

بررسی روند اجرایی شدن قانون حفاظت از خاک با تأکید بر بحران فرسایش خاک کشور (از دیدگاه زیست‌محیطی)



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شماره مسلسل: ۲۰۱۹۱
کد موضوعی: ۲۵۰



مرکز پژوهش‌های
مجلس شورای اسلامی

تاریخ انتشار:
۱۴۰۳/۸/۱۶

عنوان گزارش:

بررسی روند اجرایی شدن قانون حفاظت از خاک با تأکید بر بحران
فرسایش خاک کشور (از دیدگاه زیست محیطی)

نوع گزارش: طرح / لایحه □، نظارتی ■، راهبردی □

نام دفتر:

مطالعات زیربنایی (گروه محیط زیست)

مدیر مطالعه:

الهه سلیمانی مورچه خورتنی

تهیه و تدوین کنندگان:

الهه سلیمانی مورچه خورتنی، میترا چراغی (گروه محیط زیست)

ناظران علمی:

محمدحسن معادی رودسری، محمدتقی فیاضی

همکار:

محسن بابایی (گروه کشاورزی)

اظهار نظر کننده خارج از مرکز:

فاطمه حاجی زاده (صاحب نظر حوزه کشاورزی)

ویراستار ادبی:

زهره عطاردی

گرافیک و صفحه آرایی:

آذر مهمان نواز نوروز محله

واژه‌های کلیدی:

۱. خاک
۲. فرسایش
۳. قانون
۴. عملکرد
۵. ارزیابی

تاریخ شروع:

۱۴۰۳/۰۳/۱۶



فهرست مطالب

۶.....	چکیده.....
۷.....	خلاصه مدیریتی.....
۸.....	۱. مقدمه.....
۱۰.....	۲. پیشینه پژوهش.....
۱۱.....	۳. مبانی و مفاهیم فرسایش خاک.....
۱۲.....	۴. وضعیت فرسایش خاک در جهان.....
۱۲.....	۵. وضعیت فرسایش خاک در ایران.....
۱۷.....	۶. اثرات فرسایش خاک.....
۲۰.....	۷. روند اجرایی شدن قانون حفاظت از خاک.....
۲۵.....	۸. آسیب‌شناسی قانون حفاظت از خاک و آیین‌نامه اجرایی آن در حوزه فرسایش خاک.....
۲۹.....	۹. سیاستگذاری در حوزه فرسایش خاک.....
۳۱.....	۱۰. نتیجه‌گیری و پیشنهادها.....
۳۲.....	منابع و مآخذ.....

فهرست شکل‌ها

۱۳.....	شکل ۱. نقشه فرسایش خاک ایران.....
۱۴.....	شکل ۲. نمودار متوسط فرسایش خاک برحسب تن در هکتار در سال در سطح هر استان.....
۱۹.....	شکل ۳. رابطه تخریب اراضی، فرسایش خاک و گازهای گلخانه‌ای.....
۲۱.....	شکل ۴. نمودار آمار پایش خاک و شناسایی آلوده‌کننده خاک در سال ۱۴۰۱.....
۲۱.....	شکل ۵. نمودار آمار پایش خاک و شناسایی آلوده‌کننده خاک در ۶ماهه اول سال ۱۴۰۲.....
۲۲.....	شکل ۶. نمودار آمار کاربری‌هایی که آلودگی خاک آنها در سال ۱۴۰۱ شناسایی شده.....
۲۲.....	شکل ۷. نمودار آمار کاربری‌هایی که آلودگی خاک آنها در ۶ماهه اول سال ۱۴۰۲ شناسایی شده.....
۳۰.....	شکل ۸. سیاستگذاری در حوزه فرسایش خاک.....

فهرست جداول

۱۳.....	جدول ۱. درصد مساحت کلاس‌های خطر فرسایش و میزان هدررفت خاک نقشه فائو در سطح ایران.....
۱۸.....	جدول ۲. اثرات درون منطقه‌ای مستقیم و غیرمستقیم فرسایش خاک بر تولید محصول.....
۱۹.....	جدول ۳. نتایج برآورد هزینه‌های اقتصادی فرسایش خاک در جهان.....



بررسی روند اجرایی شدن قانون حفاظت از خاک با تأکید بر بحران فرسایش خاک کشور (از دیدگاه زیست محیطی)

چکیده



فرسایش خاک، به عنوان یکی از مهم ترین چالش های محیط زیستی در جهان و به ویژه در ایران، به دلیل عواقب گسترده ای همچون کاهش حاصلخیزی خاک، آلودگی منابع آب، افزایش خطر سیلاب و بیابان زایی، تهدیدی جدی برای امنیت غذایی و توسعه پایدار محسوب می شود. عوامل طبیعی و انسانی مختلفی از جمله تغییرات اقلیمی، مدیریت نادرست منابع آب و خاک و تغییر کاربری اراضی، در تشدید فرسایش خاک در ایران نقش دارند. این پژوهش با بررسی ادبیات موجود، به ارزیابی وضعیت فرسایش خاک در ایران پرداخته و نشان می دهد که نرخ فرسایش خاک در کشور ما حدود ۱۶/۵ تن در هکتار در سال بوده که این مقدار، بالغ بر ۷ برابر متوسط جهانی آن است. از این رو، می توان اذعان داشت که بحران فرسایش خاک موضوعی حائز اهمیت بوده که تا حدودی مغفول مانده است. با گذشت ۵ سال از زمان تصویب و ابلاغ قانون حفاظت از خاک، آیین نامه اجرایی آن به تازگی تصویب شده است که در صورت اجرای صحیح و کامل آن، می تواند گام مؤثری در راستای جلوگیری از تخریب و آلودگی خاک به عنوان عوامل مهم در فرسایش خاک، باشد. باین وجود، اقدامات فوری و همه جانبه در سطح ملی و محلی به ویژه با پیگیری و اقدامات نظارتی مجلس شورای اسلامی، جهت اجرای آیین نامه اجرایی قانون حفاظت از خاک امری ضروری است. همچنین، تقویت همکاری بین بخشی و مشارکت جوامع محلی در اجرای این برنامه ها از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده که در این پژوهش، ضمن بررسی عوامل مؤثر بر فرسایش خاک، به ارائه پیشنهادهایی برای کاهش این پدیده پرداخته شده است.



■ بیان / شرح مسئله

آمارهای بین المللی نشان می دهند که ایران همواره از نظر میزان فرسایش خاک در جهان در رتبه های نخست قرار داشته است. به نحوی که اگر در حال حاضر میزان فرسایش خاک به یک سوم مقدار کنونی کاهش یابد، کماکان ایران رتبه اول فرسایش خاک در جهان خواهد بود. فرسایش خاک تأثیرات بسیار شدیدی بر امنیت غذایی، تولید ریزگردها، از بین رفتن پوشش گیاهی و ظرفیت زیست پذیری کشور دارد. همچنین از دیدگاه زیست محیطی، خاک سطحی یک عنصر کلیدی در چرخه کربن است و با ذخیره کربن آلی، به عنوان یک عامل مهم در کاهش گرمایش جهانی محسوب می شود. فرسایش حدود ۲/۵ میلیارد تن خاک در ایران باعث شده است که ایران به تنهایی ۷/۷ درصد از فرسایش خاک جهان را به خود اختصاص دهد؛ در صورتی که یک درصد از وسعت جهان را داراست. براساس آخرین آمارهای ارائه شده، میزان فرسایش خاک در ایران حدود ۱۶/۵ تن در سال در هکتار بوده که این مقدار، بالغ بر ۷ برابر متوسط جهانی آن است. وضعیت بسیار شکننده زیست بوم، در کنار شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک در بخش وسیعی از کشور، به همراه وضعیت ژئومورفولوژیکی، تشدید تغییرات اقلیمی و عدم رعایت اسناد آمایش سرزمین در طرح ها و برنامه های اقتصادی، اجتماعی، آلودگی خاک و ... به شکل مناسب و مورد انتظار، موجب وقوع انواع فرسایش خاک در گستره وسیعی از کشور ایران شده است. از این رو، می توان اذعان داشت که بحران فرسایش خاک موضوعی حائز اهمیت بوده که در سیاست گذاری ها و برنامه ریزی ها تا حدودی مغفول مانده است. با توجه به اینکه فرسایش خاک به صورت مستقیم و غیرمستقیم دارای پیامدهای اقتصادی - اجتماعی بوده و در اقتصاد کشور و برنامه های توسعه ای و توسعه پایدار اثر منفی دارد؛ بنابراین، ارزیابی پیامدهای مختلف فرسایش خاک و برآورد کلیه هزینه های آن اهمیت داشته و اهمیت حفاظت از خاک را دوچندان نمایان خواهد کرد. بنابراین باید توجه داشت که فرسایش خاک علاوه بر تلفات فیزیکی، دارای تلفاتی از نظر اقتصادی نیز می باشد و باید هزینه های متصور از فرسایش خاک در منطقه فرسایش یافته، حمل و رسوب گذاری مورد بررسی قرار گیرد. با وجود تصویب قانون حفاظت از خاک و اهمیت روزافزون این موضوع در امنیت غذایی، محیط زیست و سلامت عمومی، ایران همچنان با چالش جدی فرسایش و آلودگی خاک مواجه است. این پژوهش با هدف شناسایی موانع اجرای مؤثر قانون حفاظت از خاک و آیین نامه های اجرایی مرتبط، و ارائه راهکارهایی برای بهبود وضعیت موجود، به بررسی علل و عوامل مؤثر بر تخریب و آلودگی خاک، شکاف های قانونی و اجرایی، و ناکارآمدی های موجود در مقابله با این معضل پرداخته است.

■ نقطه نظرات / یافته های کلیدی

فرسایش خاک در ایران یک بحران ملی است که نیازمند توجه جدی و اقدامات فوری است. اگرچه قانون حفاظت از خاک در سال ۱۳۹۸ به تصویب رسید، اما به نظر می رسد آن طور که باید روند اجرایی شدن قانون رضایت بخش نبوده و ضرورت دارد از تمامی ظرفیت های موجود در این زمینه بهره گرفته شود. دلایل این امر را می توان در فقدان سیاست های اجرایی مشخص، کمبود بودجه، عدم هماهنگی بین دستگاه های اجرایی، نبود آگاهی عمومی کافی و عدم مشارکت جوامع محلی جستجو کرد. با وجود پتانسیل این قانون در کنترل فرسایش خاک، عدم تعریف دقیق مفاهیم کلیدی مانند ارزش اقتصادی خاک و همچنین عدم توجه کافی به نقش عوامل اجتماعی - اقتصادی در مدیریت پایدار خاک، از جمله نقاط ضعف آن محسوب می شود. یکی از چالش های اساسی در اجرای این قانون، کمبود داده ها و اطلاعات دقیق در زمینه فرسایش خاک است. اگرچه در قانون حفاظت از خاک و قانون برنامه هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران، توجه ویژه ای به این موضوع شده است، اما با وجود مطالعات متعدد، به دلیل جزیره ای عمل کردن دستگاه های اجرایی و عدم یکپارچگی داده ها، آمار دقیقی از میزان فرسایش خاک در کشور وجود ندارد. این امر برنامه ریزی و تصمیم گیری در حوزه حفاظت از خاک را با مشکل مواجه می کند. از سوی دیگر، موازی کاری و عدم هماهنگی بین دستگاه های اجرایی مختلف در مدیریت خاک، از جمله سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت جهاد کشاورزی، مانع از اجرای



مؤثر قانون شده است. هریک از این دستگاه‌ها به صورت مستقل مطالعات و پروژه‌هایی را در حوزه حفاظت از خاک انجام می‌دهند که منجر به ائتلاف منابع و تداخل در اجرای برنامه‌ها می‌شود. نکته مهم دیگر، عدم توجه کافی به نقش تشکل‌های کشاورزی، نظام‌های بهره‌برداری از اراضی کشاورزی و جوامع محلی در اجرای قانون است. در حالی که مشارکت جوامع محلی در حفظ و احیای منابع طبیعی از اهمیت بالایی برخوردار است، اما این موضوع در قانون حفاظت از خاک به اندازه کافی مورد توجه قرار نگرفته است. همچنین فرسایش خاک متغیری است که تابع عوامل متعددی از جمله آبخیزداری، مدیریت عملیات در مزرعه، کشاورزی حفاظتی، عدم تغییر کاربری و ... است و مدیریت آن بدون وجود برنامه جامع و مشارکت همه جانبه دستگاه‌های ذی‌مدخل میسر نیست. از این رو، باید رویکردی جامع و چندجانبه اتخاذ شود که شامل تدوین سیاست‌های مناسب، تقویت قوانین و مقررات، سرمایه‌گذاری در تحقیقات، افزایش آگاهی عمومی و مشارکت جوامع محلی باشد.

■ پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی

- با توجه به بحران فرسایش خاک در ایران و اهمیت حفظ این منبع حیاتی، پیشنهادهایی به شرح زیر ارائه می‌شود:
- ضرورت بازنگری جامع در قانون حفاظت از خاک و آیین‌نامه اجرایی آن به منظور ارائه تعاریف دقیق و جامع و رفع ابهامات موجود،
- تقویت سازمان حفاظت محیط زیست در حوزه نظارت بر اجرای قوانین و مقررات زیست محیطی،
- تشکیل فوری کارگروه‌های تخصصی متشکل از نمایندگان دستگاه‌های اجرایی، دانشگاه‌ها و بخش خصوصی با هدف بررسی جامع مسائل مربوط به فرسایش خاک، شناسایی راهکارهای عملی و ارائه پیشنهادها برای،
- ایجاد یک سیستم جامع پایش و ارزیابی مبتنی بر شاخص‌های مشخص و قابل اندازه‌گیری،
- الزام دستگاه‌های اجرایی به تدوین و ارائه برنامه‌های عملیاتی،
- در نظر گرفتن یک ردیف بودجه مستقل و مشخص در بودجه سنواتی کشور برای اجرای برنامه‌های حفاظت از خاک،
- ارزش‌گذاری اقتصادی خاک و محاسبه آن در حساب‌های ملی توسط سازمان برنامه و بودجه کشور، با همکاری وزارت جهاد کشاورزی، سازمان حفاظت محیط زیست و سایر دستگاه‌های ذی‌ربط،
- ترویج کشاورزی پایدار با همکاری کشاورزان، کارشناسان و سازمان‌های مردم‌نهاد،
- مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز با مشارکت جوامع محلی.

۱. مقدمه

فرسایش خاک و رسوب منتقل شده به آبراهه‌ها از مهم‌ترین مشکلات و نگرانی‌های محیطی در توسعه پایدار هستند و تهدید عمده و برجسته‌ای برای ثبات اقتصادی و محیط زیستی در سراسر جهان است [۱]. فرسایش خاک یک فرایند طبیعی و رایج‌ترین نوع تخریب زمین است. در این پدیده که فعالیت‌های انسانی و مخاطرات طبیعی آن را تشدید می‌کنند، لایه بالایی خاک جابه‌جا می‌شود. خاک یکی از منابع اصلی جهت رشد گیاهان و تولید مواد غذایی است و امروزه افزایش تولید مواد غذایی و استفاده درست از منابع خاکی جهت تولید در سراسر جهان در اولویت قرار دارد. فرسایش خاک از مشکلات و موانع عمده و جدی در مدیریت منابع طبیعی و عرصه‌های کشاورزی است که سبب کاهش باروری خاک و بهره‌وری زمین، آلوده شدن آبراهه‌ها و پر کردن مخازن می‌شود [۲]. همچنین سبب کاهش تولید ناخالص داخلی می‌شود و امنیت غذایی را تهدید می‌کند و نگرانی‌های اجتماعی-اقتصادی را نیز افزایش می‌دهد [۳] و کشورهای فقیرتر اغلب بیشترین تأثیرات را در این زمینه تجربه می‌کنند. در گزارش سال ۲۰۱۵ وضعیت منابع جهانی، فرسایش خاک تهدید اصلی برای عملکرد خاک در پنج منطقه از هفت نقطه جهان (آفریقا، آسیا، آمریکای لاتین، شمال آفریقا و آمریکای شمالی) گزارش شده است [۴]. ساختن جاده‌ها، بزرگراه‌ها، سدها، استخراج معادن و توسعه شهرسازی از مهم‌ترین فعالیت‌های

