

اهمیت نرخ خاکزایی و فرسایش قابل تحمل خاک از منظر تصمیم سازی و عملیاتی در حوزه مدیریت جامع آبخیزهای کشور

حمیدرضا پیروان^۱، رضا بیات^۲، محمود عرب خدری^۳

دانشیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، hrpeyrowan@yahoo.com

مربی و عضو هیات علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

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

چکیده

یکی از ضرورت های مهم در مدیریت جامع حوزه های آبخیز و تصمیم سازی برنامه حفاظت خاک، توسعه تکنیک هایی است که بتوان مقدار فرسایش قابل تحمل خاک را به صورت مکان ویژه تعیین نمود. این مهم برای مکانیابی اقدامات حفاظتی و کنترل دقیق تلفات خاک ضروری است. همچنین برآورد مکان ویژه از فرسایش قابل تحمل یک مبحث اقتصادی مهم است که برای بهینه سازی مدل هزینه - سود اقدامات حفاظتی ضروری است. اولین گام در برآورد فرسایش مجاز، تعیین نرخ خاکزایی است. در حال حاضر، فناوری های مبتنی بر ردیابی رادیوایزوتوپ های با منشأ کیهانی، روش های ژئوشیمیایی، بیلان جرمی و روابط ژئومورفولوژیکی برای تخمین نرخ خاکسازی و تولید خاک از فنون شناخته شده است که برخی از آن ها مستلزم وقت و سرمایه زیاد است. ولی امروزه با توجه به محدودیت های روش سنتی در تهیه نقشه های خاک شناسی به مسئله شناسایی رقومی خاک توجه ویژه ای به عمل آمده است که هدف آن پیش بینی طبقات خاک بر اساس متغیرهای محیطی موثر بر تشکیل و تکامل خاک است. در این تحقیق سعی شده با رقومی سازی لایه های مرتبط با عوامل خاکزایی و تلفیق آن در محیط GIS، وضعیت و پتانسیل خاکزایی در سطح کشور ارائه شود. پس از تعیین مقادیر عوامل خاکزایی از جمله سنگ مادر، توپوگرافی و شیب و اقلیم در ایران، در محیط GIS، بر اساس تابع ضرب عوامل اقدام شد. نقشه تولیدی حاصل ضرب عوامل خاکزایی، بر اساس معیار ارائه شده در این تحقیق طبقه بندی و پس از تولید نقشه پتانسیل خاکزایی ایران ملاحظه شد که عمده سطح کشور از نظر پتانسیل خاکزایی به دو رده متوسط به میزان ۵۱ درصد و کم برابر ۴۳ درصد متعلق است. تنها پنج درصد سطح کشور از نظر خاکزایی در وضعیت مطلوب است که عمدتاً به نواحی جنگلی شمال کشور متعلق است. به بیان دیگر بیش از ۷۰ درصد پهنه ایران در وضعیت خاکزایی متوسط به پایین است. برای هریک از کاربری های موجود در کشور، فرسایش مجاز تعریف شد. متوسط فرسایش کشور، به روش EPM، شش تن در هکتار در سال محاسبه شده است. متوسط وزنی فرسایش مجاز کشور بر مبنای تنوع کاربری ها در این تحقیق $2/2 \text{ t/ha/y}$ محاسبه شد که با متوسط فرسایش به وقوع پیوسته کشور برابر $t/ha/y$ شش، مشخص می شود که میانگین فرسایش کشور، دست کم سه برابر حد تحمل فرسایش خاک ایران است. به این ترتیب لزوم برنامه مدیریت فرسایش و حفاظت خاک کشور در قالب طرح مدیریت جامع حوزه های آبخیز، می بایست در سرفلوحه کارها و اقدامات قرار گیرد.

واژه های کلیدی: فرسایش قابل مجاز، نقشه رقومی خاک، ضرب عوامل خاکزایی، فرسایش پذیری سازند، توان هوازدگی سنگ مادر، اقلیم، شیب

مقدمه

امروزه با توجه به محدودیت‌های روش سنتی در تهیه نقشه‌های خاک‌شناسی به مسئله شناسایی رقومی خاک توجه ویژه‌ای به عمل آمده است که هدف آن پیش‌بینی طبقات خاک بر اساس متغیرهای محیطی موثر بر تشکیل و تکامل خاک است. Zhu و همکاران (۱۹۹۷) موفق شدند به روش شناسایی رقومی خاک‌ها در مونتانای غربی، نقشه رقومی خاک با دقت بالای ۹۸ درصد تهیه کنند. McBratney و همکاران (۲۰۰۳) روش SCORPAN-SSPE را در مناطقی که با محدودیت منابع اطلاعاتی روبرو است، برای تولید نقشه‌های رقومی خاک ابداع نمودند. در این مدل، هشت عامل موثر در تشکیل خاک به شرح زیر ارائه شده است:

$$S_a = f(s, c, o, r, p, a, n) \text{ یا } S_c = f(s, c, o, r, p, a, n)$$

پارامترهای این مدل به قرار زیر است:

S: خصوصیات خاک یک نقطه بر اساس اطلاعات موجود یا نظر کارشناسی، C: اقلیم منطقه در یک نقطه، O: فعالیت ارگانیسم شامل موجودات زنده، پوشش گیاهی و فعالیت جانوری و انسان، T: توپوگرافی P: لیتولوژی سنگ مادر، a: عامل زمان و سن، n: موقعیت مکانی، S_c: طبقه خاک و نهایتاً S_a: خصوصیات پیش‌بینی شده خاک.

در تحقیقات مختلف مشخص شده است که پنج عامل Cl: آب و هوا و اقلیم، O: مواد ارگانیسمی، T: ناهمواری سطح زمین، P: مواد مادری و t: زمان، از مهمترین عوامل خاکزایی به حساب می‌آیند که در معادله زیر نشان داده شده است (ژنی، ۱۹۴۱).

