A

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 الأغذية والزراعة للأمم المتحدة

هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة

البند 9-1 من جدول الأعمال المؤقت

الدورة العادية التاسعة عشرة

روما، 17-21 يوليو/تموز 2023

العلاج البيولوجي والكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات التي تقوم بتدوير المغذّيات في التربة

بيان المحتويات

الفقرات

أولاً – مقدمة 1-4

ثانيًا – الأدوار في عمليات التربة..... 5-11

ثالثًا – الحالة والاتجاهات والتهديدات. 12-23

رابعًا – الصون والاستخدام المستدام..... 24-51

خامسًا – الأطر السياساتية والقانونية 52-55

سادسًا – الشبكات والتعاون 56-57

سابعًا – القدرات في مجالي البحث والتعليم 58-60

ثامنًا – الثغرات والاحتياجات والإجراءات المحتملة..... 61-71

تاسعًا – التوجيهات المطلوبة..... 72

أوّلًا – مقدمة

1- اعتمدت هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة (الهيئة)، في دورتها العادية السابعة عشرة، خطة عملها من أجل الاستخدام المستدام للموارد الوراثية للأغذية والزراعة من الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات وصونها (خطة العمل).[1] وتتناول خطة العمل الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات كمجموعات وظيفية، وتتوخى أن تكون المجموعتان الوظيفيتان اللتان ستنظر فيهما الهيئة في دورتها العادية التاسعة عشرة كما يلي: (1) الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة، مع التركيز على العلاج البيولوجي والكائنات الحية التي تقوم بتدوير المغذّيات؛ (2) والكائنات الحية الدقيقة المهمة بالنسبة إلى عملية الهضم لدى المجترات.[2]

2- وتتوخى خطة العمل أن يتم تناول كل مجموعة وظيفية على أساس المدخلات التالية: موجز عن الحالة والاتجاهات الخاصة بصون الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات واستخدامها والحصول عليها وتقاسم المنافع الناشئة عنها، بالاستناد إلى عمل الهيئة السابق، والأدبيات الموجودة، وحسب الاقتضاء، دراسة استقصائية مفتوحة يمكن أن تجمع أفضل الممارسات المتعلقة بصونها واستخدامها المستدام؛ وتحديد المنظمات الإقليمية والدولية والمؤسسات الأخرى الأكثر صلة بالمجموعات الوظيفية وتحديد المجالات الاستراتيجية للتعاون المحتمل؛ وتحليل للثغرات والاحتياجات في المجالات المعنية وفرص قيام الهيئة وأعضائها بمعالجتها.[3]

3- واستجابةً لخطة العمل، كلّفت المنظمة المعهد النمساوي للتكنولوجيا في فيينا بإعداد دراسة عن الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة المهمة بالنسبة إلى العلاج البيولوجي وتدوير المغذّيات في التربة. ويتم تقديم مسودة هذه الدراسة في الوثيقة بعنوان *مسودة دراسة بشأن الاستخدام المستدام وصون الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة التي تساهم في العلاج البيولوجي للملوثات الزراعية وفي تدوير المغذّيات في التربة*.[4]

4- وتستند هذه الوثيقة إلى نتائج مسودة الدراسة من أجل تقديم لمحة عامة عن حالة الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة التي تساهم في تدوير المغذّيات والعلاج البيولوجي، وتلتمس توجيهات الهيئة بشأن كيفية النهوض بالعمل المتعلق بهذه المجموعة من الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات.

ثانيًا – الأدوار في عمليات التربة

5- تتسم الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة بمستوى عالٍ من التنوع وتوجد ضمن مجتمعات معقدة تؤدي أدوارًا حيوية في تدوير المغذّيات والحفاظ على بنية التربة. وهي بالتالي ذات أهمية حاسمة بالنسبة إلى إنتاج الأغذية. وتوفر مجموعة من الخيارات للتعامل مع تلوث التربة بالمعادن الثقيلة وبالملوثات الأخرى (العلاج البيولوجي). وإن أدوارها في دورة الكربون تعني أنها حاسمة الأهمية للجهود الرامية إلى الحفاظ على تخزين الكربون في التربة وزيادته. كما أنها تساهم بطرق مختلفة في نهج صحة واحدة، وهو النهج الذي يجمع بين صحة الإنسان والحيوان والنبات والبيئة.

[1] *المرفق هاء* بالوثيقة CGRFA-17/19/Report.

[2] انظر الوثيقتين CGRFA-19/23/9.2 وCGRFA-19/23/9.2/Inf.1.

[3] *المرفق هاء بالوثيقة* CGRFA-17/19/Report، الفقرة 7.

[4] الوثيقة CGRFA-19/23/9.1/Inf.1.

6- وتماشيًا مع خطة العمل، تركّز مسودة الدراسة بشكل خاص على أدوار الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة في تدوير المغذّيات والعلاج البيولوجي.

7- وتتطلب النباتات، من أجل نموها بشكل صحي، مجموعة واسعة من المغذّيات الدقيقة والكبيرة، وتحديدًا عناصر الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، والنيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والكبريت، والحديد، والمنغنيز، والنحاس، والزنك، والموليبدينوم، والبورون، والكلور. وهي تحصل على الكربون عن طريق التمثيل الضوئي وعادة ما تحصل على المغذّيات الأخرى من التربة التي تنمو فيها.

8- وبالنسبة إلى دورة الكربون، يتم تحويل المواد العضوية الميتة إلى مواد عضوية في التربة عن طريق عوامل التحليل الميكروبي واللافقاري. ويتم احتجاز الكربون بشكل طبيعي في التربة بفضل نشاط عوامل التمثيل الضوئي واللافقاريات المسؤولة عن التعكير الأحيائي للتربة ومُنتجات الأوكسالات.

9- ويرتبط التدوير والتوافر الأحيائي والتمعدن الأحيائي لجميع المغذّيات الكبيرة والدقيقة بالأنشطة البيولوجية للكائنات الحية في التربة. وتشمل الوظائف الميكروبية الرئيسية تثبيت النيتروجين من الغلاف الجوي وتحويله إلى أشكال متاحة للنباتات ودفع عملية التمعدن الأحيائي للفوسفور العضوي ليتحوّل إلى مركبات غير عضوية.

10- ويمكن للنباتات تجنيد كائنات حية دقيقة مختلفة بنشاط من تربة الجذور لتستوطن الأنسجة الداخلية لجذورها. وينتج عن ذلك علاقة عميقة على صعيد عملية الأيض بين النبات والميكروبات، كما أنه غالبًا ما يكون ذلك ضروريًا لنمو النبات.

