



联合国
粮食及
农业组织

Food and Agriculture
Organization of the
United Nations

Organisation des Nations
Unies pour l'alimentation
et l'agriculture

Продовольственная и
сельскохозяйственная организация
Объединенных Наций

Organización de las
Naciones Unidas para la
Alimentación y la Agricultura

منظمة
الأمم المتحدة
للأغذية والزراعة



هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة

البند 5 من جدول الأعمال المؤقت
مجموعة العمل الفنية الحكومية الدولية المعنية بالموارد الوراثية من الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات للأغذية والزراعة
الدورة الأولى
روما، 25-27 سبتمبر/أيلول 2024
العلاج البيولوجي والكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات التي تقوم بتدوير المغذيات في التربة

بيان المحتويات

الفقرات

8-1	مقدمة	أولاً-
14-9	معلومات أساسية	ثانياً-
18-15	الحالة والاتجاهات والتهديدات	ثالثاً-
19	الصون والاستخدام المستدام	رابعاً-
23-20	الأطر السياساتية والقانونية	خامساً-
25-24	الشبكات والتعاون	سادساً-
28-26	القدرات في مجالي البحث والتعليم	سابعاً-
31-29	الفجوات والاحتياجات والإجراءات المحتملة	ثامناً-
32	التوجيهات المطلوبة	تاسعاً-

أولاً - مقدمة

- 1- اعتمدت هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة (الهيئة)، في دورتها العادية السابعة عشرة، خطة عملها بشأن الاستخدام المستدام للموارد الوراثية للأغذية والزراعة من الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات وصورها (خطة العمل).¹ وتمشيا مع خطة العمل هذه، واستناداً إلى نتائج مشروع دراسة، تناولت الهيئة في دورتها الأخيرة الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة التي تساهم في العلاج البيولوجي للملوثات الزراعية ودورة المغذيات.²
- 2- ورُحبت الهيئة بمشروع الدراسة وأوصت بوضع الدراسة بصيغتها النهائية وإصدارها.³ ونُشرت الدراسة لاحقاً باعتبارها وثيقة الدراسة الأساسية رقم 74.⁴
- 3- وأوصت الهيئة بأن يطلب مجلس منظمة الأغذية والزراعة (المنظمة) من المنظمة أن تأخذ نتائج وثيقة الدراسة الأساسية في الاعتبار في عملها المتعلق بالمجالات ذات الصلة بإدارة الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة، حسب الاقتضاء. ودعت الأعضاء إلى تعزيز صون الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة واستخدامها المستدام وضمان إعطائها الاعتبار الواجب في السياسات المحلية والوطنية والإقليمية والدولية وعمليات وضع السياسات. وأشارت في هذا الصدد إلى ضرورة إيلاء الاعتبار الواجب لأدوار الشعوب الأصلية والمجتمعات المحلية.⁵
- 4- ودعت الأعضاء إلى إبلاغ أصحاب المصلحة المعنيين، والمزارعين بصفة خاصة، بنتائج البحوث حول المنافع الناشئة عن التنوع البيولوجي للتربة والممارسات الزراعية المستدامة، والتوعية بكيفية مساهمة التنوع البيولوجي للتربة في التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من حدته والقدرة على الصمود أمامه.⁶
- 5- كما شجعت أصحاب المصلحة المعنيين، بما في ذلك المؤسسات العلمية، على التعاون في مجال صون الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة واستخدامها المستدام، ولا سيما في ما يخص تنمية قدرات البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية، بما في ذلك تنمية القدرات في مجال توصيف التنوع البيولوجي للميكروبات واللافقاريات في التربة وإنشاء مجموعات الاستنبات.⁷
- 6- كما دعت الأعضاء وسائر أصحاب المصلحة إلى تكثيف البحوث حول الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة، ولا سيما بشأن العلاقات القائمة بين خصائص التربة السليمة ومجموعاتها الميكروبية، وحول الآثار التي تتركها الممارسات الزراعية في التربة، بما في ذلك أدوارها في التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من حدته والقدرة على الصمود أمامه، وتعزيز برامج تقييم التنوع البيولوجي للتربة ورصدها وطرق صون واستزراع الكائنات الحية الدقيقة في التربة لأغراض

¹ المرفق هاء من الوثيقة CGRFA-17/19/Report.