Jenn's SLOPPT equation

$$S = f(cl, o, r, p, t)$$

علیجانی و همکاران (۱۳۹۲) در منطقه کوهین قزوین با ساخت لایه‌های رقومی مورد نیاز مدل روش SCORPAN، نسبت به تولید نقشه خاک منطقه اقدام کردند. یکی از عوامل مهم در خاکزایی، سنگ بستر و مواد مادری است. به‌وسیله پیروان و شریعت‌جعفری (۱۳۹۲) روش جامعی برای رتبه‌بندی حساسیت به فرسایش واحدهای سنگی ایران در ۱۰ رده مقاومتی ارائه شده است که این روش در تحقیق حاضر، مبنای رتبه‌بندی سنگ مادری در تشکیل خاک ایران قرار گرفت. هر چه مقاومت فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی سنگ بستر، کاهش یابد بالطبع تاثیر سایر عوامل خاکزایی بر سنگ موثرتر خواهد بود. به بیان دیگر، سازندهای زودفرسا به راحتی به مواد منفصل و خاک تبدیل می‌شوند و به شرط حضور شرایط مساعد ارگانیسمی و توپوگرافی، خاک عمیق به‌وجود می‌آید.

در حال حاضر، فناوری‌های مبتنی بر ردیابی رادیوایزوتوپ‌های با منشأ کیهانی، روش‌های ژئوشیمیایی، بیلان جرمی و روابط ژئومورفولوژیکی برای تخمین نرخ خاکساز و تولید خاک از فنون شناخته شده است. همچنین مدلسازی نرخ تقلیل باروری خاک در اثر فرسایش و روش‌های تخمین فرسایش قابل تحمل با شبیه‌سازی تغییرات شاخص‌های باروری و کیفیت خاک در یک بازه زمانی مشخص نیز برای بیشتر محققان موضوعی نو و بدیع است. تاکنون اجماع لازم بر سر یک یا چند شیوه‌نامه و مدل فراگیر برای تعیین فرسایش قابل تحمل، وجود نداشته است. بدیهی است، ضرورت‌های منطقه‌ای و جغرافیای فیزیکی و مدیریتی حاکم بر عرصه اراضی و خاک، تعیین‌کننده شیوه و مدل مناسب برای تعیین این شاخص کلیدی برای مدیریت و حفاظت خاک است. در این تحقیق سعی شده است بر اساس دیدگاه‌های مختلف در خصوص عوامل موثر بر خاکزایی، نسبت به بررسی پتانسیل خاکزایی کشور ایران اقدام شود و در پرتو این گام اولیه، نقشه‌های کاربردی بزرگ مقیاس، برای مدیریت جامع فرسایش و حفاظت خاک در کشور تولید و مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی، گستره کشور ایران است. برای انجام این تحقیق از نقشه‌های رقومی لیتولوژی کشور در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، نقشه رقومی توپوگرافی و نقشه رقومی اقلیم دومازن بهره گرفته شد. پس از تهیه نقشه رقومی ارتفاعی ایران، نقشه شیب و طبقات شیب در پنج رده تهیه شد. بر اساس متد پیروان و شریعت‌جعفری (۱۳۹۲)، نقشه رقومی لیتولوژی به نقشه طبقات ۱۰ گانه

حساسیت به فرسایش تبدیل شد و این نقشه به پنج رده قابلیت هوازدگی سنگ مادری طبقه‌بندی شد. نقشه رقومی اقلیمی نیز به پنج رده مختلف طبقه‌بندی شد. پس از تهیه نقشه‌های پایه، لایه رقومی توان خاکزایی (عامل سنگ مادری)، لایه شیب (عامل توپوگرافی)، لایه اقلیم (لایه اقلیم، ارگانیزم و زمان) به شرح زیر تلفیق و نهایتاً نقشه پتانسیل خاکزایی ایران به‌دست آمد. با توجه به مرور منابع راجع به نرخ مجاز فرسایش در کاربری‌های مختلف (عرب‌خدری و همکاران، ۱۳۹۵)، میزان فرسایش مجاز کشور بر اساس گسترش واحدهای کاربری به صورت میانگین وزنی محاسبه شد تا وضعیت ایران به لحاظ پتانسیل خاکزایی از یک سو با نرخ مجاز فرسایش از سوی دیگر مقایسه شود و نظر مدیران منابع طبیعی و آبخیزداری به اهمیت فرسایش خاک جلب شده و نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، در برنامه‌ریزی منطقه‌ای، به کار بسته شود.

