مقایسه عملکرد مراتع با دو روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز و سلامت مرتع (مطالعه موردی: مراتع میدانک، شهرستان فریدونشهر)

آزیتا مولایی نسب[۱]، حسین بشری*[۲] و مصطفی ترکش اصفهانی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۲۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۰۳/۲۰

چکیده

شناسایی روش مناسب برای ارزیابی عملکرد مراتع به تشخیص میزان تخریب و تفسیر چگونگی تغییرات کمک می‌کند. هدف این مطالعه، تعیین شاخص‌های ساختاری و ویژگی‌های عملکردی مراتع وضعیت‌های مختلف سلامت با استفاده از روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز[۳] بود. با استفاده از روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی‌شده بر مبنای فاصله از روستا و فشار چرایی، تعداد چهار مکان مرتعی شامل یک مرتع قرق شده (منطقه مرجع) و سه مرتع با شدت‌های مختلف چرا در منطقه میدانک، شهرستان فریدونشهر انتخاب گردید. در هر مکان مرتعی کاربرگ‌های ارزیابی سلامت مرتع براساس انحراف از منطقه مرجع اکولوژیک در خردادماه سال ۱۳۹۴ تکمیل گردید. ابتدا توان رویشگاه در منطقه مرجع بررسی، سپس درجه انحراف ۱۷ شاخص سلامت مرتع در قالب سه ویژگی پایداری خاک و رویشگاه، عملکرد هیدرولوژیک و سلامت موجودات زنده نسبت به این منطقه امتیازدهی شد. در هر مکان مرتعی تعداد ۹ ترانسکت ۳۰ متری به‌طور تصادفی در جهت شیب غالب منطقه مستقر و انواع لکه‌های اکولوژیک موجود شناسایی و طول، عرض و فضای بین لکه‌ها ثبت گردید. همچنین، در هر نوع لکه اکولوژیک واقع در هر ترانسکت با سه تکرار تعداد ۱۱ شاخص خاک سطحی طبق دستورالعمل روش LFA امتیازدهی و ویژگی‌های عملکردی خاک سطحی در این مناطق تعیین گردید. در روش سلامت مرتع، طبقه نهایی سلامت در مکان مرتعی با شدت چرایی سبک «سالم» ارزیابی شد. میزان انحراف شاخص‌های سلامت مرتع در مکان مرتعی با شدت چرای متوسط نسبت به منطقه مرجع در طبقه متوسط بود و درجه سلامت نهایی آن «در معرض خطر» ارزیابی شد. در مکان مرتعی با چرای شدید، درجه انحراف اغلب شاخص‌ها از منطقه مرجع در طبقه حاد تا نسبتاً حاد بود که سلامت نهایی این مرتع «ناسالم» ارزیابی گردید. براساس نتایج، اکثر ویژگی‌های ساختاری (طول لکه‌ها، سطح کل لکه، شاخص سطح لکه، درصد پوشش و درصد خاک لخت) و عملکردی (پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی) بین مراتع با وضعیت‌های «سالم و ناسالم» تفاوت معنی‌داری داشتند (α = ۰/۰۵) اما بین وضعیت سلامت مراتع در معرض خطر با مراتع سالم و ناسالم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مطالعه اخیر نشان داد که نوع مدیریت به‌طور قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد سطحی خاک و وضعیت سلامت مرتع تأثیر دارد.

واژه‌های کلیدی: ساختار اکوسیستم، عملکرد اکوسیستم، تحلیل عملکرد چشم‌انداز، سلامت مرتع، مراتع نیمه‌استپی.

۱- کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه صنعتی اصفهان

* نویسنده مسئول: hbashari@cc.iut.ac.ir

۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[3] - Landscape Function Analysis

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.9.5]

مقدمه

اکوسیستم‌های مرتعی بیش از ۵۲ درصد از سطح اراضی کشور را تشکیل می‌دهند و از لحاظ ویژگی‌های عملکردی و ساختاری دارای اهمیت ویژه‌ای هستند. مراتع اکوسیستم‌های طبیعی و پویا هستند که به‌طور مداوم تحت تأثیر شیوه‌های مختلف مدیریتی است. فشارهای مختلف بر این اکوسیستم‌ها نظیر فشار چرایی، تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی، سوخت چوب، ساخت‌وساز و غیره منجر به تخریب مراتع، تغییر زیستگاه، بیابان‌زایی و از دست رفتن تنوع زیستی می‌شود (۲). در ایران، مراتع زیادی با تغییرات در روند و وضعیت گیاهان و همچنین فرسایش خاک مواجه شده‌اند که منجر به کاهش تولیدات دامی و گیاهی ناشی از مدیریت و بهره‌برداری نادرست شده است (۴). هرگونه تغییر در شرایط فیزیکی مرتع باعث بروز تغییراتی در ساختار و عملکرد مرتع می‌گردد و ضرورت دارد که پیامدهای مثبت و منفی آن‌ها بررسی شود.

سلامت مرتع عبارت است از درجه‌ای که سلامت خاک، پوشش گیاهی و آب و هوا با سلامت فرآیندهای اکولوژیکی در تعادل بوده و حفظ شود (۲۸). فرآیندهای اکولوژیکی مرتع شامل چرخه آب (دریافت، نگهداری، ذخیره و توزیع مجدد نزولات)، جریان انرژی (تبدیل انرژی خورشیدی به مواد گیاهی و جانوری) و چرخه مواد (عناصر نیتروژن و فسفر بین اجزا زنده و غیرزنده اکوسیستم در بستر محیط) است (۲۵). ازآنجایی‌که مقاومت اکوسیستم به شرایط و عملکرد فرآیندهای اکولوژیکی بستگی دارد، انجام ارزیابی‌ها براساس پتانسیل مناطق مختلف ضروری است.