² الوثيقة CGRFA-19/23/9.1/Inf.1.

³ الفقرة 72 من الوثيقة CGRFA-19/23//Report.

⁴ Csorba, C., Hackl, E., Reichenauer, T., van der Putten, W. & Sessitsch, A. 2024. *Sustainable use and conservation of soil microorganisms and invertebrates contributing to bioremediation and nutrient cycling*. Background Study Paper, No. 74. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cd0147en>

⁵ المرفق هاء من الوثيقة CGRFA-17/19/Report.

⁶ Csorba, C., Hackl, E., Reichenauer, T., van der Putten, W. & Sessitsch, A. 2024. *Sustainable use and conservation of soil microorganisms and invertebrates contributing to bioremediation and nutrient cycling*. Background Study Paper, No. 74. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cd0147en>

⁷ الفقرة 75 من الوثيقة CGRFA-19/23/Report.

الدراسات خارج المواقع الطبيعية للكائنات الحية الدقيقة. وأشارت أيضًا إلى ضرورة إجراء بحوث بشأن الروابط القائمة بين التنوع البيولوجي للتربة والأمن الغذائي ومقاومة مضادات الميكروبات في النظم الإيكولوجية للتربة.⁸

7- كما طلبت الهيئة من الأمانة التشاور مع الخبراء المعنيين، والاطلاع على المعاهدات والاتفاقيات ذات الصلة، عند صياغة توصيات محددة بشأن الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة لتنظر فيها الهيئة في دورتها القادمة. وفي إطار هذه المشاورات، تسعى الأمانة إلى الحصول على المشورة من مجموعة العمل الفنية الحكومية الدولية المعنية بالموارد الوراثية من الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات للأغذية والزراعة (مجموعة العمل).

8- وبالاتناد إلى العمل السابق الذي أُجِّز لصالح الهيئة،⁹ تلخص هذه الوثيقة بإيجاز حالة واتجاهات صون المواد واستخدامها والحصول عليها وتقاسم المنافع الناشئة عنها، وتحدد المنظمات الإقليمية والدولية وغيرها من المؤسسات الأكثر صلة بالعلاج البيولوجي ودورة المغذيات للكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة، وتقديم تحليلًا للفجوات والاحتياجات في هذا المجال. وتلتزم مشورة مجموعة العمل بشأن الأعمال الأخرى التي قامت بها الهيئة في هذا المجال.

ثانيًا - معلومات أساسية

9- تتسم الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة بتنوع كبير وتوجد ضمن مجموعات معقدة تؤدي أدوارًا حيوية في تدوير المغذيات وفي صون بنية التربة. وبالتالي، فهي تضطلع بدور حيوي في إنتاج الأغذية. وتتيح مجموعة من الخيارات للتعامل مع تلوث التربة بالمعادن الثقيلة والملوثات الأخرى (العلاج البيولوجي). وإن ما تقوم به من أدوار في دورة الكربون يعني أنها ذات أهمية حيوية في الجهود المبذولة للحفاظ على احتجاز الكربون في التربة وزيادته. وهي تساهم بطرق مختلفة في نهج "الصحة الواحدة"، وهو النهج الذي يجمع بين صحة الإنسان والحيوان والنبات وسلامة البيئة.

10- وتحتاج النباتات، لكي تنمو نموًا سليمًا، إلى مجموعة واسعة من المغذيات الكبيرة والصغرى، وتحديدًا عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت والحديد والمنغنيز والنحاس والزنك والموليبدنوم والبورون والكلور. وتحصل معظم النباتات على الكربون عن طريق عملية التمثيل الضوئي والمواد المغذية الأخرى من التربة التي تنمو فيها.