11- ويعتمد تنقل معظم المعادن وتوافرها في التربة على العمليات الميكروبية. وتساهم العديد من أنواع البكتيريا الأصلية في التربة بشكل طبيعي في خفض مستويات السميّة عن طريق إفرازها لمتعددات السكر الخارجية التي تمتص المعادن الثقيلة.

ثالثًا – الحالة والاتجاهات والتهديدات

12- لقد تعززت الجهود المبذولة لفهم التنوع البيولوجي للتربة إلى حد كبير في السنوات الأخيرة بظهور النُهج الجينومية. وسمح إدخال الأدوات الجزيئية بالكشف عن البصمة الوراثية لأي كائن حي بدقة عالية وباستبانة أكبر. وتركّز النُهج الجينومية الحديثة على تنوع الجينات والوظائف بدلًا من التركيز على الثراء التصنيفي فقط. وتُستخدم نماذج إحصائية إيكولوجية محددة لاستنتاج ما إذا كان إجراء تدخل قائم على الصون ضروريًا لمجموعة معينة من الكائنات الحية.

13- وجرى وصف جزءٍ صغير فقط من ميكروبات التربة من الناحية التصنيفية. وتسمح التطورات التكنولوجية الجديدة، مثل قياس الطيف الكتلي لوقت الطيران بمساعدة المصفوفة من خلال امتزاز الليزر (MALDI-TOF)، والتسلسل العالي الأداء، بتحديد الكائنات الحية الدقيقة وقياسها من الناحية الكمية بسرعة. ولكن نظرًا إلى الصعوبة التي ينطوي عليها التحديد على مستوى الأنواع، لا تزال معرفة التصنيف الميكروبي للتربة غير كافية في بعض الأحيان.

14- ومن غير الممكن استزراع ما يقدر بنحو 80–90 في المائة من الكائنات الحية الدقيقة في التربة باستخدام الممارسات المختبرية الحالية، وذلك على الرغم من الجهود العديدة المبذولة للالتفاف على قيود استراتيجيات الاستزراع الكلاسيكية. وقد أظهرت التقديرات المستندة إلى الميتاجينوم أن ثمة ميكروبات غير مستزرعة مستجدة سلالية ومتباينة

بدرجة عالية وذات وظائف غير معروفة تهيمن على النظام الإيكولوجي للتربة. وبالتالي، فإن حالة واتجاهات الأنواع الميكروبية الفردية وحتى الأجناس لا تزال غير معروفة إلى حدٍ كبير.

15- وبالنسبة إلى اللافقاريات، وعلى الرغم من أنه يمكن بنجاح تقدير أعداد المجموعات وتحديدها بأساليب فعالة من حيث التكلفة، فإن المؤلفات العلمية التي تتناول التوزيع المكاني الواسع النطاق والديناميات الزمنية للمجموعات للتنوع تحت سطح الأرض تعتبر محدودة.

16- وارتبط التغير في استخدام الأراضي والاستخدام المكثّف للمواد الكيميائية الزراعية في مجال الزراعة بفقدان للتنوع البيولوجي الوظيفي والتصنيفي للتربة. وتشير الأدلة المتاحة إلى أن هذه الخسائر كانت هائلة. غير أنه لم يتم تحديد حجم هذه الخسائر حول العالم.

17- وإن الوجود الطبيعي والتنوع والثراء الوظيفي للكائنات الحية في التربة في النظم الزراعية أمور مهددة بسبب استخدام كميات مفرطة من الأسمدة الكيميائية وغياب ممارسات تجديدية لإدارة التربة. وغالبًا ما يكون هناك نقص في السياسات والتشريعات المناسبة لحماية التنوع البيولوجي للتربة.

18- ويعني الافتقار إلى الدراسات الكافية عبر مختلف الأقاليم ونظم الإنتاج بقاء المعرفة بآثار ممارسات زراعية معينة على التنوع البيولوجي للتربة غير مكتملة. وبشكل عام، يبدو أن الحراثة وممارسات الري غير المناسبة يمكن أن تؤثر سلبًا على وظائف النظام الإيكولوجي للتربة. وتبيّن أيضًا أن للمبيدات تأثيرات ضارة على ميكروبيوم التربة، غير أن النتائج كانت متباينة وأثبت الميكروبيوم في بعض الحالات قدرته على التكيّف. ويؤثر التنوع البيولوجي فوق سطح الأرض على التنوع البيولوجي تحت سطح الأرض، وتبيّن أن الزراعة الأحادية للمحاصيل على المدى الطويل تؤثر سلبًا على مختلف مكونات التنوع البيولوجي للتربة. ولا تزال مخاطر ومنافع العلاجات المحتملة، مثل إضافة الفحم النباتي إلى التربة واستخدام العاثيات، غير واضحة وتتطلب بحوثًا إضافية.

19- ومن المحتمل أن تكون أنواع ديدان الأرض غير المحلية التي تم إدخالها عن قصد أو عن غير قصد قد أدت إلى انخفاض تنوع ديدان الأرض المحلية في عدة قارات. وعلى الرغم من وجود فجوات في المعرفة بالتأثير الكامل لهذه الديدان، فقد تبيّن في بعض الحالات أنها تؤثر على الوظائف الإيكولوجية أو أن لها تأثيرات كبيرة على مكونات التنوع البيولوجي المحلي. وتبيّن أيضًا أن اللافقاريات والكائنات الحية الدقيقة الغريبة الغازية الأخرى لها تأثيرات شديدة على التنوع البيولوجي للتربة.

20- ويعتبر انتشار الجينات المقاومة للمضادات الحيوية بين الكائنات الحية في التربة مصدر قلق آخر. وتتمثل المصادر الرئيسية للجينات المقاومة للمضادات الحيوية في التربة في استخدام روث الحيوانات كسماد والري بمياه الصرف الصحي البشرية. ويمكن للجينات المقاومة للمضادات الحيوية البقاء في التربة لمدة تصل إلى عامين بعد إضافة الروث. ويشكّل استخدام المضادات الحيوية في الزراعة تهديدًا كبيرًا للتنوع البيولوجي الميكروبي المحلي للتربة. وتساهم المضادات الحيوية والجينات المقاومة للمضادات الحيوية في تطوير سلالات بكتيريا مقاومة للأدوية المتعددة في البيئة.

