

ارزیابی عملکرد روش لادا در بررسی وضعیت تخریب خاک

منطقه شرق اصفهان

- ❖ بهزاد رایگانی؛ استادیار دانشکده علوم محیط زیست و منابع طبیعی، دانشگاه محیط زیست
- ❖ غلامرضا زهتابیان^{*۲}؛ استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- ❖ حسین آذر نیوند؛ دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- ❖ سید کاظم علوی بناه؛ استاد دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
- ❖ سید جمال الدین خواجه الدین؛ استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

خاک یکی از منابع طبیعی اصلی تجدیدناپذیر در جهان است. تخریب خاک تهدیدی اصلی در سراسر کره زمین به شمار می‌رود، زیرا در درازمدت باعث کاهش توان تولیدی خاک و ناپایداری زیست‌محیطی می‌شود. تخریب خاک سه وجه مختلف دارد: تخریب فیزیکی؛ تخریب شیمیایی؛ و تخریب بیولوژیکی. در صورتی که بتوان هر یک از تخریب‌های مختلف خاک را در معادله‌ای برآورد کرد، به راحتی می‌توان فاکتور تخریب خاک را تخمین زد و ارزیابی کرد. بدین منظور، تلاش‌های گسترده‌ای در مناطق مختلف جهان صورت پذیرفته و روش‌های گوناگونی برای ارزیابی پدیده تخریب خاک ارائه شده است. در این پژوهش از جدیدترین دستورالعمل بررسی تخریب خاک- که پروژه ارزیابی تخریب زمین در مناطق خشک (لادا) ارائه کرده- در ناحیه بیابانی شرق اصفهان استفاده شد و با آن جنبه‌های مختلف تخریب خاک ارزیابی شد. مطابق یافته‌های این تحقیق، بیشتر کاربران در داخل کشور به راحتی می‌توانند از روش مذکور، به دلیل سادگی کاربرد و ارائه سریع نتایج، استفاده کنند. مقایسه نتایج حاصل از کاربرد این مدل در منطقه و عکس‌های گرفته‌شده از سایت‌های نمونه برداری نشان می‌دهد متدولوژی مذکور از دقت بسیار زیادی نیز برخوردار است.

واژگان کلیدی: ارزیابی، تخریب خاک، فرسایش آبی، فرسایش بادی، لادا.

مقدمه

از دیرباز تخریب خاک به عنوان یکی از سه نوع اصلی تخریب زمین مورد توجه بوده است [۹، ۱۰]. همچنین، مطابق با آخرین تعریف، بیابان‌زایی معادل با تخریب زمین در مناطق خشک است [۷، ۸، ۱۵، ۱۶، ۲۳، ۲۴]. بیش از چند دهه است که برای برقراری رابطه میان تخریب خاک و بیابان‌زایی تلاش شده است. آلبالادجو و همکاران [۳] اشاره می‌کنند که در زمینه رابطه تخریب خاک و بیابان‌زایی مطالب زیادی گفته شده است، اما اطلاعات ما از پروسه‌ها و روابط میان آن‌ها خیلی ناچیز است. خاک یکی از منابع طبیعی اصلی تجدیدناپذیر در جهان است [۵] و تخریب آن تهدیدی اصلی در سراسر کره زمین به‌شمار می‌رود، زیرا تخریب زمین در درازمدت باعث کاهش توان تولیدی خاک و ناپایداری زیست‌محیطی خواهد شد [۶]. در صورتی که کمیت پروسه‌های طبیعی و انسانی درون خاک و کیفیت تولید زی‌توده خاک دچار نقصان شود، خاک تخریب می‌شود [۲۱]. تخریب خاک دارای سه وجه مختلف است: تخریب فیزیکی؛ تخریب شیمیایی؛ و تخریب بیولوژیکی [۵، ۲۱]. هر یک از این وجه‌های تخریب خاک شواهد و زیرمجموعه‌های مختلفی دارند و برای شناخت و ارزیابی آن‌ها معیارها و شاخص‌های گوناگونی پیشنهاد شده است، مثلاً اسناکین و همکاران [۲۱] به منظور ارائه سیستم ارزیابی تخریب خاک فرایندهای تخریب خاک را به سه بخش تقسیم کرده‌اند: تخریب فیزیکی، شامل فشردگی، فرسایش یافتن، کاهش یا هدررفت خاک زراعی، سلبستن خاک سطحی، و دیگر مواردی که بر رشد

ریشه‌های گیاهان و حرکت آب اثرگذارند؛ تخریب شیمیایی، شامل شورشیدن، اسیدی‌شدن، کاهش مواد آلی، کاهش مواد غذایی، تجمع آفت‌کش‌ها و تجمع المان‌های سمی؛ تخریب بیولوژیکی، شامل کاهش تنوع‌زیستی و کاهش نسبت بهینه گونه‌های مختلف میکروارگانیزم و سایر جانوران موجود در خاک و آلودگی خاک به میکروارگانیزم‌ها و سایر موارد بیماری‌زا.

به هر حال، در صورتی که بتوان هر یک از تخریب‌های مختلف خاک را در یک معادله برآورد کرد، به راحتی می‌توان فاکتور تخریب خاک را تخمین زد و ارزیابی کرد. بدین منظور، تلاش‌های گسترده‌ای در مناطق مختلف جهان صورت پذیرفته و روش‌های گوناگونی برای ارزیابی پدیده تخریب خاک ارائه شده است [۳، ۴، ۵، ۶، ۹، ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۱، ۲۲، ۲۵].

اما جدیدترین دستورالعمل بررسی تخریب زمین و خاک مربوط است به پروژه ارزیابی تخریب زمین در مناطق خشک^۱ یا LADA، که سازمان خوار و بار جهانی^۲ (FAO) آن را هدایت و اجرا کرده است. پروژه LADA در سال ۲۰۰۶ با هدف ایجاد پایه‌ای برای هدایت آگاهانه سیاسی درباره تخریب زمین در سطح محلی، ملی، و جهانی شروع به کار کرد. برای رسیدن بدین هدف نیاز بود تخریب زمین در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی ارزیابی شود و در سطح جهانی خط‌مشی‌ای برای پایش در آینده ایجاد شود.

در روش ارائه‌شده از طرف LADA برای ارزیابی

1. Land Degradation Assessment in Aridlands
2. Food and Agricultural Organization

۲۲۳ هزار هکتار است (حدود ۶۴/۵ درصد) که می‌توان به آن سطح تاغزارهای موجود در منطقه با وسعت حدود ۴۶ هزار هکتار را اضافه کرد. شکل ۲ محدوده هر کاربری زمین را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.

طیف ارتفاعی ناحیه مطالعاتی از حدود ۱۱۰۰ متر در جلگه‌های جنوبی تا حدود ۳۵۰۰ متر در کوه‌های شمال شرق منطقه متغیر است. بخش وسیعی از محدوده مطالعاتی در جنوب منطقه با خط تراز ۱۵۰۰ تقاطع دارد و جلگه‌ای به ارتفاع متوسط ۱۴۰۰ متر را تشکیل می‌دهد. در بخش شمالی و شمال شرقی منطقه، نواحی‌ای با ارتفاع بیش از ۲۵۰۰ متر قرار گرفته‌اند. نقطه ستیغی این کوه‌ها به ارتفاع ۳۳۳۰ متر در شمال خاوری فشارک قرار دارد.

توده‌های هوایی، که منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهند، در زمستان‌ها تحت تأثیر پُرفشار آزورس در غرب، پُرفشار سیبری در شمال شرق، منطقه کم‌فشار اقیانوس هند در جنوب و جنوب شرقی، و کم‌فشارهای مدیترانه‌ای غربی است.

در تابستان‌ها، کم‌فشار گسترده ایران پاکستان متمرکز بر کویرها، پرفشار اطلس شمالی و منطقه پرفشار اقیانوس هند حاکم بر جریان‌ات منطقه و در برگیرنده آن است.

میانگین بارش سالانه در منطقه در مناطق کم‌ارتفاع حدود ۵۰ میلی‌متر و در مناطق مرتفع شمال در حدود ۲۵۰ میلی‌متر در سال است. رژیم بارندگی محدوده مطالعاتی مدیترانه‌ای با فصل خشک متمرکز بر تابستان است. حداکثر بارش سالانه در بهمن‌ماه با میانگین ۱۵/۳ درصد بارش سالانه و حداقل آن در شهریورماه با متوسط ۰/۲ درصد بارندگی سالانه به‌وقوع می‌پیوندد [۱، ۲].

