Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891

Online ISSN: 2676-5039

A Biological Management Model for Controlling Soil Erosion in Rangelands of the Kojour Watershed, Mazandaran Province, Iran

Seyed Hamidreza Sadeghi*[1], Mahin Kalehhouie[2], Marjan Bahlekeh[3], Ali Noori[4], Arasteh Payfeshoorde[4], Masoomeh Havasi[4], Nastaran Naderi Maranglo[4], Mehdi Kheirparast[4]

1. Corresponding Author; Prof., Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran. E-mail: sadeghi@modares.ac.ir
2. Former Ph.D. Student, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran.
3. Ph.D. Student, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran.
4. M.Sc. Students, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

2024; Vol 18, Issue 1

Article history:
Received: 11.06.2023
Revised: 24.10.2023
Accepted: 04.11.2023

Keywords:
Bio-Climatological Zoning,
Soil and Water Conservation,
Vegetation Management,
Soil Erosion Management.

Abstract

Background and objectives: Soil erosion and sediment yield in the watershed lead to environmental issues. Therefore, knowledge of the spatial and temporal distribution patterns of soil erosion is a proper strategy for planning and prioritize solutions for implementing soil conservation measures at watershed scale. Since biological methods are based on the prevailing conditions of ecosystems, soil erosion can be controlled in the initial stages. However, the biological management of soil erosion has yet to be accepted due to the lack of a suitable implementation model by executive operations. The current research aimed to inhibit soil erosion using biological management in the rangeland areas of the Kojour Watershed located in Mazandaran Province, Iran, due to the predominance of manageable distributed erosion.

Methodology: For this purpose, the primary layers of elevation above mean sea level, slope, and geology were determined for the Kojour Watershed, and appropriate work units were accordingly delineated. Then, the soil erosion status was assessed on the basis of the scoring table of the seven factors of the BLM model. The study was confined to the rangeland areas based on field surveys, interpretation of satellite images, and expert opinions. In the next step, the leaf area index (LAI) map was prepared to compare field measurements and remote sensing information. Then, Ambrothermic and hytergraph charts were developed, and the corresponding Bio-Climatological map was prepared for the study watershed. Ultimately, suitable species were selected from the phytosociological list considering an appropriate combination strategy of Competitor (C), Stress-tolerators (S) and Ruderals (R), and species.

Results: First, 15 land units were delineated for the entire Kojour Watershed, out of which six rangeland-dominant sub-watersheds were selected to designate the biological management measures for soil erosion control. The BLM table was employed for the rangeland work units showing that three of the six rangeland sub-watersheds were classified as low erosion. The remaining three sub-watersheds also had moderate erosion status. In addition, the general condition of soil erosion in the rangeland areas of the study watershed, with a score of 37.16, is classified as low

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

status. Also, examining erosion maps and the obtained indices indicated a high agreement between field measurements and remote sensing data. According to the Ambrothermic chart, June to September were dry, and August was the driest month of the year in the study area. It also used the scope of significant environmental changes and more uniform regional changes. In this regard, the distribution of the area in the four Bio-Climatological classes of the Kojour Watershed is the same, and it is considered according to the planning and erosion management classes. In the following, the species were selected according to the combined CSR strategy, including *Stachys inflata benth*, *Bromus tomentellus*, *Artemisia siberi*, *Trifolium pratense*, and *Festuca arundinacea* with a broad presence in the region.

Conclusion: The present study was conducted to present a biological management model of the rangeland areas for the Kojour Watershed. The results indicated that soil erosion can be efficiently controlled through biological management methods in 40% of the rangeland areas. It is worth mentioning that it uses a model of biological management of erosion, which requires integrated and comprehensive investigations that consider different parts of the ecosystem.

Cite this article: Sadeghi, S.H., M. Kalehhouie, M. Bahlekeh, A. Noori, A. Payfeshoorde, M. Havasi, N. Naderi Maranglo, M. Kheirparast, 2024. A Biological Management Model for Controlling Soil Erosion in Rangelands of the Kojour Watershed, Mazandaran Province, Iran. Journal of Rangeland, 18(1): 23-41.

© The Author(s).
DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8
Publisher: Iranian Society for Range Management

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

مـــرتـــع

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸

شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

مدیریت زیستی فرسایش خاک در مراتع حوزه آبخیز کجور، استان مازندران

سیّدحمیدرضا صادقی*[۱]، مهین کله‌هوئی[۲]، مرجان بهلکه[۳]، علی نوری[۴]، آراسته پای‌فشرده[۴]، معصومه هواسی[۴]، نسترن نادری‌مرنگلو[۴] و مهدی خیرپرست[۴]

۱. نویسنده مسئول، استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران. ایمیل: sadeghi@modares.ac.ir
۲. دانش‌آموخته دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.
۳. دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.
۴. دانشجوی کارشناسی‌ارشد مهندسی آبخیزداری، گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل – پژوهشی

۱۴۰۲؛ جلد ۱۸، شماره ۱

تاریخ دریافت ۱۴۰۲/۰۳/۲۱
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۳

واژه‌های کلیدی:
پهنه‌بندی اقلیمی-زیستی، حفاظت خاک و آب، مدیریت پوشش گیاهی، مدیریت فرسایش خاک.

چکیده

سابقه و هدف: مسئله فرسایش خاک و تولید رسوب در آبخیز می‌تواند مشکلات چالش‌برانگیزی در مسائل محیط‌زیستی، اقتصادی-اجتماعی ایجاد کند. آگاهی از الگوهای توزیع مکانی و زمانی فرسایش خاک، اقدامی مؤثر به‌منظور تعیین برنامه‌ها و اولویت‌بندی راه‌کارها در جهت اجرای برنامه‌های حفاظت خاک در سطح حوزه آبخیز است. حال با توجه به این‌که روش‌های زیستی مبتنی بر شرایط حاکم بر بوم‌سازگان است، اهمیت ویژه‌ای در مهار فرسایش خاک در مراحل ابتدایی دارد. باوجوداین، استقبال لازم از مدیریت زیستی فرسایش خاک به سبب عدم الگوی اجرایی مناسب توسط کارشناسان اجرایی صورت نگرفته است. ازاین‌رو، پژوهش حاضر باهدف مدیریت زیستی فرسایش در بخش مرتعی حوزه آبخیز کجور واقع در استان مازندران به سبب غلبه فرسایش توزیعی و قابل مدیریت انجام شد.

مواد و روش‌ها: به همین منظور ابتدا واحدهای کاری از تلفیق لایه‌های ارتفاع از سطح دریا، شیب و زمین‌شناسی در حوزه آبخیز کجور تعیین شد. سپس وضعیت فرسایش خاک بر اساس جدول امتیازدهی عوامل هفت‌گانه مدل BLM، در واحدهای کاری مرتعی بر اساس بازدید میدانی، تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و نظرات کارشناسی تکمیل شد. در مرحله بعد به‌منظور مقایسه اندازه‌گیری میدانی و استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور، نقشه شاخص سطح برگ تهیه شد. سپس منحنی آمبروترمیک و هایترگراف و نقشه اقلیمی-زیستی برای آبخیز موردمطالعه تهیه و درنهایت با استفاده از رویکرد استفاده تلفیقی از گونه‌های رقابتی (C)، گونه‌های مقاوم به تنش (S) و پیشتاز (R)، گونه‌های مناسب از مجموعه فهرست گونه‌های غالب منطقه ارائه شد.

نتایج: ابتدا درمجموع ۱۵ واحد کاری در کل حوزه آبخیز کجور مشخص و برنامه اجرایی اقدامات مدیریتی زیستی تنها در شش زیرآبخیز با غلبه پوشش مرتعی متمرکز شد. ارزیابی جدول BLM با توجه به واحدهای کاری مرتعی نشان داد از بین شش واحد کاری مرتعی حوزه آبخیز کجور، سه واحد کاری در وضعیت فرسایشی کم و سه واحد کاری در وضعیت فرسایشی متوسط است. علاوه بر آن، وضعیت کلی فرسایش خاک در بخش مرتعی آبخیز مطالعاتی با امتیاز ۳۷/۱۶ در طبقه کم قرارگرفته است. هم‌چنین بررسی نقشه‌های سیمای فرسایش و شاخص به‌دست‌آمده حاکی از تطابق اندازه‌گیری‌های میدانی با داده‌های سنجش‌ازدور داشت. مطابق نمودار آمبروترمیک ماه‌های خرداد تا شهریور خشک بوده و دراین‌بین ماه مرداد خشک‌ترین ماه سال در منطقه موردمطالعه بوده است. هم‌چنین کشیدگی منحنی هایترگراف حاکی از دامنه تغییرات دمایی زیاد و تغییرات بارش یکنواخت‌تر در منطقه است. در همین راستا توزیع مساحت در چهار طبقه اقلیمی-زیستی سطح حوزه

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

آبخیز کجور به یک‌میزان است و با توجه به طبقات باید برنامه‌ریزی و مدیریت فرسایش موردتوجه قرار گیرد. در ادامه گونه‌ها با توجه به رویکرد CSR شامل پولک، جاروعلفی، درمنه دشتی، شبدر قرمز و علف بره انتخاب و پهنه‌بندی استفاده از آن‌ها ارائه شد.

نتیجه‌گیری: پژوهش حاضر باهدف ارائه الگوی اقدامات مدیریتی زیستی فرسایش در بخش مرتعی حوزه آبخیز کجور انجام شد. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که می‌توان فرسایش خاک را در ۴۰ درصد از مساحت اراضی مرتعی از طریق روش‌های مبتنی بر اقدامات مدیریتی زیستی مهار کرد. شایان‌ذکر است استفاده از اقدامات مدیریتی زیستی فرسایش نیازمند بررسی‌های جامع و همه‌جانبه‌ای است که می‌بایست با در نظر گرفتن بخش‌های مختلف بوم‌سازگان آن را موردتوجه قرارداد.

استناد: صادقی، س.ج.ر.، م. کله‌هوئی، م. بهلکه، ع. نوری، آ. پای‌فشرده، م. هواسی، ن. نادری‌مرنگلو و م. خیرپرست، ۱۴۰۳. مدیریت زیستی فرسایش خاک در مراتع حوزه آبخیز کجور، استان مازندران. مرتع، ۱۷(۱): ۲۳-۴۱.

DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران

© نویسندگان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

مقدمه

در عصر حاضر خاک از مهم‌ترین منابع طبیعی هر کشور و از فراسنجه‌های اساسی درزمینه مدیریت حوزه‌های آبخیز محسوب می‌شود. در صورت نادیده گرفتن این عرصه، مشکلات زیادی برای بشر به وجود خواهد آمد. مسئله فرسایش خاک (Soil Erosion) و تولید رسوب (Sedement Yield) یکی از مشکلات حوزه آبخیز است که می‌تواند مشکلات چالش‌برانگیزی در مسائل محیط‌زیستی، اقتصادی-اجتماعی همچون کاهش حاصلخیزی و بهره‌وری زمین‌های زراعی، شور شدن تدریجی خاک‌ها، رسوب در آبراهه‌ها، کاهش عمر مفید و ظرفیت آبگیری سدها و هدررفت خاک را به وجود آورد (۴۱). عوامل متعددی در نوع و میزان فرسایش خاک در یک آبخیز مؤثر هستند (۱۵). دراین‌بین استفاده نامناسب از اراضی، یکی از عوامل مهم در افزایش شدت فرسایش خاک است که با توجه به تغییرات گسترده آن در دهه‌های اخیر و پیشرفت‌های فناوری رخداده است (۳۵). با توجه به این‌که فرسایش خاک منجر به طیف وسیعی از مشکلات می‌شود باید سعی کرد با راهبردهای مبتنی بر طبیعت (Nature-based Approach) مشکلات فرسایش خاک حل شود (۲). در همین راستا ارزیابی شدت فرسایش‌پذیری خاک یکی از اقدامات اساسی در مدیریت پایدار منابع خاک و آب در حوزه آبخیز محسوب می‌شود (۳). آگاهی از الگوهای توزیع مکانی و زمانی فرسایش، اقدامی مؤثر به‌منظور تعیین برنامه‌ها و اولویت‌بندی راه‌کارها در جهت اجرای برنامه‌های حفاظت و مهار فرسایش خاک در سطح حوزه آبخیز است. هدف از ارزیابی شدت فرسایش‌پذیری تقسیم سطح حوزه آبخیز به نواحی مختلف ازلحاظ میزان هدررفت خاک و اولویت‌بندی آن‌ها بر اساس پتانسیل خطر فرسایش است که می‌تواند ابزاری اساسی برای اجرای بهتر طرح‌های آبخیزداری، حفاظت خاک و کاهش خسارت ناشی از فرسایش باشد (۴۲). هم‌چنین درک پویایی و شناسایی دلایل زیستی و غیر زیستی فرسایش خاک می‌تواند به ارائه راه‌کارهای مناسب برای کاهش و مقابله با فرسایش و رسوب در آبخیز کمک کند (۱۰). استفاده از روش‌های زیستی یکی از مهم‌ترین روش‌های حفاظت منابع خاک و آب به لحاظ استفاده کم از عملیات خاک‌ورزی، ارزانی و کارایی بهتر نسبت به اقدامات سازه‌ای است (۷). بر همین اساس، اقدامات مدیریتی زیستی (Biological Management) فرسایش با استفاده از روش‌های زیستی و در تلفیق با رویکردهای مدیریتی هم‌چون تقویت پوشش گیاهی (۲۰)، کشاورزی حفاظتی (Conservation Agriculture) (۴۴)، تلقیح ریزموجودات خاکزی (۲۹) و استفاده از خاک‌پوش‌های زیستی (Biological Mulch) (۹) به بهبود وضعیت فرسایش خاک کمک می‌کند. در همین راستا طرح‌های مدیریتی چرا می‌تواند نقش قابل‌توجهی در کاهش هدررفت خاک و طبیعتاً حفظ منابع حیاتی و پایه آب، خاک و پوشش گیاهی داشته باشد. درهرحال باید توجه داشت که استفاده از روش‌های زیستی بیش‌تر در مراحل ابتدایی فرسایش (پاشمانی، سطحی و بین‌شیاری) به‌مراتب نتیجه و اثر بیش‌تری خواهد داشت و هر چه فرسایش توسعه و شدت بیش‌تری پیدا کند همراهی روش‌های زیستی با روش‌های زیست‌مهندسی و مهندسی (Mechanical/ Enginnering Measures) و سایر اقدامات سازه‌ای آبخیزداری از ضرورت بیش‌تری برخوردار خواهد بود. ازجمله روش‌های مدیریت زیستی استفاده از پوشش گیاهی به‌عنوان یک سپر حفاظتی از خاک است که باعث استحکام خاک شده و حجم رواناب را کاهش داده و از تخریب خاک تا حد زیادی می‌کاهد. کاهش پوشش گیاهی با فعالیت‌های انسانی مثل چرای شدید دام منجر به کاهش چسبندگی ذرات خاک شده، افزایش خطر فرسایش خاک و درنتیجه هدررفت عناصر غذایی خاک می‌شود (۴۶). از سویی فرسایش خاک رابطه مستقیمی با پوشش گیاهی دارد و اثر برجسته جوامع گیاهی به‌واسطه خاصیت حفاظتی آن در مقابل برخورد قطرات باران است و به دلیل رباش قطرات باران توسط تاج پوشش گیاه سبب کاهش انرژی جنبشی آن و به دلیل کربن آلی موجود در خاک سبب پدید آمدن خاکدانه‌های چسبنده می‌شود که نتیجه آن حفاظت خاک است (۶).

پژوهش‌هایی در رابطه با استفاده از روش‌های مختلف زیستی با اهداف مختلف گزارش‌شده است. ازجمله دی بیتس و همکاران (۲۰۰۹) برای انتخاب گیاهان مناسب به‌منظور مهار فرسایش شیاری، چهار نوع ویژگی گیاهان شامل مقاومت نسبت به خم شدن در مقابل جریان آب، توانایی به دام انداختن رسوب و بقایای آلی، تراکم ساقه برای

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

مهار فرسایش را برای ۲۱ گونه گیاهی مورد آزمایش قرار دادند. نتایج حاکی از آن بود که از میان گونه‌های موردبررسی، سه گونه *Lygeum spartum*، *Stipa tenacissima* و *Salsola genistoides* به دلیل مقاومت بالا با توجه با متغیرهای موردبررسی، برای مهار فرسایش شیاری انتخاب شدند. مقدمی‌راد و همکاران (۲۰۱۸) نیز طی پژوهشی به ارزیابی اثر تراکم پوشش گیاهی بر رواناب و هدررفت خاک در ترانشه خاک‌برداری جاده جنگلی کوهمیان-آزادشهر پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که اثر پوشش گیاهی ترانشه به‌طور مثبت معنی‌دار است. هم‌چنین حسینی و همکاران (۲۰۱۲) باهدف شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر فرسایش شیاری در دامنه‌های تپه‌ماهوری جنوب غرب شهرستان مشهد، به کمک نرم‌افزار Minitab و هم‌چنین استقرار ترانسکت‌های ۵۰ متری، ارتباط بین عوامل تاج پوشش گیاهی، سنگریزه سطحی، پوشش سطح زمین، شیب و بافت خاک با فراوانی شیارها در واحد طول را بررسی کردند. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که مؤلفه‌های پوشش گیاهی، سنگ‌ریزه سطح زمین، تاج پوشش گیاهی و هم‌چنین میزان رس موجود در خاک با فراوانی شیار در واحد طول دارای همبستگی منفی و معنی‌دار است. هم‌چنین این پژوهش‌گران اظهار داشتند که اولین گام در راستای مهار و کاهش پتانسیل خاک منطقه موردنظر از منظر بروز فرسایش، مدیریت پوشش گیاهی است. در پژوهشی دیگر اسلام و همکاران (۲۰۲۱) تأثیر گیاه وتیور (*Zizanioides Chrysopogon*) بر نفوذ و مهار فرسایش دامنه‌های شیب‌دار در شرایط بارندگی شدید شبیه‌سازی‌شده در بنگلادش را بررسی کردند. نتایج ایشان نشان داد وتیور با دارا بودن سامانه ریشه‌ای گسترده رواناب سطحی را به میزان ۱۸ درصد کاهش داد. هم‌چنین صادقی و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی الگوی مدیریت زیستی فرسایش خاک در آبخیز گلازچای آذربایجان شرقی را به‌عنوان پژوهش پیشگام باهدف تبیین رویکرد اقدامات زیستی فرسایش معرفی کردند. مطابق مدل BLM (Bureau of Land Management)، به ترتیب حدود ۲۴ و ۷۶ درصد از آبخیز گلازچای در وضعیت فرسایشی کم و متوسط قرار دارد. درنهایت، یوسفی مبرهن و پیروان (۲۰۲۲)، به بررسی پایداری و برهم‌کنش ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی مارن حساس به فرسایش و پوشش گیاهان مرتعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک شهرستان شاهرود، استان سمنان پرداختند. نتایج BLM در سه منطقه طرود، بکران و ری‌آباد نشان داد که بکران با بالاترین درصد پوشش گیاهی در طبقه فرسایشی کم و سایر مناطق موردمطالعه در شرایط فرسایشی متوسط قرار دارند.

امروزه در کنار پیشرفت‌های موجود در بخش‌های مختلف، اقدامات زیستی رویکردی علمی، کاربردی و ترکیبی از مفاهیم ساختاری، زیستی و محیط‌زیستی برای مدیریت و مهار فرسایش و مؤلفه‌های آن محسوب می‌شود (۲۱). شناخت چگونگی وقوع تغییرات در حوزه‌های آبخیز و اجزای آن‌ها به‌ویژه خاک و گیاه، مهم‌ترین ابزار برای اتخاذ تدابیر صحیح مدیریتی در بهره‌برداری اصولی از آبخیز بوده که دستیابی به راه‌کارهای علمی و عملی بهینه برای مدیریت اصولی و صحیح‌تر آن را ممکن می‌سازد. این نوع مدیریت و اقدامات مشکلات آبخیز را به‌صورت بنیادی بررسی کرده و به حل آن می‌پردازد و رویکردی مناسب برای تمام مناطق با اقلیم‌های متفاوت است که تنها نیاز به نظرات کارشناسی و بررسی‌های منطقه‌ای دارد. در این راستا در آبخیز کجور، استان مازندران به سبب امکان دسترسی، رویکرد اقدامات مدیریتی زیستی در دستور بررسی قرار گرفت. انتظار می‌رود نتایج این پژوهش، ضرورت اقدامات مدیریتی زیستی فرسایش خاک در منطقه مطالعاتی و سایر مناطق مشابه را روشن کند.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

مطالعه موردی حاضر در حوزه آبخیز کجور با مساحت ۵۰۰۰۰ هکتار در جنوب شرقی شهرستان نوشهر در دامنه‌های شمالی البرز انجام شد. بافت خاک لومی-رسی، عمق خاک عموماً کم‌تر از یک متر است. متوسط بارندگی سالانه در ایستگاه کجور حدود ۲۴۰ میلی‌متر است. بر اساس منطقه‌بندی کوپن (Koppen)، پایین‌دست حوزه آبخیز کجور از اقلیم مرطوب و معتدل خزری و در قسمت‌های بالادست از اقلیم مدیترانه‌ای برخوردار است. ازنظر زمین‌شناسی حدود ۹۰ درصد از سطح حوزه آبخیز کجور به دوران دوم زمین‌شناسی تعلق دارد. ارتفاع متوسط آبخیز