11- وتنطوي دورة الكربون على تحويل المواد العضوية الميتة إلى مواد عضوية في التربة بواسطة المحللات الميكروبية واللافقاريات. ويتم احتجاز الكربون بشكل طبيعي في التربة من خلال نشاط الكائنات التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي، واللافقاريات المسببة لاضطرابات بيولوجية في التربة، والكائنات المنتجة للأكسالات.

12- ويرتبط التدوير والتوافر الحيوي والتمعدن الحيوي لجميع المغذيات الكبيرة والصغرى بالأنشطة البيولوجية للكائنات الحية في التربة. وتشمل الوظائف الميكروبية الرئيسية تثبيت النيتروجين من الغلاف الجوي وتحويله إلى أشكال متاحة للنباتات وتحويل الفوسفور العضوي الحيوي إلى مركبات غير عضوية.

⁸ الفقرة 76 من الوثيقة CGRFA-19/23/Report.

⁹ Csorba, C., Hackl, E., Reichenauer, T., van der Putten, W. & Sessitsch, A. 2024. *Sustainable use and conservation of soil microorganisms and invertebrates contributing to bioremediation and nutrient cycling*. Background Study Paper, No. 74. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cd0147en>

13- ويمكن للنباتات أن تستقطب بنشاط أنواعًا مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة من تربة الجذور لتستوطن أنسجتها الداخلية. وهذا يؤدي إلى علاقة أعميقة بين النباتات والميكروبات، وغالبًا ما يكون ذلك ضروريًا لنمو النباتات.

14- وتتوقف حركة وتوافر معظم المعادن في التربة على العمليات الميكروبية. إذ يساهم العديد من بكتيريا التربة الأصلية بشكل طبيعي في تقليل مستويات السمية عن طريق إفراز عديدات السكاريد الخارجية التي تمتص المعادن الثقيلة.

ثالثًا - الحالة والاتجاهات والتهديدات

15- لقد تم وصف جزءٍ صغير فقط من الكائنات الحية الدقيقة في التربة من الناحية التصنيفية، ولا تزال حالة واتجاهات فرادى الأنواع وحتى الأجناس غير معروفة بشكل رئيسي. كما أن العديد من اللافقاريات في التربة لا تزال غير موصوفة، والبيانات حول توزيعها المكاني وديناميات المجموعات محدودة. وفي ما يتعلق بالاتجاهات، تشير الأدلة المتاحة إلى أن الخسائر في التنوع الوظيفي والتصنيفي هائلة. ولكن حجم ذلك لم يُحدّد على مستوى العالم.

16- ويعدُّ تغير استخدام الأراضي والممارسات الزراعية غير المستدامة من الدوافع المهمة لفقدان التنوع البيولوجي للتربة. ومع ذلك، فإن المعرفة بتأثيرات ممارسات معينة على الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة لا تزال متفاوتة. وبشكل عام، يبدو أن الحراثة وممارسات الري غير الملائمة والاستخدام المكثف لمبيدات الآفات والزراعة الأحادية الطويلة الأجل تؤثر سلبًا على مكوّنات التنوع البيولوجي للتربة.

17- وتبيّن أن أنواعًا مختلفة من اللافقاريات والكائنات الحية الدقيقة الغريبة الغازية لها آثار شديدة على التنوع البيولوجي للتربة. ويمثل انتشار الجينات المقاومة للمضادات الحيوية، والتي تدخل التربة بشكل رئيسي عن طريق السماد الحيواني والري بمياه الصرف الصحي البشرية، مصدر قلق آخر. ويشكّل استخدام المضادات الحيوية في الزراعة تهديدًا كبيرًا للتنوع البيولوجي الميكروبي للتربة.

18- ويتأثر التنوع البيولوجي للتربة بالتغيرات في درجات الحرارة ومحتوى رطوبة التربة، وبالتالي فهو عرضة لتأثيرات تغير المناخ. ويظلّ من الصعب التنبؤ بالتأثيرات الدقيقة، لكن الدراسات تشير إلى أن التأثيرات على أدوار الكائنات الحية الدقيقة في دورة الكربون وفي تثبيت النيتروجين قد تكون كبيرة.