ارزیابی فرآیندهای اکولوژیکی به‌طور مستقیم به دلیل پیچیدگی و تعاملات فرآیندها بسیار سخت و پرهزینه است، شاخص‌های ساده‌ای که مربوط به فرآیندهای اکولوژیکی هستند، برای پایش وضعیت مراتع توسعه داده شده است (۲۹ و ۲۰). شاخص‌های سلامت مرتع پیشنهادی سازمان مدیریت اراضی ایالات‌متحده برای ارزیابی وضعیت مراتع ارائه شده است (۲۹، ، ۱۴ و ۲۷). در این روش از ۱۷ شاخص پوشش گیاهی، تنوع زیستی، خاک، آب و غیره برای ارزیابی سه ویژگی اکوسیستم شامل پایداری خاک و رویشگاه، عملکرد هیدرولوژیک و سلامت موجودات زنده استفاده می‌شود (۳۴). پایداری خاک و رویشگاه معیاری برای توانایی رویشگاه جهت کنترل آشفتگی‌ها و محدود کردن هدر رفت منابع خاک (عناصر و مواد آلی) به‌وسیله آب و باد است. عملکرد هیدرولوژیکی ظرفیت رویشگاه برای جذب، ذخیره و حفاظت بارش، کنترل رواناب و ذخیره ذوب برف (در صورت وجود) و نیز حفظ پتانسیل‌ها و تجدید آن در مراحل تخریب است. سلامت موجودات زنده نیز اشاره به ظرفیت رویشگاه در حمایت از خصوصیات ساختاری و عملکردی جوامع مربوطه در برابر آشفتگی‌های محیطی دارد. به‌طور خلاصه این سه ویژگی بیان می‌کنند که چگونه فرآیندهای اکولوژیک (چرخه آب، جریان انرژی و چرخه مواد غذایی) عملکرد را در محدوده‌ای از تغییرپذیری جوامع گیاهی و جانوری متأثر می‌سازند. این پروتکل برای ارزیابی مراتع پیشنهاد شده است و به نظر می‌رسد جهت یادگیری و اقدام دقیق و آسان است و ویژگی‌هایی که مرتبط با تولید، نفوذپذیری یا رواناب و هدر رفت خاک است را به‌راحتی ارائه می‌نماید.

شاخص‌هایی که بر مبنای ویژگی‌های ساختاری و عملکردی مرتع می‌باشند می‌توانند در تشخیص تغییرات، ویژگی‌ها و فرآیندهای مرتع کمک نمایند. این شاخص‌ها، که در نتیجه اندازه‌گیری‌های میدانی براساس شرایط فعلی یک اکوسیستم به دست می‌آیند می‌توانند به‌طور مستقیم مورد استفاده قرار گیرند (۲۴ و ۲۶) تجزیه‌وتحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA) یک روش پایش است که توسط تانگوی و هیندلی (۱۹۹۵) توسعه یافته است (۳۶). این روش بیانگر وضعیت فرآیندهای اکوسیستم، با تلفیق ۲ فاز و معیارهای مربوط به سازمان‌دهی چشم‌انداز و ۱۱ شاخص سطح خاک می‌باشد (۲۲) که منجر به اندازه‌گیری سه ویژگی عملکردی شامل پایداری (مقاومت در برابر فرسایش)، نفوذپذیری (ظرفیت نگه‌داری آب) و چرخه مواد مغذی می‌شود. یک اکوسیستم را می‌توان براساس این شاخص‌ها طبقه‌بندی کرد که نشان‌دهنده وضعیت تخریب اراضی است. برای درک فرآیندهای اساسی در عملکرد اکوسیستم‌ها چارچوب مفهومی LFA توسط لودوینگ و تانگوی (۱۹۹۷) پیشنهاد

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-24]

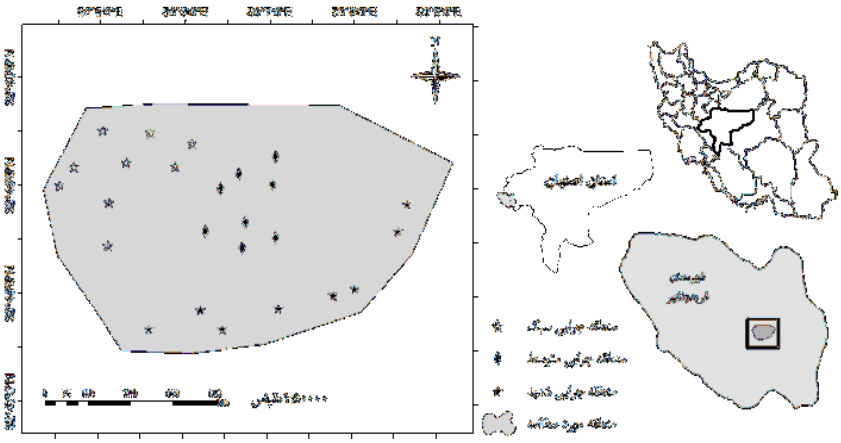
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.9.5]

شد که براساس چهار مرحله تلنگر[1] انتقال[2] ذخیره[3] و ضربان[4] می‌باشد (۲۱). وقوع یک تلنگر مانند بارندگی باعث انتقال منابع در چشم‌انداز می‌شود که نتیجه آن به میزان و شدت باران، نوع خاک و شیب وابسته است. ممکن است برخی از این منابع توسط رواناب از سیستم خارج شوند یا در خاک جذب گردند (ذخیره). علاوه بر این به سبب تفاوت بین خصوصیات لکه‌ها و فضاهای بین لکه‌ای، برخی قسمت‌های چشم‌انداز منابع بیشتری از قسمت‌های دیگر جذب می‌کنند. لکه‌ها به‌عنوان مانعی در برابر جریان باد و آب عمل نموده و باعث انباشت منابع می‌شوند (۳۵). فعالیت‌های انسانی، با اختلالات مرتبط با آن، به‌عنوان علت اصلی فرآیند تخریب مطرح شده است (۱ و ۳۷). از زمان ارائه روش‌های سلامت مرتع و LFA در ایران مطالعات مختلفی جهت ارزیابی مراتع با یکی از این دو روش تحت شرایط مختلف مدیریتی یا فشار چرایی در مراتع انجام شده است (۳۱، ۱۷، ۱۶، ۱۵، ۱۹، ۱۰، ۳، ۹ و ۱۱) اما تاکنون مطالعه‌ای که هر دو روش را همزمان در شرایط مختلف چرایی در مراتع نیمه‌استپی انجام داده باشد وجود ندارد. لذا هدف این پژوهش ارزیابی و مقایسه ساختار و عملکرد اکوسیستم مراتع مختلف میدانک در شهرستان فریدونشهر با روش LFA در مراتع با وضعیت‌های مختلف سلامت بود. به‌عبارت‌دیگر این تحقیق به دنبال آن است که نتایج دو رویکرد مختلف برای ارزیابی عملکرد اکوسیستم‌ها را نسبت به هم مقایسه کند.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

