطبيعية المحدودة على أنه مهمة محورية للنُظم الزراعية والغذائية. وأدى هذا التركيز على جانب العرض بصورة طبيعية إلى التشديد بقوة على رصد المدخلات والنواتج في المزارع ومصايد الأسماك والغابات، وعلى تعزيز الإنتاجية. ولا جدال في أن هذه المهام مهمة وضرورية؛ ولكنها غير كافية أيضًا.

ويجب أن تغطي التوقعات أكثر من مجرد الإنتاج على مستوى المزرعة، وذلك ببساطة لأن أكثر من 70 في المائة من إضافة القيمة التي تُعبِّر عنها نفقات الأغذية المخصصة للاستهلاك في العالم تحدث بعد الخروج من المزرعة (Yi وآخرون، 2021). وعلاوة على ذلك، كان للمساعي التي لم يكن لها همّ سوى زيادة الكفاءة أكثر من أي وقت مضى عواقب يمكن التنبؤ بها، وإن لم تكن مقصودة، على البيئة وصحة الإنسان، والقدرة على الصمود في وجه الصدمات، وظروف العمل، سواء أكان ذلك داخل القطاعات التمهيدية للزراعة ومصايد الأسماك والغابات، أو في المراحل النهائية للتجهيز والتصنيع والتوزيع (Herrero وآخرون، 2021).

وثبت أن جمع بيانات جيدة وشاملة عن الإنتاج على مستوى المزرعة يُشكل تحديًا؛ ويؤدي التوسّع لتغطية سلسلة القيمة الكاملة إلى تضخيم هذا التحدي. وستكون التغطية بالضرورة متفرقة في البداية، ولكنها ستتسع بمرور الوقت. ولكن واحدة من أكبر المساهمات التي يمكن أن تقدمها التوقعات هي توسيع مجال رؤية صانعي السياسات بشأن تحويل النُظم الزراعية والغذائية ليشمل سلسلة القيمة بأكملها، من المدخلات مرورًا بالإنتاج الأوّلي - بما في ذلك الإنتاج الغذائي غير الزراعي (أي الذي لا تنتجه المزرعة) (مثل اللحوم الخلوية والزراعة الرأسية) - والتجهيز والتعبئة والتصنيع والتوزيع (بما في ذلك الخدمات الغذائية)، إلى البيئات الغذائية التي يتخذ فيها الأفراد خياراتهم بشأن الأنماط الغذائية. ومن الأمثلة عن الدروس الرئيسية المستفادة من البحوث الحديثة المتعلقة بالفاقد والمهدر من الأغذية أننا لا يمكن أن نفهم تحديات النُظم الزراعية والغذائية ومعالجتها إلّا من خلال نهج شامل (Cattaneo وآخرون، 2021؛ Hamilton وآخرون، 2022؛ Zanten وآخرون، 2019).

ومن ثمّ فإن التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية ستعتمد على المصادر القائمة، ولكنها ستكون مختلفة عنها. وفي ما يتعلق بالتوقعات الحالية للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الصادرة عن المنظمات المتعددة الأطراف، ستُركز التوقعات المتعلقة بالتكنولوجيات والابتكارات الخاصة بالنُظم الزراعية والغذائية بصورة أكبر على النُظم الزراعية والغذائية أكثر مما تُركز عليها منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، أو منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة، أو المنظمة العالمية للملكية الفكرية، وستتعمق أكثر بكثير في تناول العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية وما يرتبط بها من آثار. وفي ما يتعلق بمطبوعات المنظمة ومنتجاتها الحالية من البيانات، ستساعد التوقعات أيضًا على تحفيز الاستثمارات وتنسيقها لسد الفجوات الرئيسية في البيانات بين القائمين بالإنتاج الأوّلي والمستهلكين النهائيين، وستوسّع في الوقت نفسه نطاق تغطية السياسات والمؤسسات التي تُشكل محور تحويل النُظم الزراعية والغذائية، ونطاق تغطية مسح الأفق والتحليل الاستشرافي. ومن المرجح تحقيق ذلك بأكبر قدر من الفعالية باستخدام نموذج ائتلافي بالتعاون مع منظمات أصحاب المصلحة الرئيسيين الأخرى التي لديها خبرة مؤكدة في مجال واحد أو أكثر من المجالات ذات الصلة (القسم 11). غير أن هذه مهمة ضخمة، ولذلك سيكون من الضروري رسم بعض الحدود الواضحة لنشاط التوقعات الخاصة بالتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية بحيث تضيف قيمة وتُعزز التعاون والتنسيق في مجال حاسم الأهمية، وتُقدّم بيانات وتحليلات مناسبة للغرض المنشود.

الإطار ألف مواضيع تقارير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ومنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة والمنظمة العالمية للملكية الفكرية ومؤتمر الأمم المتحدة للتجارة

توقعات منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي بشأن العلم والتكنولوجيا والابتكار

2021 أوقات الأزمات والفرص.

2018 التكيُّف مع الاضطرابات التكنولوجية والمجتمعية.

2016 تحليل مقارن للسياسات والأدوات الجديدة المستخدمة لتعزيز مساهمة العلوم والابتكار في النمو وفي التحديات العالمية والاجتماعية.

2014 الأداء العام للابتكار واتجاهات السياسات.

2012 الدور القيادي الذي يتوقع أن تستمر العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في أدائه من أجل تحقيق التعافي المستدام والدائم من "الاتجاهات الكاسحة" للأزمة الاقتصادية.

2010 الأداء في العلوم والابتكار، الاتجاهات في سياسات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الوطنية وتصميم سياسة الابتكار وتقييمها، بما في ذلك تفاعلات السياسة و"مزيج السياسات".

2008 الأداء في العلوم والابتكار؛ الاتجاهات في سياسات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الوطنية؛ وممارسات تقييم الآثار الاجتماعية والاقتصادية للبحوث العامة.

2006 دور حقوق الملكية الفكرية وأسواق ترخيص التكنولوجيا في أداء الابتكار، وسياسات تعزيز فوائد عولمة البحث والتطوير في مجال أنشطة الأعمال، والموارد البشرية من أجل العلوم والتكنولوجيا، وتقييم سياسة الابتكار.

2004 دور الشراكات بين القطاعين العام والخاص في تحفيز الابتكار، ومحددات الابتكار في قطاع الخدمات، والتحديات العالمية المتصلة بتوفير الموارد البشرية للعلوم والتكنولوجيا، ومساهمات مؤسسات الأعمال المتعددة الأطراف في نمو الإنتاجية والابتكار.

2002 استراتيجيات أنشطة الأعمال المتغيِّرة في مجال البحث والتطوير، والمنافسة والتعاون في عملية الابتكار، والتغيّرات في حوكمة نُظم العلوم الوطنية، والاستخدام الاستراتيجي لحقوق الملكية الفكرية في مؤسسات البحوث العامة، والعولمة الصناعية، والتنقل الدولي للعلماء والمهندسين.

تقرير مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية (الأونكتاد) بشأن التكنولوجيا والابتكار

2021 اللحاق بركب موجات التقدم التكنولوجي - الابتكار المقترن بالإنصاف.

2018 تسخير التكنولوجيات الرائدة من أجل التنمية المستدامة.

2015 تعزيز سياسات الابتكار من أجل التنمية الصناعية.

2012 الابتكار والتكنولوجيا والتعاون بين بلدان الجنوب.

2011 الدور الهام لتكنولوجيات الطاقة المتجددة في الاستجابة للتحدي المزدوج للحد من فقر الطاقة مع التخفيف من تغيُّر المناخ.

2010 تحديات تحسين الأداء الزراعي في أفريقيا، ودور التكنولوجيا والابتكار في زيادة الإنتاج الزراعي والدخل لجميع المزارعين، بما في ذلك مزارع أصحاب الحيازات الصغيرة.

تقرير العلوم لمنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة

2021 السباق مع الزمن من أجل تنمية أكثر ذكاءً: الانتقال إلى المجتمع الرقمي و"الأخضر".

2015 نحو عام 2030: استراتيجية فعالة للنمو والابتكار واتجاهات التنقل.

2010 الحالة الراهنة للعلوم في العالم: الدور المتنامي للتكنولوجيا في الاقتصاد العالمي.

2005 بناء مجتمعات المعرفة: الجامعات والموظفون المعنيون بالتكنولوجيا ومدخلات البحث والتطوير.

1998 عولمة العلوم والتكنولوجيا: كيف تحمي العلوم والتكنولوجيا الأغذية والماء في ظلّ الضغوط الديمغرافية والبيئية.

1996 التحديات المتصلة بالعلوم والتكنولوجيا والبعد الجنساني.

1993 حالة العلوم في العالم، ونظام العلوم والتكنولوجيا، والتعاون.

مؤشر الابتكار العالمي للمنظمة العالمية للملكية الفكرية

2021 أثر جائحة كوفيد-19 على الابتكار.

2020 من سيموّل الابتكار؟

2019 التأسيس لحياة صحية - مستقبل الابتكار الطبي.

2018 تنشيط العالم بالابتكار (الابتكار في مجال الطاقة).

2017 الابتكار الذي يغذّي العالم (الزراعة).

2016 الفوز بالابتكار العالمي (الاستثمار والتعاون في العالم).

2015 سياسات الابتكار الفعالة من أجل التنمية.

2014 العامل البشري في الابتكار (الاقتصاد القائم على المعرفة).

2013 الديناميكيات المحلية للابتكار.

2012 روابط أقوى للابتكار من أجل النمو العالمي.

2011 تسريع النمو والتنمية (قياس الابتكار والاستدامة).

إيطاليا
خيول ترعى تحت توربينات الرياح على سفح تل في محطة لتوليد طاقة الرياح في فروزولون.

©FAO/Alessia Pierdomenico

الفصل الثالث
ديناميكيات تطور وانتشار العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية

يمضي تطور التكنولوجيا وانتشارها في جميع القطاعات وفق نمط ديناميكي واحد. وبالنظر إلى أن التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية تسعى إلى إثراء عملية صنع القرار في القطاعين العام والخاص في جميع مراحل دورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، ينبغي جمع البيانات وتحليلها عبر أربع مراحل منفصلة من مراحل تطور وانتشار العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي تمتد تراكميًا على مدى سنوات، بل وعقود في كثير من الأحيان. وتبدأ هذه المراحل بما يلي: (1) مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية (على سبيل المثال، الاستثمارات المالية في مجال البحث والتطوير، ورأس المال البشري والمادي والاجتماعي) التي تولّد (2) العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها - أي تلك التي تكون قيد التطوير الفعلي ولكنها لم تُستخدم بعد خارج أوساط المطورين - وتكتسب مجموعة فرعية منها قوة جذب وتصبح (3) علومًا وتكنولوجيا وابتكارات يمكن ملاحظتها في الاستخدام خارج سيطرة الباحثين، وأخيرًا تصبح (4) علومًا وتكنولوجيا وابتكارات ناضجة قبل أن تتقادم في حالات كثيرة.

أولًا، لا تنشأ المعرفة في فراغ. ولكنّ المعرفة تولّد معرفة، لأن الابتكار في جوهره تجميعي. ولطالما تحققت الاختراعات الجديدة الرئيسية والابتكارات المؤثرة من خلال الجمع عمدًا بين مختلف الاكتشافات السابقة والنية الصريحة لحل حاجة بشرية ناشئة (Usher، 1929؛ Weitzman، 1998؛ Arthur، 2009؛ Feinstein، 2011). وبالمثل، فإن الابتكارات ضرورية لخفض تكاليف المعاملات التي تنطوي عليها عمليات التبادل والحد من مخاطر الاستثمار الرأسمالي والابتكار (North، 1991، 2008؛ Platteau، 1994أ، ب؛ Barrett، 1997).

وبالتالي فإن الابتكار التحويلي يتطلب معارف ومواد قائمة بالفعل، فضلًا عن علماء ومهندسين ومزارعين ومنتجين ورواد أعمال تجارية واجتماعية، وغيرهم من الجهات الفاعلة في النُظم الزراعية والغذائية القادرة على الجمع بين الأفكار والمواد القائمة بالفعل وإعادة الجمع بينها، واستثمار ما يلزم من موارد جديدة - صناديق البحث والتطوير، والمختبرات، والمواقع التجريبية، والحواسيب، والأراضي الزراعية، وغيرها - لأداء العمل. وهذه المرحلة من البلورة المبكرة للأفكار - العلوم الأساسية - والبحوث التطبيقية والتكيُّفية التي تليها تتأثر أيضًا بالمؤسسات والسياسات - مثل نُظم حقوق الملكية الفكرية، وبروتوكولات السلامة الأحيائية، والمعايير الثقافية المتعلقة بالإبداع والتجريب، والضمانات المؤسسية لأخلاقيات البحث - التي تؤثر على الكفاءة التي تتحول بها المدخلات المالية إلى اكتشافات جديدة مفيدة. وتُمثّل هذه الموارد المالية والبشرية والمؤسسية والمادية معًا مدخلات إنتاج العلوم والتكنولوجيا والابتكارات. ولا تنشأ العلوم والتكنولوجيا والابتكارات من دون هذه المدخلات الأساسية التي يمكن الحصول عليها من مختبرات الجامعات، وتوجد في حقول المزارعين الابتكاريين، وفي مرائب رواد الأعمال، وفي مطابخ الطهاة المبدعين. وفي حين أن معظم عمليات عدّ مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات تُركز على نُظم البحوث الرسمية التي تُشكل جزءًا لا يتجزأ من برامج البحث والتطوير الوطنية في مجال النُظم الزراعية الغذائية وما شابه ذلك، يوجد رأس المال البشري والطبيعي الأساسي للتجريب بنفس القدر في الساحات غير الرسمية. غير أن هذه هي الطريقة التي استخدمها البشر في تدجين النباتات واستئناس الحيوانات البرية لأول مرة منذ آلاف السنين، وما زالوا يفعلون ذلك بصورة شبه تجريبية منذ ذلك الحين.

والمرحلة الثانية من مراحل ديناميكيات تطوير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات ونشرها هي عملية بلورة الأفكار وإعادة التجميع والصقل التي يتيحها الاستثمار في مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات. وهذه المرحلة الثانية هي الفترة التي يحدث فيها التقدم العلمي الأساسي والتطبيقي، عندما يقوم الناس - الباحثون والمزارعون والمنتجون ومحللو السياسات ورواد الأعمال - باستحداث أفكار ومواد وأساليب جديدة، واختبار فرضيات جديدة، وإجراء أعمال التصميم الأساسي وبناء النموذج الأوّلي، وغيرها، وذلك كله بهدف تطوير منتج ما أو استحداث عملية تستحق إدخالها واختبارها في العالم الحقيقي. ويقوم العلماء والمديرون والمبتكرون المشاركون في أعمال البحث والتطوير الرسمية أو غير الرسمية باستمرار بتكييف العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الجديدة في مرحلة ما قبل نشأتها وقبل ظهور الإصدارات العامة الأولى (التجارية أو غير التجارية) من العلوم والتكنولوجيا والابتكارات. وهنا أيضًا يحدث كثير من النشاط خارج نطاق نُظم البحوث الرسمية، ويظل هذا النشاط في كثير من الأحيان غير مرئي إلى أن تنشأ العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الجديدة وتبدأ في شق طريقها إلى الانتشار عضويًا، لأن تغيير النُظم الزراعية والغذائية هو حدث اجتماعيٌ فضلًا عن كونه تقنيًا.[7]

وهذه هي المرحلة التي يكون فيها مسح الأُفق ضروريًا، لتحديد العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الجديدة التي يمكن أن تؤثر في نهاية المطاف على النُظم الزراعية والغذائية قبل نشوء العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في تطبيقات العالم الحقيقي. ويمكن القول إن هذه الفترة السابقة على النشأة هي أصعب مرحلة يمكن رصدها لأنها تتطلب تتبّع الأفكار قبل أن تتحول إلى منتجات أو عمليات في الاستخدام

7 من الأمثلة الجيدة على ذلك نظام تكثيف زراعة الأرزّ. وقد نشأ هذا النظام من خلال التجريب في المجتمعات الزراعية لأصحاب الحيازات الصغيرة في مدغشقر في ثمانينات القرن الماضي، وانتشر بعد أن أنشأ المطورون منظمة غير حكومية محلية، هي رابطة Tefy Saina، لتوسيع مجموعة الممارسات المبتكرة لتشمل مزارعين آخرين، ويطبق هذا النظام الآن في أكثر من خمسين بلدًا في جميع أنحاء العالم (Stoop وآخرون، 2002؛ Glover، 2011؛ Barrett وآخرون، 2022ب).

الفعلي. ولكنها أيضًا مرحلة رئيسية يمكن فيها لصانعي السياسات ممارسة تأثير هائل لتسريع (أو إبطاء نشوء) الابتكارات من خلال مختلف العوامل المسرّعة المؤسسية والسياساتية (Herrero وآخرون، 2020). وعلاوة على ذلك، يجب على صانعي السياسات التخطيط للآثار غير المباشرة (الإيجابية أو السلبية) التي يمكن التنبؤ بها، وإن كانت غير مقصودة الناشئة عن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الجديدة، لأن الآثار غير المباشرة تكون واسعة الانتشار، ولذلك من الضروري التتبع صراحة لتركيز الاهتمام على المقايضات وأوجه التآزر (Herrero وآخرون، 2021).

وتستغرق هذه المرحلة الثانية في العادة عدة سنوات. ويستغرق الفارق الزمني بين مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات، كالاستثمارات في البحث والتطوير في مجال النُظم الزراعية والغذائية، حتى نشأة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي تولّد آثارًا قابلة للقياس على نطاق واسع سنوات عدة، بل وعقودًا في كثير من الأحيان (Chavas وآخرون، 1997؛ Ahmadpoor وJones، 2017؛ Alston و Pardey، 2021).[8] ونظرًا إلى الحاجة الملحة إلى التصدي لتغيُّر المناخ، على وجه الخصوص، والتقدم غير المتكافئ نحو تحقيق خطة عام 2030، يجب تسريع وتيرة التقدم ويتطلب ذلك رصد دورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات وإدارتها منذ البداية حتى النهاية بصورة أكبر مما كان عليه الحال في السابق، خاصة في مجال النُظم الزراعية والغذائية.

والمرحلة الثالثة هي فترة ظهور العلوم والتكنولوجيا والابتكارات، عندما ينتقل الابتكار من مصدره الأصلي - وهو في كثير من الأحيان، ولكن ليس دائمًا، محطات البحوث والمختبرات والمجلات الأكاديمية - إلى العالم الحقيقي، واستخدامها، من دون مراقبة، من جانب وكلاء غير معنيين أصلًا بتطوير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات. ويشمل الإصدار الأوّلي للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة من نُظم البحوث الرسمية تجارب تجريبية في عدد محدود من المواقع المختارة بعناية لاختبار المفهوم ولتوليد بيانات أوّلية لاستخدامها في البحوث التكيُّفية من أجل زيادة تحسين المنتج أو العملية. وعندما يتم إصدار العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الجديدة في النُظم الزراعية والغذائية، تُرصد العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة ويتم تقييمها. ولكنها قد تبدأ أيضًا في الانتشار أو التكيُّف تلقائيًا بين السكان المعرضين حديثًا، ويصب ذلك في عملية التعلم. وهذه هي الفترة الحاسمة الأهمية التي تكتسب فيها الابتكارات الجديدة زخمًا، وتبدأ في الانتشار ويتسع استخدامها، وتتداعى وتختفي بين أرفف المحفوظات والمكتبات أو تبقى حبيسة الجدوى التقنية لفترة ممتدة من دون الأخذ بها على نطاق واسع حتى تجعلها بعض التغييرات أكثر جاذبية مما كانت عليه في البداية (Rogers، 1962). وتؤدي الحوافز والقيود الناشئة عن السياسات والمؤسسات والأسواق دورًا رئيسيًا في تحديد ما إذا كانت العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الجديدة ستنضج أو ستتعثر في أول مهدها. ويمكن للمؤسسات والسياسات التي تُيسِّر ربط العلوم والتكنولوجيا والابتكارات بالابتكارات التكميلية أن تكون ذات قيمة خاصة، إذ لا توجد تقريبًا أي علوم أو تكنولوجيا أو ابتكارات جديدة يمكن أن تتسع بمفردها؛ ويلزم ربطها جميعًا بابتكارات أخرى (Barrett وآخرون، 2022أ).

وتتكيَّف بعض العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة وتنتشر بالقدر الذي يكفي لكي تصبح ناضجة (المرحلة الرابعة)، أي تُعتمد على نطاق واسع وتتغيَّر بدرجات أقل وعلى فترات أطول في ظل اتساع انتشارها. وبما أنّ العائد على إنتاج العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الجديدة أو استخدامها يعتمد في العادة على نطاق الانتشار، وذلك في جانب منه بسبب شبكة العوامل الخارجية،[9] يمكن أن تتطلب العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي تحقق مكاسب كبيرة رعاية للتغلب على المزايا الجوهرية الكامنة في العلوم والتكنولوجيا والابتكارات القائمة (Katz وShapiro، 1986). وفي نهاية المطاف، يتضاءل استخدام العديد من التكنولوجيات الناضجة - حتى تلك التي تصبح مهيمنة (مؤقتًا) - أو حتى عندما تتقادم مع نشوء تكنولوجيات أحدث تحل محلها، أو مع تُطور النُظم الزراعية والغذائية لتصبح العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة أقل فعالية أو غير مرغوبة (مثل بعض علاجات الأمراض أو وسائل النقل أو أدوات الحراثة التي تجرّها الخيول).

وفي العادة فإن منحنيات الانتشار الناتجة تبدأ بطيئة قبل الصعود بمعدل متزايد، حيث يتعرّف الناس بسرعة على التكنولوجيا الجديدة ويقومون بتجريبها، ثم يتباطأ معدل الأخذ بالتكنولوجيا مع التشبّع بالعلوم والتكنولوجيا والابتكار في مجال التطبيق، ما يولّد نمط عدوى على شكل حرف S. وغالبًا ما يُلاحظ ذلك في الدراسات التي تتناول انتشار مجموعة واسعة من العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في النُظم الزراعية والغذائية وفي غيرها من المجالات في المجتمع.

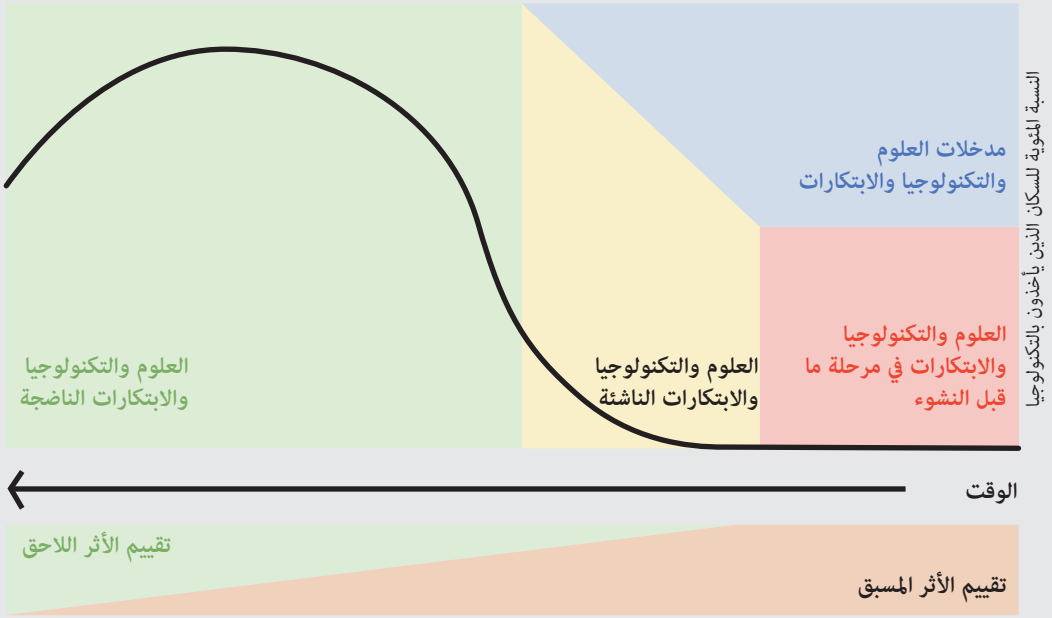
ويُلاحظ أن منحنيات الانتشار على المستويين الوطني أو العالمي تُعبِّر بالضرورة عن أنماط كلية وقد تخفي عدم تجانس كبير بين وحدات التحليل الأصغر. ويمكن أن تكون العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي قد تكون ناضجة تمامًا في بعض النُظم الزراعية والغذائية مجرد علوم وتكنولوجيا وابتكارات ناشئة، بل وحتى في مرحلة ما قبل النشأة، في مجالات أخرى. ويمكن أن ينشأ بعض التباين المكاني في استيعاب التكنولوجيا بسبب الظروف الهيكلية التي تجعل بعض العلوم والتكنولوجيا والابتكارات ملائمة أكثر في بعض الأماكن مقارنة بغيرها، بحيث يتفاوت معدل استيعابها المطرد تفاوتًا كبيرًا. ولكنّ التباين المكاني يمكن أن يتفاوت أيضًا بسبب الآثار غير المباشرة العابرة للحدود (Aghion وJaravel، 2015؛ Mason-D'Croz وآخرون، 2019). وبقدر ما تسمح البيانات بإجراء تحليل مفصل، يمكن للتوقعات الخاصة بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية أن تستكشف التباين في الانتشار بين مختلف النُظم الإيكولوجية الزراعية أو السوق أو السياقات الإقليمية.

ومن السمات الرئيسية المميّزة لمرحلة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة أن الابتكار لا يكون مستخدمًا بعد على نطاق واسع بما فيه الكفاية، وبالتالي لا تكون أي منظمة قد بدأت بعد في تتبّع استيعابه بطريقة منهجية وقابلة للتكرار، وإتاحة هذه البيانات على نطاق واسع. ويزداد وعي الناس والمنظمات بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات

8 يختلف الفارق الزمني التقديري بحسب مجال الاكتشاف، فالعلوم الأساسية، مثل الرياضيات، تولد أثرًا يتأخر ظهوره فترة أطول من العلوم التطبيقية، مثل علوم الحاسوب (Ahmadpoor وJones، 2017) والاستثمارات الخاصة في البحث والتطوير التي تولّد مكاسب أكبر في المدى القريب - فترات زمنية تتراوح بين 5 و15 عامًا - وتُحقق أعمال البحث والتطوير العامة مكاسب أكبر في المدى الأطول خلال فترات زمنية تتراوح بين 15 و25 عامًا (Chavas وآخرون، 1997).

9 توجد شبكة العوامل الخارجية عندما يعتمد تقييم مستخدم ما لسلعة أو لخدمة ما على عدد المستخدمين الآخرين الذين يستخدمون المنتج نفسه (أو ما يتوافق معه). وعلى عكس العوامل الخارجية التكنولوجية الأكثر شيوعًا (مثل التلوث) التي تنشأ عن شبكة العوامل الخارجية في جانب العرض، تنبع شبكة العوامل الخارجية من ظواهر في جانب الطلب.

الشكل 2 ديناميكيات تطوير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات ونشرها، وفئات البيانات وأساليب تقييم الأثر ذات الصلة



الناشئة، ولكنهم يكافحون في العادة لقياس مدى أو وتيرة الأخذ بها. وعملية النشأة يكتنفها عدم اليقين.

ومع ذلك، تُصبح العلوم والتكنولوجيا والابتكارات ناضجة في مرحلة ما لتدخل بذلك مرحلة رابعة يكتسب فيها الابتكار قوة دفع كافية، ويتباطأ معدل التكييف بحيث يمكن قياس مدى تزايد انتشارها بصورة روتينية. ومن الصعب بالضرورة رسم الحدود بين النشأة (المرحلة الثالثة) والنُضج (المرحلة الرابعة) بدقة. ولا تقاس بعض العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة بطريقة منهجية عبر البلدان. ولكنّ العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية التي يتم تتبّعها منهجيًا تكون ناضجة. والنضج في بعض الحالات مآله التقادم. ويحدث ذلك عندما تنشأ تكنولوجيا جديدة متفوقة لتحل محل تكنولوجيا سابقة (تكنولوجيات سابقة)، كما هو الحال مع استخدام الخيول في الجرّ والنقل. وينشأ التقادم أيضًا بسبب الضغوط التطورية، على سبيل المثال، حيث تتكيَّف مسببات الأمراض والآفات والأعشاب الضارة وتتضاءل تأثيرات مبيدات الأعشاب أو مبيدات الآفات أو أصناف البذور التي كانت مؤثرة من قبل.

وترتبط هذه المراحل الأربع تراكميًا باحتياجات مختلفة من البيانات، كما توضح الأقسام اللاحقة وكما يبرز في الشكل 2. ويؤدي تطور العلوم والتكنولوجيا والابتكارات وديناميكيات انتشارها إلى أربع فئات بيانات مميّزة - لمدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات، والعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل النشأة، والعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة، والعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة - متاحة بدرجات متفاوتة في الوقت الحاضر. وتوجد بيانات عن مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات - مثل التمويل المقدم من القطاعين العام والخاص والمؤسسات الخيرية لأعمال البحث والتطوير، والموظفين العلميين، والبنية التحتية، والمنصات التجريبية القائمة على المزارعين (مثل المدارس الحقلية للمزارعين وساحات العلم والتكنولوجيا) وغيرها - ولكن تشوبها أوجه قصور مهمة، كما هو موضح في القسم 5. أما بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة فهي أكثر وفرة نسبيًا، ولكنها تقتصر إلى حد كبير على الإنتاج الأوّلي في النُظم الزراعية والغذائية كما أن النطاق الذي تغطيه أقلّ شمولًا وأقلّ موثوقية وأقلّ ملاءمة من حيث التوقيت بعد الخروج من باب المزرعة، كما هو موضح في القسم 8. ولا تتاح إلى حد كبير البيانات المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة وفي مرحلة ما قبل النشأة، ويتطلب كل منها أساليب مختلفة لجمع البيانات ومعالجتها، كما هو موضح في القسمين 6 و7. ويمثّل دمج مصادر هذه البيانات والتحليلات ذات الصلة التحدي المحوري والقيمة المضافة للتوقعات الخاصة بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، وهو تحدٍ من شأنه، وفقًا لمخطط نظرية التغيير التي سبقت الإشارة إليها من قبل، أن يساعد على إطلاق الاستثمارات في المراحل الأوّلية من بحث وتطوير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية وتحفيز نشر العلوم والتكنولوجيا والابتكارات، وتكييفها خاصة في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل.

ويتطلب تحويل النُظم الزراعية والغذائية عمليات انتقال متزامنة متعددة. وقلما تنشأ العلوم والتكنولوجيا والابتكارات بالوتيرة نفسها

عبر النُظم الزراعية والغذائية وفي مختلف مراحل سلسلة القيمة. وتزداد أهمية حوكمة النُظم الزراعية والغذائية في ظل الترابط بين انتشار العلوم والتكنولوجيا والابتكار في مجال ما والتقدم المحرز في مجال آخر - على سبيل المثال، أصناف البذور ذات الغلة الأعلى لا يمكن أن تكتسب زخمًا إلّا إذا تطورت مؤسسات السوق بالمثل لاستيعاب الفوائض الزراعية المتزايدة من دون حدوث انهيار في أسعار السلع. ومن هنا تبرز الحاجة إلى توقعات تكاملية تنظر عبر النُظم الزراعية والغذائية - حيث يمكن للابتكار في نظام زراعي وغذائي ما أن يتكيَّف بسهولة مع نظام زراعي وغذائي آخر وينتشر إليه بسهولة - وعبر جميع النُظم الزراعية والغذائية، ويتطلب ذلك نظرة طويلة الأجل. ويكمن التحدي الرئيسي الذي يواجه هذه المهمة في البيانات، وهو موضوع القسم التالي.

وترتبط أيضًا مرحلة تطوير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات بالأساليب المستخدمة في محاولة تقييم الأثر. وتهدف التوقعات الخاصة بالتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية إلى المساعدة على تعزيز التحوّل المتسارع في النُظم الزراعية والغذائية لتحقيق أهداف متعددة: الكفاءة والاستدامة في استخدام الموارد الشحيحة، وسُبل العيش المزدهرة والمنصفة للمنتجين والعمال وأصحاب مؤسسات الأعمال في جميع مراحل النُظم الزراعية والغذائية، والأنماط الغذائية الصحية والمأمونة للجميع، والقدرة على الصمود في وجه الصدمات والضغوط. ويجب تقييم العلوم والتكنولوجيا والابتكارات بالإشارة إلى هذه الآثار المقصودة. وكما هو مبيّن في اللوحة السفلية من الشكل 2، قبل نشوء العلوم والتكنولوجيا والابتكارات من المختبرات ومحطات التجارب وحقول المزارعين وغيرها من مصادر التجريب المنظم، تكون جميع عمليات تقييم الأثر بالضرورة سابقة على الاستيعاب، أي أنها تستند إلى نماذج محاكاة، سواء أكانت عددية صريحة أو ضمنية، وهي نماذج ذهنية تصب في عمليات تقييم الخبراء النوعية. ويُساعد تقييم الأثر المسبق حتى بعد نشأة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات، ولا سيما في إطار عمليات الاستشراف لمحاولة فهم كيفية اختلاف الآثار عبر مختلف الآفاق المستقبلية المحتملة للنُظم الزراعية والغذائية (Thornton وآخرون، 2018؛ و Wiebe وآخرون، 2018؛ Barrett وآخرون، 2022أ).

ومع ظهور علوم وتكنولوجيات وابتكارات جديدة في الممارسة العملية بما يتجاوز التجارب الخاضعة لمراقبة الباحثين، يبدأ التقييم اللاحق للأثر في أداء دور أساسي في التقييم الدقيق للنتائج في العالم الحقيقي التي يمكن أن تكون راجعة إلى علوم أو تكنولوجيا أو ابتكارات محددة (أو لمجموعة منها). واستقطبت عمليات تقييم الأثر اللاحقة الدقيقة اهتمامًا كبيرًا في السنوات الأخيرة، سواء تلك التي تُجريها مختلف المنظمات أو التي يجريها الباحثون لمرة واحدة أو من خلال برامج بحثية أوسع نطاقًا، على النحو الذي نوقش في القسم 9. وتُلقي أخطاء أخذ العينات والقياس بالضرورة بظلال من الشك على إمكانية التعميم والموثوقية حتى في دراسات التقييم الواحد الجيدة؛ وينبغي التكرار لبناء قاعدة أدلة مقنعة. ويمكن لتوليف مجموعة من أدلة تقييم الأثر، من خلال الاستعراضات الاستطلاعية والمنهجية، والتحليلات التجميعية الإحصائية وغيرها من الأساليب، أن يُلقي الضوء على ما هو موثوق، وأين، وفي ظلّ أي ظروف. ويمكن لجهود تقييم الأثر التكاملية أن تولّد أدلة قوية يسترشد بها صانعو السياسات في ما يتعلق بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، وهو ما يتضح من مشروع Ceres2030، على سبيل المثال (Laborde وآخرون، 2020) الذي نشر مجموعة من الدراسات التجميعية للأدلة في مجلة Nature (https://www.nature.com/collections/dhiggjeagd/).

وتتطلب تعددية الآثار المنشودة من تحويل النُظم الزراعية والغذائية أيضًا إيلاء اهتمام صريح للمقايضات بين الأهداف المختلفة. ولا تولّد أي علوم أو تكنولوجيات أو ابتكارات آثارًا مؤاتية في كل مجال؛ ولكنها تنطوي كلها على آثار إيجابية وسلبية على النتائج المرغوبة الأخرى، نظرًا إلى الترابط الوثيق بين النُظم الزراعية والغذائية (Herrero وآخرون، 2021). ولذلك، ينبغي أن يُشكل التحليل الصريح للمقايضات جزءًا لا يتجزأ من تقييم الأثر، سواء المسبق أو اللاحق (Kanter وآخرون، 2018؛ Antle وValdivia، 2021) على جميع النطاقات، من عمليات التقييم العالمية (Hasegawa وآخرون، 2018؛ van Meijl وآخرون، 2018، Rosegrant وآخرون، 2017) إلى عمليات التقييم الوطنية (Sain وآخرون، 2017) وعمليات التقييم المحلية (Valdivia وآخرون، 2017). وستتطلب أيضًا تعددية الآثار إدراج مجموعة أوسع من المنظورات لفهم التحديات المحتملة أمام التوسّع بشكل أفضل، وكذلك إمكانية تعرّض السكان الضعفاء لعواقب غير مقصودة. وسيحتاج ذلك إلى التأسيس على نُهج الاستشراف التشاركية التي تحاول أن تدمج بطريقة منهجية مجموعة أكبر من البدائل وعدم اليقين الأوسع نطاقًا (Trutnevyte وآخرون، 2016؛ Vervoort وآخرون، 2014؛ Zurek وHenrichs، 2007).

وتحمل رؤية التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، باعتبارها موردًا مفتوحًا وشاملًا يغطي كامل دورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات ويوفر أدلة وصفية وعمليات تقييم للأثر ذات صلة بالنُظم الزراعية والغذائية على المستويين العالمي والوطني، في طياتها الكثير من الجاذبية. ولكنها ستتطلب أيضًا الكثير من الاستثمارات والعمل، ليس لتنظيم البيانات وحسب، بل وكذلك لتصميم عمليات جمع بيانات جديدة وبلورة مؤشرات بديلة لسدّ الفجوات الرئيسية في الساحة الحالية لبيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية.

غابون
تتم معالجة الحمض النووي للحوم الطرائد في مجمّع مختبرات المركز الدولي للبحوث الطبية في فرانسفيل، غابون. وتُنقل إلى المختبر مئات العينات عن طريق الباحثين الميدانيين، وتعالج كجزء من التزام المختبر بمكافحة الأمراض الحيوانية المنشأ.

© FAO/Brent Stirton/Getty Images for FAO, CIFOR, CIRAD, WCS

الفصل الرابع
الاحتياجات والنُهج في مجال البيانات

من المهم لفهم طريقة تأثير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات على النُظم الزراعية والغذائية والمجتمعات المحلية بشكل عام، رسم خريطة وتقييم مشهد البيانات التي تحتوي على معلومات ومؤشرات عن هذه التكنولوجيات والابتكارات. ويمكن تحديد البيانات بصفة عامة، ولكن بصفة خاصة في سياق التكنولوجيات والابتكارات الزراعية والغذائية، عبر أربع فئات تؤثر في إمكانية الوصول إلى البيانات وجودة هذه البيانات واكتمالها.

والفئة الأولى من البيانات هي تلك التي من السهل الوصول إليها وتتسم بجودتها العالية وتكون كاملة وموحدة. وتُعدّ مصادر البيانات في هذه الفئة مصادر بيانات **مهيكلة**، وتشمل محتويات قابلة للقياس بسهولة ويمكن تحليلها بكفاءة نسبيًا. ويزداد استخدام البيانات الضخمة، بما فيها صور الأقمار الاصطناعية وبيانات الاستشعار عن بُعد، لدعم رصد النُظم الزراعية الإقليمية أو العالمية (Fritz وآخرون، 2019).

والفئة الثانية هي البيانات **شبه المهيكلة** التي لا يزال من الممكن الوصول إليها، مثل البيانات المخزّنة في قواعد البيانات الترابطية. وتتسم البيانات شبه المهيكلة، كما يوحي اسمها، ببعض التنظيم الهيكلي، ولكنها ليست موحدة، ما يجعل التحليل - وخاصة اختبار الفرضيات الإحصائية - أكثر صعوبة مما هو في حالة البيانات المهيكلة.

غير أن معظم البيانات توجد كبيانات **غير مهيكلة**، مثل النصوص والصور. وتُمثّل البيانات غير المهيكلة تحديات أكبر من حيث التوحيد القياسي والتحليل، لأنها لا تقوم على هيكلية منظمة محددة مسبقًا لقياسها عبر مجموعة من المؤشرات لبناء مجموعة بيانات أشمل وأكثر اتساقًا. ومن خلال الاستفادة من مؤشرات البيانات وأُطرها لإجراء تحليل قائم على رؤية الخبراء، يمكن تنظيم مجموعات البيانات غير المهيكلة لتحليلها في المستقبل.

وأخيرًا، تشمل فئة البيانات الرابعة والأكثر تحديًا البيانات **غير المتاحة** حاليًا. ومن الواضح أن من غير الممكن استخلاص المعلومات عندما لا تتاح البيانات. غير أن هناك نوعين مختلفين من البيانات غير المتاحة. ويتعلق أحد هذين النوعين بالبيانات التي يمكن ملاحظتها وقياسها مباشرة ولكنها ليست كذلك. ويمثّل ذلك فجوات في البيانات يمكن سدها إذا كان الطلب بصورة كافية على البيانات يُبرر الكلفة والجهد المبذول لجمع البيانات.

وهناك نوع مختلف من البيانات غير المتاحة يتعلق بالظواهر الكامنة التي لا يمكن ملاحظتها بحكم طبيعتها - ولا يمكن بالتالي قياسها بشكل مباشر. ومن الأمثلة على هذه البيانات مفاهيم مثل الأمن الغذائي أو الفقر أو القدرة على الصمود أو الاستدامة، وقد بُذلت جهود كبيرة لكي توضع لها مؤشرات غير مباشرة قابلة للتطبيق العملي وذات محتوى معقول من المعلومات (Barrett، 2010؛ Barrett وآخرون، 2021ب). ويجب الحرص على عدم الإقدام ببساطة على افتراض أن المؤشرات غير المباشرة توفّر إشارات حقيقية بشأن المفهوم الكامن الأساسي.[10] وتتطلب جميع المؤشرات غير المباشرة، مثل جميع المقاييس المباشرة للظواهر التي لا يمكن ملاحظتها، التحقق من صحتها. ويندرج كثير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي لم تتبلور بعد في أشكال ملموسة قابلة للقياس ضمن هذا النوع الأخير من البيانات الكامنة غير المتاحة التي يمكن، على الأقل من حيث المبدأ، توليد مؤشرات غير مباشرة لها.

وترتبط بهذه الأنواع المختلفة من البيانات استخدامات تحليلية مختلفة يوجد منها ثلاثة على الأقل. وتُقدم **التحليلات الوصفية** ببساطة معلومات عن الحالة الراهنة و/أو الماضية للقياس أو المؤشر. ومن الأمثلة على التحليلات الوصفية التي تتناول بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية التقارير عن نفقات البحث والتطوير أو عن انتشار التكنولوجيات عبر الزمان والمكان. وتُرسي التحليلات الوصفية الأساس المستند إلى الوقائع الذي تقوم عليه الأنواع الأخرى من تحليلات البيانات. وتمثّل قاعدة البيانات الإحصائية الموضوعية في منظمة الأغذية والزراعة نموذجًا رائدًا في قطاع مجموعات البيانات المهيكلة (جمع مجموعات البيانات) المستخدمة على نطاق واسع في التحليل الوصفي (وإن كانت لا تقتصر عليه).

وتولّد **التحليلات التنبؤية** توقعات قائمة على النماذج للظواهر المستقبلية. وتنشأ التحليلات التنبؤية في كثير من الأحيان عن نماذج إحصائية أو رياضية كما هو الحال في التحليلات الاستشرافية التي تشمل قدرًا أكبر من التفاصيل وتقوم على أساس السيناريوهات. ولكنّ التحليلات التنبؤية يمكن أن تكون نوعية أيضًا، كما هو الحال عندما يحاول الخبراء تحديد وقت ومكان نشأة علوم أو تكنولوجيا أو ابتكارات جديدة في الاستخدام اليومي. وتتسم التحليلات التنبؤية بأهمية خاصة في التحليل الاستشرافي، وهي تتطلب تخيُّل مجموعة من الآفاق المستقبلية البديلة والتفكير في احتمالات حدوثها وآثارها المحتملة، وهي كلها ناشئة عن نماذج تنبؤية رسمية أو غير رسمية وصريحة أو ضمنية.

وأخيرًا، يستخدم **التحليل الاستدلالي** البيانات لمحاولة فهم الأنماط السببية. ويتمثل هدف الصورة الكبيرة الأوسع للتوقعات الخاصة

10 للاطلاع على مثال بشأن القياسات غير المباشرة للمفهوم المتزايد الشعبية للقدرة على الصمود على مستوى الأسرة المعيشية في وجه الصدمات وعوامل الإجهاد، انظر Upton وآخرين (سيصدر قريبًا).

بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية في المساعدة على إثراء سياسة القطاعين العام والخاص للتعجيل في تحويل النُظم الزراعية والغذائية، سعيًا إلى تحقيق أهداف التنمية المستدامة والأهداف المجتمعية ذات الصلة. ومن الضروري بالتالي معرفة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي تُسبب تحسينات ذات مغزى في مؤشرات الأداء الرئيسية، أي التحسينات التي يكون «حجم تأثيرها» كبيرًا في لغة التقييم التجريبي. غير أن الاستدلال السببي الدقيق يتطلب بيانات بجودة عالية وتصاميم بحثية جيدة. وقد يكون من الصعب تحقيق ذلك في بيانات الملاحظة المستمدة من النُظم الزراعية والغذائية في العالم الحقيقي المعقد.

وينصبّ التركيز الرئيسي للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية على التحليل الوصفي. ويكمن السبب الرئيسي وراء ذلك في ضرورة معرفة ما يكون وما كان قبل أن يتسنى التنبؤ بما سيكون أو قبل الاستدلال بدقة على ما تسبب في حدوث الظواهر الملحوظة. ويبدأ دائمًا التحليل التنبؤي والاستدلالي الجيد من بيانات مهيكلة أو شبه مهيكلة موثوقة ومؤشرات للظواهر الكامنة. وكما هو موثّق في الأقسام اللاحقة من هذا التقرير، هناك سبب ثانوي مهم يتمثل في كثرة الثغرات في البيانات في مجال العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في النُظم الزراعية والغذائية، سواءً أكان ذلك بسبب البيانات غير المتاحة أو بسبب نقص الاستثمار في المصلحة العامة لجمع البيانات المهيكلة وشبه المهيكلة وغير المهيكلة ومعالجتها وتنظيمها.

وفي حين أن أهداف البيانات الرئيسية للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية هي بناء أدلة وصفية عالية الجودة وتنظيمها، ينبغي تصميم هذه التوقعات لتيسير التحليلات التنبؤية والاستدلالية الجيدة أيضًا. ومن المثالي أن تُنظَّم التوقعات عمليات تقييم تنبؤية وتقييم للأثر إلى جانب الأدلة الوصفية في حال توافر موارد كافية. ويبيّن الإطار 4 بعض ما تواجهه التوقعات من تحديات حادة وبارزة بشكل خاص في البيانات.

وأخيرًا، تُركز هذه النُهج على تسجيل الابتكارات أثناء حدوثها، أو بعد حدوثها بقوت قريب، كعملية اجتماعية فنية. وتستفيد التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية من فرص الحصول على المعلومات من مصادر متنوعة كجزء من طيف الابتكار، مع التسليم بأن مكان اكتشاف دليل على حدوث ابتكار قد لا يكون هو المكان الذي نشأ أو ازدهر فيه الابتكار والتكنولوجيا ذات الصلة في نهاية المطاف. وتُمثّل المعلومات التي تتسم بطابع نوعي أكبر، مثل دراسات الحالة والمقابلات ومجموعات النقاش التي تُركز على المزارعين، مصادر بيانات غنية لا يمكن تجاهلها كجزء من التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. ويكمن التحدي، بطبيعة الحال، في دمج هذه البيانات التي قلّما تكون موحدة عبر البلدان، ولا تكون متاحة على نطاق واسع بما يكفي للوفاء بمعايير الإدراج الموضوعة لسلاسل البيانات القائمة. وستدخل البيانات النوعية، على الأرجح، في التوقعات من خلال استنباطات الخبراء وأصحاب المصلحة المبيّنة في القسم 6.

ويجب أن تستند التوقعات إلى أدلة. ولكنّ نطاق النُظم الزراعية والغذائية وتنوعها يجعل من غير الممكن عمليًا تكوين قاعدة بيانات شاملة. وبدلًا من ذلك، يُحدد هذا التقرير مؤشرات تعرض الحالة الراهنة للتوقعات ويختار في الوقت نفسه أيضًا مؤشرات يمكن أن تدعم التوقعات في المستقبل. وباستخدام مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها، والناشئة، والناضجة، يُحدد هذا التقرير ويقيّم اتجاهات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات لبلورة فهم أفضل لصلتها بالنُظم الزراعية والغذائية وأثرها عليها. وتهدف التوقعات من خلال ذلك إلى ربط البيانات العالية الجودة التي يتم تحديثها بانتظام بسلسلة من المؤشرات ذات الصلة التي تُمكن من رصد العلوم والتكنولوجيا والابتكارات وتقييمها باستمرار. وهذه التوليفة من البيانات والمؤشرات تساعد على تحديد الاتجاهات المستقبلية والفجوات الراهنة، وفي الوقت نفسه تقييم كيفية تحقيق تقدم بمرور الوقت.