21- ويتأثر التنوع البيولوجي للتربة بالتغيرات في درجة الحرارة ومستوى رطوبة التربة، وهو يعتبر بالتالي معرضًا لتأثيرات تغير المناخ. غير أنه من الصعب التنبؤ بالتأثيرات الدقيقة بناءً على المعلومات المتاحة حاليًا. وقد تكون التأثيرات على دور الكائنات الحية الدقيقة في دورة الكربون كبيرة. وتشير دراسات تأثير درجة الحرارة وتساقط الأمطار على الكائنات الحية

الدقيقة المشاركة في عملية تثبيت النيتروجين البيولوجي إلى إمكانية تأثرها بشدة. ويمكن أن تتفاعل التغيرات في المناخ أيضًا مع تهديدات أخرى، مثل التلوث بالمعادن الثقيلة أو بمبيدات الآفات.

22- وتوجد نتائج تجريبية حول تدهور مجموعات تصنيفية معينة من الميكروبات واللافقاريات نتيجة لتغيرات في عوامل بيئية أو ممارسات زراعية مختارة. غير أن المنشورات المعنية عادة ما توفر معلومات مجمّعة عن وفرة وثراء أنواع المجموعات أو المجموعات الوظيفية. ويتم الإبلاغ عن الديناميات الزمنية الخاصة بالأنواع بتواتر أقل.

23- ويمكن استخدام النماذج الرياضية لفهم العمليات الإيكولوجية المعقدة والتنبؤ بكيفية تغير النظم الإيكولوجية للتربة في ظلّ ظروف معينة. ويعدّ وضع نماذج لانقراض الكائنات الحية في التربة أمرًا صعبًا بسبب تعقيد الموائل الدقيقة في التربة، وتنوع أحجام أجسام الكائنات الحية، والتعداد الكبير لمجموعاتها. وعلاوة على ذلك، فنظرًا إلى أنه لا يمكن تطبيق المفاهيم الإيكولوجية الحالية على الكائنات الحية الدقيقة، تقتصر نماذج انقراض الكائنات الحية في التربة حاليًا على النتائج التجريبية من العوالم المصغرة الاصطناعية ولا يمكن توسيع نطاقها أو تعميمها بسهولة.

رابعًا – الصون والاستخدام المستدام

24- هناك حاجة مُلحّة إلى اتخاذ إجراءات للتصدي للتهديدات الوارد وصفها أعلاه التي تواجه التنوع البيولوجي للتربة ولوضع استراتيجيات لإدارة التنوع البيولوجي للتربة تراعي الحاجة إلى النهوض بالإنتاج الغذائي المستدام بالاقتران مع مجموعة متنوعة من خدمات النظم الإيكولوجية الأخرى بموازاة الحد من الآثار الضارة للممارسات الزراعية أيضًا.

25- ويتطلب الصون الناجح للكائنات الحية في التربة توليفة من النهج في المواقع الطبيعية وخارجها. وكما تمت مناقشته أعلاه، غالبًا ما تشكِّل ممارسات الإدارة الزراعية تهديدًا للتنوع البيولوجي للتربة. غير أن تقنيات مختلفة أثبتت قدرتها على عكس الخسائر والمساعدة في صون الكائنات الحية المحلية في التربة. وتشمل هذه التقنيات الحفاظ على غطاء التربة (على سبيل المثال، استخدام الفرشات الواقية أو محاصيل التغطية)، والزراعة الدائمة، واستخدام المحاصيل الشجرية والحراجة الزراعية (بما في ذلك الحراجة الرعوية)، وتناوب المحاصيل المتنوعة، واستخدام المحاصيل الأصلية، وتداخل البذر، والحد من استخدام مبيدات الآفات، على الرغم من أن النتائج تختلف باختلاف المزيج المحدد من الممارسات المستخدمة والظروف البيئية السائدة.

26- وغالبًا ما يتم تجاهل ممارسات الإدارة التقليدية التي تعود بالفائدة على التنوع البيولوجي للتربة. ويمكن أن تختفي العديد من هذه الممارسات قبل أن يتم تقييم كفاءتها.

27- واستُخدم التسميد العضوي على مدى قرون لتحويل النفايات إلى أسمدة بمساعدة الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات. وثبت أن استخدام السماد العضوي في الزراعة يوفر فوائد طويلة الأجل لمحتوى التربة من المغذّيات، وإمكانية تخزين الكربون والتنوع البيولوجي للتربة، وإن كانت البيانات المتعلقة بآثاره على التنوع البيولوجي للتربة لا تزال محدودة حتى الآن.

28- ويتطلب تشجيع تبني ممارسات الإدارة المستدامة للتربة على نطاق أوسع وأسرع تعاونًا أفضل بين المزارعين والقائمين على إدارة الأراضي والباحثين والمهندسين والمشرّعين. وجرى تعزيز المشاركة النشطة للمزارعين من خلال نُهُج من قبيل التجديد الطبيعي الذي يديره المزارعون، وهو شكل تجديدي من الحراجة الزراعية حقق نجاحات في منطقة الساحل.

29- ويحتاج صون الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة إلى أن يكون مدعومًا بخطوط توجيهية مناسبة تشمل معايير رئيسية للتربة يتم تحديدها بصورة جيدة، ومعلومات عن الكائنات الحية الهامة المستخدمة كمؤشرات، ومعايير جودة منتقاة بعناية تسمح بإجراء تقييم مقارن.

30- ويتعين في بعض الحالات استكمال حماية التنوع البيولوجي للتربة في الموقع الطبيعي ببرامج لتجديد التربة، تشمل، ضمن تدابير أخرى، إعادة إدخال الكائنات الحية المستنفدة أو المنقرضة محليًا في التربة من مجموعات موجودة خارج الموقع الطبيعي.

31- وعندما تركّز جهود الصون على فرادى الأنواع، يظهر ميل إلى إهمال اللافقاريات والكائنات الحية الدقيقة بشكل خاص، بسبب "طابعها غير المرئي"، وعدم تقدير أهميتها وغيابها عن قوائم مثل القائمة الحمراء للأنواع المهددة بالانقراض الصادرة عن الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة.

32- وركّزت معظم الدراسات التي تناولت فقدان التنوع البيولوجي للتربة حتى الآن على آثار التهديدات المنفردة بدلًا من التهديدات المتعددة التي تعمل بصورة متزامنة؛ وبالتالي، فهي لا توفر معلومات كافية للسماح بالتخطيط الفعال للتدخلات المتعلقة بالإدارة.

