

فرسایش خاک و روشهای حفاظت از آن

مسیب بقایی^۱ - سعید فعلی^۲ - محمد چیدری^۳ - ابوالحسن یعقوبی^۴

چکیده

خاک به‌عنوان یکی از باارزشترین منابع حیاتی محسوب میشود چرا که رشد گیاهان را تضمین کرده و بیش از ۹۷ درصد نیازهای غذایی جهان را برآورده میکند. بهره‌وری کشاورزی در هر کشوری در ارتباطی نزدیک و تنگاتنگ با کیفیت و عمق خاک زراعی آن کشور قرار داشته و به جرأت میتوان گفت که هر کشوری دارای منابع خاک غنیتر، حاصلخیزتر و فراوانتری باشد و از آن به بهترین و مناسبترین وجه، بهره‌برداری کند، ثبات، پایداری، امنیت و رفاه خود را تضمین کرده است. اگرچه از نظر علمی، خاک را جزء منابع طبیعی تجدید شونده قرار داده‌اند، اما با توجه به روند گند تشکیل، در عمل جزء منابع طبیعی غیرقابل تجدید به‌شمار می‌آید. علیرغم اهمیت حیاتی خاک برای ادامهٔ بقاء آدمی، معضلی جدی آن را تهدید میکند و آن چیزی نیست جز پدیدهٔ فرسایش. فرسایش خاک را میتوان به‌عنوان بحرانی جدی تلقی نمود. این در حالی است که آمار مختلف بیانگر سرعت بالای فرسایش خاک در ایران است. حال، سؤالی که مطرح است، این است که برای حفاظت خاک از فرسایش چه باید کرد؟ محقق در این مقاله به معرفی فرسایش خاک و انواع آن پرداخته است و در ادامه برای پاسخگویی به سؤال تحقیق، روشهای حفاظت خاک از قبیل: کنترل پوشش گیاهی در مراتع و آبراهها، استفاده از بقایای گیاهی و مالچپاشی، تناوب گیاهی، بندها، شیبشکنها، تراسبندی، باد شکنها، کشت بر روی خطوط کنتوری و کشت نواری را معرفی نموده است.

کلمه کلیدی: خاک، فرسایش، حفاظت

۱- کارشناس ارشد ترویج و آموزش کشاورزی

۲- کارشناس ارشد ترویج و آموزش کشاورزی

۳ - استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۴ - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

منظور از حفاظت خاک^۱، کنترل عوامل مؤثر در فرسایش آن میباشد. فرسایش آبی با شدت بارندگی، شیب زمین و حساسیت خاک نسبت به فرسایش، رابطه مستقیم و با نفوذپذیری و پوشش نباتی رابطه معکوسی دارد. بنابراین برای اینکه فرسایش آبی کاهش یابد، لازم است که شدت بارندگی، شیب زمین و حساسیت خاک نسبت به فرسایش را کم کرده و نفوذپذیری و پوشش نباتی را افزایش داد. در بین این عوامل، شدت باران در کنترل ما نیست و نمیتوان در آن دخالتی کرد ولی در مورد بقیه عوامل، میتوان با انجام عملیاتی که به کمکردن فرسایش منجر میشوند، دخالت کرد.

فرسایش بادی با سرعت باد و حساسیت خاک نسبت به فرسایش، رابطه مستقیم و با پوشش گیاهی رابطه عکس دارد. بنابراین برای اینکه شدت فرسایش بادی کاهش یابد، لازم است که سرعت باد و حساسیت خاک نسبت به فرسایش را کم کرده و پوشش نباتی را افزایش داد. سرعت باد را با ایجاد موانعی در سر راه آن کاهش میدهند، عوامل حساسیت خاک به فرسایش و پوشش نباتی را میتوان با انجام عملیات، مقاوم به فرسایش بار آورد.

مبارزه با فرسایش آبی و بادی به روشهای مختلف انجام میگردد. نتیجه اجرای بعضی از این روشها مقاوم بارآوردن خاک در مقابل فرسایش میباشد. همواره از این روشها استفاده نمیشود و بایستی از روشهای دیگری نیز به منظور جلوگیری از فرسایش استفاده کرد. بدیهی است انجام این روشها مشکلتر بوده و مستلزم هزینههای گزافی است و بایستی موقعی بهکار برده شوند که نتایج حاصله مفید باشد.