انسانی بوده که به فرایند فرسایش خاک، انتقال و رسوب سرعت می‌دهد [۵]؛ بنابراین حفاظت از خاک و جلوگیری از فرسایش آن از اهمیت بالایی برخوردار است. مطالعات انجام شده حاکی از آن است که منابع خاک کشور در شرایط نامساعدی به سر می‌برند. مشکلاتی نظیر فرسایش، آلودگی، فرونشست خاک، مدیریت این منابع را بسیار دشوار کرده است. تهدیدات محیط زیستی خاک، ناشی از دو پدیده مهم فرسایش و آلودگی بوده که وضعیت فعلی گویای آن است که نرخ فرسایش بالاتر از نرخ شکل‌گیری طبیعی خاک است. یکی از دلایل مهم اهمیت توجه به خاک و جلوگیری از آلودگی و از بین رفتن آن، زمان طولانی لازم جهت تجدید منابع آن است، به‌طوری‌که برای تشکیل یک سانتی‌متر خاک ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ سال زمان لازم است [۶]. اگرچه زمان تشکیل خاک با توجه به سنگ مادر (نوع سنگ مادر، ترکیب شیمیایی و ساختار آن)، آب‌وهوا (دما، بارندگی، رطوبت و نوسانات دمايي)، توپوگرافی (شیب زمین، جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا و شکل زمین)، پوشش گیاهی (نوع پوشش گیاهی، مقدار مواد آلی موجود در خاک و فعالیت موجودات زنده)، زمان و نوع موجودات زنده (باکتری‌ها، قارچ‌ها، کرم‌ها و سایر موجودات زنده) در مناطق مختلف متفاوت است، اما در مقیاس عمر انسان یک منبع تجدیدنپذیر محسوب می‌شود [۷]؛ لذا دولت‌ها در سراسر جهان در تلاش هستند تا به موضوع فرسایش خاک بپردازند. امروزه همه روش‌های حفاظت از خاک در سراسر دنیا باید مورد بررسی قرار گیرند و برای همه محققین شناخته شده باشند که کشورها بتوانند با توجه به منابع مالی و همچنین مشکلات به‌وجود آمده در حوزه‌های آبخیزشان روش‌های مختلف حفاظت از خاک را آزمایش کنند و در نهایت باعث کاهش فرسایش در مناطق مختلف شوند. آمارهای بین‌المللی نشان می‌دهند که ایران اولین کشور جهان از نظر فرسایش خاک است [۸]. به‌نحوی که اگر میزان فرسایش خاک به یک سوم مقدار کنونی کاهش یابد، کماکان ایران رتبه اول فرسایش خاک در جهان خواهد بود. فرسایش خاک تبعات جدی برای امنیت غذایی، و دارای پیامدهایی از قبیل تولید ریزگردها، از بین رفتن پوشش گیاهی و تضعیف ظرفیت زیست‌پذیری کشور دارد. فرسایش حدود ۲/۵ میلیارد تن خاک در ایران باعث شده، ایران به‌تنهایی ۷/۷ درصد از فرسایش خاک جهان را به خود اختصاص دهد، در صورتی که یک درصد از وسعت جهان را داراست. این حجم از خاک یعنی ایران سالیانه به‌اندازه کل حجم سه جزایر تنب کوچک و بزرگ و ابوموسی را بر اثر فرسایش خاک از دست می‌دهد. میزان فرسایش خاک در ایران حدود ۱۶/۵ تن در هکتار در سال بوده که این مقدار، بالغ بر ۷ برابر متوسط جهانی آن است [۹ و ۱۰] که در مطالعه محمدی و همکاران در سال (۲۰۲۱) این نرخ فرسایش در ایران (۱۶/۷ تن در هکتار در سال)، ۶ برابر متوسط جهانی آن بیان شده است [۱۰]. وضعیت بسیار شکننده زیست‌بوم، در کنار شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک در بخش وسیعی از کشور، به‌همراه وضعیت ژئومورفولوژیکی، مدیریت نامناسب سرزمین و آلودگی خاک، موجب ایجاد انواع فرسایش خاک در گستره وسیعی از کشور ایران شده است. از این رو، می‌توان اذعان داشت که بحران فرسایش خاک موضوعی حائز اهمیت است که باید مورد توجه متولیان امر قرار گیرد. با وجود تصویب قانون حفاظت از خاک در سال ۱۳۹۸ و تلاش برای اجرای آن، نتایج بررسی‌ها حاکی از آن است که این قانون در خصوص کاهش فرسایش خاک مؤثر نبوده است [۶]. با گذشت ۵ سال از زمان تصویب و ابلاغ قانون حفاظت از خاک، آیین‌نامه اجرایی آن به‌تازگی تصویب شده که در صورت اجرای صحیح و کامل آن، می‌تواند گام مؤثری در راستای جلوگیری از تخریب و آلودگی خاک به‌عنوان عوامل مهم در فرسایش خاک باشد؛ از این رو، اقدامات فوری و همه‌جانبه در سطح ملی و محلی به‌ویژه با پیگیری و اقدامات نظارتی مجلس محترم، جهت اجرای آیین‌نامه اجرایی قانون حفاظت از خاک ضروری است. بر این اساس، در این گزارش پس از بیان مقدماتی در خصوص فرسایش خاک و میزان آن در کشور، به ارائه پیشنهادهایی در برابر کاهش فرسایش خاک در راستای آیین‌نامه اجرایی قانون حفاظت از خاک پرداخته خواهد شد.



۲. پیشینه پژوهش

۲-۱. سوابق مطالعاتی در مرکز

در گزارش انجام شده با عنوان اظهار نظر کارشناسی درباره: «لایحه جامع خاک»، به شماره مسلسل ۱۰۸۶۲ در سال ۱۳۹۰ بیان شد که با توجه به ضرورت روزافزون حفاظت خاک در کشور، دولت لایحه‌ای با عنوان لایحه جامع خاک را در قالب ۳۸ ماده تدوین و به مجلس شورای اسلامی ارائه کرده است. با توجه به وضعیت خاک در کشور ما- ایران دارای یکی از بالاترین آمار مرتبط با فرسایش خاک در دنیاست- باید در این لایحه مباحث فرسایش و حفاظت خاک مدنظر قرار گیرد. اما این مفهوم در شرح مواد لایحه مغفول مانده و بیشتر به بحث آلودگی خاک پرداخته شده و از بحث اصلی مشکلات کلان فرسایش و حفاظت خاک کشور دور شده است. بنابراین، توجه ویژه و جامع به بحث فرسایش و حفاظت خاک در روند توسعه پایدار امری ضروری است.

مطالعه دیگری با عنوان اظهار نظر کارشناسی درباره: «لایحه جامع خاک»، به شماره مسلسل ۱۲۵۰۴ در سال ۱۳۹۱ انجام شد که نتایج آن نشان داد وضعیت فعلی خاک‌های کشور نیازمند حفاظت و جلوگیری از تخریب است؛ بنابراین باید رویکرد این لایحه بیشتر معطوف به حفظ پایداری خاک و ممانعت از تغییر کاربری بی‌رویه آن و نیز الزام بهره‌برداران به رعایت بهره‌برداری بهینه و رعایت اصول خاک‌داری باشد. اما متأسفانه در این لایحه قسمتی از آن موارد در بونه اجمال باقی مانده و توجه بیشتر، معطوف به آلودگی‌ها شده است. اگرچه مبحث آلودگی‌ها ارزش و اهمیت زیادی برخوردار است، اما آنچه در کشور به طور عمده خاک را در معرض نابودی قرار می‌دهد، تغییر کاربری، فرسایش خاک و عدم رعایت ملاحظات خاک‌داری است. در همین راستا، گزارش دیگری با عنوان اظهار نظر کارشناسی درباره: «لایحه حفاظت از خاک» به شماره مسلسل ۱۴۳۶۵ در سال ۱۳۹۴ منتشر شد که نتایج حاصل از آن بیانگر این واقعیت است که خاک کشور به لحاظ وضعیت طبیعی، اقلیمی و زمین‌شناسی خاص آن، همواره در معرض تخریب‌های گوناگون بوده است. متأسفانه در دهه‌های اخیر به دلیل رشد سریع جمعیت، مدیریت نادرست و غیراصولی منابع خاک و اراضی به همراه بهره‌برداری‌های متکی به حصول سود سرشار در کوتاه‌مدت توسط بخش خصوصی، همگی وضعیت نسبتاً بحرانی را در منابع خاک و اراضی کشور ایجاد کرده است. توجه به اهمیت موضوع و ضرورت شناخت توان و محدودیت‌های خاک در راستای مدیریت بهینه آن، افزایش سطح مدیریت پایدار بر اراضی و رسیدن به استقلال ملی از لحاظ تأمین نیازهای کشوری در امر کشاورزی از الزامات مدیریت خاک کشور است.

افزون بر اینها، در گزارش انجام شده با عنوان بررسی عملکرد قانون حفاظت از خاک به شماره مسلسل ۱۸۶۴۶ در سال ۱۴۰۱ مشاهده شد که تهدیدات محیط زیستی خاک، ناشی از دو پدیده مهم فرسایش و آلودگی است. وضعیت فعلی گویای آن است که نرخ فرسایش بالاتر از نرخ شکل‌گیری طبیعی خاک است. نرخ فرسایش خاک در ایران نیز نسبت به مقدار متوسط جهانی آن، در رده بالایی قرار دارد و توجه ویژه به این موضوع حائز اهمیت است. مدیریت، حفاظت و بهره‌برداری پایدار از خاک به عنوان یکی از چالش‌های جهان، به خصوص کشورهای در حال توسعه نظیر جمهوری اسلامی ایران، ابزاری جهت مقابله با این مشکلات بوده و سبب قرارگیری آنها در مسیر رسیدن به توسعه پایدار خواهد شد. قانون حفاظت از خاک در ایران، پیشینه‌ای نسبتاً طولانی را طی کرده و سرانجام در خردادماه ۱۳۹۸ به تصویب رسید و ابلاغ شد. اگرچه پس از تصویب این قانون، مفاد آن برای دستیابی به اهداف مذکور در دستور کار نهادهای مختلف قرار گرفته است و دستگاه‌های ذی‌ربط در حال تلاش برای تحقق قانون حفاظت از خاک و اجرای مفاد قانونی آن هستند، اما با گذشت حدود دو سال از تصویب و ابلاغ آن، به نظر می‌رسد اثربخشی قابل مشاهده‌ای از قانون مذکور در خصوص کاهش فرسایش و آلودگی خاک، حاصل نشده است و تارسیدن به آرمان مورد نظر فاصله زیادی وجود دارد.

۲-۲. سوابق تقنینی به همراه آسیب شناسی

الف) بند «ب» ماده (۱۲) قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی

این بند با الزام دولت به منظور در نظر گرفتن هزینه‌های احیا و بازسازی در محاسبات اقتصادی طرح‌ها، گامی مهم در جهت حفظ و احیای منابع طبیعی به شمار می‌رود. این بند به صراحت بر ضرورت جبران خسارات وارد شده به جنگل‌ها و منابع طبیعی تأکید می‌کند که این امر برای حفظ و احیای این منابع بسیار مهم است. همچنین الزام به در نظر گرفتن هزینه‌های احیا و بازسازی در محاسبات اقتصادی طرح‌ها، نشان‌دهنده تلاش برای ایجاد یک رویکرد جامع در ارزیابی اثرات طرح‌ها بر محیط زیست است.

ب) ماده (۳۲) قانون برنامه هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران

در این ماده، کاهش ۲۰ درصدی فرسایش خاک تا پایان برنامه به عنوان یکی از شاخص‌های کلیدی برای سنجش عملکرد در حوزه امنیت غذایی تعیین شده است.

علاوه بر این موارد، قانون حفاظت از خاک مصوب ۱۳۹۸/۰۳/۰۴ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۴۰۲/۱۱/۲۹ نیز به عنوان قوانین خاص و اصلی به موضوع حفاظت از خاک و پیشگیری از فرسایش خاک توجه کرده، اما دارای ابهامات و ضعف‌هایی بوده که در یک بخش مجزا در این گزارش به آسیب شناسی آن پرداخته شده است.

۳. مبانی و مفاهیم فرسایش خاک

فرسایش خاک، پدیده‌ای پیچیده و چندوجهی است که بسته به عوامل مؤثر، شدت و نوع آن می‌تواند متفاوت باشد؛ و بر اساس نظرات متخصصان حوزه‌های مختلف، در این دسته‌بندی تفاوت‌هایی وجود دارد. بدین منظور که دسته‌بندی ارائه شده از فرسایش خاک توسط متخصصان ژئومورفولوژی با متخصصان منابع طبیعی متفاوت است. متخصصان منابع طبیعی برای مطالعه و مدیریت بهتر این پدیده، آن را به دسته‌های مختلفی تقسیم‌بندی می‌کنند که اساس طبقه‌بندی فرسایش خاک در این مطالعه است. این طبقه‌بندی‌ها به درک بهتر مکانیسم‌های فرسایش و انتخاب روش‌های مناسب برای کنترل آن کمک می‌کند. به طور کلی، فرسایش خاک، فرایند جدا شدن و انتقال ذرات خاک در اثر یک نیروی فرساینده است. بر مبنای نیروی فرساینده، فرسایش خاک به انواع آبی (ناشی از نیروی بارندگی و رواناب)، بادی، شخم و توده‌ای (شامل زمین لغزش یا حرکات دامنه‌ای) گروه‌بندی می‌شود [۱۱]. مهم‌ترین شکل‌های فرسایش آبی شامل فرسایش پاشمانی، فرسایش سطحی، خندقی (آب‌کندی)، بدلندی (هزار دره) و کنار رودخانه‌ای هستند [۱۲]. فرسایش برداشت محصول نیز در اراضی زراعی آبی اهمیت دارد و ممکن است مقدار آن در شرایطی و تحت کشت برخی محصولات (به ویژه غده‌ای)، از انواع دیگر فرسایش بیشتر شود [۱۳]. فرایند فرسایش شامل سه مرحله برداشت، حمل و رسوب گذاری است. ذرات خاکی که توسط جریان آب یا باد در حال انتقال هستند را رسوب می‌گویند. تولید رسوب بخشی از خاک فرسایش یافته در سطح حوضه است که توسط جریان رودخانه از حوضه خارج می‌شود یا به درون دریاچه یا پشت سدها می‌ریزد. به نسبت بین تولید رسوب به فرسایش خاک، نسبت تحویل رسوب (SDR)^۱ می‌گویند که بر حسب درصد نیز بیان می‌شود [۱۴]. نسبت تحویل رسوب از موضوعات مهم در مدل سازی فرسایش خاک، طراحی اقدامات حفاظت خاک و آبخیزداری و همچنین مطالعات علمی فرسایش خاک است.

1. Sediment Delivery Ratio



۴. وضعیت فرسایش خاک در جهان

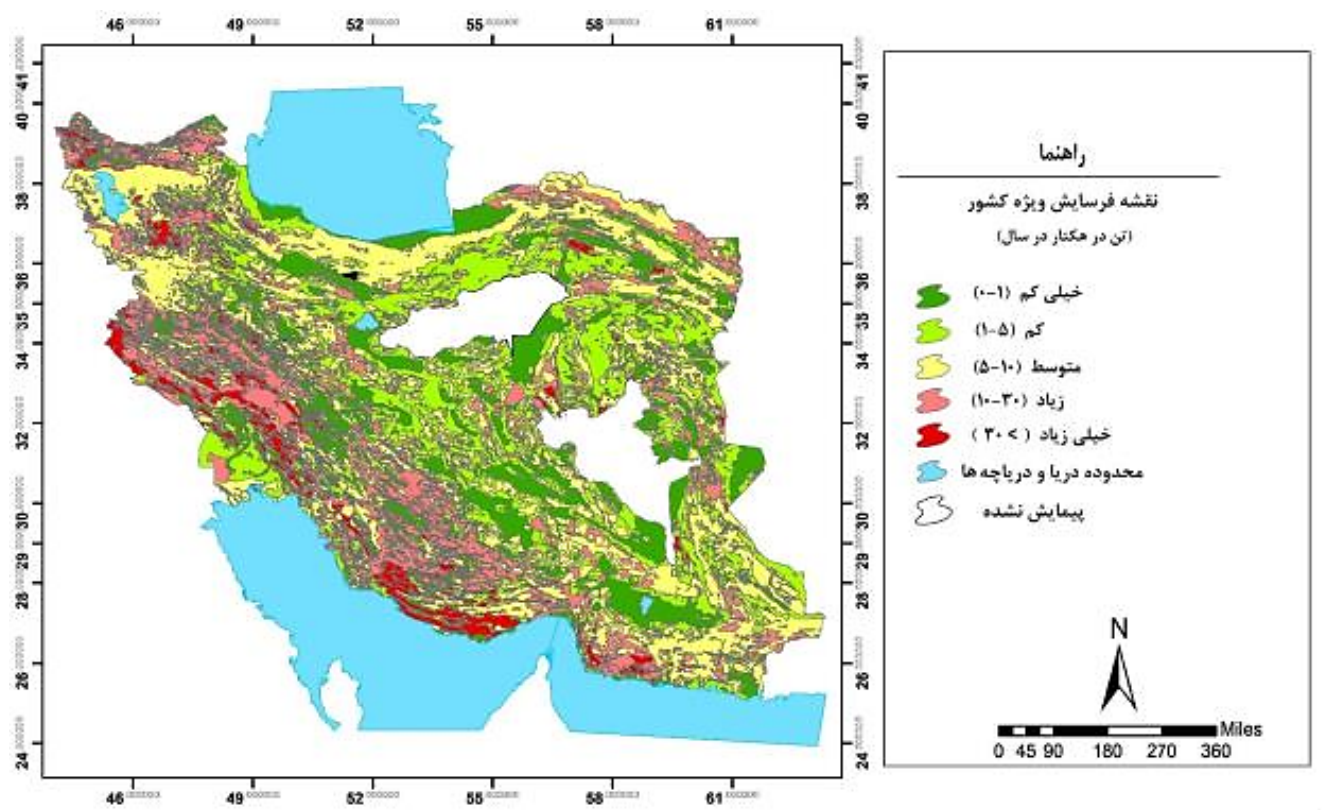
نرخ فرسایش طبیعی خاک حدود یک تن یا کمتر از یک تن در هکتار در سال است [۱۵]. بر مبنای «ارزیابی جهانی تخریب خاک»، فرسایش خاک، ۱۶۴۳ میلیون هکتار از اراضی دنیا را تحت تأثیر قرار داده و عامل ۸۲ درصد تخریب خاک ناشی از فعالیت‌های انسان است [۱۶]. Borrelli و همکاران در سال ۲۰۱۳ با مدل سازی فرسایش خاک در سطح جهان با هدف ارزیابی اثر تغییر کاربری، متوسط سالیانه پتانسیل فرسایش خاک را ۳۵ میلیارد تن در سال (با مقدار میانگین ۲/۸ تن در هکتار در سال) برآورد کردند [۱۷]. براساس این مطالعه، آمریکای جنوبی، آفریقا و آسیا با مقادیر متوسط ۳/۵۳، ۳/۵۱ و ۳/۴۷ تن در هکتار در سال، بالاترین نرخ فرسایش خاک را دارند. آمریکای شمالی، اروپا و اقیانوسیه با مقادیر به طور قابل توجه کمتر، به ترتیب ۲/۲۳، ۰/۹۲ و ۰/۹ تن در هکتار در سال، در ردیف‌های بعدی هستند. از سوی دیگر، اثر اجرای کشاورزی حفاظتی در ۴۰ کشور، بیانگر کاهش معنی دار میزان فرسایش خاک بود. بر مبنای مطالعه Borrelli و همکاران در سال ۲۰۱۳، کشورهای آرژانتین، پاراگوئه، برزیل، اروگوئه، نیوزیلند، کانادا، استرالیا، ایالت متحده، بولیوی، ونزوئلا و شیلی، به ترتیب با بیش از ۳۰ درصد تا حدود ۱۰ درصد کاهش تلفات خاک، موفق‌ترین کشورها در این زمینه هستند [۱۷]. شدت فرسایش خاک در اراضی تحت کشت در نواحی کشاورزی وسیع، همانند ایالات متحده، حدود ۶ تن در هکتار در سال، و در اراضی وسیعی که طی قرن گذشته در شمال شرقی چین زیر کشت رفته‌اند، به طور متوسط ۱۵ تن در هکتار در سال و حتی بیشتر گزارش شده است [۱۸]. براساس این گزارش، اجرای عملیات حفاظت خاک، به ویژه شخم حفاظتی و کشت بدون شخم، متوسط نرخ فرسایش خاک را در ایالات متحده به حدود یک تن در هکتار در سال یا حتی کمتر، کاهش داده است. همچنین بر طبق گزارش سازمان خواروبار جهانی [۱۹]، برآوردهای تلفات سالیانه خاک بر مبنای اندازه‌گیری در کرت‌های صحرایی (۸ تا تقریباً ۵۰ تن در هکتار در سال) به طور قابل توجهی بیشتر از مقادیر تخمینی از مدل‌های منطقه‌ای و جهانی (۲ تا ۴ تن در هکتار در سال) هستند.