33- ويتباين تنوع الكائنات الحية في التربة حول العالم، حيث تبيّن أن هناك مواقع مختلفة تعتبر بمثابة بؤر ساخنة لتباين مجتمعات الكائنات الحية في التربة أو ثراء الأنواع أو توفير خدمات النظم الإيكولوجية، ويمكن أن يتطلب كل منها مجموعة مختلفة من التدخلات لضمان صونه. وإن نسبة صغيرة فقط من هذه البؤر الساخنة محمية حاليًا. وتفتقر بعض أجزاء العالم بشكل خاص إلى البيانات المتعلقة بالتنوع البيولوجي للتربة، مما يجعل من الصعب التخطيط لتدخلات فعالة لتعزيز صونه واستخدامه المستدام.

34- ويقتضي تقييم الحاجة إلى الصون وتدخلات الإدارة الأخرى بيانات إيكولوجية عالية الجودة. غير أن جمع مثل هذه البيانات، وخاصة البيانات الطويلة الأجل للمجموعات، قد يتطلب وقتًا طويلًا وقد يكون مكلفًا. وغالبًا ما يستحيل نقل نماذج الصون والتطبيقات إلى مناطق أخرى بسبب عدم كفاية البيانات الخاصة بتوزيع وإيكولوجيا الأنواع المستهدفة. ويستلزم استخدام النماذج للتنبؤ بتغيرات النظم الإيكولوجية في سياق الظروف البيئية المستقبلية ولدعم الإدارة المستدامة توحيد جمع البيانات، وبروتوكولات المختبرية، وتحليل البيانات ووضع النماذج.

35- ويعني نقص البيانات إجراء جزءٍ من تخطيط الصون باستخدام مؤشرات غير مباشرة، مثل البيانات الخاصة بالأنواع البديلة التي تعمل كمؤشرات للهدف المنشود. ويمكن أيضًا استخدام مؤشرات لسلامة النظام الإيكولوجي أو التربة، مثل محتوى التربة من الكربون العضوي والقدرة على احتباس الماء. ويُعدّ تطوير نماذج إيكولوجية إحصائية قادرة على تحسين أهداف متعددة متعلقة بالصون والإنتاجية عملية صعبة للغاية. ويمكن أن توفر نُهج التحسين المستندة إلى البدائل أطر إدارة تتسم بمستويات مقبولة من دقة التنبؤ وبقدرة عالية على التكيّف مع معايير وأنواع مختلفة من البيانات المكانية والزمانية.

المجموعات الاستنباتية

36- تعمل المجموعات الاستنباتية الميكروبية كمحاور لتحديد الكائنات الحية الدقيقة في التربة وصونها، وكمصادر للكائنات الحية الدقيقة لأغراض البحوث والاستخدام. ويُمكن الاطلاع على الفهرس الأكثر شمولًا للمجموعات الاستنباتية وقاعدة بيانات الكائنات الحية الدقيقة المتعرف بها على الموقع الإلكتروني للاتحاد العالمي للمجموعات الاستنباتية (WFCC)[5] الذي يوفر معلومات عن 768 مجموعة استنباتية من 76 بلدًا. وتعتبر قاعدة بيانات المركز العالمي للبيانات (WDCM) عن الكائنات الحية الدقيقة[6] بمثابة دليل للمجموعات في العالم، توفر معلومات عن أكثر من 3 ملايين كائن حي دقيق وسلالة خلوية عبر 831 مجموعة استنباتية من 78 بلدًا. وتتعرض بعض المجموعات لخطر الضياع بسبب نقص التمويل، بما في ذلك نقص التمويل للموظفين أو بسبب الكوارث الطبيعية، وثمة حاجة إلى اتخاذ تدابير من أجل ضمان الحفاظ عليها للمستقبل.

37- ويمكن استخدام عدد من تكنولوجيات الصون خارج الموقع الطبيعي، حسب الأهداف. وتشمل أساليب الصون الطويلة الأجل الصون بالتجميد والتخزين تحت الماء والتجفيف بالتجميد. وبالنسبة إلى بعض الكائنات الحية، يتطلب الصون في أكثر أشكاله قابلية للبقاء عملية صون قائمة على التربة والركيزة، أحيانًا جنبًا إلى جنب مع الشريك التكافلي للكائن الحي كما بالنسبة إلى الفطريات الجذرية الشجرية (AMF) على سبيل المثال. وعلى الرغم من أن بعضها يتطلب معدات عالية الطاقة، فإن تقنيات الصون الطويلة الأجل تنطوي على العديد من المزايا وتستخدم في معظم المجموعات الاستنباتية.

38- وتشمل العوائق التي تواجه المجموعات الاستنباتية الميكروبية نقص الموظفين المدربين والتكنولوجيات المتطورة للاستنبات ذي الإنتاجية العالية، واستنبات الميكروبيوم الكامل وإكثار الكائنات الحية غير القابلة للاستنبات حاليًا. وغالبًا ما يكون هناك أيضًا نقص في التنسيق بين المجموعات.

استخدام الكائنات الحية المستنبتة والمنقولة

39- الأسمدة الحيوية هي عبارة عن منتجات زراعية مركّبة تحتوي على كائنات حية دقيقة مستنبتة ومختارة يمكن أن تزيد من توافر مغذيات التربة. وتشمل البكتيريا المفيدة التي تتمتع بسمات تعزيز نمو النبات أو بقدرات تثبيت النيتروجين والمستخدمة على نطاق واسع في الأسمدة الحيوية تلك الموجودة في أجناس ***Rhizobium***، و***Azotobacter***، و***Azospirillum***. ويوجد أيضًا في الأسواق العديد من المنتجات التي تحتوي على الفطريات الجذرية الشجرية. غير أن جدوى العديد من هذه اللقاحات وموثوقيته لا يزالان موضع شك نظرًا إلى أنها غالبًا ما تفشل في التوطن في الظروف الميدانية. وغالبًا ما أجريت دراسات حول فوائد اللقاحات الميكروبية في ظروف الدفيئة.

40- ويمكن أن تشكّل اللقاحات الميكروبية خطرًا على الكائنات الحية المحلية في التربة. وعلى الرغم من أن معظم الدراسات حتى الآن خلصت إلى أن هذه التأثيرات محدودة، فإن هناك حاجة إلى إجراء المزيد من البحوث. وينبغي أيضًا دراسة آثار مبيدات الآفات البيولوجية على التنوع البيولوجي للتربة دراسة أفضل.

[5] https://wfcc.info.

[6] https://www.wdcm.org.