اشکال مختلف فرسایش خاک

بهبطور کلی دو نوع فرسایش خاک وجود دارد: فرسایش طبیعی و فرسایش غیرطبیعی.

¹ Soil conservation

الف) فرسایش طبیعی خاک^۱

فرسایش طبیعی یا فرسایش ژئولوژیکی^۲ فرایندی کند و بلندمدت بوده که در تمام دورانها بر روی همه خاکها رخ میدهد (Camp & Daughety, 2002). این نوع فرسایش به تشکیل خاکها و توزیع آنها بر روی سطح زمین کمک میکند و با فرایندهای تشکیل خاک در تعادل است (Suresh, 2004). در حقیقت فرسایش طبیعی، فرایندی است که با سرعتی خیلی آهسته، از زمانی که زمین در ۴/۵ میلیارد سال پیش بوجود آمد، در حال اتفاق است. از طرفی، فرسایش طبیعی با سائیدن سنگها و صخرهها، درهها و اراضی پست را مملو از رسوبات و خاکهای فرسایش یافته، ساخته و دشتهای بسیار غنی را بوجود میآورد که شمار زیادی از نوع بشر را تغذیه میکنند. بنابراین توقف کامل این فرایند بهطور اساسی نه مطلوب و نه ممکن است، بلکه باید سعی کرد آن را تا حد قابل قبولی کاهش داد.

ب) فرسایش غیرطبیعی یا تشدید شونده^۳

این نوع فرسایش از زمانی اتفاق افتاد که بشر پا به عرصه حیات نهاد و به کشاورزی و دامداری مشغول شد. فرسایش تشدید شونده سریعتر و شدیدتر از فرسایش طبیعی رخ میدهد. بهطور کلی این نوع فرسایش بهدلیل فعالیت انسان در طبیعت که باعث ایجاد تغییراتی در پوشش گیاهی و شرایط خاک میشود، به وقوع میپیوندد (Suresh, 2004). فرسایش غیرطبیعی شامل شکسته شدن خاکدانهها و تشدید جابهجایی و انتقال مواد آلی و معدنی در نتیجه روشهای زراعی و شخم نامناسب و از بین بردن پوشش گیاهی توسط آب و خاک میباشد (Schwab *et al.*, 2003).

فرسایش بادی خاک^۴

بهطور کلی فرسایش بادی به پدیدههای اطلاق میشود که طی آن ذرات خاک بر اساس اندازه (از ریزترین ذرات تا درشتترین ذرات) و با کمک نیروی باد از نقطه‌های که در آنجا قرار دارند به نقطه‌های

¹ Natural erosion of soil

² Geological erosion

³ Accelerated erosion

⁴ Wind erosion of soil

دیگر منتقل میشوند و در جاهایی که بهطور عمده گودالها یا چالهها هستند، جای میگیرند (Davis *et al.*, 2003). با توجه به این تعریف مشخص میشود که عامل اصلی در این نوع فرسایش، باد است. باد با انجام دو عمل عمده موجب فرسایش خاک میشود. در ابتدا وزش باد یا هوای متحرک باعث خشک شدن رطوبت سطحی خاک شده و با این عمل جدا شدن ذرات خاک را سبب میشود، سپس نیروی باد این ذرات جدا شده را با خود حمل کرده و در جایی دورتر مینشانند (Camp & Daughety, 2002). در بررسی علل وقوع فرسایش بادی آنچه مسلم است اینکه دو عامل شدت وزش باد و توپوگرافی منطقه، نقش اساسی را بازی میکنند.