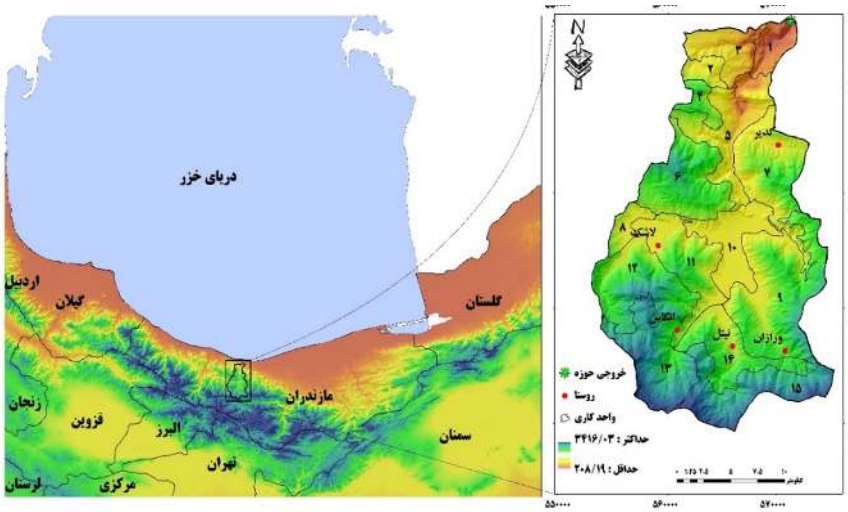
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

حدود ۲۳۰۰ متر و حداقل و حداکثر ارتفاع حوزه آبخیز ۱۵۰ و ۲۶۵۰ متر از سطح آب‌های آزاد است (۳۱). با توجه به آمار اداره هواشناسی حداقل بارندگی سالانه ۱۹۷ میلی‌متر و حداکثر بارندگی سالانه ۴۳۳ میلی‌متر بوده است. حوزه آبخیز کجور به‌طور عمده در دسته شیب ۴۰ تا ۶۰ درصد قرارگرفته است. ارتفاعات کم حوزه آبخیز عمدتاً از طبقات ضخیم آهکی با شیب زیاد و عمق کم خاک و با پوشش جنگلی ضعیف و نفوذپذیری خوب و پایداری متوسط برخوردار است و در ارتفاعات متوسط، شیب زیاد به‌صورت صخره‌ای با عمق ناچیز و جنس سنگ‌ها آهکی و دولومیتی است (۳۱). تیپ گیاهی منطقه اکثراً علفزار-بوته است (۱۵). وجود تغییرات ارتفاعی از سطح دریا و یال و دره‌های منفرد با دامنه‌های متفاوت باعث استقرار توده‌های جنگلی با پراکنش و تنوع گونه‌های درختی و ایجاد تیپ و زیرتیپ‌های مختلف شده است، به‌طوری‌که در ارتفاع کم‌تر از ۱۳۰۰ متر گونه‌های باارزشی نظیر راش و نمدار، پلت، توسکا، شیردار به همراه گونه‌های انجیلی و خرمندی به چشم می‌خورد. حال آن‌که در ارتفاعات کم‌تر از ۲۰۰ متر و در عرصه‌های کم‌شیب گونه‌هایی نظیر لیلکی، خرمندی و انجیلی به همراه پوشش درختچه‌ای گسترش بیش‌تری یافته‌اند. در ارتفاعات بیش‌تر از ۱۲۰۰ متر به علت شیب بالای عرصه و درنتیجه عمق کم خاک و شرایط رویشگاهی، شرایط برای حضور گونه‌های نورپسند مانند بلند مازو و لور به همراه پوشش درختچه‌ای و سپس پوشش مرتعی فراهم‌شده است (۳۰).

روش پژوهش

در این تحقیق ابتدا واحدهای کاری آبخیز مربوطه با لحاظ دو رویکرد مقیاس اجرایی و قابلیت ارزیابی وضعیت فرسایش به روش BLM تعیین شدند. نقشه سیمای فرسایشی برای بخش‌های مرتعی آبخیز مطالعاتی تهیه شد (۱ و ۲۹). سپس با بررسی شرایط منطقه با استفاده از منحنی‌های آمبروترمیک (Ombrothermic Diagram) و هایترگراف (Hythergraph Diagram) و نقشه اقلیمی-زیستی (Agro-climatic Map) آبخیز، راه‌کارهای متناسب با شرایط منطقه برای اقدامات مدیریتی زیستی ارائه شد (۳۲ و ۳۳). برای این منظور، ابتدا آمار، اطلاعات و پیشینه مطالعاتی و پژوهشی جمع‌آوری شد. سپس نقشه واحدهای کاری از لایه‌های اطلاعاتی شامل ارتفاع از سطح دریا، شیب و زمین‌شناسی برای کل منطقه استخراج شد. برای بهبود عملکرد و تصمیم‌گیری واحدهای با مساحت زیر ۳۰۰ هکتار در نزدیک‌ترین واحد ادغام و نهایتاً، ۱۵ واحد کاری در حوزه آبخیز کجور استخراج شد. شکل (۱) موقعیت آبخیز مطالعاتی و واحدهای کاری را در سطح استان مازندران و کشور نشان می‌دهد.

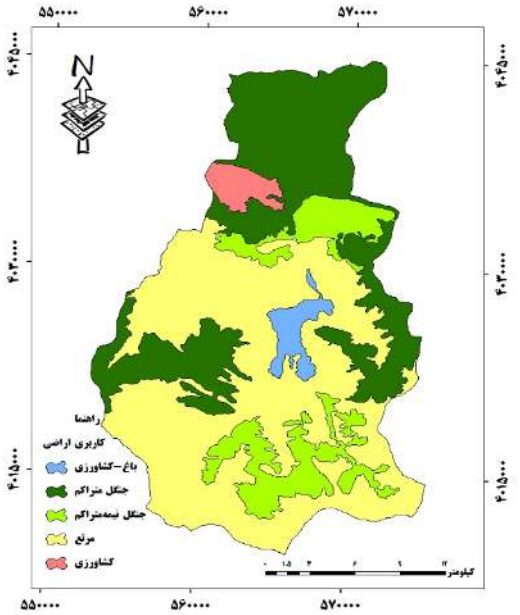


شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و واحدهای کاری حوزه آبخیز کجور در استان مازندران و ایران

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

پژوهش حاضر برای کاربست الگوی مدیریت زیستی فرسایش برای بخش مرتعی حوزه آبخیز کجور با توجه به نقشه کاربری اراضی ارائه‌شده در شکل (۲) انجام‌شده است. برای این منظور، وضعیت فرسایش خاک بر اساس جدول امتیازدهی عوامل هفت‌گانه مدل BLM، در هر واحد کاری بر اساس بازدید میدانی و نظرات کارشناسی تکمیل شد. قابل‌ذکر است در مدل BLM هفت عامل ارائه‌شده در جدول ۲ در نظر گرفته می‌شود. دلیل استفاده از این مدل با توجه به وسعت اراضی مرتعی و هم‌چنین به دلیل این‌که در این مدل به تعیین تیپ‌های فرسایشی توجه بیش‌تری می‌شود و هدف تعیین نقشه سیمای فرسایشی با توجه به نتایج حاصل از این مدل طی بازدیدهای میدانی بوده است (۲۶). سپس برحسب مجموع امتیازات، وضعیت فرسایش به‌صورت جزئی (۲۰-۰)، کم (۴۰-۲۱)، متوسط (۶۰-۴۱)، زیاد (۸۰-۶۱) و خیلی زیاد (۱۰۰-۸۱) طبقه‌بندی شد (۳۹). سپس امتیاز و وضعیت فرسایشی هر واحد کاری محاسبه شد. در مرحله بعد پس از تعیین وضعیت فرسایشی، نقشه سیمای فرسایشی در واحدهای کاری به دست آمد (۲۹). در مرحله بعد به‌منظور مقایسه اندازه‌گیری میدانی و استفاده از داده‌های سنجنده Sentinel در محیط نرم‌افزار Google Earth Engine نقشه شاخص سطح برگ (Leaf Area Index) (نسبت وسعت سطح برگ‌ها به سطح تاج پوشش) تهیه شد (۱۶). سپس برای تعیین دوره خشکی و تغییرات دما و بارندگی به‌منظور تعیین گیاهان مناسب با ویژگی‌های منطقه با توجه به آمار درجه حرارت متوسط، کمینه و بیشینه (Minimum and Maximum Temperature) مجموع بارش سالانه (Precipitation)، درصد رطوبت نسبی (Relative Humidity) بر اساس آمار آب‌وهوایی ۴۲ ساله (از سال ۱۳۵۸ تا ۱۴۰۰) ایستگاه‌های اقلیمی تنظیم و سپس منحنی آمبروترمیک و هایترگراف برای آبخیز موردمطالعه استخراج شد (۳۶). منحنی‌های آمبروترمیک و هایترگراف اساساً برای بررسی تطابق شرایط اقلیمی با تقاضای پوشش گیاهی در مقاطع مختلف دوره‌های فنولوژیک گیاهی است. بااتصال این آمارها با موقعیت مکانی نقاط ایستگاه‌های سینوپتیک، لایه‌های رستری موجود و با درون‌یابی (Interpolation)، نقشه اقلیمی-زیستی تهیه شد.