۵. وضعیت فرسایش خاک در ایران

۵-۱. فرسایش آبی و تولید رسوب

فرسایش آبی که مهم‌ترین نوع فرسایش خاک محسوب می‌شود، عبارت است از جداسازی، جابه‌جایی و از بین رفتن مواد خاک توسط آب که این فرایند ممکن است به شکل طبیعی یا اینکه توسط فعالیت‌های انسان تشدید شود و با تجمع تدریجی رواناب سطحی و فرسایش سطحی (شسته شدن سطح خاک زراعی) شروع می‌شود، سپس با تجمع آب در جویبارهای کوچک وارد مرحله فرسایش شیاری خواهد شد. نخستین نقشه‌های فرسایش خاک برای ایران، نقشه‌هایی هستند که با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰۰ توسط یونسکو با همکاری فائو و برنامه محیط زیست سازمان ملل در سال ۱۹۸۰ با مدل USLE ساده شده، برای خاورمیانه و شمال آفریقا تهیه شده است. در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، اطلس نقشه‌های موضوعی بسیاری در خصوص فرسایش خاک گردآوری شده که از جمله آنها می‌توان به نقشه ملی فرسایش آبی خاک ایران که در سال ۱۴۰۱ توسط نیک کامی تهیه شد، اشاره کرد (شکل ۱).

شکل ۱. نقشه فرسایش خاک ایران [۲۰]



همچنین در مطالعه Shahoei در سال ۱۹۸۹ [۲۱] مساحت طبقه‌های مختلف نقشه خطر فرسایش خاک (بدون اعمال فاکتور پوشش گیاهی)، و میزان واقعی هدررفت خاک در محدوده ایران تعیین شد (جدول ۱). Arabkhedri در سال ۲۰۱۴ [۲۲] نیز متوسط هدررفت خاک کشور را برپایه حد پایین و حد بالای کلاس‌های این جدول، به ترتیب ۶ و بالغ بر ۳۰ تن در هکتار در سال محاسبه کرد. براساس حد وسط هر طبقه، مقدار کل هدررفت خاک کشور ۳/۲ میلیارد تن (معادل ۲۰ تن در هکتار) در سال خواهد بود.

جدول ۱. درصد مساحت کلاس‌های خطر فرسایش و میزان هدررفت خاک نقشه فائو در سطح ایران [۲۱]

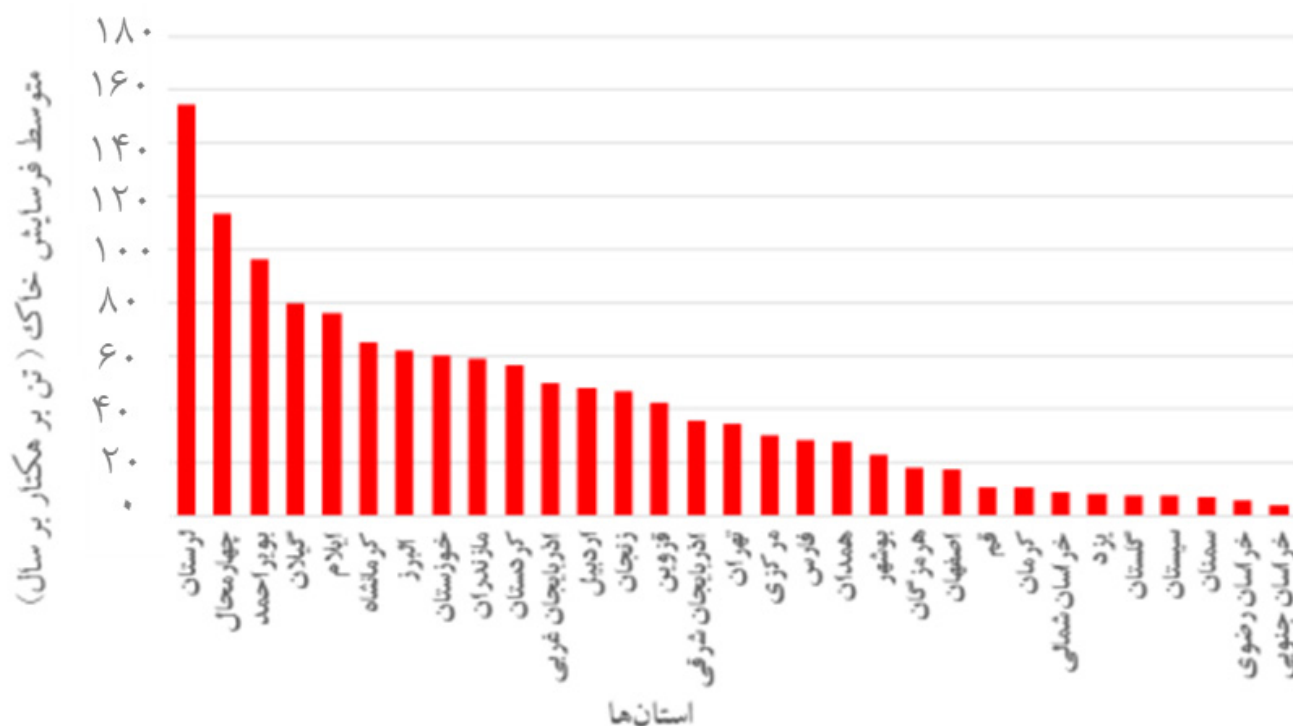
کلاس خطر فرسایش یا هدررفت خاک (تن در هکتار در سال)	< ۱۰	۱۰-۵۰	۵۰-۲۰۰	> ۲۰۰	دشت‌های نمک	تپه‌های شنی	بیرون‌زدگی‌های سنگی	دریاچه‌ها
خطر فرسایش خاک	۴۰/۵	۲۱/۳	۱۹	۱۲	۴	۲/۲۵	۰/۶	۰/۲۸
هدررفت واقعی	۴۸/۹	۴۰	۴	۰/۰۱۵	۴	۲/۲۵	۰/۶	۰/۲۸

براساس آمار رسوب‌دهی معلق ۲۰۹ ایستگاه رسوب‌سنجی در رسوب سطح کشور، میانه رسوب‌دهی ویژه معلق کشور ۲/۱۴ تن در هکتار در سال، و میزان فرسایش خاک کشور بدون احتساب بار بستر، بالغ بر یک میلیارد تن در سال (حدود ۶ تن در هکتار در سال) برآورد شده است [۲۳]. در مطالعه Arabkhedri در سال ۲۰۱۴ [۲۲] نیز میانگین رسوب‌دهی معلق، ۳/۶ تن در هکتار در سال برآورد شده است. بعد از نقشه فائو، دومین برآورد میزان فرسایش در سطح کشور، در قالب طرح سیمای فرسایش حوزه‌های آبخیز کشور [۲۴] با کاربرد مدل EPM انجام



گرفت که در آن متوسط فرسایش خاک ۶/۹ تن در هکتار در سال و مقدار کل فرسایش ۱/۱۳ میلیارد تن برآورد شد. بررسی فرسایش مجاز و تدقیق ارقام فرسایش آبی خاک در اقالیم مختلف کشور نشان داد که مقدار کل فرسایش از سطح کشور را حدود یک میلیارد تن در سال و یا به‌طور متوسط، ۶ تن در هکتار است که از این میزان، حدود یک‌سوم از این فرسایش، به‌صورت رسوب معلق در آبراهه‌ها جریان می‌یابد [۲۵]. براساس آمار رسوب‌سنجی ۱۱۸ ایستگاه در هفت ناحیه؛ البرز شرقی، میانی و غربی؛ زاگرس شمالی، میانی و جنوبی، و ایران مرکزی، میانگین رسوب‌دهی ویژه و متوسط وزنی فرسایش خاک حوضه‌های مشرف به ایستگاه‌های رسوب‌سنجی را به‌ترتیب ۳/۳ و ۱۶ تن در هکتار در سال برآورد شد. بیشترین میزان فرسایش خاک با مقدار ۳۲/۴ تن در هکتار در سال، برای مناطق زاگرس جنوبی گزارش شد. در این تحقیق، با تعمیم این نتایج به سطح ۱۲۵ میلیون هکتار دارای فرسایش آبی، میزان فرسایش آبی کشور دو میلیارد تن در سال به‌دست آمد [۲۶]. برآورد فرسایش خاک در سطح کشور در سال ۱۳۹۷، میانگین سالیانه فرسایش خاک برای ایران ۱۶/۵ تن در هکتار (معادل ۷/۲ میلیارد تن تلفات کل سالیانه) برآورد شده است [۲۷]. بیشترین مقدار فرسایش خاک در استان‌های غربی و شمال غربی (لرستان، چهارمحال و بختیاری، ایلام و ...) مشاهده می‌شود (شکل ۲).

شکل ۲. نمودار متوسط فرسایش خاک برحسب تن در هکتار در سال در سطح هر استان [۲۷]



دو نوع فرسایش دیگر نیز شامل فرسایش شخم و هدررفت ناشی از برداشت محصول در اراضی دیم و آبی رخ می‌دهد. در مطالعه موردی که در تنکابن استان مازندران انجام شد، حجم خاک جابه‌جا شده در جهت شیب و در جهت جانبی به‌ترتیب بین ۸ تا ۳۶ و ۵ تا ۲۲ تن در هکتار در سال برآورد گردید [۲۸]. نرخ هدررفت خاک با برداشت سیب‌زمینی حدود یک تن در سال و مقدار کل هدررفت خاک همراه برداشت سیب‌زمینی در کشور ۱۳۷ هزار تن در سال برآورد شده است [۲۹]. نرخ هدررفت خاک با برداشت سیب‌زمینی در استان خوزستان ۲/۵ تن در هکتار در سال [۳۰]، و در دو منطقه در استان کردستان بین ۰/۶۶ الی ۱/۱۴ تن در هکتار در هر برداشت اندازه‌گیری شد [۳۱]. این مطالعات اندک بیانگر اهمیت زیاد فرسایش شخم و هدررفت ناشی از برداشت محصول در برخی از شرایط به‌ویژه در اراضی دیم و آبی در مقایسه با سایر

انواع فرسایش خاک هستند که متأسفانه چندان مورد توجه محققین نبوده‌اند.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود برآورد مقدار کل فرسایش خاک کشور مورد توجه بسیاری از افراد و دستگاه‌های اجرایی است و ارائه آن در برخی از اسناد و گزارش‌های ملی و بین‌المللی ضرورت دارد. چنین برآوردهایی اثر تمام‌انواع فرسایش اعم از سطحی، خندقی، کنار رودخانه‌ای و حرکت‌های توده‌ای را در بر می‌گیرد. نگاهی به مستندها و گزارش‌های موجود؛ نشانگر پراکندگی زیاد در بین برآوردهای فرسایش خاک کشور بوده و آمار متقنی در این زمینه وجود ندارد که برخی از آنها در زیر گردآوری شده است [۲۰]:

■ حدود یک میلیارد تن در سال [۳۲]،

■ ششصد و نود تن در کیلومتر مربع در سال معادل ۹۷۵ میلیون تن در سال [۳۳]، با استفاده از نقشه فرسایش ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه شده در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری با مدل EPM^1 کمی ساده شده،

■ ششصد تن در کیلومتر مربع در سال معادل یک میلیارد تن در سال و ۳۰۰ تن در کیلومتر مربع در سال معادل پنج میلیارد تن در سال، به ترتیب براساس کمینه‌ها و بیشینه‌های طبقه‌های نقشه فرسایش ۱:۵۰۰۰۰۰۰ تهیه شده توسط یونسکو با همکاری فائو و برنامه عمران سازمان ملل در سال ۱۹۸۰ با مدل $USLE$ ساده شده،

■ سه و نیم میلیارد تن در سال،

■ سه تا چهار میلیارد تن در سال، به نقل از برآورد یونسکو با همکاری فائو و برنامه عمران سازمان ملل در سال ۱۹۸۰،

■ میانگین وزنی ۱۶۴۵ تن در کیلومتر مربع در سال معادل دو میلیارد تن در سال از سطح ۱۲۵ میلیون هکتار در معرض فرسایش آبی،

■ پانصد و پنجاه تن در کیلومتر مربع در سال معادل ۸۹۵ میلیون تن در سال فرسایش براساس اعتبارسنجی برآورد [۳۳] با رسوب‌دهی مشاهده‌ای در ۲۷۶ حوضه دارای آمار رسوب‌دهی در هشت منطقه جغرافیایی همگن،

■ میانگین وزنی ۱۶۰۰ تن در کیلومتر مربع در سال معادل دو میلیارد تن در سال فرسایش از سطح ۱۲۵ میلیون هکتار در معرض فرسایش آبی [۳۴] براساس اعتبارسنجی برآورد [۳۳] با رسوب‌دهی مشاهده‌ای در ۱۱۸ حوضه دارای آمار رسوب‌دهی.

مهم‌ترین دلیل اختلاف در برآوردهای موجود، ضعف روش‌های به کار رفته، تعمیم اندازه‌گیری‌های بخشی به نسبت کوچک از کشور به دیگر بخش‌ها و استفاده از روش‌ها و مدل‌های واسنجی نشده؛ مانند مدل $USLE$ و EPM ساده شده است. سازمان‌های مختلف ممکن است رویکردها و روش‌های متفاوتی را برای حفاظت از خاک اتخاذ کنند که این امر می‌تواند منجر به تضاد شود و در نهایت این گونه اختلاف‌ها در برآوردهای جهانی نیز مشاهده می‌شود.

۲-۵. فرسایش خندقی (آبکندی)

این فرسایش را فرسایش گودالی یا آبکند نیز می‌گویند. خندق آبراهه‌ای است نسبتاً دائمی که جریان‌های موقت آب در هنگام بارندگی از آن می‌گذرد و مقدار بسیار زیادی رسوب در خود حمل می‌کند. به‌طور کلی، وقتی آبراهه‌های فرسایش‌یافته موجود در سطح زمین به اندازه‌ای بزرگ باشد که وسایل کشت و زرع نتواند به‌طور عمومی از آنها عبور کند یا به عبارت دیگر نتوان آنها را به وسیله عملیات کشت و زرع معمولی تسطیح کرد، خندق نامیده می‌شود. باید در نظر داشت که فرسایش خندقی از بسیاری جهات شبیه فرسایش شیاری است؛ به بیان دیگر مرز مشخصی که فرسایش خندقی و شیاری را از یکدیگر جدا کند وجود ندارد. در واقع تفاوت فرسایش خندقی و شیاری در این است که در فرسایش خندقی عرض و عمق خندق‌ها خیلی با هم اختلاف ندارند، در حالی که فرسایش شیاری عرض شیارها معمولاً چندین برابر عمق آنهاست. در پروژه ملی «بررسی و طبقه‌بندی مورفوکلیماتیک خندق‌های ایران» که در فاصله سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۴ انجام شد، تعداد ۱۷۴ پهنه آبکندی با مساحت بزرگ‌تر از ۵۰۰ هکتار در تمامی استان‌های ایران مورد مطالعه قرار گرفت. در این مطالعه در مجموع، تعداد ۵۲۲ آبکند به‌طور دقیق بررسی شد [۳۵]. متوسط حجم خاک تلف شده در واحد طول آبکندهای ایران معادل ۲۱/۲۴ متر مکعب در متر بوده است [۳۶]. براساس طبقه‌بندی شدت فرسایش آبکندی، آبکندهای ایران دارای تراکم زیاد تا خیلی زیاد هستند. بیشتر آبکندهای ایران در

1. Erosion Potential Method



دو کلاس کوچک (عمق کوچک‌تر از یک متر) و متوسط (عمق یک تا ۱۰ متر) قرار دارند و اغلب در اراضی زراعی دیم و مراتع و در خاک‌های با بافت لوم، لوم‌شن و لوم‌رس توسعه یافته‌اند. آنها، مهم‌ترین دلایل ایجاد و توسعه آبکندهای ایران را تخریب پوشش گیاهی مراتع، تبدیل اراضی مرتعی به کشاورزی، ساخت راه‌ها و احداث آبگذرهای غیراصولی می‌دانند. این تحقیق همچنین نشان می‌دهد که بیش از ۵۰ درصد از آبکندهای ایران فاقد اقدامات مدیریتی و اصلاحی هستند و اغلب اقدامات سازه‌ای نیز با هدف کنترل رسوب اجرا شده‌اند. آنها اقدامات مدیریتی برای پیشگیری از ایجاد آبکند به‌ویژه در دیم‌زارها و رعایت اصول حفاظت خاک در طراحی و ساخت آبگذرهای جاده‌ای و راه‌های کوهستانی را ضروری می‌دانند [۳۷].

۳-۵. فرسایش توده‌ای

این فرسایش عبارت است از حرکت عظیمی از توده‌های خاک یا سنگ یا مجموع آنها به‌طرف پایین شیب در اثر نیروی ثقل است. این فرسایش در واقع زمانی رخ می‌دهد که نیروی حاصل از وزن مواد بیش از نیروی ناشی از نیروی برشی خاک باشد. عوامل مختلفی مانند باران، برف و بهمن در ایجاد فرسایش توده‌ای مؤثرند. پس از یک بارندگی شدید و طولانی یا در اثر ذوب شدن برف‌ها، توده‌هایی از خاک و سنگ کنده شده و به‌طرف پایین حرکت می‌کند. باید در نظر داشت که حرکات توده‌ای خاک معمولاً در اثر نیروی خارجی مانند جریان آب به‌وجود نمی‌آید، بلکه در اثر جریان آب، مقداری از آب در داخل خاک نفوذ کرده، باعث کم شدن مقاومت خاک می‌شود و به این دلیل فرسایش توده‌ای را فرسایش داخلی نیز می‌گویند.