رابعًا - الصون والاستخدام المستدام

19- هناك حاجة ملحة إلى معالجة التهديدات المذكورة أعلاه وضمان الحفاظ على مساهمات الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة في الأمن الغذائي وإمدادات خدمات النظم الإيكولوجية. ويتطلّب الصون الناجح للكائنات الحية في التربة مزيجًا من نُهج الصون في المواقع الطبيعية وخارجها. وكما ذُكر أعلاه، غالبًا ما تشكّل ممارسات الإدارة الزراعية تهديدًا للتنوع البيولوجي للتربة. ولكن تقنيات مختلفة أثبتت قدرتها على الحفاظ على التنوع وعكس مسار فقدانه. ويشمل ذلك الحفاظ على غطاء التربة (على سبيل المثال استخدام المهاد أو محاصيل التغطية)، والزراعة المستدامة، والحراثة الزراعية، وتناوب المحاصيل المتنوعة، واستخدام المحاصيل المحلية، والبذر البيئي، والحد من استخدام مبيدات الآفات، على الرغم من أن النتائج تختلف باختلاف مجموعة معينة من الممارسات والظروف البيئية.

خامساً- الأطر السياساتية والقانونية

- 20- على المستوى العالمي، قرّر مؤتمر الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي في عام 2002 وضع المبادرة الدولية لصون التنوع البيولوجي للتربة واستخدامه المستدام.¹⁰ ودُعيت المنظمة وغيرها من المنظمات المعنية إلى تسهيل وتنسيق هذه المبادرة.¹¹ وأقرّ الاجتماع الخامس عشر لمؤتمر الأطراف في عام 2022 خطة عمل جديدة للمبادرة، تغطي الفترة من 2020 إلى 2030.¹² وعلى المستوى العالمي أيضاً، يتضمن إطار العمل بشأن التنوع البيولوجي للأغذية والزراعة¹³ عددًا من الإشارات المحددة إلى التنوع البيولوجي للتربة وسلامة التربة.
- 21- وعلى المستوى الوطني، تتضمن الاستراتيجيات وخطط العمل الوطنية للتنوع البيولوجي لعدد قليل من البلدان تدابير تركز بشكل خاص على التنوع البيولوجي للتربة. وأشارت البلدان، في تقاريرها الوطنية المقدمة إلى اتفاقية التنوع البيولوجي، إلى الصعوبات في تحديد وفهم التنوع البيولوجي للتربة وإلى الافتقار إلى الخبرة والأدوات في هذا المجال. ولا تتوفر في الغالب البيانات اللازمة لتقييم تأثيرات السياسات الوطنية.
- 22- وبشكل عام، لم تضع سوى بلدان قليلة سياسات وأطرًا قانونية فعالة لاستخدام التنوع البيولوجي للتربة وصونه على نحو مستدام، وإن البلدان التي قامت بذلك تقتصر إلى حد كبير على البلدان المتقدمة. غير أن هناك أمثلة لبلدان تتبنى تدابير سياساتية تتعلق بالتنوع البيولوجي للتربة في جميع أقاليم العالم.
- 23- وتتأثر عمليات التبادل الدولي للكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة بالأطر القانونية المتعلقة بالحصول على الموارد وتقاسم منافعها وحماية الصحة والصحة النباتية.