شهرستان فریدونشهر با وسعتی حدود ۳۱۳۸۰۰ هکتار در فاصله ۱۵۲ کیلومتری غرب اصفهان و در محدوده زاگرس مرکزی واقع شده است. منطقه میدانک در حدود ۴۰ کیلومتری غرب شهرستان فریدونشهر در محدوده جغرافیایی ′۳۲ °۵۰ تا ′۸ °۵۰ شرقی و ′۴۶ °۳۲ تا ′۴۹ °۳۲ شمالی واقع شده است (شکل ۱). ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود ۲۵۰۰ متر و اقلیم منطقه براساس روش گوسن، استپی سرد و براساس روش کوپن معتدل قاره‌ای (سرد) با تابستان‌های خنک است. این منطقه با میانگین دمای سالانه ۱۰/۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه حدود ۵۴۰ میلی‌متر دارای رژیم بارندگی مدیترانه‌ای است. بیش‌ترین بارش در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند است. تعداد روزهای یخبندان منطقه ۱۷۹ روز و میزان تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه حدود ۱۲۹۷ میلی‌متر گزارش شده است (۲۳). این منطقه براساس تقسیم‌بندی بیوکلیماتیک پابو در فلور ایران-توران (نیمه‌استپی) قرار دارد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و محدوده منطقه موردمطالعه به همراه نقاط نمونه‌برداری (نقاط سیاه‌رنگ) در استان اصفهان

[1]- Trigger
[2]- Transfer
[3]- Reserve
[4]- Pulse

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-24]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.9.5]

عملیات میدانی و نمونه‌برداری

در این مطالعه با استفاده از روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی‌شده بر مبنای فاصله از روستا و فشار چرای دام، تعداد ۴ مکان مرتعی که در بلندمدت فشار چرای متفاوتی را تجربه کرده بودند، در نظر گرفته شد. این مکان‌های مرتعی شامل مرتع قرق شده (منطقه مرجع)، مکان مرتعی که در فاصله ۲ تا ۳ کیلومتری نسبت به روستا قرار گرفته و شدت چرایی سبک در آن انجام می‌شود (مکان مرتعی ۱)، مکان مرتعی واقع در فاصله ۱ تا ۲ کیلومتری روستا که شدت چرایی متوسط در آن انجام می‌شود (مکان مرتعی ۲) و مکان مرتعی که در فاصله ۱ کیلومتری روستا قرار گرفته و شدت چرایی سنگین در آن انجام می‌شود (مکان مرتعی ۳) بودند. بنا به اطلاعات موجود مراتع با شدت چرای سبک و قرق معادل ۲۷/۳ درصد و مراتع با شدت چرای متوسط و سنگین معادل ۴۳ درصد منطقه بوده است (۵). به دلیل مدیریت مناسب، عمده گیاهان موجود در مرتع قرق شده (منطقه مرجع) گیاهان چندساله نظیر *Ferula ovina*، *Astragalus spp* و *Bromus tomentellus* می‌باشد. ترکیب گیاهی مکان مرتعی ۱ (چرای سبک) عمدتاً از بوته‌ها (*Astragalus sp*) و گراس‌های چندساله مرغوب نظیر *Bromus tomentellus* تشکیل شده است. مکان مرتعی ۲ (چرای متوسط) به‌طور عمده شامل گونه‌های *Astragalus spp*، *Bromus tomentellus* و *Euphorbia sp* است. ترکیب گیاهی در مکان مرتعی ۳ (چرای شدید) کاملاً تغییر کرده به‌طوری‌که در این منطقه ترکیب گیاهی عمدتاً از گیاهان پهن برگان و گراس‌های یکساله نظیر *Bromus tectorum* و گیاهانی نظیر *Astragalus spp*، *Eryngium bungei*، *Launaea acanthodes* و *Scariola orientalis* تشکیل شده است. در هر مکان مرتعی انتخاب شده، درصد تاج پوشش، ترکیب گیاهی، درصد تاج پوشش گیاهان مهاجم برای فرم‌های رویشی بوته، بوته + فورب، نیمه‌بوته‌ای، پهن‌برگ علفی (فورب) و گندمیان و ویژگی‌های سطح خاک مانند درصد لاشبرگ، درصد سنگ و سنگریزه و درصد خاک لخت بر روی ترانسکت ۳۰ متری در بهار ۱۳۹۴ همزمان با گلدهی گونه‌های غالب و انتهای مرحله رویشی گیاهان اندازه‌گیری و محاسبه شد.

در همه مکان‌های مرتعی مجموعاً ۲۵ نمونه خاک از عمق سطحی (۲۰-۰) سانتی‌متری، که محدوده عمده فعالیت ریشه گیاهان مرتعی منطقه است، از فضای زیر لکه‌های پوشش گیاهی و فضای بین‌لکه‌ای پوشش گیاهی (خاک لخت) جمع‌آوری شد. برای اندازه‌گیری پایداری ساختمان خاک از روش الک تر و مرطوب کردن سریع استفاده گردید (۱۸). همچنین، بافت خاک و وزن مخصوص ظاهری خاک و ماده آلی (OM) برای تمام نمونه‌های خاک اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری ماده آلی خاک از روش والکی- بلک[۵] استفاده شد (۳۸). بافت خاک با روش هیدرومتری (۸) و با استفاده از مثلث بافت خاک تعیین شد. به‌منظور اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری، وزن خشک نمونه پس از قرار دادن در آون و حجم کل خاک نیز با پوشاندن نمونه به‌وسیله لایه نازکی از پارافین مذاب و توزین آن در هوا و در آب محاسبه شد (۷).