فرسایش توده‌ای جزء فرسایش‌های طبیعی است؛ اما بشر با انجام عملیاتی مانند حفر معدن، جاده‌سازی و از بین بردن پوشش گیاهی می‌تواند آن را تشدید کند. حرکات‌های توده‌ای معمولاً به سه شکل متفاوت است که به‌صورت ریزش توده‌های خاک، لغزش خاک، جریان گل رخ می‌دهد. خاک‌برداری‌ها و خاک‌ریزی‌های گسترده در اقدامات عمرانی نظیر جاده‌سازی، تغییر کاربری و زلزله از عوامل مؤثر بر تشدید حرکات‌های توده‌ای در ایران شناخته شده‌اند [۳۸].

براساس مطالعات انجام شده در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و مراکز تحقیقاتی تابعه کشور، بانک اطلاعاتی زمین لغزش‌های ثبت شده کشور و استفاده از مدل‌های یادگیری عمیق و هوش مصنوعی ۶ تا ۱۴ درصد از سطح اراضی کشور و همچنین حدود ۳۱ درصد شهرهای کشور در نواحی با حساسیت خیلی زیاد تا زیاد قرار دارند. در بین ۳۱ استان کشور استان یزد، سیستان و بلوچستان و خراسان جنوبی دارای کمترین و استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، کردستان و لرستان بیشترین پهنه‌های خطر زمین لغزش را دارا هستند. از نظر وضعیت قرارگیری شهرها در معرض خطر خیلی زیاد رخداد لغزش در استان‌های چهارمحال و بختیاری، لرستان، کهگیلویه و بویراحمد و کردستان بیشترین تعداد شهر و استان‌های یزد، سیستان و بلوچستان، خراسان جنوبی، خراسان شمالی و اردبیل کمترین تعداد شهر را دارند. به‌طور کلی، درصد مساحت اراضی نسبت به رخداد زمین لغزش در ایران برای طبقات مختلف به ترتیب حساسیت خیلی کم ۳۶ درصد، کم ۲۴ درصد، متوسط ۲۰ درصد، زیاد ۱۴ درصد و خیلی زیاد ۶ درصد است. درصد تعداد شهرهای کشور که در طبقات مختلف ریسک لغزش قرار می‌گیرند به ترتیب رده خیلی کم، ۳۰ درصد، کم ۱۹ درصد، متوسط ۲۰ درصد، زیاد ۱۹ درصد و خیلی زیاد ۱۲ درصد است. از نظر عوامل مؤثر مختلف بر رخداد زمین لغزش، عوامل متعددی در ایجاد این پدیده نقش دارند که بررسی تحقیقات انجام شده در پژوهشکده و مراکز استانی تابعه تاکنون نشان می‌دهد که سنگ‌شناسی در ایجاد حدود ۴۸ درصد از زمین لغزش‌ها نقش دارد. بعد از سنگ‌شناسی، بارش عامل ایجاد حدود ۲۰ درصد از زمین لغزش‌ها در کشور است [۲۰].

۴-۵. فرسایش بادی

کشور ایران در کمربند خشک و بیابانی دنیا واقع شده و حدود نیمی از مساحت آن را مناطق کویری، تپه‌های ماسه‌ای، بیابان‌ها یا مناطق با پوشش گیاهی ناچیز می‌پوشانند [۱۱]. تخمین زده می‌شود که بیش از ۶۰ درصد از مساحت کشور تحت تأثیر فرسایش بادی و طوفان‌های

شن و گردوغبار قرار دارد. مساحت ماسه زارهای ایران حدود ۱۲ تا ۱۳ میلیون هکتار است که ۵ تا ۶ میلیون هکتار آن را تپه های شنی فعال تشکیل می دهد [۱۱]. طبق نقشه پتانسیل فرسایش پذیری سرزمین، بیش از ۳۰ میلیون هکتار از مساحت کشور پتانسیل فرسایش بادی را دارد. برآورد پتانسیل فرسایش بادی و گردوغبار در استان های مختلف ایران نشان داد که مقدار کل تلفات خاک ناشی از فرسایش بادی از مساحتی در حدود ۲۰ میلیون هکتار معادل ۳۰۴ میلیون تن در سال است. از این میان، استان خوزستان به عنوان یکی از استان های بحرانی فرسایش بادی و گردوغبار به شمار می رود. گستردگی استان خوزستان به همراه تنوع محیط های رسوب گذاری مانند محیط های رسوب گذاری بادی، آبی (رودخانه های کارون، کرخه و جراحی و مارون) و دریاچه ای (تالاب هورالعظیم) و وجود پدیده های متنوع ژئومورفولوژیکی در هر کدام از این محیط ها، برنامه ریزی به منظور مدیریت بهینه فرسایش بادی و کاهش آلودگی های مرتبط با آن را دشوار ساخته است. بنابراین ارائه راهکارهای مدیریتی اجرایی، پژوهشی و کاربردی حفاظت از خاک در برابر فرسایش بادی باید با توجه به ویژگی ها و قابلیت های هر یک از پهنه ها و عرصه های در معرض فرسایش بادی صورت گیرد. در این زمینه ابتدا محورهای اصلی مدیریت بهینه فرسایش بادی و کاهش آلودگی های مرتبط با آن در استان خوزستان مشخص شده و سپس راهکارهای پژوهشی کاربردی و اجرایی بیان شده اند. نتایج نشان داد که راهکارهای مقابله با فرسایش بادی حداقل باید در چهار محور مدیریت بهینه فرسایش بادی و کاهش آلودگی های مرتبط با آن در پهنه های ماسه ای، مدیریت بهینه فرسایش بادی و کاهش آلودگی های مرتبط با آن در پهنه های بحرانی برداشت ذرات گردوغبار، مدیریت بهینه فرسایش بادی و کاهش آلودگی های مرتبط با آن در حوزه های اقتصادی اجتماعی و مدیریت یکپارچه حوزه های آبخیز صورت پذیرد [۲۰].

بررسی بر مبنای محدوده استان نشان داد، استان های خراسان جنوبی، کرمان، و سیستان و بلوچستان به ترتیب با حدود ۱۹/۵، ۱۶ و ۱۵ درصد، بالاترین سهم نسبی از کل بار رسوب بادی کشور را دارند. استان های اصفهان و خراسان رضوی نیز با سهم حدود ۱۰ درصدی در جایگاه بعدی هستند؛ بنابراین بالغ بر ۷۰ درصد فرسایش بادی در این پنج استان رخ می دهد و حدود ۱۴/۵ درصد نیز مربوط به استان های سمنان و یزد است. میزان سالیانه خسارت ناشی از پدیده گردوغبار در سطح ۶ استان کرمانشاه، ایلام، خوزستان، سیستان و بلوچستان، خراسان جنوبی و هرمزگان بر اساس قیمت های سال ۱۳۹۷، حدود ۷۷۶۱۶ میلیارد ریال (معادل حدود ۲/۸ درصد از کل تولید ناخالص ملی این استان) برآورد شد [۳۹].

۶. اثرات فرسایش خاک



الف) اثرات در منطقه فرسایش یافته: فرسایش تشدیدشونده خاک در اثر فعالیت های انسانی دارای اثرگذاری منفی در کوتاه و بلندمدت بر منابع طبیعی است. فرسایش خاک در منطقه تحت تأثیر به صورت مستقیم و غیرمستقیم با اثرگذاری تدریجی بر کمیت و کیفیت خاک از توان تولید آن می کاهد. بنابراین هر ساله به وسیله فرسایش تشدیدشونده از سطح و محصول مزارع موجود برای تولید غذا کاسته می شود و کشاورزان و دامداران برای جبران این اراضی مناطق دیگر را مورد استفاده قرار می دهند. اراضی قابل کشاورزی در جهان تنها ۱۵ میلیارد هکتار می باشند که چیزی کمتر از ۲۲٪ مساحت خشکی ها را شامل می شوند [۱۶]؛ با این حال ۹۷٪ غذای جمعیت زمین را تأمین می کنند [۴۰]. در مقیاس جهانی اثرات درون منطقه ای فرسایش خاک باعث کاهش حاصلخیزی در ۳۳ درصد از اراضی کشاورزی شده است [۴۱]. فرسایش به صورت مستقیم با کاهش عمق خاک و عمق ریشه دوانی گیاه، هدررفت مواد معدنی و آلی خاک، کاهش ظرفیت نگهداری آب در خاک، کاهش جوانه زنی بذرها و در نهایت کاهش سطح اراضی کشاورزی موجب کاهش تولید محصول می شود (جدول ۲).



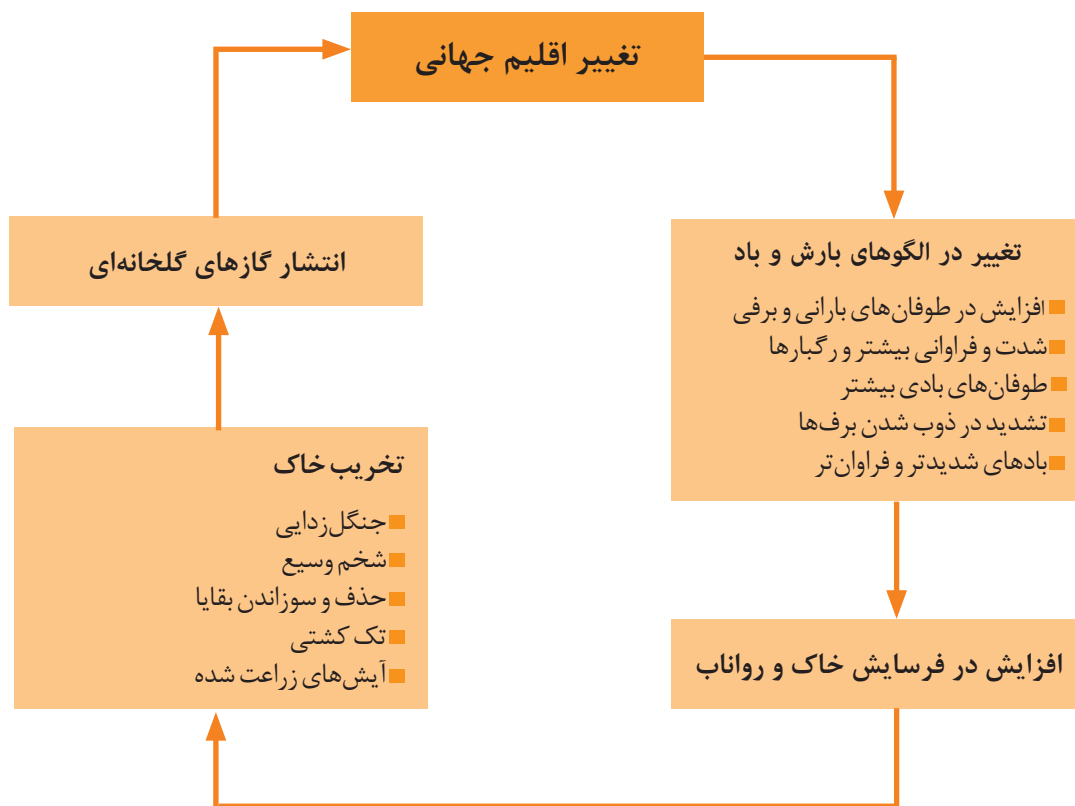
جدول ۲. اثرات درون منطقه‌ای مستقیم و غیر مستقیم فرسایش خاک بر تولید محصول [۴۱]

فرایند	چگونگی تأثیر
کاهش عمق ریشه‌زایی	حساسیت زیاد به آب و هوا عدم تعادل آب و مواد غذایی رژیم حرارتی نامناسب خاک خاک تحت الارض نامساعد و تأثیر آن بر روی موجودات زنده
هدررفت مواد غذایی مورد نیاز گیاه	کمبود مواد غذایی سمیت عنصری تأثیر pH نامناسب خاک بر عمق مفید ریشه
هدررفت آب قابل دسترس گیاه	کاهش نفوذپذیری خاک نسبت به آب هدررفت بالا ناشی از رواناب و تبخیر کاهش عمق مفید ریشه
کاهش سطح اراضی	کاهش سطح اراضی ناشی از خندقی‌های دائمی و موقت شرایط نامناسب در محل‌های رسوب‌گذاری
خسارت به بذور گیاهان	شستن خاک مسیر بذرها و جوانه‌ها خسارت به جوانه‌ها در اثر حرکت‌شن‌ها دفن جوانه‌ها در اثر رسوبات آبی و بادی

ب) **اثرات رسوبات در منطقه حمل و ترسیب:** اثرات برون منطقه‌ای فرسایش خاک اغلب در زمینه انتقال و ترسیب مواد فرسایش یافته، انتقال عناصر غذایی و آلاینده‌ها و کاهش کیفیت منابع آب مطرح است. در این حالت اثرات برون منطقه‌ای فرسایش خاک در ارتباط با انتقال رسوبات و مواد شیمیایی همراه آنها به منابع آب و کاهش کیفیت و شرایط کمی آنهاست. رسوبات ایجاد شده در اثر فرسایش خاک بر اساس وزن‌شان و همچنین توان حمل جریان، مسافت‌های مختلفی را طی می‌کنند. این رسوبات در مرحله حمل باعث افزایش کدورت، تقلیل کیفیت آب برای مصارف مختلف و آسیب به موجودات آبی شده و در منطقه رسوب‌گذاری نیز کاهش حجم سدها، بسته شدن کانال‌های آبیاری و بالا آمدن بستر رودخانه را موجب می‌شوند.

ج) **اثر فرسایش خاک بر گازهای گلخانه‌ای:** در دیدگاه جدید و زیست‌محیطی، خاک سطحی به عنوان منبعی برای کربن عمل کرده و از اثرات CO₂ و دیگر گازهای گلخانه‌ای اتمسفر که بر گرم شدن اقلیم جهانی مؤثرند، می‌کاهد [۴۲]. بنابراین هر تغییری در ذخیره کربن خاک‌ها به طور قابل توجهی بر دی‌اکسید کربن اتمسفر تأثیر می‌گذارد (شکل ۳).

شکل ۳. رابطه تخریب اراضی، فرسایش خاک و گازهای گلخانه‌ای [۴۳]



د خسارات اقتصادی فرسایش خاک: تمامی اثرات درون و برون منطقه‌ای فرسایش خاک به صورت مستقیم یا غیرمستقیم دارای پیامدهای اقتصادی بوده و در اقتصاد کشور و برنامه‌های توسعه‌ای و توسعه پایدار نقش منفی خواهند داشت؛ بنابراین، ارزیابی پیامدهای اقتصادی فرسایش خاک از جمله موضوعات مورد توجه پژوهشگران در سال‌های اخیر است. برخی از مطالعات انجام شده در زمینه برآورد هزینه‌های فرسایش خاک در جدول ۳ ارائه شده است. در این راستا، برآورد کلیه هزینه‌های فرسایش خاک همراه با بررسی اثرات هدررفت فیزیکی و شیمیایی خاک اهمیت داشته و مهم بودن حفاظت از خاک را دوچندان نمایان خواهد کرد. بنابراین باید توجه داشت که فرسایش خاک علاوه بر تلفات فیزیکی، دارای تلفاتی از نظر اقتصادی نیز است و باید هزینه‌های متصور از فرسایش خاک در منطقه فرسایش یافته، حمل و رسوب گذاری مورد بررسی قرار گیرد.

جدول ۳. نتایج برآورد هزینه‌های اقتصادی فرسایش خاک در جهان [۴۴]

منبع	مکان	هزینه (دلار در سال)	نوع اثر	هدررفت اندازه‌گیری شده
۴۵	انگلیس	156×10^9	درون و برون منطقه‌ای	مواد آلی، دی‌اکسید کربن و رسوبات
۴۶	آمریکا	37×10^9	برون منطقه‌ای	رسوب
۴۷	کنیا	390×10^9	درون و برون منطقه‌ای	—



منبع	مکان	هزینه (دلار در سال)	نوع اثر	هدررفت اندازه‌گیری شده
۴۸	۲۵ عضو اتحادیه اروپا	45×10^9	درون و برون منطقه‌ای	مواد آلی، عناصر غذایی، خاک و رسوبات
۴۹	اسپانیا	۵ الی ۶۶ (دلار بر هکتار)	درون منطقه‌ای	عناصر غذایی و خاک
۵۰	برزیل (سانوپائولو)	۲۸ الی ۷۲ (دلار بر هکتار)	درون منطقه‌ای	عناصر غذایی پر مصرف
۵۱	۲۵ عضو اتحادیه اروپا	۱۶۵ الی ۴۰۹ (دلار بر هکتار)	درون منطقه‌ای	هدررفت خاک (بین ۵/۵ الی ۱۰ تن در هکتار در سال)

در مقیاس جهانی، فرسایش ۷۵ میلیارد تن در سال، موجب بروز خسارات مالی بالغ بر ۴۰۰ میلیارد دلار (سرانه ۷۰ دلار) می‌شود. با در نظر گرفتن این اعداد، خسارات وارده به کشور از محل فرسایش خاک، بالغ بر ۱۰/۷ میلیارد دلار خواهد بود. متوسط سالیانه فرسایش خاک اروپا، استرالیا، آمریکای شمالی و آسیا به ترتیب ۰/۸۴، ۲/۷۳، ۴/۹۱ و ۶/۱ تن در هکتار بوده [۵۲]، که در ایران نیز مطالعات اندکی در این زمینه انجام شده است. نتایج حاصل از مطالعه موسوی در سال ۱۳۹۰ [۵۳] نشان داد که سه نوع کارکرد حفظ حاصلخیزی، کنترل رسوبات و کاهش میزان از دست رفتن اراضی در مراتع نیمه‌استپی حوضه آبخیز طالقان به عنوان مهم‌ترین کارکردهای اکوسیستمی در منطقه مورد مطالعه هستند که ارزش کل کارکرد حفاظت خاک برابر ۴۱۵/۲۵ میلیون ریال در سال و ارزش هر هکتار مرتع ۱۵۹۹۵/۲ ریال برآورد شده است. همچنین نتایج حاصل از بررسی خدمات اکوسیستم بخش شمالی منطقه حفاظت شده البرز مرکزی شامل کارکرد حفاظت آب و خاک نشان داد که میزان کل ارزش کارکرد حفاظت آب در اکوسیستم منطقه، ۴۰۰۷۶۸۸ تومان به ازای هر هکتار برآورد شد که کارکرد مقدار ذخیره آب با مقدار ۳۲۴۴۷۲۲ تومان، بالاترین ارزش را در بین سایر خدمات داشته است. همچنین دیگر نتایج تحقیق در مورد حفاظت خاک نشان داد، ارزش اقتصادی این کارکرد به وسیله هر هکتار از اکوسیستم منطقه برابر ۶۰۳۰۶/۵ تومان در سال برآورد شده، به گونه‌ای که در این کارکرد نیز، جلوگیری از افزایش رسوب و گل‌ولای، بیشترین ارزش را در بین جنبه‌های دیگر داشته است [۵۴].