فرسایش آبی خاک^۱

بنابر تعریف پلاستر^۲ (۲۰۰۲)، فرسایش آبی خاک نوعی فرسایش است که در آن ذرات خاک با کمک نیروی آب از مبدأ خود، جدا و در جایی دیگر ته‌نشین میشوند. آب نیز مانند باد به دو صورت کلی باعث فرسایش خاک میشود: نخستین عمل آب روی خاک به‌علت ریزش قطرات باران یا فرسایش پاشمانی است و سپس دومین عمل آب که مخربتر نیز میباشد بوسیله رواناب صورت می‌گیرد (Camp & Daughety, 2002). زمانی که آب سطحی در جهت شیب شروع به حرکت میکند، ذرات خاک را از یکدیگر جدا ساخته و آنها را با خود حمل میکند. فرسایش روانابی سه نوع خسارت به خاک وارد میکند: نخست، ساختمان موجود خاک را تخریب میکند و در نتیجه حاصلخیزی خاک را کاهش میدهد. دوم، شیارها یا خندقی‌هایی در سطح خاک بوجود می‌آورد که در نتیجه قابلیت استفاده از زمین زراعی کمتر میشود. سوم، خاک منتقل شده سرانجام در یک مکان رسوب میکند که این رسوبات در برخی مواقع ممکن است مفید باشند، مانند تشکیل جلگه‌ها، ولی در اغلب موارد مضرند مانند پرکردن مخازن سدها و مخازن آب (همان منبع).

^۱ Water erosion of soil

^۲ Plaster

اشکال گوناگون حفاظت خاک

حفاظت خاک به اشکال مختلفی صورت میگیرد. در این بخش با توجه به اهمیت هر روش سعی شده مختصری به آنها پرداخته شود.

الف) حفاظت خاک از طریق کنترل پوشش گیاهی در مراتع و آبراهها

در مراتعی که به نحو صحیحی مدیریت شده و دارای پوشش نباتی یکنواخت و خوبی باشند، بهطور تقریبی میتوان گفت که فرسایش وجود نخواهد داشت، بنابراین نیاز چندانی به حفاظت خاک نیز ندارند. خاک مراتعی را باید حفاظت کرد که پوشش نباتی ضعیفی دارند. جهت حفاظت خاک مراتع میتوان به کشت محصولات مختلف از جمله کلزا اقدام نمود. این نبات هم به صورت چرا و هم به صورت خشک شده قابل مصرف دام است، بنابراین از این حیث، گیاه مناسبی است اما عدم مقاومت آن در مقابل چرای زیاده از حد دام و لگد شدن جزء معایب آن محسوب میشود. برای حفاظت خاک مراتعی که بهعلت فقر و یا چرای زیاده از حد در معرض تخریبند میتوان گیاهان جدیدی را که شرایط موجود را بهتر تحمل کنند بهصورت نواری کشت نمود. شخم بهصورت نوارهایی در امتداد خطوط تراز به رشد سریع پوشش نباتی موجود کمک میکند. باید توجه داشت پوشش گیاهی قدیمی را تا زمان استقرار پوشش جدید نباید بهطور کامل از بین برد (رفاهی، ۱۳۷۸؛ ۱۳۸۰).

برای گسترش پوشش نباتی مراتع بهمنظور حفاظت خاک از روشهای دیگری نیز میتوان بهرهگرفت. از آنجائیکه در مراتع ضعیف، میزان تولید علوفه کم است، بنابراین برای حفاظت خاک آنها اغلب از روشهای خیلی ساده و ارزان قیمت استفاده میشود تا از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشند، بهعبارتی؛ از روشهایی استفاده میشود که هدف اصلی آن گسترش پوشش گیاهی با کاهش آبدوی و افزایش نفوذپذیری (ذخیرهسازی آب) باشد نه جلوگیری از فرسایش خاک. در حقیقت اگر بتوان تمام بارانی را که در سطحی ریزش میکند را تا زمان نفوذ آن بهداخل خاک متوقف ساخت هیچگونه آبدوی و فرسایش سطحی ایجاد نخواهد شد (نوروزی، ۱۳۸۲).

برای کاهش آبدوی و نفوذ باران در خاک، شیارهای کوچک سطحی به فاصله چند متر از هم در روی خطوط تراز ایجاد میکنند که به آنها شیارهای مرتعی^۱ میگویند. با ایجاد این شیارها آبدوی به جای خارج شدن از محیط در زمین نفوذ کرده و ذخیره میشود. این شیارهای کمعمق اغلب با کمک گاواهنهای تک شیار ساخته میشوند (رفاهی، ۱۳۸۰).

