



لزوم تدوین استانداردها و یکپارچه‌سازی روش‌های اندازه‌گیری فرسایش آبی و بادی در ایران

مجید محمودآبادی

دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

E. mail: mahmoodabadi@uk.ac.ir

۱- مقدمه: فلسفه خاک و لزوم حفاظت آن

خاک دارای سرشتی بسیار پیچیده و در عین حال در اوج نظم است. در واقع شناخت عمیق و دقیق این منبع طبیعی، به دلیل پیچیدگی روابط حاکم بر اجزای آن و مکانیسم‌ها و فرآیندهای کنترل‌کننده رفتار آن، بسیار دشوار است. این پیچیدگی تا آنجاست که این رشته از علم در بین متخصصان، جذابیت و البته پویایی قابل توجهی داشته و همچنان مسائل ناشناخته زیادی در مورد آن وجود دارد. با وجود این پیچیدگی اما، نظم و قوانین حاکم بر طبیعت هوشمند خاک، شناخت آن را از مسیر علم هموار می‌سازد. هر چه شناخت انسان از این محیط زنده عمیق‌تر باشد، بیشتر و بهتر می‌تواند با آن ارتباط برقرار کند. اهمیت خاک به عنوان بستر حیات بر کسی پوشیده نیست و با این رویکرد، لزوم حفظ و نگهداری از این منبع ملی تجدیدنپذیر، امری انکارناپذیر است.

فرسایش خاک مهمترین جنبه تخریب اراضی است که پیامدهای نامطلوبی بر سلامت خاک و بقای بشر دارد. در کشور ایران، فرسایش آبی و بادی هر ساله خسارات جانی و مالی هنگفتی بر جای می‌گذارد. وقوع سیل حاصل از فرسایش آبی و هجوم شن‌های روان و گرد و خاک ناشی از فرسایش بادی را می‌توان به تهاجم کشوری بیگانه به خاک کشورمان تشبیه کرد که تخریب و ویرانی در پی دارد. هنوز ابعاد زیست‌محیطی پدیده گرد و خاک که تهدیدکننده جدی سلامت مردمان این سرزمین است، بطور کامل واکاوی و شناخته نشده است. گاهی از کشورهای همسایه که درگیر جنگ و انتشار مواد شیمیایی و رادیواکتیو بوده‌اند، گرد و غباری وارد کشور می‌شود که نه تنها باعث ناراحتی‌های تنفسی و بیماری‌های مرتبط با آن می‌شود، بلکه حتی ممکن است اثرات جبران‌ناپذیری در سلامت نسل‌های بعد بر جای گذارد. با این نوع نگرش تأمل‌برانگیز به موضوع، فرسایش خاک اهمیتی ویژه می‌یابد و احساس مسئولیت در مواجهه با آن، پرننگ‌تر می‌شود. زمانی می‌توان در زمینه مدیریت و حفاظت خاک قدم‌های مثبت و اثرگذاری برداشت که شناخت و درک کافی از پدیده فرسایش خاک و نحوه تعامل با آن وجود داشته باشد. این در حالی است که هنوز آمار دقیق و قابل اعتمادی از شدت فرسایش آبی و بادی در ایران وجود ندارد که این خود بیانگر لزوم نگاه دقیق‌تر به این پدیده است. اینجاست که اهمیت اندازه‌گیری دقیق انواع فرسایش خاک در ایران روشن می‌شود.