نتایج

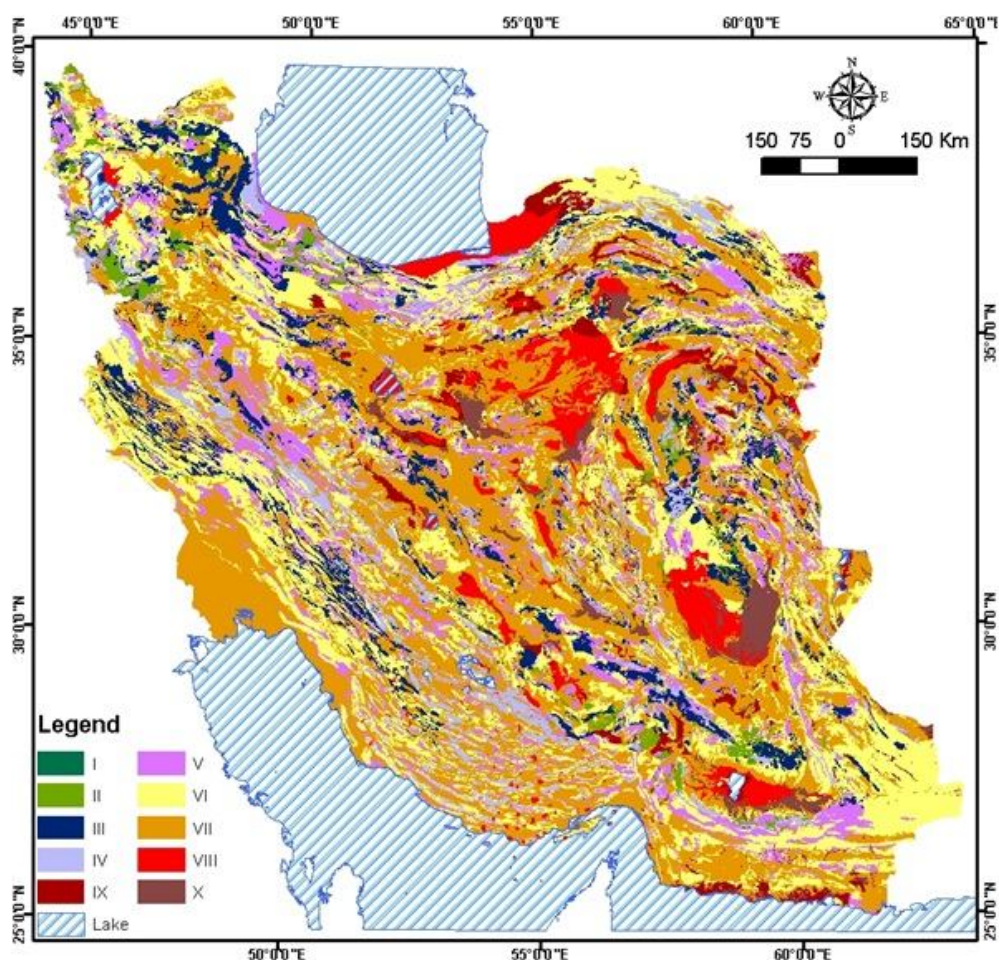
عوامل تحت بررسی این تحقیق شامل موارد زیر است:

۱- لایه حساسیت به فرسایش واحدهای سنگی (Parent material) و توان هوازدگی سنگ مادر

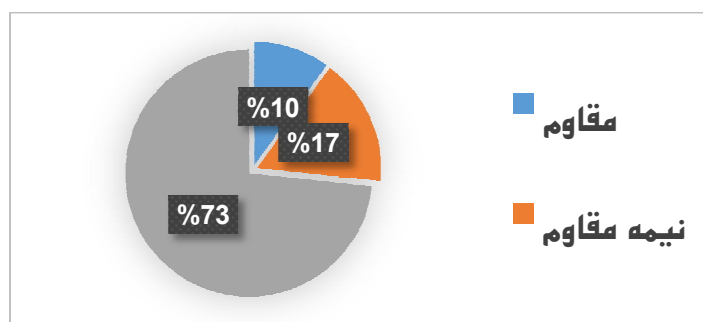
در این لایه، سازندهای زمین‌شناسی به لحاظ فرسایش‌پذیری به رتبه‌های ۱ تا ۱۰ طبقه‌بندی شدند (جدول ۱ و شکل ۱) و سپس به قرار زیر طبقات توان و یا قابلیت هوازدگی از این لایه استخراج شد (شکل ۳ و جدول ۲).

جدول ۱: وضعیت ایران از نظر فرسایش‌پذیری سازندهای زمین‌شناسی (پیروان و همکاران، ۱۳۹۰ و پیروان و شریعت‌جعفری، ۱۳۹۲)

ردیف	درصد فراوانی	مساحت (هکتار)	طبقه فرسایش‌پذیری	توصیف از نظر مقاومت به فرسایش
۱	۰/۰۲۴	۳۸۸۶۷/۱	I	فوق العاده مقاوم
۲	۲/۲۳۷	۳۶۱۹۸۳۴/۸	II	بسیار مقاوم
۳	۷/۷۰۸	۱۲۴۷۰۶۲۸/۲	III	مقاوم
۴	۶/۶۹۱	۱۰۸۲۶۱۵۰/۷	IV	متوسط بالا
۵	۱۰/۰۱۵	۱۶۲۰۵۱۴۲/۷	V	متوسط
۶	۲۵/۹۹	۴۲۰۵۲۱۳۲/۷	VI	متوسط پایین
۷	۳۷/۰۶	۵۹۹۶۶۱۴۳/۳	VII	پایین
۸	۴/۹۴۸	۸۰۰۵۰۳۸/۶	VIII	بسیار پایین
۹	۲/۶۹۹	۴۳۶۷۸۹۸/۸	IX	فوق‌العاده پایین
۱۰	۲/۶۲۲	۴۲۴۲۷۱۵/۴	X	غیر مقاوم، کاملاً سست و منفصل



