

ضرورت طراحی برنامه جامع پایش فرسایش خاک کشور

محمود عرب‌خداری

دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده

خاک یکی از منابع مهم کشور است که ارزش آن روز به روز بهتر شناخته می‌شود. فرسایش مهمترین عامل تخریب خاک در سطح جهان و ایران است و ارزیابی مداوم وضعیت آن ضروری به نظر می‌رسد. همانگونه که خصوصیات کمی و کیفی آب‌های سطحی و زیرزمینی و ویژگی‌های هواشناسی به طور مداوم پایش می‌شوند، پایش خاک و به طور ویژه فرسایش خاک نیز ضرورت دارد. با پایش وضعیت فرسایش خاک می‌توان روند و سیر اصلاحی یا قهقرایی خاک را تعیین کرد. با توجه به این موضوع، ضرورت و برخی از نکات مهم در طراحی برنامه فرسایش خاک کشور در این مقاله تبیین شده است. ابتدا بر اساس معیارهایی دو دستگاه اجرایی ذیل وزارت جهاد کشاورزی به عنوان مسئول پایش فرسایش خاک عرصه‌های کشاورزی و منابع طبیعی پیشنهاد شده‌اند. در ادامه سرفصل‌های این برنامه مشتمل بر روش آمارگیری نمونه‌ای مناسب برای تعیین محل‌های پایش فرسایش در کشور، برنامه زمانی پایش فرسایش خاک، ضرورت ارائه روش‌های پایش برای اشکال مختلف فرسایش و طراحی فرم‌ها و سامانه‌های جمع‌آوری و ثبت اطلاعات، معیارهای کلی تعیین نیروی انسانی مورد نیاز و ضرورت آموزش نیروی انسانی مورد نیاز برای پایش مورد بحث قرار گرفته‌اند. در انتها توصیه شده است که دستگاه‌های اجرایی مسئول در خصوص تامین ردیف بودجه مختص این برنامه از طرق قانونی اقدام نمایند.

واژه‌های کلیدی: پایش، فرسایش، خاک، برنامه، ساختار

مقدمه

فرسایش خاک مهمترین عامل تخریب خاک در سطح جهان است (FAO و JTPS، ۲۰۱۵) و اثرات سوء اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی فراوانی بر جای می گذارد. فرسایش خاک یکی از دلایل اصلی بیابانی شدن حوزه های آبخیز نیز می باشد. فرسایش متوسط سالانه کشور در حدود یک میلیارد تن در سال معادل شش تن از هر هکتار در سال (پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۸۶) برآورد شده است. این مقدار با لحاظ نسبت تحویل رسوب ۳۰ درصد با متوسط حدود دو تن در هکتار در سال رسوبدهی معلق برآورد شده کشور توسط (عرب خدري و همکاران، ۱۳۸۸) مطابقت دارد. برآوردهای بیشتر از این میزان نیز در برخی از منابع ذکر شده است. خطر این مقدار فرسایش هنگامی روشن می شود که با تلفات قابل تحمل خاک های غیر کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک ایران که کمتر از یک تن در هکتار در سال برآورد شده است (عرب خدري و همکاران، ۱۳۹۵) مقایسه شود. با توجه به این که خاک منشاء اکثر تولیدات غذایی است و امنیت غذایی به استفاده پایدار از آن بستگی دارد؛ لازم است توجه جدی به برنامه های حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش مبذول شود. متأسفانه به دلیل توسعه فعالیت های عمرانی، ایجاد تغییرات گسترده در شرایط سطح زمین و بهره برداری بی رویه، شدت فرسایش خاک ها به سرعت افزایش می یابد؛ لذا توجهی دو چندان به اثرات محلی و غیر محلی فرسایش ضرورت دارد.