۲- لزوم اندازه‌گیری دقیق فرسایش خاک

بر مبنای اصول روش تحقیق در مطالعه فرسایش آبی و بادی، دو رهیافت اصلی شامل (۱) برآورد شدت فرسایش با استفاده از مدل و (۲) تعیین دقیق شدت فرسایش خاک از طریق اندازه‌گیری وجود دارد. با استفاده از مدل‌های فرسایش که در کشور، کاربرد رو به گسترده‌ای نیز پیدا کرده‌اند، برآورد شدت فرسایش خاک و یا تخمین پارامترهای مربوط به آن و نه اندازه‌گیری شدت فرسایش، امکان‌پذیر است. به بیان دیگر، تعیین دقیق شدت فرسایش خاک به کمک ابزار و روش‌های اندازه‌گیری و از طریق انجام آزمایش در شرایط مزرعه‌ای، صحرایی و یا آزمایشگاهی و نه با استفاده از مدل میسر می‌شود. هر چند استفاده صحیح از مدل‌ها به منظور پیش‌بینی فرسایش، باعث صرفه‌جویی در وقت و هزینه می‌گردد، ولی حتی کارایی همین مدل‌ها نیز از طریق مقایسه با مقادیر مبنای واقعی (Actual)، اندازه‌گیری شده (Measured) و یا مشاهده‌ای (Observed)



مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در برخی موارد، از مدل‌های مختلف و یا روش‌های زمین‌آماری در محیط‌های نرم‌افزاری برای تهیه نقشه‌های فرسایش و یا فرسایش‌پذیری خاک استفاده شده است، بدون اینکه صحت پارامترهای ورودی تأیید و همچنین کارایی مدل بر اساس مقادیر واقعی ارزیابی شود. برای نمونه، می‌توان به تهیه نقشه فرسایش‌پذیری خاک‌ها از طریق نمودار ویشمایر و با استفاده از نرم‌افزارهای زمین‌آماری و یا سامانه اطلاعات جغرافیایی اشاره کرد حال آنکه، به کمک نمودار ویشمایر تنها می‌توان فرسایش‌پذیری خاک را برآورد نمود و برای تعیین مقدار دقیق آن، روش‌شناسی مشخص دیگری وجود دارد. حتی در برخی موارد، با استفاده از یک مدل در یک حوضه، نتایج متفاوتی از شدت فرسایش و رسوب گزارش شده است. ناگفته نماند، با استفاده از روش‌هایی که در مقیاس حوزه آبخیز به تحلیل داده‌های هیدرومتری و رسوب‌سنجی پرداخته می‌شود، بطور معمول تولید رسوب و نه شدت فرسایش خاک تعیین می‌گردد.

در حال حاضر، ابزار و روش‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری فرسایش آبی و بادی در کشور استفاده می‌شود که در برخی موارد به دلیل نادیده گرفتن مبانی فرسایش و فرآیندهای مرتبط با آن و یا عدم توجه به ملاحظات فنی، علاوه بر صرف وقت و هزینه، داده‌ها و یافته‌های متناقض و گاه غیرمعتبری ارائه می‌شود. از منظر دیگر، آمار و ارقامی که تاکنون در مورد شدت فرسایش خاک و تولید رسوب در مناطق مختلف کشور گزارش شده، در برخی موارد با واقعیت طبیعی و یا حتی با یکدیگر همخوانی نداشته که از دلایل اصلی آن می‌توان به (۱) وجود ایرادها و یا منابع خطا در استفاده از ابزار و روش‌های اندازه‌گیری فرسایش خاک توسط افراد با زمینه‌های علمی مختلف و (۲) استناد و اکتفای صرف به برآورد مدل‌ها بدون ارزیابی صحیح کارایی آنها، اشاره کرد. این موضوع باعث عدم وجود آمار دقیق و معتبر از شدت فرسایش خاک کشور شده و از همین رو، اهمیت و لزوم تعیین دقیق و صحیح شدت آن از طریق اندازه‌گیری روشن می‌شود. آنچه مسلم است، استفاده از ابزارها و تجهیزات استاندارد متناسب با نوع هدف از یک طرف و تدوین روش(های) استاندارد اندازه‌گیری در سطح ملی بر مبنای مفاهیم بنیادی فرسایش از طرف دیگر می‌تواند در راستای دستیابی به پایگاه داده‌ای کامل و به‌روز با صحت و دقت قابل قبول برای سراسر کشور راهگشا باشد. این مقاله کلیدی به بررسی برخی ایرادها و منابع خطا که در کمی‌سازی شدت فرسایش آبی و بادی و پارامترها و متغیرهای مرتبط با آن در کشور وجود دارد، می‌پردازد.