تعیین طبقه سلامت و تحلیل عملکرد چشم‌انداز مکان‌های مرتعی

در این مطالعه برای تعیین وضعیت (سلامت) مراتع، از روش شاخص‌های اکولوژیک سلامت مرتع (۲۷) استفاده شد. در این روش برای تعیین سه ویژگی اصلی سلامت مرتع یعنی پایداری خاک و رویشگاه، عملکرد هیدرولوژیک و سلامت موجودات زنده از ۱۷ شاخص اکولوژیک استفاده می‌شود. در عملیات میدانی جهت ارزیابی مدل سلامت مرتع، تعداد ۱۲ کاربرگ ارزیابی سلامت مرتع بر اساس انحراف از منطقه مرجع (مرتع قرق‌شده) تکمیل گردید. ویژگی پایداری خاک و رویشگاه (مشتمل بر شاخص‌های فرسایش شیاری، الگوی جریان آب، تراس و خاکرفت، خاک لخت، خندق، فرسایش بادی در منطقه برداشت و رسوب‌گذاری، پایداری خاک سطحی نسبت به فرسایش، هدررفت سطحی خاک یا تخریب و فشردگی خاک)، عملکرد هیدرولوژیک (مشتمل بر شاخص‌های شیار، الگوی جریان آب، تراس و خاکرفت، خاک لخت، خندق، جابه‌جایی لاشبرگ، پایداری خاک سطحی نسبت به فرسایش، هدررفت سطحی خاک یا تخریب، ترکیب جوامع گیاهی و توزیع آن با توجه به شرایط نفوذپذیری و رواناب، فشردگی

[۵] Walkley-Black

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-24]

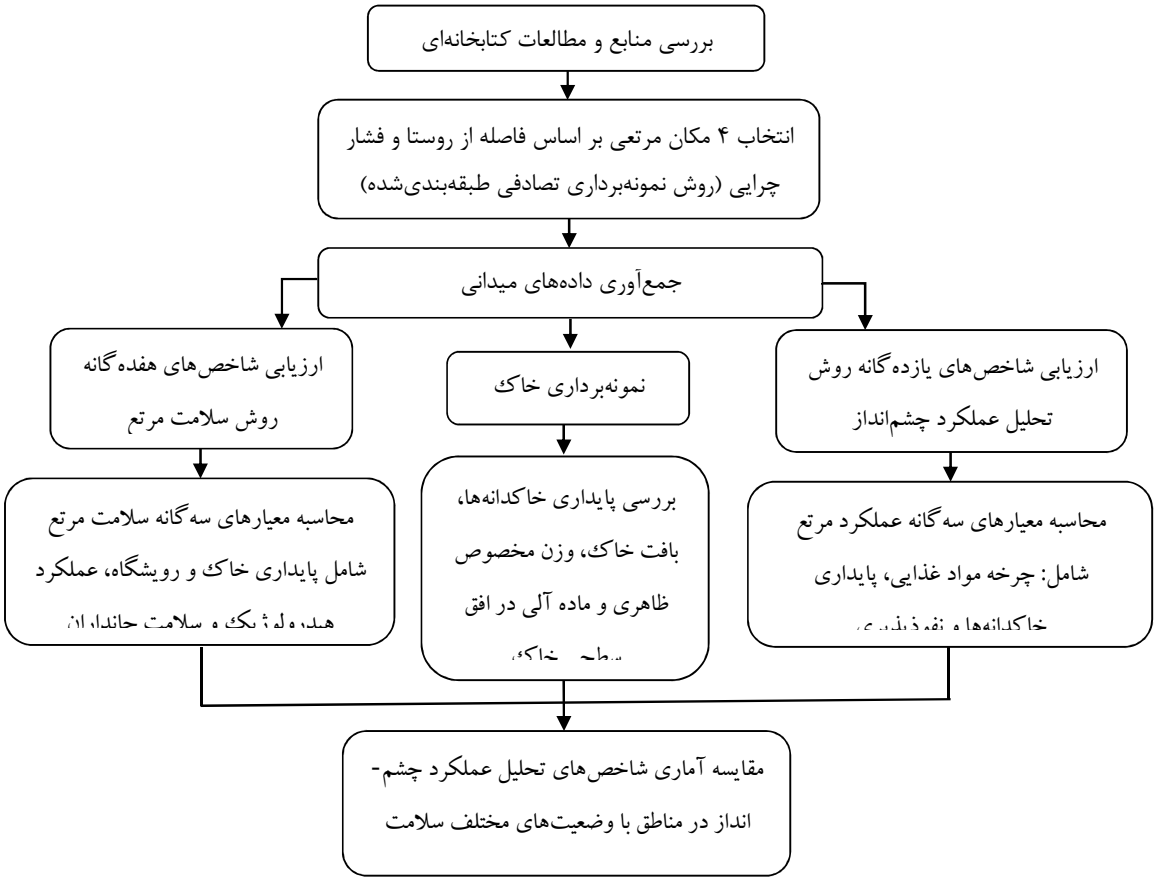
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.9.5]

خاک و حجم لاشبرگ) و سلامت موجودات زنده (مشتمل بر شاخص‌های پایداری خاک سطحی نسبت به فرسایش، هدر رفت سطحی یا تخریب خاک، فشردگی خاک، گروه‌های ساختاری – عملکردی، مرگ و میر گیاهان، حجم لاشبرگ، تولید سالانه، گیاهان مهاجم و توانایی تولیدمثل گیاهان چندساله) طبق روش تشریح شده در دستورالعمل این روش (۲۷) در محدوده واحدهای نمونه‌برداری امتیازدهی شد. با ارزیابی به روش مشاهده‌ای، وضعیت عملکردی سه مؤلفه اصلی سلامت مرتع (پایداری خاک و رویشگاه، عملکرد هیدرولوژیک و سلامت موجودات زنده) تعیین گردید و هر یک از ویژگی‌های سلامت مرتع در یکی از حالت‌های سالم[6] در معرض خطر[7] و ناسالم[8] ارزیابی شدند (۳۰ و ۲۷).