وقامت مجموعات مختلفة، مثل الخدمة الدولية للبحوث الزراعية الوطنية، ومنصة مؤشرات العلوم والتكنولوجيا الزراعية، ومركز الممارسات والسياسات الدولية للعلوم والتكنولوجيا، وغيرها، بجمع بيانات عن **مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات** (القسم 5) باستخدام مصادر بيانات مهيكلة وشبه مهيكلة متعلقة، على سبيل المثال، بنفقات البحث والتطوير في النُظم الزراعية والغذائية أو العلماء الحاصلون على شهادات دكتوراه. وتولّد بعض المجموعات، مثل مؤشر الابتكار العالمي الذي وضعته المنظمة العالمية للملكية الفكرية، مؤشرات لمفاهيم كامنة، مثل بيئة السياسات من أجل ابتكارات القطاع الخاص. ومعظم تحليلات بيانات مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات وصفية، ولكن بعضها استدلالي، كما هو الحال في تقديرات معدل العائد على الاستثمار في البحث والتطوير في مجال النُظم الزراعية والغذائية (Pardey وآخرون، 2018).

وتمثّل بيانات **العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها** (القسم 6) فئة البيانات التي تطرح أكبر قدر من التحديات. ويلزم عادة سد الثغرات في البيانات غير المتاحة. وينطوي ذلك في العادة على متغيّرات كامنة - على سبيل المثال، مستوى الجهوزية لاستخدام العلوم والتكنولوجيا والابتكارات - وبيانات غير مهيكلة أو شبه مهيكلة، وهي في معظمها، بطبيعتها، غير كمية. وفي ما يتعلق بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها، يرتبط التحليل الوصفي ارتباطًا شبه وثيق بالتفكير المستقبلي - ما هي العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي من المرجح أن تنشأ، ومتى، وأين؟ - والتحليل الاستدلالي - ما هي العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الواعدة بالقدر الكافي لإحداث التغييرات المرغوبة التي من المتوقع أن تنشأ عن المختبر وتنتشر؟ ويتطلب وصف العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية في مرحلة ما قبل نشأتها تحليلات بيانات أخرى بطريقة لا تحققها، على سبيل المثال، مستويات الإبلاغ عن البحث والتطوير في مجال النُظم الزراعية والغذائية.

وفي سياق **العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة** (القسم 7)، تشمل المؤشرات الرئيسية المستخدمة في تحديد الابتكارات ما يلي: مؤشرات براءات الاختراعات، ومؤشرات القياس الإحصائي للمطبوعات، ومؤشرات الاستثمار، ومؤشرات الخدمات. ويرد في القسم 7 مزيد من المعلومات عن هذه المؤشرات. ويمكن أن تؤدي استنباطات الخبراء المهيكلة إلى تيسير الوصول إلى المعارف (المنشورة وغير المنشورة) المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة، وتوليفها، ومن خلال التقييم المسبق للإمكانات التحويلية، يمكن أن يُساعد تطبيق هذه الاستنباطات على تضييق بؤرة تركيز التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية.

الإطار باء التحديات المتصلة بالبيانات

من المهم تسليط الضوء على سلسلة من التحديات المتصلة بالبيانات التي تؤثر على كيفية تحديد معايير الإدراج وتطبيقها على التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية.

توافر البيانات في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. من الصعب الوصول إلى بيانات عن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل في الوقت المناسب، وهناك مشاكل متعلقة بجودة البيانات، ما يزيد من صعوبة دمج البيانات المستمدة من البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل في مجموعات البيانات الأخرى. ويؤدي عدم إمكانية الوصول إلى البيانات في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل إلى صعوبة في تحديد الابتكارات الزراعية والغذائية التي تستهدف البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل تحديدًا. وصحيح أن التكنولوجيات والابتكارات المأخوذة من البلدان غير المنخفضة والمتوسطة الدخل يمكن الأخذ بها واستخدامها في بلدان منخفضة ومتوسطة الدخل، لكن ينبغي بذل جهود إضافية لتبرير كيفية وسبب نجاح تلك التكنولوجيا / ذلك الابتكار، في سياق مختلف. وفي المقابل، تواجه البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل صعوبة أكبر في الوصول إلى البيانات مقارنة بالبلدان الغنية بالبيانات بسبب القيود التي تحول دون الوصول إلى تلك البيانات إلّا من خلال الاشتراكات المدفوعة، والمسائل المتعلقة بتخزين البيانات، والافتقار إلى هياكل تُمكّن من تشاطر البيانات وتبادلها.

ندرة البيانات المتعلقة ببيئات السياسات و«الوسط المفقود» لسلال القيمة الزراعية والغذائية. ركز جمع البيانات بطريقة منهجية وموحدة عن النُظم الزراعية والغذائية على مرّ تاريخه على المزارعين، والعاملين في قطاع صيد الأسماك، وغيرهم من العاملين في قطاع الإنتاج الأوّلي، أو على مستهلكي الأغذية. ومع أن أنشطة ما بعد المزرعة تستأثر بأكثر من 70 في المائة من إضافة القيمة في نفقات الأغذية للمستهلك في العالم (Yi وآخرون، 2021)، لا يوجد سوى القليل من سلاسل البيانات المنهجية لتغطية هذه المجموعة المتنوعة من الخدمات الغذائية المؤثرة وأنشطة التصنيع والتجهيز والتجزئة والتخزين والنقل والبيع بالجملة. وبالمثل، مع أن الاختلافات الدولية في بيئات السياسات تُفسر الاختلافات الملحوظة في استيعاب الأسر المعيشية لتكنولوجيا النُظم الزراعية والغذائية مقارنة بالظواهر التي تحدث على مستوى الأسر المعيشية أو النُظم الإيكولوجية الزراعية أو الأسواق (Sheahan وBarrett، 2017)، لا يوجد سوى القليل من البيانات المقارنة عبر الوطنية المتعلقة بالسياسات التي تؤثر بصفة عامة على النُظم الزراعية والغذائية.

العدّ المزدوج. من التحديات الأخرى التي ينبغي النظر فيها عدد المرات التي يحدث فيها عدّ مزدوج للبيانات عند تحليل الأدلة - خاصة عند النظر في بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات. ومن ذلك على سبيل المثال أن المعلومات المتعلقة بعلم أو تكنولوجيا أو ابتكار جديد في مجال النُظم الزراعية والغذائية يمكن أن يوجد في مصدر لبيانات عن علوم أو تكنولوجيا أو ابتكارات ناشئة (أي بيانات براءات الاختراع) ولكن يمكن أيضًا الكشف عن هذه البيانات خلال مقابلة منظمة مع خبير في القطاع في مرحلة ما قبل نشأة ذلك العلم أو التكنولوجيا أو الابتكار. ويمكن أن تؤدي محاولة دمج البيانات إلى العد المزدوج، ما يضيف وزنًا أكبر إلى ذلك العلم أو تلك التكنولوجيا أو ذلك الابتكار. وفي حين أنه يمكن تصنيف بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات بطرق متعددة، من المهم أن تُحدد التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية بوضوح كيفية تصنيف البيانات وعدها في وقت مبكر.

الفارق الزمني في عمليات تقييم الأثر. عند استخدام المؤشرات كبيانات غير مباشرة لتقييم الأثر، يمكن مواجهة صعوبات في قياس تأثير ابتكار أو تكنولوجيا ما. وبالنظر إلى الطابع الناشئ للابتكارات أو التكنولوجيات المبكرة فإن تحديد وتقييم ما يحدث من نتائج أو يقع من آثار على النُظم الزراعية والغذائية يمكن أن يستغرق مدّة زمنية أطول. ومن الصعب التوصل إلى استنتاجات وتقديم اقتراحات بالاستناد إلى الأفكار الخاصة بالتكنولوجيا الزراعية التي لم تُنفذ. وهناك فارق زمني بين نشأة البحث العلمي وتنفيذه كأنشطة تشغيلية (Fritz وآخرون، 2019).

وهناك عدة طرق لمعالجة التحديات المتصلة بالبيانات المذكورة أعلاه. ومن شأن إدراج بيانات بلغات أخرى غير الإنكليزية أن يزيد البيانات المتاحة للتنظيم والتحليل، ويمكن أن يؤدي ذلك إلى إدراج بيانات من أكثر من بلد من البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. وفي ظل جمع البيانات من مصادر أكثر تنوعًا، ينبغي أن تُحدد بوضوح بروتوكولات أكثر اتساقًا للمعايرة والتحقق من صحة البيانات لكي يتسنى تصحيح الأخطاء، مثل العدّ المزدوج، أو تقليلها. ومن المهم أيضًا وضع تعاريف واضحة لكل مصطلح مستخدم في جمع البيانات وفي عملية التحقق من صحتها. غير أنه من شبه المؤكد أن إحدى النتائج الرئيسية للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية هو تحديد الثغرات المهمة في البيانات والأدلة التي يمكن أن تساعد على تحفيز الجهود لسدّ تلك الثغرات.

وأكثر البيانات وفرة هي البيانات المتعلقة **بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة** (القسم 8)، خاصة باعتبارها بيانات مهيكلة، كون نُظم الرصد موجودة لجمع البيانات وإصدارها. وتقوم المكاتب الإحصائية الوطنية، ومجموعات الصناعة، وغيرها، روتينيًا بإجراء استقصاءات وتعدادات لأغراض الفرز. ويتعلق بعضها بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، مثل كميات الأسمدة المستخدمة في الحقول أو عدد الآلات المتقدمة المستخدمة في صناعة ما. ولكن الكثير من بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة غير متاح أو في أفضل الأحوال شبه مهيكل، ذلك أنه على الرغم من وجود البيانات - على سبيل المثال في سجلات الموافقات على تحسين أصناف المحاصيل - لا يتم الإبلاغ عنها وتوحيدها بطريقة منهجية بين السنوات أو المحاصيل أو البلدان. ولكن جمع البيانات وتوحيدها عمليتان تنطويان على كلفة كبيرة. وتوجد فجوات كثيرة في البيانات، ولا سيما في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، لمجرد عدم كفاية الموارد المالية والبشرية وغيرها من الموارد لتوفير هذه المنفعة العامة.

ومن الضروري في جميع المؤشرات إيلاء عناية لسلسلة من العوامل التي يمكن أن تؤثر على الجودة العامة لهذه المؤشرات. وفي سياق التكنولوجيات والابتكارات، يمكن أن تشمل هذه العوامل جهوزية السياق، والملاءمة، والقبول بها، والاستيعاب، والأثر، والتوقيت المناسب، وقدرة الأطراف المهتمة على التعامل مع المؤشرات، ومحاولة التحقق من صحة القياسات من خلال التثليث، وتقييم صحة البيانات ودقتها. ويجب أيضًا التمييز بين المؤشرات التي تكون مجرد مؤشرات وصفية وتلك القابلة للتنفيذ (مثل أدوات تغيير السياسات، وخرائط الطريق لتحقيق الآثار).

الاتحاد الروسي
محطة تجهيز ألبان. العاملون في خط الإنتاج في مصنع للألبان في فورونزكي.

© FAO/Maxim Zmeyev

الفصل الخامس
مؤشرات مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية

لا تتحقق العلوم والتكنولوجيا والابتكارات اللازمة لتحويل النُظم الزراعية والغذائية بمرور الوقت تلقائيًا. وينشأ كثير منها بصورة غير رسمية نتيجة الجهود المقصودة لتحسين النُظم الزراعية والغذائية. وينطبق ذلك على الإستئناس الأوّلي للحيوانات والنباتات البرية قبل ما يقرب من 10 000 عام، ولا يزال مستمرًا اليوم في الابتكارات الواسعة النطاق التي يقدمها الأفراد أو تقدمها مجموعات صغيرة من المزارعين والمنتجين والمجهزين ومطوري التطبيقات الرقمية وغيرهم. وينشأ مزيد من جهود تطوير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الرسمية من الاستثمارات المهيكلة التي تهدف إلى تمويل البحث والتطوير، بالاقتران مع البنية التحتية والمدخلات العلمية الأساسية - الخبراء المعتمدون والمدربون الذين لديهم مرافق مزوّدة بتجهيزات كافية ومجموعات من المواد الخام الأساسية (على سبيل المثال، المواد الوراثية الناشئة عن التقدم في مجال علم الوراثة) - في نظام إيكولوجي للبحث والتطوير تُعزز فيه المؤسسات والسياسات التجارب الجديدة والاكتشاف والتكييف والتوسع اللازم لتحديد العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الواعدة لتحويل النُظم الزراعية والغذائية. وقد ينشأ أيضًا الكثير من التعلّم عن طريق الممارسة والتكيُّف؛ ولا تنشأ الابتكارات المؤثرة كلها داخل المختبرات.[11] وبينما يمكن أن تكون هناك فجوات كبيرة بين هذه المدخلات في العلوم والتكنولوجيا والابتكارات وما يتحقق في نهاية المطاف من توسيع لنطاق هذه التكنولوجيات، فإن الأدلة على أن مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات تُعزز تحقيق نمو أسرع في الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج في النُظم الزراعية والغذائية في المستقبل هي أدلة دامغة، حتى لو كان الفارق الزمني يزيد في كثير من الأحيان على عقد من الزمن (Alston وPardey، 2021). ولذلك، من المنطقي تتبّع مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات كمؤشرات رائدة للتوقعات الخاصة بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية.

وتقوم بالفعل مجموعة من المؤسسات بإنشاء أو تنظيم أنواع مختلفة من البيانات عن مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية.[12] وقد اتُبعت عملية منهجية لتحديد البيانات القائمة بالفعل التي قد تثبت ملاءمتها، من أجل التقليل إلى أدنى حد من ازدواجية الجهود المكلفة بلا داعٍ. وأُجريت عمليات بحث واسعة وحلقات لتبادل الأفكار داخليًا من أجل تحديد السلاسل التي كان المؤلفون جميعًا على دراية بها، وطُلب من الزملاء الحصول على خيوط بحث، وأُجريت عمليات بحث على شبكة الإنترنت، باستخدام نهج أسلوب عينات كرات الثلج لتحديد مجموعات البيانات التي قد توفّر مؤشرات مفيدة بشأن مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. وأُغفلت سلاسل، وخاصة السلاسل غير المتاحة للجمهور. والواقع أن سد الفجوات الرئيسية سيتطلب تحديد سلاسل البيانات التي يُقيّد الوصول إليها والتي تفي بخلاف ذلك بمعايير الإدراج في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية.

وتوجد وفرة في البيانات. وجرى تحديد مجموعات وسلاسل بيانات مرشحة كثيرة، وتم في نهاية المطاف التعمق في استكشاف 41 سلسلة مختلفة من سلاسل بيانات مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات. وتتراوح مصادر البيانات المتاحة للجمهور بين وكالات الأمم المتحدة، مثل منظمة الأغذية والزراعة، ومنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة، والمنظمة العالمية للملكية الفكرية، والمنظمات الأخرى المتعددة الأطراف، مثل منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي أو البنك الدولي، ومنظمات البحوث التي لا تتوخى الربح، مثل الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية، والمعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية، والمؤسسات الخاصة (مثل شركة فورد، ومؤسسة غيتس، ومؤسسة روكفيلر)، ومنصات أصحاب المصلحة المتعددين، مثل المنتدى العالمي للبحوث الزراعية والابتكار، وشركة غرامين، والشبكة العالمية للمعلومات عن المادة الوراثية، ومستودع البيانات المفتوحة لاتحاد الجامعات للبحوث السياسية والاجتماعية.

ولكنّ وفرة البيانات في حدّ ذاتها لا تجعل جميع السلاسل مفيدة. ويكمن التحدي في العثور على بيانات ملائمة للغرض المنشود تتيح ما يكفي من المقاييس الحديثة والعالية الجودة المتصلة بالموضوع وبتغطية قطرية كافية على المستوى العالمي، ولا سيما بين البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. وفي ما يلي ستة معايير أساسية لإدراج سلاسل البيانات المفتوحة في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات المحتملة في مجال النُظم الزراعية والغذائية:

1. البيانات متاحة على المستوى القطري للسماح بإجراء تحليل مصنَّف دوليًا.
2. توجد بيانات حديثة كافية، ما يعني أن السلسلة تشمل ما لا يقل عن نقطة بيانات منذ عام 2016 إلى الوقت الحاضر لعدد أكبر من البلدان (أكثر من 50 بلدًا).

11 من الأمثلة الجيدة، وإن كانت موضع جدل، في النُظم الزراعية والغذائية، نظام تكثيف زراعة الأرزّ الذي نشأ عن تجربة أجراها قس في إحدى البعثات التبشيرية (تدرب كمهندس زراعي) في فنائه الخلفي في مدغشقر، وانتشر هذا النظام وبات يشمل الآن أكثر من 50 بلدًا من البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل.

12 استُخدمت الأساليب نفسها لتحديد وتقييم البيانات المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة في مجال النُظم الزراعية والغذائية (مثل الأسمدة وأصناف البذور المحسّنة)، على النحو المبيّن في القسم 8.

3. سلسلة البيانات شاملة، ويعني ذلك تغطية واسعة (ولكن ليست بالضرورة عالمية) للبلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل.

4. مصدر البيانات موثوق، ويعني ذلك أنه يستند إلى نظرية وممارسة علمية مقبولة، ويستخدم عمليات استعراض النظراء، ومستمد من منظمة معتبرة/ذات مصداقية، وما إلى ذلك - أي لا يشمل مجموعة دعائية أو مادة صحفية.

5. يوجد تطابق مفاهيمي واضح بين سلسلة البيانات ومدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية.

6. يقدم مصدر البيانات تعريفًا واضحًا وذا مصداقية وقابلًا للتفسير ومعقولًا للمتغير.

يُلاحظ عدم النظر في البيانات غير الموجودة حاليًا في المجال العام.

ويتم تجميع البيانات في كل سلسلة محددة من أجل وصف المتغيِّر واسمه وتعريفه ومصدره وعدد البلدان التي تتاح فيها ملاحظات، وعدد البلدان التي تتاح فيها ملاحظة واحدة على الأقل منذ عام 2016 إلى الوقت الحاضر، وأي معلومات مهمة أخرى عن ذلك المتغيِّر المحدد ومصدر البيانات.[13] وأُجري تقييم لتحديد ما إذا كانت سلسلة البيانات تفي **بجميع معايير الإدراج الستة** المذكورة أعلاه. وإذا كان الأمر كذلك، يتم تعيين السلسلة لتحديد أولويتها في ما يتعلق بالإدراج في التوقعات. وأُجريت جولة ثانية لكل تقييم سواء لتأكيد التقييم الأصلي أو لتحسينه أو الطعن فيه للحصول على تأكيدات بشأن القيد المزدوج لسلسلة البيانات التي تُعتبر ذات جودة مرضية تأهلها للإدراج في التوقعات. وفي الحالات النادرة التي عُثر فيها على سلاسل بيانات متعددة ومتشابهة جدًا وتفي بالمعايير الستة جميعها، جرى تفضيل سلسلة البيانات التي نظمتها المنظمة من قبل.

وكما هو مبيّن في الجدول 1، لا تستوفي معايير الإدراج الأساسية سوى 14 سلسلة من بين 41 سلسلة مختلفة من سلاسل مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات المحددة.[14] ويمثِّل توافر بيانات شاملة وعالية الجودة ومناسبة التوقيت عائقًا كبيرًا. وتوجد ثغرات كبيرة في سلاسل بيانات مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات المتاحة للجمهور، ولا سيما في تغطية التمويل العام والخاص الذي يتوخى الربح، والموظفين المعنيين بالبحث والتطوير. ويتوافق ذلك مع الاستنتاجات التي توصلت إليها مؤخرًا دراسة أجرتها لجنة التكثيف الزراعي المستدام التابعة للجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية التي تؤكد بأنه «يتعيّن بذل جهود عالمية متضافرة لبناء مصدر معلومات واحد مفتوح الوصول، يكون نطاقه أوسع مما هو متاح حاليًا» (لجنة التكثيف الزراعي المستدام، 2021، الصفحة 4 [النسخة الإنكليزية]).

13 تُعامل الاختلافات بشأن المتغيِّر الأساسي نفسه باعتبارها سلسلة بيانات واحدة. ويعني ذلك أن قيمة الدولار الحالية وقيمة الدولار الثابتة وقيمة العملة المحلية الحالية لمقياس ما (مثل نفقات البحث والتطوير في مجال الزراعة) تُعامل كلها كمتغيِّرات لسلسلة بيانات واحدة، مثل متغيِّرات المقاييس التي تُعبِّر عن الكثافة بالنسبة، على سبيل المثال، للناتج الزراعي، أو السكان، أو مساحة الأرض. وتتبع كلها من مقياس أساسي واحد، وهو النفقات الاسمية للبحث والتطوير في مجال الزراعة في بلد ما في سنة معيّنة. وبالنظر إلى تعدد عدد الانتقالات في ذلك المتغيِّر، يُستخدم متغيِّر وحيد الجذر.

14 يتضمن التذييل ألف مزيدًا من التفاصيل عن المقاييس والتدابير التي تستوفي معايير الإدراج، فضلًا عن تلك التي استعرضناها والتي لا تستوفي معايير الإدراج.

وركّز جانب كبير من هذا الجهد على مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات، إذ خلصت لجنة التكثيف الزراعي المستدام إلى أن مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات هي أهم المؤشرات التي ينبغي تتبّعها، على اعتبار أن المدخلات هي الأكثر وضوحًا ويمكن التأثير عليها بأكبر قدر من السهولة. وهناك حاجة إلى بيانات أشمل وأكثر دقة وشفافية في مجال العلوم والتكنولوجيا والابتكارات.

وعلاوة على ذلك، هناك حاجة إلى تركيز أكبر بكثير على بناء بيانات موثوقة عن مدخلات القطاع الخاص في مجال العلوم والتكنولوجيا والابتكارات. وقد سُجّلت زيادة كبيرة في استثمارات القطاع الخاص في البحث والتطوير في مجال النُظم الزراعية والغذائية خلال الجيل الماضي، ويرجع ذلك في جانب منه إلى التغييرات في نُظم الملكية الفكرية (Clancy وMoschini، 2017؛ Alston وPardey، 2021). وينطبق ذلك على البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل وكذلك البلدان المرتفعة الدخل. ومن ذلك على سبيل المثال أن إنفاق القطاع الخاص على البحث والتطوير الزراعي في الصين لم يتجاوز إنفاق القطاع العام على البحث والتطوير الزراعي فحسب، بل وكذلك إنفاق القطاعين العام والخاص على البحث والتطوير الزراعي في الولايات المتحدة (Chai وآخرون، 2019). وتكشف حالة الصين أيضًا عن أن جهود قطاعها الخاص في مجال البحث والتطوير تتركّز بقدر أكبر على مراحل ما بعد المزرعة في سلسلة القيمة أكثر مما في الولايات المتحدة (Chai وآخرون، 2019). ومن الواضح أن الحصول على بيانات عن دور القطاع الخاص في العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية مسألة صعبة، ربما بصفة خاصة في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، ولكنه لا يزال متزايدًا من حيث الأهمية.[15] وتبذل مصادر مثل شركة AgFunder جهودًا جيدة بصورة معقولة في تتبّع استثمارات رأس المال المجازف به، ولكنها تُغفل بصورة منهجية نفقات الشركات القائمة في مجال البحث والتطوير، ومن شبه المؤكد أن هذه النفقات تتجاوز الأموال المتدفقة إلى المشاريع الجديدة.

وقد لا تكون بعض هذه السلاسل الأربع عشرة التي تستوفي حاليًا معايير الإدراج الستة مستدامة (مثل مؤشر تغطية حماية الأصناف النباتية الذي كان نتاج مشروع بحثي محدد زمنيًا). ولن تكون بعض السلاسل الأخرى الجذابة متاحة بعد مع توقف البنك الدولي عن إصدار تقريره السنوي عن ممارسة أنشطة الأعمال الذي كان يعتمد عليه، على سبيل المثال، مؤشر الابتكار العالمي الذي وضعته المنظمة العالمية للملكية الفكرية، اعتمادًا كبيرًا في الماضي للحصول على سلاسل البيانات. وبالتالي فإن سلاسل المدخلات الأربع عشرة المتاحة حاليًا التي تم تحديدها ليست ضعيفة فحسب، بل هشة أيضًا إلى حد ما كأساس لتقييم الحالة الراهنة/الحديثة للمدخلات في إنتاج العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية

15 من الأمثلة المُعبِّرة ما جاء في تقرير صدر مؤخرًا عن مؤسسة Dalberg Asia (2021) بتكليف من لجنة التكثيف الزراعي المستدام. وقد استُخدمت بيانات من أربعة بلدان فقط (البرازيل والصين والهند وكينيا) لاستقراء بيانات عن جميع البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، واستندت الدراسة في تقديراتها للقطاع الخاص إلى بيانات من 21 شركة فقط، منها ست شركات فقط تعمل في التجهيز في مرحلة ما بعد المزرعة (شركة آرتشر دانيالز ميدلاند (Archer Daniels Midland)، وشركة بانجي (Bunge)، والشركة البرازيلية للأغذية (BRF)، وشركة نيبون سويسان كايشا (Nippon Suisan Kaisha)، وشركة تاي يونيون (Thai Union)، وشركة تايسون (Tyson)). وعلاوة على ذلك، لم تشمل الدراسة أي شركات تعمل في تصنيع الأغذية أو تجارة الجملة أو البيع بالتجزئة أو الخدمات الغذائية على الرغم من أن الكثير من الشركات التي تتعامل مباشرة مع المستهلكين هي شركات رائدة في وضع معايير المنتجات المتصلة بعمليات الإنتاج، بما في ذلك المنتجات والعمليات الجديدة تمامًا (على سبيل المثال، استثمارات سلسلة متاجر وول مارت (Walmart) في شركة Plenty، وهي شركة ناشئة في مجال الزراعة العمودية).

الجدول 1 تقييم البيانات في مختلف مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية

(المؤشرات/السلاسل/الأعداد ذات الأولوية)

تمويل البحث والتطوير	المؤشر ذو الصلة (مصدر البيانات)
القطاع العام (1/4/11)	الإنفاق الرأسمالي المحلي الإجمالي على البحث والتطوير – من جانب الحكومة - العلوم الزراعية والبيطرية (منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة)
المؤسسات الخيرية (0،4، 4)	
القطاع الخاص (2، 2، 2)	الإنفاق الرأسمالي المحلي الإجمالي على البحث والتطوير (من جانب المؤسسات الخاصة التي لا تتوخى الربح في مجال العلوم الزراعية (منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة) الائتمان المحلي للقطاع الخاص (% من الناتج المحلي الإجمالي) (البنك الدولي)
التعليم العالي (2، 2، 1)	الإنفاق الرأسمالي المحلي الإجمالي على البحث والتطوير - تجريه منظمات التعليم العالي في مجال العلوم الزراعية (منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة)
موظفو البحث والتطوير	
العلماء الحائزون على درجات دكتوراه (0/2/2)	
موظفو الإرشاد	
الفنيون والموظفون المكافئون (0/2/4)	
بيئة سياسات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات	
نُظم الملكية الفكرية (5/3/7)	التصديق على اتفاقيات الاتحاد الدولي لحماية الأصناف النباتية الجديدة (مستودع البيانات المفتوحة لاتحاد الجامعات للبحوث السياسية والاجتماعية) الاستثناءات الخاصة بالمزارعين (مستودع البيانات المفتوحة لاتحاد الجامعات للبحوث السياسية والاجتماعية) الاستثناءات الخاصة بالمربّين (مستودع البيانات المفتوحة لاتحاد الجامعات للبحوث السياسية والاجتماعية) مدة الحماية (مستودع البيانات المفتوحة لاتحاد الجامعات للبحوث السياسية والاجتماعية) نطاق براءة الاختراع (مستودع البيانات المفتوحة لاتحاد الجامعات للبحوث السياسية والاجتماعية)
القدرة التنظيمية (1/1/1)	مؤشر الجودة التنظيمية (مؤشر الابتكار العالمي الذي وضعته المنظمة العالمية للملكية الفكرية)
بيئة المشاريع الناشئة (1/3/4)	التمكين من ممارسة أنشطة الأعمال في الزراعة (البنك الدولي)
المدخلات المادية في البحث والتطوير	
واردات التكنولوجيا المتطورة (1/1/1)	واردات التكنولوجيا المتطورة (مؤشر الابتكار العالمي الذي وضعته المنظمة العالمية للملكية الفكرية)
المطبوعات العلمية (1/1/1)	عدد المطبوعات العلمية المتعلقة بالتكنولوجيات الرائدة (SCOPUS)
مجموعات المواد الوراثية (1/2/2)	عدد العينات لكل بلد (قاعدة بيانات جينيسيس للموارد الوراثية النباتية)

الشرح

- تشمل مؤشر (مؤشرات) ذات صلة
- لا تشمل مؤشر (مؤشرات) ذات صلة
- البحث لم يُسفر عن أي نتائج

على المستوى القطري. وبالنظر إلى أن مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات تُمثّل مؤشرات رائدة رئيسية لأرصدة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات المستقبلية وآثارها على تحويل النُظم الزراعية والغذائية، يجب أن يشمل أي التزام بإعداد توقعات خاصة بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية التزامًا متناسبًا بالعمل من أجل تغطية أفضل وأكثر استدامة للمؤشرات الرئيسية لمدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات.

ولا يحتاج بناء تغطية البيانات إلى البدء من الصفر. وتوجد بيانات يمكن، من حيث المبدأ، أن تسد هذه الثغرات شرط اتخاذ ترتيبات مناسبة للوصول على نحو موثوق ومستمر إلى هذه السلاسل لجعلها مناسبة للأغراض التي تنشدها التوقعات الخاصة بالتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. وعلى سبيل المثال، بذل برنامج مؤشرات العلوم والتكنولوجيا الزراعية - الذي استضافه المعهد الدولي لبحوث السياسات الزراعية لسنوات عديدة - جهودًا

جادة لإصدار بيانات مفصلة وقابلة للمقارنة بين البلدان على المستوى الوطني في مجال البحث والتطوير الزراعي في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. وهذه تُمثّل حاليًا قاعدة البيانات الأشمل بشأن البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل مع أن تغطيتها - ولا سيما في ضوء حداثتها - لا تستوفي معايير الإدراج المحددة لبيانات التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. وقد أنشأ المركز الدولي للممارسات والسياسات في مجال العلوم والتكنولوجيا التابع لجامعة مينيسوتا مجموعة وافية من البيانات عن استثمارات ونفقات القطاعين العام والخاص ومؤسسات الأعمال الخيرية في البحث والتطوير في المجال الزراعي، وعن أعداد براءات الاختراع وبيانات عن مجموعات براءات الاختراع المتعلقة بالابتكارات الوراثية والجينومية في علوم الحياة، وحقوق الأصناف النباتية، والابتكارات في مجال أصناف المحاصيل.[16] وتشمل بيانات المركز الدولي للممارسات والسياسات في مجال العلوم والتكنولوجيا بيانات عن مؤشرات العلوم والتكنولوجيا الزراعية. ومن شأن التعاون الوثيق مع مؤشرات العلوم والتكنولوجيا الزراعية أن يوفّر وسيلة للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية للعمل ضمن تعاون وثيق مع البلدان والشركاء الآخرين (مثل المركز الدولي للممارسات والسياسات في مجال العلوم والتكنولوجيا) من أجل توسيع نطاق التغطية الجغرافية والقطاعية لبيانات مدخلات العلوم والتكنولوجيا الأساسية والعالية الجودة، وتحديثها بانتظام أكثر.

وعلاوة على ذلك، من المهم أن نُدرك أنه حتى أفضل مجموعات البيانات الحالية، مثل مجموعات البيانات الخاصة بمؤشرات العلوم والتكنولوجيا الزراعية، أو بيانات المركز الدولي للممارسات والسياسات في مجال العلوم والتكنولوجيا، لا تستوفي حاليًا معايير الإدراج في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية - لأنها غير كافية من حيث التغطية والعملة، و/أو لأن الوصول إليها ليس مفتوحًا - وتُركز بقوة على مكون الإنتاج الأوّلي في المراحل التمهيدية من النُظم الزراعية والغذائية. وتوجد فجوات كبيرة بشكل خاص ويصعب التغلب عليها في القطاعات التمهيدية في تصنيع الأغذية وتجهيزها وبيعها بالتجزئة والخدمات الغذائية، وفي مدخلات تعديل البيئات الغذائية التي تؤثر على اختيار المستهلك الأنماط الغذائية.

ويمكن إدراج البيانات المتعلقة ببراءات الاختراع في مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات لأن الاكتشافات الجديدة التي يُكشف عنها للجمهور في إيداعات براءات الاختراع تُصبح مدخلات مهمة في الاكتشافات الجديدة للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. ويُشكل ذلك جزءًا أصيلًا من الطابع التجميعي للابتكار (Arthur، 2009). وتُناقش بيانات براءات الاختراع باستفاضة في القسمين 6 و7 كمصدر رئيسي للمعلومات لاستخدامها في تحديد وتتبّع العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة وفي مرحلة ما قبل النشوء.

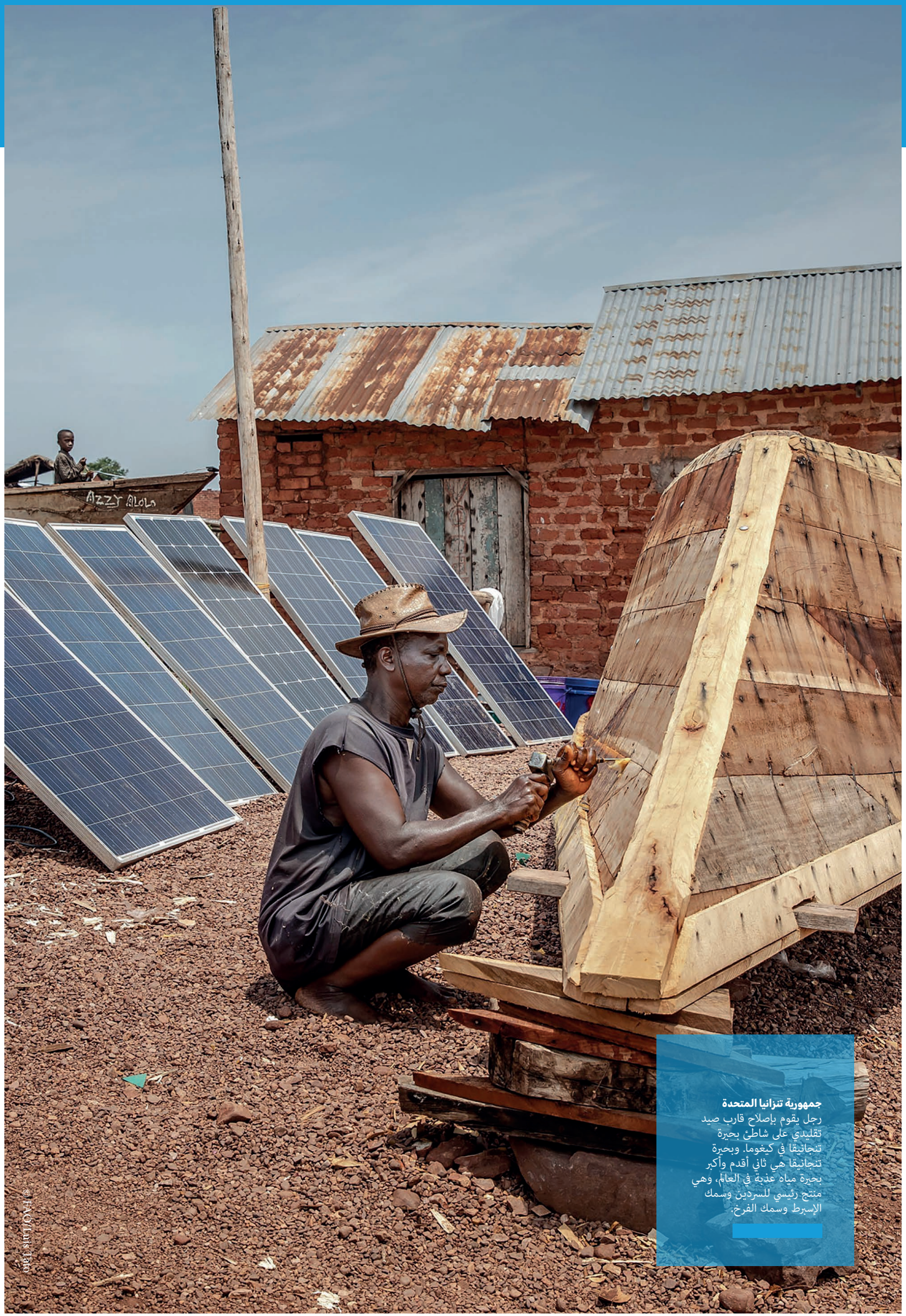
ولكنّ بيانات براءات الاختراع تُمثّل مؤشرًا معقدًا لمدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات، وبالتالي فهي مستبعدة لعدة أسباب. وأهم الأسباب الجوهرية وراء ذلك هو عدم تجهيز مجموعات بيانات عن براءات الاختراع في العالم، ولا سيما عدم تنقيتها للتأكد من صلاتها المباشرة بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. ولا يتيح كثير من الحكومات بيانات براءات الاختراع للجمهور. وتوجد مجموعات بيانات عن براءات الاختراع للبلد الواحد، ويمكن أن تكون مصدرًا قيّمًا للبيانات عن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة وفي مرحلة ما قبل نشأتها، على النحو الذي يناقشه القسمان 6 و7. وبالتالي فإن بيانات براءات الاختراع تُمثّل حاليًا مؤشرًا غير مكتمل ومشوّش بشأن مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات.

وتكمن إحدى المشاكل في أن المخترعين يقدمون في العادة طلب الحصول على براءة اختراع للاختراع نفسه في ولايات قضائية متعددة. وينشأ عن ذلك بالتالي تكرار كبير للاكتشاف نفسه عبر مجموعة بيانات براءات الاختراع الخاصة بكل بلد ولا يمكن في كل الحالات اكتشاف هذه الازدواجية بسهولة بسبب الاختلافات في متطلبات إيداع براءات الاختراع عبر الولايات القضائية.

وهناك مشكلة ثانية تتمثل في أن العديد من اكتشافات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات ذات الصلة لا تحصل في أي وقت من الأوقات على براءة اختراع. وتبعًا لطبيعة العلم والتكنولوجيا والابتكار والقطاع، تُقرر الشركات في كثير من الأحيان اتباع استراتيجية الأسرار التجارية للحفاظ على الميزة التنافسية في ذلك العلم والتكنولوجيا والابتكار، بدلًا من الإفصاح علنًا عن اكتشافها من خلال إيداع براءة الاختراع، على أمل ضمان سيطرة احتكارية قانونية مؤقتة على الاكتشاف الذي تُسجل براءة اختراعه. والفجوات الناتجة عن ذلك في تغطية العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في بيانات براءات الاختراع تتسم بعشوائية كبيرة ويمكن أن تؤدي بالتالي إلى تحيُزات مهمة.

وثالثًا، لا يجري تسويق معظم براءات الاختراع تجاريًا، وبالتالي فهي عديمة القيمة فعليًا، إما لأنها تُعبّر عن اكتشاف جديد لم تثبت فائدته في نهاية المطاف، أو لأن ذلك كان مفيدًا في الأساس لعرقلة تقدم المنافسين أو لاستخلاص قيمة من اكتشافات الآخرين (Lerner، 1995؛ Shapiro، 2001). وبالتالي فإن نسبة الإشارة إلى التشوش في بيانات براءات الاختراع تكون كبيرة لأغراض التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. ومن هنا تأتي «أحجية براءات الاختراع» - يبدو أن الزيادات في براءات الاختراع لا ترتبط إلى حد كبير بزيادة النشاط الابتكاري أو نمو الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج، وربما ترتبط ارتباطًا سلبيًا بهذه النتائج (Boldrin وLevine، 2013). ولذلك فإننا نُحبذ التعامل مع بيانات الاختراع كمصدر بيانات لدراسة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة وفي مرحلة ما قبل نشأتها، على النحو الذي يناقشه القسمان 6 و7.

16 انظر Pardey وآخرين (2016أ)، للاطلاع على الوثائق المتعلقة بالإنفاق على البحث والتطوير، وهي تغطي حاليًا الإنفاق العام في 158 بلدًا، وذلك في العادة على فترات سنوية متواترة حتى عام 2015، وبيانات الإنفاق الخاص على البحث والتطوير في العديد من البلدان (بما في ذلك البلدان الرئيسية، مثل الصين والولايات المتحدة الأمريكية)، ومجموعات البيانات الخاصة ببراءات الاختراع، وحماية الأصناف النباتية، واعتماد الأصناف، فضلًا عن تقديرات معدلات العائد على الاستثمار في البحث والتطوير، وهي كلها تخضع لتحديث منتظم (مراسلات Pardey الشخصية). ويُقدم Pardey وآخرون (2016ب، 2018)، و Chai وآخرون (2019)، وDehmer وآخرون (2019)، وGraff وPardey (2020) أمثلة جيدة على التحليلات المستندة إلى مجموعات البيانات المذكورة.



جمهورية تنزانيا المتحدة
رجل يقوم بإصلاح قارب صيد تقليدي على شاطئ بحيرة تنجانيقا في كيغوما. وبحيرة تنجانيقا هي ثاني أقدم وأكبر بحيرة مياه عذبة في العالم، وهي منتج رئيسي للسردين وسمك الإسبرط وسمك الفرخ.

© FAO/Luis Tato

الفصل السادس
مؤشرات العلوم والتكنولوجيا والإبتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها

يتباين تاريخ التقييم المسبق للتكنولوجيات الكاسحة، وقد صاحبت ذلك انتقادات كبيرة لضعف القدرة التنبؤية لنموذج التكنولوجيا الكاسحة (Danneels، 2004؛ Ganguly وآخرون، 2010؛ King و Baatartogtokh، 2015؛ Markides، 2006؛ Paap وKatz، 2004؛ Yu وHang، 2010). وتواجه القدرة على التنبؤ بالتغيير المؤسسي والابتكار تحديًا مماثلًا لأنهما نتاج عمليات اجتماعية معقدة تحشد رواد الأعمال المؤسسين وأصحاب المصلحة الاجتماعيين على مستويات متفاوتة لتنفيذ التغييرات التطورية داخل المؤسسات القائمة (على سبيل المثال، وضع أنظمة جديدة) لابتكارات ذات طابع ثوري أكبر، مثل إقامة مؤسسات جديدة (Hargrave وvan de Ven، 2006). وتنشأ هذه الابتكارات في كثير من الأحيان استجابة لتغييرات في المجتمع قد تكون ناشئة عن ابتكارات تكنولوجية، ولكنها يمكن أن تنشأ أيضًا عن زيادة الوعي والتغيُّرات في القيم المجتمعية المشتركة. ومن المعترف به تمامًا أن التنبؤ بالمستقبل مسألة صعبة، خاصة عند النظر في الأنشطة التي تكون بطبيعتها كفيلة بزعزعة للاستقرار، مثل الابتكار، والتي تتيح إمكانية حدوث تحوّل في النموذج، وإنشاء أسواق جديدة، وتغيير الروابط التاريخية بين الإنسان والنشاط البشري (على سبيل المثال، إيجاد قيمة في المواد التي كانت عديمة القيمة من قبل).

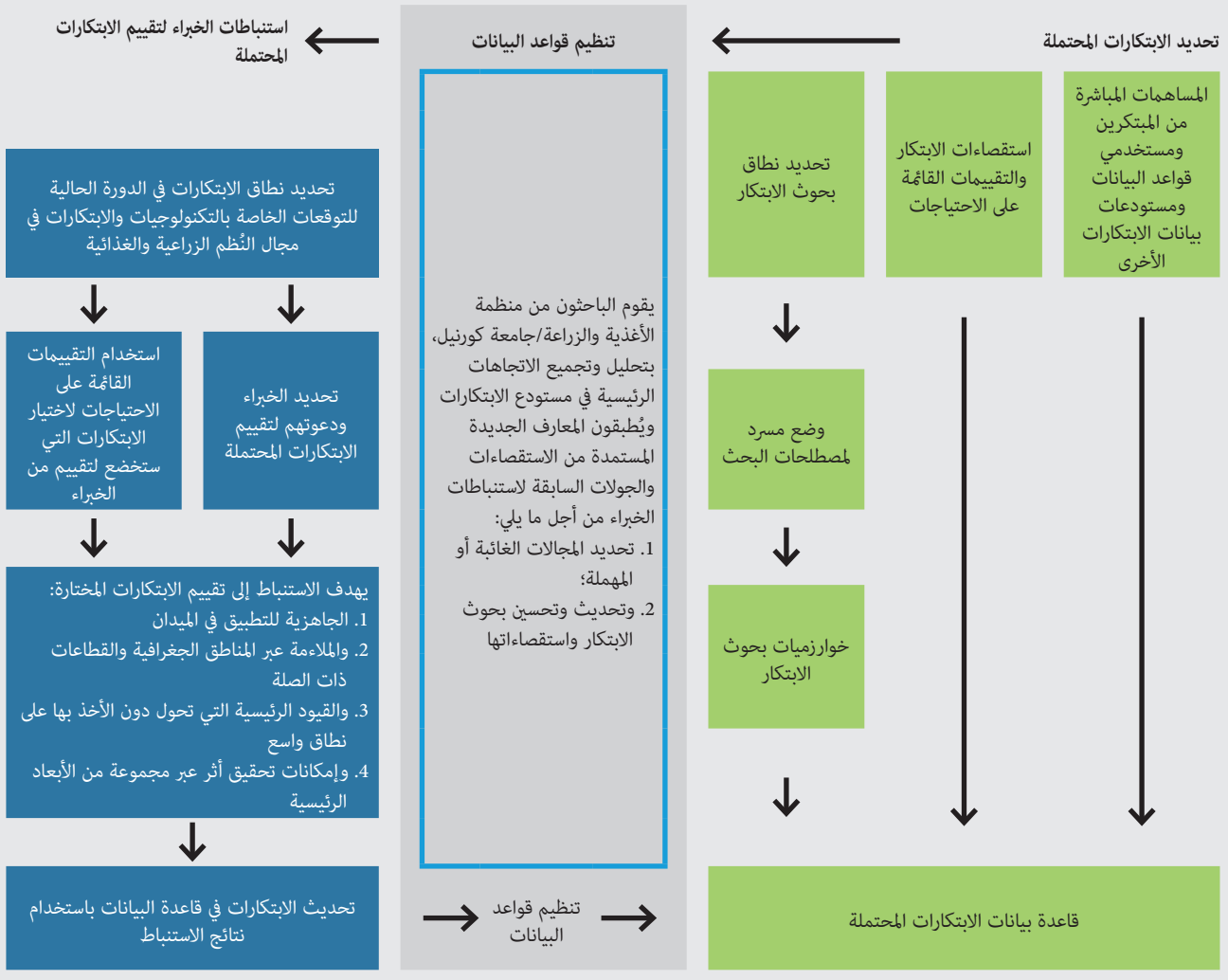
وفي ضوء ضعف نماذج التنبؤ القائمة حاليًا وإلى عدم وجود كثير من الوثائق المنشورة عن التكنولوجيات التي لا تزال في مرحلة ما قبل نشأتها، تهدف نُهج كثيرة إلى تقييم التكنولوجيات التي لا تزال في مرحلة ما قبل نشأتها باستخدام استنباطات الخبراء، حيث لا تقتصر مجموعة الخبراء على أولئك المتخصصين في المجال التقني (مثل علماء البحوث) بل قد تشمل الخبراء المتخصصين في السياق المعيّن (مثل قادة المجتمعات المحلية والمزارعين وقادة الشعوب الأصلية)، أو غيرهم. وتُطبِّق النُهج القائمة على استنباطات الخبراء التفكير المستقبلي الذي يحاول استكشاف التوقعات المشروطة القائمة على افتراضات شفافة وصريحة يمكن تقييمها للتأكد من معقوليتها (Bell، 1996). ويمكن أن تساعد استنباطات الخبراء المهيكلة أيضًا في تجميع المعارف المتاحة المنشورة وغير المنشورة (Knol وآخرون، 2010)، ويمكنها عندما تكون مصمَّمة تصميمًا جيدًا أن تُقلل من عدم اليقين الذي يعتري اللغة لضمان إجابة الخبراء على الأسئلة بالطريقة نفسها، مع الإشارة بوضوح إلى الافتراضات التي تستند إليها عمليات التقييم (Hemming وآخرون، 2017؛ Bojke وآخرون، 2021)، ويزيد جودة المعرفة المشتقة وشفافيتها وقابليتها للتكرار (Knol، وآخرون، 2010).