سادساً- الشبكات والتعاون

- 24- يساهم عدد كبير من الشبكات العالمية والإقليمية في إدارة التنوع البيولوجي للتربة. ومن أبرز هذه الشبكات الشراكة العالمية من أجل التربة،¹⁴ وهي آلية معترف بها عالميًا أُطلقت في عام 2012 بهدف وضع التربة في جدول الأعمال العالمي وتعزيز الإدارة المستدامة للتربة. وتعمل الشراكة العالمية من أجل التربة، التي تستضيفها المنظمة، على تحسين حوكمة التربة بهدف ضمان تربة منتجة تساهم في الأمن الغذائي، والتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من حدته، والتنمية المستدامة للجميع.¹⁵ وتحت رعاية الشراكة العالمية من أجل التربة ومجموعة الخبراء الفنية الحكومية الدولية المعنية بالتربة التابعة لها، وُضع الميثاق العالمي المنقح للتربة،¹⁶ الذي أقرّه مؤتمر المنظمة في عام 2015.¹⁷ كما وُضعت الخطوط التوجيهية الطوعية للإدارة

¹⁰ المقرر 5/6 (Decision VI/5).

¹¹ المقرر 5/6 (Decision VI/5).

¹² الوثيقة CBD/COP/DEC/15/28.

¹³ المرفق جيم بالوثيقة CGRFA-18/21/Report.

¹⁴ <https://www.fao.org/global-soil-partnership/ar>

¹⁵ انظر الوثيقة CGRFA-19/23/9.1/Inf.2.

¹⁶ منظمة الأغذية والزراعة. 2015. الميثاق العالمي للتربة المرجع. روما.

¹⁷ الفقرة 57 من الوثيقة C 2015/REP.

المستدامة للتربة،¹⁸ التي أقرها مجلس المنظمة في عام 2016،¹⁹ والتي تؤكد على أهمية صون التنوع البيولوجي للتربة وتعزيزه، في إطار الشراكة العالمية من أجل التربة.

25- وتأسست الشبكة الدولية للتنوع البيولوجي للتربة (NETSOB)²⁰ في ديسمبر/كانون الأول 2021 لتعزيز استخدام التنوع البيولوجي للتربة على نحو مستدام وصونه وجمع الخبراء المعنيين والمبادرات الحالية للمساهمة في تنفيذ المرصد العالمي للتنوع البيولوجي للتربة (GLOSOB)، وهو منصة بيانات علمية.

سابعاً- القدرات في مجالي البحث والتثقيف

26- في العقود الأخيرة، أدى نقص المتخصصين المدربين إلى إعاقة العمل التصنيفي بشأن الكائنات الحية الدقيقة في التربة. ولكن الفترة الأخيرة شهدت طفرة في عدد المنشورات والمؤتمرات والشبكات العلمية التي تعالج المواضيع المتعلقة بالتربة.

27- ويمكن لبرامج مشاركة المواطنين في البحث العلمي أن تقدم مساهمات مهمة في جمع البيانات المتعلقة بالتربة، بما في ذلك توزيع الأنواع. إلا أن عدد البلدان التي أُطلقت فيها مبادرات ناجحة من هذا النوع يظل محدوداً.

28- ويتطلب تعزيز تبني ممارسات الإدارة التي تعود بالفائدة على التنوع البيولوجي للتربة توفير التدريب للمزارعين وتثقيفهم في هذا المجال. وأُخذت إجراءات مختلفة في هذا الصدد، بما في ذلك إنشاء مواقع إلكترونية تثقيفية وإدراج التدريب على المواضيع المتعلقة بالتربة في عمل المدارس الحقلية للمزارعين. غير أن عدداً محدوداً فقط من خطط العمل الوطنية للتنوع البيولوجي يتضمن خططاً محددة لتثقيف المزارعين وأصحاب المصلحة الآخرين بشأن ممارسات إدارة التربة أو لدعم شبكات البحوث المتعددة التخصصات التي تستهدف صون التنوع البيولوجي للتربة.

ثامناً- الفجوات والاحتياجات والإجراءات المحتملة

29- استناداً إلى التحليل المقدم في وثيقة الدراسة الأساسية رقم 74، يمكن تحديد الفجوات والاحتياجات التالية المتعلقة باستخدام الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات على نحو مستدام وصونها والتي تساهم في تدوير المغذيات والعلاج البيولوجي.