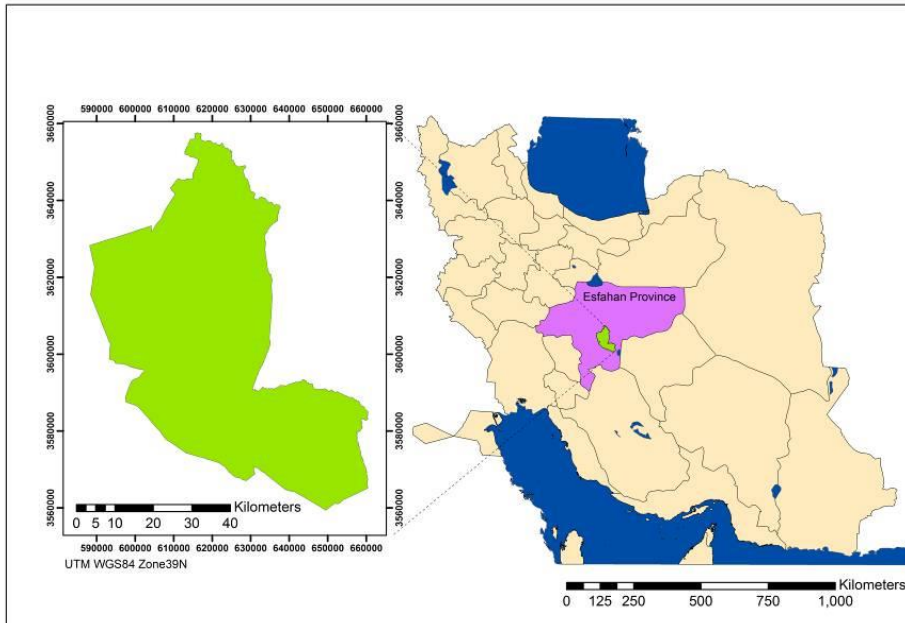
محل تخریب زمین سه نوع تخریب در نظر گرفته می‌شود [۹، ۱۰]: ۱. تخریب خاک؛ ۲. تخریب پوشش گیاهی و تنوع زیستی؛ ۳. تخریب منابع آب.

مطابق با این دستورالعمل، هر یک از این سه نوع تخریب زمین با فرضیات و ابزارهای خاصی اندازه‌گیری خواهند شد [۹، ۱۰]. با توجه به اهمیت ارزیابی تخریب خاک از نظر بررسی پدیده بیابان‌زایی و جدیدبودن متدولوژی لادا در ارزیابی این پدیده و با توجه به اینکه این روش تاکنون در ایران اجرا نشده است، در این پژوهش در یک ناحیه پایلوت بیابان‌زایی به ارزیابی پدیده تخریب خاک به کمک این متدولوژی پرداخته شده است.

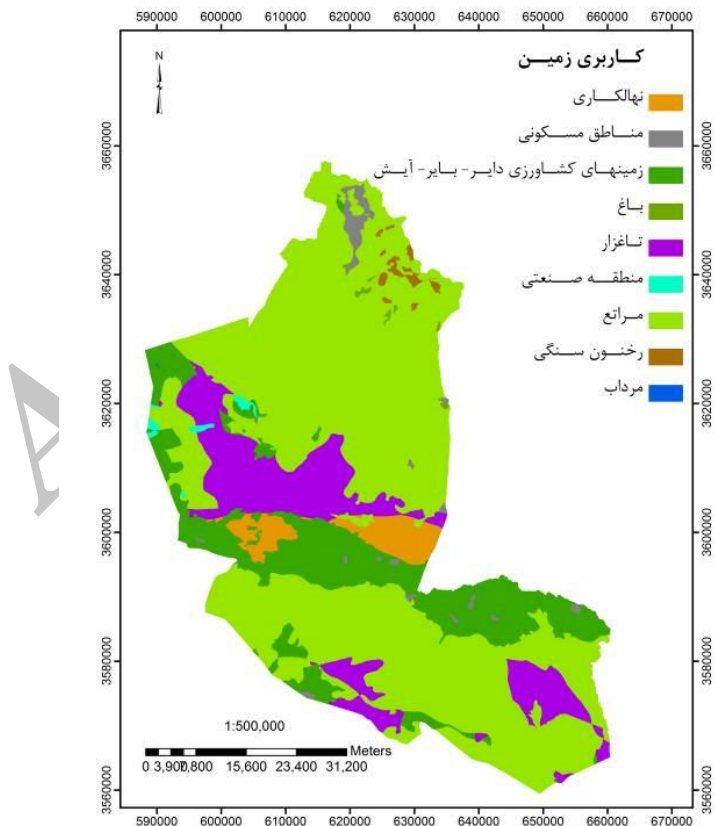
منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق منطقه شرق اصفهان، که در مطالعات قبلی ارزیابی بیابان‌زایی منطقه پایلوت در نظر گرفته شده بود (گروه احیا، ۱۳۸۳)، منطقه مورد مطالعه انتخاب شد (شکل ۱). محدوده مورد مطالعه مناطق ورزنه، سگزی، کوهپایه، جرقویه، و زفره را در بر می‌گیرد و رودخانه زاینده‌رود از بخش مرکزی آن عبور می‌کند. این منطقه با مساحت ۳۴۵۵۹۱ هکتار بین طول‌های شرقی ۵۶° ۲۹' تا ۵۱° ۲۲' ۴۲" و عرض‌های شمالی ۳۲° ۰۹' ۴۱" تا ۳۳° ۰۳' ۰۵" قرار گرفته است (شکل ۱).

بررسی کاربری‌های زمین در محدوده منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که حدود یک درصد از کل ناحیه مورد مطالعه شامل مناطق مسکونی و حدود ۱۶/۵ درصد از آن شامل زمین‌های کشاورزی است. سطح زمین‌های مرتعی، سنگ‌فرش بیابان، و شوره‌زارها و ماسه‌زارهای بدون پوشش گیاهی حدود



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان اصفهان و ایران



شکل ۲. کاربری‌های زمین در منطقه مورد مطالعه

ارزیابی کیفی فرسایش خاک (وضعیت، نوع، و شدت)؛ ۲. ابزارهای ۱۱،۱ و ۱۱،۲ برای ارزیابی دقیق و پُرجزئیات فرسایش خاک؛ ۳. ابزارهای ۱۲،۱ و ۱۲،۲ برای ارزیابی خصوصیات و ویژگی‌های خاک.

ابزار ۵: ارزیابی کیفی فرسایش خاک

در این ابزار برای ارزیابی سریع فرسایش خاک از شاخص‌های ساده چشمی استفاده می‌شود که می‌توان آن‌ها را در عرصه در داخل ناحیه نمونه‌برداری به راحتی مشاهده کرد. برای ارزیابی‌های چشمی در این روش جداولی ارائه شده است که با آن‌ها می‌توان نخست وضعیت فعال بودن فرسایش را تعیین کرد، سپس، درجه هر یک از فرسایش‌های پاشمانی، ورقه‌ای (سطحی)، شیاری، گالی، کناره‌ای، توده‌ای، و بادی را تعیین نمود. در اینجا، فقط دو نمونه از جداول، که با آن‌ها وضعیت فرسایش و شدت فرسایش پاشمانی تعیین می‌شود، ارائه می‌شود (جدول ۱ و ۲).

راهنمای میدانی LADA برای ارزیابی تخریب

خاک در مقیاس محلی

با توجه به جدید بودن راهنمای لادا و عدم اجرای آن در تحقیقات گذشته، شرح مختصر آن به درک بهتر فرایند تخریب و ارزیابی آن کمک شایانی خواهد کرد.

در روش لادا به منظور ارزیابی سه جزء تخریب زمین (آب، خاک، پوشش گیاهی) ابزارهای گوناگونی تعریف شده است. این ابزارها با دقت جنبه‌های مختلف این جزءها را ارزیابی می‌کنند. با توجه به تعدد ابزارها و محدودیت نگارش، در اینجا به کلیات ابزارهای بررسی‌کننده تخریب خاک و نتایج حاصل از کاربرد آن‌ها در منطقه مورد مطالعه خواهیم پرداخت.