ولتقييم الابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها وإمكاناتها في إحداث تحوّل في النُظم الزراعية والغذائية بقدر أكبر من المنهجية، يُقترح نموذج تكراري لجمع البيانات واستنباطات الخبراء، يحاول أن يحدد الابتكارات المحتملة ويحاول، من خلال مدخلات الخبراء، أن يختار الابتكارات التحويلية ذات الصلة الوثيقة التي من المحتمل أن تكون تحويلية ويقيّمها بمزيد من التفصيل. ولن تكون جميع أنواع الابتكارات ممثلة بنفس القدر في المؤلفات والمصادر المنشورة على الإنترنت، ما يمثّل تحديات في تحديد مجموعة واسعة من الابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها. وبالتالي فإن عملية تحديد التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية ستتطلب مزيجًا من الأساليب البحثية التي تشمل تقنيات البحث التقليدية والمتقدمة (على سبيل المثال، معالجة اللغة الطبيعية) جنبًا إلى جنب مع قبول مساهمات مباشرة من المبتكرين ومن مستودعات الابتكار، واستخلاص الدروس من العلوم التشاركية وتعهيد الجموع للأفكار المبتكرة، واستقصاءات عمليات التقييم القائمة على الاحتياجات في مجال النُظم الزراعية والغذائية للمساعدة على تحليل مجالات المشاكل الرئيسية بحثًا عن حلول. ويمكن استخدام هذا النهج لتحديد التكنولوجيات، كما في Herrero وآخرين (2020، 2021)، وبوابة حلول النُظم الغذائية المبتكرة، فضلًا عن الابتكارات المؤسسية والسياساتية.

ويمكن أن يساعد الجمع بين عمليات تقييم الاحتياجات والخبراء على تحديد التحديات الرئيسية التي تواجه النُظم الزراعية والغذائية وتحديد أولوياتها، مع الاعتراف بأن الابتكارات الاجتماعية والمؤسسية والسياساتية قد نشأت على مرّ التاريخ استجابة للمشاكل المجتمعية والتحولات في قيم المجتمع. وعلاوة على ذلك، يمكن لهذه الاستنباطات أن تُكمِّل مؤشرات الملاءمة والجاهزية لتكوين فكرة عن مدى استعداد المجتمعات والمؤسسات لتنفيذ التغييرات والإصلاحات المحتملة لتلبية الاحتياجات (Selinske وآخرون، 2020). ويتطور حيز ما قبل النشأة باستمرار، ومن غير المعقول رصد جميع العلوم والتكنولوجيا والابتكارات المحتملة. ومع ذلك، إذا نُفذت هذه الأنشطة باستمرار وبصورة متكررة، حيث المشاركة مع الخبراء والجمهور الأوسع يمكن أن تصب في عملية التحديد من خلال تحديث خوارزميات البحث (توسيع بارامترات البحث أو تضييقها)، من المتوقع بمرور الوقت أن تخلّف هذه العملية إحساسًا بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الرئيسية التي لا تزال في طور النشأة على الساحة. ويُسلط الشكل 3 الضوء على مجرد بعض الأساليب المختلفة لجمع البيانات التي يمكن استخدامها لتحديد الابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها، والروابط مع الخبراء وأصحاب المصلحة التي ينبغي أن تسترشد بها عمليات التكرار الجديدة المستخدمة في التحديد والتقييم.

وعند قيام الخبراء بتقييم ابتكارات مختارة، من الضروري الفصل بين عدة اشتراطات رئيسية. فاختراع التكنولوجيات، والمعايير والممارسات الثقافية، والبيئات السياساتية والتنظيمية الجديدة ليست سوى جزءًا من قصة الابتكار. ولتقييم الابتكارات المحتملة بصورة أفضل، من الضروري قياس مدى نُضج الابتكار (أي هل هو جاهز للتطبيق؟)،

الشكل 3 تحديد الابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها وتقييمها التكراري باستخدام أساليب جمع البيانات المختلطة واستنباطات الخبراء



ومدى ملاءمة الابتكار لسياقات محددة (أي هل هو قابل للتطبيق وقابل للتطوير؟)، وإمكانية الأخذ بالابتكار على نطاق واسع لتعطيل النُظم وإحداث تحوّل فيها. ويتطلب ذلك مراعاة القيود الرئيسية والبيئات التمكينية التي تُيسِّر الأخذ بالابتكارات المحتملة أو تُشكل تحديًا يحول دون الأخذ بها، وكذلك الاعتراف بالطابع التجميعي الذي يُميِّز الأخذ بالابتكار وتحديد الابتكارات التكميلية الأساسية، سواء كانت ابتكارات تكنولوجية أو اجتماعية أو قائمة على السياسات، التي ستكون مطلوبة لتوسيع نطاق الأخذ بالابتكارات. ويمكن لاستنباطات الخبراء المتعلقة بالابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها أن تُطبق على المؤشرات والأنماط القائمة وتتوسع فيها، مثل مستويات الجاهزية لاستخدام التكنولوجيا التي حددتها الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (انظر الإطار جيم)، ومؤشر الجاهزية لاستخدام التكنولوجيا (انظر الإطار دال)، أو مؤشر مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية لجاهزية البلدان لاستخدام التكنولوجيا الرائدة (مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية، 2021).

واستنادًا إلى النهج المتّبع في Herrero وآخرين (2020، 2021)، يمكن للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية أن توسِّع بارامترات البحث الخاصة بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية ذات الصلة للتأكد من أن قاعدة بيانات التوقعات الخاصة بالتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية المتعلقة بالابتكارات المحتملة لا تقتصر على الابتكارات التكنولوجية، بل تشمل أيضًا التغيُّرات المهمة في المعايير والممارسات الاجتماعية والثقافية، والابتكار في مجال السياسات والأنظمة، والابتكارات التنظيمية، وكذلك المعرفة غير المستغلة والمهملة المستمدة من مصادر الشعوب الأصلية، وصغار المنتجين، وكذلك على

الإطار جيم تقييم نُضج التكنولوجيا وجاهزيتها

وضعت نماذج مختلفة لتقييم نُضج التكنولوجيات بصورة أفضل وإمكانية الأخذ بها ونشرها. وعلى جانب التكنولوجيا، وضعت الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (1991) مستويات الجاهزية لاستخدام التكنولوجيا من أجل تحديد التكنولوجيات المختلفة ووصفها باستمرار على مستويات متفاوتة من النُضج تتراوح بين الإبلاغ عن البحوث الأساسية (المستوى الأول للجاهزية) والتنفيذ المثبت (المستوى التاسع للجاهزية).

ويتوخى هذا المقياس عملية خطية لتطوير التكنولوجيا ويُيسر التوقع بالتطور التكنولوجي من خلال تقييم المرحلة التي وصلت إليها التكنولوجيات حاليًا على امتداد مسارات التطوير. وتُستخدم هذه المستويات في فرق الخبراء لوضع جداول زمنية قصيرة ومتوسطة الأجل للمشاريع، ولتحديد أولويات الاستثمارات لدفع التكنولوجيات الرئيسية التي لا تزال غير جاهزة.

المراحل التسع للجاهزية لاستخدام التكنولوجيا التي حددتها الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء

البحث الأساسي	المستوى الأول للجاهزية: المبادئ الأساسية الملحوظة والمبلّغ عنها
بحث الجدوى	**المستوى الثاني للجاهزية:** صياغة مفهوم التكنولوجيا و/أو تطبيقه
	المستوى الثالث للجاهزية: إثبات المفهوم
تطوير التكنولوجيا	**المستوى الرابع للجاهزية:** التحقق في بيئة المختبر
العرض التوضيحي للتكنولوجيا	**المستوى الخامس للجاهزية:** التحقق في البيئات ذات الصلة
	المستوى السادس للجاهزية: العرض التوضيحي الجزئي للنموذج الأوّلي (النماذج الأولية) في البيئة ذات الصلة
تطوير النظام	**المستوى السابع للجاهزية:** العرض التوضيحي الكامل للنموذج الأوّلي للنظام في البيئة ذات الصلة
تنفيذ النظام	**المستوى الثامن للجاهزية:** اكتمال النظام من خلال الاختبار والعرض التوضيحي
	المستوى التاسع للجاهزية: تنفيذ التكنولوجيا ونشرها

ويمكن تحديد مستوى الجاهزية لاستخدام تكنولوجيا معيّنة من خلال تحديد درجات لمستوى هذه الجاهزية من جانب مختلف الباحثين أو من خلال استنباطات الخبراء لتقييم الجاهزية لاستخدام مجموعة من التكنولوجيات والابتكارات وتصنيفها. ويمكن أيضًا الحصول على مزيد من المعلومات عن مدى الجاهزية لاستخدام مختلف التكنولوجيات من استعراض قواعد البيانات المتعلقة باستثمارات رأس المال المجازف به التي يمكن أن تُميِّز مراحل التطوير (تُناقش بمزيد من التفصيل أدناه).

المصادر: الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (1991) و Héder (2017).

نطاق أوسع من رواد الأعمال غير الرسميين في النُظم الزراعية والغذائية. وعلاوة على ذلك، يمكن للتوقعات الخاصة بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية أن تُدمج بصورة منهجية أكثر أفضل الممارسات في استنباطات الخبراء المهيكلة، وأن تطلب بصراحة أكبر من الخبراء تقييم الاشتراطات المبيّنة من قبل لتقييم العلوم والتكنولوجيا والابتكارات المختارة بدقة أكبر. وتحقيقًا لهذه الغاية، يقترح أن تحاول استنباطات الخبراء فهم أربع مسائل رئيسية.

1. تحديد مدى نُضج الابتكار المحتمل لتطبيقه في العالم الحقيقي من أجل حل مشكلة ما خلال أُفق زمني محدّد (على سبيل المثال، السنوات الخمس القادمة).
2. تقييم مدى ملاءمة هذا الابتكار للأخذ به في سياق محدد وأفق زمني بعينه، بالاستناد ليس فقط إلى الخصائص التي يتميَّز بها الابتكار، وكذلك العوامل الفردية والاجتماعية والثقافية.
3. تقييم قابلية الابتكار لتطبيقه على نطاق أوسع في سياقات محددة وأُفق زمنية بعينها، مع الاعتراف بالقيود الرئيسية والتغييرات التكميلية المطلوبة (على سبيل المثال، السياساتية والثقافية والتكنولوجية) للأخذ به على نطاق واسع.

الإطار دال تقييم إمكانية الأخذ بالتكنولوجيا

ينبغي عند إجراء تقييم مسبق لإمكانية الأخذ بالتكنولوجيا مراعاة كثير من العوامل المحفِّزة والمثبطة التي يستجيب لها الأفراد عند اتخاذ قرار بشأن الأخذ بنهج جديد ما. وإدراكًا لذلك، اقترح Parasuraman (2000) مؤشرًا للجاهزية لاستخدام التكنولوجيا يقيس من الناحية الكميّة ميل الأفراد إلى الأخذ بتكنولوجيا جديدة، مع الأخذ في الاعتبار مجموعة من الخصائص والعوامل الفردية المعبِّرة عن مدى الاستعداد للأخذ بالتكنولوجيات الجديدة (Wang وBlut، 2020). ويقاس هذا المؤشر من الناحية الكميّة من خلال مجموعة من الأسئلة باستخدام مقياس ليكرت (Likert) المؤلف من 5 نقاط عبر أربعة أبعاد رئيسية (التفاؤل التكنولوجي، والقدرة الابتكارية، وعدم الارتياح، وانعدام الأمن)، كما هو موضح في الشكل 4.

الشكل 4 أبعاد مؤشر الجاهزية لاستخدام التكنولوجيا

المصدر: Parasuraman (2000).

وبينما يُركز مؤشر الجاهزية لاستخدام التكنولوجيا في المقام الأول على الفرد، هناك عوامل أخرى، بما فيها البيئة التمكينية، ضرورية للنظر في كيفية الأخذ بتكنولوجيا أو ممارسة أو قاعدة جديدة ونشرها بصورة منهجية. وعلى غرار مستويات الجاهزية لاستخدام التكنولوجيا، يمكن تقدير مؤشر الجاهزية لاستخدام التكنولوجيا من خلال استنباطات الخبراء، ولكن يمكن أيضًا توجيهه إلى جماهير أوسع من خلال تعهيد الجموع. وينبغي توسيع مؤشر الجاهزية لاستخدام التكنولوجيا لمراعاة التأثيرات الاجتماعية والثقافية، والاقتصادية، والسياسية التي تُقيِّد خيارات الفرد، مثل نموذج Afshin وآخرين (2014) للتأثيرات المتعددة الطبقات على خيارات الأنماط الغذائية.

4. تقييم القدرة التحويلية للابتكارات المحتملة في حال الأخذ بها على نطاق واسع، مع مراعاة النتائج الإيجابية والسلبية المحتملة لنشرها، مع محاولة المراقبة وفقًا لقانون أمارا.[17]

ولا تقتصر تحديات استنباطات الخبراء على التصميم الهيكلي، بل تشمل أيضًا تحديد واختيار مجموعة كبيرة متنوعة بما فيه الكفاية من الخبراء لضمان استخدام مجموعة واسعة من وجهات النظر والخبرة ذات الصلة. وتفرض السلسلة المستدامة والمستمرة من استنباطات الخبراء التي تثري العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية تحديات أخرى في الحفاظ على مشاركة الخبراء على مدى فترة زمنية ممتدة بدلًا من استهدافهم للاستنباط لمرة واحدة.

وسيتناول الجزء المتبقي من هذا القسم المزيد من الموارد ومصادر البيانات المحتملة لتطوير وتوسيع قائمة جرد الابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها، وذلك قبل الانتقال إلى مناقشة التحديات ونُهج لبناء عملية مهيكلة للحصول على استنباطات الخبراء من أجل تقييم الابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها.

6.1 وضع قائمة بالابتكارات المحتملة

تعني طبيعة الابتكارات الناشئة وجود الحد الأدنى من الأعمال العلمية المنشورة، وقد تكون المؤلفات الرمادية المتاحة غامضة بسبب عدم وجود تطبيقات ملموسة أو لحماية الملكية الفكرية الوليدة. ومع ذلك، يمكن القيام بمحاولة لفهرسة الابتكارات الزراعية والغذائية في مرحلة ما قبل نشأتها بطريقة منهجية من خلال تجميع مصدر واسع وعام للابتكارات المحتملة.

ويمكن البناء على النُهج التي حاولت فهرسة التكنولوجيات الواعدة، بما في ذلك تجميع قوائم بالشركات الناشئة الزراعية والغذائية التي من المرجح أن تُطبق تكنولوجيات ونُهجًا جديدة، وتجمع معلومات عن الابتكارات التي تضعها موضع التطبيق العملي. وبالإضافة إلى الوصول إلى قواعد بيانات الشركات الناشئة، يمكن استكمال هذه القوائم بجمع معلومات عن مصادر تمويل الشركات الناشئة الزراعية والغذائية (انظر أمثلة على مصادر المعلومات المحتملة المتعلقة بالشركات الناشئة الزراعية والغذائية ومصادر تمويلها في المرفق باء).

وبالمثل، يمكن استكشاف ساحة الابتكار في مجال السياسات من خلال تقييم النواتج (مثل الأدلة الإرشادية) لمراكز بحوث السياسات المؤثرة (مثل معهد بروكينغز، وتشاتام هاوس، وشبكة التحليل السياساتي في مجالات الغذاء والزراعة والموارد الطبيعية)، والمؤسسات الأكاديمية والمصارف الإنمائية، للتعرف على الابتكارات المحتملة في مجال السياسات والمؤسسات.

وقد يكون من الأصعب العثور على معلومات عن مصادر الابتكارات غير المستغلة بالقدر الكافي والمهملة في كثير من الأحيان والتي قد يكون تأثيرها محدودًا بصورة أكبر في المؤلفات المنشورة (خارج القنوات الرسمية والخاضعة لاستعراض النظراء). وقد يتطلب ذلك بذل جهود إضافية لجمع هذه المعلومات فعليًا باستخدام الاستقصاءات الموجهة والدعوات المفتوحة السريعة، حيث يُسمح للخبراء من أي ميدان بتقديم استمارة قصيرة عن طريق الإنترنت يُطلب فيها منهم تحديد العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الواعدة في قطاع تخصصهم. وتوفّر الدعوة المفتوحة للخبراء فرصة للمشاركة في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الغذائية من دون التزام قوي من جانبهم. ويمكن أيضًا استكشاف نُهج تعهيد الجموع والعلوم التشاركية في محاولة لتحديد مجموعة أوسع من العلوم والتكنولوجيا والابتكارات. ويمكن لكل هذه النُهج أن تساعد ليس فقط في تحديد العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الرئيسية، بل أن تفيد أيضًا خوارزميات البحث بكلمات وصفية فريدة لاستخدامها ككلمات دالّة في نُظم معالجة اللغة الطبيعية. ومن المصادر المحتملة الأخرى للمعلومات المتعلقة برواد الأعمال المحرومين من الخدمات والأقل تمثيلًا المنصات التي تُشجع تمويل الأسهم الجماعي (الإطار هاء).

6.2 تحديد الخبرة ذات الصلة

يتمثل هدف عمليات استنباطات الخبراء في التغلب على صعوبة الوصول إلى المعرفة والخبرة عبر مجموعة واسعة من وجهات النظر للمساعدة في إثراء فهمنا للمسائل التي يكتنفها عدم يقين كبير ولكنها مهمة. وسيؤثر المشاركون في الاستنباط بدرجة كبيرة على النتائج، وكذلك على قبول استنتاجات الاستنباط لدى الجمهور الأوسع (Knol وآخرون، 2010). ولذلك من الضروري اختيار مجموعة من الخبراء الذين يمثّلون طيفًا واسعًا من وجهات النظر والمعارف الواسعة ولكنها ذات صلة. وعلاوة على ذلك، سيتعيّن على هذه المجموعة من الخبراء أن تختلف بحسب جولة تكرار التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية للتأكد من أن نطاق المعرفة الذي تمثّله فرق الخبراء يُعبِّر عن المجالات الرئيسية التي يتم استكشافها في جولة التكرار ذات الصلة بالتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. وبالنظر إلى العديد من الآثار غير المباشرة المحتملة للتحوّل الواسع النطاق في النُظم الزراعية والغذائية، من المهم إدراج وجهات نظر تتجاوز المنظور التكنولوجي التقليدي والمنظور الذي يُركز على الإنتاجية للنظر في الآثار المترتبة على البيئة، وسُبل العيش، والإنصاف، والعدالة، وأنماط الاستهلاك، والأنماط الغذائية، والنتائج الصحية والتغذوية.

وبعد Knol وآخرين (2010)، يمكن النظر في عدة أنواع رئيسية من الخبراء اللازمين لتقييم الابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها:

17 استحدثه R. Amara، الذي أدرك أن هناك نزوعًا نحو المبالغة (التضخيم) في إمكانات الابتكارات في المدى القصير، مع الاستهانة بأثرها في المدى البعيد.

1. الخبراء المتخصصون/خبراء التكنولوجيا الذين لهم أهمية حاسمة في تقييم المسائل الخاصة بالتكنولوجيا، ولا سيما نُضج الابتكار والمدخلات المطلوبة والنتائج المنشودة من الأخذ بالتكنولوجيا.
2. الاختصاصيون العامون الذين لديهم معرفة متخصصة ذات صلة ولديهم فهم بالسياق الأوسع لتطوير التكنولوجيات والأخذ بها وانتشارها. ويتسم هؤلاء الخبراء بأهميتهم الحاسمة في تسليط الضوء على التحديات أمام إمكانية التوسع، وتحديد القيود الرئيسية التي تحول دون الأخذ بالتكنولوجيا على نطاق واسع وفي سياقات محددة.
3. الممارسون في الميدان (على سبيل المثال، المزارعون والمنتجون ومجهزو الأغذية والتجار) الذين لديهم خبرة عملية حاسمة الأهمية في تقييم التحديات المحتملة للأخذ بالتكنولوجيا على نطاق واسع، ويمكنهم تسليط الضوء على المصادر المحلية للابتكار التي يمكن أن تكون غائبة لولاهم. وأصحاب الفكر التباعدي والمستقبلي الذين هم على دراية بالتفكير في العواقب غير المقصودة للابتكارات والتغيير المجتمعي وتخيلها. وهؤلاء الخبراء ضروريون لطرح المسائل والشواغل المتعلقة بالعواقب غير المقصودة المحتملة للأخذ بالتكنولوجيا، فضلًا عن الاعتراف بأهمية العوامل غير الخطية في الأخذ بالابتكارات على نطاق واسع.
4. الخبراء في الاستنباط. ويتسم هؤلاء الخبراء بأهميتهم في المساعدة على تنظيم نتائج الاستنباطات وتجميعها.

وفي حين أن استنباطات الخبراء كانت تُركز في الماضي في كثير من الأحيان على اختيار المهنيين الفنيين والأكاديميين (مثل المهنيين المنتسبين لمؤسسة بحثية أو حكومية أو تكنولوجية ذات صلة)، فإن التحولات التي قد تحفزها هذه الابتكارات يمكن أن تكون على نطاق المجتمع، ومن المهم بالتالي وضع تعريف واسع للخبرة من أجل زيادة احتمال وجود أكبر عدد ممكن من وجهات النظر ذات الصلة. وتوحي أيضًا صعوبة العثور على المعرفة الكبيرة بالابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها في المصادر المنشورة والأكاديمية بأن الحاجة إلى وجود تعريف أوسع للخبرة يشمل أيضًا الممارسين في القطاع (مثل المنتجين في قطاع الإنتاج الأوّلي، ومجهزي الأغذية، وتجار السلع)، وأنشطة الأعمال، والحكومات، والمجتمع المدني، فضلًا عن الخبراء الذين لهم دراية بالصحة والتغذية، مع ضمان التنوع الجغرافي والثقافي والجنساني.

6.3 تحديد الخبراء المحتملين واختيارهم

ينبغي تحديد عدد الخبراء المطلوبين على أساس مستوى عدم اليقين الذي تنطوي عليه الأسئلة المطروحة على الخبراء وإدراك تحديات إدارة فرق كبيرة من الخبراء.

ولزيادة تحسين الاستنباط في إطار التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، ينبغي إجراء العديد من الاستنباطات المتوازية. ويعترف ذلك بأن نطاق العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية كبير، وأن من غير العملي الحصول على معارف الخبراء من خلال فريق واحد. ويتيح ذلك أيضًا مزيدًا من الاختلاف في المواضيع والأسئلة التي يمكن استكشافها في آن واحد. وهناك عدة مزايا رئيسية لفرق الخبراء. وبمجرد تقسيم الخبراء إلى فرق، يمكن تزويدهم بأسئلة معايرة أكثر تركيزًا لتحسين ترجيح إجاباتهم (أسلوب كوك). ويمكن أن تشمل أيضًا استقصاءات الفرق أسئلة موجهة أكثر، وهو ما سيؤدي إلى زيادة دقة الإجابات وسيسمح بالحصول على إجابات معمقة أكثر. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تشمل جميع استقصاءات فرق الخبراء أسئلة أكثر عمومية تُطرح على كل فريق للسماح بإجراء مقارنة بين جميع الخبراء المشاركين في الدراسة (Aspinall وآخرون، 2016). وعلاوة على ذلك، يمكن لإدارة فرق متعددة في آن واحد أن يُساعد على تخفيف العبء الفردي الذي يقع على الخبراء المشاركين، ما يزيد من احتمال استمرارهم في المشاركة.

وبالنظر إلى المستوى العالي من عدم اليقين الذي يعتري تقييم الابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها، حيث قد تتباين آراء الخبراء بشكل واسع، من المرجح أن تقتضي الحاجة أن تكون فرق خبراء التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية كبيرة نسبيًا، أي أن يتراوح عدد المشاركين فيها بين 15 و20 خبيرًا لكل فريق (Aspinall، 2010). ومع ذلك، ينبغي اختيار هؤلاء الخبراء بعناية لضمان مساهمتهم بوجهات نظر فريدة من جميع النُظم الزراعية والغذائية، لأن إدراج خبراء إضافيين لديهم آراء ووجهات نظر مماثلة يُقلل من قيمتهم وقد يُعطي إشارات زائفة بالتوافق في الآراء.

وجرت العادة على تحديد الخبراء من خلال مجموعة من الممارسات الشائعة، بما في ذلك ما يتمتعون به من معرفة مؤكدة وخبرة مثبتة في مجال تخصصهم، والاعتراف بهم من جانب النظراء والجمهور الأوسع، ومساهماتهم في نتائج البحوث (Bojke وآخرون، 2021). وهناك مؤشرات يمكن استخدامها لتبسيط عملية تحديد الخبراء وتقليل الوقت الذي يستغرقه تحديدهم. وتشمل بعض المؤشرات الشائعة الاستخدام في تحديد الخبراء، العمر، وسنوات الخبرة في مجال التخصص، ونطاق الخبرة (الخبراء الذين لديهم نطاقات واسعة أو ضيقة من التخصص)، وعدد المطبوعات، والخبرة في مجالات معيّنة من البحث أو الصناعة (Antonelli وآخرون، 2019). ومع أن هذه المؤشرات الأساسية قد تدل على المكانة المرموقة أكثر من الخبرة الحقيقية (Burgman وآخرون 2011)، ينبغي في نهاية المطاف أن تكون العتبة النهائية للاختيار هي قدرة الخبراء على فهم الأسئلة في الاستنباط والإجابة عليها. ويمكن تحقيق هذه الخطوة النهائية في اجتماع استهلالي تتاح فيه للخبراء المختارين الفرصة للتعرف على تصميم الاستنباط والغرض منه وطرح أسئلة توضيحية قبل الالتزام بالمشاركة فيه (Hemming وآخرون، 2017).

ولتحسين الاختيار النهائي للخبراء بقدر أكبر، ينبغي أن يحاول الباحثون تنويع مجموعة الخبراء قدر الإمكان. و»ينبغي أن يكون التنوع متجسدًا في تباين العمر والجنس والخلفية الثقافية والخبرة الحياتية والتعليم والتخصص. وهذه مؤشرات غير مباشرة للتنوع المعرفي»

الإطار هاء تعهيد الجموع في بلدان الجنوب

يمـوّل رواد الأعمال في المراحـل المبكرة تمويلًا ذاتيًا أو يحصلون على الدعـم مـن الأسرة والأصدقاء (Spiegel وآخرون، 2016). ويمكن أن تكون هذه أنواع من الترتيبات غير رسـمية في كثير من الأحيان، ما يجعـل من الصعب تكوين صـورة كاملة عن مصادر التمويل الأوّلي للنُظـم الزراعيـة والغذائية. ومع ذلك، توفّر التطورات الأخيرة في التمويـل الجماعي مصادر معلومات جديدة بشـأن مصادر تمويل الشركات الناشـئة. وتُسـاعد هذه المنصات على ربط رواد الأعمال والمسـتثمرين، كما تسـاعد على بناء الوعي بالعلامة التجارية وربط الشركات الناشـئة بالعملاء المحتملين.

ويتّسم وضع نموذج تمويل الأسهم الجماعي بأهمية خاصة للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، ويسعى هذا النموذج إلى زيادة شفافية الاستثمارات والتبرعات، فضلًا عن تحسين إمكانية الوصول إلى التمويل، بما في ذلك للفئات المهمشة التي ظلت تعاني على مرّ تاريخها من ضيق سُبل الوصول إلى التمويل والدعم لريادة الأعمال.

وشهدت منصات التمويل الجماعي توسعًا هائلًا بعد تطوير مجموعة من منصات التمويل الجماعي الدولية والإقليمية والوطنية. وعلاوة على ذلك، طوّرت منصات تمويل جماعي أكثر تخصصًا تستهدف الشركات الناشئة في مراحل محددة من التطور (أي الاستثمار أثناء المراحل المبكرة)، أو داخل قطاعات محددة من الاقتصاد، مثل الشركات الناشئة الزراعية والغذائية. وظهرت أيضًا منصات التمويل الجماعي التي تُركز على أقاليم بعينها، وكانت منها مجموعة من المنصات في أفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية، ويعمل بعضها بشكل أساسي على المستوى الوطني فيما يعمل البعض الآخر في مختلف بلدان الإقليم. وفي حين أن هناك تنوعًا كبيرًا بين منصات التمويل الجماعي، فإن الموضوع الأساسي الذي تقوم على أساسه هو محاولة توسيع نطاق الوصول إلى التمويل أمام السكان الذين كانوا يعانون من قبل من نقص في الخدمات.

وفي ما يلي عيّنة من بعض منصات التمويل الجماعي المختلفة التي يمكن أن تكون مصادر قيّمة للمعلومات عن أنشطة ريادة الأعمال الزراعية والغذائية.

اختيار منصات التمويل الجماعي العالمية التي يمكن أن تكون ذات صلة

منصات الاستثمار العام	منصات المراحل المبكرة	المنصات التي تُركز على النُظم الزراعية والغذائية
Kickstarter	Crowdcube	Foodhack
Indiegogo	Seedrs	Vegan Launch
Crowdfunder	Ourcrowd	Sustainable Food Ventures
Wefunder	Fundify	
Angellist Venture	Funding Societies	
Kiva		

اختيار منصات التمويل الجماعي الإقليمية التي يمكن أن تكون ذات صلة

أفريقيا	آسيا	أمريكا اللاتينية
Farmcrowdy (نيجيريا)	Oporajoy (بنغلاديش)	PlayBusiness (المكسيك)
Sokaab (المناطق الصومالية)	SeedOut (باكستان)	Kickante (البرازيل)
Fundkiss Technologies Limited (موريتانيا)	Wadiz (جمهورية كوريا)	GreenCrowds (إكوادور)
Backabuddy (جنوب أفريقيا)	Sinwattana (تايلند)	Patrociner (بيرو)
M-Changa (كينيا، جنوب أفريقيا)	LetsVenture (الهند)	Broota (شيلي)
Zidicircle (إثيوبيا، غينيا، غانا)	Tanifund (إندونيسيا)	Idea.me (الأرجنتين، البرازيل، شيلي، كولومبيا، المكسيك، أوروغواي، الولايات المتحدة الأمريكية)

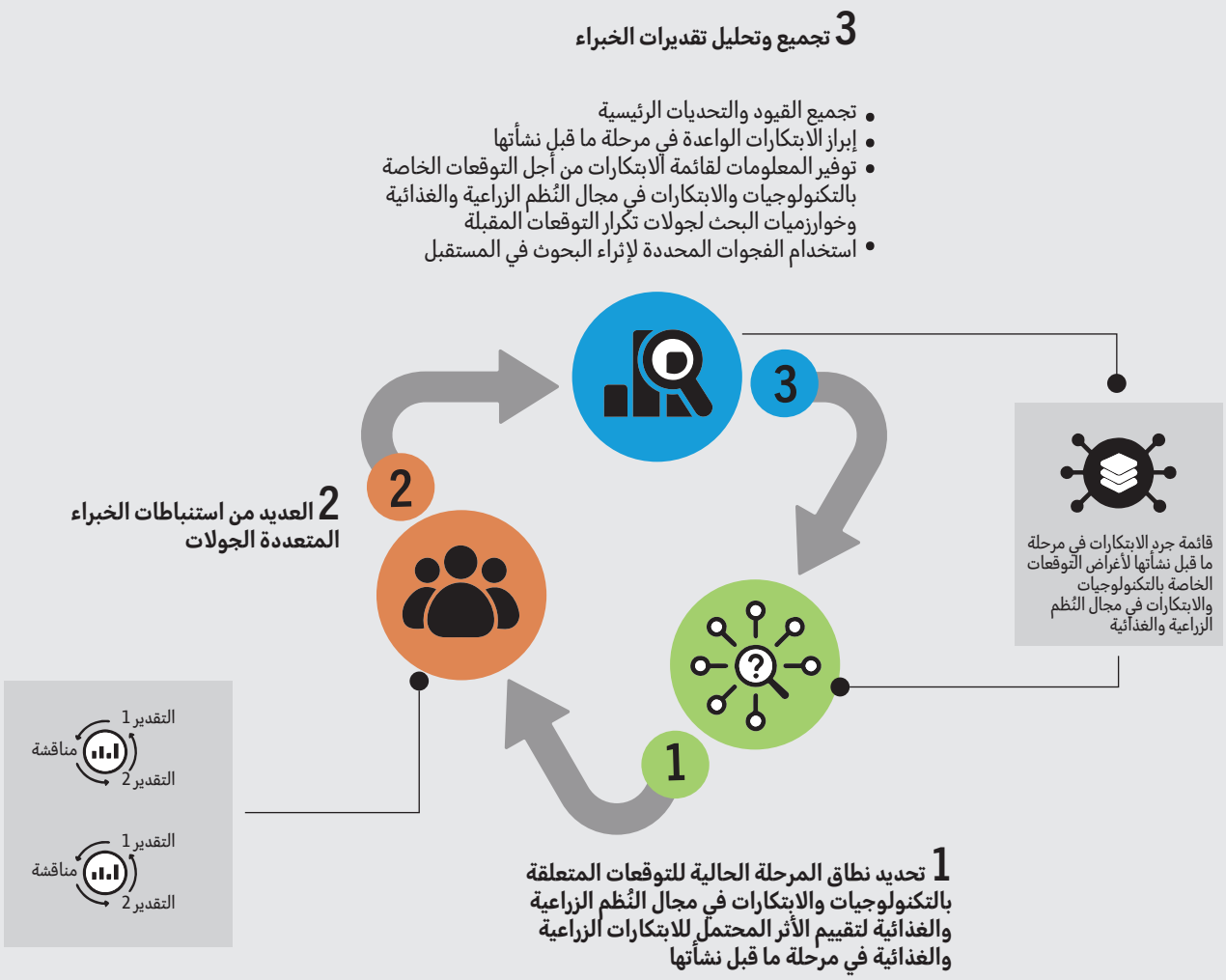
الجدول 2 موجز التقييم السريع للمؤتمرات المعنية بالابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية والخبراء المشاركين المحتملين

نوع المؤتمر	أكاديمي	صناعة	سياسة عامة	رأس المال المجازف به
أنواع المسائل التي يجري النظر فيها	التكيُّف مع تغيُّر المناخ، والاقتصاد الدائري، والمهدر من الأغذية، والتنوع البيولوجي، والأنماط الغذائية الصحية	البروتينات البديلة، والرقمنة، والحماية البيولوجية للمحاصيل، وسلسلة الإمداد، والتصميم الدائري	توسيع/ميكنة مزارع أصحاب الحيازات الصغيرة، وإزالة الكربون، والقدرة على الصمود، وتحويل النُظم الغذائية، والتكيُّف مع تغيُّر المناخ/التخفيف من آثار تغيُّر المناخ، والأنماط الغذائية الصحية	البروتينات البديلة، وابتكارات متاجر البقالة، وسلسلة الإمداد، والرقمنة
أضواء على الابتكارات	النظام العالمي للتنبؤ، والتركيز على الحلول الرقمية والبيانات، والتأمين القائم على المؤشرات، وبيانات الزراعة، ونماذج الحوكمة/نماذج الملكية	استشعار المحاصيل عن بُعد، والذكاء الاصطناعي، وقواعد البيانات التسلسلية، والبيانات الضخمة، والبروتينات النباتية، والروبوتات	الإدارة العضوية للآفات، والتسميد العضوي الدائري، ومنصات البيانات المفتوحة، والتطورات في الزراعة المائية	الزراعة المائية، واللحوم النباتية المصدر، ومنتجات الألبان البديلة، والأغذية الوظيفية، والروبوتات، والبيانات والتحليلات، والمدخلات النباتية البديلة
ما هي البلدان التي تتعلق بها المسائل التي يجري النظر فيها؟	العالم، والبلدان المنخفضة الدخل، والبلدان المتوسطة الدخل	البلدان المرتفعة الدخل	العالم، والبلدان المنخفضة الدخل، والبلدان المتوسطة الدخل	البلدان المرتفعة الدخل
أهمية الاستعانة بالخبراء داخل هذه الفئة	معلومات عن البحوث ذات الصلة	معلومات عن الابتكارات الناشئة مع التركيز على الحجم والإنتاج والسوق القائمة	معلومات عن إمكانات التنفيذ، والنماذج القائمة، والابتكارات الناجحة السابقة، وحالة النُظم الزراعية والغذائية	معلومات عن الابتكارات الجديدة (الممولة وغير الممولة) والإنتاج والقيمة السوقية
الخبراء الذين يمكن استهدافهم	المتحدثون، والمشاركون في حلقات النقاش	العارضون، والمتحدثون، والمشاركون في حلقات النقاش، والمجالس الاستشارية	المتحدثون، والمشاركون في حلقات النقاش، والمجالس الاستشارية	المتحدثون، والمشاركون في حلقات النقاش، والمجالس الاستشارية

(Page، 2008، كما ورد في Hemming وآخرين، 2017). وبالنظر إلى الحاجة إلى توسيع تحديد الخبراء واختيارهم بما يتجاوز الخبراء التقليديين، سيكون من الضروري استكمال الأساليب التقليدية المتبعة في تحديد الخبراء عن طريق بذل جهود صريحة لإدراج منظورات بشأن الابتكار في مجال النُظم الزراعية والغذائية من المنظورات غير التقليدية والممثلة تمثيلًا ناقصًا (مثل منظورات صغار المنتجين والشعوب الأصلية).

ويتمثل مصدر محتمل للخبراء في المتحدثين والمشاركين في العديد من قمم ومؤتمرات النُظم الزراعية والغذائية في جميع أنحاء العالم. وبسبب جائحة كوفيد -19، ازداد استخدام الوسائل الافتراضية لعقد مؤتمرات القمة أكثر من أي وقت مضى، ما يمكن أن يسمح بزيادة عدد المشاركين فيها. ويختلف مشهد المؤتمرات الدولية المعنية بالنُظم الزراعية والغذائية بحسب الحجم والنية والتركيز والارتباط. ولإنشاء قطاع عريض من المؤتمرات، بدأ هذا البحث الأوّلي بأي مؤتمرات متعلقة بالابتكار أو التكنولوجيا أو الاستثمار أو التحوّل في النُظم الزراعية والغذائية. وبعد تقييم سريع للمؤتمرات التي عُقدت مؤخرًا، جرى تحديد أربع فئات عامة هي الوسط الأكاديمي، والصناعة، والسياسة العامة، ورأس المال المجازف به. وليس المقصود من هذا التصنيف أن يكون شاملًا، ولكنه مفيد في تسليط الضوء على أن للأنواع المختلفة من المؤتمرات أهدافًا مختلفة، ويساعد ذلك على تيسير تحديد الخبراء ذوي الخلفيات المختلفة، إذ من المرجح أن يكون المشاركون في هذه المؤتمرات المختلفة معروفين في مجالات مختلفة في ساحة الابتكار على النطاق الأوسع. ومن ذلك على سبيل المثال أن المستثمرين قد يفهمون بصورة أفضل ظروف السوق الأوسع وقيود التمويل، بينما قد يمتلك خبراء الصناعة فهمًا مفصلًا للجاهزية لاستخدام التكنولوجيا وسمات المنتجات، وأما خبراء السياسة العامة فهم على الأرجح يدركون العواقب غير المقصودة ويطرحون تساؤلات حول الإنصاف والعدالة. ويلخص الجدول 2 بعض الخصائص الرئيسية لهذه الفئات المختلفة من المؤتمرات.

الشكل 5 مسار عمل مقترح لتقييم الابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها



6.4 استنباطات الخبراء المهيكلة لأغراض التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية

يجب تصميم وتنفيذ استنباطات التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية بحيث تكون مستدامة في المدى البعيد، سواء أكان بالنسبة إلى الخبراء المشاركين أو الباحثين المشاركين في جمع المعلومات وتجميعها. وتحقيقًا لهذه الغاية، تُعرَّف العملية المستدامة بأنها العملية التي يمكن إجراؤها على فترات متكررة وتعترف بالالتزام بالوقت اللازم للمشاركين والباحثين وتُقلل منه إلى أدنى حد، وتمنع استنزاف المشاركين بسبب الإرهاق، وفي الوقت نفسه تولّد بيانات موثوقة وسليمة. وسيتطلب تحقيق ذلك إنشاء منصة للبيانات البحثية التي تفرزها استنباطات الخبراء، وسييسر ذلك تقديم الاستقصاءات إلى الخبراء، ثم جمع تقديراتهم وتجميعها وتصنيفها في أشكال يسهل الوصول إليها وفهمها لإثراء مناقشات الخبراء، وبالتالي تيسير تحليل النتائج وتجميعها للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية.

ولا يوجد معيار توافقي في أي نموذج من نماذج استنباطات الخبراء، ولكن بروتوكول الاستجواب والمناقشة والتقدير والتجميع بات يمثّل مجموعة معترف بها من البروتوكولات المرنة التي تُستخدم في عملية الاستنباط لتحسين وظائف الاستنباطات وتجربة المستخدمين. وتجمع البروتوكولات أفضل الممارسات من مجموعة من أساليب دلفي واستنباطات الخبراء (Hemming وآخرون، 2017؛ انظر مزيدًا من التفاصيل في نُهج استنباطات الخبراء في المرفق جيم) في أربع خطوات رئيسية:

1. الاستجواب - يُجيب جميع الخبراء كل منهم على حدة على الأسئلة ويقدمون المبررات.
2. المناقشة - يُناقش الخبراء نتائج مجهولة المصدر منبثقة عن الجولة الأولى من الإجابات، وتتاح لهم فرصة طرح أسئلة وتبادل المعلومات ذات الصلة.
3. التقدير - يجيب جميع الخبراء كل على حدة على الأسئلة مرة أخرى وينقحون التقديرات ويقومون بتحديثها، عند اللزوم، استنادًا إلى الأفكار المتولدة من مرحلة المناقشة.
4. التجميع - تجميع النتائج الفردية لتلخيص ردود الخبراء.

وتُجري التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، وفقًا لبروتوكول الاستجواب والمناقشة والتقدير والتجميع، وبالاستناد إلى أساليب دلفي التقليدية، استقصاءات متعددة الجولات يقوم فيها الخبراء باستعراض ومناقشة النتائج المجمّعة في الجولات السابقة من إجابات الخبراء، وتتاح لهم الفرصة لتعديل تقديراتهم وتحديثها من خلال تبادل الأدلة وحل مسائل الغموض اللغوي (Hemming وآخرون، 2017). واستخدمت نُهج دلفي التقليدية هذه المراحل لتعزيز توافق الآراء بين الخبراء (Cole و Donohoe وStellefson، 2013)، ولكنّ توافق الآراء ليس شرطًا من شروط الاستنباط في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، ذلك أنه قد تكون هناك قيمة أكبر في تسليط الضوء على المجال الذي يوجد فيه توافق في الآراء والمجال الذي يوجد فيه عدم يقين واختلاف كبير في الآراء. وعلى غرار نهج Chrysafi وآخرين (2022) لتقدير الروابط بين عمليات نظام الأرض، فإن استنباطات التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية ستدمج استنباطات موازية من الخبراء في العمليات التي تسعى إلى تجميع وتوليف فهم الابتكارات في مرحلة ما قبل النشوء باستمرار وبصورة متكررة، وستصب نتائج كل جولة من التوقعات في مستودعات بيانات الابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها وستسلط الضوء على الفجوات الرئيسية التي يتعيّن استهدافها في الجولات المقبلة (الشكل 5). ويمكن الرجوع إلى وصف مفصَّل وتدريجي لاستنباطات التوقعات التي يجريها الخبراء في المرفق جيم.

مدغشقر
بائعة السمك السيدة Rahova تنتظر بجوار قارب صيد وأسماك سبق أن اشترتها من الصيادين.

© FAO/Alexander Joe

الفصل السابع
مؤشرات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة

تُعرَّف العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة بأنها اتجاه أو ابتكار جديد في مجال التكنولوجيا أو السياسات أو المؤسسات أو غير ذلك من الابتكارات التي يبدأ استخدامها في العالم الحقيقي - بما يتجاوز التجارب التي يديرها الباحثون - في السنوات القليلة الماضية. وهذه العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة يمكن أن تظهر لأول مرة كمواضيع ذائعة على وسائل التواصل الاجتماعي، أو أفكار تُسجل براءة اختراعها من جانب رواد الأعمال أو الشركات الممولة مؤخرًا من خلال رأس المال المجازف به، أو الجهود الشعبية الجديدة التي يُطلقها المزارعون أو العاملون في قطاع صيد الأسماك، أو الرعاة أو غيرهم من جماعات صغار المخترعين غير الرسميين في مجال النُظم الزراعية والغذائية. وغالبًا ما تكون البيانات في المرحلة الناشئة من مجالات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات مترابطة ويمكن أن تحتوي في كثير من الأحيان على مؤشرات تُطمس عبر جوانب متعددة، إن لم يكن في كل جانب من جوانب العلوم والتكنولوجيا والابتكارات. وعلاوة على ذلك، يمكن أن تنشأ العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مكان ما في وقت أبكر بكثير من ظهورها في مكان آخر، وبأشكال مختلفة في أماكن مختلفة. ويجعل ذلك كله تتبّع العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة تحديًا كبيرًا.

ومن المهم النظر في الطريقة التي تتجسّد بها دوافع العلوم والتكنولوجيا والابتكارات والبنية التحتية في الخطاب الأوسع داخل النُظم الزراعية والغذائية. وحدد Fanzo وآخرون (2021) مجالين اثنين يحدث فيهما الابتكار (الشكل 6): سلاسل الإمداد للنُظم الغذائية والمجالات المميزة لنُظم الإنتاج، والتوزيع والتخزين، والتجهيز والتغليف، والتجزئة والأسواق؛ والبيئات الغذائية، وتوافر الأغذية والوصول المادي، والوصول الاقتصادي، والترويج، والإعلان والمعلومات، وجودة الأغذية وسلامتها. ويمكن فهم المجال الذي قد يكون مناسبًا للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات داخل النُظم الزراعية والغذائية من خلال الاستفادة من الذكاء الاصطناعي لإظهار واكتشاف أنواع مختلفة من التكنولوجيا والابتكارات وتنظيمها داخل إطار يُركز على الابتكارات في المجالات التكنولوجية والاجتماعية والسياسية والاقتصادية وفي النُظم الإيكولوجية.

ولن تظهر معلومات عن التكنولوجيات الناشئة تُناسب الغرض المنشود في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل من مصدر بيانات واحد. وسيلزم مقارنة تحديد أي تكنولوجيا أو خدمة، مهما كانت واعدة، بالبيانات المتعلقة بالجدوى على المستوى القطري، ومقارنتها بمؤشرات مثل الإمكانية القائمة للاتصال الإلكتروني، والكهربة، والطرق، والبنية التحتية.

7.1 المؤشرات ومصادر البيانات

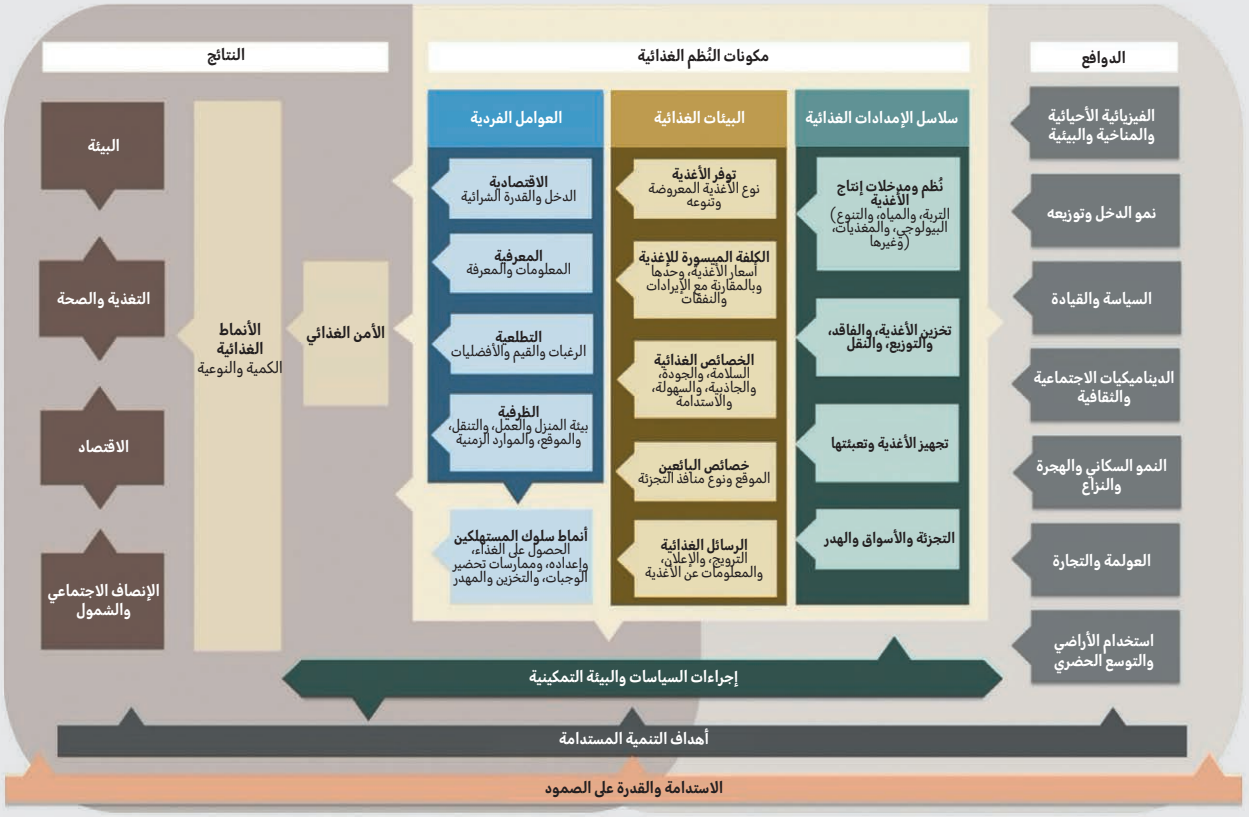
تم تقييم خمسة وستين مصدرًا من مصادر البيانات للتأكد من جدواها. وجرى تحديد المصادر بعد ذلك بحسب النوع ووُضعت ضمن مجموعة مؤشرات أوسع نطاقًا (انظر الشكل 7). ويُلاحظ أن هذا مجرد دليل على الطريقة التي يمكن بها للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية جمع البيانات المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات باستخدام هذه الأساليب؛ وسيتطلب هذا النهج تكييفًا بسيطًا مع الأنواع الأخرى من الابتكارات.