۳- ابزار و روش‌های تعیین شدت فرسایش خاک

به‌طور کلی، روش‌های اصلی تعیین فرسایش و رسوب شامل (۱) برآورد با استفاده از مدل‌ها، (۲) تعیین رسوبدهی حوزه‌های آبخیز، (۳) اندازه‌گیری هدررفت و یا رسوب حاصل از فرسایش آبی و بادی در شرایط مزرعه‌ای و یا صحرایی از طریق احداث کرت‌های استاندارد رواناب و ایستگاه‌های فرسایش بادی و (۴) اندازه‌گیری شدت فرسایش آبی و بادی با استفاده از روش‌های شبیه‌سازی فرسایش خاک است. روش اول، برآورد (و نه تعیین مقدار دقیق) شدت فرسایش و روش دوم، شدت تولید رسوب (و نه شدت فرسایش) را بدست می‌دهد. با توجه به سطح در معرض فرسایش، اندازه‌گیری فرسایش خاک در دو شرایط (۱) صحرایی و (۲) آزمایشگاهی انجام می‌شود که استفاده از هر یک، ملاحظات فنی خاص خود را دارد. اندازه‌گیری شدت فرسایش، هدررفت خاک و یا تولید رسوب در شرایط طبیعی (روش سوم)، نیاز به صرف هزینه و وقت زیادی دارد. در این شرایط، ویژگی‌های عوامل فرساینده باران، رواناب و باد و نیز سطح در معرض فرسایش هرچند واقعی هستند، ولی این شرایط قابل کنترل نبوده و نقش هر یک از عوامل مؤثر بر فرسایش نیز بطور دقیق و مستقل قابل تفکیک نیست. این موضوع باعث شده که امروزه در دنیا با توجه به نگاه ویژه‌ای که به فرآیندهای فرسایش وجود دارد، اندازه‌گیری شدت فرسایش خاک با استفاده از شبیه‌ساز باران، فلوم شیب‌پذیر و تونل باد به یک روش قابل قبول و دقیق در سطح بین‌المللی تبدیل شود. در روش شبیه‌سازی فرسایش خاک (روش چهارم)، امکان انجام آزمایش در هر دو شرایط آزمایشگاهی و صحرایی وجود دارد و از این رو، به شرط رعایت ملاحظات فنی می‌توان شدت فرسایش خاک را بطور دقیق اندازه‌گیری نمود. در این روش، بسته به عوامل فرساینده باران، رواناب و باد، انواع مختلفی از روش‌های اندازه‌گیری فرسایش خاک قابل استفاده است. حتی در استفاده از شبیه‌سازهای فرسایش، می‌توان بطور همزمان هر سه عامل فرساینده باد، باران و رواناب را ایجاد نمود. در این روش می‌توان برای مناطقی که بارش باران همراه با وزش باد رخ می‌دهد، شرایط نزدیک به واقعیت را شبیه‌سازی نمود. ذکر این مهم ضروری است که



تلفیق نتایج حاصل از روش‌های شبیه‌سازی فرسایش خاک با داده‌های حاصل از کرت‌های رواناب و ایستگاه‌های فرسایش بادی، بهترین رهیافت تعیین دقیق و صحیح شدت فرسایش خاک برای هر منطقه‌ای است. ناگفته نماند استفاده بهینه از روش‌های یادشده، نیاز به در نظر گرفتن ملاحظات فنی و درک اصول تخصصی و مفاهیم بنیادی فرسایش خاک و فرآیندهای آن دارد تا نتایج حاصل، از صحت و دقت قابل قبولی برخوردار باشد.