بدیهی است ارائه هر گونه برنامه موثر حفاظت خاک بدون اطلاع از مقدار فرسایش خاک و روند تغییرات آن مقدور نیست. بیشتر اطلاعات موجود از فرسایش به صورت برآوردی و با استفاده از مدل های فرسایش و رسوب می باشد. به رغم ارزشمند بودن چنین برآوردهایی، از آنجا که بر اساس اندازه گیری در نقاط ثابت بدست نیامده اند قابل استفاده برای تعیین روند فرسایش نیستند. به علاوه، حدود اعتماد برآوردها مشخص نیست زیرا تعیین محل های اندازه گیری ها بر اساس اصول آمارگیری نمونه ای^۱ نبوده است.

فرسایش پدیده ای است که تابع دو عامل فرساینده و فرسایش پذیری قرار دارد. از آنجا که برخی از عوامل نظیر شدت و مقدار باران، سرعت و جهت باد و وضعیت پوشش گیاهی از زمانی به زمان دیگر تغییر می کند مقدار فرسایش نیز تغییراتی را نشان می دهد. بخشی از این تغییرات نوسانات فصلی دارند. مثلاً هم زمان با باران های شدید افزایش یافته و یا پس از رشد و پوشش سطح خاک توسط گیاهان کاهش نشان می دهند. در مقابل برخی تغییرات به تفاوت های بین سالی عوامل فرساینده مربوط است. مثلاً مقدار فرسایش در یک رویداد بارش بسیار شدید ممکن است به تنهایی بیش از مجموع فرسایش چند سال باشد. بنابراین در برنامه پایش فرسایش خاک باید ثبت طولانی مدت مد نظر برنامه ریزان قرار گیرد. به عبارت دیگر اگر چه اطلاعات مربوط به یک رویداد نیز می تواند فایده هایی داشته باشد ولی سودمندی آن هنگامی بیشتر می شود که پایش طولانی مدت انجام گیرد.

به رغم اهمیت و ضرورت موضوع، متأسفانه تا کنون برنامه ای برای پایش سراسری منابع خاک کشور از این دیدگاه انجام نشده است. با این مقدمه این مقاله به دنبال تبیین ضرورت طراحی برنامه برای پایش سراسری فرسایش خاک در سطح کشور است. با انجام پایش، بستر اطلاعاتی لازم برای ارزیابی وضعیت (سیر مثبت یا سیر قهقرایی) خاک کشور فراهم می شود. به علاوه بر اساس داده های جمع آوری شده، اولویت بندی اقدامات و هزینه کردهای آبخیزداری امکانپذیر و همچنین سطح کیفی پژوهش های مرتبط در سطح موسسات پژوهشی و دانشگاه ها ارتقاء می یابد.

پیشینه پایش فرسایش خاک در ایران و جهان

پایش منابع آب و پارامترهای هواشناسی از گذشته در کشور ما به ترتیب توسط وزارت نیرو و سازمان هواشناسی برنامه ریزی شده و بطور دائمی ادامه دارد. به عنوان مثال طبق آخرین گزارشات منتشر شده، جریان رودخانه ها در بالغ بر ۱۰۰۰ ایستگاه هیدرومتری (تماب، ۱۳۷۳) و غلظت رسوب در بالغ بر ۷۰۰ ایستگاه اندازه گیری می شوند (تماب، ۱۳۷۴). اطلاعات جمع آوری شده از جنبه های مختلف اجرایی و پژوهشی قابل تحلیل است. مثلاً با استفاده از اطلاعات پایش آب، اظهار نظر در مورد منابع آب هر رودخانه امکانپذیر می شود. همچنین با استفاده از آمار غلظت رسوب یک رودخانه می توان رسوبدهی سالانه حوزه بالادست را بدست آورد.