الجدوى التجارية: تتعلق المجموعة الأولى من المؤشرات بمفهوم الجدوى التجارية - الذي يُركز على جدوى الفكرة في السوق وقدرتها على تلبية احتياجات المستهلكين أو أداء الدور الذي من المفترض أن تقوم به (حكومة كوينزلاند، 2019، https://www.business.qld.gov.au/starting-business/planning/idea/feasibility). ويمكن تقييم الجدوى التجارية من خلال النظر في مجموعة من أنواع المصادر، بما في ذلك براءات الاختراع وبيانات الاستثمار.

- توفِّر بيانات براءات الاختراع مصدرًا غنيًا يوفر معلومات عن الابتكارات، وتُستخدم هذه البيانات على نطاق واسع كمؤشر للابتكار (Sampson، 2007). ويذهب بعض المؤلفين إلى القول إنّ عدد براءات الاختراع مؤشر متسق وموضوعي لقياس الابتكار وإنّ بيانات البراءات توفِّر الاتساق والموضوعية (Boone وآخرون، 2019).

- يمكن لبيانات الاستثمار العام والخاص أن تلقي الضوء على الخدمات والمنتجات الناشئة وتعرض العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي لم تنضج تمامًا في عملية بلورة الأفكار، ولكن لديها خطة عمل كافية للحصول على مستوى معيّن من الاستثمارات الخارجية.

الشكل 6 خريطة مفاهيمية للنُظم الزراعية والغذائية



المصدر: Fanzo وآخرون، 2021.

◄ يُمكِّن متجر Google Play إلقاء نظرة على التطبيقات التي ثبتت جدواها التجارية من خلال توافرها في السوق العامة. ويمكن أن يُعالج الاستكشاف الجديد لهذه القواعد من البيانات جزئيًا مسائل تحديد الخدمات غير الرسمية الناشئة في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل.

ويمكن أن تُحدد بسهولة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي يُستخدم معها هذا المؤشر لتتبّع براءات الاختراع الجديدة والإعلانات وتحديثات الاستثمارات (الخاصة والعامة)، وتحديثات تطبيقات التنقيب في البيانات داخل متجر Google Play، لتحديد التطبيقات المضافة حديثًا. وبالإضافة إلى ذلك، ترتبط المعلومات الجديدة المتعلقة بالجدوى التجارية ارتباطًا وثيقًا بكيفية جمع البيانات والمعلومات المتعلقة بالمؤشرات التالية - على سبيل المثال، يمكن أن تظهر أيضًا مصادر الأخبار التي تُحدد الاستثمارات الرئيسية الجديدة في العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مصادر البيانات التي يتم استعراضها للوصول إلى مؤشر الاتجاهات.

الاتجاهات: يمكن تصنيف المجموعة الثانية من مصادر البيانات ضمن فئة أوسع من بيانات الاتجاهات. وهذه هي المصادر القائمة على النصوص التي توفِّر معلومات عن الابتكارات والتكنولوجيات والعلوم في مجال التقنيات الزراعية. ويمكن أن يوفّر تلخيص أحدث الأخبار التكنولوجية وتجميعها وتحليلها أحدث المعلومات عن التكنولوجيات الراهنة في مجال النُظم الزراعية والغذائية المعروضة في السوق. ويمكن استخدام هذه المعلومات بالاقتران مع مؤشرات من مجموعات أخرى لاتخاذ قرارات بشأن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة التي تُناقش من جانب الخبراء والمنظمات.

◄ تُشكل منصات الابتكار مؤشرًا غير مباشر قوي لتحديد الاتجاهات في العلوم والتكنولوجيا والابتكارات. وتتيح هذه المنصات مساحة تعلّم وتغيير توفّر أداة لدعم عمليات الابتكار المفتوحة. وهي تجمع بين مختلف الجهات الفاعلة داخل النظام الإيكولوجي في مكان واحد لتحديد الحلول أو لتحقيق الأهداف المشتركة (Tui وآخرون، 2013).

الشكل 7 المؤشرات ومصادر بياناتها

وأهم ما يتطلبه تتبّع هذا المؤشر إجراء استعراض منتظم للأخبار ووسائل الإعلام وأحداث الابتكار/تحديثات المنصات، لضمان إدراج تنوع المصادر ولغاتها في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. ويمكن أن يساعد رصد جداول أعمال الأحداث الرفيعة المستوى أيضًا في تحديد معلومات جديدة عن اتجاهات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة. ويكون أي استعراض لوسائل الإعلام من أجل التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية قائمًا على التشاور مع اختصاصي في الاتصالات/وسائل الإعلام، لضمان أن تكون النتائج والبحوث ذات مغزى (على سبيل المثال، كيفية مراعاة الوزن، والشعور السائد، وتجنب العد المزدوج، وعمليات البحث الموجهة).

الأثر العلمي والتكنولوجي: ترتبط مصادر البيانات ضمن هذه الفئة بشكل أساسي بالبحث العلمي الذي يتناول أثر التكنولوجيا في مجال النُظم الزراعية والغذائية، وتقييم الأخذ بالتكنولوجيا، وتحليلات البيانات/النظام الإيكولوجي الرقمي. من ذلك على سبيل المثال أن Sott وآخرين (2011) يُشيرون إلى أن الواقع المعزز لم يُستكشف إلّا قليلًا في الزراعة، بينما استُخدمت التكنولوجيات على نطاق واسع في قطاعات أخرى، مثل البيانات الضخمة، وقواعد البيانات التسلسلية، ونمذجة المحاكاة/النمذجة الرياضية. وبالإضافة إلى ذلك، استخدم Silva وSilva-Mann (2021) التحليل الإحصائي لقوائم المطبوعات لدراسة المواضيع الرئيسية المتعلقة بالابتكارات التكنولوجية الزراعية التي نمت أكثر من حيث النشر العلمي، وتصنيف التقنيات التي يمكن أن تصور فترة زمنية طويلة، وتطوير المعرفة بمؤشرات العلوم والتكنولوجيا.

ويتطلب هذا المؤشر، شأنه شأن الجدوى التجارية والاتجاهات، خطة رصد متسقة لجمع وتحديث المعلومات عن الآثار العلمية والتكنولوجية. وباستخدام مصادر الأخبار ووسائل الإعلام، واستخلاص المعلومات عن الناشرين والمجلات، ومن خلال حضور المؤتمرات واستعراض مواد الأحداث، يمكن تحديد المعلومات الجديدة عن الآثار العلمية والتكنولوجية وتتبّعها.

7.2 الوصول إلى البيانات وتوافر مصادر البيانات

يُمثِّل الوصول سمة رئيسية لأي نوع من البيانات المهيكلة أو شبه المهيكلة أو غير المهيكلة، لاستخدامها في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، ولكنّ الاحتفاظ بالموارد التي يتم الحصول عليها عن طريق الإنترنت يتطلب وجود بنية تحتية كبيرة للحوسبة وموارد لتنظيم البيانات. واختُبِرت بالفعل حالات الاستخدام التي تنطوي على نماذج برمجة اللغة الطبيعية وتعلّم الآلة لتحديد الابتكارات من خلال قواعد البيانات الأكاديمية وأكثر من 25 مصدرًا من مصادر المؤلفات غير الرسمية والتحقق من صحتها في مجموعة مركزة نشرتها Nature Research في عام 2020 تحت عنوان مشروع Ceres2030: Sustainable Solutions to End Hunger (مشروع Ceres2030: حلول مستدامة للقضاء على الجوع) (Acevedo وآخرون، 2020؛ Baltenweck وآخرون، 2020؛ Bizikova وآخرون، 2020؛ Liverpool-Tasie وآخرون، 2020؛ Maïga وآخرون، 2020؛ Piñeiro وآخرون، 2020؛ Porciello وآخرون، 2020؛ Ricciardi وآخرون، 2020؛ Stathers وآخرون، 2020). واختَبرت التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية هذه الأساليب عبر مصادر البيانات الجديدة والمتنوعة ذات الصلة بتتبع الابتكارات طوال دورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات، بما في ذلك براءات الاختراع، ومصادر الأخبار، ووسائل التواصل الاجتماعي، وغيرها من البيانات غير المهيكلة.

وتُمثّل واجهة برمجة التطبيقات وسيطًا برمجيًا يسمح لتطبيقين بالتواصل في ما بينهما. وتُستخدم واجهات برمجة التطبيقات لفتح بياناتها ووظائفها لكي تستخدمها أطراف ثالثة. وتُشير هذه الخدمات

في كثير من الأحيان إلى أن البيانات يتم تحديثها على فترات متواترة (وبعضها، مثل بيانات الطقس، في الوقت الحقيقي)، ويُسمح بإعادة استخدام البيانات ودمجها في برامج أخرى، وسيجري توحيد البيانات المستخرجة - وكلها ميزات مهمة عند النظر في كيفية الاستفادة من مصادر البيانات المتعددة للتحليل على أساس مستمر.

وكدليل لإثبات جدوى المفهوم، أُجريت سلسلة من المشاورات السريعة لتقديم اقتراحات بشأن الحالات التي يمكن فيها تحديد بيانات اتجاهات الصناعة ذات الصلة والبحوث المتعلقة بالعمليات المماثلة التي تُركز على تحديد تنظيم البيانات المتعلقة بالابتكار والتكنولوجيا في المجال الزراعي في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. وتم تحديد 65 مصدرًا محتملًا باستخدام واجهات برمجة التطبيقات القائمة (المرفق دال) لتحديد طريقة الاستفادة من مصادر البيانات الجديدة إلى جانب المعرفة المستمدة من الموارد الأكاديمية والمؤلفات غير الرسمية في المستقبل باستخدام أساليب برمجة اللغة الطبيعية المماثلة. واستندت في نهاية المطاف 19 من تلك الأساليب المختارة إلى تقييم تناول ما يلي:

1- ما إذا كان بالإمكان تطبيق تقنيات برمجة اللغة الطبيعية.

2- إمكانية الوصول إلى البيانات وما إذا كانت هناك حواجز تحول أو لا تحول دون الوصول إليها.

3- تحديد طريقة عرض البيانات وتصنيفها.

4- تواتر تحديث المصدر.

5- الرأي الشخصي/المهني بشأن جودة البيانات.

ويحُدِّد الجدول 3 مجموعة (غير شاملة) من المصادر المتاحة للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية للاستفادة منها، ويوفِّر ذلك قائمة لتحديد الحالات التي يتوقع فيها حدوث مشاكل في الوصول في ما يتعلق بالاشتراكات، وما إذا كانت هناك واجهة متاحة لبرمجة التطبيقات. والأهم من ذلك أن العديد من الموارد أو المواقع الإلكترونية المتاحة مقابل رسوم اشتراك، ستتطلب رقابة وموارد إضافية في عملية إعداد المدخلات وبيانات التدريب. وشملت عملية التقييم فحص ما إذا كان مصدر البيانات يشمل واجهة برمجة تطبيقات قائمة، وإذا لم يكن الأمر كذلك، ما إذا كان ذلك يؤدي إلى عملية تُعرف باسم تحليل المواقع الإلكترونية، حيث يتم إنشاء شفرة مخصصة لرفع المعلومات من الموقع الإلكتروني. وشملت معايير التقييم الأخرى ما إذا كانت البيانات الوصفية متاحة، وتواتر تحديثات المصادر، وما إذا كان يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لاستخلاص الأفكار. ويتضمن المرفق دال مزيدًا من المعلومات عن الموارد.

7.3 تحديد التكنولوجيات الناشئة من البيانات غير المهيكلة باستخدام الذكاء الاصطناعي

من الحاسم تحديد التكنولوجيات الناشئة في الزراعة مبكرًا من أجل تصميم وتكييف الأسواق الجديدة، والسياسات، والبحث والتطوير، والبرامج، والبنية التحتية، والتعليم. ويعني كشف التكنولوجيات الزراعية الناشئة مزيدًا من الفرص لمناقشة الأثر المحتمل. ومن الثابت أن تطوير الابتكارات المستمدة من البحوث يمكن أن يستغرق سنوات، ولا بدّ في كثير من الأحيان من استخدامها لفترة زمنية طويلة قبل أن تتحقق فوائدها المباشرة وغير المباشرة بالكامل. وعلاوة على ذلك، تُصمم الابتكارات في كثير من الأحيان في وقت قد يبدو مختلفًا تمامًا عن العالم الذي تنتشر فيه تلك الابتكارات في نهاية المطاف - وتستغرق عادة تكنولوجيات النُظم الزراعية والغذائية ما يصل إلى 20 عامًا لكي تنضج من فكرة أوّلية وتتجسد في آثار قابلة للقياس على نطاق واسع. وكلما كان من الممكن استخراج معلومات ذات صلة بشأن ما يبدو عليه الابتكار التكنولوجي في مراحله المبكرة، كلما كان من الممكن الاستعداد للمستقبل.

ويتطلب تحديد التكنولوجيات الناشئة من عالم البيانات غير المهيكلة المتاحة الآخذ في الاتساع باستمرار عملية متعددة الخطوات: فهم المشكلة، وتحديد البيانات وتنظيفها للاستخدام، وإنشاء أو تحديد أدوات للتحليل، وإجراء التحليل، والمقارنة المعيارية للنماذج وضبطها.

ويشمل ذلك توليف جميع المعلومات العلمية والتقنية والإعلامية المتاحة المنتشرة عبر مجموعة متنوعة من الدراسات الفردية والتقارير الإخبارية ووثائق براءات الاختراع والتقارير وغيرها. وقد يكون ذلك صعبًا نظرًا لاتساع وعمق البحث العلمي البشري الذي يتضاعف تقريبًا كل تسع سنوات (Mutz وBornmann، 2015).

ويمكن للنُهج الجديدة، مثل الذكاء الاصطناعي، أن تساعد على إيجاد أنماط وإجراء تنبؤات تسترشد بها الأسئلة المفتوحة والتحليلات (انظر الشكل 8). وتُعدّ تطبيقات، مثل تعلّم الآلة/رؤية الحاسوب، التي تُستخدم مرارًا لتسريع معالجة البيانات الضخمة، مفيدة بشكل خاص لمهام مثل تصنيف البيانات وتجميعها، والتعرف على الصور والكلام، والتحليلات التنبؤية، واستخراج المعلومات. وتُمثّل برمجة اللغة الطبيعية مجالًا من مجالات تعلّم الآلة تُدرَّب فيه الآلات الحاسوبية على فهم النص واللغة المنطوقة.

واستُخدمت في هذه العملية نماذج الذكاء الاصطناعي القائمة التي طورتها شركة Havos Inc.، وهي شركة ناشئة أطلقتها جامعة كورنيل. ونجحت هذه النُهج في تسريع عملية الاستعراض المنهجي والاستكشافي، وتحديد الآثار والفجوات من قواعد الأدلة الخاصة

الجدول 3-ألف مصادر بيانات الجدوى التجارية

المصدر	وصف المصدر
الجدوى التجارية	
مجموعة البيانات العامة في موقع Google لبراءات الاختراع	مجموعة البيانات العامة في موقع Google لبراءات الاختراع هي مجموعة من جداول مجموعة بيانات BigQuery المتوافقة المستمدة من الحكومات والبحوث والشركات الخاصة لإجراء تحليل إحصائي لبيانات براءات الاختراع.
المنظمة العالمية للملكية الفكرية	باعتبارها واحدة من وكالات الأمم المتحدة الخمس عشرة المتخصصة، تشمل المنظمة العالمية للملكية الفكرية عددًا من مصادر بيانات براءات الاختراع والملكية للباحثين على موقعها الإلكتروني.
قاعدة بيانات براءات الاختراع الإقليمية (REGPAT) التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي	تشمل طلبات براءات الاختراع المقدمة إلى المكتب الأوروبي لبراءات الاختراع ومعاهدة التعاون بشأن البراءات بحسب الإقليم. وتشمل إيداعات البراءات المرتبطة بأكثر من 500 5 إقليم باستخدام عناوين المخترعين/المودعين.
شركة Wellspring Worldwide	شركة كبيرة توفِّر حلول نقل التكنولوجيا في جميع أنحاء العالم. واستحوذت شركة Wellspring على منصة Flintbox، وهي أكبر سوق عالمي لتبادل التكنولوجيات في مراحلها المبكرة.
شركة AgFunder	شركة رأسمال استثماري في مجال التكنولوجيا الزراعية، وهي تصدر تقريرًا عن الاستثمارات في قطاعات التكنولوجيا الزراعية والغذائية سنويًا.
S2G Ventures	تقرير يتتبع الاتجاهات على المستوى الكلي وديناميكيات السوق والابتكارات الجديدة من أجل النُظم الغذائية المستدامة التي تطورها شركة استثمار زراعي وغذائي.
شركة Pitchbook	شركة للبيانات المالية والبرمجيات الحاسوبية يقع مقرها في سياتل. وتوفِّر قاعدة بياناتها التي يمكن الوصول إليها مقابل دفع رسوم، معلومات وتحليلات للأعمال في مجال رأس المال المجازف به والنظام الإيكولوجي للشركات الناشئة في العالم.

الجدول 3-باء مصادر بيانات الاتجاهات

المصدر	وصف المصدر
الاتجاهات	
مؤتمر القمة العالمي للابتكار في مجال التكنولوجيا الزراعية (22-23 مارس/آذار 2022)	الملتقى السنوي للنظام الإيكولوجي العالمي للتكنولوجيا الزراعية حيث تجتمع الشركات الزراعية والغذائية والمستثمرون ورواد التكنولوجيا لتبادل الرؤى واستلهام الأفكار وتحديد شركاء المستقبل.
Techcrunch	صحيفة تُركز على شركات التقنيات العالية والشركات الناشئة، تأسست في يونيو/حزيران 2005.
شبكة أخبار الابتكارات (Innovations News Network)	مطبوعة رقمية توفِّر تحديثات يومية مجانية بشأن البحوث العالمية والعلوم الناشئة والسياسات والابتكارات.
شبكة أخبار تكنولوجيا الزراعة الناجحة في النُظم الغذائية	موقع إلكتروني إخباري متاح على الإنترنت. ويُسلط قسم أخبار التكنولوجيا الضوء على أخبار المنتجات الزراعية المحكمة، ويكتشف أحدث التكنولوجيا الزراعية التي يمكن أن تساعد المزارعين على إدارة المزرعة بكفاءة أكبر.
Contxto	إحدى المنصات الرئيسية للتكنولوجيا والشركات الناشئة وأخبار وبيانات رأس المال المجازف به في أمريكا اللاتينية. وهي شركة متخصصة في تكنولوجيا الإعلام والبيانات، وتغطي أحدث التقارير عن التكنولوجيا وريادة الأعمال وأكثرها صلة من المكسيك إلى الأرجنتين.
تكنولوجيا الأغذية والزراعة (Food and Farming Technology)	موقع إلكتروني إخباري على الإنترنت يُقدّم التطورات التكنولوجية الرائدة في مجال نمو الأغذية وحصادها ونقلها وتصنيعها وتجزئتها. ويُقدم الموقع حلولًا مستدامة يوميًا للجمهور العالمي من القراء في مجالات الزراعة وإنتاج الأغذية والآلات والبرمجيات والإلكترونيات والهندسة والخدمات المالية.
Agri Tech Tomorrow	مجلة تجارية إلكترونية عن المنتجات والشركات والأخبار والمقالات والأحداث المتعلقة بالتكنولوجيا الزراعية وصناعات الزراعة المحكمة، مع التركيز على التكنولوجيات الجديدة التي من المرجح تسويقها تجاريًا.

الجدول 3-جيم مصادر بيانات الأثر العلمي والتكنولوجي

المصدر	وصف المصدر
الأثر العلمي والتكنولوجي	
استراتيجية وزارة الزراعة الأمريكية للبحوث - لوحة المتابعة	تتولى إدارة البحث والتعليم والاقتصاد في وزارة الزراعة في الولايات المتحدة المسؤولية عن القيادة الاتحادية للنهوض بالمعارف العلمية المتصلة بالزراعة.
المعهد الوطني للبحوث الزراعية في البرازيل	يمثّل تقرير Radar Agtech 2020/2021 الطبعة الثانية من خرائط التكنولوجيا الزراعية والتكنولوجيا الغذائية في البرازيل. وتتضمن الوثيقة معلومات كمية ونوعية ضرورية لبيئة الابتكار الزراعي الوطنية.
سلطة الابتكار الإسرائيلية	منصة ابتكار مفتوحة تدعو الحكومة الإسرائيلية إلى استخدامها للعمل في مشروع/حلّ معيّن.
الوكالة البافارية للاستثمار	وكالة ترويج أنشطة الأعمال التابعة لولاية بافاريا وشركة Bayern International GmbH. وتوفّر الوكالة خريطة تفاعلية لجميع الشركات والتجمعات والشركات الناشئة في بافاريا (ألمانيا).
جامعة إلينوي في إربانا - شامبين	قائمة جماعية بأسماء الشركات الناشئة التي أسسها أشخاص كانوا جزءًا من جامعة إلينوي.
وزارة الزراعة في الولايات المتحدة	أخبار وزارة الزراعة في الولايات المتحدة والإعلانات والمدونات المتعلقة بالتكنولوجيا الزراعية.
معهد العلوم الاجتماعية الكمية، جامعة هارفارد	وثيقتان بحثيتان منشورتان تتضمنان بيانات عن براءات الاختراع.
مختبر الأغذية الرقمية	شركة استشارية تُقدّم الأفكار والاستراتيجيات المتعلقة بالتكنولوجيا الغذائية لشركات الأغذية والمشروبات.

بالمنظمة ووثائق المشاريع وفقًا للخطط الاستراتيجية، وساهمت في تحديد المعلومات المضللة حول التردد في أخذ اللقاح من موارد وسائل التواصل الاجتماعي (Porciello وآخرون، 2020، Porciello وآخرون، 2021أ، Porciello وآخرون، 2021ب). ومن السمات الرئيسية للنماذج تحديد التدخلات في مجال النُظم الزراعية والغذائية من نص غير مهيكل، حيث يمكن التعرف على مراحل محددة كتكنولوجيات منفصلة أو برامج اجتماعية أو اقتصادية أو خدمات للنظام الإيكولوجي ثم تنظيمها داخل التصنيف الأكبر للتدخلات. وباستخدام نماذج NER-BERT التحويلية الحديثة، لا يحتاج النموذج إلى رؤية التدخل المحدد من قبل كي يتمكن من الكشف عنه (Liu وآخرون، 2021). وبالإضافة إلى تحديد العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة، يمكن استخراج عناصر إضافية للتعرف على الكيانات المسماة، مثل المنظمات والبلدان والشرائح السكانية والنباتات والحيوانات، جنبًا إلى جنب مع التدخلات، بأقل قدر من الضبط الدقيق للنماذج. ويؤدي ذلك إلى إيجاد عالم مهيكل من البيانات لتحليلها في الحالات التي لم تكن توجد فيها أي بيانات من قبل.

ويحقق تشابه التدخلات مع العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة إلى تحقيق قدر كبير من التكامل، ولن يتطلب سوى قدرًا ضئيلًا من بيانات التدريب (لكل مصدر) من أجل إجراء ضبط دقيق للنماذج لاستخدامها في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. واختُبرت جدوى توسيع تعلّم الآلة وفرصه في دعم الكشف عن التكنولوجيات الناشئة لأغراض التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية، وذلك باستخدام المصادر وهياكل البيانات التي لم تستخدمها هذه النماذج من قبل، بما في ذلك براءات الاختراع ومنصة تويتر ومصادر الأخبار على شبكة الإنترنت بدون واجهات برمجة التطبيقات. واستُخدمت بنجاح الموارد الأخرى الواردة في جدول المؤشرات، مثل الاستثمارات الخاصة الفردية/التقارير الرفيعة المستوى، ومنصات الابتكار، وبيانات الاستثمارات العامة، وGoogle Play، وقيِّمت للتعرف على البارامترات المماثلة (على سبيل المثال، تدخلات الزراعة الرقمية). والموارد الوحيدة التي لم تُختبر بالكامل هي قواعد بيانات المستثمرين من القطاع الخاص، مثل Crunchbase وPitchbook، التي لا يمكن الوصول إليها من دون دفع اشتراكات. وإذا تسنى الوصول إليها والحصول على إذن باستخدامها، فإن قواعد البيانات لا تختلف في هيكلها عن قواعد بيانات الفهرسة الأخرى وسيكون من السهل نسبيًا دمجها.

7.4 مناقشة

يُتيح جمع بيانات عن العالم الحقيقي من مجموعة متنوعة من المصادر فرصة مثيرة للاهتمام وفعالة من حيث الكلفة لرصد التكنولوجيات الناشئة وتقييمها. ولم يُستغل الذكاء الاصطناعي بالقدر الكافي في الجمع بين مجموعات البيانات الكبيرة وأُطر المؤشرات وتنسيقها مع الأُطر الجديدة أو غيرها. وبالنسبة إلى التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، فإن ذلك في معظمه يعتبر ذا صلة بضمان التنسيق التقني المستمر بين برامج مثل مؤشرات العلوم والتكنولوجيا الزراعية وبوابة حلول النُظم الزراعية المبتكرة.

ومن خلال تقييم مجموعة فرعية من البيانات المتاحة عن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة، فإن إثبات جدوى المفهوم يبين قيمة استخدام الذكاء الاصطناعي وتعلّم الآلة في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. ويوفِّر ذلك استعراضًا متسقًا للمعلومات من أجل التوقعات، باستخدام عملية مؤتمتة لتوحيد البيانات.

وهذا النهج قابل للتوسيع. ويمكن إضافة مصادر بيانات جديدة إلى قائمة البيانات في ظل استمرار تطور التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النظم الزراعية والغذائية. واختُبر هذا النهج باستخدام بيانات غير مهيكلة مستمدة من مصادر مختلفة، وتم توفير الوقت والموارد البحثية، مع زيادة الموضوعية والقيمة التحليلية للبيانات المحددة والمقيّمة. وفي ضوء ذلك، يوصى باتباع نهج قائم على الذكاء الاصطناعي/تعلّم الآلة للمعاونة في إعداد التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النظم الزراعية والغذائية في المستقبل.

وتُعدّ خطوات تحديد قائمة وتقييمها وبنائها لاستيعاب المصادر ذات الصلة، وإثبات جدوى طريقة استخدام تعلّم الآلة لإجراء نمذجة للمواضيع ولاستخراج المعلومات خطوات أولى مهمة. غير أن تحقيق مستوى الدقة المنشود يتطلب موارد إضافية لضبط النموذج وتدريبه.

وأخيرًا، وكما هو متوقع بالنسبة إلى تجربة عامة مثل التجربة التي ليس لها تركيز معيّن، حددت المواضيع أوصافًا عامة للأشياء بدلًا من مجموعة مركزة من الابتكارات الناشئة. وسيتحسن ذلك كلما كان لكل تقرير من تقارير التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية نطاق مواضيعي أو جغرافي أكثر تحديدًا. ويحدد إثبات جدوى المفهوم المبيّن هنا مجرد الخطوات التي سيجري اتباعها في العمل، ويُثبت كيفية توفير الوقت وفي الوقت نفسه زيادة التنوع وحجم بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي يمكن استعراضها.

7.5 تحسين استخدام الذكاء الاصطناعي في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية

هناك قيود مرتبطة باستخدام الذكاء الاصطناعي يجري تسليط الضوء عليها أيضًا أثناء وصف فرص تصحيح المسار.

أولًا، تميل البيانات العالية الجودة المستمدة من مصادر مثل براءات الاختراع، إلى تأكيد مؤشرات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة التي تركز على تكنولوجيات التخزين والتوزيع والتجهيز والتغليف، مع بعض المعلومات عن الابتكارات في مجال جودة الأغذية وسلامتها، والابتكار في مجال التجزئة والسوق، في حين يبدو أن وسائل الإعلام الإخبارية ووسائل التواصل الاجتماعي تؤكد الاتجاهات والشواغل الاجتماعية ذات الصلة. ويوضح المرفق دال هذه النتائج.

ويتسم ذلك بأهمية خاصة لأن مجموعات البيانات ليست محايدة، ولكنها تمثّل معايير اجتماعية وسياسية معيّنة يمكن أن تؤثر على المجموعات المهمشة تحديدًا. وينبغي اتخاذ خطوات معيّنة لتقليص التحيُّز في مجموعات البيانات وفي عملية مدخلات النماذج ونتائجها، مثل التعقيبات المستمرة المستمدة من عمليات التوسيم التي يجريها خبراء مدربون تلقوا تدريبًا على التنوع والإنصاف والشمول، فضلًا عن إضافة بيانات جديدة باستمرار. ويمكن للتعقيبات أن تحسّن باستمرار أداء النماذج ودقتها وتُقلص في الوقت نفسه من التحيُّز. ويجب أن تعمل التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية بطريقة متسقة تمامًا مع نداء روما من أجل أخلاقيات الذكاء الاصطناعي.[18]

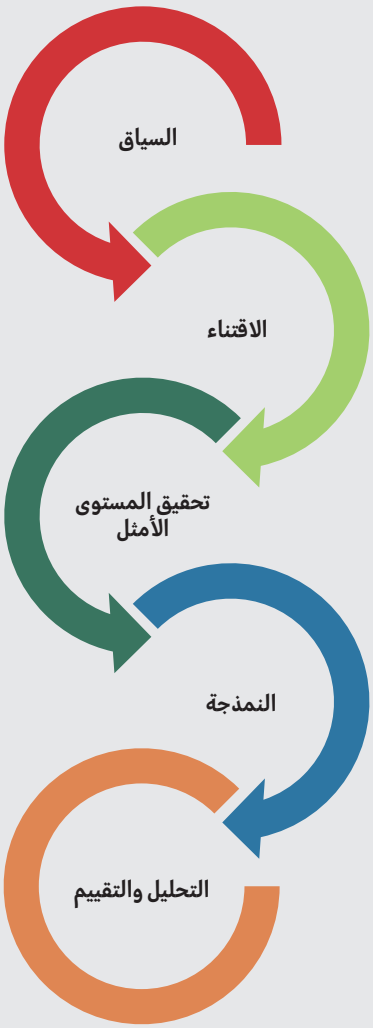
وتُدرَّب نماذج تعلّم الآلة مسبقًا باستخدام مجموعات بيانات هائلة. ويزداد الاهتمام ببناء الوعي وتوثيق التحيُّز المعروف في تعلّم الآلة. وعندما يستخدم واضعو النماذج مجموعات هذه البيانات، يجب أن يكونوا على دراية بالمسائل المحتملة التي تنطوي عليها مجموعات بيانات التدريب وتصحيح المسار من خلال إدراج بيانات تدريب إضافية يمكن أن تساعد على تصحيح هذه المشاكل. ويمكن أن تكشف أساليب تعلّم الآلة عن أنماط لم يكن من الممكن للعقل البشري وحده اكتشافها، ولكن «قابلية تفسير» الأنماط تعتمد على الخبرة في المجال (Murdoch وآخرون، 2019). ويتوصل تعلّم الآلة دائمًا تقريبًا إلى «نمط»، ولكن الرؤية التي يوفرها هذا النمط المحدد لا يكشفها مجرد العثور عليه (Bishop وNasrabadi، 2006؛ Marsland، 2015).

وأخيرًا، يتطلب تعلّم الآلة تدريبًا من أجل تحسين دقته بصفة عامة. ويتخذ التدريب في العادة شكل أشخاص يقدمون مقادير صغيرة من التعقيبات عن طريق توسيم البيانات في ما يُعرف باسم نهج التعلم الخاضع للإشراف. ولاختبار دقة العملية، تُستخرج البيانات من النموذج وتُقسَّم عشوائيًا على دفعات؛ ويتم استعراض بعض البيانات ويجري تصحيحها، بينما يُحتفظ ببعضها جانبًا لاختبارها. ويرد وصف لهذه العملية في المرفق دال.

ويمكن لاستراتيجية متينة بشأن البيانات تشمل مصادر بيانات مختلفة أن تساعد على تقليص التحيُّز في المدخلات والنتائج. وتشمل الفرص الأخرى للحد من المخاطر استخدام نهج التعلّم شبه الخاضع للإشراف، حيث يقوم الخبراء البشريون باستعراض البيانات وتصحيحها على فترات عشوائية وإعادة البيانات المصححة إلى النموذج. ومن الاعتبارات المهمة ضمان تدريب المراجعين البشريين تدريبًا جيدًا على التنوع والإنصاف والشمول، وتدريبهم على تحديد المسائل المتعلقة بمجموعة البيانات ونواتج النماذج.

18 https://www.romecall.org

الشكل 8 عملية الذكاء الاصطناعي



قيرغيزستان
عمال في مزرعة تستخدم الدفيئات حيث تُزرع الشتلات وتُحصد الخضروات في قرية أوشكون على بُعد 25 كيلومترًا من بيشكيك

© FAO/Vyacheslav Oseledko

الفصل الثامن
العلوم والتكنولوجيات والابتكارات الناضجة

من المحتمل أن تكون هناك مجموعة واسعة من العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة بسبب سرعة الابتكار والأخذ بها على نطاق واسع بين البلدان. وتُصنِّف التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة إلى الإنتاج الأوّلي؛ وتكنولوجيات ما بعد الحصاد؛ والتجهيز والتصنيع والتغليف؛ والعمالة؛ والبيئات الغذائية المرتبطة مباشرة بالمستهلكين. ويُلاحظ أن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة يمكن أن تشمل ليس فقط منتجات جديدة، بل يمكن أن تشمل أيضًا بالقدر نفسه ابتكارات سياساتية أو مؤسسية أو مالية أو غيرها من الابتكارات الاجتماعية. ومن المحتمل أن يوضح كثير من العناصر داخل كل مجال من المجالات الواردة في الجدول 4 مجموعة واسعة من الخيارات لمعالجة المجموعة المتنوعة المحددة السياق من تحديات النُظم الزراعية والغذائية (Herrero وآخرون، 2020). وفي حين أن هذه القائمة ليست شاملة، فإنها تُمثل مجالات رئيسية لجمع البيانات القائمة بالفعل عبر المجموعة الكاملة من العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية (Glopan، 2016؛ مجموعة البنك الدولي، 2019). ويمكن أن يعطي تتبّع الابتكارات الناضجة صورة عن مسائل الاستدامة والإنصاف في النُظم الزراعية والغذائية، ولكن لا بدّ من إجراء مزيد من التحليل لتقييم استيعاب وتغطية العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الأخرى في السياقات المختلفة وبين مختلف المستخدمين وفي الاقتصادات السياسية المختلفة. وستكون المبادئ المتمثلة في إمكانية العثور على البيانات والانتفاع بها وتبادلها وإعادة استخدامها مهمة، ربما بشكل خاص في توثيق العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة ونشرها.

وأُجري تقييم تناول أنواع البيانات التي ترصد مجموعة التكنولوجيات والابتكارات الأخرى التي من المعقول اعتبارها ناضجة من حيث تطورها والأخذ بها. وهذه هي - أو على الأقل ينبغي أن تكون - المساحة الأكثر ترسخًا التي توجد فيها بيانات وفيرة لتتبّع الأخذ بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية واستخدامها عبر البلدان وبمرور الوقت. ومع ذلك، لا تزال هناك ثغرات كبيرة في البيانات، ولا يزال انتشار معظم العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة غير مكتمل. وتشمل فئة الإنتاج الأوّلي معظم مصادر البيانات التي اعتُبرت ذات صلة ويمكن الوصول إليها وذات جودة أعلى. وفي المقابل، لم تكن هناك مصادر بيانات تفي بمعايير التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية في فئات البيئات الغذائية الموجهة للمستهلك وفئات أنماط سلوك المستهلكين. وفي فئات ما بعد الحصاد والتجهيز والعمالة، وفي مجموعة من مصادر البيانات التي تم تقصّيها، عثر على ثلاثة فقط قابلة للتطبيق العملي وفقًا لمعايير الإدراج المحددة (التي جرت مناقشتها أعلاه في القسم 5).

وللتذكير، وضعت ستة معايير أساسية لإدراج سلاسل البيانات في التوقعات المرتقبة الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية:

1. البيانات متاحة على المستوى القطري للسماح بإجراء تحليل مفصّل دوليًا.
2. توجد بيانات حديثة كافية، ما يعني أن السلسلة تشمل ما لا يقل عن نقطة بيانات واحدة منذ عام 2016 إلى الوقت الحاضر لعدد أكبر من البلدان (أكثر من 50 بلدًا).
3. سلسلة البيانات شاملة، ويعني ذلك تغطية قوية (ولكن ليست بالضرورة عالمية) للبلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل.
4. مصدر البيانات موثوق، ويعني ذلك أنه يستند إلى نظرية وممارسة علمية مقبولة، ويستخدم عمليات استعراض النظراء، ومستمد من منظمة معتبرة/ذات مصداقية، وما إلى ذلك - أي لا يشمل مجموعة دعائية أو مادة صحفية.
5. يوجد تطابق مفاهيمي واضح بين سلسلة البيانات ومدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية.
6. يقدّم مصدر البيانات تعريفًا واضحًا وذا مصداقية وقابلًا للتفسير ومعقولًا للمتغير.

وكان من الضروري أيضًا أن تكون البيانات متاحة للجمهور مجانًا.

وفي ما يتعلق بكل سلسلة من سلاسل البيانات المحددة، تم تجميع البيانات لوصف المتغيِّر واسمه وتعريفه، ومصدره وعدد البلدان التي تتوافر لها ملاحظات، وعدد البلدان التي لا تتوافر لها ملاحظة واحدة على الأقل من عام 2016 حتى الوقت الحالي، وأي معلومات بارزة أخرى عن هذا المتغيِّر المحدد ومصدر البيانات.[19] وتم بعد ذلك تقييم ما إذا كانت سلسلة البيانات تفي بجميع معايير الإدراج الستة المذكورة أعلاه. وإذا كان الأمر كذلك، يتم تحديد السلسلة التي تعطى لها أولوية الإدراج في التوقعات. وأُجريت جولة ثانية لكل تقييم، سواءً

19 تُعامل الاختلافات بشأن المتغيِّر الأساسي نفسه باعتبارها سلسلة بيانات واحدة. ويعني ذلك أن قيمة الدولار الحالية وقيمة الدولار الثابتة وقيمة العملة المحلية الحالية لمقياس ما (مثل نفقات البحث والتطوير في مجال الزراعة) تُعامل كلها كمتغيرات لسلسلة بيانات واحدة، مثل متغيرات المقاييس التي تُعبِّر عن الكثافة بالنسبة، على سبيل المثال، إلى الناتج الزراعي أو السكان أو مساحة الأرض. وتتبع كلها من مقياس أساسي واحد، وهو النفقات الإسمية للبحث والتطوير في مجال الزراعة في بلد ما كل سنة. وبالنظر إلى تعدد عدد الانتقالات في ذلك المتغيِّر، يُستخدم متغيِّر وحيد الجذر.

الجدول 4 تقييم بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة عبر مختلف عناصر النُظم الزراعية والغذائية

الإنتاج الأوّلي	ما بعد الحصاد	التجهيز والتصنيع والتغليف	العمالة	البيئات الغذائية المتصلة مباشرة بالمستهلكين	الأنماط الغذائية والتغذية
البذور المحسّنة (1،1،1)	أكياس التخزين المحسنة (2،2،0)	لوائح التدعيم والضوابط التنظيمية (1،1،1)	حماية الصحة والسلامة المهنيتين	المساعدة الغذائية الإلكترونية (3،3،0)	قبول الحشرات
الأسمدة (2،2،2)	مرافق التخزين المحسّنة	لوائح إعادة تركيب الأغذية (5،2،1)	العمالة الزراعية (1،1،0)	توسيم التغذية	التطبيقات الهاتفية لتتبع النمط الغذائي
مبيدات الآفات (2،2،1)	بورصات السلع	مواد التغليف المستدامة/ القابلة لإعادة التدوير	تطبيق قوانين الحد الأدنى للإجور (3،3،1)	متاجر البقالة الحديثة والمتاجر الكبرى (1،1،1)	
تقليل الحراثة (2،2،1)	إنتاج وقود الديزل الأحيائي (1،1،1)	النقل (1،1،0)	العمل الجبري	التجزئة غير النقدية (1،1،0)	
عمليات الزراعة الرأسية	سلسلة الإمداد والبنية التحتية (1،1،1)	كفاءة استخدام الطاقة في التخلص من النفايات (1،1،0)		تطبيقات التسويق من المزرعة إلى المائدة	
عمليات إنتاج اللحوم النباتية المصدر/الخلوية والبروتينات (1،1،1)	الوصول إلى الإنترنت (2،1،2)			برامج استعادة الفاقد من الأغذية	
ريّ الأراضي المزروعة (2،2،1)				تكنولوجيا استشعار الأغذية	
تربية الأحياء المائية (2،2،1)					
صحة الحيوان/علم الوراثة/ التغذية (2،2،1)					
المواد المضافة للإعلاف الحيوانية					
خدمات الإرشاد (1،1،0)					
آلات الزراعة المحكمة (1،1،0)					
تكنولوجيا تسوية الأرض بالليزر					
المساحة المزروعة بمحاصيل التغطية (3،3،0)					
البروتينات النباتية المصدر (3،3،0)					
الري باستخدام القوى (2،1،0)					
استخدام الطاقة (1،1،0)					
تحسين موارد المياه وجودتها (3،2،0)					
ةبرتلا ةدوجن يسحت (3،2،0)					
الغابات (1،1،0)					
الاستثمارات المادية (1،1،1)					
الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج (1،1،1)					

الشرح

- تشمل مؤشر (مؤشرات) ذات صلة
- لا تشمل مؤشر (مؤشرات) ذات صلة
- البحث لم يُسفر عن أي نتائج

ملاحظة: تُمثل الأرقام الواردة بين قوسين أرقام (المؤشرات/سلاسل البيانات/عدد المؤشرات ذات الأولوية)، على التوالي. ويرد الوصف المفصل للمؤشرات في المرفق ألف.

أكان لتأكيد التقييم الأصلي أو لتحسينه أو الطعن فيه للحصول على تأكيدات بشأن القيد المزدوج لسلسلة البيانات التي تعتبر ذات جودة مُرضية تؤهلها للإدراج في التوقعات. ولم يكن التحليل متوافقًا مع نتائج النُظم الزراعية والغذائية لأن من الصعب تحديد مسارات سببية للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات نحو نتائج محددة، مثل التغذية والاستدامة البيئية وسُبل العيش وغيرها.

وفي حالة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة، تم تحديد 57 مؤشرًا و50 سلسلة بيانات من مصادر مختلفة، بما في ذلك قاعدة بيانات منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي والبنك الدولي وغيرها من قواعد بيانات القطاعين العام والخاص. وكما يتضح من الجدول 4، تبيّن أن 17 مجالًا فرعيًا من مجالات النُظم الزراعية والغذائية لديها مجموعات بيانات قابلة للتطبيق أو مجموعات بيانات تفي بمعايير الإدراج. وتندرج معظم مجموعات البيانات في مجالات «الإنتاج الأوّلي» و«التجهيز والتصنيع والتغليف». ولم تكن هناك سوى مجموعة بيانات واحدة قابلة للتطبيق في مجال «البيئات الغذائية المرتبطة مباشرة بالمستهلكين». ومن بين المؤشرات السبعة والخمسين، أُعطيت الأولوية إلى 17 مؤشرًا فقط باستخدام معايير التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. وفي إطار مجال الإنتاج الأوّلي، هناك عدة مجموعات بيانات تستضيفها المنظمة، بما في ذلك استخدام الأسمدة ومبيدات الآفات ومساحات الأراضي المجهزة للزراعة وتربية الأحياء المائية. وتُشكل بعض مجموعات البيانات المتعلقة بالبروتينات النباتية المصدر والبديلة والزراعة في البيئات الخاضعة للرقابة، مجالًا تقنيًا من المهم رصده. وفي مجال ما بعد الحصاد، توجد لدى منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي مجموعة بيانات عن إنتاج وقود الديزل الأحيائي. وسجلت عدة قواعد بيانات تكنولوجيات متصلة بتدعيم المنتجات الغذائية وإعادة تركيبها، ومجموعتين من البيانات التي أعدتها المنظمة توفّر بيانات عن النقل والتخلص من النفايات. ويستضيف مؤشر الأجور العالمي، ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ومنظمة العمل الدولية، مجموعات بيانات عن قوانين الحد الأدنى للأجور، ولا توجد أي مجموعات بيانات أو بيانات لا تفي بمعايير جانب الطلب في النُظم الزراعية والغذائية، ما يُشير إلى الحاجة إلى مزيد من البحث والتطوير لتتبّع مختلف التكنولوجيات التي يجري تنفيذها في هذه المجالات. وتتحقق معظم القيمة المضافة بعد بوابة المزرعة (Yi وآخرون، 2021)، غير أن معظم البيانات تتعلق بالإنتاج الأوّلي في المزرعة.[20]

وهناك ثغرات كبيرة في بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات. وتظهر هذه الثغرات في مكونات النُظم الزراعية والغذائية في مرحلة ما بعد المزرعة. وفي بيانات التجهيز والتغليف وإعدادات البيع بالتجزئة، حيث توجد مجموعة من التكنولوجيات المحتملة، هناك ثغرات كبيرة في قواعد البيانات وفي المؤشرات. وعلى سبيل المثال، هناك مجموعة من التكنولوجيات الناضجة المتاحة في البيئات الغذائية - باستخدام تكنولوجيات الاستعانة بالمصادر الجماعية لتتبّع مشتريات الأغذية، ورموز الاستجابة السريعة لتتبّع المكونات، والتغذية المرتبطة بالمستخدمين وبطاقات التوسيم المستدامة بيئيًا. وهناك أيضًا مجموعة من العلوم والتكنولوجيا والابتكارات المتعلقة بالأنماط الغذائية والتغذية والصحة، مثل تطبيقات التغذية المناسبة للاحتياجات الشخصية، ونمو التكنولوجيات البديلة المستدامة بيئيًا. وفي ما يتعلق بالبيئات الغذائية «المبنية» الرسمية، مثل المتاجر الضخمة والمتاجر الكبرى وغيرها من أنواع البيع بالتجزئة الآخذة في الاتساع، فإن أنواع العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة التي تتعامل مباشرة مع المستهلك آخذة في الاتساع، ولكن لا يتم تتبعها بطريقة منهجية (Downs وآخرون، 2020). غير أن معظم هذه التكنولوجيات الناضجة التي تتعامل مباشرة مع المستهلك بعيدة عن متناول السياقات المنخفضة الدخل. وهناك أيضًا ثغرات في العلوم والتكنولوجيا والابتكارات عبر الصلات البينية للسياسات والنُظم الإيكولوجية والمؤسسات؛ والابتكار المالي؛ والعلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي تتقاطع مع مسائل المساواة بين الجنسين والتمكين. والواقع أن عددًا قليلًا جدًا من المؤشرات التي تقيس العلوم والتكنولوجيا والابتكارات يمكن تصنيفها، ما يجعل من الصعب مرّة أخرى تقييم أوجه عدم المساواة.

وهناك ثغرة أخرى تتمثل في أن بعض البيانات الجوهرية لا تصل إلى النطاق المطلوب بسبب عدم وجود المنصات والبنية التحتية وخدمات تشاطر البيانات لتحفيز استخدام البيانات - وهي عملية «التحويل إلى بيانات». ولا تساوي إمكانية الوصول إلى البيانات بالضرورة إمكانية استخدامها ما دام استخدام البيانات في صنع القرار يمثّل شكلًا من أشكال التبادل التكنولوجي. وسلّط Porciello وآخرون (2021أ) الضوء على أنه «بسبب البنية التحتية الضعيفة والموارد المحدودة، يتعذّر على معظم البلدان إسناد الأولوية لإنشاء موارد على الإنترنت والحفاظ عليها».

وعلى سبيل المثال، تُمثّل المعلومات السنوية عن أصناف المحاصيل بيانات قيّمة للعديد من الجهات الفاعلة في سلسلة القيمة الزراعية وكذلك للمزارعين. ولكنّ معظم فهارس أصناف المحاصيل الوطنية التي تحتوي على بيانات على المستوى القطري يستخدمها المزارعون في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى لاختيار المحاصيل الموسمية لا تزال حاليًا تعتمد على الطباعة. وفي حين أن رقمنة فهارس أصناف المحاصيل هي الخطوة الأولى، فإنها لن تؤدي بالضرورة إلى زيادة فرص استيعاب الأصناف الجديدة. ولكي يحدث ذلك، سيتعيَّن ربط منصة تحتوي على معلومات عن الأصناف وخصائصها ومخزوناتها، بسلاسل الإمداد الخاصة بالبذور و/أو المزارعين. ويمكن الرجوع إلى الإطار واو لمزيد من المعلومات عن إمكانية إنشاء قاعدة بيانات عن أصناف المحاصيل والاستثمار فيها.[21] ويمكن أن تساعد التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية على تحديد الاحتياجات من هذه البيانات وفرص إعطائها الأولوية من جانب أصحاب المصلحة.