برای بررسی وضعیت عملکرد مراتع موردمطالعه، در هر یک از مکان‌های مرتعی ۳ ترانسکت ۳۰ متری در جهت شیب غالب منطقه به‌صورت تصادفی در هر مکان مرتعی مستقر گردید. بعد از استقرار ترانسکت‌ها، انواع لکه‌های اکولوژیک موجود به تفکیک فرم رویشی (بوته، بوته + فورب، نیمه‌بوته‌ای، پهن‌برگ علفی (فورب) و گندمیان) و فضای بین‌لکه‌ای (خاک لخت همراه با لاشبرگ و سنگ و سنگریزه) شناسایی و سپس طول و عرض لکه‌های اکولوژیکی و فضای بین‌لکه‌ای برای برآورد ویژگی‌های ساختاری در طول ترانسکت ثبت شد. پس از تعیین موارد فوق، در هر ترانسکت ۳ تکرار از هر نوع لکه اکولوژیک و نیز فضای بین لکه‌ای به‌صورت تصادفی انتخاب گردید و در هر کدام تعداد ۱۱ شاخص سطح خاک موردمطالعه قرار گرفتند. امتیازدهی شاخص‌های سطح خاک در هر لکه اکولوژیک و فضای بین‌لکه‌ای (خاک لخت) براساس دستورالعمل روش LFA صورت گرفت (۳۵). پس از ورود داده‌ها به نرم‌افزار LFA، شاخص‌های پایداری، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی برای هر کدام از لکه‌های اکولوژیک، فضای بین‌لکه‌ای به‌طور جداگانه و برای کل سایت (مکان مرتعی) محاسبه گردید. همچنین وضعیت ساختاری هر مکان مرتعی از جمله شمار لکه‌های اکولوژیک در ۱۰ متر (تعداد موانعی که در طول ترانسکت از جریان آب سطحی جلوگیری می‌کنند)، سطح کل لکه‌های اکولوژیک (طول لکه‌ها × عرض لکه)، شاخص سطح لکه (کل سطح لکه تقسیم بر حداکثر سطح)، شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز (تقسیم جمع طول لکه‌ها بر طول ترانسکت خطی)، میانگین فاصله بین لکه‌های اکولوژیک (همان فضاهای خالی یا خاک لخت) و طول کل لکه‌ها نیز محاسبه شد. برای مقایسه ساختار و عملکرد مناطق با وضعیت‌های مختلف سلامت از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده شد.

6- Healthy
7- At Risk
8- Unhealthy

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-24]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.9.5]



شکل ۲- مراحل انجام مقایسه عملکرد مراتع با دو روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز و سلامت مرتع

نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های منطقه مرجع اکولوژیک (مرتع قرق‌شده) نشان داد که در این منطقه شاخص‌های مربوط به ویژگی پایداری خاک، عملکرد هیدرولوژیک و سلامت جانداران با آنچه برای رویشگاه انتظار می‌رود همخوانی داشته و نشان از پتانسیل مطلوب این منطقه در سه ویژگی مذکور دارد (جدول ۱). مکان مرتعی ۱ دارای خصوصیاتی مشابه منطقه مرجع بود که از لحاظ سلامت در بالاتر از مرز آستانه اکولوژیک (مرتع سالم) ارزیابی شد (جدول ۲).

در مکان مرتعی ۲ (چرای متوسط) آثاری از فرسایش خندقی و فرسایش بادی مشاهده نشد. چرای گیاهخواران و خشکسالی از جمله عواملی بودند که مقدار خاک لخت را تحت تأثیر قرار داده بودند. وجود خاک لخت به میزان ۱۰/۵ درصد در مقایسه با سطح خاک لخت ۳ درصدی سایت مرجع، افزایش سنگ و سنگریزه به میزان ۱۳/۵ درصد در مقایسه با ۱۰ درصدی سایت مرجع، کاهش پایداری خاک سطحی (میانگین وزنی قطر خاک دانه‌ها ۲ میلی‌متر در مقایسه با میانگین وزنی قطر خاک دانه‌ها ۳ میلی‌متر در سایت مرجع) و افزایش چگالی ظاهری خاک (۱/۳۸ گرم بر سانتی‌مترمکعب در مقایسه با ۱/۲۹ سایت مرجع) نشان از پایداری خاک متعادل بود. کاهش لاشبرگ، کاهش فراوانی گروه‌های ساختاری-عملکردی گراس‌های چندساله و بوته ها، کاهش تولید سالانه، افزایش درصد تاج پوشش گیاهان مهاجم و کاهش تولید بذر گیاهان چندساله‌ای همانند *Astragalus sp* و *Bromus tomentellus* نشان از سلامتی متوسط در این مکان مرتعی داشت. در مکان مرتعی ۲ شاخص‌های مربوط به سه ویژگی سلامت مرتع، دارای میزان انحراف کمتری از منطقه مرجع بودند. میزان انحراف شاخص‌ها در این مکان مرتعی در حد متوسط بود. بر این

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-24]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.9.5]

اساس، میزان سلامت نهایی این مکان مرتعی در مرز آستانه اکولوژیک «در معرض خطر» ارزیابی شد (جدول ۲).

در مکان مرتعی ۳ الگوی جریان آب ناشی از رگبارهای فصلی در شیب‌ها مشاهده شد. قشر سطحی خاک از نفوذ آب جلوگیری کرده و آب به‌صورت جریان سطحی حرکت می‌کند. کاهش درصد تاج پوشش گیاهان (پوشش تاجی ۳۸/۴ درصدی در مقایسه با ۷۶ درصدی سایت مرجع)، تغییر فرم رویشی گیاهان (جایگزینی فورب‌های یک‌ساله و چندساله بجای گیاهان بوته‌ای و چندساله) بر توانایی رویشگاه در جذب و ذخیره بارش تأثیر منفی گذاشته بود. به دلیل تردد دام و فشار چرایی، لایه‌ای از خاک نزدیک سطح تشکیل‌شده که به‌طور متوسط مانع حرکت آب و نفوذ ریشه است (میانگین چگالی ظاهری $1/49\ g/cm^3$ در مقایسه با $1/29\ g/cm^3$ منطقه مرجع). افزایش درصد تاج پوشش گیاهان فورب غیرخوشخوراک و مهاجم (۱۵ درصد در مقایسه با ۶/۸۳ درصد منطقه مرجع)، کاهش ماده آلی خاک (۱/۵ درصد در مقایسه با ۳/۹۸ درصد سایت مرجع)، کاهش لاشبرگ (۳ درصد در مقایسه با ۸ درصد سایت مرجع) نشان از پتانسیل پایین این رویشگاه داشت. با توجه به امتیازات شاخص‌ها بیشتر شاخص‌های مربوط به ویژگی‌های پایداری خاک و رویشگاه، عملکرد هیدرولوژیک و سلامت موجودات زنده میزان انحراف متوسط تا حاد را از منطقه مرجع نشان دادند. بر این اساس، میزان سلامت نهایی این مرتع در پایین‌تر از مرز آستانه اکولوژیک «ناسالم» ارزیابی شد (جدول ۲).