در زمینه پایش فرسایش و رسوب، اقداماتی در دفتر طرح ریزی سازمان جنگل ها و مراتع و آبخیزداری در قالب طرح احداث آبخیزهای

زوجی انجام گرفته است (دفتر طرح ریزی، ۱۳۹۱). مساحت این آبخیزها عموماً کوچک بوده که در یکی از آن‌ها عملیات حفاظت خاک انجام شده و در دیگری مدیریت متداول در منطقه جاری است. این کار ارزشمند که در سالهای اخیر شروع شده است؛ با مشکلات عدیده ای فنی و پشتیبانی روبرو است که ادامه پایش را با چالش جدی مواجه کرده است. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری نیز با قریب دو دهه تجربه در زمینه تحقیقات فرسایش حدود ۲۰۰۰ طرح پژوهشی به اجرا رسانده و یا در دست اجرا دارد که بخشی از آنها پایش فرسایش خاک را مد نظر قرار داده اند. متأسفانه عمر پایش در اکثر موارد معادل عمر طرح پژوهشی بوده و پس از پایان مدت زمان اجرای طرح، پایش نیز متوقف شده است. نتایج و یافته‌های این طرح‌ها و همچنین اقدامات انجام شده در قالب آبخیزهای زوجی می‌تواند به عنوان مبنایی برای طراحی پایش فرسایش را فراهم آورد. پایش فرسایش در تعداد زیادی از کشورهای پیشرفته جهان در دهه های اخیر آغاز شده است. که در اینجا به دو مورد در کشورهای آمریکا و اسپانیا اشاره می‌شود.

پیشینه پایش فرسایش خاک در آمریکا به سالهای ۱۹۷۱ تا ۱۹۷۸ بر می‌گردد که طی آن عوامل سطح خاک^۲ برای ۱۳۵ میلیون ایکر از اراضی به روش موسوم به BLM اندازه‌گیری و ثبت شد (Clark, ۱۹۸۰). برنامه پایش دیگری موسوم به روش اندازه‌گیری خاک-گیاه^۳ متعاقباً به تصویب رسید که همچنان اندازه‌گیری عوامل سطح خاک (Clark, ۱۹۸۰) در آن ملحوظ بود. در ادامه سازمان حفاظت منابع طبیعی آمریکا ۸۰۰۰۰۰ نقطه را در قالب طرح اندازه‌گیری منابع طبیعی^۴ از نظر فرسایش مورد پایش مداوم قرار داده است. در این پایش که هر پنج سال تکرار می‌شود، منابع خاک و آب در سطح آمریکا اندازه‌گیری می‌شوند (National Resources Inventory, ۲۰۰۱) (Toys و همکاران، ۲۰۰۲). طراحی تعیین نقاط اندازه‌گیری بر اساس روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده دو مرحله‌ای^۵ بوده است. واحد نمونه‌گیری اولیه یک قطعه زمین است؛ در حالی که واحدهای نمونه‌گیری ثانویه تعدادی نقطه انتخاب شده در واحد اولیه می‌باشند. تعداد نقطه تابع یکنواختی و یا غیر یکنواختی زمین است. وسعت اغلب واحدهای نمونه‌گیری اولیه حدود نیم مایل مربع است که در هر یک از آن‌ها به طور متوسط سه نقطه انتخاب شده‌اند.

در اسپانیا طرح اندازه‌گیری ملی فرسایش خاک^۶ برای اجرا بین سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۲ به تصویب رسید و قرار است هر ۱۰ سال تکرار شود (Martinez-Nunez و Martin-Fernandez, ۲۰۱۱). اهداف این اندازه‌گیری بسیار گسترده بوده و مشتمل بر شناسایی، تعیین مقدار فرسایش و تعیین روند تغییرات در طول زمان می‌باشد. همچنین پیش‌بینی شده است که از پایگاه داده بوجود آمده در ارتباط با برنامه‌ریزی و سیاستگذاری در ارتباط با مسائل حفاظت خاک و زیست محیطی استفاده به عمل آید. این طرح دارای پنج جزء مختلف از نظر پایش و اندازه‌گیری فرسایش دامنه‌ای، فرسایش خندقی، فرسایش توده‌ای، فرسایش کنار رودخانه‌ای و فرسایش بادی است. در قسمت فرسایش دامنه‌ای که فرسایش ورقه‌ای و شیبی را پوشش می‌دهد یک نمونه از هر شبکه ۵×۵ کیلومتری برداشت و نقشه‌ها با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ به تفکیک استان‌ها ارائه می‌شود.