41- وينتشر استخدام ديدان الأرض في التسميد العضوي على نطاق واسع، وهي متاحة على نطاق واسع للشراء لهذا الغرض. ويمكن العثور على منتجات الديدان الخيطية لاستخدامها في التربة في أسواق المكافحة البيولوجية للآفات في شكل كبسولات أو مستنبتات مجفّفة. وتستخدم أنواع الديدان الخيطية الممرضة للحشرات بشكل شائع في إدارة الآفات الزراعية ويتم إنتاجها بكميات كبيرة عن طريق الحضانة في المفاعلات البيولوجية.

42- ولا تعتبر التربية الانتقائية للافقاريات في التربة عملية شائعة. وقد تحقّقت نتائج واعدة على مستوى البحوث في ما يتعلق بخصائص مثل الكتلة الحيوية، ووقت النضج، ومعدل إنتاج الشرانق ونجاح الفقس في دودة الأرض *Eisenia fetida*. وأظهرت محاولات تربية الديدان الخيطية في التربة بشكل انتقائي لتحسين الانجذاب إلى إشارة الجذور وتحمّل الجفاف والاكتشاف الانتقائي للمضيف أن التحكّم في السمات الرئيسية يمكن أن يكون فعالًا إذا كانت توارث السمة المختارة عاليًا بدرجة كافية أو إذا تم تثبيت السمات المفيدة في سلالات غير مهجنة.

43- وإنّ استخدام الميكروبيومات الكاملة (أو تجمعات الميكروبات) بدلًا من أنواع فردية أو خليط أنواع كمحفزات حيوية وأسمدة حيوية ومبيدات آفات بيولوجية في الزراعة آخذ في الظهور كنهج جديد. وقد أثبتت في بعض الأحيان أنها أكثر فعالية من الأنواع الفردية، ربما بسبب آثار التكامل. وتم تحقيق بعض النجاحات من خلال إعادة إدخال مجتمعات الفطريات الجذرية الشجرية المحلية وميكروبيومات التربة الكاملة لتعزيز تجديد النباتات المحلية.

44- وتنطوي استخدامات الميكروبيوم المرتبطة بالنباتات، بسبب طبيعتها المعقدة، على عدد من التحديات، بما في ذلك تلك المتعلقة بالموافقة التنظيمية التي تتطلب حاليًا تحديد السلالة في المنتجات الميكروبية، وهو أمر غير ممكن بالنسبة إلى منتج ميكروبيوم يحتوي على مئات الآلاف من الكائنات الحية الدقيقة. وثمة حاجة إلى توحيد بروتوكولات البحوث الخاصة بدراسة ميكروبيوم التربة أو وضع معايير متسقة لها، وتحسين الروابط متعددة التخصصات بين أوساط بحوث الميكروبيوم (البشرية والبيئية والنباتية والحيوانية).

الاستخدام في العلاج البيولوجي

45- يمكن استخدام عدد من التكنولوجيات لعلاج المواقع الملوثة بالمعادن الثقيلة. وقد يكون النهج التقليدي المتمثل في استخدام الأساليب الفيزيائية والكيميائية باهظ الثمن، وقد ينطوي على إشعاع أو مواد كيميائية خطيرة. ويعتبر العلاج البيولوجي بديلًا آمنًا ومنخفض التكلفة ومراعٍ للبيئة نسبيًا، وهو مناسب بشكل خاص لإزالة الملوثات ذات مستويات التركيز المنخفضة. ويشير مصطلح العلاج البيولوجي إلى المعالجة البيولوجية في الموقع الطبيعي التي تستخدم الكائنات الحية الدقيقة في التربة ويتم استخدامها بشكل أساسي لتحلّل الملوثات العضوية، بما في ذلك الهيدروكربونات البترولية، والمواد المذيبة، ومبيدات الآفات، ولتحويل أنواع العناصر النزرة للحد من توافرها.

46- ويسمح العلاج البيولوجي عن طريق الامتزاز الحيوي (الامتصاص بالمواد البيولوجية) بإزالة التلوث بالمعادن الثقيلة دون توليد حمأة سامة أو ملوثات ثانوية. ويمكن القيام بذلك بواسطة الكتلة الحيوية الميكروبية الحية والميتة على حد سواء. وينطوي استخدام الخلايا الميتة على ميزة تتمثل في إمكانية تخزينها بسهولة في شكل مسحوق؛ وبالتالي، لا يلزم الحفاظ عليها في ظلّ ظروف النمو المحددة التي تحتاج إليها الكائنات الحية الدقيقة. وفي حين أن التراكم الأحيائي (تراكم الملوّث في الكائن الحي) هو عملية نشطة تعتمد على الأيض الميكروبي ويمكن عكسها جزئيًا، فإن الامتزاز الحيوي عملية مستقلة عن الأيض وقابلة للعكس ولا تتطلب قدرًا كبيرًا من مدخلات الطاقة أو بيئات مثالية من الناحية التنفسية. ويتمثل

أسلوب آخر للعلاج البيولوجي في استخدام الكائنات الحية القادرة على تحويل الأشكال السامة للملوثات إلى أشكال غير سامة وأقل تنقلًا.

47- وتبيّن أن ديدان الأرض قادرة على تقليل مستويات تركيز معادن ثقيلة مختلفة في التربة. وأظهر الاستخدام المشترك لديدان الأرض والكائنات الحية الدقيقة نتائج واعدة.

48- وفي حين أنه من الممكن تحفيز المجتمعات الميكروبية واللافقارية المحلية الموجودة بالفعل في التربة من أجل تعزيز تحلّل ملوث محلي معين (التحفيز الحيوي)، فإن النهج الأكثر شيوعًا يتمثل في عزل سلالات ميكروبية معينة من الموقع الملوث واستنباتها في المخبر لاستخدامها لاحقًا في حملات تلقيح التربة (الزيادة الحيوية).

49- وتتمثل الطريقة المثلى للحصول على مرشحات ميكروبية جيدة للعلاج البيولوجي في جمع عينات من الموقع وعزل السلالات المقاومة للمعادن الثقيلة باستخدام مجموعة الأدوات الجينية المحددة اللازمة لتحويل العامل الملوِّث. ويعتبر إدخال الكائنات الحية الدقيقة المهندسة أحيائيًا أو غير المحلية في التربة حلًا مشكوكًا فيه، حتى في المواقع الملوثة، على الرغم من أنه يوفر طريقة سريعة وسهلة لمعالجة حمأة الصرف الصحي أو مياه الصرف الصحي في النظم المغلقة حيث يكون التعقيم أو القضاء على الكائنات الحية ممكنًا قبل استخدام العلاج البيولوجي في الميدان. ويجب أن تخضع كل العلاجات البيولوجية التي تنطوي على استخدام للكائنات الحية لتقييم مناسب للمخاطر المحتملة على صحة الإنسان أو الحيوان أو على النظام الإيكولوجي المحلي.