جدول ۱- اطلاعات منطقه مرجع

۱- تعداد و گسترش شیارها: شیارهای جدیدی تشکیل نشده و به دلیل شیب کم و پوشش زیاد پتانسیل تشکیل فرسایش شیاری کم است.
۲- الگوی جریان آب: شواهد مبنی بر رسوب‌گذاری در گذشته و حال در حداقل می‌باشد و جریان سطحی ناچیزی رخ می‌دهد.
۳- خاک رفت: تشکیل خاکرفت‌های فعال، نادر و کمیاب است. در بعضی نقاط سنگ و سنگریزه به مقدار ناچیز دیده می‌شود. میزان سنگ و سنگریزه ۱۰ درصد می‌باشد.
۴- خاک لخت: درصد خاک لخت حدود ۳ درصد می‌باشد. مقدار خاک لخت به‌صورت فصلی تغییر می‌کند و به عوامل مختلفی از جمله فشارهای وارده بر تاج پوشش گیاهان، مقدار لاشبرگ و آب و هوای سالیانه بستگی دارد.
۵- خندق: زهکش‌ها طبیعی بوده و با توجه به حضور پوشش گیاهی نشانه‌ای از فرسایش خندقی وجود ندارد.
۶- فرسایش بادی در مناطق برداشت و رسوب‌گذاری: دیده نمی‌شود.
۷- جابجایی لاشبرگ: منشأ لاشبرگ محلی بوده و لاشبرگ به اجزای کوچک‌تری تقسیم شده و بخش‌هایی از آن ممکن است توسط خاک پوشیده شده باشد. لاشبرگ علف گندمی‌های توده مانند (گراس‌های کلاف مانند) موانع مهمی در برابر رواناب محسوب می‌شود. درصد پوشش لاشبرگ گیاهی حدود ۸ درصد می‌باشد.
۸- پایداری خاک سطحی نسبت به فرسایش: سطح خاک همبستگی زیادی با چسبندگی مواد آلی تجزیه‌شده دارد. متوسط ماده آلی ۳/۹۸ درصد به دست آمد. برای بررسی توزیع اندازه خاکدانه‌ها از روش الک تر استفاده شد. میانگین وزنی قطر خاک دانه‌ها (MWD) در خاک زیر گیاهان ۳ میلی‌متر و در فضای بین گیاهان ۱/۸۴ میلی‌متر به دست آمد. لکه‌ها پایداری بیشتری نسبت به فضای بین لکه‌ها دارند.
۹- هدر رفت سطحی یا تخریب خاک: آثار هدر رفت سطحی به مقدار کم در فواصل بین گیاهان دیده می‌شود. بافت خاک سطحی لومی- شنی می‌باشد.
۱۰- ترکیب جوامع گیاهی و توزیع آن با توجه به شرایط نفوذپذیری و رواناب: با توجه به این‌که عمده گیاهان موجود در منطقه گیاهان چندساله نظیر *Ferula ovina*، *Astragalus spp* و *Bromus tomentellus* هستند و همچنین درصد بالای این گیاهان در منطقه که ۷۶ درصد است باعث شده که رواناب کم و نفوذپذیری افزایش یابد از طرف دیگر پوشش یقه‌ای گندمیان چندساله نظیر *Bromus tomentellus* نقش زیادی در بهبود نفوذپذیری و کاهش رواناب دارد.
۱۱- فشردگی خاک: میانگین وزن مخصوص ظاهری در این منطقه ۱/۲۹ گرم بر سانتی مترمکعب می‌باشد. ممانعتی جهت جابه‌جایی آب و نفوذ ریشه وجود ندارد.
۱۲- گروه‌های ساختاری – عملکردی: پوشش گیاهی عمدتاً از گیاهان بوته‌ای نظیر *Astragalus spp.* و گراس‌های چندساله *Bromus tomentellus* تشکیل شده است. چیرگی نسبی این گروه‌ها تقریباً با آنچه برای رویشگاه انتظار می‌رود متناسب است.
۱۳- مرگ‌ومیر گیاهان: انقراض گیاهان با آنچه برای رویشگاه انتظار می‌رود مطابقت دارد و نشان‌دهنده پویایی جمعیت گیاهان جوان و بالغ در این رویشگاه می‌باشد.
۱۴- حجم لاشبرگ: حجم لاشبرگ به‌طور متوسط با پتانسیل رویشگاه متناسب است و منبع مهمی از مواد آلی را برای چرخه مواد غذایی فراهم کرده است. حدود ۸ درصد پوشش لاشبرگ که در ارتباط مستقیم با آب و هوا و میزان برداشت بیومس سالانه است.
۱۵- تولید سالانه: تولید پتانسیل ۸۰٪ -۶۰ درصد می‌باشد و این مقدار تابع شرایط آب و هوایی است
۱۶- گیاهان مهاجم: گونه‌های گیاهی نامطلوب از نظر چرای دام نظیر *Euphorbia spp*، *Cousinia spp* و *Eryngium billardieri* به ندرت دیده می‌شود. درصد گیاهان مهاجم حدود ۶/۸۳ درصد می‌باشد.
۱۷- توانایی تولیدمثل گیاهان چندساله: توانایی تولید بذر گیاهانی نظیر *Bromus tomentellus* و *Astragalus spp* با توجه به شرایط آب و هوایی و مدیریتی مناسب بوده و زادآوری خوبی داشته‌اند.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.9.5]

جدول ۲- میزان سلامت مراتع چراشده نسبت به مراتع مرجع به روش شاخص‌های اکولوژیک سلامت در مراتع میدانک