عرصه‌های مورد نظر

تمام سطح کشور مد نظر برای اجرای این پژوهش است. نیمی از سطح کشور ایران کوهستانی و نیمی دیگر مناطق دشتی است. این اراضی از نظر شرایط طبیعی و اقلیمی با یکدیگر تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارند. برخی از اراضی شیب‌های تندی داشته و ممکن است دسترسی به آن‌ها هزینه‌بر باشد. به عنوان مثالی دیگر، برف در ارتفاعات فوقانی برای دوره طولانی در هر سال سطح زمین را می‌پوشاند. از دیدگاهی دیگر بخش عمده اراضی از نوع منابع ملی بوده و در مالکیت دولت می‌باشند. در مقابل برخی از اراضی به ویژه آن‌هایی که دارای کاربری کشاورزی هستند در مالکیت بخش خصوصی و مردم قرار دارند و برای پایش آن‌ها هماهنگی با مالک ضروری است. برنامه پایش باید تمام محدودیت‌ها را مد نظر داشته باشد.

2. Cluster sampling
3. Soil-Vegetation Inventory Method
4. National Resources Inventory
5. Stratified two-stage sampling
6. National Soil Erosion Inventory

دستگاه مسئول پایش فرسایش خاک

همانگونه که بیان شد چند نمونه پایش فرسایش خاک در ایران توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور و در چند مورد در قالب طرح‌های پژوهشی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری انجام گرفته است. سوال مهم آن است که اصولاً پایش فرسایش خاک باید ذیل دستگاه‌های اجرایی قرار گیرد یا ذیل دستگاه پژوهشی؟

در پاسخ به این سوال، می‌توان از دستگاه‌های مسئول پایش پارامترهای هواشناسی و آب کشور ایده گرفت. سازمان هواشناسی کشور مسئول پایش داده‌های آب و هوایی است و شرکت مدیریت منابع آب و شرکت‌های آب منطقه‌ای در وزارت نیرو مسئولیت پایش آب‌های سطحی و زیرزمینی را به عهده دارند. بنابراین، به نظر می‌رسد مسئولیت پایش فرسایش خاک اراضی منابع طبیعی کشور باید به عهده سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری گذاشته شود و معاونت آب و خاک باید مسئولیت پایش فرسایش خاک اراضی زراعی را عهده‌دار شود. به عنوان جایگزین ضعیف‌تر، پایش فرسایش خاک را می‌توان به وزارت کشور که مسئول تمامیت ارضی و امنیت است واگذار کرد. چه مباحثی نظیر ریزگردها که نتیجه تخریب و فرسایش اراضی است بر مسائل امنیتی تاثیر می‌گذارد. به عنوان مثال دفتر مدیریت اراضی^۷ که زیر مجموع وزارت کشور ایالات متحده آمریکا است، با ارائه روش موسوم به BLM در این خصوص فعالیت داشته است.

طراحی برنامه پایش

گام اول برای شروع پایش، طراحی برنامه پایش فرسایش در کل کشور است که نیاز به انجام حداقل یک طرح پژوهشی دارد. نکات مهمی که در برنامه پایش باید مد نظر قرار گیرد به شرح زیر است:

الف) انتخاب روش آمارگیری نمونه‌ای مناسب برای تعیین محل‌های پایش فرسایش در کشور

در خصوص برنامه نمونه‌گیری، استفاده از دو برنامه نمونه‌گیری سیستماتیک^۸ و طبقه بندی شده^۹ در اولویت قرار دارد. با این همه روش‌های دیگر نظیر نمونه‌گیری خوشه‌ای^{۱۰} را نیز نباید از نظر دور داشت. انتخاب بین این روش‌ها نیازمند بحث‌های جدی از دیدگاه آماری است. برای رسیدن به روش نمونه‌گیری مناسب، آگاهی از نقشه‌های پایه موجود که بتوان بر اساس آن‌ها واحدهای کاری را تعیین نمود نیز ضروری است.