50- وإلى جانب المعادن الثقيلة، يمكن أيضًا استخدام الكائنات الحية الدقيقة في العلاج البيولوجي للتربة الملوثة بمختلف مخلفات مبيدات الآفات. غير أن المعلومات المتعلقة بمدى استخدام هذه النُهج في الممارسة العملية محدودة.

51- ويمكن للعديد من الكائنات الحية الدقيقة وديدان الأرض التي تُضاف إلى التربة بهدف تقليل التراكم الأحيائي أو التوافر الأحيائي للمواد السامة أن يؤدي في الوقت ذاته إلى زيادة نمو النباتات وخصوبة التربة وتوافر المغذّيات.

خامسًا – الأطر السياساتية والقانونية

52- على الصعيد العالمي، قرر مؤتمر الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي في عام 2002 إطلاق المبادرة الدولية لحفظ التنوع البيولوجي في التربة واستخدامه المستدام[7] في إطار برنامج عمله بشأن التنوع البيولوجي الزراعي. ودُعيت المنظمة والمنظمات الأخرى المعنية إلى تيسير هذه المبادرة وتنسيقها.[8] واعتمد مؤتمر الأطراف إطار عمل للمبادرة في عام 2006.[9] وفي عام 2022، أقرّ الاجتماع الخامس عشر لمؤتمر الأطراف خطة عمل جديدة للمبادرة تغطي الفترة من عام 2020 إلى عام 2030.[10] وتوفر الوثيقة المعنونة *تقرير مرحلي عن تنفيذ المبادرة الدولية لحفظ التنوع البيولوجي في التربة واستخدامه المستدام*[11] تحديثًا عن الأنشطة المنفذة في إطار المبادرة. وطلب الاجتماع الخامس عشر لمؤتمر الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي إجراء استعراض وتحليل استراتيجيين لبرامج عمل اتفاقية التنوع البيولوجي في سياق إطار

[7] المقرر 5/6.

[8] المقرر 5/6.

[9] الوثيقة UNEP/CBD/COP/DEC/VIII/23.

[10] الوثيقة CBD/COP/DEC/15/28.

[11] الوثيقة CGRFA-19/23/9.1/Inf.2.

كونمينغ–مونتريال العالمي للتنوع البيولوجي لتيسير تنفيذه، وإعداد مسودة تحديثات لبرامج العمل هذه لينظر فيها الاجتماع السادس عشر لمؤتمر الأطراف.[12] وعلى الصعيد العالمي أيضًا، يتضمن إطار العمل بشأن التنوع البيولوجي للأغذية والزراعة[13] عددًا من الإشارات المحددة إلى التنوع البيولوجي للتربة وسلامة التربة.

53- وعلى المستوى الوطني، تقوم غالبية البلدان بإدراج بعض التدابير المتعلقة بالتربة في استراتيجياتها وخطط عملها الوطنية للتنوع البيولوجي. غير أن عددًا قليلًا منها يتضمن إجراءات تركّز بالتحديد على التنوع البيولوجي للتربة. وأشارت البلدان، في تقاريرها الوطنية المقدمة إلى اتفاقية التنوع البيولوجي، إلى الصعوبات في تحديد وفهم التنوع البيولوجي للتربة ونقص الخبرة والأدوات اللازمة في هذا المجال. وغالبًا ما لا تتوفر البيانات اللازمة لتقييم آثار السياسات الوطنية.

54- وعلى وجه العموم، بادر عدد قليل من البلدان إلى وضع سياسات وأطر قانونية فعالة للاستخدام المستدام وصون التنوع البيولوجي للتربة. وإن البلدان، التي قامت بذلك، اقتصرت إلى حد كبير على المناطق المتقدمة من العالم. ولكن يمكن العثور على أمثلة لبلدان قامت بتبني تدابير سياساتية متعلقة بالتنوع البيولوجي للتربة في جميع مناطق العالم.

55- وتتأثر التبادلات الدولية للكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة بالأطر القانونية المتعلقة بالحصول على الموارد وتقاسم منافعها وحماية الصحة والصحة النباتية. وتعمل تدابير الحجر الصحي على حماية التنوع البيولوجي المحلي للتربة من التهديدات المرتبطة بالأمراض والأنواع الغازية الغريبة.

سادسًا – الشبكات والتعاون

56- يساهم عدد كبير من الشبكات العالمية والإقليمية في إدارة التنوع البيولوجي للتربة. وتتضمن أبرز هذه الشراكات الشراكة العالمية من أجل التربة.[14] وتعتبر الشراكة العالمية من أجل التربة آلية معترفًا بها عالميًا أنشئت في عام 2012 بهدف وضع التربة على 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، والتكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره، والتنمية المستدامة للجميع.[15]

57- وأُنشئت الشبكة الدولية للتنوع البيولوجي للتربة[16] في ديسمبر/كانون الأول 2021 بهدف الترويج للاستخدام المستدام للتنوع البيولوجي للتربة وصونه، وجمع الخبراء المعنيين والمبادرات القائمة للمساهمة في تنفيذ المرصد العالمي للتنوع البيولوجي للتربة (GLOSOB).

[12] الفقرة 9 من الوثيقة CBD/COP/DEC/15/4.

[13] *المرفق جيم* بالوثيقة CGRFA-18/21/Report

[14] https://www.fao.org/global-soil-partnership/en.

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

[16] https://www.fao.org/global-soil-partnership/netsob/en.

سابعًا – القدرات في مجالي البحث والتعليم

58- في العقود الأخيرة، أدى النقص في خبراء التصنيف والقيّمين المدربين إلى "عائق تصنيفي" في مجال علم الأحياء الدقيقة في التربة، أي الافتقار إلى القدرة على تحديث المعلومات المتعلقة ببعض الأصناف والأنواع التي تم تحديدها بشكل خاطئ والتعامل مع الكميات الكبيرة من بيانات التصنيف التي تجري إضافتها إلى قواعد البيانات. غير أنه كانت هناك زيادة كبيرة في عدد الأوراق البحثية، والاستعراضات، والكتب، والمجلات الناشئة، والإصدارات الخاصة، والمؤتمرات والشبكات العلمية التي تتناول الموضوعات المتعلقة بالتربة.