۴- سطوح منابع خطا در مطالعه فرسایش خاک

در رشته خاکشناسی بطور عام و در گرایش فرسایش و حفاظت خاک بطور خاص، واژگان متعددی در قالب پارامترها و یا متغیرهای قابل کمی‌سازی وجود دارد که در یکی از سطوح (۱) ویژگی (Property)، (۲) فرآیند (Process) و یا (۳) پدیده (Phenomenon) قرار می‌گیرد. این سلسله‌مراتب به‌ترتیب از سطح ویژگی تا سطح پدیده، پیچیده‌تر و جامع‌تر می‌شود. برای نمونه، "پدیده" فرسایش خاک، در برگیرنده "فرآیندهای" جداشدن، انتقال و رسوبگذاری ذرات است که هر یک از این فرآیندها خود، تابع "ویژگی‌های" ذرات است. لازم به ذکر است که پارامتر (Parameter) و متغیر (Variable) با یکدیگر متفاوتند. از طرفی، ایرادها و یا منابع خطایی که در کمی‌سازی شدت فرسایش و تعیین پارامترها و یا متغیرهای مربوط به آن وارد می‌شود، ممکن است در یکی از سه مرحله (۱) تعریف (Definition)، (۲) مفهوم‌سازی (Conceptualization) و (۳) اندازه‌گیری (Measurement) رخ دهد. لازم به ذکر است که این سه مرحله، با رویکرد اندازه‌گیری و نه برآورد فرسایش خاک مطرح می‌شود و لذا با مراحل مربوط به ساخت و ارزیابی مدل‌ها متفاوت است. در مرحله اول، هر چند ممکن است برای هر پارامتر و یا متغیر، "تعریف" مشخص و مورد توافق عمومی وجود داشته باشد، ولی "مفهومی" که از هر تعریف، تصور و برداشت می‌شود، بین متخصصان و پژوهشگران، یکسان نیست. نتیجه آنکه در مرحله بعد، عدم شناخت صحیح این مفهوم‌های بنیادی فرسایش خاک، "اندازه‌گیری" را با ابهام و یا خطا مواجه می‌سازد. به عبارتی به دلیل عدم شناخت صحیح اصول و مفاهیم بنیادی، اندازه‌گیری شدت فرسایش و تعیین مقدار کمی پارامترها با استفاده از ابزار و یا روش‌هایی صورت می‌گیرد که در مواردی، به ارائه گزارش آمار و یا نتایج غیرمنطقی و غیرواقعی منتهی می‌شود.

برای تبیین سطوح مورد اشاره در بالا، مثالی ارائه می‌شود. طبق تعریف، قدرت جریان آستانه، حداقل قدرت جریانی است که ذرات از سطح خاک شروع به جداشدن و حرکت می‌کند. هر چند این تعریف، ممکن است مورد توافق بیشتر متخصصان مربوطه باشد، اما مفهومی که از آن تصور و برداشت می‌شود، یکسان نیست. اینکه منظور از ذرات، همه ذرات در معرض فرسایش با اندازه‌های مختلف است و یا فقط ذرات حساس با دامنه‌ای از اندازه، مورد توافق همگان نیست. عدم توافق در این مرحله، باعث تناقض در مرحله اندازه‌گیری قدرت جریان آستانه با روش‌های مرسوم نظیر روش مشاهده‌ای و یا روش برون‌یابی می‌شود. در روش مشاهده‌ای، اینکه شروع حرکت برای کدام ذرات در نظر گرفته شود، مورد اشکال است و در روش برون‌یابی، به دلیل عدم وجود رابطه خطی بین شدت فرسایش و قدرت جریان (در بیشتر موارد)، تعیین یک نقطه به عنوان آستانه قدرت جریان، با دنیای واقعی همخوانی ندارد. صرف‌نظر از تفسیری که برای هر روش و نتیجه حاصل از آن، قابل ارائه است، این تنها یکی از موارد متناقض است و در مورد فقط همین مفهوم قدرت جریان آستانه، موارد متعددی از تفاوت سطح و نوع دیدگاه و تناقض‌ها را می‌توان مطرح نمود. این در حالی است که قدرت جریان آستانه، یک مفهوم بنیادی و اندازه‌گیری مقدار آن در مطالعه فرسایش خاک و انتقال رسوب بسیار مهم است زیرا به‌طور معمول، فرسایش در شرایطی رخ می‌دهد که قدرت جریان بیشتر از قدرت جریان آستانه باشد.