ویژگی‌های سلامت مرتع	جمع تعداد شاخص-ها	مکان مرتعی ارزیابی شده	درجه انحراف سلامت مرتع مناطق ارزیابی نسبت به منطقه مرجع					میزان سلامت
			حاد	نسبتاً حاد	متعادل	ناچیز تا متعادل	عدم مشاهده تا ناچیز	
پایداری خاک و رویشگاه (شاخص ۱-۶، ۸ و ۹ و ۱۱)	۹	مکان مرتعی ۱				✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	سالم
		مکان مرتعی ۲			✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓	در معرض خطر
		مکان مرتعی ۳	✓	✓✓✓✓✓	✓✓		✓	ناسالم
عملکرد هیدرولوژیک (شاخص ۱-۵، ۱۱-۷ و ۱۴)	۱۱	مکان مرتعی ۱				✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓✓	سالم
		مکان مرتعی ۲			✓✓✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓	در معرض خطر
		مکان مرتعی ۳	✓	✓✓✓✓✓✓✓	✓✓		✓	ناسالم
سلامت موجودات زنده (شاخص ۸ و ۹، ۱۷-۱۱)	۹	مکان مرتعی ۱				✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	سالم
		مکان مرتعی ۲		✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓		در معرض خطر
		مکان مرتعی ۳	✓✓✓✓✓✓	✓✓✓				ناسالم

مقایسه شاخص‌های عملکرد مرتع

شاخص‌های عملکرد کل حاصل از روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز در مراتع با وضعیت‌های مختلف سلامت، با در نظر گرفتن تعداد و سطح لکه‌های اکولوژیک مقایسه گردید (جدول ۳). شاخص‌های پایداری و نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی بین مراتع با وضعیت سالم و ناسالم در بین سه مراتع اختلاف معنی‌داری داشتند. درحالی‌که بین هر سه ویژگی عملکردی در مرتع با وضعیت سالم و در معرض خطر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p < ۰/۰۵$). با مقایسه شاخص‌های عملکردی در مرتع قرق شده (منطقه مرجع) و مرتع ناسالم مشخص شد که شاخص‌های عملکردی پایداری، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی در این دو مراتع با یکدیگر تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته به‌طوری‌که کلیه شاخص‌های عملکردی به‌طور معنی‌داری در منطقه مرجع بهتر از منطقه با وضعیت ناسالم می‌باشند. به‌طوری‌که در منطقه مرجع به دلیل بزرگی ابعاد و تراکم زیاد لکه‌ها و لاشبرگ فراوان در اطراف این لکه‌ها شرایط عملکردی منطقه مرجع بهتر شده است. کاهش اندازه لکه‌ها با فرم‌های مختلف رویشی به دلیل اختلاف در ساختار، اثر متفاوتی بر عملکرد خاک مراتع دارند (۳۳).

جدول ۳- نتایج ارزیابی بین شاخص‌های عملکرد (انحراف معیار ± میانگین) در مکان‌های مرتعی با درجه‌های متفاوت در منطقه میدانک

وضعیت سلامت	پایداری (٪)	نفوذپذیری (٪)	چرخه مواد غذایی (٪)
سالم	۶۲/۵ ± ۱/۵۶[a]	۲۹/۶ ± ۰/۳[a]	۲۸/۳ ۰±/۲۸[a]
در معرض خطر	۵۴/۳ ۳±/۲۵[a]	۲۸/۴ ± ۲/۸۳[ab]	۲۲/۳ ± ۴/۴۶[a]
ناسالم	۳۸/۵ ± ۰/۳[b]	۲۰/۲ ± ۲/۳۳[b]	۱۶/۷ ± ۱/۴۹[b]
P-value	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۱۷

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در مقایسه بین میانگین‌ها است (آزمون توکی، در سطح احتمال پنج درصد)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.9.5]

ویژگی‌های ساختاری مراتع منطقه میدانک نشان داد که در مکان مرتعی ۱ با وضعیت سالم به دلیل چرای سبک دام طول لکه‌های گیاهی افزایش و طول فضای بین لکه‌ها کاهش‌یافته است ولی در مکان‌های مرتعی ۲ و ۳ با وضعیت‌های در معرض خطر و ناسالم به دلیل چرای شدیدتر دام تخریب مرتع بیشتر و طول لکه‌های گیاهی کاهش‌یافته است. بررسی تأثیر چرای دام بر پویایی لکه‌های گیاهی در مراتع اینچه برون واقع در شمال دشت گرگان نیز نشان داد که از لحاظ طول لکه گیاهی، طول فضای عاری از پوشش و نسبت طول لکه گیاهی به طول فضای عاری از پوشش، در دو منطقه موردمطالعه تفاوت معنی‌داری وجود دارد و علت این امر ناشی از چرای مفرط دام در خارج از قرق است (۳۲، جدول ۴). در وضعیت‌های مختلف موردبررسی منطقه سالم سبب افزایش درصد پوشش‌گیاهی و کاهش خاک لخت گردیده است به‌طوری‌که شاخص‌های ساختاری در منطقه با وضعیت سالم شرایط بهتری نسبت به سایر مکان‌های مرتعی دارند.

در مکان مرتعی با وضعیت سالم لکه‌های گیاهی متنوع و با ابعاد بزرگ‌تری هستند و فاصله کمی بین لکه‌ها (فضای بین‌لکه‌ای) وجود دارد. در مکان مرتعی با وضعیت‌های در معرض خطر و ناسالم به دلیل شدت چرای بیشتر دام ابعاد لکه‌های گیاهی کاهش و فاصله بین‌لکه‌ها افزایش یافته است و در نتیجه میانگین طول فضای بین لکه‌ای (خاک لخت) به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده است (جدول ۴). ارزیابی ابعاد لکه‌های اکولوژیک در مراتع نیمه استپی پارک ملی گلستان نیز نشان داد که در مناطق بحرانی تحت چرای شدید ابعاد لکه‌ها کاهش و فضای بین لکه‌ها افزایش یافته است (۱۲). بنا به گزارش باستین (۲۰۰۵) چرای شدید منجر به تغییر ویژگی‌های ساختاری مرتع از طریق کاهش گیاهان مرغوب و چندساله، افزایش گیاهان یک‌ساله، افزایش فضاهای خالی و کاهش میزان تولید و حجم لاشبرگ خواهد شد (۶).