ابزارهای مورد استفاده برای ارزیابی محلی

تخریب خاک

در متدولوژی LADA، ابزارهای ارزیابی تخریب خاک شامل سه گروه اصلی‌اند: ۱. ابزار ۵ برای

جدول ۱. وضعیت فرسایش [۹، ۱۰]

فرسایش فعال ۱	یکی یا تعدادی از شرایط زیر دیده شود: <ul style="list-style-type: none"> • شواهدی از جابه‌جایی جدید رسوب • کناره‌ها یا کف گالی‌ها و شیاریها نسبتاً عاری از پوشش گیاهی‌اند. • تپه‌های ماسه‌ای پوشش گیاهی ناچیزی دارند و در سمت رو به باد حرکت ذرات خاک و پشت به باد رسوب‌گذاری دیده می‌شود.
فرسایش تثبیت‌شده ۲	یکی یا چند مورد از شرایط زیر دیده شود: <ul style="list-style-type: none"> • هیچ شاهد تازه‌ای از جابه‌جایی رسوب دیده نمی‌شود. • کناره‌ها یا کف گالی‌ها و شیاریها مجدداً دارای پوشش گیاهی شده‌اند. • تپه‌های ماسه‌ای به‌خوبی پوشش گیاهی دارند و سطح کمی از آن‌ها فاقد پوشش است که باد می‌تواند آن را فرسایش دهد.
فرسایش در بخش‌هایی تثبیت شده ۳ است	شواهد محلی فرسایش فعال بادی یا آبی دیده می‌شود، ولی بخشی از مناطق فرسایش‌یافته شواهدی از تثبیت شدن و پوشش گیاهی‌دار شدن را نشان می‌دهد.

1. active erosion
2. stabilised
3. partly stabilised

جدول ۲. فرسایش پاشمانی (بارانی)^۱ [۹، ۱۰]

فرسایش پاشمانی نامشخص	علائم مشخص فرسایش پاشمانی وجود ندارد، ولی باید توجه کرد که ممکن است شواهد فرعی فرسایش پاشمانی با عملیات‌هایی مانند شخم‌زدن از بین رفته باشد.
فرسایش پاشمانی وجود ندارد	هیچ نشانه‌ای از فرسایش پاشمانی وجود ندارد
فرسایش پاشمانی ناچیز	<ul style="list-style-type: none"> • برخی شواهد چشمی فرسایش پاشمانی به صورت ذرات خاک بر روی ساقه‌ها و اطراف برگ‌های محصولات زارعی دیده می‌شود. • برخی از علائم سخت‌شدن سطح خاک در اثر برخورد قطره‌های باران وجود دارد. • هر نوع پوسته یا سلۀ سطحی که نازک است و به راحتی شکسته می‌شود.
متوسط	<ul style="list-style-type: none"> • علائم مشخصی از پرتاب ذرات خاک به هوا وجود دارد. به طور متوسط، ذرات خاک بر روی ساقه‌ها و اطراف برگ‌های محصولات زارعی دیده می‌شود. • علائم مشخصی از سلب‌بستن سطح زمین در اثر برخورد قطره‌های باران وجود دارد. • پوسته سخت تشکیل شده در سطح خاک تا یک سانتی‌متر ضخامت دارد و کم و بیش به راحتی شکسته می‌شود.
شدید	<ul style="list-style-type: none"> • شواهد واضحی از پرتاب شدن سراسری ذرات خاک به هوا وجود دارد و خاک بر روی ساقه‌ها و اطراف برگ‌های محصولات وجود دارد. • به علت برخورد قطره‌های باران سله‌های سطحی کاملاً مشخصی در سطح زمین دیده می‌شود. • پوسته سخت سطح زمین بیش از یک سانتی‌متر ضخامت دارد.

میزان فرسایش آبی و بادی به کار برد. این ابزارها شامل شش زیرابزارند. متدولوژی LADA آن‌ها را از کتاب راهنمای ارزیابی تخریب خاک [۲۲] اقتباس کرده است.

ابزار ۱۱،۲،۱: اندازه‌گیری از طریق ریشه‌های نمایان شده در سطح

روش: با بررسی نزدیک و دقیق بخش پایین تنه درختان یا ساقه گیاهان ممکن است علامتی پیدا شود که سطح تراز اصلی و اولیه خاک را نشان می‌دهد. با اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع این علامت و سطح تراز حاضر خاک برآوردی صورت خواهد گرفت که نشان می‌دهد چه میزان از خاک از بین رفته است.

ابزار ۱۱،۲،۲: اندازه‌گیری با پشته درختی^۲

روش: سطح خاک در زیر درخت با سطح خاک در ناحیه باز فاقد تاج پوشش مقایسه می‌شود. تفاوت ارتفاعی بین این دو سطح یک معیار تقریبی از مقدار هدررفت خاک در دوره حیات درخت فراهم می‌آورد.

ابزارهای ۱۱،۲ و ۱۱،۱ برای ارزیابی دقیق و پُرجزئیات فرسایش خاک

ابزار ۱۱،۱: واسنجی فرسایش خاک به وسیله معیارهای چشمی در سایت‌هایی که ارزیابی پُرجزئیات در آن‌ها انجام می‌شود

در هر یک از سایت‌های مورد بررسی به وسیله ترانسکت‌های قدمی وضعیت و شدت فرسایش مطابق با جداول ابزار شماره ۵ مشخص خواهد شد. همین معیارهای چشمی فرسایش بعداً در هر یک از سایت‌هایی که برای بررسی‌ها و اندازه‌گیری‌های پُرجزئیات انتخاب شده‌اند مجدداً اعتبارسنجی می‌شوند. همچنین، در این سایت‌های پُرجزئیات بعداً تخریب خاک ارزیابی و اثر آن‌ها بر روی توان تولیدی بررسی خواهد شد.

ابزار ۱۱،۲: ابزارهای تکمیلی برای ارزیابی شدت فرسایش آبی و بادی

یک سری از ابزارها را می‌توان برای تخمین شدت و

2. tree mound

1. splash erosion

در ناحیه‌ای که فرسایش وجود ندارد یا بسیار کم است با پروفیل خاک در ناحیه‌ای که فرسایش وجود دارد و نوع خاک مشابه است مقایسه کرد.

ابزارهای ۱۲،۱ و ۱۲،۲: برای ارزیابی خصوصیات و ویژگی‌های خاک

ابزارهای این بخش از متدولوژی VS-Fast (۱۱) و بخش‌هایی از VSA (۲۰) اقتباس شده است. مجموعه اصلی معیارهای پیشنهادشده در این بخش خصوصیات خاک را، که در پی می‌آید، ارزیابی می‌کند: اطلاعات پایه درباره نمونه خاک (عمق، بافت، ساختمان، رنگ، لایه‌بندی)؛ توزیع اندازه خاک‌دانه‌ها^۲؛ سله و پوسته خاکی؛ شخم و سایر برهم‌زدن‌ها؛ نفوذپذیری به آب؛ شوری آب و خاک؛ جانداران (به‌ویژه کرم‌های خاکی و ریشه‌ها)؛ متلاشی شدن خاک‌دانه‌ها^۳ و شکسته شدن^۴؛ PH؛ کربن آلی.

متدولوژی لادا برای اندازه‌گیری هر یک از این پارامترها دستورالعملی بسیار ساده ارائه و شیوه امتیازدهی به هر پارامتر را به طور ساده تشریح کرده است [۹، ۱۰]. در شکل ۴ و ۵ نمونه کارت امتیازدهی به خصوصیات خاک در عرصه ارائه شده است، که در آن محدوده‌های امتیازدهی به هر پارامتر، وزن هر پارامتر، و جداول ارزیابی‌های نهایی قابل مشاهده است. ذکر این نکته لازم است که تقریباً همه این پارامترها در عرصه اندازه‌گیری می‌شوند. بدین منظور، برای اندازه‌گیری هر پارامتر یک روش سریع میدانی ارائه شده است [۹، ۱۰]. در نهایت، همان گونه که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، می‌توان وضعیت خاک را در سه کلاس فقیر، متوسط، و خوب طبقه‌بندی کرد.

2. aggregate size distribution
3. dispersion
4. slaking

ابزار ۱۱،۲،۳: اندازه‌گیری با لایه ذرات درشت یا لایه سپر حفاظتی^۱

روش: ارتفاع لایه سپر حفاظتی را می‌توان با گودال کوچکی اندازه گرفت. با این کار عمق لایه درشت قرارگرفته در سطح مشخص می‌شود. نسبت تقریبی سنگ‌ریزه یا ذرات درشت به سایر ذرات خاک را می‌توان با برداشتن یک مشت از خاک زیر لایه سپر حدس زد. این درصد فقط حجمی نیست، بلکه به صورت عمقی و ارتفاعی نیز قابل استفاده است. بنابراین، وقتی ارتفاع لایه سپر را داشته باشیم، به راحتی می‌توانیم از این نسبت ارتفاع کل خاک را حدس بزنیم.