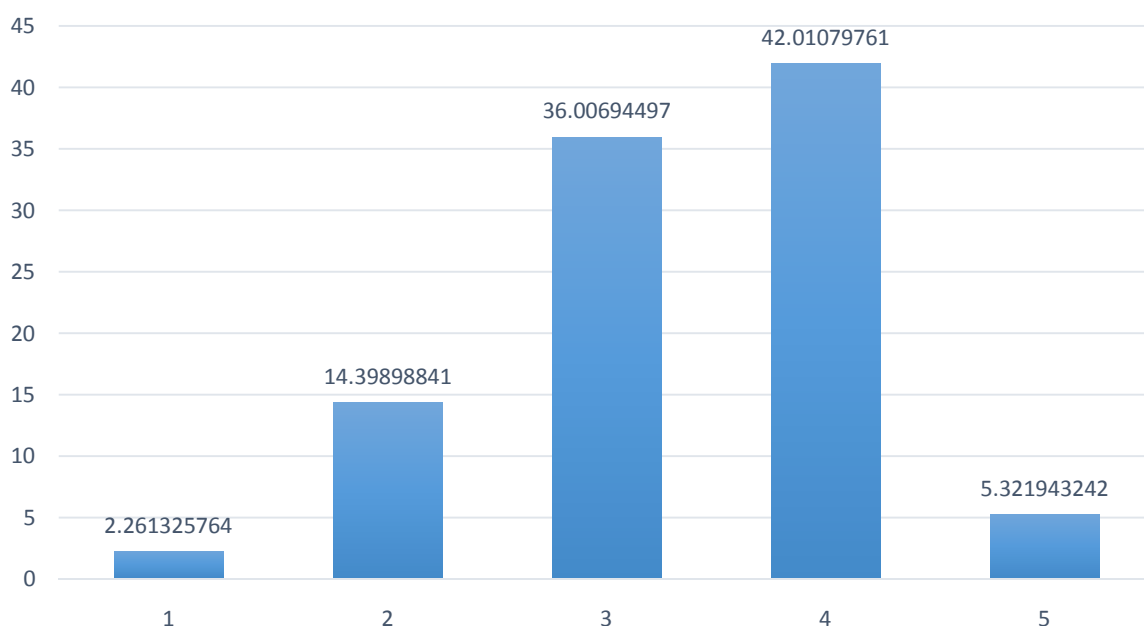
شکل ۱: نقشه طبقات حساسیت به فرسایش واحدهای سنگی کشور به ۱۰ رده مقاومتی در مقابل فرسایش (پیروان و شریعت جعفری، ۱۳۹۲، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۹۴)



شکل ۲: درصد فراوانی دستجات مقاومتی سنگ ها به فرسایش در کشور ایران

مقاوم: رده های I و II و III نیمه مقاوم: رده های IV و V کم تا نامقاوم: رده های VI، VII و VIII و IX و X

با نگاهی اجمالی به درصد فراوانی واحدهای سنگی کشور نسبت به فرسایش (شکل ۲)، ملاحظه می شود که حدود ۷۳ درصد سنگ ها و مواد مادری خاک، مستعد هوازدگی هستند. به شرط فراهم بودن سایر شرایط خاکزایی از جمله اقلیم و درجه فعالیت موجودات زیستی از یک سو و توپوگرافی ملایم از سوی دیگر، امکان تشکیل خاک بر روی سازندهای زمین شناسی ایران بالا است ولی متأسفانه در کمتر جای ایران، سایر شرایط خاکزایی فراهم است. به خصوص دخالت های انسانی و بهره برداری لجام گسیخته از منابع طبیعی به وسیله انسان در ایران، کلیه موازنه های خاکزایی را نا متعادل کرده است.



شکل ۳: درصد فراوانی طبقات قابلیت هوازدگی سنگ ها و مواد مادری خاک در کشور ایران

جدول ۲: رتبه بندی عامل سنگ مادری و امتیازات متعلقه در لایه توان هوازدگی سازندهای زمین شناسی کشور

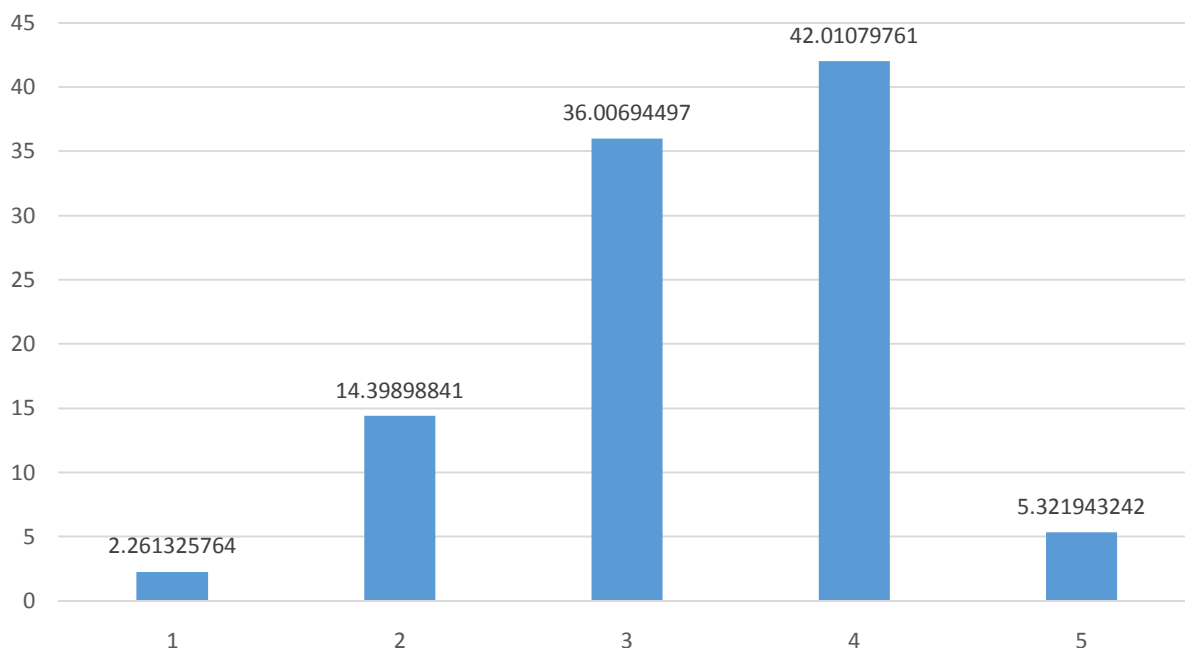
رتبه حساسیت به فرسایش	توان هوازدگی	رتبه هوازدگی
I و II	خیلی کم	۱
III و IV	کم	۲
V و VI	متوسط	۳
VII و VIII	زیاد	۴
IX و X	خیلی زیاد	۵