۵- برخی منابع خطا در اندازه‌گیری فرسایش

در مراحل مختلف اندازه‌گیری شدت فرسایش آبی و بادی و تعیین مقدار کمی پارامترها و متغیرهای مرتبط با آن در شرایط آزمایشگاهی و یا صحرایی، موارد متعددی از منابع خطا مشاهده می‌شود. در استفاده از انواع شبیه‌سازهای فرسایش خاک و همچنین ابزار و تجهیزات لازم برای اندازه‌گیری فرسایش در شرایط صحرایی از طریق احداث کرت‌های رواناب و یا ایستگاه‌های فرسایش بادی که هر یک کارایی‌ها و محدودیت‌های خاص خود را دارد، لازم است ملاحظات فنی مد نظر قرار



گیرد. در مراحل مختلف آماده‌سازی نمونه خاک و انجام آزمایش شبیه‌سازی فرسایش در شرایط آزمایشگاهی نظیر انتخاب، تهیه و تعداد نمونه خاک، دست‌خوردگی خاک در اثر انتقال به آزمایشگاه و عبور دادن از الک، اندازه الک مورد استفاده، نحوه اشباع کردن نمونه خاک و همچنین ایجاد و یا عدم ایجاد شرایط نفوذ در مطالعه فرسایش آبی، استاندارد یکسانی توسط پژوهشگران استفاده نمی‌شود. علاوه بر این، نحوه و میزان اعمال عوامل مرتبط با فرسایش و فرسایش‌پذیری در شرایط آزمایشگاهی و یا صحرایی نظیر شدت باران، دبی جریان، سرعت باد، مدت رخداد، ابعاد سطح مورد آزمایش، وجود یا عدم پوشش گیاهی، زبری سطح و شیب سطح فرسایش‌پذیر نیز حائز اهمیت است.

در شناخت مفهوم و نحوه کمی‌سازی پارامترهای مختلف فرسایش که ممکن است به‌عنوان ورودی مدل‌ها و یا تئوری‌های فرسایش نیز استفاده شود، گاهی اصول فرسایش خاک نادیده گرفته می‌شود. برای نمونه می‌توان به نحوه تعیین شاخص‌های فرسایش و کمی‌سازی مقادیر آستانه آنها، نحوه تعیین انواع فرسایش‌پذیری خاک بر اساس نوع عامل فرسایش و سطح در معرض فرسایش، طرز تعیین مکانیسم‌های مختلف انتقال ذرات رسوب، مفهوم ظرفیت جداسازی و ظرفیت حمل رسوب و همچنین نوع تعریفی که از انواع رایج فرسایش در اراضی کشاورزی صورت می‌گیرد، اشاره کرد. بعضی از مفاهیم متفاوت، نظیر جداسدن و فرسایش، فرسایش ورقه‌ای و فرسایش سطحی، توزیع اندازه ذرات اولیه و توزیع اندازه ذرات ثانویه و نیز اندازه خاکدانه و پایداری خاکدانه نیز ممکن است در مواردی به اشتباه به جای یکدیگر استفاده شود. یکسان در نظر گرفتن تولید رسوب و یا هدرفت خاک با شدت فرسایش خاک، نادیده گرفتن تغییرات زمانی (شرایط پایدار و ناپایدار) و همچنین عدم لحاظ مدت زمان کافی برای انجام آزمایش شبیه‌سازی از دیگر منابع خطای رایج است. در مرحله تجزیه و تحلیل نتایج نیز گاهی مواردی از خطا مشاهده می‌شود که می‌توان به تبدیل مقادیر هدررفت خاک در مقیاس اندازه‌گیری شده به شدت فرسایش در مقیاسی دیگر مثلاً هکتار و یا سال و همچنین استفاده از روش‌های آماری در بررسی معنی‌داری ارتباط بین عوامل بدون در نظر گرفتن ارتباط مفهومی بین آنها، اشاره کرد.