استفاده از پشتهبندی متصل^۲ از روشهای دیگری است که در راستای ذخیره سازی آب بهکار برده میشود. این روش عبارت از ایجاد تعداد زیادی گودالهای کوچک در زمین است تا رواناب را ذخیره سازد. برای این منظور یکسری پشتهبندیهای نزدیک به هم و در دو جهت عمود بر هم ایجاد میکنند به نحوی که زمین تبدیل به یکسری گودالهای مستطیلی شکل گردد. اجرای این روش بویژه در خاکهای عمیق قابل نفوذ، مؤثر است. وجود یک پوشش نباتی خوب در یک آبراه، سرعت جریان آب و در نتیجه قدرت فرسایندهی آن را کاهش میدهد. پوشش نباتی متراکم و کوتاه با ریشههای متراکم عمیق، بهتر از یک پوشش نباتی کم پشت و بلند در مقابل سرعت جریان آب مقاومت میکنند، زیرا نباتات بلند ممکن است در اثر جریان آب در کف آبراه بخوابند (همان منبع). نوع پوشش گیاهی مورد استفاده بر حسب شرایط آب و هوا و خاک، تغییر میکند. بهعنوان نمونه، بستر آبراهها بهطور عمده ماسهای بدون ساختمان بوده، مواد آلی و مواد غذایی نداشته، ظرفیت نگهداری آب آنها پائین است و رژیم آبی آنها بهصورت تناوب بین طغیان آب و خشکی است. بنابراین برای حفاظت خاک آبراهها گیاهی مناسب است که بتواند در شرایط نامناسب رشد کرده و پوشش مطلوبی داشته باشد (Owen & Chires, 2002).

ب) استفاده از بندها^۳ جهت حفاظت خاک

پس از یک بارندگی شدید، آب همراه با مواد منتقله در داخل آبراهها به حرکت درآمده و بتدریج به حجم و سرعت و در نتیجه به قدرت فرسایندهی آن افزوده میشود. جریان سریع آب در این

¹ Rangland's lists

² Alternative ridg

³ Dams

آبراهها میتواند خساراتی را وارد سازد. برای جلوگیری از فرسایش و کندهشدن دیوارهای آبراهها از بندها استفاده میشود (رفاهی، ۱۳۸۰). بهعلاوه با ایجاد بندها مواد منتقله بجای وارد شدن به رودخانهها در پشت آنها رسوب کرده و بهتدریج بهصورت سکویی در میآیند. بندها کمارتفاع بوده و از مواد ارزان قیمت ساخته میشوند، ممکن است موقتی یا دائمی باشند (ضیایی، ۱۳۸۰). بعد از تأسیس بندها خاک در پشت آنها جمع شده و بستری برای پوشش نباتی فراهم میشود. خود نبات به منزله بندی بوده و به جمعشدن خاک کمک میکند. بندها باید طوری طرحریزی شوند که قادر باشند حداکثر آبی را که ممکن است در طول مدت عمر بند از آبراه عبور کند از خود عبور دهند (Wall & Baldwin, 2003).

ج) استفاده از شیبشکن^۱ در حفاظت خاک

اگر آبراه ای در مسیرش شیب تند کوتاهی داشته باشد در اینصورت برای جلوگیری از فرسایش در اثر جریان آب میتوان از شیبشکن استفاده کرد. شیبشکن را میتوان از مصالح مختلف ساخت. در این ساختمان، آب پس از عبور از سرریز وارد کف بند شده و از آنجا به نهر منتقل میگردد (ضیایی، ۱۳۸۰؛ رفاهی، ۱۳۸۰).

د) استفاده از تراسبندی^۲ در حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش

همان گونه که گفته شد برای بهوجود آمدن فرسایش آبی دو شرط لازم است که عبارت هستند از (Wall & Baldwin, 2003):

۱. آب باران باید روی خاک جریان پیدا کند.

۲. سرعت جریان آب باید بهحدی باشد که بتواند ذرات خاک را منتقل سازد. این سرعت را

سرعت آستانه فرسایش مینامند.

برای مبارزه با فرسایش خاک بایستی از روشهایی استفاده کرد که مانع انجام ایندو شرط باشند؛

یعنی قسمتی از آب جاری را در خاک نفوذ داد و مازاد احتمالی آنرا با یک سرعت کم و غیر

¹ Gradient breaker

² Terracing

ساینده به خارج از منطقه هدایت کرد. برای کم کردن سرعت جریان آب که تابعی از شیب است از تراسبندی استفاده میشود.