لایه طبقه بندی شیب (Relief)

شیب اراضی یکی از عوامل مهم در خاکزایی است، لذا لایه رقومی ارتفاعی (DEM) تهیه و نقشه شیب و طبقات آن با دستجات زیر تهیه شد. باوجود این که گستره سازندهای حساس به فرسایش در ایران بسیار وسیع است ولیکن با وجود فرایندهای تکتونیکی و پرشیب بودن سطح اراضی و وقوع باران های سیل آسا، هدررفت خاک تولیدی و ایجاد رسوب بالا است. با توجه به اهمیت شیب در خاکزایی، بر اساس نقشه DEM، نسبت به طبقه بندی شیب به قرار جدول ۳ اقدام شد و به هر رده، رتبه متناسب با آن نسبت داده شد و لایه رقومی طبقات شیب (درصد) تهیه شد.

جدول ۳: رتبه بندی عامل توپوگرافی و امتیازات متعلقه در لایه شیب کشور

شیب به درصد	توصیف اثرگذاری بر خاکزایی	رتبه هوازدگی
$40 <$	خیلی کم	۱
$40-25$	کم	۲
$25-12$	متوسط	۳
$12-5$	زیاد	۴
< 5	خیلی زیاد	۵



شکل ۴: درصد فراوانی طبقات شیب در کشور ایران بر مبنای جدول

همان‌طور که در توزیع دستجات شیب اراضی در ایران نمایان است، حدود ۷۸ درصد سطح کشور دارای میزان شیب مناسب با درجات متوسط تا زیاد برای تشکیل خاک است و به شرط فراهم بودن سایر شرایط، امکان خاک‌زایی فراهم است.

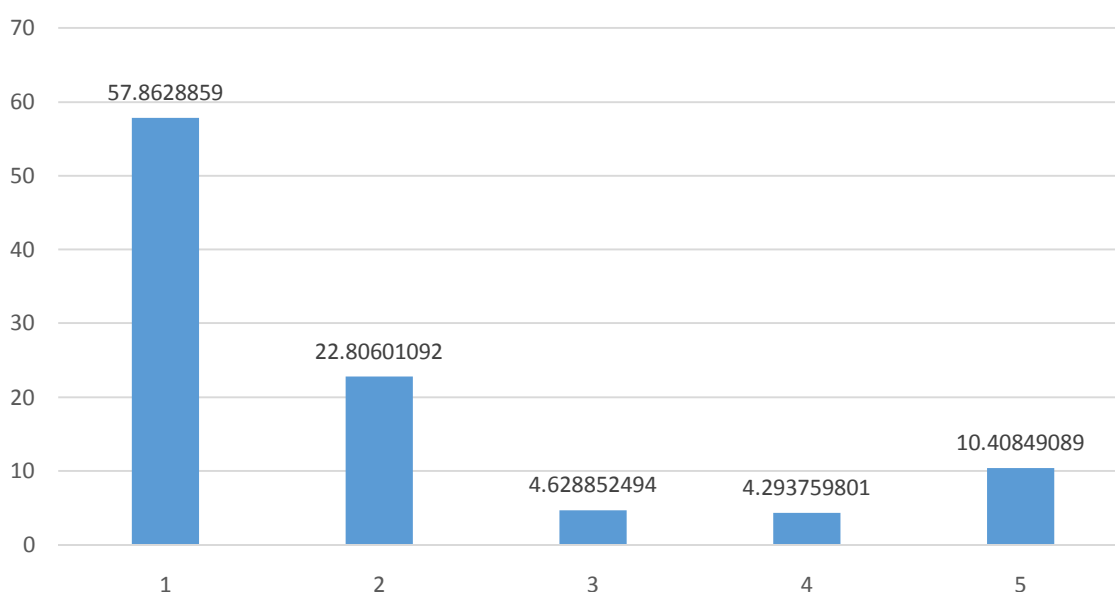
لایه اقلیم (Climate, Time, Organisms)

نوع اقلیم و درجه حرارت و بارش میانگین یک منطقه علاوه بر این که شرایط لازم برای هوازگی فیزیکی و شیمیایی سنگ‌های مادری را کنترل می‌کند، می‌تواند میزان و شدت فعالیت‌های زیستی اعم از گیاهی و جانوری و میکروارگانیسم‌ها را که در خاک‌زایی عامل مهم محسوب می‌شوند را تحت کنترل خود داشته باشد. مدت زمان لازم برای تشکیل خاک به شدت به سایر عوامل فعال‌کننده تشکیل خاک از جمله اقلیم و موجودات زنده بستگی دارد، گرچه که متاثر از شرایط توپوگرافی و ویژگی سنگ مادری نیز هست. در اقلیم‌های گرم و مرطوب، زمان تشکیل خاک نسبت به اقلیم‌های دیگر مانند اقلیم سرد و خشک، بسیار پایین‌تر است. لذا با در نظر گرفتن لایه اقلیمی کشور دو عامل دیگر موثر در خاک‌زایی مانند فعالیت‌های ارگانیسمی و زمان به نوعی در نظر گرفته شده است. در این بررسی، از لایه اقلیم دوماثرن کشور برای عامل‌های اقلیم و فعالیت ارگانیسمی موثر بر خاک‌زایی استفاده شد. ابتدا بر اساس نقشه دیجیتال پوشش ایران، نواحی اقلیمی به قرار جدول ۴ طبقه‌بندی و رتبه‌بندی شدند.