ومن المهم لاتباع نهج شامل في النُظم الزراعية والغذائية، بدلًا من التركيز على العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال إنتاج المزرعة وحدها، السعي إلى إعداد بيانات عن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في كامل النُظم الزراعية والغذائية. وسيتطلب ذلك جهودًا تخرج عن نطاق التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية لمعالجة الثغرات في البيانات الرئيسية. ويمكن للمنظمة أداء دور مهم من خلال العمل من الشركاء لسد هذه

20 تظهر مجموعات بيانات جديدة من آن إلى آخر من خلال جهود مجموعات بحثية فردية، وقد تكون مفيدة، على الأقل مؤقتًا، ولكنها تفتقر إلى منصة مؤسسية للصيانة المستمرة للبيانات لإبقاء السلسلة مواكبة لآخر التطورات. ومن الأمثلة التي ظهرت بعد صياغة هذا التقرير مجموعة بيانات Ludemann وآخرين (2022) المتعلقة باستخدام الأسمدة مع كل محصول بحسب كل بلد.

21 نشكر الدكتور E. Mabaya، من جامعة كورنيل، ومؤشر الوصول إلى البذور في أفريقيا على صياغة النسخة الأصلية من الإطار واو لهذا التقرير.

الشكل 9 مسرّعات تحويل النُظم الزراعية والغذائية

المصدر: Herrero وآخرون، 2020

الثغرات - مثل جماعات البحوث المستقلة التابعة للوزارات الحكومية التي تعمل على المستوى العالمي - ليس فقط في العمل مع مجموعة من الشركات الموجهة نحو البيع بالتجزئة وشركات التغليف والتجهيز لتتبّع كيفية استخدام المستهلكين هذه التكنولوجيات بشكل أفضل في البيئات الغذائية، والهواتف المحمولة، وحيث توجد صلات بين النُظم الصحية والغذائية، بل وكذلك لبناء البنية التحتية والخدمات المشتركة اللازمة لهذه البيانات.

8.1 تسريع الأخذ بالابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها والناشئة

يتطلب تحويل النُظم الزراعية والغذائية مشاركة استباقية في مسائل الترخيص الاجتماعي والمقبولية في الأخذ بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات ونشرها، فضلًا عن زيادة أكبر بكثير مما كان معتادًا حتى الآن في استخدام مبادئ الابتكار المسؤول، وزيادة الاستثمار في الحوار العام. وهذا الحوار المجتمعي مطلوب لضمان شفافية القيم والدوافع لدى مختلف أصحاب المصلحة، ذلك أن الضغوط المختلفة من المستهلكين والموظفين والمستثمرين والحكومات يمكن أن تدفع

الابتكار في اتجاهات مختلفة ويمكن أن تترتب على ذلك في بعض الأحيان عواقب سلبية. ومن دون هذه المشاركة في الابتكار المسؤول، قد لا تُستخدم العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي يمكن أن تكون قوية، وقد لا يؤخذ بها، ولا يتم توسيع نطاقها على الرغم من إمكاناتها الكبيرة في تحقيق أثر. ويمكن إدخال العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي تؤدي عن غير قصد (ولكن بصورة متوقعة) إلى تفاقم المشاكل التي تحتاج إلى حل. وقد يُعرقل من يتاجرون ببقاء الأمور على حالها إحداث تحوّل النُظم الزراعية والغذائية الضروري لمعالجة التحديات المجتمعية الكبرى.

واقترح Herrero وآخرون (2020) ثمانية إجراءات لتسريع الأخذ بالتكنولوجيات في مرحلة ما قبل نشأتها والناشئة بطريقة مستدامة ومسؤولة، وهو ما يوضحه الشكل 9. وتشمل ثلاثة من هذه الجوانب (بناء الثقة، وتغيير الذهنيات، وتمكين الترخيص الاجتماعي) جوانب اجتماعية فردية وجماعية لأصحاب المصلحة ويمكن أن تزيد من الطلب على الابتكار. ويرتبط ذلك إلى حد كبير بوضع «قواعد اللعبة» عن طريق زيادة انفتاح قيم مقدمي الابتكارات ومستخدميها وقبولها، والاعتراف بأن مستقبلًا مختلفًا اختلافًا جذريًا يمكن أن ينشأ عن تنفيذ الابتكارات. ويرتبط ذلك أيضًا بالترخيص الاجتماعي الذي تشتد الحاجة إليه، وزيادة الشفافية بشأن الآثار والعواقب المحتملة للتكنولوجيات.

ومن الضرورة الحتمية أن تظهر مقايضات وآثار غير مرغوبة بسبب نشر التكنولوجيا والابتكارات الجديدة (Herrero وآخرون، 2021) ويتعين إجراء تخطيط متعمد لتوقع مسارات الأثر على نتائج النُظم الزراعية والغذائية المتعددة وتوقعها من أجل تجنب الآثار الضارة غير المقصودة الناشئة عن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية.

ويلزم تهيئة بيئة تمكينية ديناميكية لدعم اكتشاف العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الجديدة واختبارها وتنفيذها من أجل تحويل النُظم الزراعية والغذائية. وهناك ثلاثة عناصر حاسمة تُمثّل هذه الديناميكية المطلوبة، وهي حوافز السوق المرنة والسياسات المؤاتية والضوابط التنظيمية التي يمكن أن تحد من حواجز الدخول إلى أسواق الابتكار. واعترافًا بما يتطلبه كثير من الابتكارات من استثمارات مستمرة تتجاوز دورات المشاريع القصيرة، يلزم توفير تمويل مستقر ومستمر لضمان أن تؤتي الابتكارات ثمارها. ومن الضروري لتخطيط مسارات الانتقال اللازمة لتسريع الابتكار في النُظم الزراعية والغذائية وإحداث تحوّل فيها، تحديد وتجميع حُزم الابتكارات التكميلية، بما في ذلك جميع العناصر التكنولوجية والاجتماعية اللازمة للنجاح في العديد من أبعاد أداء النُظم الزراعية والغذائية (Herrero وآخرون، 2020؛ Barrett وآخرون، 2022أ).

الإطار واو حالة قاعدة بيانات أصناف المحاصيل

قبل أن يتسنى تسويق صنف جديد من المحاصيل تجاريًا، يجب أن يمر في «عملية إطلاق الصنف» رسميًا وفقًا للإطار الوطني لتنظيم البذور. وتشمل العملية تقييم الصنف من خلال نظام تجارب محدد، واستعراض دقيق للبيانات من جانب لجنة تقنية لإطلاق الصنف، وتسجيل الصنف في فهرس رسمي للأصناف. وصممت «تجارب أداء وطنية» لاختبار أداء أصناف المحاصيل الجديدة مقارنة بالأصناف المطروحة بالفعل في السوق، وبالتالي إثبات «القيمة بالنسبة إلى الزراعة والاستخدام». ونتيجة لعملية إطلاق الأصناف، توجد لكل مجموعة من الأصناف المتاحة للتسويق التجاري سجلات عامة توضح خصائص السمات التعريفية وكذلك مؤشرات الأداء عبر مؤشرات متعددة. غير أن مصادر البيانات الحاسمة الأهمية لا تزال غارقة تمامًا في الماضي. ولا توجد سوى معلومات شحيحة عن أصناف المحاصيل المتاحة، وقلما توجد عبر الإنترنت، وتُقدم في معظم الحالات من خلال نسخ مطبوعة غير منتظمة من فهارس أصناف المحاصيل أو تُقدم ببساطة شفهيًا. وتوفِّر هذه الثغرة في البيانات فرصة فريدة للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية لإنشاء قاعدة بيانات لأصناف المحاصيل تُشكل منصة ديناميكية ومتعددة اللغات وتفاعلية عبر الإنترنت، يمكن لأي شخص العثور فيها على معلومات متنوعة موثوقة عن الحبوب الرئيسية والبقوليات والخضروات والمحاصيل التي تتوالد عن طريق الإنبات في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل - وربما بصفة خاصة الأنواع المهملة وغير المستغلة بالكامل. وأصبح الوصول إلى بيانات شاملة وفي الوقت المناسب عن المحاصيل المحسّنة أكثر أهمية الآن من أي وقت مضى للنُظم الزراعية والغذائية المستدامة. ويتيح ذلك للمزارعين التكيُّف بسرعة مع تغيُّر المناخ ومكافحة التهديدات المستمرة الناشئة عن الآفات والأمراض والأعشاب الضارة. ويوضح الجدول 5 الاستخدامات المحتملة لقاعدة هذه البيانات من جانب مختلف أصحاب المصلحة.

الجدول 5 مشاركة المستخدمين وفوائد قاعدة بيانات أصناف المحاصيل لمختلف أصحاب المصلحة

المجتمع المحلي	كيف سيتعامل المستخدمون مع المنصة وكيف سيستفيدون منها؟
صغار المنتجين والمستهلكون	◂ تحديد الأصناف المناسبة التي يمكن أن تُلبي احتياجاتهم ◂ ربط المعلومات الخاصة بالأصناف بالخدمات الاستشارية للمزارعين ◂ تبادل تجارب المستخدمين الخاصة بالصنف مع المزارعين والباحثين الآخرين
منظمات البحوث	◂ معلومات حديثة عن تسجيل الأصناف وتسويقها تجاريًا ◂ تبادل المعلومات عن الأصناف التي جرى إطلاقها مؤخرًا وقائمة الأصناف التي لا تزال قيد الإعداد (تطوير المنتجات) ◂ قاعدة بيانات مرجعية للبحوث والمطبوعات المتعلقة بالبحث والتطوير في المجال الزراعي
شركات البذور	◂ تبادل المعلومات عن الأصناف المتاحة تجاريًا ◂ والتعقيبات من المستخدمين النهائيين (المزارعين والمستهلكين) بشأن أداء الأصناف ◂ التعرف على الأسواق الجديدة المحتملة لاستهداف أصنافها
الحكومة والشركاء في التنمية	◂ معلومات آنية عن أصناف المحاصيل المتاحة ◂ ويمكن استخدام المعلومات لتصميم برامج إعانات المدخلات وتنفيذها ◂ الإرشاد الإلكتروني: نشر معلومات عن تربية أصناف محددة من المحاصيل

الإطار واو (تابع)

التغطية القائمة

لا توجد حاليًا سوى موارد قليلة تحتوي على معلومات موثوقة عن أصناف المحاصيل، بل والقليل من الموارد التي تُركز على أفريقيا. ولا تحتوي الموارد المتاحة عن أفريقيا عبر الإنترنت، مثل فهرس الأصناف النباتية للسوق المشتركة لشرق أفريقيا والجنوب الأفريقي، وفهرس الأصناف لمركز الجماعة الإنمائية للجنوب الأفريقي، سوى على بيانات محدودة عن الأصناف، ولا توجد بيانات تاريخية قبل عام 2016 وينطوي تسجيلها على كلفة كبيرة. ويرجع ذلك في جانب منه إلى أن هذه الفهارس وضعت بهدف أساسي هو تسجيل الأصناف من أجل حماية حقوق مُربي النباتات. ولا تحتوي النُظم الأخرى، مثل قاعدة بيانات الأصناف النباتية للاتحاد الأوروبي، على أي معلومات عن البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. ولا تتبع الدائرة الدولية لاكتساب تطبيقات التكنولوجيا البيولوجية الزراعية سوى الأصناف المعدَّلة وراثيًا. وفي المجالات التي أغفلتها الكيانات القائمة، ستوفِّر قاعدة بيانات أصناف المحاصيل المقترحة وستنشئ مركزًا للبيانات لتمكين جميع أصحاب المصلحة من الوصول إلى البيانات ذات الصلة بأصناف المحاصيل. وبالشراكة مع جامعة Cornell، بدأ مؤشر الوصول إلى البذور في أفريقيا رقمنة معلومات أصناف المحاصيل المتاحة من فهارس إطلاق الأصناف الوطنية (انظر https://tasai.org/ for details). غير أن نطاق هذا المشروع يقتصر حاليًا على 22 بلدًا في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، مع التركيز على أربعة محاصيل أساسية فقط من الحبوب والبقوليات في كل بلد.

النهج المتبع لجمع/تنظيم البيانات على أساس عالمي

كما جاء أعلاه، تتاح للجمهور في كثير من الأحيان، من خلال فهارس الأصناف الوطنية، بيانات ومعلومات عن أصناف المحاصيل المتاحة تجاريًا التي تُجمع من خلال عمليات إطلاق الأصناف. غير أن المعلومات ليست مرقمنة ولا موحدة. وعلاوة على ذلك، تُستخدم لغات مختلفة تبعًا لسياق البلد. ويمكن للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية، أن تنشئ، باستخدام موارد متواضعة، قاعدة بيانات عالمية تفاعلية تشمل معلومات مفصلة عن كل صنف من أصناف المحاصيل على النحو المبيّن في مربع النص الوارد أدناه. وستُجمع هذه المعلومات من خلال الشبكات أو المؤسسات أو المجموعات التالية: اللجان الوطنية لإطلاق الأصناف، والمراكز التابعة للجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية، والقائمين بتربية النباتات، وموظفي الإرشاد العام، وشركات البذور، ورابطات تجارة البذور، وشبكات التجار الزراعيين، وغيرهم. وبعد الإعدادات الأوّلية، يمكن لمحررين معتمدين الاحتفاظ بقاعدة البيانات من خلال منصة ويكي توخيًا لاستدامتها على المدى الطويل.

ما هي المعلومات التي يمكن للمستخدمين توقع الحصول عليها من قاعدة بيانات أصناف المحاصيل عن صنف محدد من الفاصولياء

- **الأسماء:** الاسم الرسمي للصنف، والأسماء المحلية التي يستخدمها المزارعون، ومنشأ الصنف.
- **الخصائص النمطية الظاهرية:** صور وأوصاف السمات المحددة، بما في ذلك الحجم واللون والشكل ورائحة النبات، وثمرة القرنية والبذور.
- **الأداة:** مستويات الغلة، وتثبيت النيتروجين، واستساغة الماشية للأوراق.
- **الإجهاد الأحيائي وغير الأحيائي:** مقاومة الأمراض (عفن الجذور، ولفحة الأوراق، وفيروس فسيفساء الفاصولياء الشائعة، وفيروس فسيفساء الخيار)، ومتطلبات المياه، وتحمّل الحرارة، ومقاومة الصقيع.
- **تربية المحاصيل:** مسافات التباعد المثلى، والجداول الزمنية للزراعة تبعًا لكل موقع، والأسمدة الموصى بها، وغيرها.
- **البيانات التغذوية:** التغذية (البروتينات، والتقوية البيولوجية، والمغذيات الدقيقة)، ومدة الطهي.
- **التسويق التجاري:** السنوات التي يستغرقها توافر الصنف تجاريًا، وأسماء الشركات التي تبيعه.

منغوليا
تواجه حياة رعاة الماشية تحديات المناخ في منغوليا - فالصيف شديد الحرارة وجاف، والشتاء قارس البرودة. ولكن على مدى العقدين الماضيين، ازدادت حدة ما يُعرف بكوارث الصيف والشتاء (dzud) وباتت أكثر تواترًا بسبب تغيُّر المناخ.

© FAO/K.Purevraqchaa

الفصل التاسع
توليف الأدلة من أجل تقييم متكامل للإثر

ليس الغرض من التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الغذائية والزراعية تقييم العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية بدءًا بالمدخلات وانتهاءً بالانتشار الواسع النطاق. ومن الضروري وجود أدلة وصفية بشأن الحالة الراهنة للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية عبر دورة حياتها بأكملها - من النوع المبيّن في الأقسام الأربعة السابقة - من أجل توجيه الاستثمارات والسياسات التحويلية. ولكن نظرًا إلى ندرة الموارد، غالبًا ما تكون الأدلة الوصفية غير كافية لتشجيع الاستثمار في ظل عدم وجود أدلة تنبؤية أو استدلالية ذات مصداقية بشأن الآثار المحتملة للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. وهناك قيمة كبيرة، ليس فقط في تقييم ما تنشره العلوم والتكنولوجيا والابتكارات وتوسّع نطاقه، بل وكذلك في تقييم الآثار المحتملة أو الملحوظة الناشئة عن الانتشار والتوسّع.

وتتمثل رؤية التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية في المساعدة على تعزيز التحوّل السريع في النُظم الزراعية والغذائية من أجل تحقيق أهداف متعددة: الكفاءة والاستدامة في استخدام الموارد الشحيحة، وسُبل العيش المزدهرة والمنصفة للمزارعين والعمال وأصحاب مؤسسات الأعمال في النُظم الزراعية والغذائية، والأنماط الغذائية الصحية والمأمونة لجميع الأشخاص، والقدرة على الصمود في وجه الصدمات وعوامل الإجهاد. ويجب تقييم العلوم والتكنولوجيا والابتكارات بالإشارة إلى هذه الآثار المقصودة. ويمكن لأدلة تقييم الأثر، ولا سيما في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل التي تؤدي فيها ندرة الموارد المالية والبشرية إلى تقليص الاستثمار ويمكن أن تكون المقايضات بين الأهداف المتنافسة كبيرة، أن تُحفِّز استثمارات إضافية وتوجه القطاعين العام والخاص نحو اتخاذ قرارات أكثر حكمة وتأثيرًا.

ومن المؤسف أن عمليات تقييم الأثر معقّدة ومكلفة وتستغرق وقتًا طويلًا، وبالتالي فهي نادرة نسبيًا. وتولِّد مجموعة من الباحثين والمنظمات عمليات تقييم للأثر باستخدام مجموعات من الأساليب، وتنشر النتائج التي تتوصل إليها في منافذ (وبلغات) متنوعة بطريقة غير منسقة. وتُشكل الطبيعة الموزعة لعمليات تقييم الأثر ذات النوعية المتغيرة تحديات أمام اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية.

ولذلك فإن المكون الأساسي للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية هو توليف الأدلة من أجل تقييم متكامل للأثر. وكما يبيّن القسم 6 بوضوح، عند النظر في العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها، ينبغي لعملية وضع كل تقرير من تقارير التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية أن تفرض مناقشة نشطة تتناول الأدلة المتاحة بشأن الآثار الفعلية المحتملة أو المؤكدة لمختلف العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية عبر جميع شبكات أصحاب المصلحة. ويتطلب ذلك جمع وتنظيم الأدلة المتاحة بشأن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات المحددة، سواء بصورة فردية أو في حُزم مناسبة للسياق. ولكن كما نوقش في القسمين 4 و7، يشكل جمع معلومات من مجموعة من المصادر - تتجاوز اللغة والحواجز التخصصية والتنظيمية وأشكال النشر - مهمة معقدة نظرًا لحجم الأدلة العلمية الجديدة التي تتولد يوميًا. وطوّر علماء المعلومات والمكتبات مجموعة من أساليب توليف الأدلة الرسمية - ويقومون بتحسينها باستمرار - لتيسير تحديد البيانات وجمعها وإدماجها من مصادر متنوعة بصورة غير متحيزة.[٢٢]

وبينما بات توليف الأدلة شائعًا في مجالات متنوعة، مثل السياسة الطبية الأحيائية والصحية، والسياسة الاجتماعية، والإدارة البيئية، لا تزال تطبيقات هذه الأساليب في مجال النُظم الزراعية والغذائية جديدة نسبيًا. ولم يُبذل في هذا المجال سوى القليل من الجهود البارزة والمحددة زمنيًا. ونشر مشروع Ceres2030 (Laborde وآخرون، 2020) مجموعة من دراسات الأدلة التوليفية في مجلة Nature (https://www.nature.com/collections/dhiggjeagd/). وينظم مشروع عمليات الاستعراض المنهجية للحيوانات والأغذية (https://syreaf.org/) مجموعة من عمليات الاستعراض المنهجية، خاصة من العلوم الحيوانية والبيطرية، بل ويحتفظ ببعض «عمليات الاستعراض المنهجية الحيّة»، أي عمليات الاستعراض المنهجية عبر شبكة الإنترنت ويتم تحديثها على فترات متواترة لإدماج أدلة جديدة كلما أصبحت متاحة. ويقوم الفريق الدائم المعني بتقييم الأثر التابع للجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية بتنسيق واستضافة مجموعات من عمليات تقييم الأثر المتصلة بالتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية المرتبطة ببحوث الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية. وموّلت مبادرة تبني التكنولوجيا الزراعية، وهي مشروع للتعاون بين معمل عبد اللطيف جميل لمكافحة الفقر التابع لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا ومركز العمل العالمي الفعال التابع لجامعة كاليفورنيا في بيركلي، بتمويل واستضافة نتائج مجموعة من عمليات تقييم الأثر الأكاديمية المتصلة بالتكنولوجيات الزراعية. ويهدف مشروع اللجنة الدولية المعنية بالسيناريوهات الجديدة للتقييم المتكامل لتغيُّر المناخ في جامعة واشنطن إلى توسيع جهود توثيق واستخدام السيناريوهات العالمية (المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة) التي وُضعت للهيئة

22 تقدِّم مكتبة جامعة كورنيل الرائدة عالميًا في مجال توليف الأدلة، لمحة عامة جيدة في https://guides.library.cornell.edu/evidence-synthesis.

الحكومية الدولية المعنية بتغيُّر المناخ والمستخدمة في مجموعة واسعة من عمليات التقييم الزراعية والغذائية في العالم. ولكن التوليف المستمر للأدلة عبر مجموعة واسعة من العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية لا يزال غائبًا حتى الآن.

وكما يوضح القسم 3 (الشكل 2)، تُحدد مرحلة دورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الأساليب المستخدمة في محاولة تقييم الأثر. وإلى أن تنبثق العلوم والتكنولوجيا والابتكارات من المختبرات أو من محطات التجارب أو حقول المزارعين أو المجتمعات المحلية أو غيرها من المصادر، فإن جميع عمليات تقييم الأثر تكون بالضرورة سابقة للاستيعاب، أي أنها تكون مستندة إلى نمذجة المحاكاة، سواء أكان النموذج صريحًا أو ضمنيًا (أي نموذجًا عقليًا)، أو كميًا أو نوعيًا ويعتبر التقييم المسبق للأثر مفيدًا حتى بعد نشأة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات، ولا سيما كجزء من العمليات الاستشرافية لمحاولة فهم كيفية اختلاف الآثار عبر مختلف الآفاق المستقبلية المحتملة للنُظم الزراعية والغذائية (Thornton وآخرون، 2018؛ وWiebe وآخرون، 2018؛ Barrett وآخرون، 2021أ)، أو لاستكشاف العواقب غير المقصودة والتأثيرات الناشئة عن السياسات والأنظمة التكميلية.

ومع ظهور علوم وتكنولوجيات وابتكارات جديدة في الممارسة العملية بما يتجاوز التجارب الخاضعة لمراقبة الباحثين، يبدأ التقييم اللاحق للأثر في أداء دور أساسي في التقييم الدقيق للنتائج في العالم الحقيقي التي يمكن أن تُعزى إلى علوم أو تكنولوجيا أو ابتكارات محددة (أو لمجموعة منها). وفي ما يتعلق بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة، تُصبح أساليب التقييم اللاحق للأثر قابلة للتطبيق، بل ومرغوبة، وغالبًا ما تستخدم تصاميم بحثية، مثل التجارب العشوائية الخاضعة للمراقبة، مع أن جميع العلوم والتكنولوجيا والابتكارات لا تفسح المجال لتقييم الأثر اللاحق بدقة باستخدام التجارب العشوائية الخاضعة للمراقبة أو الأساليب شبه التجريبية (Barrett وCarter، 2010، 2020؛ Barrett، 2021ب). واجتذب التقييم الدقيق اللاحق للأثر اهتمامًا كبيرًا في السنوات الأخيرة، سواء أكان عمليات التقييم التي تجريها مختلف المنظمات أو التي يجريها الباحثون لمرة واحدة أو من خلال برامج بحثية أوسع نطاقًا. وهناك عدة جماعات مختصة في التقييم اللاحق للأثر، بما في ذلك المبادرة الدولية لتقييم الأثر ومجموعة البنك الدولي لتقييم الأثر الإنمائي ومنظمة كامبل للتعاون. ولكن لا يُركز أي منها على العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية - وتكون عادة تغطيتها انتهازية وغير مكتملة. وعلاوة على ذلك، وبالنظر إلى أن خطأ أخذ العينات والقياس يُلقي بالضرورة بظلال من الشك على إمكانية التعميم والموثوقية حتى في دراسات التقييم الواحد الجيدة، يتعين تكرار التقييم لبناء قاعدة أدلة مقنعة. ويمكن لمنتجات الأدلة التوليفية، بما في ذلك عمليات الاستعراض الاستكشافية أو المنهجية أو التحليلات التجميعية الإحصائية التي تتناول مجموعة أدلة تقييم الأثر، أن تُلقي أضواء مفيدة على ما يعمل بطريقة موثوقة، وأين، وفي ظلّ أي ظروف.

وتتطلب تعددية الآثار المنشودة من تحويل النُظم الزراعية والغذائية أيضًا إلى اهتمام صريح للمقايضات بين الأهداف المختلفة. ولا تولِّد أي علوم أو تكنولوجيات أو ابتكارات آثارًا مؤاتية في كل مجال؛ ولكنها تنطوي جميعها على آثار إيجابية وسلبية على النتائج المرغوبة الأخرى، نظرًا إلى الترابط الوثيق بين النُظم الزراعية والغذائية (Herrero وآخرون، 2021). ولذلك، ينبغي أن يُشكل التحليل الصريح للمقايضات جزءًا لا يتجزأ من تقييم الأثر، المسبق أو اللاحق (Kanter وآخرون، 2018؛ Antle وValdivia، 2021) على حد سواء على نطاقات مكانية متباينة، من عمليات التقييم العالمية (Hasegawa وآخرون، 2018؛ van Meijl وآخرون، 2018؛ Rosegrant وآخرون، 2017) إلى عمليات التقييم الوطنية (Sain وآخرون، 2017) وعمليات التقييم المحلية (Valdivia وآخرون، 2017). وستتطلب أيضًا تعددية الآثار المحتملة للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية - من الإنتاجية إلى المساواة بين الجنسين والحصائل التغذوية - إدراج مجموعة أوسع من المنظورات لفهم التحديات المحتملة أمام التوسّع بشكل أفضل، وكذلك إمكانية تعرّض السكان الضعفاء لعواقب غير مقصودة. ويمكن بناء توليفات الأدلة على أساس نُهج استشرافية تشاركية تُحاول إدماج مجموعة أكبر من البدائل وعدم اليقين الأوسع نطاقًا (Trutnevyte وآخرون، 2016؛ Vervoort وآخرون، 2014؛ Zurek وHenrichs، 2007).

ويمكن لجهود تقييم الأثر التكاملي أن تولِّد أدلة قوية يسترشد بها صانعو السياسات بشأن خيارات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، ولا سيما عندما تقترن بعمليات تقييم الأثر المسبقة. وتُؤدي العملية التشاركية التي يحدث من خلالها تطوير بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة وفي مرحلة ما قبل نشأتها إلى انفتاح طبيعي لتحديد أولويات المجالات التي يبدو أن توليفة الأدلة تُمثّل بالنسبة إليها قيمة خاصة. وستُمكن التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية من توليد توليفات أدلة استراتيجية، وليست مجرد انتهازية، بشأن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية.

جمهورية تنزانيا المتحدة
عالم تنزاني يُحلل بذورًا مختلفة باستخدام مجهر في مختبر في مشتل أشجار ومركز بذور تابع لدائرة الغابات التنزانية في موروغورو.

© FAO/Luis Tato

الفصل العاشر
ملخص المؤشرات بحسب البلد

ينطوي نهج التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الغذائية المتمثل في دمج البيانات في كل مراحل دورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات على درجة من التعقيد تكون في كثير من الأحيان غير مؤاتية للبيانات والتحليلات التي تؤثر فعليًا على السياسات. وهناك كثير من المؤشرات للمدخلات الأوّلية في توليد العلوم والتكنولوجيات والابتكارات الجديدة، ومسح الأفق والاستشراف لتتبّع التطور والآثار المحتملة للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة وفي مرحلة ما قبل نشأتها، ورصد وتقييم العلوم والتكنولوجيا الناشئة الناضجة المنتشرة على نطاق واسع. وتتاح بعض المؤشرات الخاصة بالبلدان، ولكنّ العديد من العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الأخرى (ولا سيما في مرحلة ما قبل نشأتها والناشئة) تفتقر إلى هذه الخصوصية الجغرافية.

ومن الصعب في بعض الأحيان تقييم أداء البلد وسياسته التوجيهية بالاستناد إلى مجموعة واسعة من المؤشرات، ويكون ذلك محفوفًا بقضايا مثل الاختيار الذاتي للمقاييس المفضلة. وتُستخدم في كثير من الأحيان مؤشرات القيمة العددية الموجزة (أي الرقم الواحد) مثل الأرقام القياسية والدرجات كمقاييس مركبة للعديد من المتغيرات من أجل تزويد المستخدمين ببارامتر واحد أبسط لتقييم التقدم المحرز وللمقارنة المعيارية مع البلدان الأخرى. والأمل معقود على اختزال كتلة معقدة من الأدلة في مؤشر واحد يُعبِّر عن المفهوم الكامن ذي الاهتمام، وهو في حالة التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، يتعلق بتوقعات التكنولوجيات والابتكارات في النُظم الزراعية والغذائية في ذلك البلد.

وهناك الكثير من الأمثلة البارزة على هذه الأنواع من المقاييس في مختلف المجالات. وعلى سبيل المثال:

يقيس دليل التنمية البشرية الذي وضعه برنامج الأمم المتحدة الإنمائي متوسط الإنجاز في الأبعاد الرئيسية للتنمية البشرية: الحياة الصحية المديدة والمعرفة والمستوى المعيشي اللائق. وهو مبني على أرقام قياسية معايرة لكل مكون من هذه المكونات الثلاثة التي تغطي تدابير محددة متعددة. ويُصنِّف مؤشر نوتردام العالمي للتكيّف أداء التكيُّف مع تغيُّر المناخ في 177 بلدًا. وعلى غرار دليل التنمية البشرية، يبني مؤشر نوتردام للتكيُّف العالمي مقياسًا من مجموعة من أرقام قياسية فرعية مبنية على عشرات المؤشرات الفردية. وقد أنشئت أرقام قياسية أخرى لتقييم أي من المفاهيم الكامنة العديدة التي تربط أداء النُظم الزراعية والغذائية أو توقعاتها، بما في ذلك قدرة الخدمات البيطرية في بلد ما (مؤشر الخدمات البيطرية للمنظمة العالمية لصحة الحيوان) أو تأثر أصحاب الحيازات الصغيرة بتغيُّر المناخ (Thornton وآخرون، 2018).

ويمثّل مؤشر الابتكار العالمي للمنظمة العالمية للملكية الفكرية، ومؤشر الأونكتاد لجاهزية البلدان للتكنولوجيات الرائدة، اثنين من المؤشرات القليلة المرتبطة ارتباطًا مباشرًا بالابتكار العالمي. وعلى الرغم من عدم تركيزهما على النُظم الزراعية والغذائية، فإن مؤشر الابتكار العالمي ومؤشر جاهزية البلدان للتكنولوجيات الرائدة يُقيّمان أداء الاقتصادات في جميع أنحاء العالم من حيث الابتكار والتكنولوجيات الرائدة، على التوالي. وهذه مقاييس ذات قيمة واحدة. ويستند مؤشر الابتكار العالمي إلى المتوسط الحسابي المشتق من 80 مؤشرًا معايرًا، بما في ذلك مقاييس البيئة السياسية، والتعليم، والبنية التحتية، وتوليد المعرفة. وتستند تصنيفات مؤشر جاهزية البلدان للتكنولوجيات الرائدة إلى تصنيفات المجالات الفرعية المتعلقة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والمهارات، والبحث والتطوير، والصناعة، والتمويل.

10.1 ملخص أساليب إنشاء المؤشرات

جرى استداث مجموعة من أساليب إنشاء المؤشرات الموجزة في المؤلفات. وتشمل الأساليب الرئيسية ما يلي:

نُظم التصنيف أو حساب الدرجات البسيطة: هذا هو الأسلوب الأكثر شيوعًا ويشمل في العادة مجموعة من الخبراء الذين يقومون بتصنيف مجموعة معيّنة من المتغيرات بترتيب تصاعدي. وتضاف رتب التصنيف التي يحددها الخبراء المختلفون ثم يستخدم المركز التراكمي للمتغيِّر كمؤشر نهائي لأغراض المقارنة. واستخدم Herrero وآخرون (2020، 2021) هذا الأسلوب لتصنيف الأثر المحتمل للابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية على أهداف التنمية المستدامة. وبالمثل، يُمثّل مؤشر ناسا لجاهزية التكنولوجيا نظامًا بسيطًا لحساب الدرجات بالاستناد إلى مقياس من 9 نقاط.

النُظم الحسابية البسيطة: ينطوي استخدام نُظم حساب الدرجات على حساب المتوسطات الحسابية أو الهندسية للعديد من المتغيرات المعايرة. وهذا الأسلوب في أبسط أشكاله يُعطي أوزانًا ترجيحية متساوية لجميع مجموعات المتغيرات. ومع ذلك، تُستخدم في كثير من الأحيان الأوزان الترجيحية لزيادة أهمية مجموعة من المتغيرات، تبعًا لنوع السؤال الذي

الإيجابيات	السلبيات
ملخص بسيط لمتغيرات كثيرة	إمكانية دفع المؤشر بمتغيِّر رئيسي واحد أو بمتغيرين رئيسيين
سهولة الاستخدام في المقارنة المعيارية والتصنيف	فقدان كثير من المعلومات وإزالة التفاصيل
الاستخدام على نطاق واسع من جانب عدد كبير من أصحاب المصلحة	القيمة لكثير من المستخدمين مطلوبة
عمليات موحدة في الإنشاء وإدخال البيانات	المؤشرات غير المرجحة لا تُعبّر عن أهمية المتغيرات، ولكن الأوزان الترجيحية ذاتية
تعزيز القابلية للمقارنة والشفافية	التعقيدات التي ينطوي عليها في كثير من الأحيان شرح المقاييس الإحصائية

سيُستخدم المؤشر من أجله. ومن الأمثلة الجيدة على استخدام هذا الأسلوب دليل التنمية البشرية لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي.

المؤشرات المستندة إلى الأساليب الإحصائية المتقدمة: يعتمد استخدام المؤشرات البسيطة في كثير من الأحيان على متغيرات شديدة الترابط. ومن هنا استخدام أساليب إحصائية أكثر تقدمًا، مثل تحليل العوامل أو المكونات الرئيسية لوضع مؤشرات معايرة. وتُقلل هذه الأساليب من تعقيد المشكلة عن طريق تجميع مجموعات من المتغيرات المترابطة في عدد قليل من المتغيرات الجديدة غير المترابطة. وتُستخدم بعد ذلك الدرجات المعايرة لهذه المتغيرات الجديدة لإنشاء رقم قياسي لكل ملاحظة أو لكل بلد. ومن الأمثلة الجيدة على هذا الأسلوب مؤشر الأونكتاد لجاهزية البلدان للتكنولوجيات الرائدة ومؤشر القابلية للتأثر بتغيُّر المناخ الذي وضعه Thornton وآخرون (2018).

هل ينبغي أن تشمل التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية مؤشرًا للتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية؟

من الممكن تقنيًا اشتقاق مؤشر للتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية باستخدام البيانات والمقاييس والأساليب المتاحة. وتزخر المؤلفات بأمثلة على إنشائها وتطبيقها، ولكن بدرجات مختلفة من النجاح في الأخذ بها لاحقًا.

فهل ينبغي أن تشمل التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية مثل هذا الرقم القياسي الموجز؟ هناك إيجابيات وسلبيات لاستخدام مقياس قائم على مؤشر موجز لمحاولة تمثيل التوقعات بشأن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية في بلد ما في مقياس واحد.

ويكمن العائق الرئيسي لهذه المؤشرات في اختزال المعلومات والمقاييس الغنية في رقم واحد، وإمكانية التلاعب بهذه المقاييس الموجزة. ويتطلب أصحاب المصلحة المختلفون الذين لديهم قيم وخطوط استفسار مختلفة مقاييس ومعلومات مختلفة. وقد يكون الاتفاق على مخطط ترجيحي لمجموعة واسعة من المقاييس مسألة صعبة لأن حالات الاستخدام تختلف بين المستخدمين. وبالنسبة إلى الابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية بصفة خاصة، وهي تمتد من الإنتاج إلى الاستهلاك في التعقيبات المعقدة المتأصلة في النُظم، قد يكون من غير المجدي تلخيص مقاييس الأداء، إذ سيكون من الصعب تحديد مكون (مكونات) النُظم الزراعية والغذائية التي يُشير إليها المقياس. وستكون هناك حاجة دائمًا إلى مزيد من التحديد لإيجاد حلول قابلة للتنفيذ من أجل تسريع التقدم في العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية في بعض البلدان. وفي حين أنه من الواضح أن التصنيفات الموجزة تبدو جذابة لصانعي السياسات الذين يبحثون عن مقياس بسيط، فإن هذه البساطة مضللة في كثير من الأحيان. ومن هنا، لا يوصى بوضع مؤشر موجز للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية؛ ويفضل بدلًا من ذلك تسليط الضوء على الأداء والتوقعات في مجالات محددة وقابلة للقياس وقابلة للتنفيذ.

أفغانستان
مزارعون من أفغانستان يلقون حُزم القمح في آلة دراس في منطقة كوز كونار في ولاية ننكرهار.

© FAO/Farshad Usyan

الفصل الحادي عشر
تصميم ائتلافي للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية لعام 2024 وما بعده

تمثّل التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية مهمة كبرى. وتُبذل بالفعل جهود متوازية متعددة تتناول مختلف أنشطة جمع البيانات وتنظيمها وتحليلها، على النحو المبيّن في الأقسام السابقة من هذه الدراسة. ومع ذلك، لا يوجد حتى الآن تتبّع شامل للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية عبر كامل دورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات من المدخلات في البحث والتطوير وصولًا إلى مراحل ما قبل نشأتها والمراحل الناشئة - التي تستغرق في كثير من الأحيان سنوات، بل وحتى عقود من الزمن - وانتهاءً بانتشار العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة وتحقيقها آثارها. وسيتطلب بناء منفعة عامة عالمية من خلال مصدر بيانات شامل ومنظم للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات هيكلًا تعاونيًا مستدامًا يجمع بين الشركاء ذوي الخبرة في جميع مراحل النُظم الزراعية والغذائية والعالم.

ويتسم النموذج الائتلافي بالعديد من السمات المرغوب فيها. أولًا، يمكن لهذا النموذج أن يستفيد من الخبرة الموزعة القائمة بالفعل في أوساط البحوث العالمية حول العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. وثانيًا، يمكن للنموذج الائتلافي أن يحدّ من ازدواجية الجهود المهدرة وحالات الالتباس بين المستخدمين النهائيين التي قد تنشأ من دون تنسيق كافٍ بين مختلف الأطراف النشطة بالفعل في مكون أو آخر من مكونات المنفعة العامة العالمية التي ستُمثلها التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية.

وتُعدّ منظمة الأغذية والزراعة، باعتبارها وكالة الأمم المتحدة المتخصصة في مجال الأغذية والزراعة، منسقًا طبيعيًا لائتلاف من الشركاء الذين يعملون معًا لإصدار منتجات وتحليلات بيانات عالية الجودة ودقيقة من الناحية العلمية ومتاحة للجمهور ومفتوحة الوصول يستفيد منها صانعو القرار في القطاعين العام والخاص. ولكن المهمة أكبر من أن تتمكن المنظمة من النهوض بها بمفردها. وهي بحاجة إلى الاستفادة من الشركاء العلميين للمساعدة، خاصة في الجوانب التقنية الأكثر تخصصًا في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. وقد أجرت بالفعل منظمات كثيرة استثمارات كبيرة في بناء فرق وبروتوكولات لجمع البيانات وتحليلها، أو العلاقات مع مقدمي البيانات غير المهيكلة أو شبه المهيكلة، أو التكاليف الثابتة الأخرى القيّمة التي يمكن أن تُفقد إذا لم يتم إدماج منصتها بشكل كافٍ في جهود التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. ولا يزال هناك الكثير من العمل الذي يتعيّن القيام به لسد الفجوات الرئيسية في البيانات، ووضع مؤشرات ذات مصداقية للبيانات غير المهيكلة بطبيعتها والتحقق من صحتها، الخروج بمزيد من سلاسل البيانات من الحالة شبه المهيكلة أو غير المهيكلة التي تحتفظ فيها العديد من المنظمات بالبيانات ذات الصلة، لوضعها في شكل مهيكل يجعل من السهل استخدام المعلومات من جانب مجموعة واسعة من الجماهير، ربما بصفة خاصة الجماهير التي لديها فرق فنية متفرقة لتحليل البيانات، كما هو الحال في كثير من حكومات البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل والمنظمات التي لا تتوخى الربح ومنظمات المجتمع المدني.

وهناك سبب آخر وراء استخدام نموذج ائتلافي وهو إنشاء آلية لضمان سلامة المنتج. ومن شأن نجاح التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية أن يؤثر بالضرورة على أنماط الاستثمار العام والخاص في جميع أنحاء العالم. ولأسباب سياسية ومالية، قد ترغب الجهات الفاعلة القوية في التأثير على عمليات التقييم التي ترد في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. ويهدف مؤشر الابتكار العالمي للمنظمة العالمية للملكية الفكرية إلى الحماية من هذه المسائل. ويُعد مؤشر الابتكار العالمي منتجًا يحمل علامة مشتركة وتديره وترعاه مركزيًا وحدة داخل المنظمة العالمية للملكية الفكرية، وهي إحدى وكالات الأمم المتحدة، ولكن أعمالها الفنية تُسند إلى شركاء خارجيين في ائتلافها، وهي بشكل أساسي جهة شريكة بحثية رائدة. وتتاح من خلال العلامة المشتركة للأعمال التقنية وعزلها عن جهة التنسيق الأكثر اتصالًا بالجمهور في منظمة سياسية في جوهرها (الأمم المتحدة) أفضل ما لدى العالمين: ميزة اسم رائد واضح وضمانات الخبرة الخارجية. وهناك أُسس موضوعية لتصميم نموذج مؤشر الابتكار العالمي في المنظمة العالمية للملكية الفكرية لهذه الأسباب المختلفة.

وبالإشارة إلى الشكل 2، الذي يربط مختلف أنواع البيانات بمختلف مراحل دورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات، من المرجح وجود ما لا يقل عن مجموعتين متميزتين من الأنشطة يمكن أن تتخصص فيهما جهات شريكة مميزة في الآتي:

1. **جمع بيانات عن مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات والعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة وتنظيمها وتحليلها:** ستقود منظمة الأغذية والزراعة هذا المكون من النشاط نظرًا إلى قدرتها غير المسبوقة على الوصول إلى النُظم الإحصائية الحكومية ومواطن قوتها في هذا المجال.

   وتوجد حاليًا عدة أنشطة لجمع البيانات المتعلقة بمدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات خارج المنظمة يمكن أن تستند إليها التوقعات الخاصة بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات. ويجب الحفاظ على الجهود المبذولة حاليًا لتجميع البيانات الأساسية

لمدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات. وسيكون فقدان منصات جمع البيانات الحالية والخبرات، مثل البيانات الموجودة داخل منصة مؤشرات العلوم والتكنولوجيا الزراعية، نكسة كبيرة. وكما هو موضح في القسم 5، تجمع منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي هذه البيانات لدولها الأعضاء وللأسواق الناشئة الرئيسية، وأنشأ برنامج الممارسات والسياسات الدولية في مجال العلوم والتكنولوجيا التابع لجامعة مينيسوتا مجموعة كبيرة من البيانات في هذا المجال، خاصة بشأن معدلات العائد على الاستثمار في العلوم والتكنولوجيا والابتكارات. ولكن هذه البيانات ليست متاحة للجمهور، وليست مفتوحة الوصول. ولذلك حُذفت سلسلة بيانات الممارسات والسياسات الدولية في مجال العلوم والتكنولوجيا من مؤشرات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الواردة في القسم 5، وإن كان من المفيد استكشاف إمكانية التأسيس على هذه البيانات. ومع قيام نظام الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية الواحد بإطلاق مبادرات بحثية جديدة، بما في ذلك المبادرة التي سيجري إطلاقها في المستقبل بشأن الاستشراف والمقاييس، قد تكون هناك فرصة لإعادة تنشيط جمع البيانات المهيكلة المفتوحة الوصول والمتاحة في الوقت المناسب بشأن مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات وتنظيمها وتحليلها، والتقييم المسبق لآثارها المحتملة.

وكان ذلك يُشكل في وقت من الأوقات بدرجة كبيرة مجال الدائرة الدولية للبحوث الزراعية الوطنية. وبعد إغلاق الدائرة المذكورة في عام 2004، استمرت بعض أنشطتها تحت رعاية المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية. وينعكس معظمها اليوم في مشروع مؤشرات العلوم والتكنولوجيا الزراعية التابع للمعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية، وهو مشروع يوّلد أكبر مجموعة من بيانات مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات بشأن البلدان والمنخفضة والمتوسطة الدخل. ويمكن أن تتيح التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية فرصة لتوسيع التغطية الجغرافية ونطاق مؤشرات العلوم والتكنولوجيا الزراعية وسلسلة تحديثاتها، بالاعتماد على العلاقات المؤسسية وبروتوكولات جمع البيانات وإنتاجها والموظفين الرئيسيين في المنظمة.

وتتتبع منظمة الأغذية والزراعة بالفعل الكثير من العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة في قاعدة البيانات الإحصائية الموضوعية ومنتجات بيانات الوصول المفتوح المماثلة التي تولّدها. وينشأ جانب كبير من هذه البيانات عن التعدادات أو الاستقصاءات التمثيلية الوطنية التي تجريها المكاتب الإحصائية أو الوزارات التابعة للحكومات الوطنية. ويقوم البنك الدولي بدور استشاري فني رئيسي في جمع هذه البيانات في كثير من البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل.

ولا يزال هناك الكثير مما ينبغي القيام به لسد الفجوات بين البلدان وفي معالجة الأخطاء في أخذ العينات والقياس في السلاسل القائمة (على سبيل المثال، المسائل المتعلقة باعتماد المزارعين لأصناف المحاصيل المحسّنة والأسمدة والآلات). ويتيح أيضًا التقدم في الاستشعار عن بُعد بواسطة الأقمار الاصطناعية فرصًا جديدة لتوليد تقديرات حديثة معقولة منخفضة الكلفة بشأن انتشار العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية المرئية من الفضاء، مثل هياكل الري أو الطاقة المتجددة (على سبيل المثال، مثل مصفوفات الألواح الشمسية وتوربينات الرياح) في الأراضي الزراعية.

2. تتبّع العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة نشأتها والناشئة في مجال النُظم الزراعية والغذائية وتوليف الأدلة:

من شبه المؤكد أن معظم الآثار التحويلية التي كانت تلوح في الأفق قبل عقد من الزمن ستتحقق من خلال العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي لا تزال في مراحل الجاهزية المبكرة إلى المتوسطة، والتي لم تنضج بعد تمامًا والمنتشرة على نطاق واسع خلال النُظم الزراعية والغذائية. وهذه المهام في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية هي الأكثر تعقيدًا من الناحية المنهجية، وهي تتطور بالضرورة تطورًا سريعًا في ظل ما يحدث من تقدم في علوم المعلومات. وكان مشروع مستقبل الحياة البرية الذي بدأته منظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية وتستضيفه حاليًا جامعة كورنيل، رائدًا في تتبّع العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها وآثارها المحتملة في مجال النُظم الزراعية والغذائية (Herrero وآخرون، 2020، 2021)، بينما قام خبراء توليف الأدلة في جامعة كورنيل من خلال مشروع Ceres2030 باستكشاف استخدام أساليب تعلّم الآلة لتحديد الأنماط الناشئة والثغرات في الأدلة في العلوم (Porciello، 2020؛ Porciello، 2021أ؛ Porciello، 2021ب). وتُنفذ بعض هذه الأعمال بالشراكة مع مبادرات مثيرة للاهتمام، مثل بوابة حلول النُظم الزراعية المبتكرة (https://nutritionconnect.org/ifss) - وهي مبادرة تعاونية متعددة المؤسسات تقودها الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية والتحالف العالمي لتحسين التغذية، بالشراكة مع جماعات متعددة، بما في ذلك جامعة كورنيل وجامعة واشنطن وجامعات أخرى. وتعمل هذه المجموعة من المستخدمين بطرق مبتكرة في إعادة تصوّر كيفية عمل النُظم الزراعية والغذائية وتمكين مختلف الجهات الفاعلة لتحديد حلول للتحديات والفرص تبعًا لكل سياق. ويشمل ذلك في جانب منه تحديد وإجراء عمليات تقييم من الخبراء للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات المستقبلية. ولكنّ ذلك يشمل أيضًا تطوير أدوات ونشرها من أجل مساعدة المستخدمين على التنبؤ الارتجاعي بدءًا بالحالات النهائية المرغوب فيها وصولًا إلى الوقت الحاضر، مع تحديد مسارات الأثر الممكنة عمليًا بالنسبة إلى استيعاب العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الجديدة في مجال النُظم الزراعية والغذائية وتوسيع نطاقها ونتائجها المنشودة. ونظرًا إلى عدم وجود حدود واضحة بين العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها والناشئة - وفي ظل عدم وجود نُظم راسخة لجمع بيانات عن مراحل دورة حياة هذه العلوم والتكنولوجيا والابتكارات - يفضّل تجميع هذه العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في نشاط واحد باستخدام الأساليب والبيانات الموضحة في القسمين 6 و7.