ابزار ۱۱،۲،۴: اندازه‌گیری با ذرات تجمع یافته در مقابل موانع

روش: حجم خاک به تله افتاده در پشت موانع را می‌توان با اندازه‌گیری عمق رسوب و سطح رسوب‌گذاری محاسبه کرد. در جایی که رسوب‌گذاری در مقابل یک مانع دائمی، مانند حصار یا دیواره، انجام شده است، اندازه‌گیری رسوب، تقریبی از مقدار هدررفت خاک آن زمین خواهد بود. ابزار ۱۱،۲،۵: ارزیابی برداشت و توزیع مجدد انتخابی ذرات ریز

روش: این نوع فرسایش معمولاً با اندازه‌گیری کمیت مواد غذایی موجود در رسوبات و مقایسه آن با کمیت مواد غذایی خاکی، که مواد آن فرسایش یافته است، ارزیابی می‌شود.

ابزار ۱۱،۲،۶: ارزیابی کاهش عمق خاک به علت فرسایش

روش: برای ارزیابی میزان کاهش عمق خاک در اثر فرسایش، در شرایط ایده‌آل می‌توان پروفیل خاک را

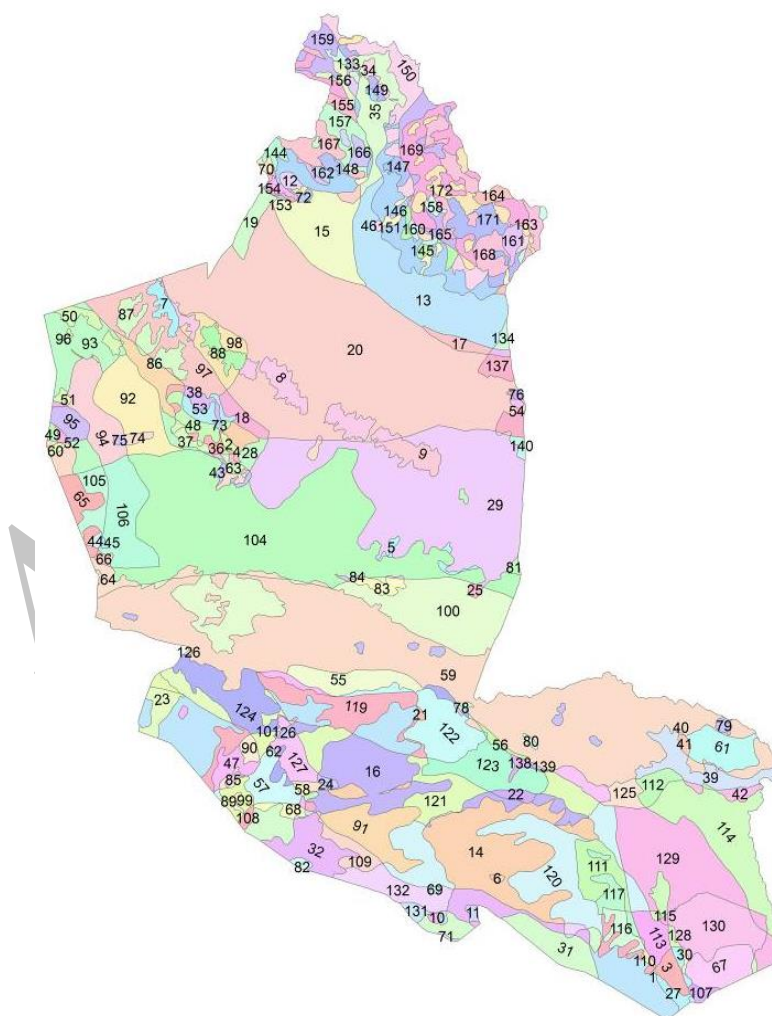
1. armour layer

روش شناسی

با توجه به میدانی بودن روش‌های ارزیابی در این مدل، نخست نیاز بود مناطق همگنی برای نمونه‌برداری تعریف شود. به منظور تحت پوشش قرارگرفتن بیشتر تغییرات موجود در ناحیه مطالعاتی، نقشه‌های کاربری زمین، شیب، سنگ‌شناسی، گروه بزرگ خاک در طبقه‌بندی FAO، و تیپ پوشش گیاهی با یکدیگر ترکیب شدند. با تفسیر چشمی تصاویر ماهواره‌ای LISSIII سال ۲۰۰۸ برخی از مناطق همگن دیگر به نقشه ترکیبی مذکور اضافه شد تا بیشتر تغییرات ممکن در ناحیه مطالعاتی تحت

پوشش قرار گیرد. در نهایت، ۱۷۲ ناحیه همگن به‌دست آمد. از این نواحی به عنوان واحدهای اندازه‌گیری زمینی یا واحدهای کاری یاد خواهد شد (شکل ۳). با توجه به فرض همگنی این واحدهای کاری، سایت‌های نمونه‌برداری به صورت تصادفی در داخل این واحدها انتخاب شد.

مطابق با دستورالعمل لادا و به کمک ابزارهای ارائه شده در این مدل، برای هر سایت نمونه‌برداری، جدول‌های مربوط همراه با اطلاعات مورد نیاز در کارت خاک (شکل‌های ۴ و ۵) یادداشت یا اندازه‌گیری شد.



شکل ۳. واحدهای کاری همگن در منطقه مطالعاتی

کارت امتیازدهی در عرصه

کارت امتیازدهی در عرصه
ارزیابی شرایط خاک با روش VS-Fast
بخش الف) تشریح چشمی خاک
تاریخ:

کاربری زمین (گذشته و حال):

موقعیت سایت نمونه برداری:

شرایط آب و هوایی حاضر:

ساختمان خاک:

بافت خاک:

رنگ خاک:

مشاهداتی که از قدم زنی به دست آمده است (باقی مانده محصول و سایر جزئیات خاک):

نقشه تقریبی و شماتیک نیمرخ (پروفیل) خاک

شاخص چشمی کیفیت خاک	امتیاز چشمی (VS)	وزن	امتیاز VS-Fast
شرایط فقیر: ۰؛ شرایط متوسط: ۱، و شرایط خوب: ۲			
سخت لایه ناشی از کشت و دیگر سخت لایه‌ها		×۳	
توزیع اندازه خاک دانه‌ها		×۳	
پوسته و سله خاک امتیاز برای پوسته منفی و مثبت	منفی بدون پوسته: ۲؛ برخی شکستگی‌ها: ۱؛ پوسته پیوسته: ۰	×۲	مثبت (بیولوژیکی) فقیر: ۰؛ متوسط: ۱؛ خوب: ۲
کرم‌های خاکی (یا دیگر جانوران)		×۲	
ریشه‌ها		×۳	
مجموع امتیازات VS-Fast چشمی			
ارزیابی چشمی خاک	مجموع امتیازات VS-Fast چشمی		
بد	کمتر از ۷		
متوسط	۷ تا ۱۴		
خوب	۱۵ تا ۲۶		

شکل ۴. کارت امتیازدهی: بخش الف) ارزیابی چشمی

بخش ب) اندازه‌گیری‌های میدانی خاک

اندازه‌گیری میدانی	ارزش واقعی	امتیاز چشمی (VS)* شرایط فقیر: ۰؛ شرایط متوسط: ۱، و شرایط خوب: ۲	وزن	امتیاز VS-Fast
متلاشی شدن و شکسته شدن		امتیازات بین ۰ تا ۴	۱٫۵×	
PH خاک		امتیاز نمی‌گیرد	امتیاز نمی‌گیرد	
نفوذپذیری		میزان نفوذپذیری سریع: ۰؛ متوسط: ۲؛ کند: ۱، و خیلی کند: ۰	۳×	
کربن آلی ناپایدار			۲×	
شوری خاک (EC)			۳×	
مجموع امتیازات VS-Fast مربوط به اندازه‌گیری‌های خاک				