ه) استفاده از کشت بر روی خطوط کنتوری جهت حفاظت خاک

اگر عملیات زراعی مانند شخم و دیسک در جهت شیب زمین انجام گیرد، در اینصورت آب باران بتدریج در جهت شیب آبراههای کوچک را بوجود میآورد. این آبراهها بتدریج بهم پیوسته و ممکن است به فرسایش خندقی منجر شوند. در صورتیکه اگر عملیات زراعی در روی خطوط تراز انجام گیرد، آب باران بهعلت وجود پشتهها و سایر موانع قادر نخواهد بود در جهت شیب حرکت کند و در نتیجه بتدریج در خاک نفوذ خواهد کرد. بهطورکلی، در اثر کشت در روی خطوط تراز، فرسایش محدود میشود و رطوبت بیشتری در خاک ذخیره میشود. این امر بخصوص در نواحی کمباران اهمیت دارد. کشت در روی خطوط تراز از نظر استفاده از ماشینآلات کشاورزی نیز اهمیت دارد. باید در نظر داشت که کشت در روی خطوط تراز نیز میتواند مشکلاتی از نظر استفاده از ماشینآلات کشاورزی را نیز به وجود آورد (رفاهی، ۱۳۸۰؛ Davenport, 2003). تأثیر کشت در روی خطوط تراز در فرسایش بر حسب نوع خاک فرق میکند. بهعنوان نمونه، در خاکهایی که زهکشی خوبی ندارند، شخم در جهت خطوط تراز در ابتدای بارندگی مناسب است ولی به مجرد اینکه خاک از آب اشباع شد، مواد به سهولت قابل حمل میگردند. بنابراین وقتی که شیب از حدود ۳ درصد تجاوز نمود بهتر است از روش دیگری بهعنوان روش تکمیلی استفاده گردد. باید در نظر داشت که کارآیی این روش در بارانهای شدید کم است. از طرف دیگر، طول ردیفهای کشت باید محدود باشد، زیرا اگر ردیفهای کشت طولانی باشند، آب جاری در آنها افزایش یافته و ممکن است لبریز شود. کشت در روی خطوط تراز در شیبهای نامنظم نیز مشکلاتی از نظر عملیات بوجود میآورد. زیرا ردیفهای کشت پیچ و خمدار شده و به سطوح اصلاحی زیادی نیاز خواهد بود (ضیایی، ۱۳۸۰).

و) استفاده از کشت نواری در جهت حفاظت از خاک

در این روش، زمین را بهصورت نوارهایی در آورده و در آنها بهطور متناوب کشت مورد نظر و بعضی از گیاهان علوفه‌ای که اغلب از خانواده لگومینه هستند را میکارند. با اجرای کشت نواری دامنه‌ها هیچ وقت لخت و بدون پوشش نباتی نبوده و بهعلاوه سرعت جریان آب که در نوارهای کشت محصول زیاد است در اثر برخورد با نوارهای علوفه‌ای متراکم، کم شده و در نتیجه آب در خاک نفوذ میکند. نقش کشت نواری در کنترل فرسایش در واقع از دو نظر اهمیت دارد: یکی عبارت است از کندکردن جریان سطحی در اثر برخورد با نوارهای علوفه‌ای و دیگری افزایش مواد آلی است که به اصلاح خصوصیات خاک و افزایش نفوذپذیری منجر میشود. در یک کشت نواری به -
طور عمده، عملیاتی مانند زدن شخم صحیح، تناوب و مالچ پاشی نیز انجام میگیرد (رفاهی، ۱۳۸۰؛ Davenport, 2003). در کشت نواری، نوارها ممکن است در امتداد خطوط تراز باشند، این روش مؤثرتر از روشهای دیگر کشت نواری است که در آنها نوارها موازی خطوط تراز نیستند. اگر شیب زمین بهقدری زیاد باشد که روش کشت کنثوری به تنهایی برای کنترل فرسایش کافی نباشد از کشت نواری که در آن نوارها به موازات خطوط تراز هستند استفاده میشود. در این روش در دامنه‌هایی با پستی و بلندی منظم، عرض نوارها کم و بیش منظم بوده ولی در دامنه‌هایی با پستی و بلندی نامنظم، یکسان نگهداشتن عرض نوارها امکانپذیر نمیشود. اگر بخواهند نوارها را به حالت موازی در بیاورند بایستی قسمتهای نامنظم منحنیها را کنار گذاشته و برای کشت، علوفه بهکار برند (Debary, 2004).