ويمكن تصور شريك بحثي عالمي رائد يدعم منظمة الأغذية والزراعة في هذا المسعى. ويمثل ذلك مجال العمل مع القطاع الخاص والمجتمع المدني الأكثر جدوى والأعلى قيمة على حد سواء. وتزداد استثمارات القطاع الخاص في العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية بسرعة، وتُركز بقوة على المراحل السابقة لنشأتها والمراحل الناشئة. وبالمثل فإن الكثير من الابتكارات الاجتماعية والسياساتية والمؤسسية تعود في منشئها إلى منظمات المجتمع المدني (على سبيل المثال، جماعات المزارعين أو الجماعات المجتمعية). ويتجسد كثير من استثمارات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الخاصة في مجال النُظم الزراعية والغذائية تقليديًا في المواد الوراثية الحيوانية والنباتية الجديدة، والمواد الكيميائية الزراعية، والآلات، وغيرها. ولكن هناك نسبة سريعة النمو تُركز على ما بعد الحصاد في تجهيز الأغذية وتصنيعها، وفي الخدمات اللوجستية، ولا سيما في تجارة التجزئة والخدمات الغذائية (Barrett وآخرون، 2022ج؛ وشبكة AgFunder، 2022). وسيكون التعاون الوثيق مع كيانات القطاع الخاص - جماعات الصناعات الوطنية، وخدمات رصد رأس المال المجازف به، وغيرها - ضروريًا للنجاح في تتبّع وتقييم العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها والناشئة في مجال النُظم الزراعية والغذائية. ولم يكن ذلك، تقليديًا، مجال المنظمة أو الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية أو كيانات القطاع العام الأخرى، وسيتطلب مزيدًا من الأعمال الإبداعية والدقيقة، مع التركيز الواضح على المسائل السابقة للمنافسة التي يوجد فيها ما يُحفز جميع الأطراف على التعاون وتبادل البيانات.

ويُشكل مسار عمل العلوم والتكنولوجيا والابتكارات السابقة لنشأتها والناشئة التي جرى تحديدها من قبل، جزءًا مباشرًا من مجموعة الأدلة التي تغطي تقييم الأثر المسبق واللاحق للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات. وتتمتع منظمات، مثل الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية، وجماعة كورنيل، والمبادرة الدولية لتقييم الأثر، بخبرة هائلة في تيسير التقدم المنهجي وتحقيق التكامل في أدلة تقييم الأثر على النحو المستخدم في النُظم الزراعية والغذائية. ويمكن تنسيق الأحداث المواضيعية استنادًا إلى موضوع مقبل أو حديث تتناوله التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، والمنظمات ذات الاهتمامات المماثلة. ويمكن أن تكون هناك، على سبيل المثال، أحداث تدور حول موضوع كل إصدار من إصدارات التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، يتم تنظيمها بالاشتراك مع أي من الأحداث المنتظمة العديدة، بما في ذلك منتدى المنظمة السنوي للعلوم والابتكار (https://www.fao.org/science-technology-and-innovation/science-innovation-forum/en)، أو منتدى العلوم للجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية والدولية، أو الاجتماعات السنوية للاتحاد الدولي المعني ببحوث الاقتصاد الأحيائي التطبيقي (https://icabr.net/)، أو مشروع البحوث المتعدد الولايات لتحليلات الأثر واستراتيجيات اتخاذ القرار من أجل البحوث الزراعية الذي أطلقته وزارة الزراعة في الولايات المتحدة (https://www.nimss.org/projects/view/mrp/outline/18787).

وقد تعمل التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية أيضًا مع أحد الشركاء البارزين في مجال النشر العلمي. وسيعتمد أي تقرير قوي للتوقعات بالضرورة على مادة مرجعية واسعة وتقنية لا تدخل ضمن تقرير نهائي موجه لجمهور غير تقني. وتنطوي هذه المواد المرجعية في كثير من الأحيان على قيمة داخل الأوساط الأكاديمية والبحثية، سواء أكان لنشر المعارف الجديدة أو للتشجيع على المشاركة من جانب العلماء البارزين الذين تُشكل المطبوعات العلمية عملة رئيسية بالنسبة إليهم. ونجحت المنظمة في تكوين شراكات مع دور نشر علمية في الماضي، وذلك على سبيل المثال عن طريق تحويل مجموعات من الوثائق المرجعية إلى أعداد خاصة يستعرضها النظراء أو أقسام في مجلات رائدة.[23] وبالمثل، قدم مشروع Ceres2030 الذي تقوده جامعة كورنيل والمعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية مجموعة وثائق بارزة في مجلة Nature.[24] غير أن هذه الترتيبات تُتخذ في العادة لمرة واحدة ولا تُشكل منصة متكررة. ويمكن اتخاذ ترتيبات مع دار نشر علمية رائدة، ما يُسفر عن سلسلة عالية الجودة من الكتب التي يستعرضها النظراء أو المفتوحة الوصول أو أعداد خاصة من دوريات أو مجموعات تُصبح في حد ذاتها سلسلة مرجعية مركزية بشأن العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية بمرور الوقت، وربما تكون مرتبطة بمؤتمرات علمية/حلقات عمل مرتبطة بكل موضوع من مواضيع التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، مثل إصدار مجلد محرر مفتوح الوصول يشمل وثائق مرجعية نشرتها من قبل إحدى دور النشر الشريكة العلمية المرموقة. وترتبط المنظمة حاليًا باتفاق نشر مع مؤسسة Springer بشأن مساهمات موظفي المنظمة في الكتب المفتوحة الوصول التي تُصدرها مؤسسة Springer Nature.

23 انظر على سبيل المثال، أعداد أكتوبر/تشرين الأول 2013 ويناير/كانون الثاني 2021 من السياسة الغذائية بشأن النظم الغذائية والعبء الثلاثي لسوء التغذية والفاقد والمهدر من الأغذية: أدلة على سياسات فعالة، على التوالي، استنادًا إلى ورقات معلومات أساسية لتقرير حالة الأغذية والزراعة.

24 انظر المجموعة الكاملة من الوثائق الدراسية في https://www.nature.com/collections/dhiggjeagd/ أو الملخص في Laborde وآخرين (2020).

جمهورية مصر العربية
بائع متجول يبيع الخضار في القاهرة.

© FAO/Pedro Costa Gomes

الفصل الثاني عشر
تواتر التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية ومحتواها

يمكن أن تُشكل التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية أداة قوية لتعزيز تسريع إحداث تحوّل في النُظم الزراعية والغذائية إذا كان يمكنها الوصول إلى الجماهير الرئيسية والتأثير عليهم.

ومن المتوقع أن تستهدف التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية الموجهة كبار واضعي السياسات على المستوى القطري وفي الوكالات المتعددة الأطراف ومستشاريهم، فضلًا عن المستثمرين من القطاعين العام والخاص والمؤسسات الخيرية الذين يموّلون البحث والتطوير في العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية ولا سيما في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. وتحتاج هذه الجماهير إلى رسائل واضحة وغير فنية مدعومة بأدلة علمية قوية، بما في ذلك بيانات مفتوحة الوصول. **وينبغي أن تكمن رؤية التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية في أن تصبح مرجعًا دوريًا محوريًا ومصدرًا مفتوحًا للبيانات بشأن كيفية تغيير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات للنُظم الزراعية والغذائية اليوم وإمكانية تحويلها لتصبح أكثر كفاءة وشمولًا وقدرة على الصمود واستدامة.** وستُستخدم التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية لأغراض الدعوة - على سبيل المثال، لأشكال أكثر أو مختلفة من الاستثمارات في البحث والتطوير في مجال النُظم الزراعية والغذائية - وللمساعدة على توجيه كيانات القطاعين العام والخاص والعام في تحديد الأولويات.

وتُشكل أيضًا جاذبية المنتج الذي يوفِّر تغطية شاملة لكامل دورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية تحديًا كبيرًا. وتتميَّز قائمة مجموعات البيانات القائمة والمناسبة التي تفي بمعايير الإدراج الرئيسية المحددة في القسمين 5 و8 بأنها قصيرة نسبيًا، وتفتقر بصفة خاصة إلى تكنولوجيات ما بعد المزرعة، والابتكارات المالية والمؤسسية والسياساتية. وعلاوة على ذلك تُركز مجموعات البيانات القائمة بقوة على المراحل الأولى والنهائية - مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات، والعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة - مع وجود ثغرات ملحوظة تحيط بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها والناشئة في مجال النُظم الزراعية والغذائية. ويتطلب تسريع وتيرة التحوّل في النُظم الزراعية والغذائية إيلاء اهتمام أكبر كثيرًا إلى المراحل المتوسطة الحاسمة الأهمية، ولا سيما من أجل المساعدة على تقليص الفارق الزمني الكبير بين الاستثمارات في البحث والتطوير وتوسيع نطاق العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الجديدة المؤثرة بين الجهات الفاعلة في النُظم الزراعية والغذائية في العالم.

ومن غير الممكن تغطية جميع مجالات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها والناشئة بالقدر الكافي وعلى نحو صارم على أساس سنوي، لدواعٍ يبرزها القسمان 6 و7. والطريقة الطبيعية التي يمكن من خلالها التحكم في النطاق هي نشر التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية بانتظام كل سنتين. وتظهر منتجات توقعات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الصادرة عن مؤسسة العلوم الوطنية في الولايات المتحدة، ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ومؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية، ومنظمة الأمم المتحدة للعلم والتربية والثقافة على فترات تتراوح بين سنتين وخمس سنوات. وتُصدر المنظمة العالمية للملكية الفكرية مؤشر الابتكار العالمي سنويًا ولكنّ هذا المؤشر يعتمد فقط على بيانات ثانوية. وبعد أن تترسخ بروتوكولات التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، قد يحين الوقت الذي يلزم فيه إصدار طبعات تكميلية بين الطبعات التي تصدر بانتظام كل سنتين لمعالجة المسائل الإضافية في شكل أقصر. ويبدو أن إصدار مطبوعة كل سنتين يشكل هدفًا طموحًا ولكنه ممكن، لأنه من الأفضل إسناد الأولوية للجودة عوضًا عن السرعة.

وستتناول كل طبعة من التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية موضوعًا تؤيده بحوث مرجعية موسعة. وسيكون الموضوع الأول للتوقعات في طبعتها الافتتاحية التي ستصدر في عام 2024 هو العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية من أجل صغار المنتجين، وبما يشمل أيضًا مؤسسات الأعمال الصغيرة والمتوسطة الحجم في جميع مراحل النُظم الزراعية والغذائية. ويستهدف هذا الموضوع إحدى نتائج الركيزة 2 لاستراتيجية المنظمة للعلوم والابتكار: «تحسين إمكانية وصول صغار المنتجين والمزارعين الأسريين والجهات الفاعلة الأخرى في النُظم الزراعية والغذائية إلى الابتكارات والتكنولوجيات الشاملة المستدامة والميسورة الكلفة والخاصة بكل سياق، واستخدامهم لها». ويعتمد صغار المنتجين على مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات التي تصدرها المؤسسات العامة والخيرية أكثر مما تعتمد عليها الجهات الفاعلة الكبيرة والمؤسسية المتعددة الجنسيات في النُظم الزراعية والغذائية. وستستكشف هذه التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية مزايا الابتكار وعيوبه التي تتراكم بسبب الحجم، والطريقة التي يمكن من خلالها لأصحاب المصلحة تسريع وتيرة تطوير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات وتكييفها ونشرها وتحقيق آثارها بأكبر قدر من الفعالية بين صغار المنتجين على المستوى العالمي.

وقد تتراوح مواضيع التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية لعام 2026 وما بعده بين مجالات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات - على سبيل المثال، الرقمية، وعلم الوراثة، والميكانيكية، والأغذية الجديدة، والسياسات - والنتائج أو الآثار المقصودة - على سبيل المثال، الحفاظ على الأراضي والمياه، وسلامة الأغذية، والتغذية المحسّنة، وتحسين ظروف العمال في النُظم الزراعية والغذائية، وبناء القدرة على الصمود في وجه الصدمات وعوامل الإجهاد - أو حتى مواضيع أوسع، مثل تقييم آثار العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، أو الاستشراف والمقايضات في النُظم الزراعية والغذائية المستقبلية. ومن الطبيعي أن تسترشد الطبعات الأكثر تكاملًا التي تُركز على النتائج والآثار المستهدفة الرئيسية بالعمل في مجالات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات.

وسيكون الجزء الثاني من التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية مرفقًا غنيًا بالبيانات لا يقتصر على المواد الخاصة بموضوع الطبعة، بل يشمل أيضًا مجموعة منتظمة من الأدلة التجريبية في جداول خاصة بكل بلد و/أو مؤشر ما.

وستكون سلاسل البيانات المفتوحة الوصول التي يستند إليها كل إصدار من التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية متاحة باستمرار وسيجري تحديثها بانتظام. وستُشكل هذه البيانات منفعة عامة رئيسية، وسيتطلب تنظيمها تفكيرًا متأنيًا. وسيكون من المنطقي الاستفادة من المنصات الحالية، مثل لوحة المتابعة الخاصة بالنظم الغذائية وبوابة حلول النُظم الغذائية المبتكرة - أو على الأقل الارتباط بها وتبادل البيانات معها.

وستُستمد بعض البيانات الأكبر قيمة من دمج عمليات تقييم أثر العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. وإنّ كلفة تقييم الأثر الدقيق هي كلفة عالية. وقد يكون من المفيد أن توفِّر التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية بوابة لعمليات الاستعراض الاستكشافية والمنهجية والتحليلات التجميعية الإحصائية لمجموعة أدلة تقييم الأثر التي تُلقي الضوء على ما هو موثوق وأين وفي ظلّ أي ظروف. وهذه البيانات هي الأكثر فائدة للوكالات المحدودة الموارد العاملة في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. ويمكن أن تتخذ هذه البيانات أشكالًا مختلفة لا تقتصر على عمليات التقييم الإحصائية، بل تشمل أيضًا عمليات التقييم السردية/النوعية. وستُركز بعض عمليات التقييم الأكثر تأثيرًا على تجميع مختلف الابتكارات والتكنولوجيات، وهو مجال لا تغطيه عمليات تقييم الأثر الرسمية بصورة جيدة حتى الآن. وستكون أنشطة توليف الأدلة للتوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية نشاطًا مستمرًا غير مرتبط تحديدًا بإصدار معيّن من مطبوعة التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية.

وستُشكل التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية جهدًا رئيسيًا ومبادرة رائدة. ويتعلق أحد القرارات الرئيسية التي تواجه المنظمة والمستثمرين في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية والشركاء فيها بتحديد الأولويات وتسلسل الجهود الخاصة بالحفاظ على جمع البيانات وتحليلها وتنظيمها ونشرها وبنائها طوال دورة حياة العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. ومن شبه المؤكد أن التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية ستحتاج إلى التقدم على مراحل، مع التركيز أولًا على تنظيم سلاسل البيانات القائمة وتعميمها، والتوسع لتغطية المزيد من سلسلة القيمة في مرحلة ما بعد المزرعة والمؤسسات والسياسات التي تُحدد البيئات الغذائية التي يتخذ فيها المستهلكون خياراتهم بشأن الأنماط الغذائية.

وتنقسم آراء الخبراء بشكل حاد حول ما ينبغي التركيز عليه في بناء عمليات جمع البيانات وتحليلها وتنظيمها. ويوصي الخبراء في المنظمات المتعددة الأطراف إلى حد كبير بأن ينصبّ التركيز بوضوح على مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات، بينما يُشدد المستجيبون من القطاع الخاص على أن أهم المجالات للمضي قدمًا تتعلق بالعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها والناشئة. ويرى فريق التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية وجاهة في كلا الرأيين، ولكن جمع بيانات موثوقة وتحليلها وتنظيمها في مجالات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها والناشئة من المحتمل أن يُبشر بأكبر مساهمة في تسريع تحويل النُظم الزراعية والغذائية، خاصة في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. وقد ازدادت وتيرة نشاط القطاع الخاص، بما في ذلك في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، بصورة كبيرة في السنوات الأخيرة.[25] وفي ظل نمو تمويل القطاع الخاص للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية نموًا سريعًا مقارنة بالاستثمارات العامة، يُصبح إشراك تلك الأوساط أكثر أهمية من أي وقت مضى. وتكمن مصالح هذه الأوساط بقوة في المراحل المتوسطة من العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها والناشئة. وبالنظر إلى أن ذلك سيُيسِّر مشاركة القطاع الخاص - وهي مشاركة ستكون ضرورية من أجل نجاح التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية - وبالنظر إلى أنها ستملأ فراغًا كبيرًا بشكل خاص في المشهد الحالي للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية، ستبدأ التوقعات عملها في تحسين فهم مراحل ما قبل نشأتها والمراحل الناشئة منذ بداية إصدار التوقعات، وخاصة في ما يتعلق بالبلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل.

غير أن برنامج التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية على النطاق الأوسع ينبغي أن يساعد على إطلاق مبادرات جديدة لسد فجوات البيانات والأدلة المتعلقة بالنُظم الزراعية والغذائية على نطاق أوسع، واستخدام البيانات والتحليلات التي تنظمها وتولدها التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية لإثراء عملية صنع السياسات. وكما

25 من الأمثلة الواضحة على ذلك أنه في أواخر مارس/آذار 2022، جمعت شركتان ناشئتان أفريقيتان - Apollo Agriculture في كينيا، وThriveAgric في نيجيريا - 40 مليون دولار أمريكي و56 مليون دولار أمريكي، على التوالي، من التمويل الجديد في أسبوع واحد (https://agfundernews.com/thriveagric-apollo-ag-score-nearly-100m-in-big-week-for-african-agtech) وجمعت شركتان في مجال التكنولوجيا الزراعية والغذائية ما لا يقل عن 52 مليار دولار أمريكي من الاستثمارات الجديدة في عام 2021، أي بزيادة نسبتها 75 في المائة على ما جمعته في عام 2020، وعُقدت أكبر الصفقات في الأسواق الناشئة - وكانت الصين والهند والبرازيل ثلاثة من أكبر ستة بلدان على مستوى العالم في استثمارات التكنولوجيا الزراعية والغذائية في عام 2021 - وفي القطاعات النهائية من سلاسل القيمة، مثل توصيل الطعام والأغذية المبتكرة (على سبيل المثال، الخلوية، أو التخمير، أو النباتية المصدر) (شبكة AgFunder، 2022).

هو موضح في نظرية التغيير الواردة في القسم 1، يمكن للتوقعات أن تكون قوة دافعة فعالة للاستثمار في توليد البيانات والأدلة، وكذلك صنع السياسات القائمة على الأدلة للمساعدة على تسريع تحويل النُظم الزراعية والغذائية في العالم، ولكن بشكل خاص في بلدان اليوم المنخفضة والمتوسطة الدخل التي من الأهمية البالغة تحقيق ذلك فيها. ومن المتوقع أن تُشجع التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية بمرور الوقت أعضاء الائتلاف ونظامًا إيكولوجيًا لأصحاب المصلحة على النطاق الأوسع لتكوين جماعات ممارسة معنية بتتبع ديناميكيات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية وتتبعها من أجل تعزيز أفضل الممارسات المتعلقة بصنع السياسات والاستثمارات المستندة إلى الأدلة في النُظم الزراعية والغذائية.

المرفق ألف
تفاصيل عن المؤشرات التي خضعت للاستعراض

باستخدام معايير الإدراج المبيّنة بالتفصيل في القسم 5، صُنفت البيانات المهيكلة التي تم استعراضها لأغراض مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات (القسم 5) والعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة (القسم 8) إلى مجموعتين: محددة الأولوية (أي التي تفي بجميع معايير الإدراج) وغير محددة الأولوية (أي لا تفي بواحد أو أكثر من معايير الإدراج). وتبيّن الجداول التالية (الجداول من ألف-1 إلى ألف-4) هذه المؤشرات.

وتتاح - عند الطلب - قاعدة البيانات التي تحتوي على مزيد من التفاصيل عن كل مؤشر - عدد إجمالي البلدان، والبلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل المشمولة، والنسبة المئوية للبلدان التي تتاح ملاحظة واحدة على الأقل بخصوصها منذ عام 2016، وملاحظات عن مجموعة البيانات.

الجدول ألف-1 سلاسل بيانات مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات المحددة الأولوية

المؤشر	المؤشر الفرعي	التعريف	المصدر
تمويل البحث والتطوير			
الحكومة	الإنفاق الرأسمالي المحلي الإجمالي على البحث والتطوير - تجريه الحكومة - العلوم الزراعية والبيطرية	الإنفاق المحلي الإجمالي على البحث والتطوير الذي تجريه الحكومة في مجال الزراعة والعلوم البيطرية.	منظمة الأمم المتحدة للعلم والتربية والثقافة
القطاع الخاص	الإنفاق الرأسمالي المحلي الإجمالي على البحث والتطوير - تجريه المؤسسات الخاصة التي لا تستهدف الربح في مجال العلوم الزراعية	يأخذ هذا المؤشر في الاعتبار إجمالي الأموال التي تنفقها محليًا منظمات القطاع الخاص التي لا تتوخى الربح على البحث والتطوير في مجال العلوم الزراعية على أساس سنوي.	منظمة الأمم المتحدة للعلم والتربية والثقافة
	الائتمان المحلي للقطاع الخاص (٪ من الناتج المحلي الإجمالي)	يُشير إلى الموارد المالية التي تقدمها المؤسسات المالية إلى القطاع الخاص، مثل القروض، ومشتريات الأوراق المالية غير الأسهم، والائتمانات التجارية، والحسابات الأخرى المستحقة القبض، التي تُنشئ مطالبة بالسداد. ويُعبّر هذا المؤشر عن قدرة القطاع الخاص على المساهمة في تطوير العلوم والتكنولوجيا والابتكارات.	البنك الدولي
التعليم العالي	الإنفاق الرأسمالي المحلي الإجمالي على البحث والتطوير - تُجريه منظمات التعليم العالي - العلوم الزراعية	يأخذ هذا المؤشر في الاعتبار إجمالي الأموال التي تُنفقها محليًا منظمات التعليم العالي على البحث والتطوير في مجال العلوم الزراعية على أساس سنوي.	منظمة الأمم المتحدة للعلم والتربية والثقافة

«

المؤشر	المؤشر الفرعي	التعريف	المصدر
بيئة سياسات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات			
نُظم الملكية الفكرية	التصديق على اتفاقيات الاتحاد الدولي لحماية الأصناف النباتية الجديدة	تجمع قاعدة بيانات Mercedes campi بيانات المؤشر مع درجات سنوية للفترة 1961-2018 في 401 بلدان لديها تشريعات سارية بشأن حماية الأصناف النباتية. وتشمل البيانات التصديق على اتفاقيات الاتحاد الدولي لحماية الأصناف النباتية الجديدة، والاستثناءات الخاصة بالمزارعين، والاستثناءات الخاصة بالمربين، والمدة، ونطاق براءات الاختراع.	مؤشر حماية الملكية الفكرية للأصناف النباتية ومكوناتها، لفرادى البلدان، 1961-2018.
	الاستثناءات الخاصة بالمزارعين	يأخذ هذا المكون في الاعتبار ما يُسمى بحق المزارعين في حفظ البذور الذي يخولهم الحق في استخدام منتجات محاصيلهم التي يحصلون عليها من صنف نباتي مشمول بالحماية لأغراض إكثاره في مزارعهم.	فهرس حماية الملكية الفكرية للأصناف النباتية ومكوناتها، لفرادى البلدان، 1961-2018.
	الاستثناءات الخاصة بالمربين	يأخذ هذا المكون في الاعتبار ما يسمى باستثناء المربين - الذي ينص على أن حق الاستبعاد لا يشمل استخدام صنف نباتي لأغراض تجريبية أو بحثية من جانب مربين آخرين.	مؤشر الملكية الفكرية للأصناف النباتية ومكوناتها، لفرادى البلدان، 1961-2018.
	مدة الحماية	يأخذ هذا المكون في الاعتبار المدة المشمولة بالحق.	مؤشر حماية الملكية الفكرية للأصناف النباتية ومكوناتها، لفرادى البلدان، 1961-2018.
	نطاق براءات الاختراع	يأخذ هذا المكون في الاعتبار ما إذا كانت براءات الاختراع مسموحًا بها في خمسة مجالات مرتبطة بتربية النباتات والزراعة: (1) الأغذية، ويتعلق هذا المجال بتجهيز منتجات من الزراعة؛ (2) والكائنات الحيّة الدقيقة، ويرتبط هذا المجال ارتباطًا وثيقًا بتطوير التكنولوجيا الحيوية وتطبيقها على تربية النباتات؛ (3) والمنتجات الصيدلانية لأن هذه الصناعة تعتمد أيضًا على التنوع البيولوجي والموارد الوراثية؛ (4) والنباتات والحيوانات - عندما لا يقتصر الاختراع على صنف محدد؛ (5) والأصناف النباتية (سواء التي تتكاثر جنسيًا أو لا جنسيًا). (هذا التعريف مأخوذ من Campi وNuvolari (2021)).	مؤشر حماية الملكية الفكرية للأصناف النباتية ومكوناتها، لفرادى البلدان، 1961-2018.
القدرة التنظيمية	مؤشر الجودة التنظيمية	مؤشر يُعبِّر عن التصورات بشأن قدرة الحكومة على صياغة وتنفيذ سياسات ولوائح تنظيمية سليمة تسمح بتنمية القطاع الخاص وتعززها. والدرجات في هذا المؤشر موحدة.	مؤشر الابتكار العالمي للمنظمة العالمية للملكية الفكرية (مقتطف من http://info.worldbank.org/governance/wgi/#home).
بيئة الشركات الناشئة	التمكين من ممارسة أنشطة الأعمال في الزراعة	مؤشرات التمكين من ممارسة أنشطة الأعمال في الزراعة تُقيِّم ما إذا كانت الحكومات تجعل من الأسهل أو الأصعب على المزارعين ممارسة أعمالهم.	البنك الدولي
المدخلات المادية في البحث والتطوير			
واردات التكنولوجيا المتطورة	واردات التكنولوجيا المتطورة	"واردات التكنولوجيا المتطورة كنسبة مئوية من إجمالي التجارة. وتحتوي صادرات التكنولوجيا المتطورة وواردتها على منتجات تقنية ذات كثافة عالية من البحث والتطوير، على النحو المحدد من المكتب الإحصائي للاتحاد الأوروبي، وهي تستند إلى التنقيح الرابع للتصنيف التجاري الدولي الموحد وتعريف منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. وتنتمي السلع إلى القطاعات التالية: الفضاء؛ والحواسيب والآلات المكتبية؛ والإلكترونيات - والاتصالات السلكية واللاسلكية؛ والصيدلة؛ والأجهزة العلمية؛ والآلات الكهربائية؛ والكيمياء؛ والآلات غير الكهربائية؛ والتسلح".	المؤشر العالمي للمنظمة العالمية للملكية الفكرية
المطبوعات العلمية	عدد المطبوعات العلمية المتعلقة بالتكنولوجيات الرائدة	عدد المطبوعات المتعلقة بالتكنولوجيا الزراعية الرائدة، ويُعبّر المؤشر عن التقدم العلمي في ابتكارات التكنولوجيا، وخاصة في العلوم والتكنولوجيات والابتكارات في مرحلة ما قبل نشأتها والناشئة.	SCOPUS
مجموعات الموارد الوراثية	عدد العيّنات لكل بلد	هذا المؤشر مهيكل (لا يوجد ما يؤكد صحته أو ينفيها)، ويُمثِّل تنوع المحاصيل داخل بلد ما.	قاعدة بيانات جينيسيس للموارد الوراثية النباتية

الجدول ألف-2 سلاسل بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة المحددة الأولوية

المؤشر	المؤشر الفرعي	التعريف	المصدر
الإنتاج الأوّلي			
البذور المحسّنة	الأحداث الخاصة بالمحاصيل المعدلة وراثيًا الموافق عليها	يشمل الأحداث الخاصة بالتكنولوجيا الأحيائية/المحاصيل المعدلة وراثيًا التي تمت الموافقة على تسويقها تجاريًا/زراعتها واستيرادها (الأغذية والأعلاف).	الدائرة الدولية لاكتساب تطبيقات التكنولوجيا الأحيائية الزراعية
الأسمدة	الاستخدام الزراعي	مقدار الأسمدة المستخدمة في القطاع الزراعي في السنة. الوحدة بالأطنان.	قاعدة البيانات الإحصائية الموضوعية في منظمة الأغذية والزراعة
	الأسمدة	إجمالي العناصر الغذائية من مركّبات النيتروجين (N)، وخامس أكسيد ثنائي الفوسفور (P_2O_5)، وأكسيد الفوسفات (K_2O) من الأسمدة غير العضوية والنيتروجين من الأسمدة العضوية المستخدمة في التربة، بآلاف الأطنان المترية.	المؤشرات الدولية للإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج الزراعي، 1961-2019
مبيدات الآفات	استخدام مبيدات الآفات	يشمل بيانات عن استخدام مجموعات مبيدات الآفات الرئيسية (مبيدات الحشرات، ومبيدات الأعشاب، ومبيدات الفطريات، ومنظّمات نمو النبات، ومبيدات القوارض) والمجموعات الكيميائية ذات الصلة. وتتعلق البيانات بالكميات (بالأطنان من المواد الفعالة) من مبيدات الآفات المستخدمة في القطاع الزراعي أو المباعة له من أجل المحاصيل والبذور.	قاعدة البيانات الإحصائية الموضوعية في منظمة الأغذية والزراعة
الحراثة	مساحة الأراضي الزراعية التي تُستخدم فيها الحراثة المحافظة على الموارد	مساحة الأراضي الزراعية (بآلاف الهكتارات) التي تخلّف فيها ممارسات الحراثة بقايا نباتية (30-35 في المائة على الأقل) على سطح التربة لمكافحة تعرية التربة والمحافظة على رطوبتها.	بيانات الأمم المتحدة - منظمة الأغذية والزراعة
اللحوم والبروتينات النباتية المصدر/ الخلوية	المصنعون والعلامات التجارية في مجال البروتينات البديلة	تستكشف هذه البيانات نطاق جميع شركات الأغذية البديلة البروتينية/ النباتية المصدر في جميع أنحاء العالم؛ وتتبّع متغيرات مثل بلد الموقع، ومناطق التشغيل، وسنة التأسيس، والمؤسسين.	معهد الغذاء الجيد
مساحة الأراضي المزروعة	مساحة الأراضي المجهزة للري	تُغطي المساحة المجهزة للري المناطق المجهزة للري التي يتم فيها التحكم تمامًا في أي طريقة من طرق الري السطحي أو الري بالرش أو الري الموضعي. ولا يلزم استخدام المعدات خلال السنة المرجعية. ويشمل المؤشر أيضًا مساحة الأرض التي تُستخدم فيها أساليب الري بالغمر (التحكم في مياه الفيضانات لري المحاصيل)، والأراضي الرطبة المجهزة وقاع الوديان الداخلية، والأراضي المجهزة للري بمياه الفيضان. ويُستبعد الري اليدوي للنباتات باستخدام الدلاء أو أوعية الري أو الأجهزة الأخرى.	قاعدة البيانات الإحصائية الموضوعية في منظمة الأغذية والزراعة
تربية الأحياء المائية	إنتاج الاستزراع المائي	يُمثّل هذا المؤشر الوزن التراكمي بالأرطال من أنواع الأسماك التي تصطادها مصايد الأسماك في بلد معيّن (أي 5 000 طن من السلمون - الولايات المتحدة).	قاعدة البيانات الإحصائية عن مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية في منظمة الأغذية والزراعة
تحسين الصحة/ الموارد الوراثية/ التغذية الحيوانية	تدابير المراقبة	نوع التفتيش المطبّق للمساعدة على علاج الأمراض المؤثرة على الحيوانات في بلد معيّن.	المنظمة العالمية لصحة الحيوان
الاستثمارات المادية	الأسهم الرأسمالية الصافية	الاستثمار المادي في الأسهم الرأسمالية للزراعة والغابات ومصايد الأسماك، وتُصحح البيانات لمراعاة الإهلاك.	منظمة الأغذية والزراعة
الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج	الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج	النسبة بين مؤشر المخرجات الإجمالية إلى مؤشر المدخلات الإجمالية.	المؤشرات الدولية للإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج الزراعي، 1961-2019
تكنولوجيات ما بعد الحصاد			
إنتاج وقود الديزل الأحيائي	إنتاج وقود الديزل الأحيائي	آلاف الأطنان من طاقة الديزل الأحيائي المكافئة للنفط المنتجة. ويُمثّل طاقة وقود الديزل الأحيائي طاقة مستمدة من المحاصيل الزراعية التي يمكن استخدامها كبديل للديزل.	قاعدة البيانات الإحصائية لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي

«

المؤشر	المؤشر الفرعي	التعريف	المصدر
سلسلة الإمداد والبنية التحتية	البنية التحتية الزراعية	يقيس هذا المؤشر القدرة على تخزين المحاصيل ونقلها إلى السوق، بالاستناد إلى تقييم البلد بشأن (1) الاستثمارات في مرافق تخزين المحاصيل؛ (2) والبنية التحتية للطرق؛ (3) والبنية التحتية للنقل الجوي والموانئ والسكك الحديدية؛ (4) والبنية التحتية للري.	مؤشر الأمن الغذائي العالمي
النفاذ إلى الإنترنت	الأفراد الذي يستخدمون الإنترنت، المجموع (٪)	النسبة المئوية للسكان الذين يستخدمون الإنترنت بصورة فردية، مع الأخذ في الاعتبار انتشار التكنولوجيا الزراعية الجديدة من خلال النفاذ إلى الإنترنت.	الاتحاد الدولي للاتصالات
	الأُسر المعيشية التي يمكنها النفاذ إلى الإنترنت في المنزل (٪)	النسبة المئوية للأسر المعيشية التي يمكنها النفاذ إلى الإنترنت في المنزل، مع الأخذ في الاعتبار وصول الأسر المعيشية إلى التكنولوجيا الزراعية الجديدة.	الاتحاد الدولي للاتصالات
التجهيز والتصنيع والتغليف			
أنظمة تدعيم الأغذية	التدعيم الإلزامي	توجد لدى البلد وثائق قانونية تفرض حاليًا تدعيم الأداة الغذائية المعنية بواحد أو أكثر من الفيتامينات أو المعادن، أي الوثائق التي تُشير إلى أن تدعيم جميع الأغذية أو بعضها إلزامي أو مطلوب.	الأداة العالمية لتبادل البيانات عن تدعيم الأغذية
أنظمة إعادة تركيب الأغذية	إعادة تركيب الأغذية والمشروبات	عدد البلدان التي أقرّت سياسات بشأن الدهون الملح/الصوديوم و/أو السكريات.	قاعدة البيانات العالمية لتنفيذ الإجراءات الخاصة بالتغذية
مسائل خاصة بالعمل			
تطبيق قوانين الحد الأدنى للأجور	الحد الأدنى للأجور	الحد الأدنى الشهري الإجمالي القانوني للأجور بالدولار الأمريكي (محوّلة باستخدام أسعار الصرف)، عن آخر سنة.	إحصاءات قاعدة البيانات الإحصائية لمنظمة العمل الدولية بشأن الأجور
البيئة الغذائية المرتبطة مباشرة بالمستهلكين			
متاجر البقالة الحديثة والمتاجر الكبرى	متاجر البقالة الحديثة والمتاجر الكبرى لكل 000 100 من السكان	عدد المتاجر الكبرى لكل 000 100 نسمة. ويُعرِّف المرصد الأوروبي (Euromonitor) المتاجر الكبرى بأنها «منافذ البيع بالتجزئة التي تبيع البقالة بمساحة بيع تتراوح بين 400 و500 2 متر مربع. وتُستبعد منها متاجر الأسعار المخفضة والمتاجر الصغيرة ومحلات البقالة المستقلة". ويلاحظ أن نماذج البيانات التي وضعها المرصد الأوروبي لبعض البلدان تستند إلى تقديرات مستمدة من بلدان أخرى مماثلة من حيث أبعادها الجغرافية والاجتماعية والديمغرافية وأبعاد الاقتصاد الكلي. وحُدِّدت أعداد السكان باستخدام تقديرات البنك الدولي.	لوحة متابعة النُظم الغذائية

الجدول ألف-3 سلاسل بيانات مدخلات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات غير المحددة الأولوية

القسم	الاسم	الرابط
التمويل العام للبحث والتطوير	مؤشرات العلوم والتكنولوجيا الزراعية	https://www.asti.cgiar.org/pdf/GlobalAssessmentDataTables.pdf
	الممارسات والسياسات الدولية في مجال العلوم والتكنولوجيا	
	المعهد الدولي لبحوث السياسات الزراعية - إحصاءات عام 2019 بشأن النفقات العامة من أجل التنمية الاقتصادية	https://doi.org/10.7910/DVN/MKX1TU
	منظمة الأغذية والزراعة - النفقات الحكومية على الزراعة	https://www.fao.org/faostat/en/#data/IG
	منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي	https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=DV_DCD_PPFD
المؤسسات الخيرية	منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي	https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=DV_DCD_PPFD
	مؤسسة بيل وميلندا غيتس	https://www.gatesfoundation.org/about/committed-grants
	مؤسسة فورد	https://www.fordfoundation.org/work/our-grants/grants-database/grants-all
	مؤسسة روكفيلر	https://www.rockefellerfoundation.org/grants/
منظمات التعليم العالي	مؤشر الابتكار العالمي للمنظمة العالمية للملكية الفكرية لعام 2021 (مقتطف من: المنتدى الاقتصادي العالمي، استقصاء الرأي التنفيذي 2020 (2018-2020)، المرفق جيم من تقرير التنافسية العالمية لعام 2020 (https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2020)	https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf
موظفو البحث والتطوير	منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة - معهد اليونسكو للإحصاء	http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=SCN_DS&lang=en
	مؤشرات العلوم والتكنولوجيا الزراعية	https://www.asti.cgiar.org/pdf/GlobalAssessmentDataTables.pdf
	منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة	http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=SCN_DS&lang=en
	المنتدى العالمي للبحوث الزراعية والابتكار	https://www.gfar.net/information-gateway
نُظم الملكية الفكرية	قاعدة بيانات PLUTO للأصناف النباتية	https://pluto.upov.int/search
	قاعدة بيانات اتفاقات التجارة التفضيلية العالمية	https://wits.worldbank.org/gptad/database_search_results.aspx?show=1
بيئة الشركات الناشئة	البنك الدولي	https://www.doingbusiness.org/en/data
	«مؤشر الابتكار العالمي (مقتطف من البنك الدولي، ممارسة أنشطة الأعمال 2020، مقارنة تنظيم أنشطة الأعمال في 190 اقتصادًا)	https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf
مجموعات الموارد الوراثية	المشروع العالمي لشبكة المعلومات عن الموارد الوراثية (GRIN)	https://www.grin-global.org/
مجموعات الموارد الوراثية	Gramene	https://www.gramene.org/

الجدول ألف-4 سلاسل بيانات العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناضجة التي ليست ذات أولوية

القسم	الاسم	الرابط
الإنتاج الأوّلي - مبيدات الآفات	قاعدة البيانات الإحصائية لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي	https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=STAN
الإنتاج الأوّلي - الحراثة المخفضة	مجلة Nature.com	https://www.nature.com/articles/s41597-021-00817-x
الإنتاج الأوّلي - النسبة المئوية للأراضي المزروعة المروية	مؤشرات مجموعة البنك الدولي للتنمية العالمية	https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.IRIG.AG.ZS?end=2018&start=2001&view=chart
الإنتاج الأوّلي - تربية الأحياء المائية	قاعدة البيانات الإحصائية لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي	https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=STAN
الإنتاج الأوّلي - الصحة/ المواد الوراثية/ التغذية المحسَّنة للحيوان	قاعدة البيانات الإحصائية لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي	https://stats.oecd.org/Index.aspx?QueryId=77269
الإنتاج الأوّلي - عدد المزارع/الاختصاصين في مجال الإرشاد	المركز الدولي لبحوث السياسات الغذائية	https://dataverse.harvard.edu/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.7910/DVN/JEQ9BO
الإنتاج الأوّلي - آلات الزراعة المحكمة	الزراعة الذكية	https://www-statista-com.proxy.library.cornell.edu/study/46794/smart-agriculture/
الإنتاج الأوّلي - النسبة المئوية للأراضي المزروعة بمحاصيل التغطية	خريطة معلومات محاصيل التغطية	https://gocovercrops.com/
	أراضي المحاصيل الدائمة (٪ من مساحة الأراضي)	https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.CROP.ZS
	قاعدة بيانات محاصيل التغطية	https://sarep.ucdavis.edu/covercrop
الإنتاج الأوّلي - البروتينات النباتية المصدر	معهد الأغذية الجيدة	https://gfi.org/resource/alternative-protein-company-database/
	دليل البروتينات	https://proteindirectory.com/alt-protein-database/
	دليل الشركات الناشئة العاملة في مجال البروتينات البديلة في آسيا	https://www.greenqueen.com.hk/asia-alt-protein-directory-database/
الإنتاج الأولي - الري باستخدام القوى	النظام العالمي للمعلومات بشأن المياه والزراعة التابع لمنظمة الأغذية والزراعة	https://www.fao.org/aquastat/statistics/query/index.html?lang=en
الإنتاج الأوّلي - استخدام الطاقة	قاعدة البيانات الإحصائية لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي	https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=STAN#
الإنتاج الأوّلي - موارد المياه المحسَّنة وجودتها	النظام العالمي للمعلومات بشأن المياه والزراعة التابع لمنظمة الأغذية والزراعة	https://www.fao.org/aquastat/statistics/query/index.html?lang=en
الإنتاج الأوّلي - موارد المياه المحسَّنة وجودتها	قاعدة البيانات الإحصائية لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي	https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=STAN#
الإنتاج الأوّلي - جودة التربة المحسَّنة	قاعدة البيانات الإحصائية لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي	https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=STAN#

«

القسم	الاسم	الرابط
الإنتاج الأوّلي - جودة التربة المحسَّنة	قاعدة البيانات الإحصائية الموضوعية في منظمة الأغذية والزراعة	https://www.fao.org/faostat/en/#data/GV
الإنتاج الأوّلي - الغابات	بيانات الأمم المتحدة - منظمة الأغذية والزراعة	https://www.fao.org/faostat/en/#data/GV
تكنولوجيات ما بعد الحصاد - أكياس التخزين المحسَّنة	الهندسة من أجل التغيير - قاعدة بيانات الحلول الزراعية	https://www.engineeringforchange.org/solutions/products/?category=agriculture
	منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي	https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=DV_DCD_PPFD
التجهيز والتصنيع والتغليف – الأنظمة الخاصة بإعادة تركيب الأغذية	أفضل الممارسات المتبعة في الدول الأعضاء في مجال إعادة تركيب الأغذية	https://ec.europa.eu/health/sites/default/files/nutrition_physical_activity/docs/2016euskpresidency_bestpractices_en.pdf
التجهيز والتصنيع والتغليف - النقل	النظام العالمي للمعلومات بشأن المياه والزراعة التابع لمنظمة الأغذية والزراعة	https://www.fao.org/aquastat/statistics/query/index.html?lang=en
التجهيز والتصنيع والتغليف - كفاءة استخدام الطاقة في التخلص من النفايات	قاعدة البيانات الإحصائية الموضوعية في منظمة الأغذية والزراعة	https://www.fao.org/faostat/en/#data/RFB
مسائل العمل - تشغيل العمالة الزراعية	مؤشرات الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج الزراعي، 1961-2019	https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/
مسائل العمل - تطبيق قوانين الحد الأدنى للأجور	قاعدة البيانات العالمية لمؤشرات الحد الأدنى للأجور	https://wageindicator.org/salary/minimum-wage
	مؤشر منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي للحد الأدنى الحقيقي للأجور	https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=RMW
البيئة الغذائية المرتبطة مباشرة بالمستهلكين - المساعدة الغذائية الإلكترونية	وحدة الحماية الاجتماعية في مجموعة البنك الدولي	https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/Event/social-protection/Gentilini%20-%20Food%20assistance%20as%20a%20safety%20net.pdf
	مختبر الأغذية الرقمية	https://www.digitalfoodlab.com/en/foodtech-database/
البيئة الغذائية المرتبطة مباشرة بالمستهلكين - التجزئة غير النقدية	مؤشرات مجموعة العشرين للشمول المالي	https://databank.worldbank.org/source/g20-financial-inclusion-indicators/Series/GPSS_2

المرفق باء
المصادر المحتملة للمعلومات عن الشركات الناشئة في مجال النُظم الزراعية والغذائية

قواعد البيانات عن قوائم جرد الشركات الناشئة

توجد مجموعة من قواعد بيانات الشركات الناشئة للمساعدة على إعداد قائمة بالشركات الناشئة في مجال النظم الزراعية والغذائية. وتختلف إمكانية الوصول إلى قواعد البيانات هذه ويتيح كثير منها تسجيل المستخدمين مجانًا. وبمجرد التسجيل، يمكن أن تتفاوت كثيرًا سهولة الوصول إلى البيانات. وعلى سبيل المثال لا تتطلب منصة التعاون في مجال النُظم الزراعية والغذائية تسجيل الدخول، وبمجرد فتح صفحتها على شبكة الإنترنت، يُسمح بالبحث بحسب البلد ونوع المنظمة وكذلك نوع المنظمة داخل نظام الإنتاج الزراعي والغذائي، والخدمات المقدمة، فضلًا عن نوع الإنتاج الزراعي والغذائي، ثم تُعرض النتائج بعد ذلك على خريطة تُبين تفاصيل المنظمة والروابط التي تحيل إلى مواقع إلكترونية بعينها (Innovation Technology Cluster، من دون تاريخ). وتشمل قاعدة البيانات أقل قليلًا من 1 000 منظمة مختلفة في مجال النُظم الزراعية والغذائية. وفي المقابل، تُمثّل CompassList موقعًا إلكترونيًا يتطلب إجراء إعدادات للدخول المجاني، ولكنه يضم أكثر من 7 000 شركة ناشئة (CompassList، من دون تاريخ). ويتيح الموقع إجراء تصفية بحسب البلد، والمقر، ومرحلة التمويل، والقطاع، والتكنولوجيا، وحالة الشركة. وفي إطار مرحلة التمويل، ينصبّ التركيز الرئيسي للبحث عن التكنولوجيات المبتكرة على التمويل الشخصي/التمويل ما قبل الأوّلي، والتمويل الخاص/الأوّلي، مع إمكانية بعض الاهتمام بالسلسلة ألف. وفي إطار فئة القطاع، هناك العديد من الخيارات التي تدخل ضمن نطاق النُظم الزراعية والغذائية، ومنها تربية الأحياء المائية، والبروتين البديل، والزراعة ومصايد الأسماك، والزراعة الحضرية، وتكنولوجيا الأغذية، والاقتصاد الدائري، وما إلى ذلك. ويتسم محور تركيز قاعدة البيانات بتجانسه، مع وجود بعض قواعد البيانات التي تُركز على الشركات الناشئة في المراحل المبكرة، بينما يمكن أن يغطي بعضها الآخر نطاقًا أوسع من حيث نُضج الشركة. ومن قواعد بيانات الابتكارات القوية الأخرى منصة تبادل الابتكارات العالمية التي تشمل أكثر من 7 000 ابتكار عالمي مرتبط بالتنمية في صحيفة إكسيل مفتوحة المصدر يمكن تنزيلها (Global Innovation Exchange، من دون تاريخ). ويشمل هذا النسق البلدان المنفذة والأرواح المتأثرة والمحدثة والمؤرخة والمحتضنة داخل حقول من سطر واحد، والعناوين الموحدة للمواقع الإلكترونية، والمراحل وكثير من الحقول الأخرى. وفي حين أن النسخة التي تصدر بنسق إكسيل من القائمة لا تزال متاحة، سيتوقف تحديثها اعتبارًا من خريف عام 2021 بسبب نقص التمويل.

قواعد بيانات الممولين الذين يدعمون الشركات الناشئة في مجال النُظم الزراعية والغذائية

هناك تنوع كبير في مصادر التمويل المحتملة التي يمكن استكشافها لوضع قائمة بالشركات الناشئة الزراعية والغذائية. وللمساعدة على تصنيف المصادر، وضعت مجموعات داخل الفئة الأوسع لمنصات الابتكار (الجدول باء-1).