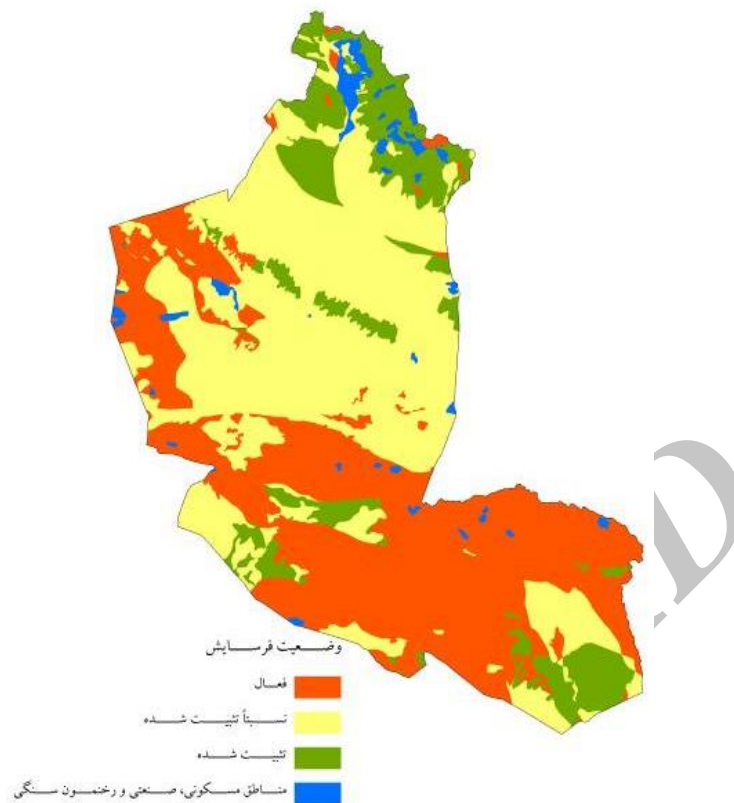
ارزیابی اندازه‌گیری خاک	مجموع امتیازات VS-Fast مربوط به اندازه‌گیری‌های
بد	کمتر از ۷
متوسط	۷ تا ۱۴
خوب	۱۵ تا ۲۲

* این حدود امتیازی در آزمون متلاشی شدن و شکسته شدن، که در آن امتیازات بین ۰ تا ۴ متغیر است، استفاده نمی‌شود.

امتیاز کلی VS-Fast (جمع امتیازات بخش الف و بخش ب)	امتیازات
بد	کمتر از ۱۴
متوسط	۱۴ تا ۲۹
خوب	۳۰ تا ۴۸

سایر نکات و موارد مانند عکس سایت، عکس خاک یا نقشه تقریبی خاک، موقعیت گودال حفاری

شکل ۵. کارت امتیازدهی: بخش ب) اندازه‌گیری‌های خاک و جدول امتیازدهی نهایی



شکل ۶. وضعیت موجود فرسایش در منطقه مورد مطالعه (وضعیت در حال حاضر)

نمونه‌برداری‌ها در کل ناحیه مطالعاتی هیچ گونه بارش بارانی به وقوع نپیوست؛ این امر مطابق با توصیه روش لادا [۹، ۱۰] به مقایسه‌های همگن‌تر کمک خواهد کرد.

نتایج

فرسایش

همان گونه که در بخش راهنمای میدانی مدل لادا اشاره شد، فرسایش در مدل مذکور در دو بخش بررسی می‌شود: ۱. فعال بودن یا نبودن آن در حال حاضر؛ ۲. درجه یا شدت انواع مختلف فرسایش (از گذشته تا حال).

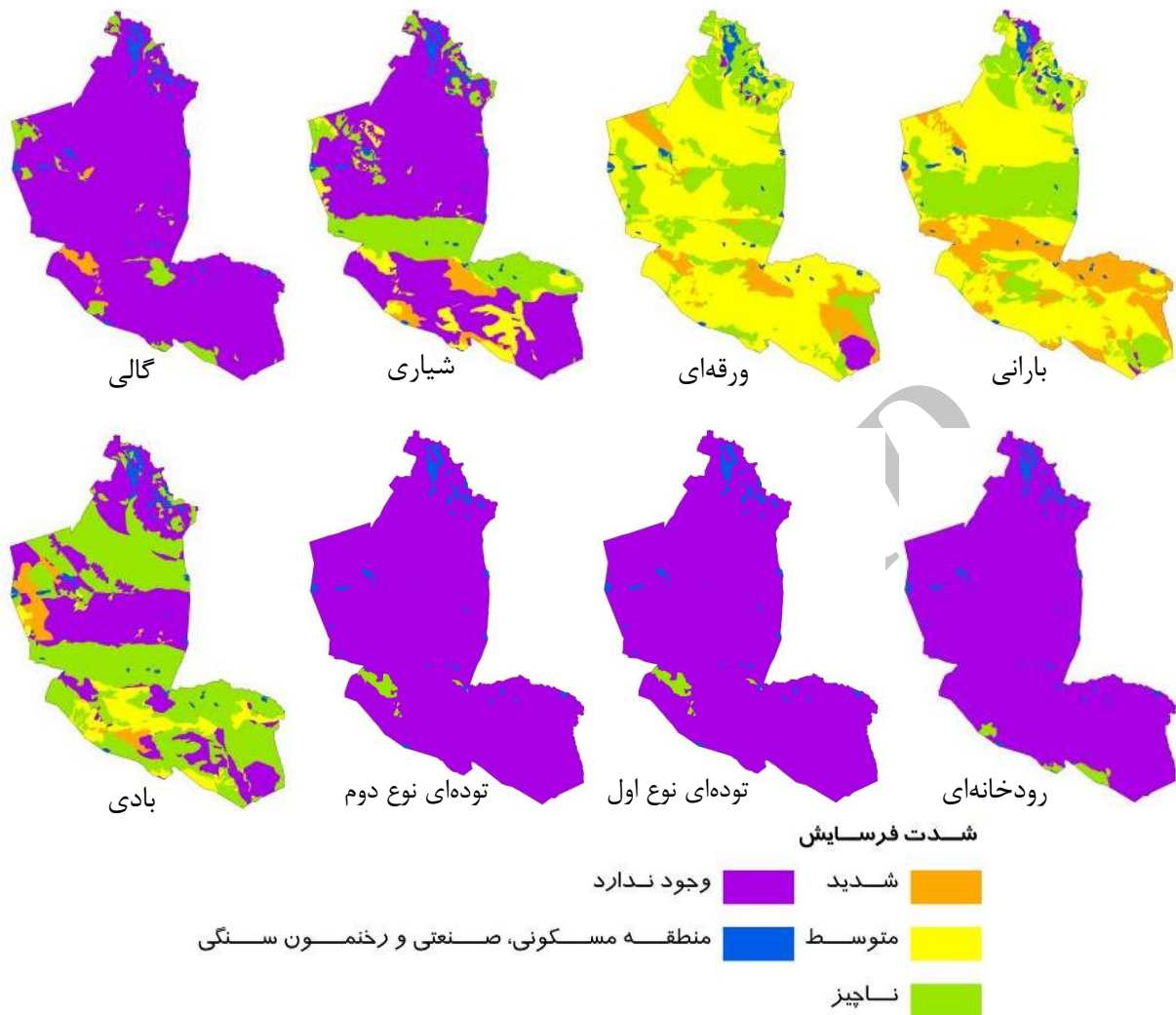
نقشه‌های هر دو بخش با انتقال اطلاعات برداشت‌شده میدانی به واحدهای کاری ترسیم شده است. این نقشه‌ها را در شکل‌های ۶ و ۷ می‌توان دید.

به دلیل موجود نبودن ابزارهای مورد نیاز در روش لادا برای اندازه‌گیری میدانی هدایت الکتریکی، pH، و کربن آلی ناپایدار از هر سایت نمونه‌برداری، نمونه‌های خاک از افق‌های موجود برداشت شد و هدایت الکتریکی و pH از عصاره گل اشباع نمونه‌ها به کمک دستگاه‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری کربن آلی خاک، به جای رنگ‌سنج^۱ جیبی معمول در روش لادا، از دستگاه طیف‌سنج^۲ رقومی مدل biochrom Libra S11 استفاده شد که قطعاً از دقت بسیار زیادی نسبت به نوع دستی آن برخوردار است.