ز) استفاده از تناوب گیاهی در راستای حفاظت از خاک

طی آزمایشهایی که انجام گرفته است به این نتیجه رسیده‌اند که کشت یک نوع گیاه بهطور دائم و یکنواخت، پیوستگی دانه‌های خاک را کم کرده و آنرا مستعد فرسایش میسازد. بهعلاوه زمین در حد فاصل دو کشت بدون پوشش گیاهی میماند که خود این عمل در فرسایش خاک مؤثر است. بهطور کلی زراعت تککشتی نه تنها بهتدریج قدرت حاصلخیزی خاک را کاهش میدهد، بلکه عامل

مهمی در فرسایش خاک محسوب میشود. بنابراین اجرای یک سیستم تناوب گیاهی در اراضی شیبدار اثر فرسایش را تا حد زیادی کاهش میدهد (Debary, 2004).

ح) بهکاربردن باد شکن در جهت حفاظت خاک

فرسایش بادی نمیتواند صورت بگیرد، مگر اینکه سرعت باد بحدی برسد که بتواند مواد را با خود حمل کند، این سرعت را سرعت آستانه فرسایش میگویند. اصول مبارزه با فرسایش بادی عبارت است از ایجاد موانعی در مسیر باد و در نتیجه کاهش سرعت وزش باد. این موانع که بادشکن نام دارند ممکن است بیجان مانند چَپر و دیوار و یا جاندار مانند درخت، درختچه، گیاهانعلفی، ذرت، آفتابگردان و ... باشند. در مواردی که شرایط محیط، اجازه رشد پوشش گیاهی را نمیدهد و همچنین در مواقعی که سطح حفاظتی محدود است از بادشکنهای بیجان استفاده میشود. بادشکنها بهطور معمول از یک یا چند ردیف درخت یا درختچه تشکیل شدهاند که عمود بر جهت وزش باد غالب قرار میگیرند. در انتخاب درختان برای بادشکنها در درجه اول باید از گونههای بومی که رشد سریعی دارند استفاده کرد. باید توجه داشت که درختان بخصوص در نواحی خشک دارای سیستم ریشههای عمود باشند، زیرا ریشهها از آب عمقی استفاده کرده و بهعلاوه اگر ریشهها موجدار یا کج باشند ممکن است وارد منطقه حفاظتی شده و مزاحم محصولات شوند (Davenport, 2003 ; Debary, 2004).

ط) استفاده از بقایای گیاهی و مالچپاشی^۱ در حفاظت خاک

قرار دادن بقایای گیاهی در زمین، فرسایش آبی و بادی را کاهش میدهد. بقایای گیاهی عبارت است از قسمتهایی از نبات که پس از درو در زمین باقی میماند. هرچه مقدار بقایای گیاهی زیاد باشد تأثیر آن در کاهش فرسایش بیشتر خواهد بود. تأثیر بقایای گیاهی در فرسایش بر حسب نوع نبات متفاوت است. بقایای نباتی از طرق زیر در کاهش فرسایش آبی مؤثر هستند (رفاهی، ۱۳۸۰):

۱. حمایت خاک از ضربه مستقیم قطرات بارن؛

¹ Malching

۲. کاهش سرعت جریان سطحی؛

۳. کاهش میان تبخیر رطوبت از سطح خاک؛

۴. افزایش میزان هوموس خاک؛

۵. حفاظت خاک از اثر مستقیم اشعه خورشید و تغییر در شدت حرارت.