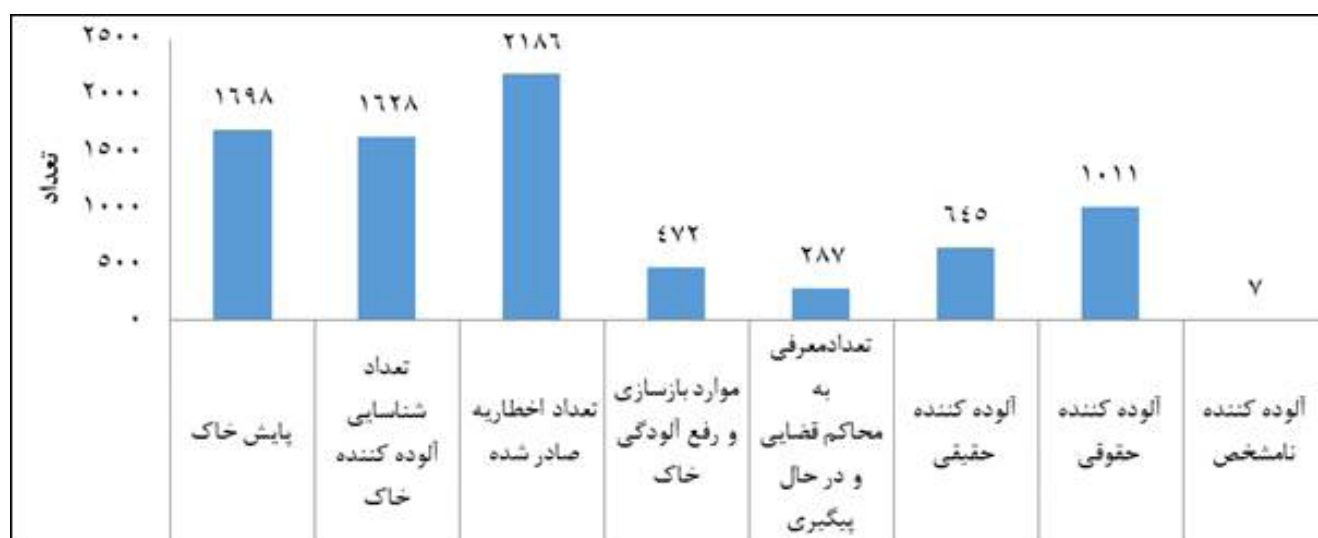
۷. روند اجرایی شدن قانون حفاظت از خاک

از آنجا که قانون حفاظت از خاک، شامل مجموعه‌ای از مفاد و بندهایی است که به منظور پیشگیری و کنترل آلودگی، تخریب و فرسایش خاک تدوین شده است، لذا اجرایی شدن آن، می‌تواند به سدی در مقابل تغییرات اقلیمی، پیدایش فروچاله‌ها، بحران منابع آبی، تغییر کاربری، فرسایش و آلودگی خاک تبدیل شود. در روند اجرایی شدن این قانون، تدوین آیین‌نامه اجرایی آن ضروری است که خوشبختانه در تاریخ ۱۴۰۲/۱۱/۲۹ به تصویب هیئت وزیران رسیده است. در راستای اجرایی شدن این قانون، علاوه بر آیین‌نامه اجرایی، تشکیل ستاد ملی هماهنگی و بهره‌برداری پایدار از خاک کشور به منظور نظارت بر اجرای قانون و هماهنگی بین دستگاه‌های اجرایی نیز ضروری است. همچنین لازم است که دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط برنامه‌های عملیاتی برای اجرای مفاد قانون در سطح ملی و منطقه‌ای را تدوین کنند. علاوه بر این موارد، لازم است اعتبارات لازم برای اجرای پروژه‌های مختلفی در زمینه حفاظت از خاک در سطح کشور تخصیص داده شود. در این راستا، مکاتبات گسترده‌ای با سازمان‌ها و دستگاه‌های مختلف از جمله سازمان حفاظت محیط زیست، سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری، وزارت جهاد کشاورزی و پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری صورت گرفت که در ادامه به نتایج حاصل از این مذاکرات و پیگیری‌ها پرداخته می‌شود.

براساس گزارش‌های سازمان حفاظت محیط زیست، یکی از موانع اصلی در پیگیری‌های قانونی مرتبط با آلودگی و اعمال جرائم زیست‌محیطی، فقدان اسناد موثق و مستند در زمینه پایش آلاینده‌هاست. این مشکل که قانون حفاظت از خاک به آن توجه ویژه‌ای کرده، به‌ویژه در مورد آلودگی خاک اهمیت دوچندان دارد. چراکه بسیاری از آلاینده‌ها، به‌ویژه مواد شیمیایی - صنعتی و کشاورزی، با تضعیف ساختار خاک، کاهش پوشش گیاهی و تغییر خواص فیزیکی آن (نفوذپذیری و ظرفیت نگهداری)، به‌طور مستقیم به فرسایش خاک دامن می‌زنند [۵۵].

باین حال، مرحله اول مدیریت خاک آلوده، شناسایی دقیق این سایت‌هاست که خوشبختانه سازمان محیط زیست در این زمینه گام‌های مثبتی برداشته است. سازمان حفاظت محیط زیست در سال ۱۴۰۱، ۱۶۹۸ مورد پایش خاک و شناسایی آلوده‌کننده خاک را انجام داده است که از این تعداد، ۱۶۲۸ مورد آن منجر به شناسایی آلوده‌کننده خاک و ۲۱۸۶ مورد اختاریه صادر شده، ۴۷۲ مورد بازسازی و رفع آلودگی و ۲۸۷ مورد آن مراجعه به محاکم قضایی بوده که رویه حقوقی آنها در دادگاه در حال بررسی و اجراست (شکل ۴). (شکل ۵).

شکل ۴. نمودار آمار پایش خاک و شناسایی آلوده‌کننده خاک در سال ۱۴۰۱ [۵۶]



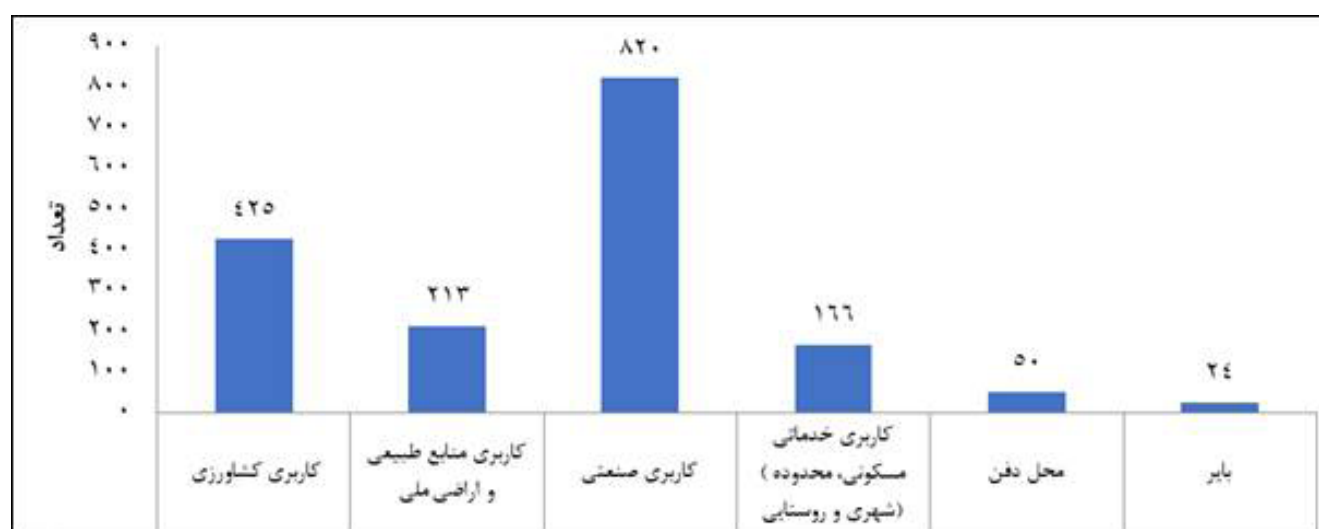
شکل ۵. نمودار آمار پایش خاک و شناسایی آلوده‌کننده خاک در ۶ ماهه اول سال ۱۴۰۲ [۵۶]



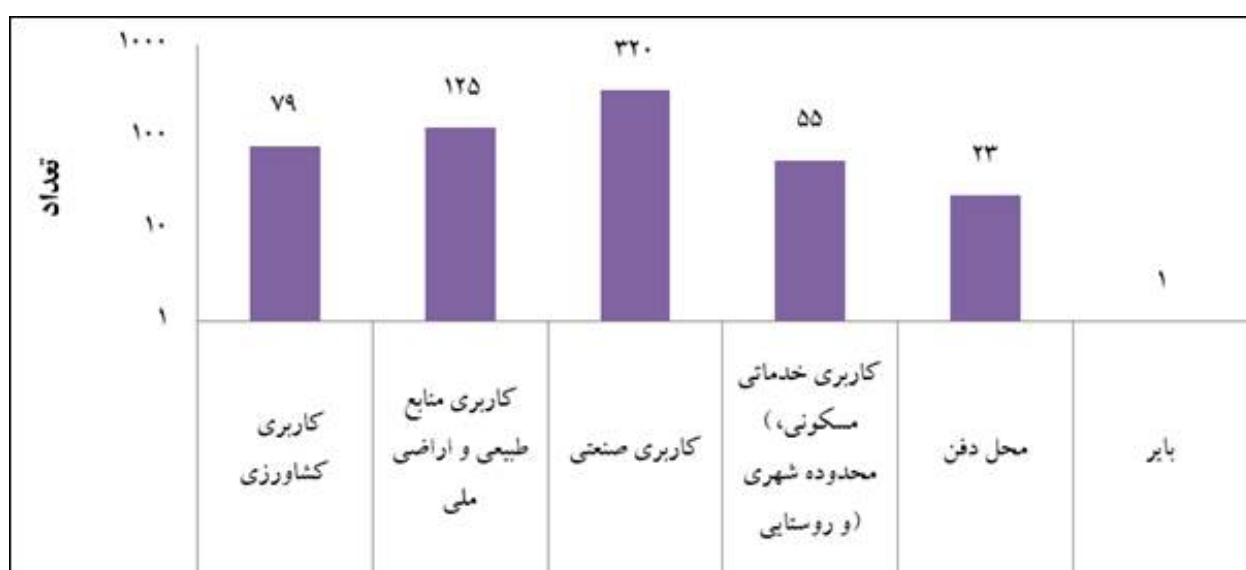


همچنین آمار کاربری‌هایی که آلودگی خاک آنها شناسایی شده را نیز ارائه داده است که در سال ۱۴۰۱، ۸۲۰ مورد کاربری صنعتی، ۴۲۵ مورد مربوط به کاربری کشاورزی، ۲۱۳ مورد کاربری منابع طبیعی و اراضی ملی، ۱۶۶ مورد کاربری خدماتی (مسکونی، محدوده شهری و روستایی)، ۵۰ مورد محل دفن و ۲۴ مورد اراضی بایر است (شکل ۶). در این سال کاربری صنعتی به‌عنوان کاربری دارای بیشترین موارد حاوی خاک آلوده، گزارش شده است. در ۶ ماه اول ۱۴۰۲ نیز کاربری صنعتی (۳۲۰ مورد) به‌عنوان کاربری دارای بیشترین موارد حاوی خاک آلوده بیان شده است. پس از آن کاربری منابع طبیعی و اراضی ملی (۱۲۵ مورد)، کاربری کشاورزی (۷۹ مورد)، کاربری خدماتی (۵۵ مورد)، محل دفن (۲۳ مورد) و یک مورد بایر می‌باشد (شکل ۷). این در حالی است که در سال ۱۳۹۹ کشاورزی به‌عنوان کاربری دارای بیشترین موارد حاوی خاک آلوده گزارش شده است.

شکل ۶. نمودار آمار کاربری‌هایی که آلودگی خاک آنها در سال ۱۴۰۱ شناسایی شده [۵۶]



شکل ۷. نمودار آمار کاربری‌هایی که آلودگی خاک آنها در ۶ ماهه اول سال ۱۴۰۲ شناسایی شده [۵۶]



همان‌گونه که مشاهده می‌شود اقدامات انجام شده در خصوص قانون حفاظت از خاک توسط سازمان حفاظت محیط زیست، بر مفاد قانونی مرتبط با پایش آلودگی خاک متمرکز شده است. سازمان‌های مختلف نیز به صورت مستقل مطالعات و پژوهش‌هایی را در زمینه فرسایش خاک انجام داده‌اند که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود. گاهی اوقات وظایف و مسئولیت‌های مربوط به حفاظت از خاک به صورت واضح و مشخص بین سازمان‌های مختلف توزیع نشده است که این امر می‌تواند باعث ابهام در وظایف و مسئولیت‌ها و در نتیجه موازی کاری شود.

با توجه به اینکه متولی اصلی فرسایش خاک در کشور سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری است، با این سازمان نیز مکاتبه شد. پاسخ دریافتی از سازمان مذکور نشان داد که به منظور حفظ و صیانت از منابع خاک کشور و در راستای ارتقای سلامت حوزه آبخیز و با استناد به قانون حفاظت از خاک مصوب مجلس محترم شورای اسلامی در سال ۱۳۹۸ و آیین‌نامه اجرایی قانون حفاظت از خاک، مصوب ۱۴۰۲/۱۰/۲۴ هیئت محترم وزیران، سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، جلسات متعددی در محل سازمان و معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی تشکیل و مفاد قانون و مسئولیت‌های مندرج در شیوه‌نامه قانون مذکور مورد بازبینی، بازخوانی و برنامه‌ریزی قرار گرفته که مهم‌ترین برنامه‌ها جهت اجرای این قانون و شیوه‌نامه اجرایی آن در سازمان به شرح زیر است:

۱. در تاریخ ۹ خرداد ۱۴۰۳ «بند «ب» ماده (۷) قانون حفاظت از خاک» به کلیه ادارات کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان‌ها ابلاغ شد که اطلاعات خاک‌شناسی حوزه آبخیز مطالعه شده در اختیار مدیریت آب و خاک سازمان جهاد کشاورزی استان‌ها قرار گیرد. مشارکت در ایجاد بانک اطلاعات ملی خاک کشور، گزارش‌ها، نقشه‌ها و داده‌های مکان‌دار و تناسب اراضی در آزمایشگاه‌های خاک‌شناسی شامل: نقشه‌های موضوعی زمین لغزش، فرسایش پذیری خاک و طبقه‌بندی اراضی برای هم‌افزایی و کاهش هزینه‌ها ظرف یک سال (موضوع ماده (۱۳) شیوه‌نامه اجرایی قانون) تا بیش از ۶۰ درصد انجام شده است.

۲. شناسایی کانون‌های تخریب و فرسایش در منابع خاک کشور و برنامه اقدام ظرف ۲ سال (موضوع ۵ ماده آیین‌نامه اجرایی قانون) و شناسایی و بازسازی خاک‌های تخریب یافته ناشی از حوادث طبیعی و غیرمترقبه در منابع طبیعی (موضوع ماده (۸)) از جمله اقدامات مهمی است که تقریباً به طور مداوم و هرچند سال یک‌بار مورد تأکید سازمان بوده و برای تحلیل وضعیت فرسایش آبی و بادی کشور نقشه‌های لازم تهیه می‌شود. در حال حاضر این نقشه‌ها در اختیار معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی هم قرار گرفته است. گفتنی است، برای تحلیل اقدامات، دستورالعمل‌ها و اثربخشی فعالیت‌های آبخیزداری علاوه بر جمع‌آوری مطالعات ملی و استانی، بیش از ۹۰ حوزه آبخیز در اقلیم‌ها و رویشگاه‌های مختلف کشور هم مورد بررسی قرار گرفته که میزان اثربخشی اقدامات مکانیکی، بیومکانیکی، بیولوژیک و مدیریتی آبخیزداری برای کاهش فرسایش بین ۳ تا ۹ تن در هکتار در سال و میزان کاهش رسوب ۴ مترمکعب در سال برآورد شده است. لازم به ذکر است، نقشه سلامت حوزه‌های آبخیز رده دوم کشور متشکل از بیش از ۴۰ نقشه در قلمرو شاخص‌ها و معیارهای اقتصادی، اجتماعی، اکولوژیک، منابع آب و خاک و اقلیم کشور هم توسط دانشگاه تربیت مدرس و با مشارکت سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور و «مرکز بین‌المللی مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز و منابع زیستی در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور» انجام شده است. در حال حاضر قرارداد داشبورد مدیریتی و تدوین برنامه اقدام سلامت‌محور در ۱۰ حوزه بحرانی و اولویت‌دار رده دوم کشور در قالب قرارداد با دانشگاه تربیت مدرس در دست انجام است. به‌روزرسانی نقشه‌های خطر خندقی (گالی‌ها) و فرسایش خندقی و نقشه‌های لغزش کشور هم در طول ۳ ماه گذشته با هدف خطرپذیری این پدیده‌های مهم در فرسایش آبی کشور انجام گردیده است. تهیه نقشه کانون‌های گردوغبار و نقشه LDN برای فرسایش بادی و تعیین نرخ تخریب سرزمین هم در مقیاس ملی در دفتر امور بیابان معاونت آبخیزداری، امور مراتع و بیابان سازمان انجام شده و در دست به‌روزرسانی است. با هدف کاهش تخریب سرزمین و حفاظت از زیست‌بوم‌های جنگل‌های بلوط غرب کشور و جنگل هیرکانی و ایرانی تورانی، «طرح مردمی یک میلیارد درخت» هم برای برخی مناطق اولویت‌دار و بحرانی تخریب یافته در مناطق جنگلی در اقلیم‌های مختلف کشور در طول یک سال گذشته، برنامه‌ریزی، انجام و مورد پشتیبانی قرار گرفته و وارد دومین سال فعالیت خود شده است. در سال اول بیش از ۲۳۰ میلیون نهال در نهالستان‌های کشور در بخش دولتی و خصوصی آماده که بخشی از آن وارد عرصه شده است. برنامه مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز پس از تأسیس و آغاز به کار «مرکز بین‌المللی مدیریت جامع حوضه‌های آبخیز و منابع زیستی در مناطق خشک و نیمه‌خشک تحت نظارت یونسکو»



با نگاه ملی و با فرایند و گام‌های طراحی شده (ایجاد و توسعه ساختارهای نهادی و تلاش برای تصویب لایحه آبخیزداری و آبخوان‌داری، تهیه سند راهبردی مدیریت جامع، ارائه شاخص‌های سلامت حوزه‌های آبخیز و برنامه پایش و ارزیابی آنها، اقدامات آبخیزداری و توانمندسازی و ظرفیت‌سازی در جوامع محلی و مستندسازی) برای مدیریت مناطق اولویت‌دار تخریب سرزمین و با هدف ارتقای تاب‌آوری و با تکیه بر اسناد بالادستی ملی و دانش بومی و توجه به رویکردها و تجارب بین‌المللی (به‌طور ویژه کنوانسیون مقابله با بیابان و خشک‌سالی (UNCCD) و کنوانسیون مقابله با تغییر اقلیم (UNFCCC)، برنامه مشارکت جهانی خاک (GSP در فائو)، میراث جهانی کشاورزی (GIAS در فائو) و برنامه‌های حفاظت از سرزمین و آب و خاک یونسکو مانند IHP) با هماهنگی سازمان برنامه و بودجه کشور در سطح ملی و در سطح پایلوت‌های اترک بزرگ، قره‌سو و گرگان‌رود آغاز شده است.