نمونه‌برداری‌ها و اندازه‌گیری‌ها از ۲۷ اردیبهشت ۱۳۹۰ شروع و تا ۱۷ تیر ۱۳۹۰ ادامه یافت. مطابق با پیش‌بینی محققان این مطالعه، در مدت زمان

1. colorimeter
2. spectrometer

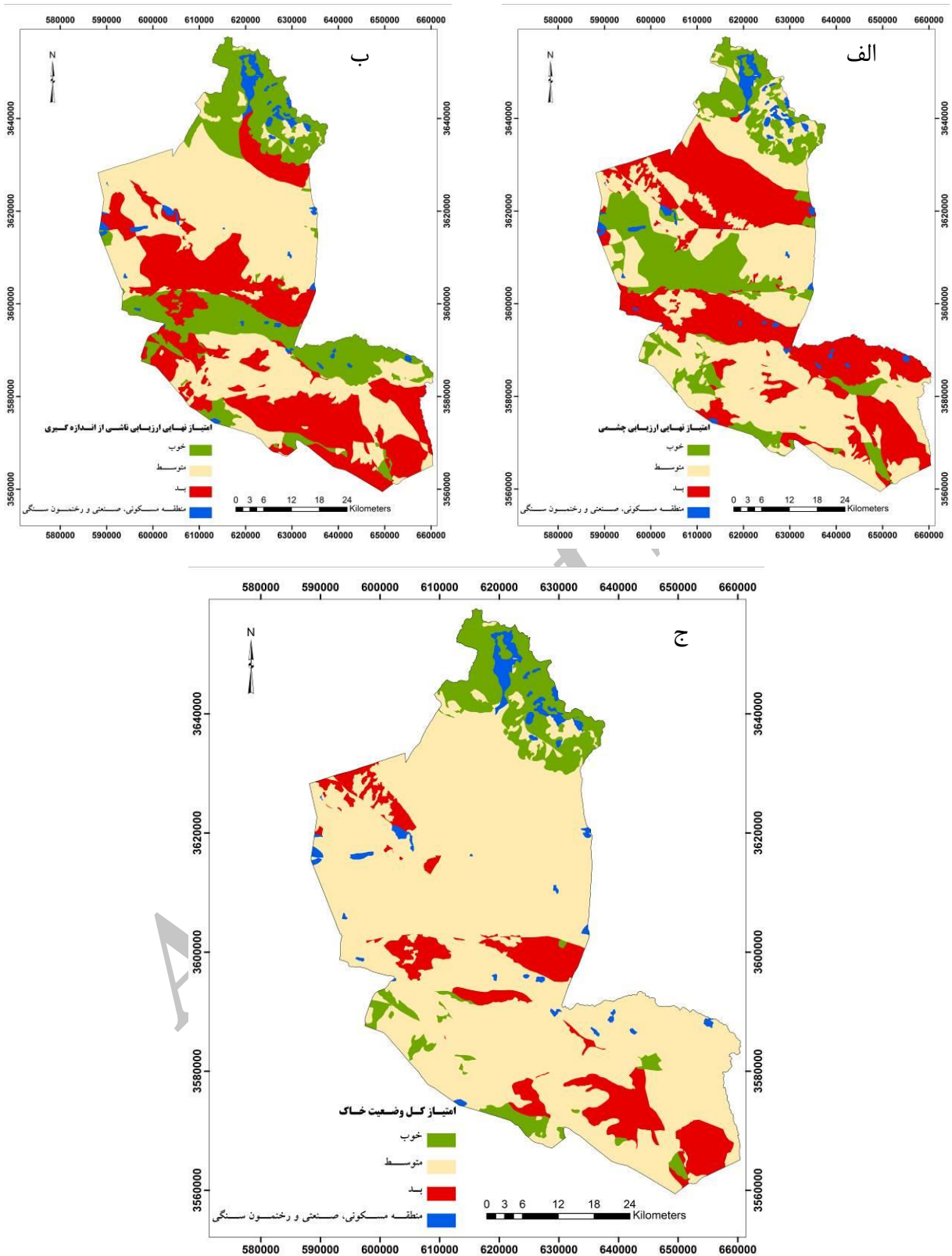


شکل ۷. شدت فرسایش در انواع مختلف آن (وضعیت تاکنون)

کیفی تعریف شده است. از این طبقات کیفی برای ترسیم نقشه‌های مربوطه استفاده شده است (شکل ۸). در نقشه‌های ارائه شده در شکل ۸، وضعیت خاک از نظر پارامترهای چشمی (بخش الف در شکل ۸) و پارامترهای اندازه‌گیری شده (بخش ب در شکل ۸) و وضعیت کل خاک (بخش ج در شکل ۸) قابل مشاهده است. همان گونه که در شکل ۸ مشاهده می‌شود، نقشه ارزیابی چشمی (بخش الف) از نظر امتیاز کیفی در بیشتر موارد با نقشه اندازه‌گیری پارامترها (بخش ب) متفاوت است.

تخریب خاک

پس از اندازه‌گیری و یادداشت کلیه پارامترهای مورد نیاز برای پُر کردن کارت خاک (اشکال ۴ و ۵) در همه واحدهای کاری، با استفاده از جداول موجود، امتیاز نهایی ارزش‌یابی چشمی خاک (شکل ۴) و امتیاز نهایی ارزش‌یابی ناشی از اندازه‌گیری پارامترهای خاک (شکل ۵) به دست آمد. در نهایت، با تلفیق دو امتیاز مذکور، امتیاز کل ارزش خاک محاسبه شد (جمع دو ارزش مذکور). مطابق جدول‌های ارائه شده در شکل‌های ۴ و ۵، هر طبقه امتیازی در یک طبقه



شکل ۸. نقشه کیفی ارزیابی وضعیت خاک: الف) ارزیابی چشمی؛ ب) ارزیابی ناشی از اندازه گیری؛ ج) ارزیابی کل

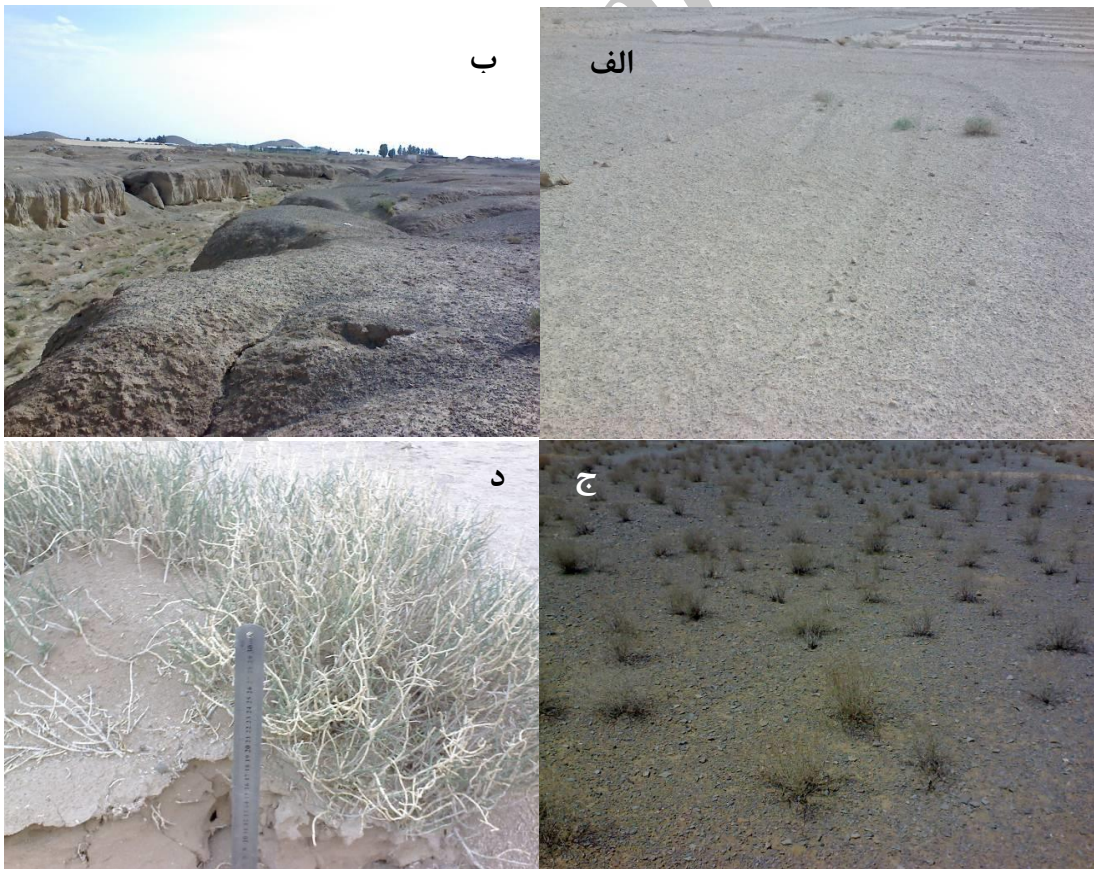
بحث و نتیجه گیری

فرسایش

هرچند به دلیل جدید بودن روش لادا قضاوت نهایی درباره آن به زمان بیشتری نیاز دارد، درباره فرسایش، جدا شدن وضعیت حال (فعال بودن یا نبودن) از روند فرسایش (وضعیت تا به امروز) در این روش به تصمیم گیری برای کنترل این پدیده زیست محیطی بسیار کمک خواهد کرد، مثلاً در منطقه مورد مطالعه، یک مدیر با هر گونه اطلاعات زیست محیطی با مشاهده شکل ۶ متوجه خواهد شد که در برنامه ای به منظور مبارزه با فرسایش باید تمرکز خود را بیشتر به بخش جنوبی و غربی منطقه معطوف کند. همچنین، با مشاهده نقشه های موجود در شکل ۷، می توان متوجه شد که در برنامه کنترلی بیشتر با کدام نوع