گاهی در بررسی نقش عوامل حفاظتی نظیر پوشش گیاهی، منابع آلی (گیاهی، دامی، بایوچار، کمپوست، ورمی‌کمپوست، لجن فاضلاب و غیره)، انواع افزودنی‌ها، اصلاح‌کننده‌ها، تثبیت‌کننده‌ها، پلیمرها، خاکپوش‌ها و مالچ‌ها، ممکن است اصول و مبانی مدیریت و حفاظت خاک مورد توجه قرار نگیرد. در این زمینه می‌توان به عدم توجه به مقدار آستانه مصرف برخی منابع آلی دامی به دلیل ترکیب شیمیایی آنها (بر مبنای انحلال‌پذیری و یا تجزیه‌پذیری)، استفاده از بایوچار بدون توجه به مفهوم ترسیب کربن، آلودگی ناشی از فلزات سنگین در اثر مصرف ترکیبات فاضلاب شهری و یا صنعتی، نادیده گرفتن اثر زمان در تجزیه بلندمدت بقایای گیاهی و بایوچار، عدم توجه به مفهوم هم‌آوری در خاکدانه‌سازی در استفاده از بقایای گیاهی و یا پلیمرها برای مطالعه نفوذ آب در خاک و تولید رواناب و رسوب، استفاده از سطوح کوچک برای مطالعه اثر پوشش گیاهی بر فرسایش خاک، نادیده گرفتن فرسایش و رسوب بالادست در بررسی انواع اصلاح‌کننده‌ها و یا تثبیت‌کننده‌ها، عدم توجه به اثر وزش باد از سطوح بالادست در بررسی کارایی انواع مالچ‌ها در آزمایش تونل باد، نادیده گرفتن برخی معیارهای انتخاب مالچ برتر برای مهار فرسایش بادی اشاره کرد.

۶- استانداردهای آموزشی، پژوهشی و فناوری

هرچند اهمیت خاک و لزوم حفاظت آن، از طریق گفتمان مورد تأکید قرار می‌گیرد، ولی این مهم در گام نخست باید به یک باور عمیق در بین متخصصان خاکشناسی و در گام بعد در بین عموم مردم تبدیل شود. در ابتدا می‌طلبند متخصصان این رشته علمی خود به این باور برسند که مدیریت و حفاظت خاک، در مهار و حل مشکلات کلان کشور نظیر کم‌آبی، پدیده گرد و خاک و همچنین مشکلات زیست‌محیطی، نقش محوری و کلیدی ایفا می‌کند. در اینصورت می‌توان امیدوار بود که در سطوح مختلف از آموزش، پژوهش و فناوری تا اجرا و سیاست‌گذاری‌های کلان کشور، به مباحث حفاظت خاک اهمیت داده شود. یکی از دلایلی که مشکلات یادشده، همچنان مهار و یا رفع نشده و حتی نسبت به سال‌های قبل، شدت و وسعت عمل بیشتری پیدا کرده، نتیجه این عدم باور عمومی به اهمیت حفاظت خاک است. اگر چند سال قبل، مشکل گرد و غبار فقط محدود به برخی نواحی جنوب شرق و جنوب غرب کشور بود، امروز بخش قابل توجهی از کشور درگیر این معضل ملی و بین‌المللی شده است.