جدول ۴: رتبه‌بندی عامل اقلیمی و امتیازات متعلقه در لایه اقلیم کشور

رتبه	توصیف اثرگذاری بر خاک‌زایی	نوع اقلیم
۱	خیلی کم	خشک
۲	کم	نیمه خشک
۳	متوسط	مدیترانه‌ای
۴	زیاد	نیمه مرطوب
۵	خیلی زیاد	مرطوب و خیلی مرطوب

پس از تعیین معیارها و امتیازات متعلق به هر دسته اقلیم، پراکنش آن در سطح کشور و در محیط GIS محاسبه و به قرار شکل ۵ ارائه شد. بر اساس نتایج حاصله، حدود ۸۰ درصد سطح کشور در رده ۱ و ۲ (خشک و نیمه‌خشک) اقلیمی قرار دارند و لذا شرایط لازم خاکزایی در ایران با توجه به شرایط اقلیمی در وضعیت بحران واقع است. به بیان دیگر گرچه از میان پنج عامل خاکزایی، عوامل لیتولوژی و شیب، مناسب خاکزایی است ولیکن اقلیم مناسب در بیشتر مناطق، برای تشکیل خاک در ایران فراهم نیست. به همین سبب، سازندهای زمین‌شناسی حساس به فرسایش با بارش‌های رگباری، به‌طور عمده تولیدکننده رسوب برای مناطق پایین‌دست هستند.



شکل ۵: درصد فراوانی رتبه خاکزایی طبقات اقلیمی در کشور

بحث و نتیجه‌گیری

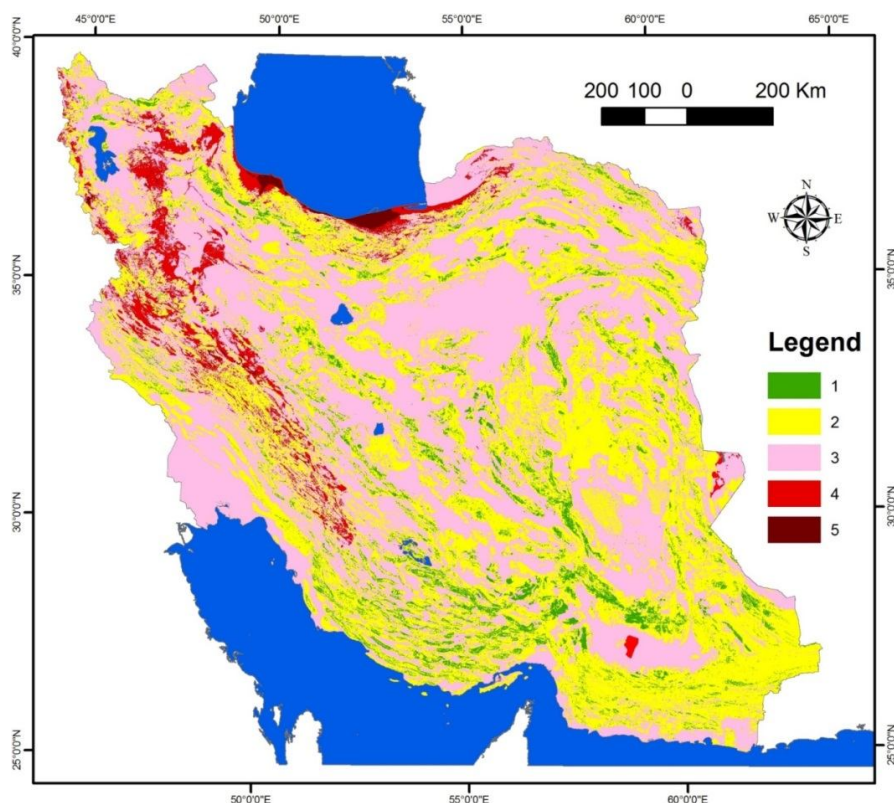
در این بخش ابتدا نقشه‌های رتبه‌بندی عوامل خاکزایی در محیط GIS در سطح کشور با هم تلفیق و نقشه پتانسیل خاکزایی ایران تولید شد. با توجه به لایه نقشه کاربری اراضی ایران و در نظر گرفتن استانداردهای فرسایش مجاز در هر واحد کاربری، وضعیت فرسایش کشور و پتانسیل خاکزایی به قرار زیر بررسی شد.

تلفیق لایه‌ها (روش ضرب عوامل)

پس از تعیین مقادیر عوامل خاکزایی سنگ مادر، توپوگرافی و شیب، در محیط GIS، نسبت به ضرب عوامل اقدام شد. نقشه تولیدی حاصل ضرب عوامل خاکزایی، بر اساس معیار ارائه شده در جدول ۵ طبقه‌بندی شد.

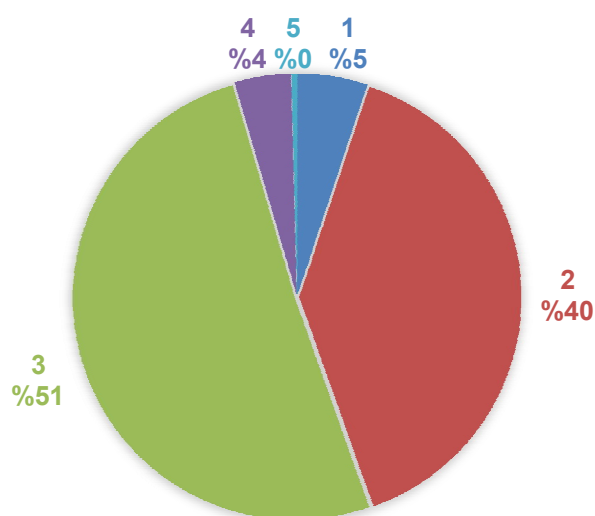
جدول ۵: محدوده ضرب عوامل برای طبقه‌بندی نقشه تلفیقی حاصل از ضرب امتیازات لایه‌های رقومی عوامل خاکزایی