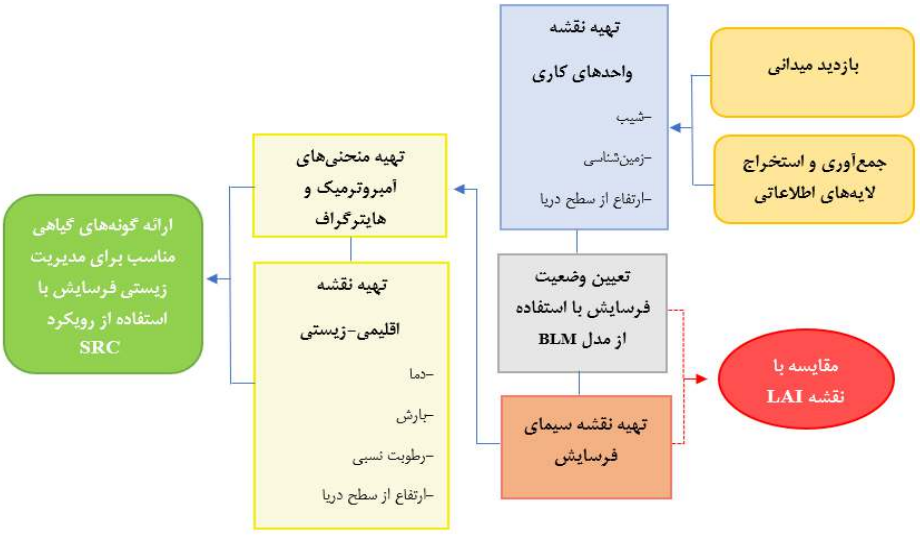
شکل ۲: نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز کجور در استان مازندران

در ادامه اطلاعات حاصل از ارزیابی منجر به انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب به‌منظور تحلیل ایفای نقش پوشش گیاهی در تثبیت خاک می‌شود. هرچند انتخاب مناسب‌ترین گونه‌های گیاهی مشکل است، اما رویکرد پیشنهادی Grim در سال ۱۹۷۹ بر مبنای بوم‌شناسی برای انتخاب گونه‌ها با نام رویکرد CSR پیشنهاد شد (۱۳). در رویکرد مذکور برای گونه‌های گروه رقابتی (Competitor) (C)، نیازمند محاسبه رشد حداکثری تولید است (۲۴)، گروه تحمل تنش (Stress Tolerators) (S) به‌وسیله میزان رشد پایین، برگ‌های پایا، قدرت نگهداری بالا مواد غذایی و سرمایه‌گذاری در ایجاد ساختار حفاظتی خوب و بادوام مشخص می‌شوند (۲۵). گونه‌های گیاهی دارای راهبرد (S)، سازگاری یافته‌اند که قادرند شرایط نامساعد تنش یا کاهش شدید منابع را تحمل کنند. درواقع تنش به‌عنوان یک محدودیت خارجی است که باعث کاهش میزان ماده تولیدی در تمام یا قسمتی از پوشش گیاهی می‌شود. این گیاهان عموماً خوش‌خوراکی کمی داشته و به دلیل رشد کم، بازسازی قسمت‌های از بین رفته نیز به‌کندی انجام می‌شود و مرحله جوانه‌زنی (بذر جوانه‌زده یا نهال حاصل از رویش بذر) آسیب‌پذیرترین مرحله در طول زندگی این گیاهان است. خصوصیات بارز

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

گروه پیشتازها (Ruderals) (R) نیز رشد سریع، تکمیل دوره زیستی در زمانی کوتاه و هم‌چنین تولید بذر زیاد است. این گیاهان وابسته به رویشگاه‌های خاص و تخریب‌شده است ولی به‌طور بالقوه در محیط‌های مناسب هم قادرند رویش یابند. این گیاهان عموماً یک‌ساله و یا چندساله با دوره رشدی کوتاه است (۸). بیش‌تر این گیاهان غیرخوش‌خوراک بوده و اکثراً پتانسیل لازم برای تولید ماده خشک بالا را داشته و قسمت اعظم مواد حاصل از فتوسنتز صرف تولید بذر شده و در آن ذخیره می‌شود (۴). با توجه به توضیحات ارائه‌شده گونه‌های گیاهی مطابق با رویکرد (CSR)، مطالعات جامعه‌شناسی گیاهی (Phytosociology)، اقلیم، ارتفاع، بارش، دما، مراحل رشد گیاه، نقش حفاظتی در مهار انواع مختلف فرسایش برای اقدامات مدیریتی زیستی در بخش مرتعی آبخیز کجور انتخاب شدند. شکل ۳، نمودار جریانی و جزئیات مراحل انجام پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.



شکل ۳: نمایی از نمودار جریانی جزئیات و مراحل پژوهش حاضر

نتایج

مشخصات واحدهای کاری حوزه آبخیز مطالعاتی در شکل (۱) و جدول (۱) ارائه‌شده است. ارزیابی جدول BLM با توجه به واحدهای کاری مرتعی که هدف پژوهش حاضر مطالعه واحدهای کاری مرتعی حوزه آبخیز کجور است و جدول ۲ نشان می‌دهد از بین شش واحد کاری که کاربری مرتعی داشته است سه واحد کاری در وضعیت فرسایشی کم و سه واحد کاری در وضعیت فرسایشی متوسط قرار دارد. علاوه بر آن، وضعیت کلی فرسایش خاک در آبخیز مطالعاتی با امتیاز ۳۷/۱۶ در طبقه کم قرارگرفته است. به‌منظور مقایسه اندازه‌گیری میدانی و داده‌های سنجش‌ازدور از نقشه شاخص سطح برگ ارائه‌شده در شکل ۶ استفاده‌شده است. شاخص سطح برگ در محدوده‌های بین ۱/۸ تا ۵/۴ مترمربع بر مترمربع به ترتیب برای مناطق با پوشش گیاهی کم و پوشش زیاد متغیر بوده است.

جدول ۱: مساحت واحدهای کاری (هکتار) حوزه آبخیز کجور، استان مازندران

واحد کاری	مساحت	واحد کاری	مساحت	واحد کاری	مساحت	واحد کاری	مساحت
۱	۱۳۱۶/۹۸۵	۲	۸۱۵/۵۵۴	۳	۲۱۲۲/۸۷۳	۴	۸۰۲/۴۰۵
۵	۳۹۴۸/۱۷۵	۶	۴۴۱۱/۳۹۰	۷	۴۵۵۶/۳۴۵	۸	۸۸۷/۳۸۶
۹	۷۵۶۰/۱۷۵	۱۰	۳۰۹۲/۴۶۱	۱۱	۳۸۱۰/۴۲۹	۱۲	۴۶۵۶/۱۰۰
۱۳	۴۳۰۷/۸۳۵	۱۴	۳۲۲۴/۹۶۲	۱۵	۴۲۲۱/۱۲۲		

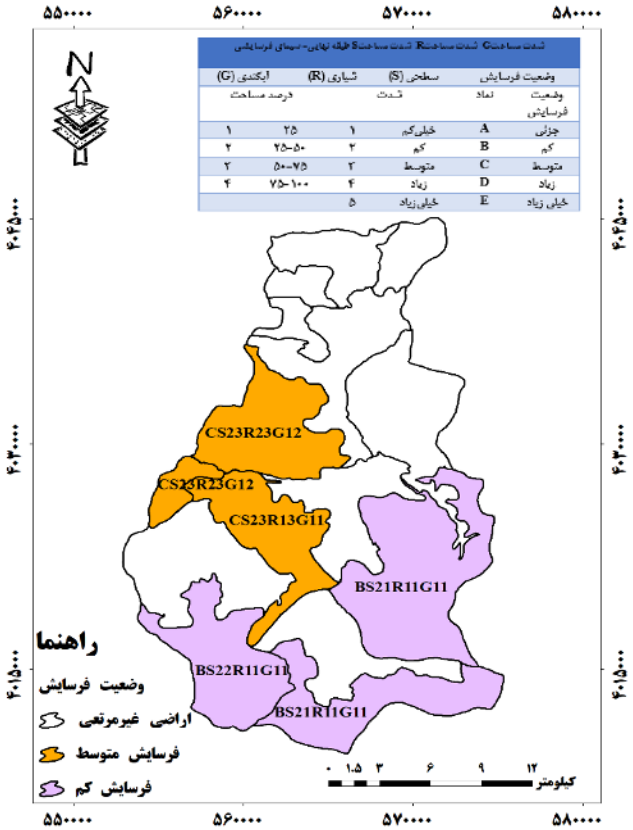
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

جدول ۲: امتیازدهی فرسایش خاک در هر واحد کاری حوزه آبخیز کجور در استان مازندران

شماره واحد کاری	حرکت خاک	بقایای گیاهی	وضعیت سنگ و سنگریزه	مجسمه‌های فرسایشی	فرسایش شیاری	الگوی شبکه آبراهه	فرسایش آبکندی	جمع امتیازات	وضعیت فرسایشی
۶	۹	۷	۹	۵	۷	۸	۴	۴۹	متوسط
۸	۱۰	۸	۱۱	۷	۷	۹	۵	۵۷	متوسط
۹	۷	۵	۶	۲	۳	۳	۲	۲۸	کم
۱۱	۷	۶	۷	۴	۸	۷	۳	۴۲	متوسط
۱۳	۵	۳	۵	۱	۲	۴	۲	۲۲	کم
۱۵	۴	۵	۶	۲	۲	۳	۳	۲۵	کم

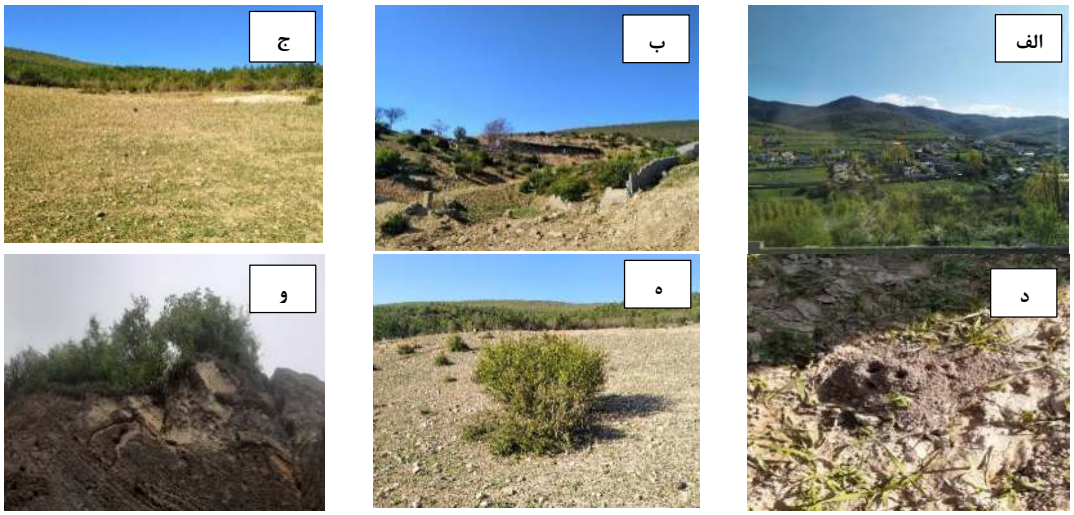
مطابق نقشه سیمای فرسایش، در هر واحد کاری نوع، شدت و مساحت انواع غالب فرسایش‌های سطحی، شیاری و آبکندی به شرح ارائه‌شده در شکل (۴) مشخص‌شده است. بر این اساس، عمده منطقه موردمطالعه در وضعیت فرسایشی کم قرارگرفته است. شکل (۵) نیز، سیمای ظاهری حوزه آبخیز مطالعاتی را نشان می‌دهد.