یکی از راه‌های تبیین اهمیت مدیریت و حفاظت خاک، افزایش سطح آگاهی عمومی و اطلاع‌رسانی صحیح به مردم از طریق روزنامه‌ها و فضای مجازی و همچنین استفاده از رسانه ملی برای تهیه مستندها و نشست‌ها و گزارش‌های علمی است. در بُعد آموزشی، دانشجویان فعلی و دانش‌آموختگان آینده، در صورتی قادر به ارائه فکر و اندیشه جدید و پیشرو در معرفی راهکارهای صحیح مدیریت و حفاظت خاک خواهند بود که در این زمینه، آموزش علمی و عملی مناسب دیده باشند. لازم است علاوه بر آموزش مطالب علمی به دانشجویان در قالب دروس تئوری، به مباحث عملی و آزمایشگاهی نیز توجه ویژه‌ای شود. در واقع، در بیشتر موارد برای دانشجویان مقطع کارشناسی، به‌منظور آموزش عملی درس فرسایش و حفاظت خاک، بازدید صحرایی برگزار می‌شود که البته بسیار ارزشمند و مفید است. اما در کنار آن، استفاده از روش‌های مختلف مطالعه فرسایش و حفاظت خاک با استفاده از تجهیزات و روش‌های اندازه‌گیری در شرایط آزمایشگاهی، مزرعه‌ای و صحرایی کمتر مد نظر بوده است. این موضوع در مقاطع تحصیلی بالاتر نیز بطور گسترده‌ای مشاهده می‌شود، طوری که به دلیل عدم امکان استفاده از تجهیزات اندازه‌گیری فرسایش خاک، موضوع پایان‌نامه‌ها و رساله‌های دانشجویی با محورهای اصلی فرسایش و حفاظت خاک مقاداری فاصله دارد. این زنگ خطری است که لزوم تجهیز و راه‌اندازی آزمایشگاه‌های تخصصی فرسایش و حفاظت خاک و ایستگاه‌های اندازه‌گیری فرسایش آبی و بادی در اراضی کشاورزی را نشان می‌دهد. از طرفی، نبود دستورالعمل یکپارچه و مشخص برای انجام آزمایش‌های فرسایش و حفاظت خاک، آموزش و پژوهش را دچار سردرگمی و چالش کرده است. از طریق برگزاری کارگاه‌های تخصصی و ایجاد ارتباط نزدیک‌تر و موثرتر بین متخصصان حفاظت خاک کشور، امکان پرداختن به این موضوع فراهم می‌شود.

از منظر پژوهشی، دو رکن اساسی در مدیریت و حفاظت خاک یعنی (۱) جامع‌نگری و (۲) آینده‌نگری، حائز اهمیت است. نگرش خرد به خاک و مرزبندی بین گرایش‌های مختلف خاکشناسی، شناخت ما را از علم خاک محدود می‌سازد، همچنان‌که انجام پژوهش‌های پراکنده نیز ما را از اهداف راهبردی دور می‌کند. در واقع برای مدیریت و حفاظت بهتر خاک، لازم است نگاه جامع و توجه به جنبه‌های مختلف علم خاک نهادینه شود. انجام طرح‌های پژوهشی با ماهیت کاربردی (در جهت رفع مشکل)، بلندمدت (آینده‌نگری) و تیمی (جامع‌نگری)، دارای ضمانت اجرایی بیشتری در دستیابی به اهداف راهبردی است. علاوه بر این، برای پیشبرد اهداف و حل مشکلات موجود، نیاز است از افراد (۱) متخصص، (۲) متبحر و (۳) متعهد استفاده شود. هرچند نگاه چندجنبه‌ای و بین‌رشته‌ای به موضوع‌های کلان ضروری است ولی، برخی اظهارنظرهای غیردقیق و غیرمسئولانه در مورد مباحث فرسایش و حفاظت خاک توسط افراد غیرمتخصص، نه تنها مشکلی را حل نمی‌کند، بلکه باعث پیچیده‌شدن بیشتر موضوع نیز می‌شود. از طرفی، ارتباط نزدیک و مطمئنی بین جامعه خاکشناسی (به عنوان افراد دارای تخصص) با کشاورزان (به عنوان افراد دارای تجربه) وجود نداشته است. تخصص و نگاه تئوریک صرف به مسائل در محیط دانشگاه به تنهایی نمی‌تواند پاسخگوی سوال‌ها و نیازهای جامعه کشاورزان باشد، بلکه شایسته است علاوه بر تخصص لازم، تبحر کافی نیز کسب شود تا از طریق اجماع آن با تجربه کشاورز، امکان برقراری ارتباط موثرتری بین این دو بخش فراهم گردد.