فرسایش روبه رو هستیم. مطابق با نقشه های شکل ۷، فرسایش پاشمانی یا بارانی بغرنج ترین نوع فرسایش در منطقه است و پس از آن فرسایش ورقه ای و بادی در اولویت قرار دارند. با توجه به بیابانی بودن منطقه، به دلیل کمبود یا نبود پوشش گیاهی این ترتیب شدت فرسایش دور از ذهن نیست.

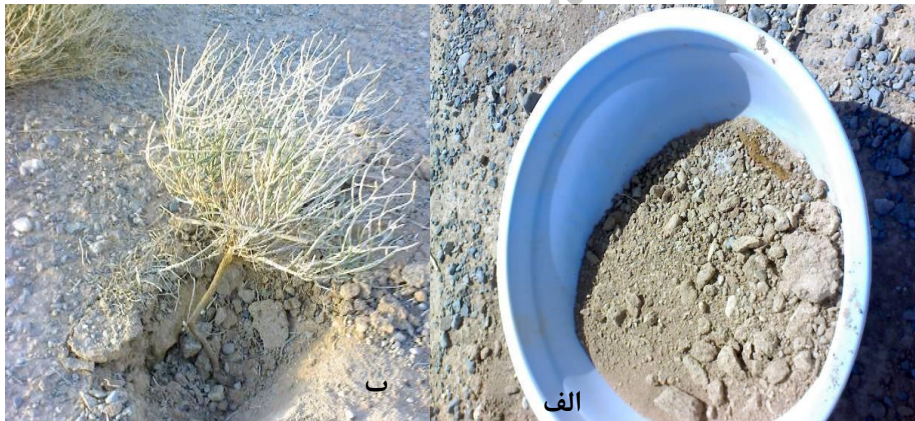
در کل، ارزیابی فرسایش در روش لادا به کمک جداول ارائه شده به راحتی قابل بررسی است. در توضیحات جداول کمبود خاصی مشاهده نمی شود و اغلب کاربران با خواندن توضیحات جداول به امتیازدهی قادر خواهند بود (در شکل های ۹ و ۱۰، برای درک بهتر سادگی این روش، عکس هایی از واحدهای کاری با توضیحات مورد نیاز ارائه شده است).



شکل ۹- وضعیت فرسایش در واحدهای کاری مختلف: الف) واحد ۱۱۱ با فرسایش فعال که در آن فرسایش بادی و بارانی بیشترین شدت را دارند؛ ب) واحد ۳۲ با فرسایش فعال که در آن بیشتر فرسایش های ابری دیده می شود؛ ج) واحد ۱۱ با فرسایش تثبیت شده؛ د) واحد ۷۱ با فرسایش فعال که فرسایش بادی بیشترین شدت را دارد



شکل ۱۰. تشکیل سله به قطر بیش از چند سانتی‌متر در اثر فرسایش بارانی در واحد ۶۴



شکل ۱۱. الف) توزیع اندازه خاک‌دانه‌ها در واحد ۱۲۴ با امتیاز صفر؛ ب) شکل‌شدن ریشه‌ها در واحد ۶۰ با امتیاز صفر



شکل ۱۲. الف) شکل‌شدن ریشه در واحد ۲۰ با امتیاز صفر؛ ب) تشکیل سخت‌لایه در واحد ۱۴۱ با امتیاز صفر



شکل ۱۳. الف) اندازه‌گیری نفوذپذیری با استفاده از لوله‌ای با قطر داخلی و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر در واحد ۱۳۴؛ ب) امتیازدهی به شاخص متلاشی‌شدن در واحد ۱۱

تخریب خاک

در روش لادا به کمک یک بیل به راحتی می‌توان به پارامترهای چشمی خاک (شکل ۴) امتیاز داد، مثلاً امتیاز پوسته و سله برای واحد ۶۴ (شکل ۱۰) صفر خواهد بود. شکل‌های ۱۱ و ۱۲ مثال‌هایی از این اندازه‌گیری‌ها را در واحدهای مختلف نشان می‌دهد. برای اندازه‌گیری پارامترهای خاکی و پُرکردن بخش «ب» کارت خاک (شکل ۵) به ابزارهای خاصی نیاز است و وقت بسیاری برای هر اندازه‌گیری در هر سایت صرف خواهد شد. از مجموعه پارامترهای این بخش دو شاخص متلاشی‌شدن و نفوذپذیری در عرصه اندازه‌گیری شد (شکل ۱۳)، ولی به شاخص‌های دیگر با نمونه‌برداری در آزمایشگاه امتیاز داده شد. به دلیل شرایط محیطی طاقت‌فرسا در محیط‌های بیابانی، توصیه می‌شود، به غیر از نفوذپذیری، به سایر شاخص‌های این بخش با نمونه‌برداری از خاک در آزمایشگاه امتیاز داده شود. در این صورت، باید، پیش از کوبیدن خاک و ازبین‌بردن خاک‌دانه‌ها، آزمایش متلاشی‌شدن (شکل ۱۳ بخش ب) صورت پذیرد.

ارزیابی کلی مدل

تخریب خاک به کاهش توان تولیدی خاک می‌انجامد [۶]. بنابراین، بهترین روش ارزیابی کلی تخریب خاک تأثیر آن در توان تولیدی است. مسلماً مهم‌ترین و پُرکاربردترین شاخص ارزیابی توان تولیدی خاک پوشش گیاهی به‌شمار می‌رود. بنابراین، در صورتی که مدل لادا به‌درستی تخریب خاک را نشان داده باشد، باید حداقل آثاری از کاهش توان تولیدی پوشش گیاهی در آن نواحی مشاهده شود. در میان واحدهای مورد بررسی، واحد کاری ۳۴ و ۱۶۴، با امتیاز کل ۴۰/۵، بهترین وضعیت خاک را نشان می‌دهند.

به طور چشمی، با بررسی عکس‌های این دو واحد، می‌توان بر امتیاز تخریب خاک در آن‌ها صحنه گذاشت؛ به گونه‌ای که هر دو هم از منظر خاک ظاهر مناسبی دارند و هم به‌نظر نمی‌رسد توان تولید پوشش گیاهی در آن دچار نقصان زیادی شده باشد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴. عکس‌هایی از واحدهای کاری ۳۴ (الف) و ۱۶۴ (ب) با بهترین وضعیت خاک



شکل ۱۵. الف واحد کاری ۱۳۳؛ ب) واحد کاری ۱۲۰

هرچند به راحتی می‌توان عملکرد مدل لادا را درباره بی‌نهایت‌های تخریب خاک (خوب و بد) با عکس‌های گرفته شده از منطقه ارزیابی کرد، این امر در طبقه متوسط عملی نیست. به هر حال، بررسی عملکرد مدل لادا درباره تخریب متوسط خاک به مطالعات بیشتری نیاز دارد. با بررسی عکس‌های طبقه متوسط تخریب خاک به نظر می‌رسد باید در جدول نهایی تغییراتی داده شود، زیرا، به دلیل وزن یکسان دادن به ارزیابی‌های چشمی و ارزیابی‌های ناشی از اندازه‌گیری در مدل لادا، در برخی خاک‌های شور با هدایت الکتریکی بسیار بالا (بیش از $100 ds/m$)، که

همچنین، بدترین امتیاز وضعیت خاک در واحد کاری ۱۲۰ با امتیاز ۲ و واحد کاری ۱۳۳ با امتیاز ۵ به دست آمد؛ هر دو واحد در ناحیه کویری واقع‌اند (شکل ۱۵). پس از این دو واحد، واحد ۲۵، با امتیاز کل ۶، بدترین واحدها به شمار می‌رود. نکته جالب ظاهر این واحدها است؛ برخلاف آنچه در ابتدا به نظر می‌رسد، این واحد هدایت الکتریکی بیش از $10 ds/m$ داشته و دارای سله و سخت‌لایه یکنواخت است (شکل ۱۶) و با کمی دقت در عکس آن متوجه خواهیم شد پوشش گیاهی در حال از بین رفتن است (شکل ۱۶).