- البحوث حول تدوير المغذيات. هناك فجوات كبيرة في المعرفة حول أدوار الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة في تدوير المغذيات وكيفية تأثرها بممارسات الإدارة الزراعية، وأدوارها في البدائل المحتملة للتخصيب الفوسفوري التقليدي، وأدوارها في احتجاز الكربون، والروابط القائمة بين أدوارها في تثبيت النيتروجين وأدوارها في إنتاج الميثان، وكيفية تأثرها بالجينات المقاومة للمضادات الحيوية. وهناك حاجة إلى تحسين قواعد بيانات الجينات الميكروبية وإيجاد أساليب جديدة للتنبؤ وقياس الوظائف الميكروبية.

¹⁸ منظمة الأغذية والزراعة. 2017. الخطوط التوجيهية الطوعية للإدارة المستدامة للتربة. روما.

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ca509a5d-2658-4cda-beb6-949c714c4bbe/content>

¹⁹ الفقرة 11 من الوثيقة CL 155/REP.

²⁰ <https://www.fao.org/global-soil-partnership/netsob/en>

- البحوث حول المنتجات الميكروبية. يجب إيلاء الاهتمام لتحسين فعالية المنتجات الميكروبية، مثل الأسمدة الحيوية في الظروف الميدانية، لتجنب الآثار غير المستهدفة على التنوع البيولوجي المحلي ووظائف التربة، ودراسة المنافع المحتملة لاستخدام مجموعات ميكروبية بدلاً من سلالات فردية.
- البحوث حول سلامة التربة. لا بدّ من تحديد ما يشكلّ تربة "سليمة" وكيف يمكن قياس ذلك في بيئات مختلفة.
- البحوث حول العلاج البيولوجي. يتطلّب تحسين العلاج البيولوجي فهمًا أفضل للتفاعلات بين البكتيريا والفطريات واللافقاريات. ويجب إيلاء اهتمام خاص لأدوار اللافقاريات في العلاج البيولوجي للمعادن الثقيلة ومبيدات الآفات، ولتحسين طرق العلاج البيولوجي في المواقع الطبيعية، والعلاج البيولوجي للملوثات المتعددة، وتحديد الكائنات الحية ذات المؤشرات البيولوجية.
- رسم الخرائط وإدارة البيانات. يلزم تحديث وتوسيع الخرائط وقواعد البيانات التي تحتوي على معلومات عن حالة واتجاهات التنوع البيولوجي للتربة والتهديدات التي تواجهها مثل الكائنات الغازية وتلوث التربة، ويمكن القيام بذلك من خلال استخدام التكنولوجيات الجديدة، مثل الاستشعار عن بعد والطائرات بدون طيار والروبوتات.
- التواصل. لا بد أيضاً من تحسين إبلاغ المزارعين والجمهور الأوسع بنتائج البحوث، مثل تلك المتعلقة بمنافع التنوع البيولوجي للتربة والممارسات الزراعية المستدامة، وإشراك أصحاب المصلحة بشكل أفضل في أنشطة البحث والنشر والتطوير.
- الصون. سيتطلّب تحسين صون الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة معرفة أفضل بوضعها (مسوحات أساسية ورصد متكرر على المدى الطويل)، وتحسين تبادل المعلومات، وبذل الجهود للتغلب على إهمال هذه الكائنات في تخطيط الصون، وتحديد طرق تحفيز الممارسات الزراعية المفيدة لها. وهناك حاجة إلى برامج صون المحاصيل والأشجار المحلية وما يرتبط بها من كائنات حية دقيقة ولافقاريات محلية.
- المجموعات خارج المواقع الطبيعية. لتعزيز الصون خارج المواقع الطبيعية، بل أيضاً لتحسين فهم الوظائف الميكروبية، لا بد من وضع بروتوكولات وتكنولوجيات عالية الإنتاجية يمكنها جلب مجموعات "غير قابلة للزراعة" وميكروبيومات كاملة إلى الزراعة. ولا بد أيضاً من تركيز عملية ترسب السلالات الميكروبية. ويشكّل نقص التمويل والموظفين المدربين حالياً قيوداً كبيرة أمام الصون خارج المواقع الطبيعية. ويعدّ إنشاء مجموعات متخصصة في استنبات كائنات التربة المهملة أو الكائنات التي يصعب تكاثرها أو استنباتها في ظروف المختبر أمراً بالغ الأهمية.
- الاستصلاح. لا بد من وضع أساليب أفضل لاستصلاح التربة في المناطق التي تعاني من اضطرابات شديدة مثل تلك التي تدهورت بسبب الممارسات الزراعية غير المستدامة. وسيتطلّب ذلك فهمًا شاملاً للعلاقات المتبادلة بين النباتات واللافقاريات والأوليات والبكتيريا والفطريات والفيروسات ووظائف التربة المرتبطة بها. ويجب استهداف الميكروبات بدلاً من الكائنات الفردية أو مجموعات محدودة من الكائنات الحية. ومن الممكن الحصول على كائنات التربة المفقودة من المجموعات خارج المواقع الطبيعية وإعادة إدخالها.