ويمكن لحافظات شركات الاستثمار في المراحل المبكرة أن تُحدّد الابتكارات الأحدث ويمكن لجولة التمويل أن تُحدد مستوى نُضج الابتكار. ومن ذلك على سبيل المثال أن جولات التمويل المختلفة يُطلق عليها في كثير من الأحيان التمويل ما قبل الأوّلي، والتمويل الأوّلي، والسلسلة ألف. وتنشر الشركات في العادة قائمة بحافظاتها في الموقع الإلكتروني للشركة (الجدول 3).

ولأغراض هذه الوثيقة، يُعرَّف المستثمر بأنه شخص أو منظمة (شركة في العادة) توفّر الأموال للمنظمات الأخرى لمساعدة تلك المنظمة على النمو، مع توقع تلقي عائد مالي. وينصبّ تركيز قوي على الشركات وليس على الأفراد. ويمكن من خلال عرض قواعد بيانات عن المستثمرين توفير قوائم بالمستثمرين يمكن الوصول من خلالها إلى حافظات هؤلاء المستثمرين. وعوضًا عن ذلك، تتألف بعض المنصات من شركات ناشئة وممولين بقصد الربط بين الاثنين. وعلى سبيل المثال، تشمل بعض أكثر المنصات شهرة في هذا المجال قواعد بيانات منصات CrunchBase (https://www.crunchbase.com/hub/startups-founded-in-2021)، وTechCrunch (https://techcrunch.com/startups/)، و Pitchbook (https://pitchbook.com/solutions/startups)، Plug and Play (https://www.plugandplaytechcenter.com/startups/our-startups/)، وDeal Room (https://app.dealroom.co/companies.startups)، وCB Insights (https://www.cbinsights.com/). وهذه جميعًا منصات للاستثمار العام ولكن باعتبارها الأكثر شهرة فإن استخدامها هو الأكثر شيوعًا، ولديها قوائم قوية بالشركات الناشئة. وبالإضافة إلى ذلك، هناك موارد تجمع قوائم باستخدام منصة airtable (كي يتسنى تحديثها باستمرار)، ويمكن تحويل بعضها إلى ملفات CSV ويتعذر تحويل بعضها إلى هذا النسق. ومن ذلك على سبيل المثال أن منصة Foodhack لديها قائمة بأكثر من مائة مستثمر يستثمرون فعليًا في التكنولوجيا الغذائية (Foodhack، من دون تاريخ)، بينما توجد قائمة أخرى بالأسماء وبيانات المواقع الإلكترونية وما شابه ذلك لأكثر من 215 صندوقًا رأسماليًا استثماريًا متاحًا للتحميل إلى ملف

الجدول باء-1 تصنيف مصادر تمويل الشركات الناشئة التي جرى استعراضها

منصات الابتكار		
	قاعدة بيانات الشركات الناشئة	منصات أو قواعد بيانات أنشئت لغرض رئيسي يتمثل في إدراج المنظمات الناشئة
	المستثمرون	منظمات أو أفراد يتطلعون إلى توفير التمويل للمنظمات النامية بقصد تحقيق عائد
	قاعدة بيانات المستثمرين	منصات يتم إنشاؤها كقوائم للمستثمرين أو لغرض الربط بين المستثمرين والمستثمر فيهم
	الدعوات المفتوحة/الجوائز/ مسابقات التحدي	فرص تتيح للمبتكرين عرض أفكارهم في العادة على أمل اجتذاب الاهتمام والدعم
	المسرّعات/الحاضنات	برامج مصمَّمة لمساعدة المنظمات التي تتطلع إلى النمو للاستمرار في الازدهار
	المؤسسات	منظمات لا تتوخى الربح تُنشئها جهة مانحة أو مجموعة من الجهات المانحة لتوفير التمويل للمنظمات والمؤسسات التي لا تتوخى الربح
	قاعدة بيانات المِنح	قاعدة بيانات يتم إنشاؤها لفهرسة فرص المِنح وفي بعض الأحيان لربط المانحين بالمستفيدين من المِنح
	تعهيد الجموع	منصات تتيح إمكانية الوصول إلى عامة الجمهور للاستثمار في المنظمات
	النُظم الإيكولوجية	منصات تهدف إلى إنشاء شبكة يجمع بينها قاسم مشترك لبناء المعرفة والتمكين من الوصول إليها

بنسق CSV (Goldman، من دون تاريخ). وينطوي استخدام هذه القوائم للوصول إلى الحافظات الرأسمالية الاستثمارية المعروضة في العادة على موقعها الإلكتروني يمكن أن يوفّر أفكارًا تساعد على فهم منظمات المراحل المبكرة التي يعتقد المستثمرون أنها تنطوي على إمكانات كبيرة (انظر الجدول باء-2).

وهناك مصدر قوي آخر للشركات المبكرة في مجال النظم الزراعية والغذائية، وهو الدعوات المفتوحة، أو المختبرات، أو مسابقات التحدي، أو الجوائز. وغالبًا ما يُطلق الممولون الذين يبحثون عن أفكار مبتكرة دعوات مفتوحة تطلب من المتقدمين المساعدة في حل مشاكل محددة أو عامة. ويمكن أن تساعد هذه المصادر في الحصول على بعض أحدث الأفكار. وتتقاسم بعض المنصات جميع الطلبات التي تُقدم إليها علنًا أو مباشرة مع المتقدمين الآخرين. وهذه قواعد بيانات ليست مخصصة فقط للفائزين، ولكنها تشمل جميع الطلبات ويمكن أن تكون وسيلة للوصول إلى المنظمات في المراحل المبكرة التي ربما لم تتلق بعد أي استثمارات. ومن ذلك على سبيل المثال أن شركة Agrifood Game Changers Lab هي علاقة تضامنية بين منصة EAT والشركة العالمية للتصميم والابتكار (IDEO) ومنظمة Thought For Food ومؤسسة روكفيلر (Rockefeller) ومنتدى المستقبل ومعهد ميريديان وشركة SecondMuse ومؤسسة Intention 2 Impact، وهي تتيح الوصول إلى جميع الطلبات المقدمة، وتنشئ 24 فريقًا من المبتكرين المتشابهين من حيث مجالات تركيزهم المستهدفة للعمل في إيجاد حلول مبتكرة (de Haas، 2021)، وتشمل فئات الفرق تدوير الأغذية والمواد للحد من المهدر من الأغذية، وابتكار مواد التغليف لتحسين سلامة التربة. وفي حالات أخرى، ستُؤدي الدعوات المفتوحة إلى إصدار قائمة بأهم الأفكار والفائزين. وينشر كأس العالم لرواد الأعمال (https://platform.entrepreneurshipworldcup.com/display/IN/2021+EWC+100) أفضل 100 ابتكار من مسابقته السنوية. وتُطلق الدعوات المفتوحة في كثير من الأحيان على فترات منتظمة سنويًا أو نصف سنوية أو ربع سنوية، ويتيح ذلك فرصة للمقارنة بمرور الوقت. وتُمنح الجوائز وتقديرات التحدي كحافز لاجتذاب الأفكار المبتكرة مع وعد بالتقدير وتقديم جوائز للفائزين. ومن ذلك على سبيل المثال أن شركة UpLink لديها منصة تحديات تنشر فيها مسابقات التحدي المتعلقة بمواضيع مثل الكربون الأزرق، وعوامل تشكيل المناخ العالمي، والاقتصاد الدائري (المنتدى الاقتصادي العالمي، من دون تاريخ). وتوفر منصة UpLink للتحديات فرصة للوصول إلى المساهمات المقدمة وكذلك أهم الابتكارات. ويستضيف معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا تحدي النُظم الغذائية المستدامة، ونشر أسماء سبعة فائزين وثمانية أسماء إضافية مرشحة للجولة النهائية، وأكثر من 250 مشاركة (معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، 2021). ومن الخيارات الأخرى التعاون المحتمل مع منصة لا تصدر جميع الطلبات علنًا، ولكنها تحتفظ بمجموعة بيانات عن الابتكارات.

وتُقدم موارد أخرى للشركات الناشئة أيضًا على فترات متواترة منتظمة من المسرّعات والحاضنات والمؤسسات. وهناك مجموعات منتظمة يتم تكوينها لكل منها وتقوم باختيار المنظمات الواعدة المتوائمة مع مجال تخصص ذلك المسرّع أو تلك الحاضنة أو المؤسسة. وتشمل أمثلة الزمالات مؤسسة Skoll (https://skoll.org/community/emerging-leaders-initiative/)، ومؤسسة Mulago (https://www.mulagofoundation.org/henry-arnhold-fellows)، و Acumen (https://acumen.org/fellowships/)، وبرنامج EIT لتسريع الابتكار في مجال النُظم الغذائية (https://eit.europa.eu/our-activities/opportunities/eit-food-ris-fellowships-2021)، من بين منظمات أخرى كثيرة. ووفقًا لبيانات الرابطة الدولية لابتكارات الأعمال التي وردت في مجلة فوربس في عام 2019، كان هناك ما يقرب من 000 7 برنامج لتسريع أنشطة الأعمال (Cremades، 2019) واحتضانها. ويمكن تضييق هذه الأخيرة عن طريق البحث في صناعات محددة أو مراحل تطوير محددة، ولكنها قائمة واسعة. ومن الشائع أن تقوم المسرّعات والحاضنات والمؤسسات بنشر حافظاتها على مواقعها الإلكترونية. ويشيع ذلك في جميع أنحاء العالم، وبعضها عالمي، مثل YCombinator (https://www.ycombinator.com/) والبعض الآخر يخص منطقة أو فئة بعينها، مثل برنامج GROW لتسريع الابتكار (https://www.gogrow.co/)، الذي يُركز على أنشطة الأعمال في مجال النُظم الزراعية والغذائية في جنوب شرق آسيا.

الجدول باء-2 تعريف جولات التمويل المبكرة

جولات التمويل المبكرة	التعريف
التمويل الشخصي أو التمويل ما قبل الأوّلي	◂ منتج لا يتوافر له سوى الحد الأدنى من مقومات الاستدامة ◂ تحديد السوق ◂ الطريق إلى السوق
التمويل الأوّلي أو التمويل الخاص	◂ البدء في بيع المنتج ◂ تجميع فريق الجودة لبناء الشركة
السلسلة ألف	◂ التوافق مع السوق الراسخة ◂ نمو المبيعات ◂ إمكانية استمرار نمو المبيعات

وهناك أيضًا العديد من منصات إدارة المِنح لمواءمة المانحين مع مقدمي الطلبات. وفي حين أن هذه الموارد تشمل العديد من المنظمات التي لا تستهدف الربح، هناك أيضًا عدد متزايد من مؤسسات الأعمال الاجتماعية التي تستخدم تكنولوجيات مبتكرة وتسعى أيضًا إلى البحث عن فرص المِنح. وهناك بعض التنوع بين المنصات، ومن الشائع اشتراط تسجيل الدخول، وفي حين أن بعض المنصات مجاني، يتيح بعضها الآخر استخدامها مجانًا على سبيل التجربة قبل المطالبة بسداد رسوم. وتقوم الأمم المتحدة بفهرسة مِنحها في منصة تتيح أيضًا التقدم بطلب للحصول على مِنحة (الأمم المتحدة، من دون تاريخ). وفي المقابل، أنشئت منصة Fluxx للمنظمات التي لا تتوخى الربح، وهي متاحة للاستخدام المجاني، بينما تتيح منصة Instrumental استخدامها على سبيل التجربة لمدة 14 يومًا قبل مطالبة المستخدم أو المنظمة بدفع رسوم (Fluxx Grantseeker، من دون تاريخ). ويحتوي بعضها على ملفات بنسق يمكن تنزيله، ما يجعل استخدام البيانات أكثر بساطة.

وتموّل الشركات الناشئة في المراحل المبكرة في العادة من المؤسسين والأسرة والأصدقاء (Spiegel وآخرون، 2016، الصفحات 421-449 [النسخة الإنكليزية]). ويعني ذلك أنه سيكون من الصعب تحديد موقعها لأن المنظمات لن تكون متاحة من مصادر التمويل. ومع ذلك، واستنادًا إلى فرضية جعل الأسرة والأصدقاء يستثمرون وجعل التمويل متاحًا بسهولة أكبر، تتاح حاليًا عدة منظمات للتمويل الجماعي. وظهرت مواقع للتمويل الجماعي كطريقة لإطلاق شركة، واكتساب العملاء الأوائل والتوعية بالعلامة التجارية، وبات التمويل متاحًا أكثر للشخص المتوسط بفضل هذه المنظمات. ومع مرور الوقت، تطور التمويل الجماعي إلى عدة نماذج، والنموذج الرئيسي الذي يجري استكشافه هنا هو تمويل الأسهم الجماعي. ومع ذلك، هناك العديد من المواقع التي تهدف أيضًا إلى توفير الشفافية في التبرعات وإتاحة الوصول إلى المجتمعات المحلية المهمَّشة التي قد لا تتمكن من الوصول إلى التمويل بطرق أخرى. ومن هنا، تُعدّ مواقع التمويل الجماعي أماكن جيدة للوصول إلى مجموعة من المنظمات المبتكرة الجديدة التي لديها مشاركة مجتمعية. وهناك منصات تمويل جماعي دولية عامة مثل منصة GoFundMe (https://www.gofundme.com/) وKickstarter (https://www.kickstarter.com/) وIndiegogo (https://www.indiegogo.com/)، وCrowdfunder (https://www.crowdfunder.co.uk/)، وWefunder (https://wefunder.com/)، وAngellist Venture (https://www.angellist.com/)، وغيرها. وفي حين أن هناك مواقع أخرى أكثر تخصصًا، فإن بعضها أكثر توجهًا نحو تمويل المراحل المبكرة، مثل Crowdcube (https://www.crowdcube.com/)، وSeedrs (https://www.seedrs.com/)، وOurCrowd (https://www.ourcrowd.com/)، وFundify (https://fundify.com/)، وFunding Societies (https://fundingsocieties.com/)، وغيرها. وتستهدف منصات أخرى تحديدًا الشركات الزراعية والغذائية، مثل FoodHack (https://foodhack.global/)، وVegan Launch (https://veganlaunch.com/)، وSustainable Food Ventures (https://www.sustainablefoodventures.com/). وهناك أيضًا محاور تركيز إقليمية لاستيعاب مختلف القوانين والأنظمة.

ويشهد التمويل الجماعي - وهو ابتكار مالي يولِّد موارد للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات، من بين استخدامات أخرى - نموًا هائلًا على مستوى العالم، وليس فقط في البلدان المرتفعة الدخل (الإطار هاء). ومن ذلك على سبيل المثال أن الرابطة الأفريقية للتمويل الجماعي تسعى إلى زيادة الشفافية في التمويل الجماعي في جميع أنحاء أفريقيا وبما يتماشى مع تحديده باعتباره «أفضل الممارسات» (African Crowdfunding Association، من دون تاريخ). وقامت الرابطة المذكورة بتجميع قائمة بمنصات التمويل الجماعي العاملة في أفريقيا التي يتعيّن عليها الالتزام بهذه الأنظمة (African Crowdfunding Association، من دون تاريخ). واكتسب التمويل الجماعي في جميع أنحاء آسيا شعبية إضافية بعدما أصدرت فرادى الحكومات تشريعات بشأن الإقراض بين النظراء. وكان النمو واسعًا أيضًا في أمريكا اللاتينية. وعلى سبيل المثال، شهدت البرازيل زيادة في التمويل من خلال منصات التمويل الجماعي من 3,8 ملايين دولار أمريكي في عام 2016 إلى 8,78 مليون دولار أمريكي في عام 2019 (Nery، 2020).

وتتمثل الموارد الإضافية في النُظم الإيكولوجية التي تُشكل منصات تهدف إلى إنشاء شبكة يجمعها قاسم مشترك معيّن (مثل النُظم الزراعية والغذائية) لكي يستخدمها الأفراد في بناء المعرفة والوصول إليها. والقصد من ذلك هو أن تشمل المنصة أكبر قدر ممكن من المعلومات في مكان واحد. ومن الأمثلة على ذلك شبكة Aspen لرواد الأعمال في مجال التنمية. وهذه الشبكة عالمية ولها مكاتب إقليمية تتطلب عضوية مدفوعة الرسوم للوصول إلى المستثمرين والخبراء والدورات التدريبية والشركات الناشئة المتقاربة التفكير (ANDE، من دون تاريخ). ومن الأمثلة الأخرى على ذلك منصة Feed 9 B للابتكار

التي تُركز على تشجيع التعاون والابتكار في النظام الإيكولوجي للأغذية في آسيا (Feed 9 B، من دون تاريخ).

ولا تقتصر التكنولوجيات على الشركات الجديدة، ولكنها توجد في كثير من الأحيان داخل الشركات الكبيرة التي لديها وسائل للقيام بالبحث والتطوير. ويمكن أن يساعد التوجه مباشرة إلى مصدر هذه الشركات واستعراض تقاريرها السنوية على تكوين صورة عن التكنولوجيات المبتكرة الناشئة. ويمكن أن يتطلب استعراض هذه الوثائق قدرًا كبيرًا من التحليل لأنها غالبًا ما تكون مليئة بالمعلومات بدرجات متفاوتة من الفائدة ولا تتشاطر سوى المعارف غير المسجلة الملكية. ومن الجدير بالذكر أن المنظمات تتحكم في السردية التي يتم تشاطر المعلومات من أجلها. ومع ذلك، يمكن للنظر في أحدث إصدارات منتجاتها أو تجاربها أن يساعد على بيان أحدث ابتكاراتها. ومن ذلك على سبيل المثال أن شركة آرتشر دانيالز ميدلاند لديها 55 مركزًا مختلفًا للابتكار، ما يدل على الاتساع والتنوع في البحوث التي تضطلع بها (Archer Daniels Midland Company، 2020). وهناك جانب آخر يتمثل في النظر في الاتجاهات التي تنشرها الشركات الكبرى في منافذها الإعلامية مع أن بعض الأمور قد تتم بصورة سرية أكثر، وفي هذه الحالة، من المهم استعراض قاعدة بيانات الملكية الفكرية. ويمكن للنظر في عمليات الاستحواذ وما ينبثق عنها من شركات أن يوفّر أفكارًا قيّمة تُساعد على فهم التكنولوجيات الناشئة مع أنها تكون في كثير من الأحيان على مسافة بعيدة عن الجاهزية والتطوير.

المرفق جيم
أساليب استنباطات الخبراء المهيكلة

استعراض أفضل الممارسات المتبعة في استنباطات الخبراء

ينبغي معالجة عدة متغيرات حاسمة الأهمية في تصميم الاستقصاءات وفي خطوات العمل عند تصميم نموذج استنباطات الخبراء لأغراض التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. ويجب على الباحثين تحديد ما يلي:

- نوع أسلوب الاستنباط الذي سيجري تطبيقه.
- ومن سيتم اختياره للمشاركة.
- ومعايير تعريف «الخبير».
- وإذا كانت جميع إجابات الخبراء مرجحة بالتساوي أو بالتناسب مع مستوى خبرة كل منهم.
- والحد الأدنى لعدد الخبراء المطلوبين لكل استقصاء.
- وتقسيم الخبراء إلى مجموعات فرعية (فرق) أو إخضاعهم للاستقصاء ككل.
- والبروتوكولات وأفضل الممارسات التي سيجري الأخذ بها.

يُمثّل «دليل ممارسات الاستنباط باستخدام بروتوكول الاستجواب والمناقشة والتقدير والتجميع» (Hemming وآخرون، 2017) دليلًا بارز الأهمية بالنسبة إلى بروتوكولات أفضل الممارسات في استنباطات الخبراء. وكان لهذه المقالة تأثير في تشكيل أسلوب الاستنباط في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. وقد وقع الاختيار على بروتوكولات الاستجواب والمناقشة والتقدير والتجميع لهيكلة استنباطات الخبراء لأغراض التوقعات لأنها كانت موضع بحث متعمِّق وتتغلب على العيوب الأوّلية للاستنباط باستخدام أسلوب دلهي. وتتيح بروتوكولات الاستجواب والمناقشة والتقدير والتجميع للباحثين بتحقيق تقليص كبير في الوقت والمال والموارد الضرورية للانتهاء من عملية الاستنباط. واستُخدم النموذج على نطاق واسع من جانب اختصاصيين في الاستنباط. ويُلخص الجدول جيم-1 بروتوكولات الاستجواب والمناقشة والتقدير والتجميع جنبًا إلى جنب مع العديد من نُهج الاستنباط الشائعة الأخرى.

المناظرة في استنباطات الخبراء للتكنولوجيات في مرحلة ما قبل نشأتها

يعرض الإطار جيم-1 مثالًا على خطوات العمل المصمَّمة لعملية الاستنباط لأغراض التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية. ويتم إجراء عملية الاستنباط بالكامل عن بُعد عبر منصة للاستقصاء على شبكة الإنترنت. وبعد الاجتماع الاستهلالي، يتم إجراء جميع خطوات الاستقصاء بصورة غير متزامنة. ويُنفذ كل استقصاء لكل فريق من الخبراء بالتوازي مع الاستقصاءات الأخرى.

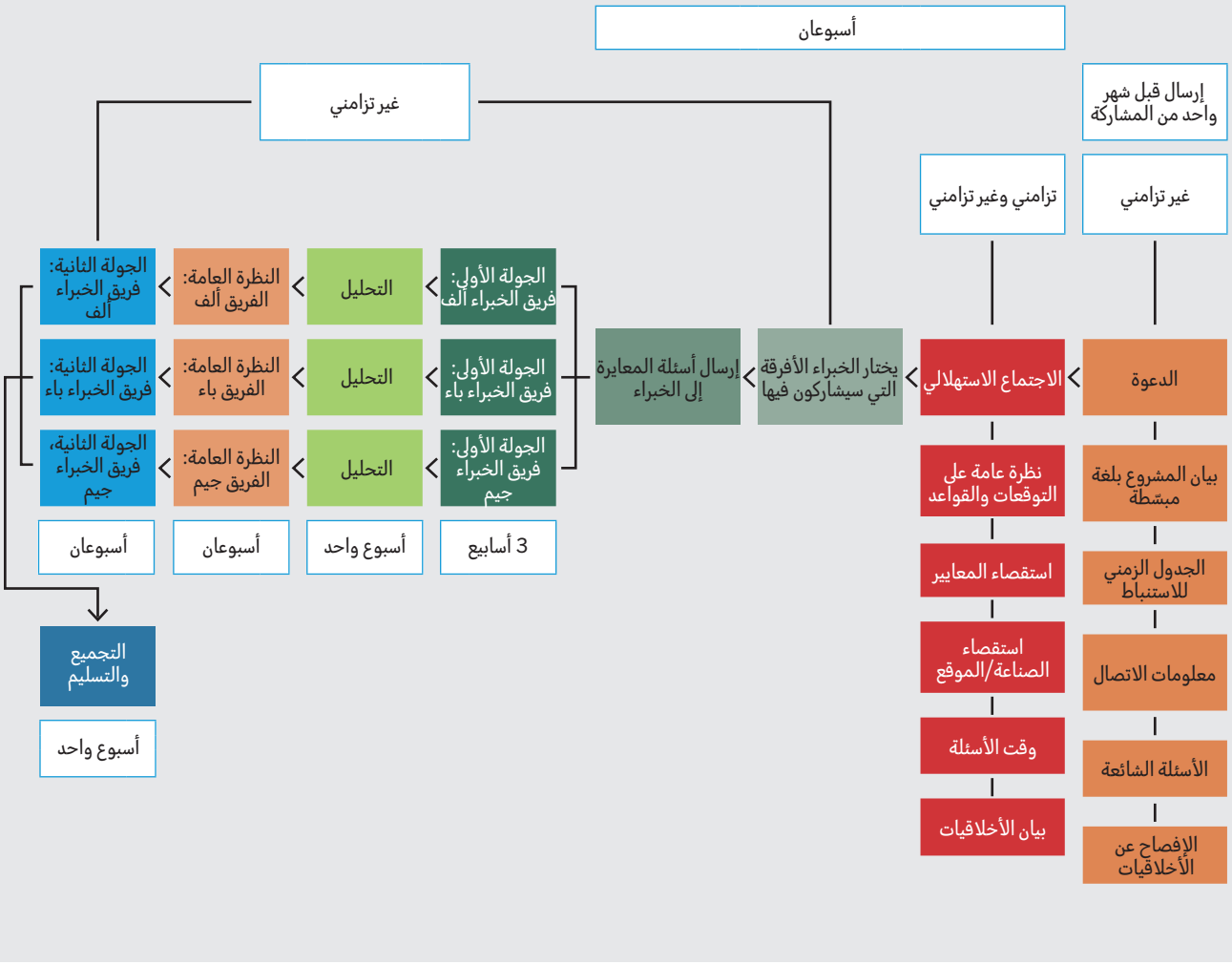
1. **الدعوة.** تُوجه الدعوات قبل الاجتماع الاستهلالي عن طريق البريد الإلكتروني. وتلخص الدعوات بعبارات واضحة الغرض من بحوث وتقرير التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية وجدولها الزمني ومعلومات الاتصال الخاصة بها. ويتم إخطار المدعوين بأن مشاركتهم طوعية وبأن لهم الحق في الانسحاب من الدراسة في أي وقت. وتتضمن الدعوة إقرارًا مفصلًا بشأن الشؤون الأخلاقية، ويوضح هذا الإقرار مواضيع مثل عدم الكشف عن الهوية، واستخدام الأسماء الرمزية والبيانات المشفرة.
2. **الاجتماع الاستهلالي.** اجتماع تمهيدي للخبراء المدعوين للمشاركة في الاستقصاء. والغرض من هذا الاجتماع هو شرح سياق الاستنباط وأساليبه. وينبغي إيلاء اعتبار خاص لتيسير الاجتماعات بلغات متعددة وينبغي، حيثما أمكن، أن يكون حدثًا حيًّا يُعقد عن بُعد لتحقيق أقصى قدر من المشاركة وزيادة احتمال فهم المشاركين للغرض من الاستنباط (McBride وآخرون، 2012، كما ورد في Hemming وآخرين، 2017). وينبغي عقد الاجتماع الاستهلالي قبل أسبوعين على الأقل من الجولة الأولى من عملية الاستنباط (Hemming وآخرون، 2017).
   - أ- يوضح الاجتماع أنه يُسمح للمشاركين "بالحصول على المعلومات من أي شخص خارج المجموعة ومناقشة تلك المعلومات" ولكن لا يُسمح لهم "بمناقشة المحتوى مع بعضهم البعض خارج إطار الاستنباط" لتقليل التحديات والقيود المتصلة باستنباطات الخبراء (أي التفكير الجماعي).
   - ب- يمكن للخبراء بعد ذلك طرح أسئلة توضيحية، وسيقوم ميسّرو الاجتماع باستعراض أنواع الأسئلة (أي الاختيار المتعدد، والمصفوفات) وكيفية الإجابة عليها.
   - ج- ينبغي توثيق الأسئلة والأجوبة في نهاية الاجتماع الاستهلالي وإتاحتها للخبراء للرجوع إليها في أي وقت أثناء الاستقصاء.

الجدول جيم-1 أنواع الاستنباط

	الوصف
أسلوب دلفي التقليدي	يُطلب من الخبراء في استقصاء متعدد الجولات (ثلاث جولات أو أكثر) ويوجههم من دون تحيُّز ميسِّر للتوصل إلى توافق جماعي في الآراء بشأن الإجابات على الاستقصاء. ويتم تقليديًا الاستنباط شخصيًا عند اتباع طريقة دلفي، وهي عملية تستغرق الكثير من الوقت من جميع الأطراف المعنية وتنطوي على كلفة كبيرة.
أسلوب دلفي المعدَّل	عملية مماثلة لأسلوب دلفي التقليدي، ولكنها تشمل العديد من عمليات إعادة الهيكلة في خطوات العمل؛ ويهدف ذلك في العادة إلى تقليص الوقت الذي يقضيه المشاركون في الاستقصاء وتخفيض تكاليف الاستقصاءات. وتحتوي العديد من تصاميم الاستنباط المعدلة في أسلوب دلفي على جولتين اثنتين، ولكن لا يوجد نسق موحد. وسمحت أساليب الاستنباط باستخدام طريقة دلفي المعدلة للباحثين بإدراج مزيد من الخبراء في الاستنباط، وجعلت الاستنباط عن بُعد عمليًا أكثر. وتُستخدم نماذج دلفي المعدلة في وكالات مثل منظمة الصحة العالمية والإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء في الولايات المتحدة (ناسا).
بروتوكولات الاستجواب والمناقشة والتقدير والتجميع	هي مجموعة مدروسة جيدًا من أفضل الممارسات المتبعة في أساليب الاستنباط. وهناك نموذجان رئيسيان لهذه البروتوكولات: أسئلة من 3 خطوات و4 خطوات. ولا تُستخدم الأسئلة التي تتألف من 3 خطوات إلّا لاستنباط احتمالات حدث وحيد. وتُستخدم من أجل «تقدير الكميات أو الاحتمالات العددية - للحصول على تقريبات للحقائق التي يمكن فحصها واستخدامها في اتخاذ القرارات وإعداد النماذج (Morgan، 2014، كما ورد في Hemming وآخرين، 2017)». وتُشير الأسئلة المؤلفة من 3 خطوات إلى كل سؤال الاستقصائي يحتوي على 3 تقديرات: (1) أدنى احتمال معقول، (2) وأعلى احتمال معقول، (3) وأفضل تقدير للاحتمال. ويمكن عوضًا عن ذلك استخدام نهج من 4 خطوات لتقدير الكميات وتواتر الأحداث: (1) أدنى قيمة معقولة، (2) وأعلى قيمة معقولة، (3) وأفضل تخمين للقيمة، (4) وتصنيف مستوى الثقة في التقديرات (ثقة بنسبة تتراوح بين 50 و100 في المائة). وتعتمد استنباطات الخبراء باستخدام بروتوكولات الاستجواب والمناقشة والتقدير والتجميع على تصميم مماثل لأسلوب دلفي، ولكن من غير الضروري أن تكون موجهة نحو تحقيق توافق في الآراء بين الأغلبية (Speirs-Bridge وآخرون، 2010، كما ورد في Hemming وآخرين، 2017).
أسلوب كوك (الإجابات المرجحة)	بدلًا من ترجيح أسئلة الخبراء بالتساوي (النهج الكلاسيكي)، أنشئ أسلوب لتحديد مستوى خبرة كل خبير وترجيح إجاباته بناءً على ذلك. ويتم إعطاء الخبراء اختبارًا قبل الجولة الأولى من الاستقصاء لتحديد «الوزن الترجيحي» لإجابتهم عند تجميع البيانات. وأظهر أسلوب كوك أنه مفيد في التمييز بين الخبراء ممن لديهم مواطن قوة في النظرية، والخبراء الذين لديهم درجات عالية من الخبرات الميدانية والمعارف التطبيقية (Aspinall، 2010). وتبعًا لمرحلة الاستنباط، قد يكون من المهم ترجيح أوزان الخبراء.

3. **الجولة الأولى من عملية الاستنباط.** تُقدم الجولة الأولى للخبراء عبر رابط الموقع الإلكتروني في شكل استقصائي عبر الإنترنت. وستُشكل الجولة الأولى مرحلة غير تزامنية. وسيُمنح الخبراء ثلاثة أسابيع للانتهاء من الجولة الأولى أو الاستقصاء. وستشمل الجولة تعليمات وستُعطي للخبير فرصة إنشاء اسم مستخدم لا يكشف عن هويته. ويمكن للخبراء طرح أسئلة توضيحية عند أي نقطة أثناء فترة الأسابيع الثلاثة. وستُقدّم روابط تحيل إلى صفحة الأسئلة الشائعة المرفقة ببوابة بحوث استنباطات الخبراء (Hemmings وآخرون، 2017).
4. **التحليل والتعقيب.** سيُمنح الباحثون أسبوعًا واحدًا لإزالة بيانات الجولة الأولى، وتوحيد البيانات، وتجميع التقديرات، وإنشاء رسومات مرئية للبيانات والجداول الموجزة، وإعداد وثيقة تعقيبات يمكن أن تُضاف فيها تعليقات إلى أي جزء من الوثيقة (Hemmings وآخرون، 2017).
5. **اللمحة العامة.** ستكون مرحلة اللمحة العامة حدثًا غير تزامني. وعلى مدى أسبوعين، يمكن للخبراء رؤية جميع البيانات التي تم جمعها من الجولة الأولى (وستُعرض جميع الإجابات من دون الكشف عن هوية أصحابها). وسيقوم الباحث أيضًا بإعداد تسجيل شريط فيديو على الشاشة يعرض فيه لمحة عامة موجزة عن نتائج الجولة الأولى يُسلط الضوء فيها على الآراء المتضاربة ويطرح أسئلة تحمل على التفكير. وسيجري أيضًا توضيح أو إعادة تعريف أي مصطلحات مستخدمة في الاستقصاء أو النتائج عند الضرورة (Hemmings وآخرون، 2017).
6. **الجولة الثانية من عملية الاستنباط.** ستتاح للخبراء فترة أسبوعين للتعليق على أي قسم من البيانات وتعديل إجاباتهم الأصلية أو للاستفاضة في إجاباتهم. ويمكنهم أيضًا الرد على تعليقات الخبراء الآخرين أو التوسع في إجابات الخبراء الآخرين. وستُرسل رسائل تذكيرية إلى الخبراء قبل ثلاثة أيام من بداية الجولة الثانية وقبل ثلاثة أيام من الموعد النهائي (Hemmings وآخرون، 2017).

الإطار جيم-1 مثال على خطوات العمل المحتملة في استنباطات الخبراء



7. **التجميع.** سيجري فحص جميع البيانات للوقوف على ما فيها من أخطاء، وفترات الثقة القياسية المتولدة، والبيانات المجمَّعة، وسيجري تحويل التقديرات النهائية إلى رسوم بيانية وجداول وتعليقات. وسيجري تحميل البيانات على بوابة بحوث استنباطات التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية لكي يتمكن جميع الخبراء من مشاهدتها والموافقة عليها (Hemmings وآخرون، 2017). وستستغرق هذه الخطوة ما يقرب من أسبوع واحد، تبعًا لحجم مجموعة الخبراء وعدد الفرق التي تم إنشاؤها. وسيلزم مزيد من الوقت لتجميع وعرض المقارنة بين جميع فرق الخبراء في التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية.

المرفق دال
العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة

كما جرت مناقشته أعلاه، تبدأ الخطوة الأولى في عملية وضع المؤشرات المستندة إلى معالجة اللغة الطبيعية للعلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة بتحديد مصادر البيانات ووضع أهداف واضحة لكل مصدر. وينبغي أن تكون الأهداف متوافقة مع الرؤية العامة للمشروع أو التحليل النهائي للبيانات لتقليل التشويش في البيانات. وثانيًا، تُنقل البيانات إلى قاعدة بيانات عامة للتخزين والمعالجة من خلال واجهة برمجة تطبيقات أو رمز مخصص لتحليل المواقع الإلكترونية باستخدام تطبيق خادوم إلكتروني، وتمر البيانات بمرحلة ما قبل المعالجة لتقييم الهيكل (للبيانات التي يتم إدخالها من خلال واجهة برمجة التطبيقات) وتتم غربلة البيانات العامة قبل الدخول في سلسلة الإثراء. وتبدأ سلسلة الإثراء عملية الذكاء الاصطناعي. وجرت معايرة نماذج هذا المشروع لتحقيق المستوى الأمثل من الأداء في التصنيف واستخراج المعلومات فقط، باستخدام الأساليب غير الخاضعة للإشراف والأساليب شبه الخاضعة للإشراف. ويرد أدناه وصف لعملية النمذجة. وتكتمل عملية استخراج المعلومات وتصنيفها بمجرد وضع سلسلة من التسميات للبيانات.

النتائج

الخطوة الأولى: نمذجة المواضيع

لنمذجة المواضيع المستندة إلى توزيع ديريتشليت (LDA)، والتحليل الدليلي الكامن/التحليل الدليلي الكامن الاحتمالي (LSA/pLSA) وتفكيك المصفوفة غير السلبي (NMF) تاريخ طويل في التحليل الدليلي لمجموعات البيانات (Jelodar وآخرون، 2019). وتشمل هذه النماذج سمات مثل الترادف - للعثور على العلاقات بين الكلمات عندما تصف كلمات مختلفة الفكرة نفسها - والاشتراك الدلالي الذي تصف فيه الكلمة نفسها أفكارًا مختلفة. وهناك العديد من الخطوات التي ينطوي عليها استخراج الموضوع، بما في ذلك المعالجة التمهيدية (معايرة النص، والتحليل الاشتقاقي، واستخراج العبارات)، والتحويل إلى مُتّجهات (TF-IDF) وحذف كلمات الوقف (مثل the، and، thereof) قبل إنشاء نموذج للموضوع باستخدام نُهج مثلNMF .

ويمثّل استخراج الموضوع بشكل أساسي عملية غير خاضعة للإشراف في تعلّم الآلة، ويعني ذلك عدم وجود مدخلات بشرية بخلاف مدخلات البيانات والرموز الإحصائية. وتُقاس نمذجة الموضوع باستخدام بارامترات تشعبية أو قيمة يمكن استخدامها للتحكم في عملية تعلّم الآلة. ولا يوجد معيار ذهبي للمقارنة به لأن قابليته للتفسير تبقى غير قابلة للقياس وبدلًا من ذلك تُستخدم مقاييس التماسك لتحديد أداء النموذج. وتُحسب مقاييس التماسك كقيمة متوسطة/وسطى لدرجات التماثل اللفظي الزوجي للكلمات في الموضوع (على سبيل المثال، المعلومات المتبادلة المشتركة النقطة PMI). وكلما كان التماسك أعلى، كان أداء نمذجة الموضوع أفضل (Röder وآخرون، 2015). وأنشئت وقيّمت عدة نماذج لأرقام المواضيع المختلفة باستخدام مقياس التماسك للبرهنة على أن 20 موضوعًا يوفر أعلى درجات التماسك.

ويوضح الشكل دال-1 المواضيع العشرين نفسها بحسب عدد الوثائق المنشورة كل شهر في عام 2021. ويمكن أن يوفّر ذلك معلومات أكثر عن الاتجاهات السنوية وأداء الاتجاهات مقارنة ببعضها البعض. وأخيرًا، يوضح الشكل دال-2 أن توزيع الوزن الترجيحي للمواضيع يُحسب بعدد الوثائق لكل وزن ترجيحي للموضوع، ما يتيح فرصة أخرى لمقارنة أداء المواضيع داخل المجموعة.

ويعرض الشكل دال-3 توزيع الوزن الترجيحي للموضوع، ويُحسب هذا الوزن الترجيحي بعدد الوثائق لكل وزن ترجيحي للموضوع. ويتيح ذلك فهم عدد الوثائق المرتبطة بالسلاسل الثلاثية الكلمات، ما يوفّر نقطة بيانات أخرى لتقييم دقة نمذجة الموضوع.

الخطوة الثانية: تحديد العلوم والتكنولوجيا والابتكارات الناشئة

تتطلب نماذج المحولات نهجًا تعليميًا شبه خاضع للإشراف، يقوم فيه الخبراء البشريون بمراجعة البيانات وتصحيحيها على فترات عشوائية، وإعادة البيانات المصححة إلى النموذج. ويُدمج نموذج التدخل شبه الخاضع للإشراف مع نماذج المواضيع لتسريع عملية تحديد التكنولوجيات الناشئة. ويوضح الشكل دال-4 نتائج الجمع بين نموذج استخراج التدخلات مع نماذج المواضيع لتحديد ما إذا كانت التدخلات ذات الصلة قد أُدرجت في نماذج المواضيع. ويستخرج النموذج تدخلات من النص في ما يُسمى «تسمية خام»، - ترد في عمود «التدخلات الخام التي عُثر عليها» قبل استكشاف الرسم البياني المعرفي الأكبر للنموذج لتحديد ما إذا كان التدخل أو أي شيء قريب منه، قد شُهد من قبل - كما هو موضح في عمود «التدخلات المستخرجة». وهناك ارتباط أكبر بين التدخلات التي يُعثر عليها والمواضيع، ويعني ذلك أن تسمية المواضيع في البيانات الجديدة يمكن استخدامها كخطوة سابقة على خطوة استخراج التدخل، وهي خطوة تتطلب وقتًا أطول وكلفة أكبر.

الخطوة الثالثة: تحليل المصدر واستخراج المعلومات

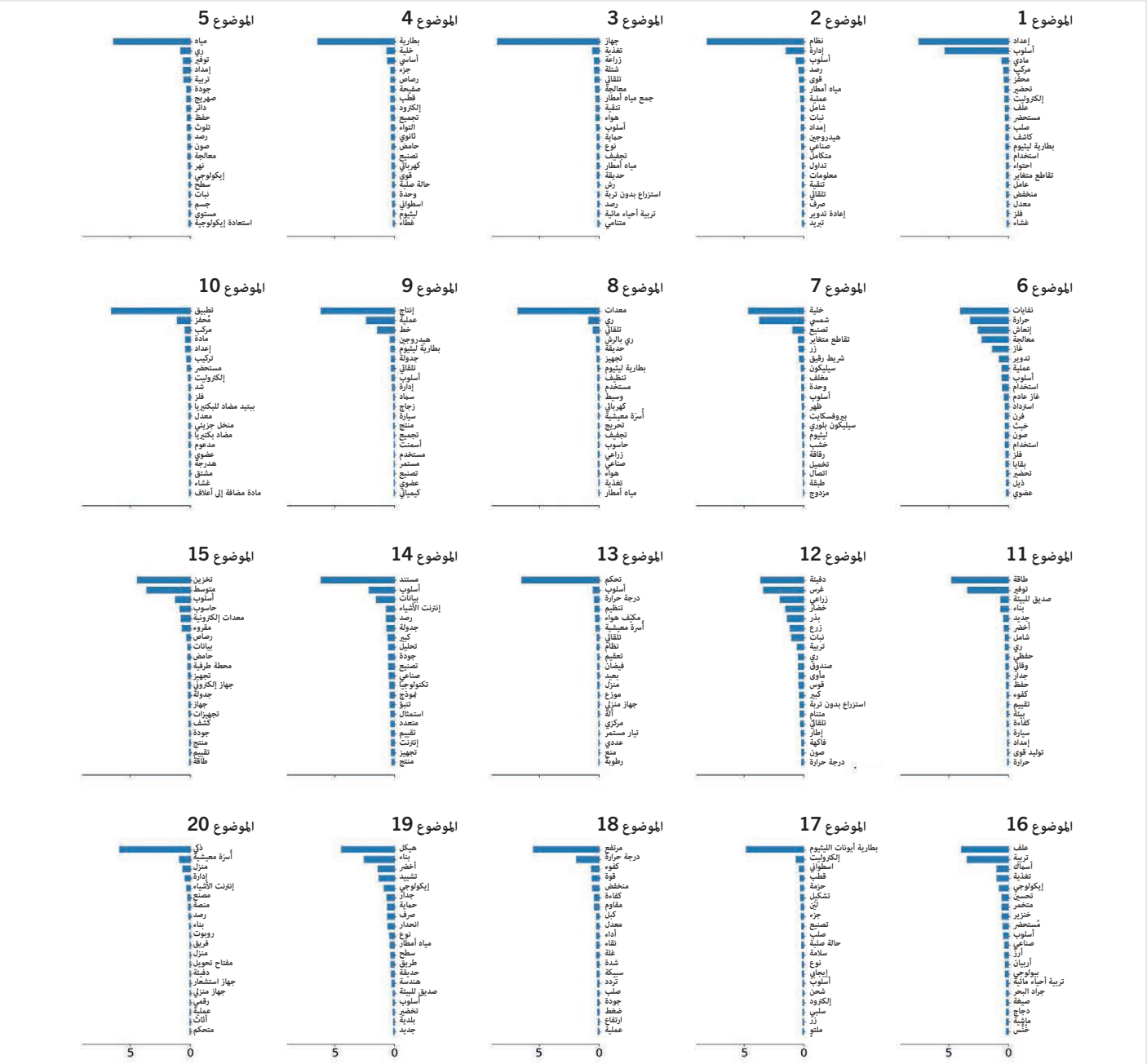
الخطوة الأخيرة قبل إجراء التحليل هي تحديد المصادر المرشحة للاستعراض. وفي المثال الوارد أدناه (الشكل دال-5)، يتم إعطاء مصادر براءات الاختراع الفردية مقياسًا للاتساق يقتصر على نماذج المواضيع. وفي الأعمال اللاحقة، سيُشكل ذلك سمة تُميِّز الاتساق عبر التدخلات الخام والمستخرجة، وفقًا للخطوة الثانية.

وسيجري اختيار المصادر الأكثر صلة لإخضاعها لتحليل أعمق من أجل استخراج التدخلات المحددة والبارامترات الأخرى. وتُعرض النتائج المتعلقة ببراءات الاختراع صحيفة جدولية في شكل ملف رقمي تكميلي يُتاح عند الطلب.

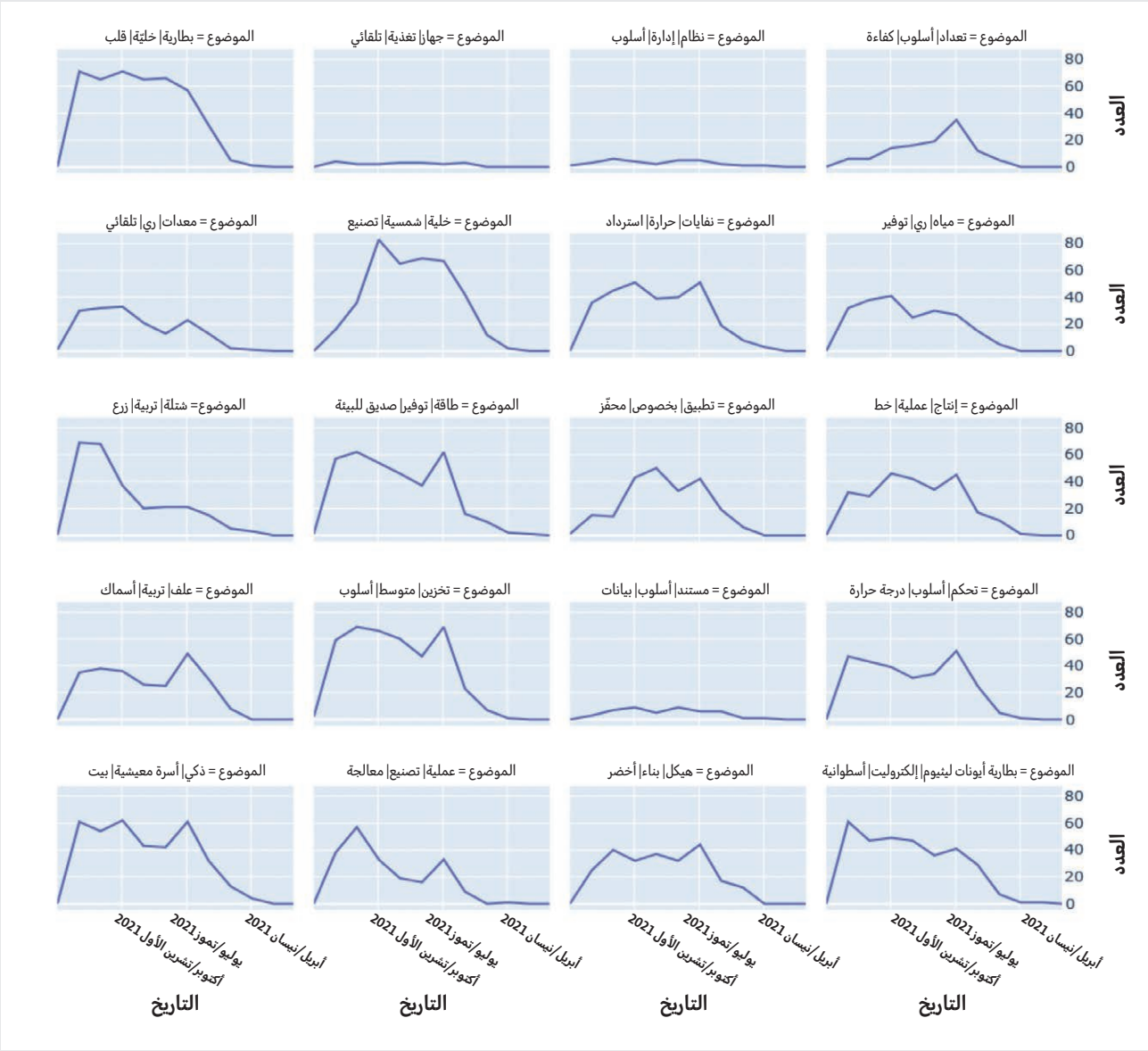
الخطوة الرابعة: استعراض الموارد على شبكة الإنترنت

يتم تبويب البيانات في مورد على الإنترنت لاستعراضها وتحليلها وتعديلها. وهذه العملية تكرارية تتطلب تعقيبات من فريق البحث.