۳. با برگزاری جلسات مختلف و ارائه نقطه‌نظرات مکتوب و پیشنهادها، همکاری در تهیه شیوه‌نامه تعیین مصادیق تخریب خاک ظرف ۶ ماه موضوع ماده (۶) آیین‌نامه اجرایی قانون حفاظت از خاک مصوب ۱۴۰۲/۱۰/۲۴ به شماره نامه /ت ۵۸۳۳۱-هـ مجلس شورای اسلامی (موضوع ماده (۲۶) قانون حفاظت از خاک مصوب ۱۳۹۸/۳/۴).^۱

۴. تدوین ضوابط فنی و دستورالعمل مطالعات خاک‌شناسی و تعیین تناسب اراضی و نحوه نظارت بر آن برای کاربری‌های مختلف ظرف ۶ ماه (موضوع ماده (۱۴) آیین‌نامه اجرایی قانون) انجام و در حال رفع اشکالات، جمع‌بندی با استفاده از نظریات متخصصین و پژوهشگران دانشگاه‌ها و مرکز تحقیقاتی کشور و بازنویسی نهایی است.

۵. تعیین مساحت، موقعیت، کیفیت، ماده آلی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های کشور به تفکیک کاربری اراضی در راستای حفظ حاصلخیزی و پایداری خاک و پایش کمی و کیفی خاک در بازه زمانی پنج‌ساله به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، تعیین حد قابل تحمل فرسایش خاک، میزان فرسایش در کاربری‌های مختلف هر ۱۰ سال (موضوع ماده (۱۴) آیین‌نامه اجرایی قانون) با استفاده از روش‌های بومی شده مناسب و با استفاده از بررسی فرسایش مجاز و تدقیق ارقام فرسایش آبی خاک در اقالیم مختلف کشور (پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، مهرماه ۱۳۹۲) و برنامه راهبردی حفاظت از خاک (سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری) و استفاده از نتایج و یافته‌های مطالعات آبخیزداری در سراسر کشور برای برنامه‌ریزی حفاظت از خاک مورد استفاده قرار گرفت. در همین راستا و به‌منظور به‌روزرسانی اطلاعات و همچنین اجرایی شدن سایر وظایف این سازمان جهت تحقق اهداف قانون حفاظت خاک قراردادی با پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری با عنوان «برنامه اقدام ملی فرسایش خاک کشور در سال ۱۴۰۳» در حال انعقاد است.

۶. در موضوعات انتخاب ضابط دادگستری از بین واجدین شرایط (موضوع ماده (۲۶))، دستورالعمل برداشت، جابه‌جایی و حمل خاک و نقشه مناطق و میزان مجاز برداشت سالیانه خاک جهت مصارف مختلف ظرف ۶ ماه (موضوع ماده (۲۵))، تهیه محتوای آموزشی ترویجی در رابطه با مدیریت بهینه و حفاظت خاک با بهره‌گیری از ظرفیت رسانه و صدا و سیما (موضوع ماده (۲۷))، قرار دادن محتوای علمی و آموزشی با هدف جایگاه و اهمیت منابع خاک و بهره‌برداری پایدار از خاک کشور در دروس مقاطع تحصیلی آموزش و پرورش و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (موضوع ماده (۲۸))، برگزاری جلسات هماهنگی با سازمان برنامه و بودجه و سازمان مدیریت بحران برای پیگیری اعتبارات مورد نیاز (موضوع مواد (۲۹) و (۳۰)) پیگیری‌ها و راهکارها و اقدامات متناسب آغاز شده و برنامه زمان‌بندی قانون مورد تأکید قرار گرفته است. برای مشارکت بهتر و بیشتر استان‌ها در این اقدام مهم ملی، پیشنهاد تشکیل کارگروه استانی در جهاد کشاورزی ذیل ستاد ملی برای هماهنگی بین دستگاه‌های ذی‌ربط در راستای اجرای قانون، خط‌مشی، مقررات، ضوابط و دستورالعمل‌ها، هماهنگی در راستای آگاهی عمومی، علمی و تخصصی، استفاده از توان فنی شرکت‌های دانش‌بنیان و تبادل خدمات فنی و مهندسی دستگاه‌های اجرایی (ذیل ستاد ملی هماهنگی حفاظت خاک و بهره‌برداری پایدار از خاک کشور) انجام و برنامه‌ریزی‌های لازم مورد توجه قرار گرفته است.

همچنین در گزارش پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری نیز عنوان برنامه‌های در دست اقدام و نیز عنوان برنامه‌های آتی و طراحی شده مواد قانونی به شرح زیر اشاره شده است:

۱. تدوین طرح برآورد خسارات اقتصادی اشکال مختلف فرسایش خاک کشور و تدوین دستورالعمل عملیاتی برای برآورد فرسایش خاک کشور
۱. اقدام‌کننده: معاونت محترم آب و خاک وزارت متبوع انجام شد.

۱. و تهیه مدل مفهومی و عملیاتی برای این ارزیابی در سطوح محلی و منطقه‌ای (ماده (۴) قانون و ماده (۱۱) آیین‌نامه اجرایی قانون).
۲. اجرای طرح کلان ملی مدیریت فرسایش خاک کشور با رویکرد بررسی سیمای فرسایش خاک کشور، تدوین راهبردهای تحقیقات فرسایش خاک کشور و تدوین بسته‌های مدیریتی برای کنترل فرسایش خاک کشور (ماده (۵)، تبصره «۱» ماده (۱۳) و بند «۴» ماده (۱۵) آیین‌نامه اجرایی).
۳. تدوین طرح جامع مدیریت فرسایش خاک دیم‌زارهای کشور به‌عنوان کانون‌های بحرانی فرسایش و تخریب خاک (ماده (۵) آیین‌نامه با رویکرد شناسایی کانون‌های تخریب و فرسایش و تدوین برنامه عملیاتی و مدیریتی جهت کاهش فرسایش و یا اصلاح و بازسازی منابع خاک تخریب و فرسایش یافته در دیم‌زارهای کشور).
۴. تدوین طرح تهیه دستورالعمل تعیین حد قابل تحمل فرسایش خاک کشور (در راستای اجرای بند «۴» ماده (۱۵) آیین‌نامه).
۵. تهیه و به‌هنگام‌سازی نقشه‌های فرسایش خاک کشور با همکاری و تأمین اعتبار سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری (ماده (۵) آیین‌نامه).
۶. تدوین طرح با عنوان طراحی برنامه جامع سنجش و پایش حوضه‌های آبخیز (مؤلفه‌های خاک، فرسایش و اندوخته کربن).

۸. آسیب‌شناسی قانون حفاظت از خاک و آیین‌نامه اجرایی آن در حوزه فرسایش خاک

الف) قانون حفاظت از خاک

۱. ماده (۴)

اجرای کامل و مؤثر این ماده که با هدف تعیین ارزش اقتصادی خاک و هزینه‌های ناشی از تخریب آن، گامی مهم در جهت حفاظت از این منبع ارزشمند است، اما با چالش‌ها و موانعی جهت اجرا روبه‌رو بوده که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود:

- **عدم ارائه تعریف جامع و دقیق از ارزش اقتصادی خاک:** خاک ارزش‌های مختلفی از جمله تولید محصولات کشاورزی، تنظیم آب، حفظ تنوع زیستی و تأمین خدمات اکوسیستمی دارد که تعیین ارزش دقیق هر یک از آنها ضروری است.
- **کمبود داده‌ها و اطلاعات:** اطلاعات کافی و دقیق در مورد نوع خاک، حاصلخیزی، آلودگی و سایر ویژگی‌های خاک در بسیاری از مناطق کشور وجود ندارد. همچنین سیستم‌های اطلاعاتی جامع و یکپارچه برای جمع‌آوری، تحلیل و مدیریت داده‌های مرتبط با خاک وجود ندارد.
- **عدم هماهنگی بین دستگاه‌های اجرایی:** تعدد دستگاه‌های اجرایی دخیل در مدیریت خاک (مانند وزارت جهاد کشاورزی، سازمان حفاظت محیط زیست، سازمان برنامه و بودجه) و عدم هماهنگی بین آنها می‌تواند اجرای ماده (۴) را با مشکل مواجه کند. برای مثال، در بسیاری از موارد، سازمان جهاد کشاورزی به دنبال افزایش تولید محصولات کشاورزی است، در حالی که سازمان محیط زیست بر حفظ محیط زیست و جلوگیری از فرسایش خاک تأکید دارد. این تضاد منافع، باعث شده تا اجرای برنامه‌های حفاظت از خاک با کندی و بی‌اثری مواجه شود.

بند «ب» ماده (۷)

بند «ب» ماده (۷) قانون حفاظت از خاک، با تأکید بر ایجاد بانک ملی اطلاعات خاک، گامی مهم در جهت مدیریت پایدار خاک و برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای محسوب می‌شود. این بانک اطلاعاتی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار قدرتمند برای شناسایی پتانسیل‌ها و محدودیت‌های خاک، پایش تغییرات و ارزیابی اثرات فعالیت‌های انسانی بر خاک مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، اجرای کامل و مؤثر این بند با چالش‌هایی همراه بوده که در ذیل به آن اشاره شده است:

- یکی از چالش‌های اصلی در ایجاد یک بانک اطلاعات جامع خاک، فقدان استانداردهای مشخص برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و تحلیل

۱. توضیح: طرح یک‌ساله و به سفارش سازمان منابع طبیعی کشور در دست اجراست.

۲. توضیح: طرح به دفتر امور خاک کشاورزی معاونت آب و خاک وزارت ارائه شده است.

۳. توضیح: طرح تدوین و با همکاری و تأمین اعتبار سازمان منابع طبیعی کشور اجرا خواهد شد.



داده‌هاست. در حال حاضر، داده‌های جمع‌آوری شده توسط سازمان‌های مختلف اغلب با فرمت‌ها و روش‌های مختلفی ذخیره می‌شوند که مقایسه و یکپارچه‌سازی آنها را با مشکل مواجه می‌کند. نبود استانداردهای مشترک، منجر به ایجاد پایگاه داده‌ای ناهمگن و غیرقابل مقایسه در سطح ملی شده است. برای رفع این مشکل، پیشنهاد می‌شود که یک کمیته تخصصی متشکل از نمایندگان سازمان‌های مختلف، به منظور تدوین استانداردهای ملی برای جمع‌آوری و مدیریت داده‌های خاک تشکیل شود.

۲. ماده (۲۱)

ماده (۲۱) قانون حفاظت از خاک با ممنوعیت انتقال خاک به خارج از کشور، گامی مهم در جهت حفاظت از این منبع ارزشمند برداشته است. این ماده با پیش‌بینی مجازات تعزیری درجه ۵ برای مرتکبان، بازدارندگی لازم را ایجاد کرده است. با این حال، این ماده دارای ابهاماتی است که اجرای آن را با چالش مواجه می‌کند. تعریف خاک در ماده (۲۱) به اندازه کافی واضح نیست. در حالی که ماده (۱) قانون، تعریفی جامع از خاک ارائه می‌دهد، ماده (۲۱) به‌طور مشخص بیان نمی‌کند که آیا منظور از خاک، تنها خاک سطحی کشاورزی است یا شامل خاک‌های معدنی و صنعتی نیز می‌شود. این ابهام می‌تواند در تشخیص تخلف و اعمال قانون مشکل ایجاد کند. تبصره ماده (۲۱)، خروج مواد معدنی (کانی) و مقادیر کم خاک برای امور پژوهشی را از شمول ممنوعیت مستثنا کرده است. بی‌توجهی به این استثنائات می‌تواند منجر به تفسیرهای متفاوت و ایجاد مشکلات اجرایی شود. همچنین، مجازات تعیین شده برای جرم انتقال غیرمجاز خاک ممکن است برای برخی جرائم سازمان‌یافته کافی نباشد.

ب) آیین‌نامه اجرایی قانون حفاظت از خاک

۱. ماده (۵)

ماده (۵) آیین‌نامه اجرایی قانون حفاظت از خاک، با تکلیف وزارت جهاد کشاورزی به شناسایی کانون‌های تخریب و فرسایش خاک، گامی مهم در جهت مدیریت پایدار خاک برداشته است. اما این ماده نیز مانند سایر مواد قانونی، با چالش‌هایی روبه‌رو است که در ادامه به بررسی آنها پرداخته می‌شود. از نقاط قوت این ماده، تأکید بر اقدام عملی و تعیین زمان‌بندی مشخص است. این ماده به‌صراحت وزارت جهاد کشاورزی را مکلف به انجام اقدامات عملی برای شناسایی و رفع مشکلات خاک کرده است. همچنین تعیین مهلت دوساله برای اجرای این ماده، نشان‌دهنده عزم جدی قانونگذار برای مقابله با تخریب خاک است. از مهم‌ترین نقاط ضعف این ماده می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

■ **عدم تعریف دقیق از کانون‌های تخریب و فرسایش:** ماده (۵) تعریفی دقیق و جامع از کانون‌های تخریب و فرسایش ارائه نمی‌دهد. این امر می‌تواند در شناسایی و اولویت‌بندی مناطق آسیب‌دیده مشکل ایجاد کند. همچنین کانون‌های تخریب و فرسایش می‌توانند در مقیاس‌های مختلف (محلی، منطقه‌ای و ملی) وجود داشته باشند. این ماده به این مقیاس‌ها توجه نکرده است.

■ **کمبود منابع و امکانات:** شناسایی دقیق کانون‌های تخریب و فرسایش نیازمند مطالعات گسترده، تجهیزات پیشرفته و نیروی انسانی متخصص است که ممکن است در اختیار وزارت جهاد کشاورزی نباشد. تهیه و اجرای برنامه‌های عملیاتی برای رفع مشکلات خاک نیز نیازمند بودجه کافی است.

■ **همکاری بین‌بخشی:** اگرچه ماده (۵) به همکاری سایر دستگاه‌های اجرایی اشاره کرده است، اما مکانیسم‌های لازم برای این همکاری به‌طور دقیق مشخص نشده است. عدم هماهنگی بین دستگاه‌های مختلف می‌تواند در اجرای موفق این ماده اختلال ایجاد کند.

■ **پایش و ارزیابی:** ماده (۵) به موضوع پایش و ارزیابی اثربخشی برنامه‌های عملیاتی اشاره نکرده است. بدون پایش مستمر، نمی‌توان از موفقیت یا شکست این برنامه‌ها اطمینان حاصل کرد.

۲. ماده (۶)

ماده (۶) آیین‌نامه اجرایی قانون حفاظت از خاک، با واگذاری مسئولیت تعیین دقیق مصادیق تخریب خاک به شیوه‌نامه‌ای جداگانه، گامی در

جهت اجرای مؤثر قانون برداشته است. این رویکرد به دلیل پویایی مفهوم تخریب خاک و نیاز به به روز رسانی مداوم آن، منطقی به نظر می رسد. با این حال، برای جلوگیری از تفسیرهای متفاوت و اجرای سلیقه ای، لازم است که در شیوه نامه، مصادیق تخریب خاک به صورت جامع و با جزئیات کافی تعریف شود. همچنین، معیارهای کمی و کیفی برای تشخیص هر یک از این مصادیق باید مشخص گردد. علاوه بر این، برای اطمینان از اجرای مؤثر شیوه نامه، همکاری بین بخشی قوی و مکانیسم های نظارتی مناسب ضروری است. پیشنهاد می شود که در قانون، اصول کلی تخریب خاک تعریف شود و در شیوه نامه، جزئیات و مصادیق آن با توجه به پیشرفت های علمی و فناوری به روز رسانی شود.

۳. ماده (۸)

این ماده با تأکید بر همکاری وزارت جهاد کشاورزی، سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت کشور (ستاد بحران)، نشان از اهمیت بین بخشی موضوع بازسازی خاک دارد. از نقاط قوت این ماده، تأکید بر بازسازی خاک، همکاری بین بخشی و اولویت بندی کاربری های کشاورزی و منابع طبیعی است. این ماده به صراحت بر ضرورت بازسازی خاک های تخریب شده تأکید کرده که برای حفظ بهره وری و پایداری اکوسیستم ها ضروری است. همچنین بر همکاری بین بخشی تأکید کرده است که برای انجام عملیات بازسازی در مقیاس بزرگ و پیچیده، ضروری است. علاوه بر اینها، این ماده با اولویت بندی کاربری های کشاورزی و منابع طبیعی، نشان از اهمیت این بخش ها در تأمین امنیت غذایی و حفظ محیط زیست دارد.