شکل ۴: نقشه سیمای فرسایش حوزه آبخیز کجور در استان مازندران

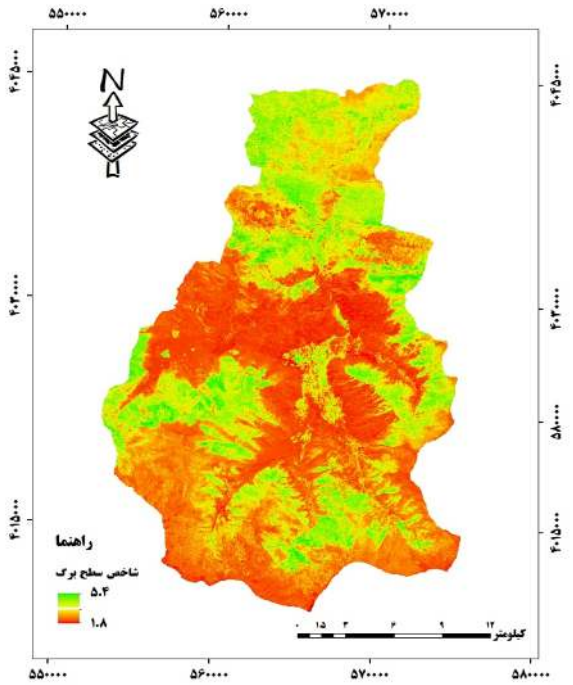
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]



شکل ۵: نمایی از وضعیت عمومی پوشش گیاهی و انواع فرسایش خاک حوزه آبخیز کجور در استان مازندران

(گسترش ویلاسازی در منطقه (الف)، دیوارکشی خصوصی زمین‌های جز املاک منابع طبیعی (ب)، پوشش سطحی خاک (ج)، خاک‌ریزی موجودات زنده (د)، پوشش درختچه‌ای (ه) و نحوه گسترش عمق ریشه گیاهان در پروفیل حاشیه جاده منطقه (و))



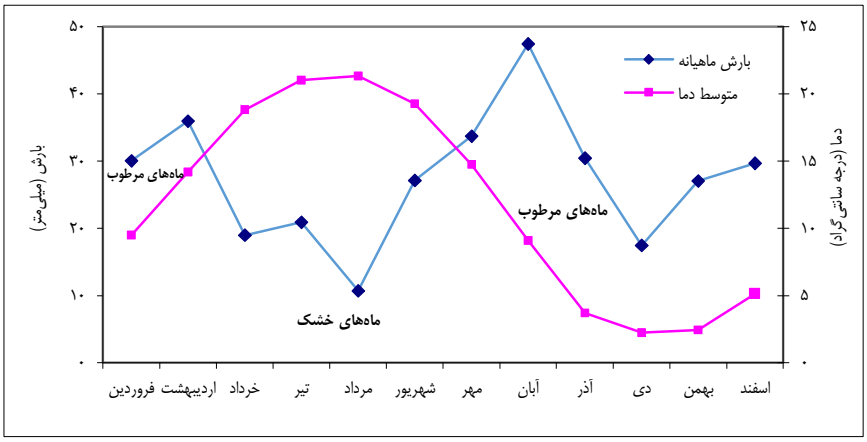
شکل ۶: نقشه شاخص سطح برگ حوزه آبخیز کجور در استان مازندران

با توجه به مقایسه ارزیابی وضعیت فرسایش با مدل BLM ارائه‌شده در جدول ۲ و نقشه سیمای فرسایشی ارائه‌شده در شکل ۴، از بین شش واحد کاری مرتعی حوزه آبخیز کجور سه واحد کاری در وضعیت فرسایشی کم و سه واحد کاری در وضعیت فرسایشی متوسط است. ازآنجایی‌که عمده فرسایش‌های آبراهه‌ای و شیاری و آبکندی در واحدهای کاری ۶، ۸ و ۱۱ است، میزان شاخص سطح برگ نیز در واحدهای کاری مزبور در کم‌ترین حد ممکن بوده است. بررسی نقشه‌های سیمای فرسایش و شاخص سطح برگ حاکی از تطابق اندازه‌گیری‌های میدانی با داده‌های

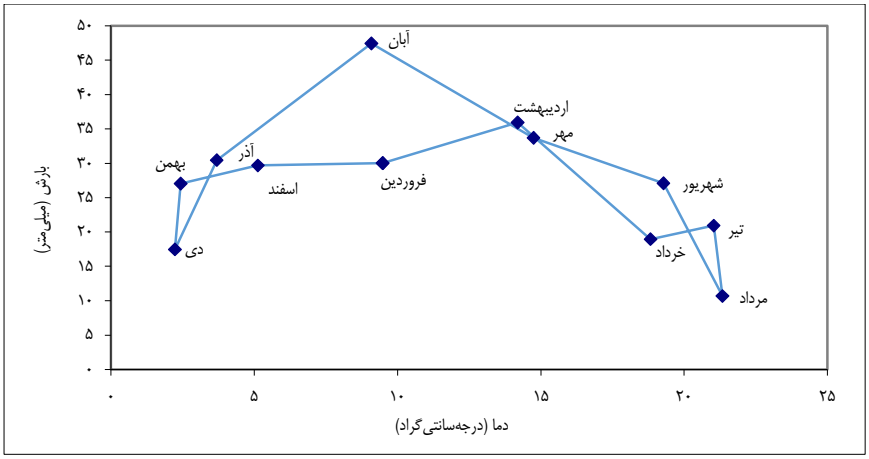
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

سنجش‌ازدور است. مطابق نمودار آمبروترمیک ارائه‌شده در شکل ۷، ماه‌های خرداد تا شهریور خشک بوده و دراین‌بین مرداد خشک‌ترین ماه سال در منطقه موردمطالعه بوده است. هم‌چنین کشیدگی منحنی هایترگراف در شکل ۸ حاکی از دامنه تغییرات دمایی زیاد و تغییرات بارش یکنواخت‌تر در منطقه است.



شکل ۷: منحنی آمبروترمیک حوزه آبخیز کجور در استان مازندران



شکل ۸: هایترگراف حوزه آبخیز کجور در استان مازندران

نقشه اقلیمی-زیستی حوزه آبخیز مطالعاتی ازنظر شرایط دمایی، بارش، تبخیر و تعرق، رطوبت نسبی و ارتفاع به چهار طبقه به‌صورت ارائه‌شده در شکل (۹) تقسیم‌بندی شد. بدین منظور با توجه به جدول (۲) در ۲۰۳۱۱ هکتار بخش مرتعی منطقه موردمطالعه، می‌توان با بهره‌گیری از اقدامات مدیریتی زیستی نسبت به مهار فرسایش خاک با استفاده از گونه‌های مناسب از بین گونه‌های غالب ارائه‌شده در جدول (۳) اقدام کرد. پس از مشخص شدن میزان مساحت قابل‌اجرای اقدامات مدیریتی زیستی برای مهار فرسایش، درنهایت طبق نتایج به‌دست‌آمده از نقشه وضعیت فرسایشی، نقشه شاخص سطح برگ، منحنی آمبروترمیک، هایترگراف و نقشه اقلیمی-زیستی حوزه آبخیز کجور، گونه‌های مناسب به شرح مندرج در جدول (۴) انتخاب شد (۴۳، ۱۹، ۲۰، ۲۸، ۳۸ و ۳۷).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

جدول ۳: مشخصات گونه‌های غالب در بخش مرتعی حوزه آبخیز کجور، استان مازندران

نام فارسی	نام علمی		ویژگی‌های فیزیکی و زیستی منطقه
پولک	*Stachys inflata benth*	اقلیم	خشک سرد
		ارتفاع (متر)	۱۶۰۰-۱۸۰۰
		دما (درجه سانتی‌گراد)	۴-۳۰
		بارش (میلی‌متر)	>۲۰۰
		فنولوژی	مراحل رویشی و گل‌دهی گیاه در فصل بهار
		نقش حفاظتی در کاهش فرسایش	در ارتفاع و اقلیم‌های مختلف رشد کرده، با ایجاد پوشش در سطح زمین باعث حفظ خاک می‌شود. هم‌چنین از گونه‌های باارزش دارویی بالاست (۳۶).
جاروعلفی	*Bromus tomentellus*	اقلیم	معتدل و نیمه‌استپی
		ارتفاع (متر)	۲۳۰۰-۳۳۰۰
		دما (درجه سانتی‌گراد)	۲۵-۴۰
		بارش (میلی‌متر)	۵۱۰-۶۰۰
		فنولوژی	مرحله رویشی از اواسط اسفند تا اواخر فروردین، مرحله گلدهی اوایل اردیبهشت تا اواسط خرداد
		نقش حفاظتی در کاهش فرسایش	ریشه‌های متراکم و هم‌چنین تجمع بخش اعظم برگ‌ها در پایین ساقه و پوشاندن خاک باعث کاهش هدررفت خاک و فرسایش می‌شود. تولید علوفه این گیاه بین ۱۵۵۰-۲۵۰۰ کیلوگرم بر هکتار است (۳۸).
درمنه دشتی	*Artemisia siberi*	اقلیم	خشک و نیمه‌خشک
		ارتفاع (متر)	۶۰۰-۱۷۰۰
		دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۰-۱۹
		بارش (میلی‌متر)	>۱۰۰
		فنولوژی	دارای انشعابات پرشمار و متراکم و بوته‌ای شکل با ارتفاع ۵۰-۳۰ سانتی‌متر، ساقه زیرزمینی ضخیم و جزو گیاهان مقاوم به خشکی است.
		نقش حفاظتی در کاهش فرسایش	از سطح تاج پوشش مطلوب و مؤثر در کاهش رواناب، ممانعت از فرسایش سطحی خاک و توان بالایی در ترسیب کربن اتمسفری برخوردار است (۲۰).
شبدر سفید	*Trifolium repens*	اقلیم	مرطوب و معتدل
		ارتفاع (متر)	۲۳۰۰-۳۳۰۰
		دما (درجه سانتی‌گراد)	منفی ۴۰-۱۵
		بارش (میلی‌متر)	۴۰۰-۵۰۰
		فنولوژی	گیاهی علفی چندساله، به ارتفاع تا ۴۰ سانتی‌متر، بدون کرک، ساقه زیرزمینی‌دار، ساقه گسترده روی زمین، برگ‌ها با دمبرگ بلند، سه برگچه‌ای، گل‌آذین چتری، پرگل، تقریباً کروی، میوه نیام خطی– مستطیلی، سه تا چهاردانه‌ای، دانه‌ها تخم‌مرغی تا کلیوی شکل است (۲۷).
		نقش حفاظتی در کاهش فرسایش	مقاومت زیاد نسبت به سرما و یخبندان، روی ریشه‌های افقی آن گره‌های تثبیت‌کننده ازت به وجود می‌آید که موجب تقویت خاک و رشد و توسعه بیش‌تر گیاهان دیگر، به‌ویژه گندمیان می‌شود. ارزش غذایی زیاد و نیز قابلیت هضم بالا، بسیار خوش‌خوراک است و باارزش رجحانی بالا برای گوسفند است (۲۸). تولید علوفه این گیاه بین ۱۹۰۰-۲۴۰۰ کیلوگرم بر هکتار است (۲۷).
شبدر قرمز	*Trifolium pratense*	اقلیم	مرطوب و معتدل
		ارتفاع (متر)	۲۳۰۰-۳۳۰۰
		دما (درجه سانتی‌گراد)	منفی ۴۰-۱۵
		بارش (میلی‌متر)	۳۰۰-۶۰۰
		فنولوژی	گیاهی علفی چندساله، به ارتفاع ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر، پوشیده از کرک، ساقه‌ها از بن منشعب، برگ‌ها سه برگچه‌ای، گل‌آذین کروی یا تخم‌مرغی شکل، جام‌گل قرمز ارغوانی یا قرمز، میوه نیام تخم‌مرغی شکل، یک‌دانه‌ای، دانه مستطیلی– تخم‌مرغی شکل است.
		نقش حفاظتی در کاهش فرسایش	مقاومت زیاد نسبت به سرما و یخبندان، اما در مقابل خشکی مقاومت آن کم‌تر است زیرا عمق ریشه آن کم‌تر از یونجه است. روی ریشه‌های افقی آن گره‌های تثبیت‌کننده ازت به وجود می‌آید که موجب تقویت خاک و رشد و توسعه بیش‌تر گیاهان دیگر، به‌ویژه گندمیان می‌شود. ارزش غذایی زیاد، قابلیت هضم بالا، خوش‌خوراکی بالا، تولید علوفه زیاد (۴۱۰۰-۴۵۰۰ کیلوگرم بر هکتار) از ویژگی‌های مهم این گونه است (۲۸).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