رتبه خاکزایی	توصیف درجه خاکزایی	محدوده ضرب عوامل
۱	خیلی کم	$0 < x < 5$
۲	کم	$5 < x < 17$
۳		$17 < x < 45$
۴	متوسط	$45 < x < 95$
۵	زیاد	$95 < x < 125$



شکل ۶: نقشه پتانسیل خاک‌زایی ایران (درجات خاک‌زایی شامل ۱: خیلی کم، ۲: کم، ۳: متوسط، ۴: زیاد و ۵: خیلی زیاد)

پس از تولید نقشه پتانسیل خاک‌زایی ایران (شکل ۶) ملاحظه شد که عمده سطح کشور از نظر پتانسیل خاک‌زایی به دو رده متوسط به میزان ۵۱ درصد و کم ۴۳ درصد متعلق است. تنها پنج درصد کشور از نظر خاک‌زایی در وضعیت مطلوب است که عمدتاً به نواحی جنگلی شمال کشور متعلق است. به بیان دیگر بیش از ۷۰ درصد پهنه ایران در وضعیت خاک‌زایی متوسط به پایین است (شکل ۷).



شکل ۷: درصد فراوانی توانایی خاک‌زایی در سطح کشور ایران

۵ < : خیلی کم (رتبه ۱)، ۵-۱۷: کم (رتبه ۲)، ۱۷-۴۵: متوسط (رتبه ۳)، ۴۵-۹۵: زیاد (رتبه ۴)، ۹۵-۱۲۵: خیلی زیاد (رتبه ۵)

برای تعیین وضعیت بحرانی کشور در مورد مسائل خاک و فرسایش ضرورت داشت تا برآوردهای فرسایش کشور با توجه به فرسایش استاندارد و مجاز در کاربری‌های موجود مقایسه شود تا نتایج کشوری آن راهنمای روشنی برای مدیران منابع طبیعی باشد. لذا این مهم به شرح زیر انجام شد.

اولویت مدیریت جامع فرسایش و حفاظت خاک بر اساس فرسایش مجاز کشور

فرسایش قابل تحمل (Tvalue) یک مبحث بنیادی است. از نظر عملیاتی و نیز از منظر تصمیم‌سازی در حوزه مدیریت منابع اراضی و در مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز بسیار موثر و کلیدی است. تلاش‌های گسترده‌ای در دهه‌های ۵۰ تا ۷۰ میلادی در تعیین آن به‌صورت مکان‌ویژه انجام شده است ولی این مبحث علمی، یک مبحث بین رشته‌ای پیچیده با مولفه‌های متنوع است، همچنین منابع عدم اطمینان ناشی از متغیرهای مکانی، زمانی، فیزیکی و مدیریتی بر توسعه مبانی علمی و رشد دانش شناختی آن سایه افکنده است. از زمان یاد شده تا دهه پایانی قرن بیستم، توسعه مفاهیم آن بسیار کند صورت می‌گرفت. از این دهه به بعد، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، اشکال پیدا و پنهان تخریب و فرسایش خاک بازخوانی شد و اثرات آن‌ها بر کمیت و کیفیت منابع بیوماس و به‌طور خاص، اثرات آن به‌عنوان تهدیدهای جدی برای پایداری منابع تنوع زیستی، مورد توجه قرار گرفت. لذا تلاش‌های جدی‌تری در جهت توسعه مفاهیم این علم و رسیدن به ساز و کارهای کاربردی و عملیاتی تعیین آن در دستور کار گرفت (پرویزی، ۱۳۹۶). یکی دیگر از ضرورت‌ها، توسعه تکنیک‌هایی است که بتوان مقدار فرسایش قابل تحمل خاک را به‌صورت مکان‌ویژه تعیین نمود. این مهم برای مکانیابی اقدامات حفاظتی و کنترل دقیق تلفات خاک ضروری است. همچنین برآورد مکان‌ویژه از فرسایش قابل تحمل یک مبحث اقتصادی مهم است که برای بهینه‌سازی مدل هزینه - سود اقدامات حفاظتی ضروری است. با توجه به گفته‌های پیشین، مدیریت جامع فرسایش و حفاظت خاک مبتنی بر وضعیت فرسایش مجاز کشور بر اساس پراکنش کاربری‌های مختلف می‌بایست انجام شود. بر اساس منابع موجود در کشور و خارج از کشور برای کاربری‌های مختلف، فرسایش مجاز تعریف شده است. در صورتی فرسایش در یک منطقه مجاز محسوب می‌شود که نرخ آن از نرخ خاکزایی پایین‌تر باشد. به عبارت دیگر میزان خاکزایی در یک منطقه بالاتر از نرخ فرسایش باشد. یکی از مولفه‌های تعیین‌کننده مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، پرداختن به مدیریت فرسایش و کنترل رسوب و اجرای فعالیت‌های حفاظت خاک است. یکی از راهکارهای مهم در این زمینه، رعایت تناسب اراضی و مدیریت بهره‌برداری انسان از منابع طبیعی است. بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان با تولید نقشه‌های پتانسیل خاکزایی در مقیاس اجرایی، راهکارها و اولویت‌های اجرایی حفاظت خاک را در مناطق مختلف ایران به اجرا درآورد. برای تعیین وضعیت موجود کشور، نقشه رقومی کاربری اراضی تهیه شده در طرح سیمای حوزه‌های آبخیز کشور. به شش رده کاربری جنگل، مرتع، اراضی آبی، اراضی دیم، بیابان و تپه‌های شنی و نمکی طبقه‌بندی شد. بر اساس مرور منابع انجام شده به‌وسیله (عرب‌خدری و همکاران، ۱۳۹۵) برای هریک از کاربری‌ها، فرسایش مجاز تعریف شده است که برای کشور ایران در نظر گرفته شد. با توجه به بررسی‌های انجام شده (رضا بیات و همکاران، ۱۳۹۶) و (جعفری اردکانی و بیات، ۱۳۹۵) متوسط فرسایش کشور، شش تن در هکتار در سال بر اساس مدل EPM به‌دست آمده است. برای روشن کردن این رقم در سطح کشور و قضاوت بر نرخ فرسایش موجود، با توجه به گستره کاربری‌های سطح ایران، فرسایش مجاز در هر کاربری با توجه به مساحت کاربری مورد نظر به صورت درصد وزنی محاسبه شد که نتایج آن در جدول ارائه شده است. با مقایسه متوسط وزنی فرسایش مجاز کشور (2.2 t/ha/y) محاسبه شده (جدول ۶) با متوسط فرسایش به وقوع پیوسته کشور (t/ha/y شش) مشخص می‌شود که فرسایش واقعی کشور دست‌کم سه برابر حد تحمل فرسایش خاک ایران است. به این ترتیب لزوم برنامه مدیریت فرسایش و حفاظت خاک کشور در قالب طرح مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، می‌بایست در سرفصل کارها و اقدامات قرار گیرد.