59- ويمكن لبرامج العلوم التشاركية أن تقدم مساهمات هامة في جمع البيانات المتعلقة بالتربة، بما في ذلك بشأن توزيع الأنواع، بمساعدة جامعي البيانات الطوعيين. وتم إطلاق عدد من المبادرات الناجحة، غير أن ذلك اقتصر على عدد محدود من البلدان.

60- ويتطلب تعزيز التعريف بالتنوع البيولوجي للتربة ومستوى الوعي به توعية الجمهور. ويقتضي تشجيع الأخذ بممارسات الإدارة المحسّنة تدريب المزارعين وأصحاب الأراضي وتثقيفهم. وقد اتخذت إجراءات مختلفة، بما في ذلك إنشاء مواقع إلكترونية تثقيفية وإدراج التدريب على المواضيع المتعلقة بالتربة في عمل المدارس الحقلية للمزارعين. ولكن عددًا محدودًا فقط من الاستراتيجيات وخطط العمل الوطنية للتنوع البيولوجي يتضمن خططًا محددة لتثقيف المزارعين وأصحاب المصلحة الآخرين في مجال ممارسات إدارة التربة أو لدعم شبكات البحوث المتعددة التخصصات التي تستهدف صون التنوع البيولوجي للتربة.

ثامنًا – الثغرات والاحتياجات والإجراءات المحتملة

61- لا يزال يتعين سد فجوات رئيسية في المعرفة المتعلقة بالكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات المشاركة في مختلف دورات مغذيات التربة، بما في ذلك بشأن كيفية تأثرها بممارسات الإدارة الزراعية، ودورها في البدائل المحتملة للتخصيب التقليدي بالفوسفور، ودورها في تخزين الكربون، والروابط بين دورها في تثبيت النيتروجين ودورها في إنتاج الميثان، وكيفية تأثرها بالجينات المقاومة للمضادات الحيوية. وهناك حاجة إلى قواعد بيانات محسّنة للجينات الميكروبية وأساليب جديدة للتنبؤ بالوظائف الميكروبية وقياسها.

62- ويتطلب تحسين العلاج البيولوجي فهمًا أفضل للتفاعلات بين البكتيريا والفطريات واللافقاريات. ولا بد من إيلاء اهتمام خاص لأدوار اللافقاريات في العلاج البيولوجي من المعادن الثقيلة ومبيدات الآفات، وتحسين أساليب العلاج البيولوجي في الموقع الطبيعي، والعلاج البيولوجي من الملوثات المتعددة، وتحديد الكائنات الحية المستخدمة كمؤشرات بيولوجية.

63- ويتعين تحديث وتوسيع الخرائط وقواعد البيانات التي تتضمن معلومات عن حالة واتجاهات التنوع البيولوجي للتربة والتهديدات مثل الكائنات الحية الغازية وتلوث التربة، ربما من خلال استخدام تكنولوجيات جديدة، مثل الاستشعار عن بُعد والطائرات من دون طيار والروبوتات.

64- ولا بد من إيلاء الاهتمام لتحسين فعالية المنتجات الميكروبية مثل الأسمدة الحيوية في ظلّ الظروف الميدانية، وتجنّب الآثار غير المستهدفة على التنوع البيولوجي المحلي ووظائف التربة، والتحقق من الفوائد المحتملة لاستخدام التجمعات الميكروبية بدلًا من السلالات الفردية. ويتعين تحديد ما يشكّل تربة "سليمة" وكيف يمكن قياس ذلك في بيئات مختلفة.

65- وتبرز الحاجة أيضًا إلى تحسين الإبلاغ عن نتائج البحوث، مثل تلك المتعلقة بفوائد التنوع البيولوجي للتربة والممارسات الزراعية المستدامة، إلى المزارعين والجمهور الأوسع، وإشراك أصحاب المصلحة بشكل أفضل في أنشطة البحوث والنشر والتنمية.

66- وسيتطلب تحسين صون الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة معرفة أفضل بحالتها (مسوحات خط الأساس والرصد المتكرر على المدى الطويل)، وتحسين تبادل المعلومات، وبذل جهود للتغلّب على إهمال هذه الكائنات الحية في تخطيط الصون، وتحديد طرق تحفيز الممارسات الزراعية التي تعود بالفائدة عليها. وثمة حاجة إلى برامج صون للمحاصيل والأشجار الأصلية وما يرتبط بها من كائنات حية دقيقة ولافقاريات أصلية.

67- ولتعزيز الصون خارج الموقع الطبيعي، ولكن أيضًا لتحسين فهم الوظائف الميكروبية، يتعين وضع بروتوكولات وتكنولوجيات عالية الإنتاجية قادرة على جعل المجموعات "غير القابلة للاستنبات" والميكروبيومات الكاملة قابلة للاستنبات. وهناك حاجة أيضًا إلى إضفاء الطابع المركزي على إيداع السلالات الميكروبية. ويشكِّل نقص التمويل والموظفين المدربين حاليًا قيودًا كبيرة أمام الصون خارج الموقع الطبيعي. ويُعدّ إنشاء مجموعات متخصصة في استنبات الكائنات الحية في التربة التي يتم تجاهلها أو الكائنات الحية التي من الصعب تربيتها أو استنباتها في ظلّ ظروف المختبر، أمرًا بالغ الأهمية.

68- وثمة حاجة إلى وضع أساليب أفضل لإصلاح التربة في المناطق التي تعرضت لاختلال شديد، مثل تلك التي تدهورت بفعل الممارسات الزراعية غير المستدامة. وسيتطلب ذلك فهمًا شاملًا للعلاقات المتبادلة بين النباتات، واللافقاريات، والكائنات الوحيدة الخلية، والبكتيريا، والفطريات، والفيروسات ووظائف التربة المتصلة بها. وينبغي استهداف الميكروبيومات بدلًا من الكائنات الحية الفردية أو المجموعات المحدودة من الكائنات الحية. ويمكن الحصول على الكائنات الحية المفقودة للتربة من المجموعات الموجودة خارج الموقع الطبيعي وإعادة إدخالها.

69- وهناك حاجة إلى تحسين بعض اللوائح التنظيمية ذات الصلة بإدارة التنوع البيولوجي للتربة. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يؤدي شرط التسجيل على مستوى السلالة إلى إعاقة إدخال المنتجات التي تحتوي على ميكروبات متعددة في الاستخدام الزراعي. وقد يتعين أيضًا استعراض قواعد استيراد اللافقاريات. وتشمل الشروط الأخرى تحسين مراقبة الجودة لجدوى المنتجات الميكروبية. ويلزم إشراك العلماء والقيّمين على المجموعات الاستنباتية عن كثب في عملية صنع السياسات.