از دیدگاهی دیگر، انتخاب محل برای پایش، تابع اشکال فرسایش و حتی کاربری است. به طور قطع نحوه انتخاب محل نمونه‌برداری در جنگل، مرتع و اراضی کشاورزی معیارهای خاص خود را دارد و باید تعریف شود. همچنین انتخاب محل برای بررسی فرسایش خندقی متفاوت از محلی است که برای فرسایش توده‌ای به کار می‌رود. معیارهای لازم برای انتخاب نقاط و به طور کلی محل‌های اندازه‌گیری در این قسمت تعریف می‌شوند.

ب) طراحی برنامه زمانی پایش فرسایش خاک

برای رسیدن به اهداف پایش، تعیین تعداد مشاهدات در طول زمان یا تناوب اندازه‌گیری امری خطیر است. انتخاب فاصله زمانی بین دو پایش در وحله اول به نیازهای برنامه‌ریزی و نوع پایش بستگی دارد. علاوه بر آن مدت زمانی که هر پایش طول می‌کشد از موردی به مورد دیگر فرق می‌کند. بنابراین ممکن است تناوب اندازه‌گیری در برخی از موارد به صورت پیوسته و در برخی از موارد حتی هر چند سال یکبار انجام شود.

ج) ارائه روش مناسب پایش برای اشکال مختلف فرسایش و تعیین تجهیزات مورد نیاز

موضوع مهم در انتخاب روش‌های پایش فرسایش و رسوب، تفاوت در ماهیت اثر انواع فرسایش خاک است و در نتیجه ضرورت استفاده از روش‌های مختلف پایش و ابزارهای اختصاصی است. مثلاً فرسایش‌های سطحی مشتمل بر پاشمانی، ورقه‌ای و شیاری لایه سطحی حاصلخیز را انتقال می‌دهند ولی خسارت فرسایش آب‌کنندی بیشتر تولید رسوب زیاد و اختلال در تردد ماشین‌آلات کشاورزی در سطح

7. Bureau of Land Management

8. Systematic sampling

9. Stratified sampling

10. Cluster sampling

مزرعه است. در حرکت‌های توده‌ای و فرسایش حاشیه رودخانه‌ها، زمین بخشی از یک مزرعه یا باغ و یا حتی تمام آن ممکن است در معرض خطر بوده و از بین برود. به عبارت دیگر خسارات اشکال مختلف فرسایش با یکدیگر متفاوت بوده و پایش فرسایش خاک باید متناسب با اشکال فرسایش طراحی شود. مرور روش‌های مختلف و انتخاب مناسب‌ترین روش برای شرایط کشور و یا معرفی جایگزین‌های مختلف در این قسمت مطرح است. پس از انتخاب روش‌های پایش، تجهیزات و ابزار تخصصی مورد نیاز پایش برای هر یک از اشکال فرسایش نیز تعیین می‌شود.

د) طراحی فرم‌های جمع‌آوری و ثبت اطلاعات فرسایش خاک

پس از مشخص شدن محل و روش پایش برای هر یک از محل‌های انتخاب شده، لازم است فرم مربوطه تکمیل و اطلاعات فرسایش خاک ثبت شود. بخشی از اطلاعات مربوط به شرایط و موقعیت محل است ولی قسمت اعظم آن بسته به نوع فرسایش تفاوت‌هایی خواهد داشت. در این ارتباط طراحی فرم مخصوص برای هر یک از اشکال فرسایش ضرورت می‌یابد. البته با توجه به پیشرفت‌های تکنولوژی، ضروری است سامانه‌های ثبت برخط داده‌ها نیز طراحی و در اختیار قرار گیرد.