ادامه جدول ۳: مشخصات گونه‌های غالب در بخش مرتعی حوزه آبخیز کجور، استان مازندران

نام فارسی	نام علمی		ویژگی‌های فیزیکی و زیستی منطقه
علف بره	*Festuca arundinacea schreb*	اقلیم	کوه‌های مرتفع
		ارتفاع (متر)	۳۰۰۰-۱۸۰۰
		دما (درجه سانتی‌گراد)	۳۸-منفی ۲۰
		بارش (میلی‌متر)	>۴۰۰
		فنولوژی	گیاهی علفی چندساله، دسته‌ای انبوه، دارای ساقه‌های زیرزمینی یا فاقد آن، ساقه‌های ماشوره‌ای قوی، افراشته، به ارتفاع تا ۱۳۰ سانتی‌متر، بدون کرک، برگ‌ها با پهنک تخت، گل‌آذین پانیکول فشرده است.
		نقش حفاظتی در کاهش فرسایش	از گندمیان علوفه‌ای مرغوب با شکل رویشی دسته‌ای (گاهی چمنی) پرپشت، این‌گونه قادر است تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد را به‌خوبی تحمل کند. سامانه ریشه‌ای بسیار قوی، فشرده و عمیق آن ضمن تأمین مواد موردنیاز گیاه و افزایش مقاومت به خشکی، در کنترل فرسایش خاک، به‌ویژه در شیب‌های تند نیز بسیار مؤثر است. میزان تولید علوفه این گیاه ۹۹۷-۲۵۸۰ کیلوگرم بر هکتار است (۲۸).
گون کتیرا	*Astragalus gossypinus*	اقلیم	سرد و نیمه‌خشک
		ارتفاع (متر)	۳۵۰۰-۲۰۰۰
		دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۳-۹
		بارش (میلی‌متر)	۳۶۲-۲۲۳
		فنولوژی	گیاهی بوته‌ای با ارتفاع ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر، رشد اولیه از اواسط فروردین تا اواسط اردیبهشت
		نقش حفاظتی در کاهش فرسایش	سامانه ریشه‌ای بسیار پیچیده با عمق نفوذ ۶ تا ۸ متر در خاک، قابلیت حفظ خاک تا ۱۵ برابر سطح تاج پوشش، ظرفیت نگهداری بالای آب به علت کرک‌های موجود در سطح برگ‌ها و ممانعت از بروز سیلاب است (۱۹).
گون گزی	*Astragalus adscendes*	اقلیم	استپی، نیمه‌استپی، جنگل‌های خشک و کوه‌های مرتفع
		ارتفاع (متر)	۴۰۰۰-۱۱۰۰
		دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۵-۱۰
		بارش (میلی‌متر)	۵۰۰-۱۵۰
		فنولوژی	به‌صورت بوته‌ای کوتاه و بالشتکی
		نقش حفاظتی در کاهش فرسایش	ترسیب مقادیر بالای کربن، فرم بالشتکی گیاه پوشش مناسب برای حفاظت خاک ایجاد می‌کند (۴۳)
یونجه دایره‌ای	*Medicago orbicularis*	اقلیم	گرم و خشک
		ارتفاع (متر)	۱۷۰۰-۶۰۰
		دما (درجه سانتی‌گراد)	۲۹-۱۸
		بارش (میلی‌متر)	۵۰۰-۴۰۰
		فنولوژی	گیاهی یک‌ساله، به ارتفاع ۴۰-۱۰ سانتی‌متر، برگچه‌ها به طول ۷ تا ۱۲ میلی‌متر و عرض ۱۰ میلی‌متر، تخم‌مرغی تا گوه‌ای شکل راست. دم‌گل‌آذین از دم‌برگ‌ها بلندتر، اغلب با دو تا پنج گل، میوه‌ها عدسی شکل، بدون خار، حلقه‌های میوه سه تا هفت‌تایی است.
		نقش حفاظتی در کاهش فرسایش	مقاومت زیاد نسبت به سرما، یخبندان و خشکی، با تولید بذر فراوان، مقاومت غلاف بذرها در مقابل شرایط اقلیمی نامساعد و سختی بذر موجب زادآوری طبیعی و ایجاد یک سامانه حفاظتی تحت شرایط دائم چراگاهی می‌شود. بسیار خوش‌خوراک است. از طریق تثبیت بیولوژیکی ازت با استفاده از ریزوبیوم‌ها روی ریشه موجب اصلاح و بهبود خاک می‌شود. میزان تولید علوفه این گیاه ۹۰۰-۲۲۱۱ کیلوگرم بر هکتار است (۲۸)
یونجه هلالی	*Medicago radiata*	اقلیم	گرم و خشک
		ارتفاع (متر)	۱۷۰۰-۶۰۰
		دما (درجه سانتی‌گراد)	۲۹-۱۸
		بارش (میلی‌متر)	۵۰۰-۴۰۰
		فنولوژی	گیاهی یک‌ساله، به ارتفاع ۲۵-۱۰ سانتی‌متر، برگچه‌ها تخم‌مرغی تا مستطیلی، دم‌گل‌آذین با یک تا دو گل، گاهی تا شش گل، میوه‌ها با حلقه‌های نیم تا یک و یک‌چهارم تایی، تخت است.
		نقش حفاظتی در کاهش فرسایش	مقاومت زیاد نسبت به سرما و خشکی، تولید بذر فراوان، مقاومت غلاف بذرها در مقابل شرایط اقلیمی نامساعد و سختی بذر موجب زادآوری طبیعی و ایجاد یک سامانه حفاظتی تحت شرایط دائم چراگاهی می‌شود. از طریق تثبیت زیستی ازت با استفاده از ریزوبیوم‌ها روی ریشه موجب اصلاح و بهبود خاک می‌شود. این‌گونه بسیار خوش‌خوراک است. میزان تولید علوفه این گیاه ۱۸۰۰ کیلوگرم بر هکتار است (۲۸)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

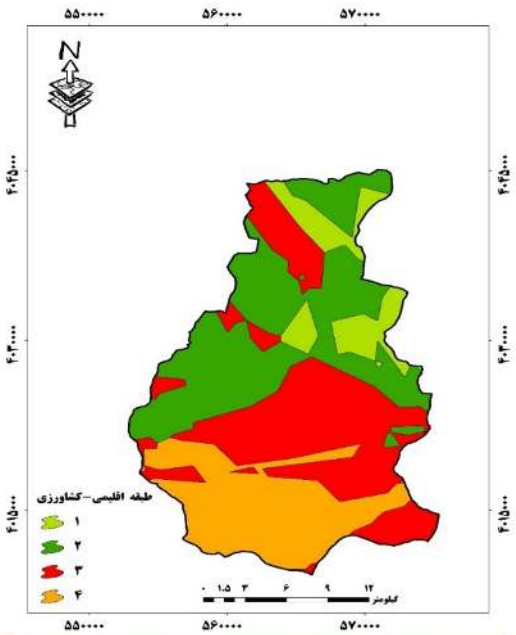
[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

جدول ۴: گونه‌های گیاهی پیشنهادی برای مدیریت زیستی فرسایش با توجه به رویکرد CSR در بخش مرتعی حوزه آبخیز کجور، استان مازندران