آن‌ها عمومیت ندارد. با وجود این، عملکرد مدل لادا درباره تخریب متوسط خاک به بررسی‌های بیشتری نیاز دارد تا در صورت امکان در جداول کارت خاک این روش تغییراتی اعمال شود.

امتیاز ارزیابی ناشی از اندازه‌گیری در آن‌ها نزدیک به صفر است، باز هم تخریب کل متوسط به دست آمده است (شکل ۱۷). ذکر این نکته لازم است که این مشکل در همه واحدهای کاری دیده نمی‌شود و در



شکل ۱۶. عکس‌هایی از واحدکاری ۲۵: الف) له شدن ریشه بین لایه‌های بسیار فشرده؛ ب) تشکیل سخت لایه در عمق بسیار کم؛ ج) مرگ و حذف تدریجی پوشش گیاهی



شکل ۱۷. واحد کاری ۵۵ با امتیاز کل ۲۰؛ الف) شوری این واحد 110 ds/m به دست آمده است. با وجود این، برخی گیاهان در آن دیده می‌شوند؛ ب) با محدودیت رشد ریشه، سخت کفه، و سله مواجه نیستند.

تقدیر و سپاسگزاری

از زحمات بی دریغ جناب آقای مهندس پرویز براتی و سرکار خانم مهندس سوسن براتی، که ما را در اجرای کلیه مراحل اندازه‌گیری‌های میدانی و آزمایش‌ها یاری کردند، سپاسگزاریم و برای این عزیزان موفقیت روزافزون آرزومندیم.

در کل، به نظر می‌رسد عملکرد مدل لادا در بررسی تخریب خاک مناسب است. سهولت روش و توضیحات کافی در آن به اغلب کاربران بی تجربه در اجرای آسان آن بسیار کمک می‌کند. یگانه مشکلی که در اندازه‌گیری پارامترها وجود دارد اندازه‌گیری کربن آلی ناپایدار خاک است؛ برای اندازه‌گیری آن به پرمنگنات پتاسیم، کلرید کلسیم دی‌هیدراته، و طیف‌سنجی - که جذب در 550 نانومتر را نشان می‌دهد - نیاز است. تهیه مواد شیمیایی لازم برای این اندازه‌گیری آسان است، اما، به دلیل گران‌قیمت بودن طیف‌سنج‌ها و کمبود یا فقدان نوع دستی آن‌ها در بازار، اندازه‌گیری این پارامتر کمی مشکل خواهد بود. به غیر از کربن آلی، سایر پارامترها را می‌توان به راحتی اندازه گرفت و این از حسن‌های این مدل به‌شمار می‌رود.

References

- [1] Ahmadi, H. (2003). *The final report of compiling a comprehensive service plan and methodology of indicators and indices of desertification potential assessment in Iran*, College of Agriculture & Natural Resources, Faculty of Natural Resources, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Regions, University of Tehran.
- [2] Ahmadi, H. (2003). *The final report of calibration of desertification potential assessment in Iran*, College of Agriculture & Natural Resources, Faculty of Natural Resources, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Regions, University of Tehran.
- [3] Albaladejo, M., Chisci, P., Gabriels, G., Rubio, V. and Stocking, N. (1988). Soil Degradation And Its Impact On Desertification: A Research Design For Mediterranean Environments, *Soil Technology*, 1, 169-174.
- [4] Cammeraat, L.H. and Imeson, A.C. (1998). Deriving indicators of soil degradation from soil aggregation studies in southeastern Spain and southern France, *Geomorphology*, 23, 307-321.
- [5] De Paz, J.M., Sa´nchez, J. and Visconti, F. (2006). Combined use of GIS and environmental indicators for assessment of chemical, physical and biological soil degradation in a Spanish Mediterranean region, *Journal of Environmental Management*, 79, 150-162.
- [6] Diodato, N. and Ceccarelli, M. (2004). Multivariate indicator Kriging approach using a GIS to classify soil degradation for Mediterranean agricultural lands, *Ecological Indicators*, 4, 177-187.
- [7] Geeson, N.A., Brandt, C.J. and Thornes, J.B. (2002). *Mediterranean Desertification: A Mosaic of Processes and Responses*, John Wiley & Sons press.
- [8] Geist, H. and Lambin, E.F. (2004). Dynamic Causal Patterns of Desertification, *BioScience*, 54(9): 817- 830.
- [9] McDonagh, J., Bunning, S., McGarry, D., Liniger, H. and Rioux, J. (2009). Field Manual for Local Level Land Degradation Assessment in Drylands; LADA-L Part 1: Methodological Approach, Planning and Analysis, LADA, Fao.
- [10] McDonagh, J., Bunning, S., McGarry, D., Liniger, H. and Rioux, J. (2009). Field Manual for Local Level Land Degradation Assessment in Drylands; LADA-L Part 2: Local Assessment: Tools and Methods for Fieldwork, LADA, Fao.
- [11] McGarry, D. (2005). *The Visual Soil-Field Assessment Tool (VS-Fast) methodology*, ftp://ftp.fao.org/agl/agll/lada/vsfast_methodology.pdf
- [12] Oldeman L.R. (1988). Guidelines for General Assessment of the Status of Human-Induced Soil Degradation, Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD), *Work. Pap.* 88/04, ISRIC, Wageningen.
- [13] Oldeman, L.R., Hakkeling, R.T.A. and Sombroek, W.G. (1991). World map of the status of human-induced soil degradation: an explanatory note, *Wageningen: International Soil Reference and Information Centre; Nairobi: United Nations Environment Programme*.
- [14] Omuto, C.T. (2008). Assessment of soil physical degradation in Eastern Kenya by use of a sequential soil testing protocol, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 128, 199-211.
- [15] Puigdefabregas, J. (1995). Desertification: Stress beyond resilience, exploring a unifying process structure, *Ambio*, 24, 311-313.
- [16] Ravi, S., Breshears, D.D., Huxman, T.E. and D'Odorico, P. (2010). Land degradation in drylands: Interactions among hydrologic–aeolian erosion and vegetation dynamics, *Geomorphology*, 116, 236-245.

- [17] Rodri'guez, A.R, Mora, J.L., Carmen, A. and Bordon, J. (2005). Plant succession and soil degradation in desertified areas (Fuerteventura, Canary Islands, Spain), *Catena*, 59, 117-131.
- [18] Ruiz-Sinoga, J.,D. and Romero Diaz, A. (2010). Soil degradation factors along a Mediterranean pluviometric gradient in Southern Spain, *Geomorphology*, 118, 359-368.
- [19] Sha-Sha, F., Pei-Jun, L., Qian, F., Xiao-Jun, L., Peng, L., Yue-Bing, S. and Yang, C. (2011). Soil Quality Degradation in a Magnesite Mining Area, *Pedosphere*, 21(1): 98-106.
- [20] Shepherd, G. (2000). *Visual Soil Assessment*, Volume 1, Field guide for cropping and pastoral grazing on flat to rolling country, horizons.mw & Landcare Research, Palmerston North, New Zealand.
- 21] Snakin, V.V., Krechetov, P.P., Kuzovnikova, T.A., Alyabina, I.O., Gurov, A.F. and Stepichev, A.V. (1996). The system of assessment of soil degradation, *Soil Technology*, 8 , 331-343.
- [22] Stocking, M. and Murnaghan, N. (2001). *A Handbook for the Field Assessment of Land Degradation*, Earthscan Publications, USA.
- [23] UNEP-DC/PAC. (1990). *In: Desertification revisited*, Ed.R.S. Odingo. pp.3-5. UNEP/DC-PAC, Nairobi, Kenya.
- [24] Warren, A. (1996). *Desertification, The Physical Geography of Africa*, Adams, W.M., Goudie, A.S. and Orme, A.R. (Editors), Oxford University Press.
- [25] Yanda, P.Z. (2000). Use of soil horizons for assessing soil degradation and reconstructing chronology of degradation processes: the case of Mwisanga Catchment, Kondoa, *Central Tanzania Geomorphology*, 34, 209-225.

Archive of SID