ه) طراحی سازمان مسئول پایش و تعیین نیروی انسانی مورد نیاز

نهایتاً برای اجرای موفقیت‌آمیز برنامه پایش فرسایش باید سازمان متولی طراحی شده و نیروی انسانی مورد نیاز برای آن از نظر کمی و کیفی مشخص شوند. منظور از سازمان متولی، تعیین نوع دفاتر و ادارات لازم در سطح ملی، استانی و شهرستانی و تعداد پرسنل مورد نیاز و سطح تحصیلات آن‌ها است. به عنوان پیشنهاد اولیه، تاسیس یک دفتر در سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری و دفتری دیگر در معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی ضروری به نظر می‌رسد. برای هر یک از دفاتر مذکور، اداره‌ای در استان به ترتیب ذیل ادارات کل منابع طبیعی و سازمان جهاد کشاورزی هر استان و واحدی در شهرستان ذیل ادارات منابع طبیعی و جهاد کشاورزی هر شهرستان پیش‌بینی شود. برنامه زمانی جذب نیروهای متخصص متناسب نیز باید تعیین شود.

و) طراحی برنامه آموزش نیروی انسانی مورد نیاز برای پایش

در این ارتباط برنامه آموزشی لازم که تکنیسین‌ها و کارشناسان باید طی کنند تا کیفیت مناسب و یکنواختی پایش در سراسر کشور را تضمین نماید ضرورت دارد.

نتیجه‌گیری

از آنجا که فرسایش خاک مهمترین عامل تخریب در مناطق خشک و نیمه خشک است، پایش آن در قالب یک برنامه ضرورت زیادی دارد که تا کنون مغفول مانده است. در این مقاله برخی نکات مهم در این خصوص مورد بحث قرار گرفته است. توصیه می‌شود دستگاه‌های اجرایی مسئول در گام اول از طریق مشاور صاحب صلاحیت نسبت به طراحی برنامه پایش فرسایش خاک اقدام و گزارش مفصلی در خصوص جزئیات برنامه، ساختار سازمانی، نیروی انسانی و اعتبار مورد نیاز تهیه نمایند و از طریق مجاری قانونی نظیر مصوبه هیئت دولت، مجلس شورای اسلامی و سازمان برنامه و بودجه نسبت به تصویب و استقرار ردیف بودجه خاص اقدام نمایند. باید توجه کرد که در برخی از موارد نظیر فرسایش سطحی، این پایش را می‌توان با پایش خصوصیات حاصلخیزی، فیزیکی و شیمیایی خاک و حتی پایش پوشش گیاهی در قالب برنامه‌های جامع‌تر ادغام کرد.

منابع

- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۸۶، سیمای حوزه‌های آبخیز کشور. سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری.
- تماب، ۱۳۷۵، بانک اطلاعات منابع آب. بولتن وضعیت منابع آب کشور، شماره ۱۲، ص ۱۷۳-۱۷۱.
- تماب، ۱۳۷۶، بانک اطلاعات رسوب. بولتن وضعیت منابع آب کشور، شماره ۱۵، ص ۹۰-۷۵.
- دفتر طرح‌ریزی، ۱۳۹۱، مطالعات فرسایش و رسوب حوضه‌های معرف و زوجی. سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور.
- عرب‌خدری، م، ص، شادفر، سکوتی‌اسکوئی، ر، ۱۳۹۵، تدقیق ارقام فرسایش آبی و تعیین مقدار مجاز آن در کشور. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.

- عرب خدری، م، ع، خوجینی، ش، حکیم خانی، ا، ح، چرخابی، ع.، تلوری، ۱۳۸۸. برآورد رسوبدهی و تهیه نقشه تولید رسوب برای ایران. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۵ صفحه.

-Clark, R.D. 1980. Erosion Condition Classification System. Bureau of Land Management. US Department of Interior.

-FAO and ITPS. 2015. Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Technical Summary. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy.

-Martin-Fernandez, L. and M. Martinez-Nunez. 2011. An empirical approach to estimate soil erosion risk in Spain. Science of the Total Environment. 409 (17): 3114-3123.

-National Resources Inventory. 2001. A guide for users of 1997 NRI data files, Version 1. National Resources Conservation Service.

-Toy, T. J., G. R. Foster and K. G. Renard. 2002. Soil Erosion, Processes, Prediction, Measurement and Control, John Wiley & Sons.