ی) عملیات صحیح کشت و کار

انجام عملیات نادرست کشت و کار مانند بهره‌برداری بیش از حد زمین که سبب فشرده شدن خاک و در نتیجه افزایش جریان سطحی می‌گردد، شخم و وجین در فصل خشک که خطر فرسایش بادی و در فصل بارانی فرسایش آبی را افزایش می‌دهد، شخم در جهت شیب و غیره سبب افزایش فرسایش می‌گردد. بنابراین کشت و کار باید مطابق روشهایی انجام گیرد که خطر فرسایش را محدود سازد (رفاهی، ۱۳۸۰؛ ضیایی، ۱۳۸۰).

بوته‌کاری، نهالکاری، اصلاح شخم، علوفه‌کاری، بندهای خاکی، بندهای گابیونی، بندهای ملاتی، بانکتبندی، دیواره‌های ساحلی، سکوبندی، اسکله‌ریزی، بندهای خشک‌چین، بندهای بتنی، بندهای چپری، تراسبندی، دیواره حائل، استخر ذخیره آب و احداث پی از دیگر روشهای حفاظت خاک محسوب میشوند.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

خاک یکی از مهمترین منابع طبیعی هر کشوری به‌شمار می‌رود. اساس و بقاء زندگی بشر بوده و هر کشوری دارای منابع خاک حاصلخیز، غنی و فراوان باشد و از آن به بهترین وجه بهره‌برداری کند، رفاه، امنیت و پایداری خود را تضمین کرده است. خاک، بستر کلیه فعالیت‌های تولیدی انسان به‌شمار می‌رود، اما امروزه به‌دلیل استفاده بی‌رویه از منابع طبیعی به‌طور اعم و خاک به‌طور اخص، دشواریهای گوناگون زیستمحیطی پیش روی انسان قرار گرفته است. در حال حاضر مسئله تخریب و فرسایش خاک در تمامی سطح خشکیهای زمین مشاهده میشود. با فرسایش خاک زمینه برای افزایش رواناب و گسترش تعداد سیلابها فراهم شده، در نتیجه اینکار فشاری

مضعف به خاک وارد میشود و موجبات تشدید فرسایش خاک بیش از پیش فراهم خواهد شد. با این اوصاف بهره‌برداران مجبور میشوند به منظور رفع نیازهای خود، میزان بهره‌برداری را از منابع آب و خاک افزایش دهند. برای کنترل فرسایش خاک و توسعه پایدار باید بهره‌بردارها به شیوه علمی انجام شوند و فعالیتهای حفاظت خاک گسترش یابند. این فعالیتهای میتوانند در قالب؛ کنترل پوشش گیاهی در مراتع و آبراهها، استفاده از بقایای گیاهی و مالچپاشی، تناوب گیاهی، بندها، شیبشکنها، تراسبندی، باد شکنها، کشت بر روی خطوط کنوری و کشت نواری صورت بگیرند.

منابع و مراجع

- ۱- رفاهی، ح. ق. (۱۳۷۸). فرسایش بادی و کنترل آن. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- رفاهی، ح. ق. (۱۳۸۰). فرسایش آبی و کنترل آن. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- ضیایی، ح. الف. (۱۳۸۰). اصول مهندسی آبخیزداری. مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی.
- ۴- نوروزی، غ. ر. (۱۳۷۸). فرسایش یا پسرفت، نگرشی دیگر باید؟. فصلنامه جنگل و مرتع، شماره ۴۲. صص: ۴۳-۳۶.
- 5- Davenport, T. E. (2003). The watershed project management guide. London: Lewis publishers.
- 6- Davies, D. B., Eagle, D. J. & J. B. Finney. (2003). Soil management. Farming Press.
- 7- Debarry, P. A. (2004). Watersheds: processes, assessment and management. New Jersey: John Wiley & sons Inc.
- 8- Camp, N. G. & Daugherty, T. B. (2002). Managing our natural resources. (3rd ed). New York: Delmar.
- 9- Owen, D. S. & Chiras, D. D. (2002). Natural resources conservation: management for a sustainable future. (6th ed). New jersey: Prentice Hall.
- 10- Schwab, G. O., Frevert, R. K., Elliot, W. J. & Fangameire, D. R. (2003). Soil and water conservation engineering. (4th ed). New York: Wiley.
- 11- Suresh, R. (2004). Soil and water conservation engineering. (2nd ed). Delhi: Nemchand Jain.
- 12- Wall, G. & Baldwin, C. S. (2003). Soil erosion - causes and effects. Ontario: Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.