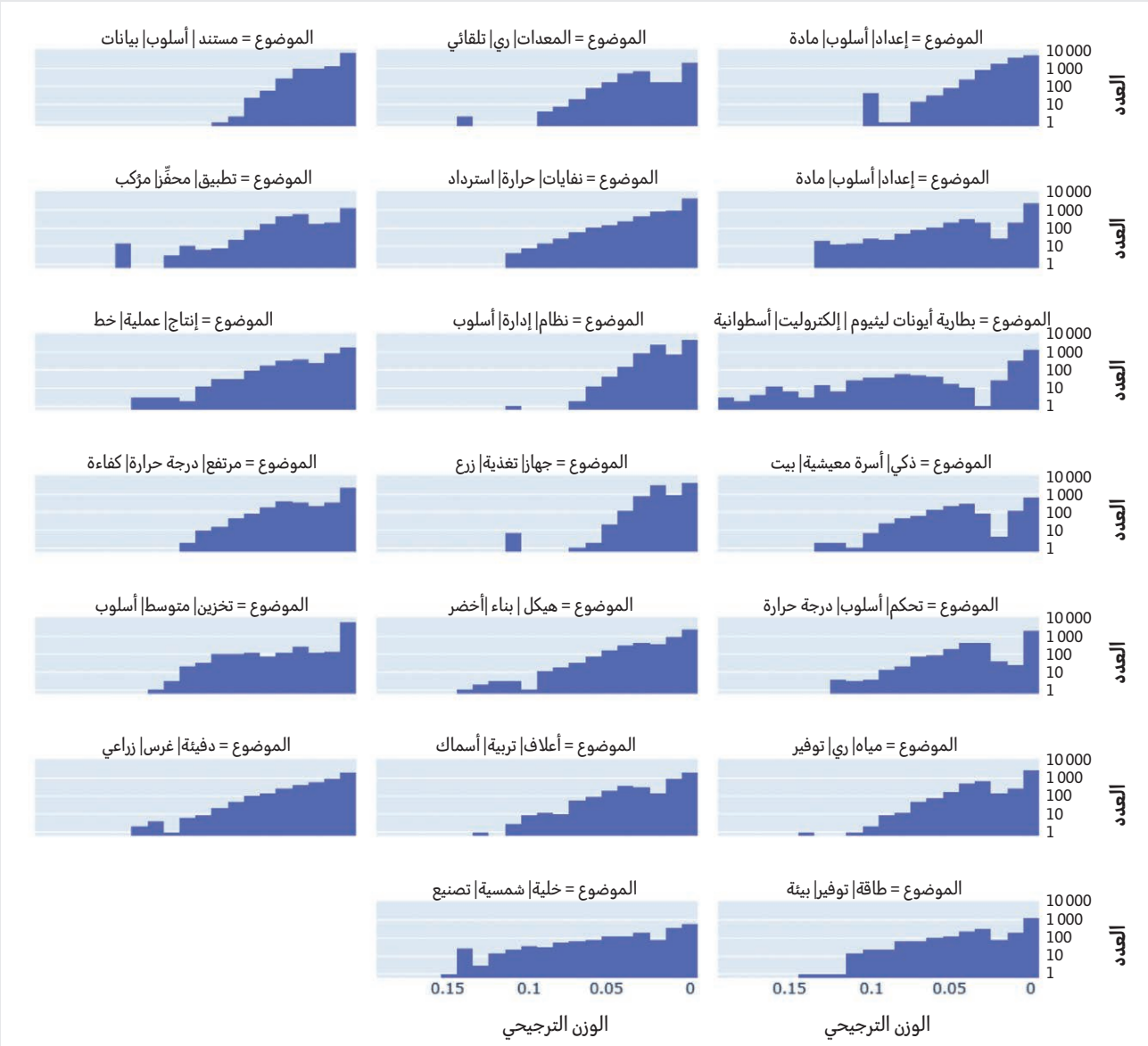
الشكل دال – 1 المواضيع المكتشفة في بيانات براءات الاختراع



الشكل دال – 2 أعداد الوثائق لكل موضوع في الشهر في عام 2021



الشكل دال – 3 توزيع الأوزان الترجيحية للمواضيع



الشكل دال – 4 الارتباط بين التدخلات التي عُثر عليها والمواضيع المحددة

الارتباط بين التدخلات التي عُثر عليها والمواضيع المحددة. تُقدم المواضيع المحددة كسلاسل كلمات، في حين تُعرض التدخلات الخام التي يُعثر عليها والتدخلات المستخرجة التي يُعثر عليها كارتباطات بين المواضيع والتدخلات، وتُحسب بين 0 و1. وكلما ارتفعت القيمة، مثل 25,0 في «البذر، التربية، الزرع» فإن ذلك يدل على ارتفاع احتمالية التدخلات المحددة ذات الصلة.

نماذج المواضيع البسيطة	التدخلات التي عثر عليها	التدخلات المستخرجة
أعلاف| تربية| أسماك	0.012	0.026
بطارية أيونات الليثيوم| إلكتروليت| أسطوانية	0.065	0.079
مرتفعة| درجة حرارة| كفاءة	0.003	0.007
هيكل| بناء| أخضر	0.078	0.041
إعداد| أسلوب| بخصوص	0.165	0.105
نظام| إدارة| أسلوب	0.061	0.089
جهاز| تغذية| تلقائي	0.029	0.062
بطارية| خلية| قلب	0.008	0
مياه| ري| توفير	0.052	0.065
نفايات| حرارة| استرداد	0.076	0.066
معدات| ري| تلقائي	0.047	0.045
خلية| شمسية| تصنيع	0.004	0.025
إنتاج| خط| تلقائي	0.068	0.052
تطبيق| محفِّزا| كلفة	0.088	0.02
طاقة| توفير| صديق للبيئة	0.03	0.033
شتلة| تربية| زرع	0.254	0.159
تحكم| ذكي| أسرة معيشية	0.137	0.113
مستند| أسلوب| بيانات	0.134	0.099
تخزين| متوسط| أسلوب	0.104	0.056
دفيئة| غرس| زراعي	0.186	0.097

الشكل دال - 5 مصادر براءات الاختراع الفردية ومقاييس التماسك بحسب نماذج المواضيع

الرمز التعريفي	رابط النتيجة	الاسم	التاريخ	تحضير | أسلوب | مادة	نظام | إدارة | أسلوب	جهاز | تغذية | زراعة	بطارية | خلية | قلب	مياه | ري | توفير	نفايات | حرارة | استعادة	خلية | شمسية | تصنيع	معدات | ري | آلي	إنتاج | عملية | خط	تطبيق| محفز | مركب	طاقة | توفير | مراعاة للبيئة	صوت | غرس | زراعي	مراقبة | أسلوب | درجة | حرارة	أساس | أسلوب | بيانات	تخزين | وسيط | أسلوب	علف | تربية | أسماك	بطارية أيونات الليثيوم | إلكتروليت | أسلوني	مرتفع | درجة | حرارة | مشع | بالكفاءة	هيكل | مبنى | أخضر	ذكي | أسرة | مستشفى | مزل
CN-113689153-A	https://patents.google.com/patent/CN113689153A/en	أسلوب لفحص المشاتل النحلية المرتبطة بتسليم المعدات المعقدة باستخدام القرار المستهدف الرمادي	########	0,0108878	0	0	0	0	0	0	0,02091297	0	0	0	0	0	0	0,02031219	0	0	0	0	0
CN-113690401-A	https://patents.google.com/patent/CN113690401A/en	الإلكترود السالب من فلز الزنك المعدل بواسطة غشاء سلبي مركب من فوسفات وسيلان الزنك العضوي، وأسلوب تحضير وتطبيق ذلك	########	0,01632681	0	0	0,0025007	0	7,36E-01	0	0	0	0	0,02510971	0	0	0	0	0	0	0,0005797	0	0	0
CN-113687359-A	https://patents.google.com/patent/CN113687359A/en	نظام إدارة صحة زادر الأحوال الجوية باستخدام المصفوفات المرحلية	########	0	0,02735537	0	0	0	0	0	0	0,00021627	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00216122
CN-113687361-A	https://patents.google.com/patent/CN113687361A/en	أسلوب معالجة مصفوفية ملائمة متعددة القنوات باستخدام تكنولوجيا موجات الترد الرمني والمكاني	########	0,0003992	0	0,00058707	0	0	0	0	0,00047871	0	0	0	0	0	0	0,02639696	0	0	0,00020926	0	0
CN-113686420-A	https://patents.google.com/patent/CN113686420A/en	نظام لتحديد الوزن في عمليات حفن سائل بطاريات أيونات الليثيوم	########	0	0,02055918	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0698346	0	0	0
CN-113687360-A	https://patents.google.com/patent/CN113687360A/en	إستراتيجية مسح ذات مضغوطة مرحلية مناسبة لضمانات الأرصاد الجوية المتعلقة بمراقبة حركة الطيران المدني باستخدام زادار الطقس	########	0	0	0	0,00023426	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02154221	6	0	0	0	0	0
CN-113673917-A	https://patents.google.com/patent/CN113673917A/en	أسلوب المطابقة الذكي المعتمد على نوع معدات المصنع وموضعها	########	0,00241344	0	0	0	0	0	0	0,033951	0	0	0	0	0	0	0,03055389	0	0	0	0,00160353	0,04771856
CN-113671924-A	https://patents.google.com/patent/CN113671924A/en	أسلوب للتحديد الآلي للقيمة في نظام المراقبة المولّد، والنظام المستخدم في هذا الأسلوب، ومعدات ووسائط التخزين	########	0,00021006	0,01806329	0	0	0	0	0	0,02852871	0	0	0	0	0	0	0	0,05906117	0	0	0	0	0
CN-113673971-A	https://patents.google.com/patent/CN113673971A/en	أسلوب المطابقة الذكية للعرض والطلب على القوة العاملة على أساس موضع المصنع	########	0,00190218	0,00059301	0	0	0,00324165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02791787	0	0	0	0	0,04252202
CN-113687639-A	https://patents.google.com/patent/CN113687639A/en	أسلوب ونظام ذكيان للإنذار المبكر للأعطال في معدات آلات النسيج	########	0,00449092	0,01754223	0	0	0	0	0	0,0292433	0	0	0	0	0	0	0,00145273	6,64E-01	0	0	0	0,03818407
CN-113689150-A	https://patents.google.com/patent/CN113689150A/en	أسلوب ونظام إدارة سلاسل الإمداد في منصة التجارة الإلكترونية العامة	########	0,00592111	0,03297241	0	0	0	0	0	0	0,00094569	0	0	0	0	0	0,00203274	0,00143715	0	0	0	0,00271493
KR-20210134534-A	https://patents.google.com/patent/KR20210134534A/en	نظام لتنقية النفايات النزلية والحجرية المسببة للتلوث من أجل إعادة تدويرها	########	0	0,01628860	0	0	0	0	0,02532394	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CN-113673915-A	https://patents.google.com/patent/CN113673915A/en	نظام مراقبة وتحليل جودة أكياس التسريب المصنوعة من مادة البولي بروبيلين بالاعتماد على تتبع دورة الإنتاج الكاملة	########	0	0,01342859	0	0	0,00117027	0	0	0	0,02080249	0	0	0	0	0	0,02069634	0	0	0	0	0	0
CN-113657820-A	https://patents.google.com/patent/CN113657820A/en	طريقة الجمع بين خطوط الإنتاج والأجهزة والمعدات ووسائط التخزين المقرودة المستخدمة	########	0	0	0,01625051	0	0	0	0	0,03197525	0,04417188	0	0	0	0	0	0	0,07601188	0	0	0	0	0
CN-113675479-A	https://patents.google.com/patent/CN113675479A/en	عملية تحضير واستخدام بطاريات الليثيوم الهلامية	########	0,02256814	0	0	0	0	0,0006305	0	0,00057064	0,02038795	0	0,04888466	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CN-113675457-A	https://patents.google.com/patent/CN113675457A/en	أسلوب لتحضير إلكتروليت بطاريات الليثيوم	########	0,03253384	0	0,00016504	0,00027178	0	0	0	0,00232106	0,00510978	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01248496	0	0,00114216	0
CN-113655768-A	https://patents.google.com/patent/CN113655768A/en	طريقة التحكم في عائد التجميع والمعدات ووسائط التخزين الحاسوبية المقرودة	########	0	0	0	0,00043042	0	0	0	0,03229965	0	0	0	0	0	0	0,03669369	4	0,08348763	0	0	0	0,00052029	0
DE-202021105731-U1	https://patents.google.com/patent/DE202021105731U1/en	هيكل كهفي للأحواض الحيوانات المائية	########	0	0	0	0	0,00042103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,30E-01	0	0	0	0

المراجع

Acemoglu, D.S., Johnson, S. & Robinson, J.A. 2005. Institutions as a fundamental cause of long-run growth. في: P. Aghion & S.N. Durlauf, eds., *Handbook of Economic Growth,* volume 1 part A: 385–472

Acevedo, M., Pixley, K., Zinyengere, N., Meng, S., Tufan, H., Cichy, K., Bizikova, L., Isaacs, K., Ghezzi-Kopel, K. & Porciello, J. 2020. A scoping review of adoption of climate-resilient crops by small-scale producers in low- and middle-income countries. *Nature Plants*, 6(10), 1231–1241. https://doi.org/10.1038/s41477-020-00783-z

African Crowdfunding Association. Members Directory. من دون تاريخ. تمّ الاطلاع على الموقع في يناير/كانون الثاني 2022. https://africancrowd.org/members-directory/

Afshin, A., Micha, R., Khatibzadeh, S., Schmidt, L.A. & Mozaffarian, D. 2014. Dietary Policies to Reduce Non-Communicable Diseases. في: The Handbook of Global Health Policy, pp. 175–193. John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1002/9781118509623.ch9

AgFunder Network. 2022. AgFunder AgriFoodTech Investment Report. https://agfundernews.com/agfunder-agrifoodtech-investment-report-startups-net-52bn-in-2021-doubling-2020-total

Aghion, P. & Jaravel, X. 2015. Knowledge spillovers, innovation and growth. *Economic Journal*, 125(583): 533–573

Ahmadpoor, M. & Jones, B.F. 2017. The dual frontier: Patented inventions and prior scientific advance. *Science*, 357(6351): 583–587

Alston, J.M. & Pardey, P.G. 2021. The economics of agricultural innovation. في: C.B. Barrett & D.R. Just, eds., *Handbook of Agricultural Economics,* 5: 3895–3980. Amsterdam, North Holland

Alston, J.M., Pardey, P.G. & Rao, X. 2022. Payoffs to a half century of CGIAR research. *American Journal of Agricultural Economics*, 104(2): 502–529

ANDE. Aspen Network of Development Entrepreneurs. من دون تاريخ. تمّ الاطلاع على الموقع في يناير/كانون الثاني 2022. https://www.andeglobal.org/

Antle, J.M. & Valdivia, R.O. 2021. Trade-off analysis of agrifood systems for sustainable research and development. *Q Open,* 1(1): qoaa005

Antonelli, M., Basile, L., Gagliardi, F., Riccaboni, A. & Isernia, P. 2019. 2019 AGRIFOODMED DELPHI. Trends challenges and policy options for Water Management, Farming Systems and Agrifood Value Chains in 2020–2030. https://www.researchgate.net/publication/333872330

Archer Daniels Midland Company. 2020. Annual Report 2019. https://s1.q4cdn.com/365366812/files/doc_financials/2019/ar/ADM-Proxy-Materials.pdf

Arthur, W.B. 2009. *The Nature of Technology: What it is and how it evolves*. New York, NY: Simon and Schuster

Aspen Network of Development Entrepreneurs. The leading voice of the small and growing business sector. من دون تاريخ. تمّ الاطلاع على الموقع في فبراير/شباط 2022. https://www.andeglobal.org/

Aspinall, W. 2010. A Route to More Tractable Expert Advice. *Nature*, 463(7279): 294–295. https://doi.org/10.1038/463294a

Aspinall, W.P., Cooke, R.M., Havelaar, A.H., Hoffmann, S. & Hald, T. 2016. Evaluation of a Performance-Based Expert Elicitation: WHO Global Attribution of Foodborne Diseases. *PLoS ONE*, 11(3): e0149817. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149817

Baltenweck, I., Cherney, D., Duncan, A., Eldermire, E., Lwoga, E.T., Labarta, R., Rao, E.J.O., Staal, S. & Teufel, N. 2020. A scoping review of feed interventions and livelihoods of small-scale livestock keepers. *Nature Plants*, 6(10): 1242–1249. https://doi.org/10.1038/s41477-020-00786-w

Barrett, C. B. 1997. Idea gaps, object gaps, and trust gaps in economic development. *Journal of Developing Areas*, 31(4): 553–568

Barrett, C.B. 2010. Measuring food insecurity. *Science,* 327, no. 5967: 825–828

Barrett, C.B. 2021a. Overcoming global food security challenges through science and solidarity. *American Journal of Agricultural Economics,* 103(2): 422–447

Barrett, C.B. 2021b. On design-based empirical research and its interpretation and ethics in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 118(29): e2023343118

Barrett, C.B., Beaudreault, A.R., Meinke, H., Ash, A., Ghezae, N., Kadiyala, S., Nigussie, M., Smith, A.G. & Torrance, L. 2021a. Foresight and trade-off analyses: Tools for science strategy development in agriculture and food systems research. *Q Open*, 1(1): qoaa002

Barrett, C.B. & Carter, M.R. 2020. Finding our balance? Revisiting the randomization revolution in development economics ten years further on. *World Development*, 127: 104789

Boldrin, M. & Levine, D.K. 2013. The case against patents. *Journal of Economic Perspectives,* 27(1): 3–22

Boone, C., Lokshin, B., Guenter, H. & Belderbos, R. 2019. Top management team nationality diversity, corporate entrepreneurship, and innovation in multinational firms. *Strategic Management Journal*, 40(2): 277–302. https://doi.org/10.1002/smj.2976

Bornmann, L. & Mutz, R. 2015. Growth rates of modern science: A bibliometric analysis based on the number of publications and cited references. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66: 2215–2222

Burgman, M.A., McBride, M., Ashton, R., Speirs-Bridge, A., Flander, L., Wintle, B., Fidler, F., Rumpff, L. & Twardy, C. 2011. Expert Status and Performance. *PLoS ONE*, 6(7), e22998. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022998

Campi, M. & Nuvolari, A. 2021. Intellectual property rights and agricultural development: Evidence from a worldwide index of IPRs in agriculture (1961–2018). *Journal of Development Studies*, 57(4), 650–668

Cattaneo, A., Sánchez, M.V., Torero, M. &. Vos, R. 2021. Reducing food loss and waste: Five challenges for policy and research. *Food Policy,* 98: 101974

Chai, Y., Pardey, P.G., Chan-Kang, C., Huang, J., Lee, K. & Dong, W. 2019. Passing the food and agricultural R&D buck? The United States and China. *Food Policy,* 86: 101729

Chavas, J.-P., Aliber, M. & Cox, T.L. 1997. An analysis of the source and nature of technical change: the case of US agriculture. *Review of Economics and Statistics,* 79(3): 482–492

Chrysafi, A. *et al.* 2022. Quantifying Earth system interactions for sustainable food production via expert elicitation. *Nature Sustainability*, https://doi.org/10.1038/s41893-022-00940-6

Clancy, M.S. & Moschini, G. 2017. Intellectual property rights and the ascent of proprietary innovation in agriculture. *Annual Review of Resource Economics,* 9: 53–74

Commission on Sustainable Agriculture Intensification (CoSAI). 2021. Reorienting funding for research and innovation is an urgent step to transform agrifood systems. Policy Brief #1

Cole, Z.D., Donohoe, H.M. & Stellefson, M.L. 2013. Internet-based Delphi research: Case based discussion. *Environmental Management,* 51(3): 511–523. https://doi.org/10.1007/s00267-012-0005-5

Barrett, C.B., Ghezzi-Kopel, K., Hoddinott, J., Homami, N., Tennant, T., Upton, J. & Wu, T. 2021b. A scoping review of the development resilience literature: Theory, methods and evidence. *World Development,* 146: 105612

Barrett, C.B., Benton, T., Fanzo, J., Herrero, M., Nelson, R.J., Bageant, E., Buckler, E., Cooper, K., Culotta, I., Fan, S., Gandhi, R., James, S., Kahn, M., Lawson-Lartego, L., Liu, J., Marshall, Q., Mason-D'Croz, D., Mathys, A., Mathys, C., Mazariegos-Anastassiou, V., Miller, A., Misra, K., Mude, A.G., Shen, J., Sibanda, L.M., Song, C., Steiner, R., Thornton, P. & Wood, S. 2022a. *Socio-technical Innovation Bundles for Agrifood Systems .Transformation*, London. Palgrave Macmillan

Barrett, C.B., Islam, A., Malek, A.M., Pakrashi, D. & Ruthbah, U. 2022b. Experimental evidence on adoption and impact of the system of rice intensification. *American Journal of Agricultural Economics,* 104(1): 4–32

Barrett, C.B., Reardon, T., Swinnen, J. & Zilberman, D. 2022c. Agrifood value chain revolutions in low-and middle-income countries, *Journal of Economic Literature,* 60(4): in press

Bell, W. 1996. An Overview of Futures Studies., pp. 28–56 and 290, 1996. https://www.researchgate.net/publication/265186494_An_overview_of_futures_studies

Bishop, C.M. & Nasrabadi, N.M. 2006. *Pattern recognition and machine learning* .Vol. 4, No. 4, p. 738). New York, Springer)

Bizikova, L., Nkonya, E., Minah, M., Hanisch, M., Turaga, R.M.R., Speranza, C. ., Karthikeyan, M., Tang, L., Ghezzi-Kopel, K., Kelly, J., Celestin, A.C. & Timmers, B. 2020. A scoping review of the contributions of farmers' organizations to smallholder agriculture. *Nature Food*, 1(10): 620–630. https://doi.org/10.1038/s43016-020-00164-x

Blut, M. & Wang, C. 2020. Technology readiness: A meta-analysis of conceptualizations of the construct and its impact on technology usage. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 48(4): 649–69. https://doi.org/10.1007/s11747-019-00680-8

Bojke, L., Soares, M., Claxton, K., Colson, A., Fox, A., Jackson, C., Jankovic, D., Morton, A., Sharples, L. & Taylor, L. 2021. Good practice in structured expert elicitation: Learning from the available guidance. Developing a reference protocol for structured expert elicitation in health-care decision-making: A mixed-methods study. *NIHR Journals Library*. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK571059/

المراجع

CompassList. من دون تاريخ. Startups. تمّ الاطلاع على الموقع في 15 فبراير/شباط 2022. https://www.compasslist.com/startups

Cremades, A. 2019. How Startup Accelerators Work. Forbes. https://www.forbes.com/sites/alejandrocremades/2019/01/10/how-startup-accelerators-work

Danneels, E. 2004. Disruptive technology reconsidered: A critique and research agenda. *Journal of Product Innovation Management,* 21(4): 246–258. https://doi.org/10.1111/j.0737-6782.2004.00076.x

de Haas, J. 2021. Food System Game Changers Lab. Thought for Food. https://thoughtforfood.org/gamechangerslab

Dehmer, S.P., Pardey, P.G., Beddow, J.M. & Chai, Y. 2019. Reshuffling the global R&D deck, 1980-2050. *PloS ONE* 14(3): e0213801

d'Odorico, P., Carr, J.A., Laio, F., Ridolfi, L. & Vandoni, S. 2014. Feeding humanity through global food trade. *Earth's Future* 2(9): 458–69

Downs, S.M., Ahmed, S., Fanzo, J. & Herforth, A. 2020. Food environment typology: advancing an expanded definition, framework, and methodological approach for improved characterization of wild, cultivated, and built food environments toward sustainable diets. *Foods*, 9(4), 532

Fanzo, J., Haddad, L., Schneider, K.R., Béné, C., Covic, N.M., Guarin, A., Herforth, A.W. *et al.* 2021. Rigorous monitoring is necessary to guide food system transformation in the countdown to the 2030 global goals. *Food Policy*, 104: 102163

FAO. 2019. *Proceedings of the International Symposium on Agricultural Innovation for Family Farmers - Unlocking the potential of agricultural innovation to achieve the Sustainable Development Goals*. Rome, FAO

منظمة الأغذية والزراعة. 2021. الإطار الاستراتيجي للفترة *2022-2031*. روما، منظمة الأغذية والزراعة. https://www.fao.org/3/cb7099ar/cb7099ar.pdf.

منظمة الأغذية والزراعة. 2022. استراتيجية منظمة الأغذية والزراعة للعلوم والابتكار. الدورة السبعون بعد المائة، 13-17 يونيو/حزيران 2022. روما. منظمة الأغذية والزراعة.

Feed 9 B. من دون تاريخ. Asia's ecosystem platform promoting collaboration, innovation and sustainability to feed 9.8 billion people by 2050. تمّ الاطلاع على الموقع في 6 فبراير/ شباط 2022. https://feed9b.asia/

Feinstein, J. 2011. Optimal learning patterns for creativity generation in a Field. *American Economic Review Papers and Proceedings*, 101(3): 227–232

Fluxx Grantseeker. من دون تاريخ. Free Grants Management for Nonprofits. تمّ الاطلاع على الموقع في 5 فبراير/ شباط 2022. https://foodhack.global/database/investors.

Food Systems Dashboard. 2020. Global Alliance for Improved Nutrition (GAIN) and Johns Hopkins University. Geneva, Switzerland. DOI: https://doi.org/10.36072/db

Fricko, O., Havlik, P., Rogelj, J., Klimont, Z., Gusti, M., Johnson, N., Kolp, P., Strubegger, M., Valin, H., Amann, M. & Ermolieva, T. 2017. The marker quantification of the shared socioeconomic pathway 2: A middle-of-the-road scenario for the 21st century. *Global Environmental Change*, 42: 251–267

Fritz, S., See, L., Bayas, J. C. L., Waldner, F., Jacques, D., Becker-Reshef, I., Whitcraft, A., Baruth, B., Bonifacio, R., Crutchfield, J., Rembold, F., Rojas, O., Schucknecht, A., Van der Velde, M., Verdin, J., Wu, B., Yan, N., You, L., Gilliams, S. & McCallum, I. 2019. A comparison of global agricultural monitoring systems and current gaps. *Agricultural Systems*, 168: 258–272. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.05.010

Fukase, E. & Martin, W. 2020. Economic growth, convergence, and world food demand and supply. *World Development,* 132: 104954

Ganguly, A., Nilchiani, R. & Farr, J.V. 2010. Defining a set of metrics to evaluate the potential disruptiveness of a technology. *Engineering Management Journal*, 22(1): 34–44. https://doi.org/10.1080/10429247.2010.11431851

Global Innovation Exchange. Results for Development. من دون تاريخ. تمّ الاستخراج في 9 سبتمبر/أيلول 2022. https://r4d.org/resources/global-innovations-exchange-public-good-export/

Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition (GloPan). 2016. *Food systems and diets: Facing the challenges of the 21st century.* London, UK

Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition (GloPan). 2020. *Future food systems: For people, our planet, and prosperity.* London, UK

Glover, D. 2011. The system of rice intensification: time for an empirical turn. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences,* 57(3-4): 217–224

Goldman, S. من دون تاريخ. VC Fund Database for Early-Stage Startups. تمّ الاطلاع على الموقع في 10 يناير/كانون الثاني 2022. https://www.airtable.com/universe/expFo1yNQPYwhey5n/vc-funds-for-early-stage-startups

Gollin, D., Hansen, C.W. & Wingender, A.M. 2021. Two blades of grass: The impact of the green revolution. *Journal of Political Economy,* 129(8): 2344–2384

Haddad, L., Hawkes, C., Waage, J., Webb, P., Godfray, C. & Toulmin, C. 2016. *Food systems and diets: Facing the challenges of the 21st century*. Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition. London, UK

Hamilton, S.F., Richards, T.J. & Roe, B. 2022. Food waste: Farms, C. B. Barrett & D.R. Just, في: .distributors, retailers, and households eds. *Handbook of Agricultural Economics, volume* 6. Amsterdam, Elsevier

Hargrave, T. J. & van de Ven, A.H. 2006. A collective action model of institutional innovation. *Academy of Management Review*, 31(4): 864–888. https://doi.org/10.5465/amr.2006.22527458

Hasegawa, T. *et al.* 2018. Risk of increased food insecurity under stringent global climate change mitigation policy. *Nature Climate Change*, 8(8): 699–703. https://doi.org/10.1038/s41558-018-0230-x

Héder, M. 2017. From NASA to EU: the evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation. *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, 22(2): 3–23

Hemming, V., Burgman, M.A., Hanea, A.M., McBride, M.F. & Wintle, B.C. 2017. A practical guide to structured expert elicitation using the IDEA protocol. *Methods in Ecology and Evolution*, 9 (1): 169–180. https://doi.org/10.1111/2041-210X.12857

Herrero, M., Thornton, P.K., Mason-D'Croz, D., Palmer, J., Benton, T.G., Bodirsky, B.L., Bogard, J.R., Hall, A., Lee, B., Nyborg, K. & Pradhan, P. 2020. Innovation can accelerate the transition towards a sustainable food system. *Nature Food*, 1(5): 266–272

Herrero, M., Thornton, P.K., D'Croz, D.M., Palmer, J., Bodirsky, B.L., Pradhan, P., Barrett, C.B., Benton, T.G., Hall, A., Pikaar, I., Bogard, I.J., Bonnet, G.D., Bryan, B.A., Campbell, B.M., Christensen, S., Clark, M., Fanzo, J., Godde, C.M. & Rockström, J. 2021. Articulating the effect of food systems innovation on the Sustainable Development Goals. *The Lancet Planetary Health* 5, no. 1: e50–e62

فريق الخبراء الرفيع المستوى. 2019. النُهج الزراعيّة الإيكولوجيّة وغيرها من النُهج المبتكرة من أجل زراعة ونظم غذائية مستدامة لتعزيز الأمن الغذائي والتغذية. روما. https://www.fao.org/fileadmin/templates/cfs/HLPE/reports/HLPE_Report_14_AR.pdf

فريق الخبراء الرفيع المستوى. 2020. الأمن الغذائي والتغذية. بناء سرديّة عالميّة نحو عام *2030*. روما.

Innovation Technology Cluster. من دون تاريخ. Agrifood Cooperation Platform. Agrifood Digital Innovation Hub. تمّ الاطلاع على الموقع في 4 فبراير/شباط 2022. https://mapping.dih-agrifood.com

IPBES. 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. eds. S. Díaz, J. Settele, E.S. Brondízio E.S., H.T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K.A. Brauman, S.H.M. Butchart, K.M.A. Chan, L.A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G.F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R.R.Chowdhury, Y.J. Shin, I.J. Visseren-Hamakers, K.J. Willis & C.N. Zayas. IPBES Secretariat, Bonn, Germany. 56 pages. https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579

الهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغير المناخ. 2019. تغيّر المناخ والأراضي: تقرير خاص للهيئة (IPCC) عن تغيّر المناخ، والتصحر، وتدهور الأراضي، والإدارة المستدامة للأراضي، والأمن الغذائي، وتدفقات غازات الاحتباس الحراري في النظم الإيكولوجية الأرضية. Eds. P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J.P. Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi & J. Malley.

Jelodar, H., Wang, Y., Rabbani, M. & Ayobi, S. 2019. Natural Language Processing via LDA Topic Model in Recommendation Systems. arXiv preprint arXiv:1909.09551

Jones, J.W., Antle, J.M., Basso, B., Boote, K.J., Conant, R.T., Foster, I., Godfray, H.C.J., Herrero, M., Howitt, R.E., Janssen, S. & Keating, B.A. 2017. Toward a new generation of agricultural system data, models, and knowledge products: State of agricultural systems science. *Agricultural Systems*, 155: 269–288

Kanter, D.R., Musumba, M., Wood, S.L.R., Palm, C., Antle, J., Balvanera, P., Dale, V.H. *et al.* 2018. Evaluating agricultural trade-offs in the age of sustainable development. *Agricultural Systems,* 163: 73–88

Katz, M.L. & Shapiro, C. 1986. Technology adoption in the presence of network externalities. *Journal of Political Economy*, 94(4): 822–841

Keating, B.A., Herrero, M., Carberry, P.S., Gardner, J. & Cole, M.B. 2014. Food wedges: framing the global food demand and supply challenge towards 2050. *Global Food Security*, 3(3–4): 125–132

King, A.A. & Baatartogtokh, B. 2015. How useful is the theory of disruptive innovation? *MIT Sloan Management Review*, 57(1): 77–90. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

المراجع

Knol, A.B., Slottje, P., van der Sluijs, J.P. & Lebret, E. 2010. The use of expert elicitation in environmental health impact assessment: A seven step procedure. *Environmental Health*, 9(1): 19. https://doi.org/10.1186/1476-069X-9-19

Laborde, D., Porciello, J., Smaller, C., Murphy, S. & Parent, M. 2020. Ceres2030: Sustainable Solutions to End Hunger Summary Report

Lentz, E.C. 2021. Food and agriculture systems foresight study: implications for gender, poverty, and nutrition. *Q Open* 1(1): qoaa003

Lerner, J. 1995. Patenting in the shadow of competitors. *Journal of Law and Economics*, 38(2): 463–495

Liu, Z., Jiang, F., Hu, Y., Shi, C. & Fung, P. 2021. NER-BERT: A Pre-trained Model for Low-Resource Entity Tagging. ArXiv:2112.00405 [Cs]. http://arxiv.org/abs/2112.00405

Liverpool-Tasie, L.S.O., Wineman, A., Young, S., Tambo, J., Vargas, C., Reardon, T., Adjognon, G.S., Porciello, J., Gathoni, N., Bizikova, L., Galiè, A. & Celestin, A. 2020. A scoping review of market links between value chain actors and small-scale producers in developing regions. *Nature Sustainability*, 3(10): 799–808. https://doi.org/10.1038/s41893-020-00621-2

Ludemann, C.I., Gruere, A., Heffer, P. & Dobermann, A. 2022. Global data on fertilizer use by crop and by country. *Sci Data,* 9: 501. https://doi.org/10.1038/s41597-022-01592-z

Maïga, W.H.E., Porgo, M., Zahonogo, P., Amegnaglo, C.J., Coulibaly, D.A., Flynn, J., Seogo, W., Traoré, S., Kelly, J.A. & Chimwaza, G. 2020. A systematic review of employment outcomes from youth skills training programmes in agriculture in low- and middle-income countries. *Nature Food*, 1(10), 605–619. https://doi.org/10.1038/s43016-020-00172-x

Markides, C. 2006. Disruptive innovation: In need of better theory. *Journal of Product Innovation Management,* 23(1): 19–25. https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2005.00177.x

Marsland, S. 2015. *Machine Learning: An Algorithmic Perspective,* Second Edition. Chapman & Hall/CRC

Mason-D'Croz, D., Sulser, T.B., Wiebe, K., Rosegrant, M.W., Lowder, S.K., Nin-Pratt, A., Willenbockel, D., Robinson, S., Zhu, T., Cenacchi, N. & Dunston, S. 2019. Agricultural investments and hunger in Africa modeling potential contributions to SDG2–Zero Hunger. *World Development*, 116: 38–53

McBride, M.F., Garnett, S.T., Szabo, J.K., Burbidge, A.H., Butchart, S.H., Christidis, L., Dutson, G. *et al.* 2012. Structured elicitation of expert judgments for threatened species assessment: A case study on a continental scale using Email. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(5): 906–920. https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2012.00221.x

Messerli, P., Murniningtyas, E., Eloundou-Enyegue, P., Foli, E.G., Furman, E., Glassman, A., Licona, G.H وآخرون. 2019. تقرير التنمية المستدامة على الصعيد العالمي لعام 2019: المستقبل يبدأ الآن - تسخير العلم من أجل تحقيق التنمية المستدامة. نيويورك، الأمم المتحدة.

MIT. 2021. Implementing Sustainable Food Systems. SOLVE. https://solve.mit.edu/challenges/sustainable-food-systems/solutions#challenge-subnav-offset

Morgan, M. 2014. Use (and abuse) of expert elicitation in support of decision making for public policy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111: 7176–7184

Moser, P. 2021. ed. *Economics of Research and Innovation in Agriculture*. University of Chicago Press

Murdoch, W.J., Singh, C., Kumbier, K., Abbasi-Asl, R. & Yu, B. 2019. Interpretable machine learning: definitions, methods, and applications. arXiv preprint arXiv:1901.04592

NASA. 1991. Integrated Technology Plan for the Civil Space Program. https://www.lpi.usra.edu/lunar/strategies/NASALunarArchitecture/exp_tech_plan.pdf

Nery, C. 2020. Crowdfunding platforms raised $18.6 million for startups in Brazil last year. *Latin America Business Stories*. https://labsnews.com/en/articles/technology/crowdfunding-platforms-startups-brazil/

North, D.C. 1991. Institutions. *Journal of Economic Perspectives*, 5(1): 97–112

North, D.C. 2008. Institutions and the performance of economies over time في: *Handbook of New Institutional Economics*, pp. 21–30. Berlin, Springer

O'Neill, B.C., Kriegler, E., Riahi, K. *et al.* 2014. A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. *Climatic Change*, 122: 387–400. https://doi.org/10.1007/s10584-013-0905-2

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). من دون تاريخ. OECD Science, Technology and Innovation Outlook. https://www.oecd.org/sti/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-25186167.htm

Porciello, J. & Ivanina, M. 2021a. The Role of Machine Learning in Programmatic Assessment: A Case Study from USAID's Center for Water Security, Sanitation, and Hygiene. USAID Research Technical Assistance Center (RTAC).

Porciello, J., Ivanina, M., Bourne, T. & Lipper, L. 2021b. Mining the Gaps: Using Machine Learning to Map a Million Data Points from Agricultural Research from the Global South. https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/110705

Ricciardi, V., Wane, A., Sidhu, B.S., Godde, C., Solomon, D., McCullough, E., Diekmann, F., Porciello, J., Jain, M., Randall, N. & Mehrabi, Z. 2020. A scoping review of research funding for small-scale farmers in water scarce regions. *Nature Sustainability*, 3(10): 836–844. https://doi.org/10.1038/s41893-020-00623-0

Roblin, S. 2017. How an Airline Tragedy Brought GPS to the Masses. *Vice,* April 17, 2017. https://www.vice.com/en/article/pg97km/how-an-airline-tragedy-brought-gps-to-the-masses-ronald-reagan

Röder, M., Both, A. & Hinneburg, A. 2015. Exploring the space of topic coherence measures. *Proceedings of the eighth ACM international conference on web search and data mining*, ACM

Rogers, E.M. 1962. *Diffusion of innovations*. New York, NY: Simon and Schuster

Rosegrant, M.W. *et al.* 2017. Quantitative foresight modeling to inform the CGIAR research portfolio. http://ebrary.ifpri.org/cdm/singleitem/collection/p15738coll2/id/131144

Sain, G. *et al.* 2017. Costs and benefits of climate-smart agriculture: The case of the Dry Corridor in Guatemala. *Agricultural Systems*, 151: 163–173

Sampson, R.C. 2007. R&D alliances and firm performance: the Impact of technological diversity and alliance organization on innovation. *Academy of Management Journal*, 50(2): 364–386. https://doi.org/10.2307/20159859

Selinske, M., Fidler, F., Gordon, A., Garrard, G.E., Kusmanoff, A.M. & Bekessy, S.A. 2020. We have a steak in it: Eliciting interventions to reduce beef consumption and its impact on biodiversity. *Conservation Letters*, 13(5): e12721. https://doi.org/10.1111/conl.12721

Shapiro, C. 2001. Navigating the patent thicket: cross licenses, patent pools, and standard setting في: A. Jaffe, J. Lerner & S. Stern, eds. *Innovation Policy and the Economy*, vol. 1. Cambridge, MA, MIT Press.

Ortiz-Bobea, A., Ault, T.R., Carrillo, C.M., Chambers, R.G. & Lobell, D.B. 2021. Anthropogenic climate change has slowed global agricultural productivity growth. *Nature Climate Change*, 11(4): 306–312

Paap, J. & Katz, R. 2004. Anticipating Disruptive Innovation. *Research-Technology Management*, 47(5): 13–22. https://doi.org/10.1080/08956308.2004.11671647

Page, S. 2008. *The Difference: The Difference. How the Power of Diversity Creates Better Groups, Firms*. Princeton University Press

Parasuraman, A. 2000. Technology Readiness Index (Tri): A multiple-item scale to measure readiness to embrace new technologies. *Journal of Service Research*, 2(4): 307–320. https://doi.org/10.1177/109467050024001

Pardey, P.G., Chan-Kang, C., Beddow, J.M. & Dehmer, S.M. 2016a. InSTePP International Innovation Accounts: Research and Development Spending, version 3.5. St. Paul

Pardey, P.G., Chan-Kang, C., Dehmer, S.P. & Beddow, S.M. 2016b. Agricultural R&D is on the move. *Nature*, 537(7620): 301–303

Pardey, P.G., Alston, J.M., Chan-Kang, C., Hurley, T.M., Andrade, R.S., Dehmer, S.P., Lee, K. & Rao, X. 2018. The shifting structure of agricultural R&D: Worldwide investment patterns and payoffs. في: N. Kalaitzandonakes, E.G. Carayannis, E. Grigoroudis & S. Rozakis. *From Agriscience to Agribusiness*, Springer

Piñeiro, V., Arias, J., Dürr, J., Elverdin, P., Ibáñez, A. M., Kinengyere, A., Opazo, C.M., Owoo, N., Page, J.R., Prager, S.D. & Torero, M. 2020. A scoping review on incentives for adoption of sustainable agricultural practices and their outcomes. *Nature Sustainability*, 3(10): 809–820. https://doi.org/10.1038/s41893-020-00617-y

Platteau, J.-P. 1994a. Behind the market stage where real societies exist-part I: The role of public and private order institutions. *Journal of Development Studies*, 30(3): 533–577

Platteau, J.-P. 1994b. Behind the market stage where real societies exist-part II: The role of moral norms. *Journal of Development Studies* 30(4): 753–817

Porciello, J., Ivanina, M., Islam, M., Einarson, S. & Hirsh, H. 2020. Accelerating evidence-informed decision-making for the Sustainable Development Goals using machine learning. *Nature Machine Intelligence*, 2(10): 559–565. https://doi.org/10.1038/s42256-020-00235-5

المراجع

Sheahan, M. & Barrett C.B. 2017. Ten striking facts about agricultural input use in sub-Saharan Africa. *Food Policy*, 67: 12–25

Silva, W. de V.R. & Silva-Mann, R. 2021. Precision Agriculture under a bibliometric view. *International Journal for Innovation Education and Research*, 9(11): 422–442. https://doi.org/10.31686/ijier.vol9.iss11.3533

Soll, J.B. & Klayman, J. 2004. Overconfidence in Interval Estimates. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30(2): 299–314. https://doi.org/10.1037/0278-7393.30.2.299

Sott, M.K., Nascimento, L. da S., Foguesatto, C.R., Furstenau, L.B., Faccin, K., Zawislak, P.A., Mellado, B., Kong, J.D. & Bragazzi, N.L. 2021. A bibliometric network analysis of recent publications on digital agriculture to depict strategic themes and evolution structure. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(23): 7889. https://doi.org/10.3390/s21237889

Spiegel, O., Abbassi, P., Zylka, M.P., Schlagwein, D., Fischbach, K. & Schoder, D. 2016. Business model development, founders' social capital and the success of early stage internet start-ups: A mixed-method study. *Information Systems Journal,* 26(5): 421–449. https://doi.org/10.1111/isj.12073

Speirs-Bridge, A., Fidler, F., McBride, M., Flander, L., Cumming, G. & Burgman, M. 2010. Reducing overconfidence in the interval judgments of experts. *Risk Analysis*, 30(3): 512–523. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2009.01337.x

Stathers, T., Holcroft, D., Kitinoja, L., Mvumi, B.M., English, A., Omotilewa, O., Kocher, M., Ault, J. & Torero, M. 2020. A scoping review of interventions for crop postharvest loss reduction in sub-Saharan Africa and South Asia. *Nature Sustainability*, 3(10): 821–835. https://doi.org/10.1038/s41893-020-00622-1

Stoop, W.A., Uphoff, N. & Kassam, A. 2002. A review of agricultural research issues raised by the system of rice intensification (SRI) from Madagascar: opportunities for improving farming systems for resource-poor farmers. *Agricultural Systems*, 71(3): 249-274

Thornton, P.K., Whitbread, A., Baedeker, T., Cairns, J., Claessens, L., Baethgen, W., Bunn, C., Friedmann, M., Giller, K.E., Herrero, M. & Howden, M. 2018. A framework for priority-setting in climate smart agriculture research. *Agricultural Systems*, 167: 161–175

Trutnevyte, E. *et al.* 2016. Reinvigorating the scenario technique to expand uncertainty consideration. *Climatic Change*, 135(3–4): 373–379. https://doi.org/10.1007/s10584-015-1585-x

Tui, S. H.-K., Adekunle, S.A.A., Lundy, M.,Tucker, J., Birachi, E.A., Schut, M., Klerkx, L. *et al.* 2013. What are innovation platforms? *Innovation Platforms Practice Brief*. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08a2840f0b652dd0005bc/Brief1.pdf

مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية (الأونكتاد). من دون تاريخ. تقرير التكنولوجيا والابتكار. https://unctad.org/topic/science-technology-and-innovation/technology-innovation-report

مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية. تقرير التكنولوجيا والابتكار، 2021. اللحاق بركب موجات التقدم التكنولوجي. نيويورك.

UNESCO Science Report. 2012. The race against time for smarter development. New York

United Nations. من دون تاريخ. United Nations Democracy Fund. تمّ الاطلاع على الموقع في 12 فبراير/شباط 2022. http://projects.undemocracyfund.org/

Upton, J., Constenla-Villoslada, S. & Barrett, C.B. *Caveat utilitor*: A comparative assessment of resilience measurement approaches. *Journal of Development Economics* (سيَصدُر لاحقًا).

Usher, A.P. 1929. *A History of Mechanical Inventions*. New York, NY, McGraw-Hill

Valdivia, R.O., Antle, J.M. & Stoorvogel, J.J. 2017. Designing and evaluating sustainable development pathways for semi-subsistence crop–livestock systems: lessons from Kenya. *Agricultural Economics*, 48(S1): 11–26

Valin, H., Sands, R.D., Van der Mensbrugghe, D., Nelson, G.C., Ahammad, H., Blanc, E., Bodirsky, B., Fujimori, S., Hasegawa, T., Havlik, P. & Heyhoe, E. 2014. The future of food demand: understanding differences in global economic models. *Agricultural Economics*, 45(1): 51–67

van Meijl, H. *et al.* 2018. Comparing impacts of climate change and mitigation on global agriculture by 2050. *Environmental Research Letters*, 13(6): 064021. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabdc4

Van Zanten, H.H.E, Van Ittersum, M.K. & De Boer, I.J.M. 2019. The role of farm animals in a circular food system. *Global Food Security*, 21: 18–22

Vervoort, J.M. *et al.* 2014. Challenges to scenario-guided adaptive action on food security under climate change. *Global Environmental Change*, 28: 383–394. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.03.001

von Braun, J., Afsana, K., Fresco, L.O. & Hassan, M. 2021. Science and Innovations for Food Systems Transformation and Summit Actions. Rome: Scientific Group for the UN Food System Summit

Weitzman, M.L. 1998. Recombinant growth. *Quarterly Journal of Economics*, 113(2): 331–360

Wiebe, K., Zurek, M., Lord, S., Brzezina, N., Gabrielyan, G., Libertini, J., Loch, A., Thapa-Parajuli, R., Vervoort, J. & Westhoek, H. 2018. Scenario development and foresight analysis: exploring options to inform choices. *Annual Review of Environment and Resources*, 43: 545–570

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S.J., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L.J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J.A., de Vries, W., Majele Sibanda, L. & Murray, C.J.L. 2019. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 6736(18): 3–49. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4

المنظمة العالمية للملكية الفكرية. من دون تاريخ. مؤشر الابتكار العالمي. https://www.wipo.int/global_innovation_index/ar

World Bank Group. 2019. *Future of Food: Harnessing Digital Technologies to Improve Food System Outcomes.* World Bank, Washington, DC

World Economic Forum. من دون تاريخ. Challenge List. UpLink. تمّ الاطلاع على الموقع في 8 فبراير/شباط 2022. https://uplink.weforum.org/uplink/s/uplink-issue/Uplink_Issue__c/00B2o00000AIqIeEAL.

Yi, J., Meemken, E.-M., Mazariegos-Anastassiou, V., Liu, J., Kim, E., Gómez, M.I., Canning, P. & Barrett, C.B. 2021. Post-farmgate food value chains make up most of consumer food expenditures globally. *Nature Food*, 2(6): 417–425

Yu, D. & Hang, C.C. 2010. A reflective review of disruptive innovation theory. *International Journal of Management Reviews*, 12(4): 435–452. https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2009.00272.x

Zurek, M., Hebinck, A. & Selomane, O. 2021. Looking across diverse food system futures: Implications for climate change and the environment. *Q Open*, 1(1): qoaa001

Zurek, M.B. & Henrichs, T. 2007. Linking scenarios across geographical scales in international environmental assessments. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(8): 1282–1295. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.11.005

2022
تقديم التوقعات الخاصة بالتكنولوجيات والابتكارات في مجال النُظم الزراعية والغذائية

ISBN 978-92-5-137852-6

9 789251 378526

CC2506AR/1/05.23