- الأطر السياسية والتنظيمية. لا بد من تحسين بعض اللوائح ذات الصلة بإدارة التنوع البيولوجي للتربة. فعلى سبيل المثال، من المحتمل أن يؤدي شرط التسجيل على مستوى السلالة إلى إعاقه إدخال المنتجات التي تحتوي على ميكروبات متعددة في الاستخدام الزراعي. وقد تكون هناك حاجة أيضاً إلى مراجعة القواعد الخاصة باستيراد اللافقاريات. وتشمل الشروط الأخرى تحسين مراقبة جودة صلاحية المنتجات الميكروبية. ولا بد من إشراك العلماء والقيمين على مجموعات الاستنبات بشكل وثيق في صنع السياسات.

30- واستناداً إلى وثيقة الدراسة الأساسية أيضاً، يمكن تحديد المجالات التالية كمجالات تحتاج إلى تعاون دولي استراتيجي ومتعدد التخصصات:

- وضع استراتيجيات لتحسين التوعية والتواصل مع الجمهور وأصحاب المصلحة، بما في ذلك مواد إعلامية عن الكائنات الحية في التربة واستخدامها.
- وتسهيل البحوث والشراكات الدولية المتعددة التخصصات حول المواضيع المتعلقة بالتنوع البيولوجي للتربة.
- ونقل المعرفة بين القطاعات الزراعية والأكاديمية والصناعية ووضع السياسات لتحسين المنتجات والتشريعات ذات الصلة وخطط تمويل البحوث؛
- وتنسيق البحوث ووضع البروتوكولات التي تحدد مفهوم ميكروبيوم تربة "سليمة" وتقنيات المختبرات والتحليل الشائعة الاستخدام؛
- وتنسيق برامج وشبكات ومبادرات وقواعد بيانات الرصد ذات الصلة بالتنوع البيولوجي للتربة.

31- وبالمثل، يمكن تسليط الضوء على الإجراءات المحتملة التالية لتحسين صون الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة واستخدامها المستدام.

- يلزم وضع خطوط توجيهية وإجراءات تشغيل موحدة لتعريف "التربة السليمة" واستخدامها في التقييمات المقارنة للتنوع البيولوجي للتربة. ويجب أن تتضمن هذه الخطوط التوجيهية والإجراءات معايير التربة الرئيسية المحددة جيداً، والتي تشمل المعايير البيولوجية مثل الأصناف الميكروبية/اللافقارية التي تشير إلى سلامة التربة، ومعايير الجودة المختارة بعناية.
- يتعين التوصل إلى توافق في الآراء بشأن ما يلي: (أ) أهم وظائف التربة؛ (ب) ومعايير إدراجها في تقييمات تأثيرات الأساليب الزراعية الجديدة على التربة؛ (ج) ومعايير التنوع البيولوجي الرئيسية للتربة؛ (د) وإجراءات موحدة لأخذ العينات والمختبرات والتحليلات المتعلقة بالتنوع البيولوجي للتربة.
- ينبغي للتوصيات بشأن ظروف التربة المثالية وأفضل الممارسات والتدخلات في إدارة التربة في الزراعة أن تستند إلى عمليات مراقبة طويلة الأجل تُجرى في ظل مجموعة من الظروف البيئية والمناطق الجغرافية المختلفة.
- يجب دعم تبني الممارسات الزراعية الواعدة التي تعود بالنفع على صون التنوع البيولوجي للتربة من خلال تحسين تقييم قابليتها للتطبيق وسهولة تنفيذها، وينبغي أن تأخذ في الاعتبار الآثار المحتملة غير المرغوب فيها.
- يجب تحسين الأداء الوظيفي لقواعد البيانات الخاصة بمعايير سلامة التربة وخصائص تنوعها البيولوجي، وتوحيدها وصيانتها على المستويات الإقليمية.