همچون سایر مواد قانونی، این ماده نیز خطاهایی دارد که از مهم ترین آنها می توان به عدم تعریف دقیق از خاک های تخریب شده اشاره کرد. این ماده تعریفی دقیق و جامع از خاک های تخریب شده ارائه نمی دهد. این امر می تواند در شناسایی و اولویت بندی مناطق آسیب دیده مشکل ایجاد کند. همچنین، معیارهای تشخیص شدت تخریب خاک و نیاز به بازسازی مشخص نشده است. علاوه بر این، این ماده محدود به حوادث طبیعی و غیر مترقبه بوده و به سایر عوامل تخریب خاک مانند فعالیت های انسانی توجهی نکرده است. در حالی که فعالیت های انسانی مانند تغییر کاربری اراضی، آلودگی و فرسایش نیز سهم قابل توجهی در تخریب خاک دارند. علاوه بر اینها، این ماده زمان بندی مشخصی برای انجام عملیات بازسازی تعیین نکرده است. این امر می تواند منجر به تأخیر در اجرای عملیات و افزایش خسارات شود.

۴. تبصره «۱» ماده (۱۳)

این نقشه ها می توانند به عنوان ابزاری قدرتمند برای شناسایی پتانسیل ها و محدودیت های خاک، ارزیابی اثرات فعالیت های انسانی بر خاک و برنامه ریزی برای استفاده بهینه از منابع خاک مورد استفاده قرار گیرند. از نقاط قوت تبصره «۱» ماده (۱۳) آیین نامه اجرایی قانون حفاظت از خاک، اهمیت نقشه های خاک و همکاری بین بخشی است. تأکید بر اهمیت تهیه نقشه های مختلف خاک نشان از شناخت نقش این نقشه ها در تصمیم گیری های مرتبط با خاک دارد. همچنین تأکید بر همکاری وزارت جهاد کشاورزی با سایر دستگاه های ذی ربط و سازمان برنامه و بودجه، نشان از اهمیت همکاری بین بخشی در تهیه این نقشه ها دارد. از مهم ترین نقاط ضعف این تبصره می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- تعریفی دقیق از نقشه های موضوعی ارائه نشده است. منظور از نقشه های زمین لغزش، فرسایش پذیری خاک و طبقه بندی اراضی از نظر میزان خطر پذیری چیست؟ مقیاس این نقشه ها چگونه باید باشد؟ همچنین، منظور از نقشه های پهنه بندی خاک از نظر کانی شناسی، محیط زیستی، زمین شناسی پزشکی و کشاورزی چیست و چه اطلاعاتی باید در این نقشه ها ارائه شود؟

- در این تبصره، تنها به شیوه نامه دسترسی متقاضیان اشاره می کند، اما جزئیات این شیوه نامه مشخص نشده است. چگونه متقاضیان می توانند به این نقشه ها دسترسی پیدا کنند؟ آیا این دسترسی برای همه امکان پذیر است؟ دسترسی رایگان است یا نیاز به پرداخت هزینه است؟
- این تبصره به دستورالعمل اجرایی تهیه نقشه های پهنه بندی خاک اشاره می کند، اما جزئیات این دستورالعمل مشخص نشده است. چه استانداردها و روش هایی برای تهیه این نقشه ها باید مورد استفاده قرار گیرد؟ همچنین به موضوع به روز رسانی نقشه ها اشاره نکرده است. با توجه به اینکه شرایط خاک در طول زمان تغییر می کند، این نقشه ها باید به طور مرتب به روز رسانی شوند که لازم است در این تبصره به زمان به روز رسانی آنها نیز توجه شود.



۵. ماده (۱۴)

این تبصره به دنبال آن است تا با مشخص کردن روش‌های مطالعات خاک‌شناسی و تناسب اراضی، از بهره‌برداری بهینه از خاک و جلوگیری از تخریب آن اطمینان حاصل کند. تأکید بر اهمیت مطالعات خاک‌شناسی و تعیین تناسب اراضی نشان از شناخت نقش این مطالعات در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با خاک دارد. همچنین تعیین مهلت ۶ ماهه برای تهیه ضوابط فنی و دستورالعمل، نشان از عزم جدی قانونگذار برای اجرای سریع این ماده است.

از مهم‌ترین نقاط ضعف این ماده، عدم ارائه استانداردها و روش‌های انجام مطالعات خاک‌شناسی و تعیین تناسب اراضی است. همچنین در این ماده به نحوه نظارت بر مطالعات خاک‌شناسی اشاره می‌کند، اما جزئیات این نظارت مشخص نشده است. چه کسی باید بر این مطالعات نظارت کند و با چه معیارهایی؟

۶. بند «۴» ماده (۱۵)

این بند با تأکید بر استفاده از روش‌های بومی سازی شده و به‌روزرسانی دوره‌ای، نشان از اهمیت تطبیق روش‌های ارزیابی فرسایش با شرایط خاص کشور و تغییر در عوامل مؤثر بر فرسایش دارد. همچنین تأکید بر تعیین حد قابل تحمل فرسایش، نشان از شناخت اهمیت این پارامتر در ارزیابی وضعیت خاک و برنامه‌ریزی برای مدیریت آن دارد. اما منظور از حد قابل تحمل فرسایش چیست؟ این حد چگونه باید تعیین شود؟ چه عواملی در تعیین این حد باید در نظر گرفته شود؟ همچنین، این بند به رابطه بین حد قابل تحمل فرسایش و کاربری اراضی اشاره نمی‌کند. آیا حد قابل تحمل فرسایش برای اراضی کشاورزی با اراضی جنگلی متفاوت است؟ همچنین در این بند به روش‌های بومی سازی شده اشاره می‌کند، اما جزئیات این روش‌ها مشخص نشده است. چه روش‌هایی باید بومی سازی شوند و چگونه این بومی سازی انجام می‌شود؟ اگر چه در این بند، بازه زمانی برای به‌روزرسانی مشخص شده است؛ اما تعیین بازه زمانی ۱۰ ساله برای به‌روزرسانی، ممکن است برای برخی مناطق و شرایط کافی نباشد. در مناطقی که تغییرات سریع در پوشش گیاهی، اقلیم یا کاربری اراضی رخ می‌دهد، ممکن است نیاز به به‌روزرسانی زودتر باشد.

۷. ماده (۲۵)

این ماده با تأکید بر تهیه دستورالعمل و نقشه‌های مربوطه، سعی در ایجاد یک چارچوب قانونی برای کنترل برداشت خاک دارد. اما این ماده، تعریفی دقیق از برداشت خاک ارائه نمی‌دهد. منظور از برداشت خاک چیست؟ آیا شامل برداشت خاک سطحی، خاک زیرین، یا هر دو می‌شود؟ همچنین، این ماده به انواع مختلف برداشت خاک (مثلاً برای مصارف ساختمانی، کشاورزی، یا صنعتی) اشاره نمی‌کند. همچنین در این ماده مشخص نشده است که چه کسی و با چه معیارهایی باید بر برداشت خاک نظارت کند؟ همچنین، این ماده به مجازات‌های مربوط به تخلف از مقررات برداشت خاک اشاره نمی‌کند.

۸. ماده (۲۶)

این ماده به صراحت بر ضرورت داشتن تخصص در حوزه کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست برای ضابطین قضایی تأکید می‌کند که این امر برای رسیدگی دقیق و کارآمد به پرونده‌های مرتبط با حفاظت از خاک بسیار مهم است. اما این ماده به وظایف و اختیارات دقیق ضابط قضایی اشاره نمی‌کند. ضابط قضایی چه وظایفی دارد و چه اختیارات قانونی برای رسیدگی به تخلفات دارد؟ همچنین ماده (۲۶) تنها به حداقل مدرک تحصیلی اشاره می‌کند و شرایط دیگری مانند تجربه کاری، دوره‌های آموزشی تخصصی و آشنایی با قوانین و مقررات مرتبط را ذکر نکرده است. با توجه به پیچیدگی مسائل مرتبط با حفاظت از خاک، ضابطین باید به‌طور مداوم دانش خود را به‌روز کنند.

۹. ماده (۲۷)

این ماده بر اهمیت آموزش، ترویج و فرهنگ‌سازی در حوزه حفاظت از خاک تأکید دارد که این امر برای تغییر نگرش و رفتار مردم و بهره‌برداران بسیار مهم است. همچنین این ماده به بهره‌گیری از ظرفیت‌های مختلف مانند سازمان صدا و سیما، رسانه‌های دولتی و سازمان‌های مردم‌نهاد اشاره می‌کند که نشان‌دهنده تلاش برای ایجاد یک رویکرد جامع در زمینه آموزش و ترویج است. علاوه بر این، ماده (۲۷) به اهمیت مشارکت

بخش خصوصی و شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه آموزش و تحقیق اشاره می‌کند که می‌تواند منجر به ایجاد نوآوری و توسعه فناوری‌های جدید در این حوزه شود. اما در این ماده به نحوه سنجش اثربخشی فعالیت‌های آموزشی و ترویجی اشاره نمی‌کند. چگونه می‌توان فهمید که این فعالیت‌ها تا چه اندازه موفق بوده‌اند؟ آموزش‌ها باید با توجه به شرایط فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی مناطق مختلف کشور طراحی و اجرا شوند که در این ماده به آن توجهی نشده است. همچنین به نحوه همکاری بین دستگاه‌های اجرایی مختلف برای اجرای برنامه‌های آموزشی و ترویجی اشاره نمی‌کند. ماده (۲۷) به تخصیص بودجه کافی برای اجرای برنامه‌های آموزشی و ترویجی نیز اشاره نمی‌کند. بدون بودجه کافی، اجرای این برنامه‌ها با مشکل مواجه خواهد شد.

۱۰. ماده (۲۸)

این ماده به صراحت بر ضرورت گنجاندن موضوع حفاظت از خاک در محتوای آموزشی مقاطع مختلف تحصیلی تأکید می‌کند که این امر برای ایجاد نگرش مثبت نسبت به خاک و اهمیت حفظ آن از سنین پایین بسیار مهم است. همچنین به همکاری بین وزارت جهاد کشاورزی، وزارت آموزش و پرورش و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری اشاره می‌کند که نشان‌دهنده تلاش برای ایجاد یک رویکرد جامع در زمینه آموزش حفاظت از خاک است.

۱۱. ماده (۲۹)

این ماده به صراحت بر ضرورت تأمین مالی برای اجرای قانون حفاظت از خاک تأکید می‌کند که این امر برای اجرای موفق برنامه‌های حفاظت از خاک بسیار مهم است. همچنین تعیین نقش سازمان برنامه و بودجه در تأمین مالی، نشان‌دهنده تلاش برای ایجاد یک سازوکار مشخص برای تأمین منابع مالی مورد نیاز است. اما وابستگی تأمین مالی به بودجه سنواتی، باعث ایجاد عدم قطعیت در تأمین منابع مالی مورد نیاز برای اجرای طولانی مدت برنامه‌های حفاظت از خاک می‌شود. تغییرات در اولویت‌های بودجه‌ای دولت می‌تواند بر میزان بودجه اختصاص یافته به حفاظت از خاک تأثیر گذار باشد. محدود کردن منابع مالی به درآمد حاصل از ماده (۲۵)، نیز ممکن است برای تأمین تمام نیازهای مالی مورد نیاز برای اجرای قانون کافی نباشد. درآمد حاصل از ماده (۲۵) ممکن است نوسانات داشته باشد و در برخی سال‌ها برای تأمین نیازهای مالی کافی نباشد. همچنین ماده (۲۹) به نحوه نظارت بر هزینه‌های انجام شده اشاره نمی‌کند. چگونه می‌توان اطمینان حاصل کرد که بودجه تخصیص یافته به درستی هزینه شده و به اهداف مورد نظر رسیده است؟

۱۲. ماده (۳۰)

این ماده به طور مستقیم به مسئله تأمین مالی برای اجرای این قانون و آیین‌نامه مربوطه می‌پردازد. این ماده بر نقش کلیدی سازمان برنامه و بودجه در تأمین اعتبارات لازم تأکید می‌کند و مشخص می‌کند که سازمان برنامه و بودجه مسئولیت اصلی تأمین اعتبارات را بر عهده دارد. همچنین این ماده به نقش فعال سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت جهاد کشاورزی در تعیین نیازهای مالی و اولویت‌بندی پروژه‌ها اشاره دارد. اما این ماده به منابع مشخصی که باید برای تأمین اعتبارات استفاده شود اشاره نمی‌کند. آیا فقط به بودجه عمومی دولت محدود می‌شود یا منابع دیگری مانند مالیات سبز، عوارض زیست محیطی و مشارکت بخش خصوصی نیز در نظر گرفته می‌شود؟

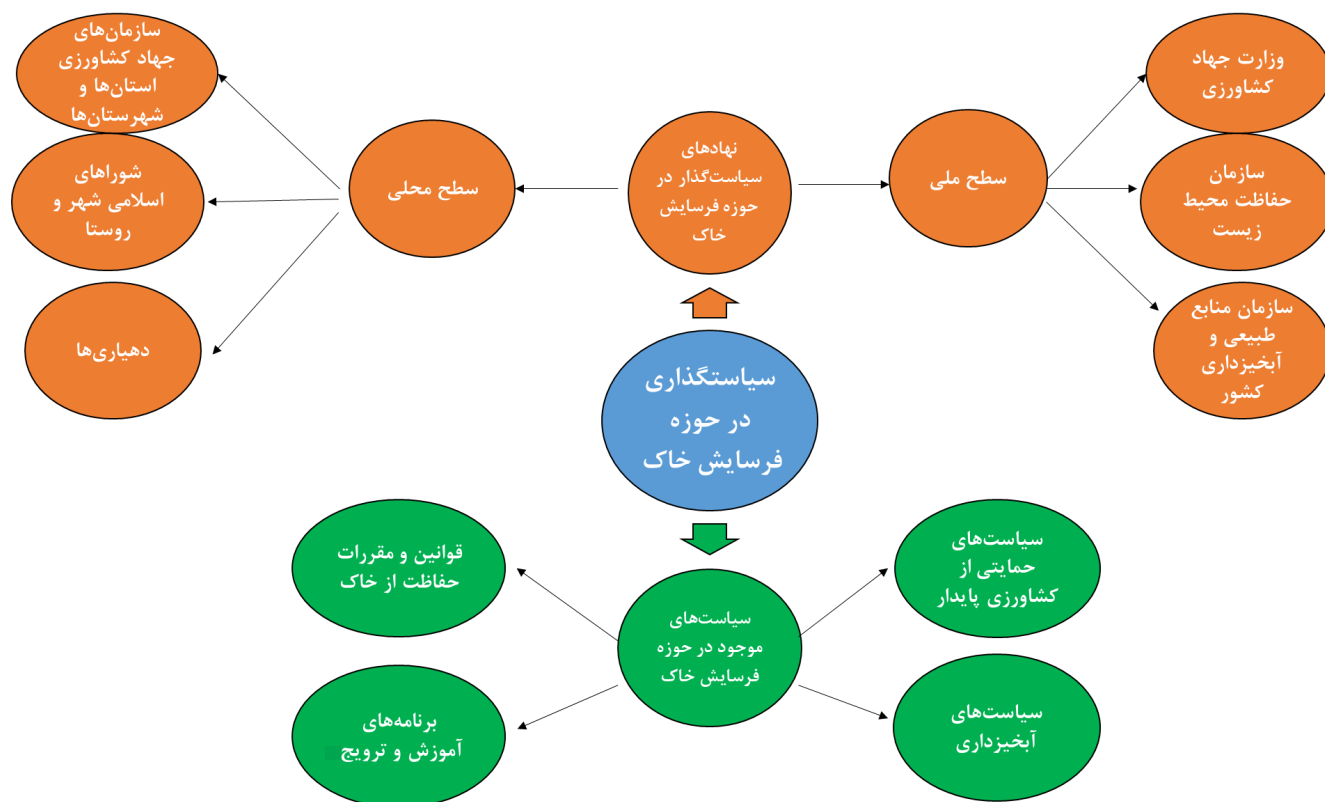
۹. سیاست‌گذاری در حوزه فرسایش خاک



فرسایش خاک یکی از مهم‌ترین چالش‌های محیط زیستی در عصر حاضر است که به دلیل فعالیت‌های انسانی و تغییرات اقلیمی تشدید شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود قوانین و اسناد مناسبی در زمینه حفاظت از خاک وجود دارد. اما اثر گذاری آنها به دلیل فقدان سیاست کلان جامع و کل نگر نسبت به حفاظت خاک، چندان واضح نیست. سیاست کلان جامع و کل نگر در حوزه حفاظت از خاک به معنای داشتن یک برنامه جامع و بلندمدت است که تمامی ابعاد مسئله فرسایش خاک را در نظر گرفته و همه نهاد‌های ذی ربط را درگیر کند (شکل ۸). برای مقابله با این پدیده، تدوین و اجرای سیاست‌های مناسب در سطح ملی و منطقه‌ای ضروری است. از مهم‌ترین اهداف سیاست‌گذاری در حوزه

فرسایش خاک، کاهش نرخ فرسایش خاک، افزایش آگاهی عمومی، حمایت از تحقیقات، تدوین قوانین و مقررات مشخص و قابل اجرا برای حفاظت از خاک و اعمال جریمه‌های سنگین برای جرائم و اختصاص بودجه کافی برای اجرای برنامه‌های حفاظت از خاک است. به عبارت دیگر برای حفاظت از خاک باید ترکیبی از رویکردهای سلبی (مانند قوانین و مقررات) و ایجابی (مانند آموزش، ترویج، حمایت مالی) استفاده کرد.

شکل ۸. سیاست‌گذاری در حوزه فرسایش خاک



مأخذ: نگارندگان.

در این راستا، با بهره‌گیری از تجربیات کشورهای پیشرو در زمینه کنترل فرسایش خاک همچون آمریکا، کانادا و استرالیا ابزارهایی مورد نیاز است که در ذیل به برخی از آنها اشاره شده است [۵۷]:

۱. **ترویج روش‌های کشاورزی پایدار:** ترویج روش‌هایی مانند کشت تناوبی، کشت حفاظتی، استفاده از کودهای آلی و مدیریت صحیح آبیاری برای کاهش فرسایش خاک،
۲. **حمایت از طرح‌های آبخیزداری:** اجرای طرح‌های آبخیزداری برای کنترل رواناب و کاهش فرسایش خاک،
۳. **ایجاد پوشش گیاهی:** کاشت درختان و گیاهان پوششی برای محافظت از خاک در برابر فرسایش،
۴. **تدوین استانداردهای ملی:** تدوین استانداردهای ملی برای مدیریت خاک و ارزیابی کیفیت خاک،
۵. **تشویق مشارکت بخش خصوصی:** تشویق بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری در فعالیتهای حفاظت از خاک،
۶. **همکاری بین‌بخشی:** ایجاد همکاری بین دستگاه‌های اجرایی مختلف برای هماهنگی و اجرای بهتر برنامه‌های حفاظت از خاک.