70- وتشمل المجالات التي تتطلب تعاونًا استراتيجيًا دوليًا متعدد التخصصات ما يلي:

- وضع استراتيجيات لتحسين التوعية والتواصل مع الجمهور وأصحاب المصلحة، بما في ذلك إعداد مواد إعلامية عن الكائنات الحية في التربة واستخدامها؛
- وتيسير البحوث والشراكات المتعددة التخصصات والدولية حول المواضيع المتعلقة بالتنوع البيولوجي للتربة؛

- ونقل المعرفة بين القطاعات الزراعية والأكاديمية والصناعية وقطاع عملية صنع السياسات لتحسين المنتجات والتشريعات ذات الصلة وخطط التمويل للبحوث؛
- وتنسيق البحوث ووضع بروتوكولات تحدد مفهوم ميكروبيوم التربة "الصحي" وتقنيات المخابر والتحليل المستخدمة بشكل شائع؛
- وتنسيق برامج الرصد، والشبكات، والمبادرات، وقواعد البيانات ذات الصلة بالتنوع البيولوجي للتربة.

71- ويمكن أن تشمل الإجراءات المحتملة لتحسين الصون الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة واستخدامها المستدام ما يلي.

- يجب وضع خطوط توجيهية وإجراءات تشغيل موحّدة لتعريف "التربة السليمة" واستخدامها في التقييمات المقارنة للتنوع البيولوجي للتربة. ويجب أن تتضمن هذه الخطوط التوجيهية والإجراءات معايير رئيسية للتربة يتم تحديدها بشكل جيد، وهي تشمل المعايير البيولوجية مثل الأصناف الميكروبية/اللافقارية التي تدل على سلامة التربة، ومعايير للجودة يتم اختيارها بعناية.
- يتعين التوصل إلى توافق في الآراء بشأن: (أ) أهم وظائف التربة؛ (ب) والمعايير لإدراجها في تقييمات آثار الأساليب الزراعية الجديدة على التربة؛ (ج) والمعايير الرئيسية للتنوع البيولوجي للتربة؛ (د) وإجراءات موحّدة لأخذ العينات والمختبرات والتحليل بشأن التنوع البيولوجي للتربة.
- وينبغي للتوصيات المتعلقة بالظروف المثالية للتربة وأفضل الممارسات والتدخلات في إدارة التربة في الزراعة أن تستند إلى ملاحظات طويلة الأجل يتم جمعها في مجموعة من الظروف البيئية والمناطق الجغرافية المختلفة.
- ويلزم دعم الأخذ بالممارسات الزراعية الواعدة التي تعود بالفائدة على صون التنوع البيولوجي للتربة من خلال تحسين تقييم قابليتها للتطبيق وسهولة تنفيذها، وينبغي أخذ الآثار الضارة المحتملة بعين الاعتبار.
- ويلزم تحسين وظائف قواعد البيانات الخاصة بمعايير سلامة التربة وخصائص التنوع البيولوجي للتربة وتوحيدها وصيانتها على المستويات الإقليمية.
- وتستدعي معالجة المشاكل المعقدة التي تواجه حماية التربة في النظم الزراعية نُهجًا علمية متعددة التخصصات وتشارك فيها مجموعة من الأخصائيين، بما في ذلك الكيميائيون البيئيون، وعلماء الأحياء، والمهندسون الزراعيون وعلماء التصنيف.
- وهناك حاجة إلى تحسين مستوى التنسيق وزيادته بين الأنشطة البحثية والشبكات العلمية المتعددة التي تعمل في مجال الاستخدام المستدام للكائنات الدقيقة واللافقاريات في التربة وصونها.
- ويُعدّ إذكاء الوعي وبناء القدرات في مجال صون التنوع البيولوجي للتربة من خلال تثقيف المنتجين وإشراكهم، بالإضافة إلى تحسين نشر المعلومات والتوعية العامة، من الأمور الأساسية.
- ويتعين تنسيق مبادرات الصون خارج الموقع الطبيعي وفي الموقع الطبيعي القائمة بالفعل تنسيقًا أفضل، كما ينبغي لها أن تعالج الاحتياجات المتعلقة بالاستنبات والصون لمجموعات الكائنات الحية في التربة التي لم تتناولها الدراسات بشكل كافٍ.
- ويتعين تحديد أهداف قصيرة وطويلة الأجل للصون والاستخدام المستدام للكائنات الحية في التربة ووضع قائمة لها حسب الأولوية.

تاسعًا – التوجيهات المطلوبة

72- قد ترغب الهيئة في القيام بما يلي:

(1) الإحاطة علمًا بمسودة الدراسة وتقديم تعليقات عليها؛

(2) والتوصية بإتمام الدراسة ونشرها ولفت انتباه الشراكة العالمية من أجل التربة واتفاقية التنوع البيولوجي إليها؛

(3) والاستجابة لنتائج الدراسة وتوصياتها والنظر في إجراءات المتابعة اللازمة لضمان استمرار الهيئة وأعضائها في تعزيز العمل المتعلق بالكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة، مع التركيز على العلاج البيولوجي والكائنات الحية التي تقوم بتدوير المغذّيات في التربة؛

(4) والتوصية بأن تأخذ المنظمة نتائج الدراسة بعين الاعتبار في عملها في المجالات ذات الصلة بإدارة الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة، حسب الاقتضاء؛

(5) ودعوة الأعضاء إلى تعزيز الاستخدام المستدام للكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة وصونها، والحرص على إيلائها الاعتبار الواجب في السياسات المحلية، والوطنية، والإقليمية والدولية وعمليات وضع السياسات؛

(6) وتشجيع أصحاب المصلحة المعنيين، بما في ذلك المؤسسات العلمية، على التعاون في مجال الاستخدام المستدام للكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة وصونها، لا سيما في ما يتعلق بتنمية القدرات في البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية؛

(7) ودعوة الأعضاء وأصحاب المصلحة إلى تكثيف البحوث بشأن الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة، لا سيما في ما يخص أساليب الصون والاستنبات وتأثيرات الممارسات الزراعية على التربة، وتعزيز برامج تقييم التنوع البيولوجي للتربة ورصده؛

(8) والطلب من الأمانة أن تتعاون مع الخبراء المعنيين في صياغة توصيات محددة بشأن الكائنات الحية الدقيقة واللافقاريات في التربة لتنظر فيها الهيئة في دورتها القادمة.