- تتطلب معالجة المشاكل المعقدة التي تواجه حماية التربة في النظم الزراعية مُهَجًا علمية تكون متعددة التخصصات وتضم مجموعة من المتخصصين، بما في ذلك الكيميائيون البيئيون وعلماء الأحياء والمهندسون الزراعيون وخبراء التصنيف.
- يلزم التنسيق أكثر وبشكل أفضل بين الأنشطة البحثية العديدة والشبكات العلمية العاملة في مجال استخدام الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة على نحو مستدام وصونها.
- لا بد من رفع مستوى الوعي وبناء القدرات في مجال صون التنوع البيولوجي للتربة من خلال تثقيف المنتجين وإشراكهم، فضلاً عن نشر المعلومات والتواصل مع الجمهور بشكل أفضل.
- تحتاج مبادرات الصون في المواقع الطبيعية وخارجها القائمة أصلاً إلى تنسيق أفضل، وينبغي أيضاً أن تعالج احتياجات استنبات وصون مجموعات الكائنات الحية في التربة التي لم تتم دراستها بشكل كافٍ.
- يجب تحديد الأهداف القصيرة والطويلة الأجل لصون الكائنات الحية في التربة واستخدامها المستدام ووضع قائمة أولويات في ما بينها.

تاسعاً- التوجيهات المطلوبة

- 32- قد ترغب مجموعة العمل في أن ترفع إلى الهيئة توصيات بشأن ما ينبغي القيام به من أجل:
- (1) دعم وتحسين تنسيق البحوث بشأن أدوار الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة في تدوير المغذيات والعلاج البيولوجي والممارسات الزراعية التي قد تؤثر على سلامة التربة وتنوعها البيولوجي؛
 - (2) وتعزيز تبني الممارسات الزراعية التي تبين أنها مفيدة للكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة التي تساهم في تدوير المغذيات والعلاج البيولوجي؛
 - (3) ودعم إدارة البيانات المتعلقة بصون الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة التي تساهم في تدوير المغذيات والعلاج البيولوجي، واستخدامها على نحو مستدام؛
 - (4) وتحسين تنسيق مبادرات الصون في المواقع الطبيعية وخارجها القائمة أصلاً والتي تستهدف الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة التي تساهم في تدوير المغذيات والعلاج البيولوجي، وتحسين صون مجموعات هذه الكائنات التي لم تتم دراستها بشكل كافٍ؛
 - (5) وتحسين تحديد الأهداف وتحديد الأولويات في مجالي صون الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة على التي تساهم في تدوير المغذيات والعلاج البيولوجي، واستخدامها على نحو مستدام؛
 - (6) وتحسين إبراز الحاجة إلى الإدارة المناسبة للكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة التي تساهم في تدوير المغذيات والعلاج البيولوجي في السياسات والأطر القانونية والمؤسسية ذات الصلة على المستويين الوطني والدولي؛
 - (7) وتعزيز الجهود التي يبذلها جميع أصحاب المصلحة المعنيين لتنفيذ الخطوط التوجيهية الطوعية للإدارة المستدامة للتربة.