فناوری زمانی می‌تواند بطور مؤثری قابل تجاری‌سازی باشد، که اساس آن یعنی آموزش و پژوهش در مدارس و دانشگاه‌ها، بطور اصولی و صحیح اجرا شود. نکته مهمی که کمتر مورد توجه واقع شده، این است که برای تجاری‌سازی فناوری، هرچند تولید مواد، تجهیزات و دستگاه‌های جدید، باارزش است ولی علاوه بر این، می‌توان در راستای تولید فکر و اندیشه‌های نوین و ارائه خدمات مشاوره‌ای در قالب راهکارهای مدیریت و حفاظت خاک به کشاورزان برای رفع مشکلات موجود نیز گام برداشت. هنوز بسیاری از کشاورزان با پیامدهای مخرب حذف و سوزاندن بقایای گیاهی بعد از برداشت محصول، شخم در جهت شیب، استفاده بی‌رویه از عملیات خاکورزی و بهم‌زدن خاک و بطور کلی روش‌های مختلف مدیریت بقایای گیاهی، مدیریت خاکورزی، مدیریت حاصلخیزی، تناوب زراعی و غیره آشنایی ندارند که محور همه این موارد، مدیریت و حفاظت خاک است. هرچند مراکز تحقیقاتی و شرکت‌های خدمات کشاورزی، برخی برنامه‌های ترویجی را به کشاورزان عرضه می‌کنند، ارائه خدمات مشاوره‌ای توسط متخصصان حفاظت خاک دانشگاهی به کشاورزان کمتر مد نظر بوده است. از این رو شاید، تأسیس "دفتر ارتباط با کشاورز" مشابه "دفتر ارتباط با صنعت" برای تعامل نزدیک‌تر بین این دو بخش مفید باشد.



۷- چشم‌انداز و رویکردهای آینده

با توجه به آنچه گذشت، پیشنهاد می‌شود سه رویکرد زیر در مطالعه فرسایش و حفاظت خاک در سطح ملی مد نظر قرار گیرد. با این نوع تغییر در رویکردهای آموزشی، پژوهشی و فناوری می‌توان امیدوار بود که بتوان بیش از پیش شاهد پیشرفت در مطالعه فرسایش خاک و همچنین مدیریت و حفاظت بهتر خاک‌های کشور بود.

۱. یکپارچه‌سازی تعاریف پایه‌ای فرسایش و حفاظت خاک در راستای درک صحیح و یکنواخت مفاهیم بنیادی در بین متخصصان خاکشناسی و سایر علوم مرتبط.
۲. تدوین دستورالعمل نحوه انجام صحیح آزمایش‌های فرسایش و حفاظت خاک و روش‌شناسی استاندارد برای اندازه‌گیری انواع فرسایش آبی و بادی و پارامترهای مرتبط با آن در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی بطور یکپارچه در سطح ملی بر مبنای مفاهیم بنیادی فرآیندهای فرسایش و ملاحظات فنی.
۳. ایجاد و تکمیل شبکه پایگاه داده فرسایش آبی و بادی برای خاک‌های مختلف کشور با استفاده از این روش شناسی استاندارد و یکپارچه.