نام فارسی	نام علمی	ویژگی‌های گونه انتخابی	
پولک	*Stachys inflata benth*	نقش در تثبیت خاک	تثبیت نیمه عمیق تا عمیق
		مدت‌زمان لازم برای امکان تثبیت خاک (سال)	۲-۱۰
		نوع کشت	بذرکاری
		اقدامات آماده‌سازی در کاشت	کشت بذر در درزها و شکاف‌های زیرزمینی
		بذر (کیلوگرم بر هکتار)	۴-۵
		عمق مناسب کاشت بذر (سانتی‌متر)	۱
		مدت‌زمان و تعداد دفعات بهره‌برداری و نوع مدیریت	بهره‌برداری پس از ۵ تا ۱۲ سال
		رده اقلیمی-زیستی	۳ و ۴
جاروعلفی	*Bromus tomentellus*	نقش در تثبیت خاک	تثبیت خاک سطحی
		مدت‌زمان لازم برای امکان تثبیت خاک (سال)	۳
		نوع کشت	کپه‌کاری
		اقدامات آماده‌سازی در کاشت	خراش کم سطح خاک و کشت بذر
		بذر (کیلوگرم بر هکتار)	۸
		عمق مناسب کاشت بذر (سانتی‌متر)	۱/۵
		مدت‌زمان و تعداد دفعات بهره‌برداری و نوع مدیریت	۲ تا ۶ بار بهره‌برداری در سال
		رده اقلیمی-زیستی	۲ و ۳
درمنه کوهی	*Artemisia siberi*	نقش در تثبیت خاک	تثبیت خاک در حد نیمه عمیق
		مدت‌زمان لازم برای امکان تثبیت خاک (سال)	۳-۸
		نوع کشت	بوته‌کاری
		اقدامات آماده‌سازی در کاشت	کاشت در مناطق دارای پوشش گیاهی پراکنده با انواع گندمیان
		بذر (کیلوگرم بر هکتار)	۲-۳
		عمق مناسب کاشت بذر (سانتی‌متر)	۰/۵
		مدت‌زمان و تعداد دفعات بهره‌برداری و نوع مدیریت (سال)	هر ۱۰ تا ۱۵ سال یک‌بار بهره‌برداری
		رده اقلیمی-زیستی	۳
شبدر قرمز	*Trifolium pratense*	نقش در تثبیت خاک	تثبیت خاک سطحی
		مدت‌زمان لازم برای امکان تثبیت خاک (سال)	۳
		نوع کشت	کپه‌کاری
		اقدامات آماده‌سازی در کاشت	خراش کم سطح خاک و کشت بذر
		بذر (کیلوگرم بر هکتار)	۵
		عمق مناسب کاشت بذر (سانتی‌متر)	۱
		مدت‌زمان و تعداد دفعات بهره‌برداری و نوع مدیریت (سال)	۲ تا ۶ بار بهره‌برداری در سال
		رده اقلیمی-زیستی	۲
علف بره	*Festuca arundinacea schreb*	نقش در تثبیت خاک	تثبیت خاک سطحی
		مدت‌زمان لازم برای امکان تثبیت خاک	۳
		نوع کشت	میان‌کاری
		اقدامات آماده‌سازی در کاشت	خراش کم سطح خاک و کشت بذر
		بذر (کیلوگرم بر هکتار)	۶
		عمق مناسب کاشت بذر (سانتی‌متر)	۱/۵
		مدت‌زمان و تعداد دفعات بهره‌برداری و نوع مدیریت	۲ تا ۶ بار بهره‌برداری در سال
		رده اقلیمی-زیستی	۲ و ۳

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]



طبقه	مساحت (هکتار)	ارتفاع	بارش	دما	رطوبت
۱	۶۹۱۹۹۷	<۱۵۰	<۷۰۰	>۲۸	<۶۵
۲	۶۷۷۴۷۶	۱۵۰-۵۰۰	۷۰۰-۸۰۰	۲۸-۲۷	۶۵-۷۰
۳	۷۵۸۱۳۸	۵۰۰-۱۰۰۰	۸۰۰-۹۰۰	۲۷-۲۶	۷۰-۷۵
۴	۵۹۴۷۶	>۱۰۰۰	>۹۰۰	<۲۶	>۷۵

شکل ۹: نقشه اقلیمی-زیستی حوزه آبخیز کجور در استان مازندران

بحث و نتیجه‌گیری

نقشه اقلیمی-زیستی حوزه آبخیز کجور، نشان‌گر توزیع مساحت در چهار طبقه اقلیمی-زیستی سطح به یک‌میزان است و لذا بایستی برنامه‌ریزی و مدیریت فرسایش با توجه به طبقات موردتوجه قرار گیرد. بدین منظور با توجه به جدول (۲)، حدود ۴۰ درصد بخش مرتعی منطقه موردمطالعه، قابلیت بهره‌گیری از رویکرد مدیریتی زیستی برای مهار فرسایش خاک با هزینه بسیار کم‌تر نسبت به سایر شیوه‌های زیست مهندسی و مهندسی و با تکیه‌بر اصول و شرایط حاکم بر بوم‌سازگان را دارد. پس از مشخص شدن میزان مساحت قابل‌اجرای اقدامات مدیریتی زیستی برای مهار فرسایش، درنهایت طبق نتایج به‌دست‌آمده از نقشه وضعیت فرسایشی، نقشه شاخص سطح برگ، منحنی آمبروترمیک، هایترگراف و نقشه اقلیمی-زیستی حوزه آبخیز کجور، گونه‌های مناسب برای مدیریت زیستی فرسایش از بین گونه‌های غالب انتخاب شد. ازآنجایی‌که بهترین راهبرد در مدیریت زیستی رویکرد CSR است به این منظور انتخاب گونه از مجموعه فهرست گونه‌های غالب منطقه از بین گونه‌های خوش‌خوراک تا غیر خوش‌خوراک به‌گونه‌ای انتخاب شدند که موجب تعادل بوم‌شناسی و حفظ گیاهان موجود در منطقه شود. انتخاب گونه‌ها بر اساس تناسب آن‌ها با رده‌های اقلیمی-زیستی، نقش و سرعت آن‌ها در تثبیت خاک، نوع کشت، اقدامات آماده‌سازی برای کاشت، بذر، عمق مناسب کاشت بذر، مدت‌زمان و تعداد دفعات بهره‌برداری و نوع مدیریت، انتخاب شدند (۴۳، ۱۹، ۲۰، ۲۸، ۳۸ و ۳۷). در همین راستا، صادقی و همکاران (۲۰۲۱الف و ۲۰۲۱ب)، سوفو و همکاران (۲۰۲۲) انجام روش‌های زیستی به‌جای سایر روش‌های پرهزینه حفاظت خاک و آب پیشنهاد داده‌اند. هم‌چنین پژوهش حاضر، باهدف آشنایی و افزایش اطلاعات در زمینهٔ اقدامات زیست‌مهندسی انجام شد. گونه‌های معرفی‌شده می‌توانند در راستای مهار فرسایش‌های متوسط و کم مورداستفاده قرار

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

گیرند. با توجه به دستاوردهای این مطالعه و اهمیت مشکلات ناشی از فرسایش خاک، توصیه‌های کلی شامل تشخیص و ارزیابی کارایی گونه‌های گیاهی استقراریافته و طبیعتاً بررسی پیامدهای مثبت و منفی حاصل از کاشت و احیاء آن‌ها ضروری است. هم‌چنین جمع‌آوری اطلاعات در مورد گونه‌های گیاهی مناسب برای کاهش و مهار سایر شکل‌های مختلف فرسایشی، بررسی ویژگی‌های بوم‌شناختی آنان به‌منظور پیشگیری و کاهش فرسایش، تعیین و شناسایی مناطق در معرض انواع فرسایش و تبیین راهبرد زیست‌مهندسی لازم است در دستور کار قرار گیرد. با توجه به نتایج این پژوهش حفاظت و توسعه سطح پوشش گیاهی در سطح ۴۰ درصد از مساحت اراضی مرتعی موردمطالعه، علاوه بر مهار فرسایش خاک و پیشگیری از گسترش آن در مراحل ابتدایی، مستند بر نتایج پژوهش‌های پیشین (۳۴، ۳۳ و ۱۷) منجر به ترسیب کربن، تثبیت نیتروژن و افزایش حاصلخیزی خاک خواهد شد. ازآنجاکه اقدامات مدیریتی زیستی، فرسایش را در مراحل اولیه و میانی مهار می‌کند، تنها ۲۰ درصد از سطح بخش مرتعی حوزه آبخیز کجور با توجه به وجود شکل‌های توسعه‌یافته فرسایش شیاری و آبکندی در کاربری‌های مختلف می‌توان فرسایش را با روش‌های مدیریت زیستی و مهندسی مهار کرد. ازاین‌رو، می‌بایست با بهره‌گیری از فرایند بازیابی (Restoration) بوم‌سازگان به‌منظور ایجاد فرصت و فراهم نمودن شرایط لازم برای احیای بخش‌های مختلف آن با راه‌کارهای مناسب و ساده، وضعیت فرسایشی آبخیز موردمطالعه را مدیریت کرد (۱۸). هم‌چنین مهار زیستی فرسایش در اراضی و شناخت اثرات گونه‌های گیاهی استفاده‌شده برای اصلاح مراتع، مؤثرترین و پایدارترین روش، برای تثبیت و کنترل حاصلخیزی خاک در مراتع می‌باشد (۲۳).

از نتایج حاصل از پژوهش حاضر و دستاوردهای گذشتگان می‌توان اذعان کرد که اثرات کاهش پوشش گیاهی می‌تواند پتانسیل برخی دیگر از رخدادهای طبیعی نظیر افزایش سیل، افزایش فرسایش‌ها، شکل‌گیری نقاط و هسته‌های دمایی را به دنبال داشته باشد. ازاین‌رو توجه برنامه‌ریزان برای آینده باید بیش‌تر به این سمت معطوف شود. حفاظت پایدار از چنین مناطقی تنها درگرو درک و شناخت واقعی ارزش‌های نهفته در آن‌ها امکان‌پذیر است و لذا برای مدیریت و حفاظت پایدار از این منابع پایش این تغییرات ضروری است. در همین راستا روش‌های متکی به اقدامات مدیریتی زیستی، فرسایش را در همان مراحل اولیه با شدت ضعیف تا متوسط به‌خوبی مدیریت می‌کند و از گسترش آن به شکل‌های توسعه‌یافته و پیچیده، جلوگیری می‌کند. شایان‌ذکر است استفاده از اقدامات مدیریتی زیستی فرسایش نیازمند بررسی‌های جامع و همه‌جانبه‌ای است که می‌بایست با لحاظ بخش‌های مختلف بوم‌سازگان موردتوجه قرار گیرد. با این تفاسیر، رویکرد پیشنهادی در پژوهش حاضر را می‌توان در سایر حوزه‌های آبخیز کشور با وضعیت فرسایشی خفیف تا متوسط و با رعایت اصل جامع‌نگری و شرایط حاکم بر آبخیز موردنظر، به کار گرفت. درعین‌حال انجام اقدامات اجرایی، پایش و ارزیابی رویکرد ارائه‌شده در شرایط صحرایی و توسعه متناسب رویکرد مزبور برای بهبود و کاهش محدودیت‌ها و مشکلات احتمالی چارچوب پیشنهادی مورد تأکید است.

سپاسگزاری

نویسندگان از آقای مهندس مصطفی ذبیحی‌سیلابی به دلیل یاری‌ها و راهنمایی‌های ارزشمند ایشان کمال قدردانی را دارند.