۱۰. نتیجه گیری و پیشنهادها



فرسایش خاک در ایران به عنوان یک بحران ملی مطرح است که عواقب جبران ناپذیری را برای محیط زیست، اقتصاد و امنیت غذایی کشور به همراه دارد. این پدیده که ناشی از عوامل متعددی از جمله تغییرات اقلیمی، فعالیت های انسانی نامناسب مانند تغییر کاربری اراضی و کشاورزی ناپایدار، و تخریب پوشش گیاهی است، باعث کاهش شدید حاصلخیزی خاک، آلودگی منابع آب، افزایش خطر سیلاب، گسترش بیابان زایی و کاهش تولید محصولات کشاورزی می شود. از دیدگاه زیست محیطی، خاک سطحی به عنوان منبعی برای کربن عمل کرده و از اثرات CO₂ و دیگر گازهای گلخانه ای اتمسفر که بر گرم شدن اقلیم جهانی مؤثرند، می کاهد. همچنین فرسایش خاک به صورت مستقیم با کاهش عمق خاک و عمق ریشه دوانی گیاه، هدررفت مواد معدنی و آلی خاک، کاهش ظرفیت نگهداری آب در خاک، کاهش جوانه زنی بذرها و در نهایت کاهش سطح اراضی کشاورزی موجب کاهش تولید محصول می شود و تهدید جدی برای امنیت غذایی است. علاوه بر این، فرسایش خاک خسارات اقتصادی قابل توجهی به کشور وارد می کند. خاک به عنوان یک منبع طبیعی حیاتی، نقش محوری در تأمین امنیت غذایی و حفظ تنوع زیستی ایفا می کند. با این حال، در ایران به دلیل بی توجهی به ارزش اقتصادی و اکوسیستمی خاک و مدیریت ناپایدار منابع طبیعی، شاهد فرسایش گسترده خاک هستیم. اگر چه در قانون حفاظت از خاک و قانون برنامه هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران، توجه ویژه ای به این موضوع شده، اما تاکنون ارزش گذاری اقتصادی دقیقی برای این ثروت عظیم انجام نشده است. بی توجهی به ارزش گذاری اقتصادی خاک و کمبود داده ها و اطلاعات در این زمینه، یکی از عوامل مؤثر بر نرخ فرسایش خاک در کشور است. در واقع عدم اطلاع از ارزش اقتصادی خاک سبب استفاده بی رویه و بی توجهی انسان به این منبع ارزشمند شده است. شاید بتوان چنین بیان کرد که اگر ارزش گذاری اقتصادی خاک انجام شود، قدر این موهبت الهی بیشتر دانسته می شود و به راحتی سبب تخریب و از بین رفتن آن نخواهد شد. با توجه به بحران فرسایش خاک در ایران و اهمیت حفظ این منبع حیاتی، حفاظت از خاک یک ضرورت ملی بوده و نیازمند عزم جدی همه دستگاه های دولتی، بخش خصوصی و جامعه مدنی است. با اتخاذ راهکارهای جامع و پایدار، می توان از فرسایش خاک جلوگیری کرده و به حفظ این منبع ارزشمند برای نسل های آینده کمک کرد. در این زمینه پیشنهادهایی به شرح ذیل بیان می شود:

■ **تکمیل و اصلاح قوانین موجود:** با توجه به ابهامات موجود در تعریف مفاهیم کلیدی مانند «خاک»، «تخریب خاک»، «کانون های تخریب و فرسایش» و «برداشت خاک» در برخی مواد قانونی، ضرورت بازنگری جامع در قانون حفاظت از خاک و آیین نامه اجرایی آن به منظور ارائه تعاریف دقیق و جامع و رفع ابهامات موجود، بیش از پیش احساس می شود.

■ **تقویت سازمان حفاظت محیط زیست:** با توجه به نقش محوری سازمان حفاظت از محیط زیست در حفاظت از خاک، ضروری است که اختیارات و منابع مالی این سازمان به ویژه در حوزه نظارت بر اجرای قوانین و مقررات زیست محیطی به طور قابل توجهی تقویت شود.

■ **تشکیل فوری کارگروه های تخصصی:** با استناد به ماده (۲) آیین نامه اجرایی قانون حفاظت از خاک، ضروری است که در اسرع وقت کارگروه های تخصصی متشکل از نمایندگان دستگاه های اجرایی، دانشگاه ها و بخش خصوصی با هدف بررسی جامع مسائل مربوط به فرسایش خاک، شناسایی راهکارهای عملی و ارائه پیشنهادهای اجرایی تشکیل شوند.

■ **سیستم پایش و ارزیابی:** ایجاد یک سیستم جامع پایش و ارزیابی مبتنی بر شاخص های مشخص و قابل اندازه گیری، به منظور شناسایی به موقع مناطق بحرانی، ارزیابی اثربخشی اقدامات انجام شده و تصمیم گیری مبتنی بر شواهد در خصوص برنامه های آتی، از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

■ **الزام دستگاه های اجرایی به تدوین و ارائه برنامه های عملیاتی:** الزام دستگاه های اجرایی به تدوین و ارائه برنامه های عملیاتی، گامی مهم در جهت مدیریت پایدار خاک و تحقق هدف کاهش نرخ فرسایش خاک قانون برنامه هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران محسوب می شود.

■ **سیاست های مالی و اقتصادی:** برای تضمین اجرای مؤثر برنامه های حفاظت از خاک، ضروری است که سازمان برنامه و بودجه مکلف



به تخصیص بودجه کافی و پایدار به این امر شود. پیشنهاد می‌شود یک ردیف بودجه مستقل و مشخص در بودجه سنواتی کشور برای اجرای برنامه‌های حفاظت از خاک در نظر گرفته شود.

■ **ارزش‌گذاری اقتصادی خاک و محاسبه آن در حساب‌های ملی:** ارزش‌گذاری اقتصادی خاک و لحاظ آن در حساب‌های ملی کشور، به‌عنوان یک ضرورت ملی، باید توسط سازمان برنامه و بودجه کشور، با همکاری وزارت جهاد کشاورزی، سازمان حفاظت محیط زیست و سایر دستگاه‌های ذی‌ربط به‌طور جدی پیگیری شود.

■ **ترویج کشاورزی پایدار:** برای ترویج گسترده کشاورزی پایدار، لازم است برنامه‌های آموزشی و ترویجی جامعی با همکاری کشاورزان، کارشناسان و سازمان‌های مردم‌نهاد طراحی و اجرا شود.

■ **مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز:** در این رویکرد توجه ویژه‌ای به ابعاد اجتماعی-اقتصادی در برنامه‌های مدیریت حوزه‌های آبخیز و مشارکت جوامع محلی می‌شود.

منابع و مأخذ



- [1] Alatorre, L. C., Beguería, S., & García-Ruiz, J. M. (2010). Regional scale modeling of hillslope sediment delivery: A case study in the Barasona Reservoir watershed (Spain) using WATEM/SEDEM. *Journal of Hydrology*, 391(1-2), 109-123.
- [2] Quinton, J. N., & Fiener, P. (2024). Soil erosion on arable land: An unresolved global environmental threat. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 48(1), 136-161.
- [3] Borrelli, P., Robinson, D. A., Fleischer, L. R., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., ... & Panagos, P. (2017). An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. *Nature communications*, 8(1), 1-13.
- [4] FAO, ITPS, 2015. Status of the world's soil resources (SWSR)—main report. J Food agriculture organization of the United Nations intergovernmental technical panel on soils, Rome, Italy, 650.
- [5] Julien, P. Y. 2010. *Erosion and Sedimentation*, 2nd ed. 371 pp. Cambridge University Press.
- [6] مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۱، اظهار نظر کارشناسی درباره: «بررسی عملکرد قانون حفاظت از خاک» شماره مسلسل ۱۸۶۴۶.
- [7] Hillel D, (2008). *Soil in the Environment*. Amsterdam ; Boston : Elsevier/Academic Press.
- [8] سازمان حفاظت محیط زیست، معاونت محیط زیست انسانی، گزارش عملکرد بخش فنی-تخصصی قانون حفاظت از خاک، ۱۴۰۰.
- [9] <https://financialtribune.com/articles/energy/113053>.
- [10] Mohammadi, S., Balouei, F., Haji, K., Khaledi Darvishan, A., & Karydas, C. G. (2021). Country-scale spatio-temporal monitoring of soil erosion in Iran using the G2 model. *International Journal of Digital Earth*, 14(8), 1019-1039.
- [11] Rafahi, H. (2017). *Water Erosion and Conservation*. University of Tehran Press.
- [12] Favis-Mortlock, D. (2002). Erosion by water. *Encyclopedia of Soil Science*. Marcel Dekker, New York, 452-456.
- [13] Faraji, M., Amirian-Chakan, A., Jafarizadeh, M., and Mohammadian-Behbahani, A. (2017). Soil and nutrient losses due to root crops harvesting: a case study from southwestern Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 63(11), 1523-1534.
- [14] LU, H. et al. Modelling sediment delivery ratio over the Murray Darling Basin. *Environmental Modelling & Software*, v. 21, p. 1297-1308, 2006.

- [15] Nearing, M. A., Xie, Y., Liu, B., and Ye, Y. (2017). Natural and anthropogenic rates of soil erosion. *International Soil and Water Conservation Research*, 5(2), 77-84.
- [16] Morgan, R.C.P. (2005). *Soil Erosion and Conservation*. Third Edition, Blackwell Publisher, Oxford, London.
- [17] Borrelli, P., Hoelzmann, P., Knitter, D., & Schütt, B. (2013). Late Quaternary soil erosion and landscape development in the Apennine region (central Italy). *Quaternary International*, 312, 96-108.
- [18] Nearing, M. A., Xie, Y., Liu, B., and Ye, Y. (2017). Natural and anthropogenic rates of soil erosion. *International Soil and Water Conservation Research*, 5(2), 77-84.
- [19] FAO. (2019). *Soil Erosion: the greatest challenge to sustainable soil management*. Rome, 100 pp.
- [۲۰] خلاصه وضعیت فرسایش خاک در ایران کشور، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۴۰۳.
- [21] Shahoei, S. (1989). Assessment the effective factors of soil erosion by water in Kuhn Soil Conservation Station and applying the results for preparing soil erosion map of upper chachment of Mulla-rud. Master of Science Thesis, Soil Science Department, University of Tehran.
- [22] Arabkhedri, M. (2014). A review on the Water erosion and sediment yield rate in Iran. *Extension and Development of Watershed Management* 2(4), 23-30.
- [23] Arabkhedri, M. (2005). A study on the suspended sediment yield in river basins of Iran. *Iran-Water Resources Research*, 1(2), 51-60.
- [24] SCWMRI (Soil Conservation and Watershed Management Research Institute) (2007).
- [25] Arabkhedri, M., Shadfar, S. and Sokuti-Oskoei, R. (2016). Verification of soil water erosion data and estimation of its tolerable values in the country. Project Final Report, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute.
- [26] Khajavi E, ArabKhedri M, Mahdian M.H and Shadfar S. Investigation of water erosion and soil loss values with using the measured Data from Cs-137 method and experimental plots in Iran. *Journal of watershed Management Research*. 2015; 6(11):137-51.
- [۲۷] محمدی، شاهین. کریمزاده، حمیدرضا. علیزاده، میثم. (۱۳۹۷). «برآورد مکانی فرسایش خاک کشور ایران با استفاده از مدل RUSLE اکوهیدرولوژی»، ۵ (۲)، ۵۶۹-۵۵۱.
- [28] Seyed-Olama, S.N., Asadi, H., and Zavareh, M. (2016). Effect of tillage erosion on soil displacement and productivity (Case study: Tutkaban, Guilan). *Iranian Journal of Water and Soil Research*, 46(4): 769-780.
- [29] Ravasani, S. (2021). Study of soil and nutrients losses due to potato harvest erosion (case study: Karaj markets). Master of Science Thesis, Soil Science Department, University of Tehran.
- [30] Faraji, M., Amirian-Chakan, A., Jafarizadeh, M., and Mohammadian-Behbahani, A. (2017). Soil and nutrient losses due to root crops harvesting: a case study from southwestern Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 63(11), 1523-1534.
- [31] Nosrati, K., Rostami, M., and Amini, M. (2019). Estimation of soil loss due to potato harvesting in Ghorveh-Dehgolan plain, Kurdistan Province. *Applied Soil Research*, 7(1), 177-186.
- [۳۲] عرب‌خدری، محمود. خوجینی، علی. حکیم‌خانی، شاهرخ. چرخابی، امیرحسین. تلوری، عبدالرسول. (۱۳۸۸). برآورد رسوبدهی و تهیه نقشه تولید رسوب برای ایران، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.
- [۳۳] جعفری‌اردکانی، علی. بیات، رضا. (۱۳۹۱). بررسی وضعیت فرسایش و تولید رسوب و اولویت‌بندی آن در کشور. هشتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری. دانشگاه خرم‌آباد، خرم‌آباد.
- [۳۴] نیک‌کامی، داوود. شادفر صمد. (۱۴۰۰). تهیه نقشه فرسایش خاک در حوضه‌های دارای ایستگاه رسوب‌سنجی کشور. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۱۳، ۴۷۹-

- [35] Soufi, M. 2017. Morphoclimatic classification of gullies in different climates of I.R. Iran (phase 1). Research Final Report, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 92 pages.
- [36] Soufi, M., Bayat, R., and Charkhabi, A.H. (2020). Gully erosion in IR Iran: characteristics, processes, causes, and land use. In: Gully erosion studies from India and surrounding regions. Cham: Springer; p. 357–368.
- [37] Soufi, M., Bayat, R., and Partovi, A. (2022). Methods of gully control and reclamation in different provinces of Iran. Watershed Engineering and Management, 14(1), 1-16.
- [38] Arabkhedri, M. (2021). Water erosion and sediment production status in Iran: Statistical and comparative analyses. Strategic Research Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 6(2), 139-156.
- [39] Azimzadeh, H.R., and Tahmasebi-Birkani, A.M. (2022). Quantitative estimation of wind erosion in non-agricultural and agricultural lands of Iran. In: Gorji, M., Besharati, H., Asadi, H. (eds.) Challenges of Soil Resources in Iran: Management and Strategies, Chapter 7, In press.
- [40] Blanco, H., Lal, R., Owens, L. B., Post, W. M., & Izaurralde, R. C. (2005). Strength properties and organic carbon of soils in the North Appalachian region. Soil Science Society of America Journal, 69(3), 663- 673.
- [41] Brown, L. R., & Young, J. E. (1990). Feeding the world in the nineties. Feeding the world in the nineties. 59-78.
- [42] Klemetsson, Å., Klemetsson, L., Berglund, K., Martikainen, P., Silvola, J., & Oenema, O. (1997). Greenhouse gas emissions from farmed organic soils: a review. Soil use and management, 13(s4), 245-250.
- [43] Robert, M. (2005). Global Change and Carbon Cycle: The Position of Soils and Agriculture. In: Roose, E.R and et al (Eds.). Soil erosion and carbon dynamic (3-13). Boca Raton: CRC press.
- [44] Telles, T. S., Guimarães, M. D. F., & Dechen, S. C. F. (2011). The costs of soil erosion. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35(2), 287-298.
- [45] Pretty, J., & Ward, H. (2001). Social capital and the environment. World development, 29(2), 209-227.
- [46] Uri, N. D. (2000). Agriculture and the environment—the problem of soil erosion. Journal of Sustainable Agriculture, 16(4), 71-94.
- [47] Cohen, M. J., Brown, M. T., & Shepherd, K. D. (2006). Estimating the environmental costs of soil erosion at multiple scales in Kenya using emergy synthesis. Agriculture, ecosystems & environment, 114(2-4), 249-269.
- [48] Montanarella, L. (2007). Trends in land degradation in Europe. In Climate and land degradation (pp. 83-104). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- [49] Hein, L. (2007). Assessing the costs of land degradation: A case study for the Puentes catchment, southeast Spain. Land Degradation & Development, 18(6), 631-642.
- [50] Sarcinelli, O., Marques, J. F., & Romeiro, A. R. (2009). Custos e benefícios da adoção de práticas e medidas para conservação do solo agrícola: Um estudo de caso na microbacia hidrográfica do córrego Oriçandinha. Informações Econômicas, 39(4), 5-16.
- [51] Kuhlman, T., Reinhard, S., & Gaaff, A. (2010). Estimating the costs and benefits of soil conservation in Europe. Land Use Policy, 27(1), 22-32.

[52] Nikkami, D., Elektorowicz, M., & Mehuys, G. R. (2002). Optimizing the management of soil erosion. *Water Quality Research Journal*, 37(3), 577-586.

[۵۳] موسوی، علیرضا. ارزانی، حسین. شرزه‌ای، غلامعلی. آذرنیوند، حسین. فرح‌پور، مهدی و ... نظری سامانی، علی‌اکبر. (۲۰۱۴). ارزش‌گذاری اقتصادی نقش پوشش گیاهان مرتعی در حفاظت خاک (مطالعه موردی: حوزه طالقان میانی). نشریه علمی-پژوهشی مرتع و آبخیزداری، ۶۷(۲)، ۳۱۷-۳۳۱.

[۵۴] اسعدی، محمد. علی. نجفی علمدارلو، حامد و (برآورد ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم و حفاظت آب و خاک در بخش شمالی منطقه حفاظت شده البرز مرکزی). حفاظت زیست‌بوم گیاهان.

[55] Al-Taai, S. H. H. (2021). Soil pollution-causes and effects. In *IOP conference series: earth and environmental science* (Vol. 790, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.

[۵۶] سازمان حفاظت محیط زیست، (۱۴۰۲).

[57] Balasubramanian, A. (2017). *Methods of controlling soil erosion*. Centre for Advanced Studies in Earth Science, University of Mysore. Mysore, India.

گزیده سیاستی

با توجه به اینکه فرسایش خاک در ایران بالغ بر هفت برابر متوسط جهانی است؛ از این رو می‌توان اذعان داشت که این پدیده در ایران در شرایط بحرانی به‌سر می‌برد. لذا در صورت اجرای صحیح و کامل قانون حفاظت خاک، می‌توان گام مؤثری در راستای حفاظت از این ثروت ملی برداشت.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۵۸۵۵-۱۵۸۷۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وبسایت: rc.majles.ir