جدول ۶: وضعیت فرسایش مجاز کشور بر اساس پراکنش کاربری های مختلف کشور (t/ha/y)

کاربری ها در ایران	درصد مساحت کاربری در ایران	فرسایش مجاز در کاربری* تن در هکتار در سال	فرسایش مجاز با توجه به درصد وزنی
جنگل (۵ تن در جنگل زاگرس تا ۱۰ تن در جنگل شمال)	۷.۵	۷.۵	۰.۵۶۲۵
مرتع	۵۴.۵	۱	۰.۵۴۵
بیابان	۱۹.۷	۱	۰.۱۹۷
تپه های شنی کفه نمکی	۷	۱	۰.۰۷
اراضی آبی	۵.۲	۱۰	۰.۵۲
اراضی دیم	۶.۱	۵	۰.۳۰۵
متوسط وزنی فرسایش مجاز کشور			۲.۱۹۹۵

*مرجع: عرب خدري و همكاران، ۱۳۹۵

منابع

- بیات، ر، جعفری اردکانی، ع، پیروان، ح، ر، و ع، ا، نوروزی، ۱۳۹۶، بررسی کاربرد مدل EPM و بومی سازی جدول های آن در ایران، دوازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری و بحران های محیطی، دانشگاه ملایر
- پیروان، ح، ر، و بیات، ر، ۱۳۹۶، بررسی فرسایش پذیری سازندهای مختلف زمین شناسی و لیتولوژیک و امکان سنجی تعیین فرسایش قابل تحمل در آنها و ارائه سیمای کلی از کشور، نشست تخصصی فرسایش مجاز خاک، پردیش کشاورزی دانشگاه تهران، گروه علوم خاک
- پرویزی، ی، ۱۳۹۶، چشم انداز آبی و احصاء منابع عدم اطمینان برآورد فرسایش قابل تحمل با بازخوانی سناریوهایی نظیر تغییرات اقلیم و خشکسالی به کمک مدل های موجود، نشست تخصصی فرسایش مجاز خاک، پردیش کشاورزی دانشگاه تهران، گروه علوم خاک
- عرب خدري، م، ع، جعفری اردکانی، ر، بیات، ص، شادفر، ا، خواجوی، س، نبی پی لشکریان، م، ح، مهدیان، ع، بنی هاشمی، م، جافریان، ۱۳۹۵، تدقیق ارقام فرسایش خاک برآورد شده در سطح کشور، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
- پیروان، ح، ر، م، شریعت جعفری، ن، جلالی، ف، ایرانمنش، م، صوفی، م، پاره کار، ع، جعفری اردکانی، ر، سلماسی، و خ، نوروزی، ۱۳۹۰، زیر برنامه راهبردی شناخت و پایش عوامل موثر بر فرسایش و رسوبزایی سازندهای حساس، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
- پیروان، ح، ر، ج، غیومیان، ع، جعفری اردکانی، ر، کاظمی، ۱۳۹۳، طبقه بندی و تعیین شاخص های فرسایش پذیری مارن های استان تهران، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۹۴، بازنگری، تکمیل و انتشار اطلس سیمای حوزه های آبخیز کشور، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
- پیروان، ح، ر، م، شریعت جعفری، ۱۳۹۲، ارائه روشی جامع برای تعیین فرسایش پذیری واحدهای سنگ شناسی با نگرشی بر زمین شناسی ایران، نشریه علمی - پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز، ۱۲۳- ۲۳۱، صفحات ۲۳۳، جلد ۵، شماره ۳
- جعفری اردکانی، ع، بیات، ر، ۱۳۹۵، بررسی وضعیت فرسایش و تولید رسوب و اولویت بندی آن در کشور، اولین کنفرانس ملی حفاظت خاک و آبخیزداری، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- علیچانی، ز، ف، سرمیدیان، ر، موسوی، ۱۳۹۲، ساخت لایه های رقمی مورد نیاز برای تهیه نقشه خاک با استفاده از مدل SCORPAN، دومین کنفرانس بین المللی مدلسازی گیاه آب و خاک و هوا، کرمان
- Zhu, A.-Xing, Band, L., Dutton, B., 1997. Derivation of soil properties using a soil land inference model _SoLIM. Soil Science Society of America Journal 61, 523-533.
- Jenny, H., 1941. Factors of soil formation, A system of quantitative pedology. McGraw-Hill, New-York
- McBratney, A.B., Santos, M.L., Minasny, B., 2003. On digital soil mapping. Geoderma 117 (1- 2), 3 - 52.