References

1. Akhtari, R., B. Saghafian, S. Noroozpour, B. Ghermezcheshmeh & J.M.V. Samani., 2022. Coupled GA-hydrological modeling for the optimal spatial distribution of biological soil and water conservation measures. Acta Geophysica, 70(4): 1815–1828.
2. Arabameri, A., H.R. Pourghasemi & A. Cerda., 2018. Erodibility Prioritization of sub-Watersheds using morphometric parameters analysis and its mapping: A comparison among TOPSIS, VIKOR, SAW, and CF multi-criteria decision-making models. Science of the Total Environment, 613: 1385-1400.
3. Asadi, H., M. Honarmand, M. Vazifedoust, & A. Mousavi., 2017. Assessment of Changes in Soil Erosion Risk Using RUSLE in Navrood Watershed, Iran. Agricultural Science Technology, 19: 231-244.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

4. Bakker, J. & S. Wilson. 2001. Competitive abilities of introduced and native grasses. Plant Ecology, 157: 119- 127.
5. De Baets, S., J. Poesen, B. Reubens, B. Muys, J. De Baerdemaeker & J. Meersmans., 2009. Methodological framework to select plant species for controlling rill and gully erosion: Application to a Mediterranean ecosystem. Earth Surface Process of Landforms, 34: 1374– 1392.
6. Firoozi, A., H. Akbari, M. Lotfalian & M. Moghaddami Rad., 2016. The effect of vegetation on soil erosion. Fourth National Conference of Student Scientific Associations in Agriculture, Natural Resources and Environment, Karaj (In Persian)
7. Ghasemi Aryan, Y., H. Arzani, E. Filekesh & R. Yari., 2013. Estimating the production of Artemisia siberi through the measurement of plant's dimensions (Case study: Southwest Sabzevar). Iraninn Journal of Rangeland and Desert Research, 20(1): 1-10. (In Persian)
8. Grime, J.P., 2002. Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties. 2nd edition. Wiley, Chichester, 417 pp.
9. Hanifehpur, M., N. Mashhadi & H. Khosravi., 2013. The Effect of intensity and duration of drought on wind conditions and wind erosion in agricultural areas (Case study: Damghan area). Environmental Erosion Research, 3(10): 65-77. (In Persian)
10. Hosseini, S.M., A. Masaedi, K. Naseri & A. Golkarian., 2012. Identifying the most important factors affecting furrow erosion in satellite hill units southwest of Mashhad. Geography and Environmental Hazards, 1(2): 71-83 (In Persian)
11. Hosseini, S.A., M. Raeini, F. Sharifi & M. Gholami., 2018. Evaluation of bio mulch erodibility on steep lands using rainfall simulation. Watershed Engineering and Management, 10 (1): 108-120. (In Persian)
12. Islam, M.A., M.S. Islam, M.E, Chowdhury & F.F. Badhon., 2021. Influence of vetiver grass (Chrysopogon zizanioides) on infiltration and erosion control of hill slopes under simulated extreme rainfall condition in Bangladesh. Arabian Journal of Geosciences, 14(2): 1-14.
13. Jafari, M., M. Tahmores & J. Ghodosi., 2012. Biological fight against soil erosion. Tehran University Printing and Publishing Institute, 2. p. 758. (In Persian)
14. Jalilvand, H., R. Tamartash & H. Heydarpour., 2007. Grazing impact on vegetation and some soil chemical properties in Kojour rangelands, Noushahr, Iran. Rangeland: 53-66. (In Persian)
15. Javandoost, H., M. Ong, M. Hasanalizadeh & R. Sekoti., 2014. Estimation of erosion factor using geostatistical algorithms to estimate erosion in WATEM/SEDEM model in Rouzah Chai basin. The 15th conference of civil engineering students across the country, Urmia University, 11. (In Persian)
16. Jonckheere, I., S. Fleck, K. Nackaerts, B. Muys, P. Coppin, M. Weis & F, Baret., 2004. Review of methods for in situ leaf area index determination Part I. Theories. Sensors and hemispherical photography. Agricultural and Forest Meteorology, 121: 19–35.
17. Khodadost, M., M. Saberi & F. Tarnian., 2022. The carbon and nitrogen storage capacity of soil in two enclosure and garzed sites (Case study: Kote rangelands of Khash City), 16(3): 441-453.
18. Khosravi Mashizi, A., E. Jahantab, H. Ahmadpoor & M. Sherafatmand., 2023. Assessing vegetation rehabilitation under restoration operations in arid rangelands (Case study: Bastak, Hormozgan province). 16(4): 779-795.
19. Maassoumi, A., 2016. Role of Astragalus in equilibrium ecosystem. Iran Nature, 1(1): 41-47. (In Persian)
20. Maerker, M., C. Sommer, R. Zakerinejad & E. Cama., 2017. An integrated assessment of soil erosion dynamics with special emphasis on gully erosion: Case studies from South Africa and Iran. EGU General Assembly Conference Abstracts.
21. Miri, M., A. Beheshti Al e Agha & S. Aghabeigi Amin, 2022. Comparison of protected rangeland with improved agricultural lands in generation of runoff and sediment (Case Study: The part of the Mereg River Watershed, Kermanshah). 16(3): 508-520.
22. Moghaddamirad, M., M. Moayeri, A. Abdi & H. Ghorbani Vaghei., 2018. Effect of vegetation cover density on runoff and soil loss of interill erosion in forest road cutslope (Case study: Koohmian Forest-Azadshahr). Soil and Water Conservation Research (Agricultural Sciences and Natural Resources), 25(2): 219- 223 (In Persian)
23. Moosavi Sani, A., M. Azarakhshi, A. Nazari samani & J. Farzadmehr, 2023. Determining the effect of plant species type on some soil properties in the mountain rangelands in Kakhk Watershed. Journal of Rangeland, 16(4): 765-778.
24. Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg, 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, 547 p.
25. Negreiros, D., S. Darzigle, F. Wilson & C.R. Henrrgue, 2014. CSR analysis of plant functional types in highly diverse tropical grass lands of harsh environmints. Plant Ecology, 215: 379–380.
26. Nojavan, M., A.A. Mohammadi & V. Gholami, 2012. Determining the severity of erosion using Fargas and BLM models, Case: Bandara catchment area. Geography and development. 29: 119-130. (In Persian)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]

27. Pourmoradi, S. & A.A. Jafari, 2010. Evaluation of forage yield and quality traits in 7 varieties of white clover grown in rangelands of Mazandaran province, Iran. Range and Desert Research, 17(4): 615-623. (In Persian)
28. Rabiei, M., 2018. Identification of pasture plants. Payam Noor University, 4. 136 p. (In Persian)
29. Sadeghi, S.H.R., 2005. A semi-detailed technique for soil erosion mapping based on BLM and satellite image applications, Journal of Agricultural Sciences and Technology (JAST), 7(3-4):133-142.
30. Sadeghi, S.H.R. & M. Motamednia., 2008. Development and analysis of discharge rating curve in Koujor educational forest watershed, The First International Conference on the Caspian Region Environmental Change, Iran, Babolsar. (In Persian)
31. Sadeghi, S.H.R. & P. Saeidi, 2010. Reliability of sediment rating curves for a deciduous forest Watershed in Iran, Hydrological Sciences Journal, 55(5): 821-831.
32. Sadeghi, S.H.R., A. Jafarpour, M. Farajollahi, D. Khatibi Rudbarsara, M.M. Sefidcheghayi, M. Zabihi & H. Azarniya., 2021(a). Biological management of soil erosion (Case study: Gavinshan Watershed, Kermanshah Province). Water and Soil, 35(4): 551-566. (In Persian)
33. Sadeghi, S.H.R., A. Jafarpour, M. Zabihi Silaby, M. Mulla Shahi, M. Naghdi & E. Farzadfar., 2021(b). Soil erosion biomanagement model in Watersheds (Applied study: Glazchay Oshnavieh, West Azarbaijan). Iran Soil and Water Research, 52(4): 997-1010. (In Persian)
34. Sadeghi, S.H.R., H. Kheirfam & B. Zarei Darki., 2020. Controlling runoff generation and soil loss from field experimental plots through inoculating cyanobacteria. Journal of Hydrology, 124814.
35. Sadeghi, S.H.R., R. Mostafazadeh & A. Sadeddin., 2015. Sediment response and sediment metric loops to type and spatial distribution of land use. Watershed Engineering and Management, 7(1):15-26.
36. Salehi, B., Kh. Valizadeh-Kamran & Y. Ghavidel Rahimi, 2008. The simulation of Tabriz temperature in atmospheric carbon dioxide doubling condition using Goddard institute on space studies general circulation model (GISS GCM). Geographical Research Quarterly. 62: 55- 66. (In Persian)
37. Salehi, M. & R. Kalvandi., 2020. Evaluation of Morphological and Phytochemical Characteristics Changes in Different Populations of Stachys inflata Benth, in Hamedan Province. Journal of Horticultural Science, 34 (2): 247-260. (In Persian)
38. Shirmardi, H.A., P. Gholami, H. Mohammadi Najafabadi & E. Fakhimi Abarghoei, 2018. Investigation of changes production and consumption of Bromus tomentellus Boiss in Karsanak Rangelands in Chaharmahal & Bakhtiari Province. 7th National Conference on Range and Range Management of Iran, 12 p. (In Persian).
39. Shojaei, S., M. Noura & S. Habibi-mood., 2019. Estimation of sedimentation and erosion using MPSIAC, FSM and direct measurement methods in Gabric watershed, South-eastern of Iran. Environmental Erosion Research, 8(4): 82-100. (In Persian)
40. Sofo, A., A. Zanella & J.F. Ponge, 2022. Soil quality and fertility in sustainable agriculture, with a contribution to the biological classification of agricultural soils. Soil Use and Management, 38(2): 1085-1112.
41. Tamene, L., Z. Adimassu, E. Aynekulu & T. Yaekob, 2017. Estimating landscape susceptibility to soil erosion using a GIS- based approach in Northern Ethiopia. International Soil and Water Conservation Research, 5(3): 221-230.
42. Uddin, K., M.S.R. Murthy, S.M. Wahid & M.A. Matin, 2016. Estimation of soil erosion dynamics in the Koshi basin using GIS and remote sensing to assess priority areas for conservation. Plos one, 11(3): 1-19.
43. Vahabi, M.R., M. Basiri, M.R. Moghadam & A.A. Masoumi, 2007. Determination of the most effective habitat indices for evaluation of Tragacanth sites in Isfahan province. Journal of the Iranian Natural Research. 59 (4): 1013-1029. (In Persian)
44. Vianna, V.F., M.P. Fleury, G.B. Menezes, A.T. Coelho, C. Bueno, J. Lins da Silva & M.P. Luz, 2020. Bioengineering techniques adopted for controlling riverbanks' superficial erosion of the simplício hydroelectric power plant, Brazil. Sustainability, 12(19): 7886.
45. Yousefi Mobarhan, E. & H. Peyrowan, 2022. Investigating the sustainability and interactive effects of physical-chemical properties of erosion-sensitive marl and rangeland vegetation in arid and semiarid areas (Case study: Shahrood Town). Geography and Environmental Sustainability, 12(1): 57-74.
46. Zhao, Y., S. Peth, J. Krummelbein, R. Horn, Z. Wang, M. Steffens, C. Hoffmann & X. Peng, 2007. Spatial variability of soil properties affected by grazing intensity in Inner Mongolia grassland. Ecology Modelling, 205: 241-254.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2024-12-31]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.2.8]