جدول ۴- میانگین ویژگی‌های کمی ساختار چشم‌انداز (انحراف معیار ± میانگین) منطقه میدانک (اعداد مندرج در جدول مقادیر متوسط داده‌های ساختار چشم‌انداز در مکان‌های مرتعی مطالعاتی است)

وضعیت سلامت	قطعات اکولوژیک	کل طول (m)	طول فضای بین لکه‌ای (m)	درصد پوشش گیاهان	درصد خاک لخت	تعداد لکه‌ها در ۱۰ متر	سطح کل لکه (m^2)	شاخص سطح لکه	شاخص ساختار چشم‌انداز
سالم	فضای بین لکه‌ای	---	۰/۵۲^{a} ± ۰/۰۳	---	۲۹/۵^{b} ± ۶/۲۴	---	---	---	---
	لکه‌های اکولوژیک	۲۱/۲^{a} ± ۱/۹	---	۷۰/۵^{a} ± ۶/۲	---	۶/۴^{a} ± ۰/۹۱	۱۶/۸^{a} ± ۰/۳۵	۰/۰۶^{a} ± ۰/۰۱	۰/۷۱^{a} ± ۰/۰۶
در معرض خطر	فضای بین لکه‌ای	---	۰/۵۲^{a} ± ۰/۰۱	---	۳۸/۸^{b} ± ۴/۷۴	---	---	---	---
	لکه‌های اکولوژیک	۱۶/۹^{ab} ± ۰/۸	---	۶۱/۲^{a} ± ۴/۷۴	---	۷/۳^{a} ± ۱/۸۳	۱۲/۸^{a} ± ۱/۸۴	۰/۰۵^{a} ± ۰/۰۱	۰/۵۶^{a} ± ۰/۰۳
ناسالم	فضای بین لکه‌ای	---	۰/۷۳^{a} ± ۰/۱۱	---	۶۳/۹۷^{a} ± ۵/۱۴	---	---	---	---
	لکه‌های اکولوژیک	۱۰/۸^{b} ± ۱/۵	---	۳۶/۱^{b} ± ۵/۱۴	---	۹/۸۵^{a} ± ۰/۲۱	۷/۲^{b} ± ۰/۲۸	۰/۰۲^{b} ± ۰/۰۱	۰/۳۶^{a} ± ۰/۰۵
P-value		۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱

اعداد مندرج در جدول مقادیر متوسط داده‌های ساختار چشم‌انداز در مکان‌های مرتعی مطالعاتی است. حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در مقایسه بین میانگین‌ها است (آزمون توکی، در سطح احتمال پنج درصد).

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه، عملکرد مراتع را با استفاده از دو رویکرد LFA و مدل سلامت مرتع در مکان‌های مرتعی با شدت‌های چرایی مختلف مقایسه نمود. نتایج نشان داد که افزایش ویژگی‌های ساختاری (طول لکه‌ها، سطح کل لکه، شاخص سطح لکه و درصد پوشش) و عملکردی (پایداری خاک،

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.9.5]

نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی) باعث بهبود شرایط مکان مرتعی با وضعیت سالم نسبت به مکان مرتعی با وضعیت ناسالم شده است. ویژگی‌های ساختاری و عملکردی لکه‌های پوشش گیاهی در پی وقوع آشفتگی‌ها تغییر می‌کنند و در اثر تخریب لکه‌های پوشش‌گیاهی عملکرد مرتع کاهش پیدا کرده است. براساس نتایج، عملکرد چشم‌انداز ابزار قدرتمندی برای ارزیابی پتانسیل چشم‌انداز برای ارائه خدمات در یک اکوسیستم در حال تغییر است. با مقایسه نتایج به دست آمده از دو رویکرد LFA و مدل سلامت مرتع مشخص شد که هر دو روش نتایج تقریباً یکسانی در ارتباط با تفکیک مناطق با وضعیت‌های سلامت سالم و ناسالم داشتند و هر سه ویژگی عملکردی روش LFA در این دو وضعیت تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. روش LFA را می‌توان به‌راحتی برای ارزیابی و پایش عملکرد اکوسیستم در چارچوب زمانی مناسب با هزینه کم مورداستفاده قرار داد. به‌طورکلی، تحلیل عملکرد چشم‌انداز روشی مناسب و ساده برای ارزیابی فعالیت‌های مدیریتی براساس ویژگی‌های ساختاری و عملکردی است. البته اندازه‌گیری کلیه شاخص‌های ارزیابی LFA ساده نبوده و نیاز به کارشناسان آگاه و باتجربه دارد تا این شاخص‌ها به‌درستی برآورد گردند. اگر دقت و صحت این شاخص‌های یازده‌گانه پایین باشد کیفیت ارزیابی عملکرد مرتع مناسب نخواهد بود. روش LFA به‌طور گسترده برای پایش اکوسیستم‌های مرتعی در اقلیم‌های مختلف به کار گرفته می‌شود. تکنیک‌های به‌کاررفته در این روش ابزاری برای ارزیابی و پایش مراتع هستند و نیاز به مطالعات موردی دیگر در مراتع دیگر وجود دارد. نتایج نشان داد مدل سلامت مرتع یک ارزیابی یک‌ساله و کوتاه‌مدت از مرتع ارائه می‌دهد. این مدل یک روش پایش نیست و برای ارزیابی مرتع در یک‌زمان و مکان مشخص به کار می‌رود. لذا استفاده از مدل سلامت مرتع برای مواقعی توصیه می‌رود که مرتع‌دار بخواهد با یک ارزیابی به تصمیم مدیریتی مقطعی برسد (۳۰). با استقرار ترانسکت‌های ثابت در منطقه می‌توان اطلاعات کمی از شاخص‌ها و ویژگی‌های عملکردی را در یک بازه زمانی تعیین کرد و مشخص ساخت که روند تغییرات در جهت مثبت و یا منفی است و یا تغییرات خاصی در منطقه وجود ندارد. این اطلاعات می‌تواند مدیران و مرتعداران را از اثرات روش‌های مدیریتی و بهره‌برداری خودآگاه سازد. توصیه می‌شود که مراتع ابتدا با استفاده از روش‌های سلامت مرتع تعیین وضعیت شوند و در داخل هر طبقه سلامت مرتع ویژگی‌های عملکردی آن با استفاده از روش LFA پایش گردد.

References

1. Abraham, E., H.F. del Valle., F. Roig., L. Torres., J.O. Ares., F. Coronato & R. Godagnone, 2009. Overview of the geography of the Monte Desert biome (Argentina). Journal of Arid Environments, 73(2): 144-153.
2. Al-Rowaily, S.L., M.I. El-Bana., D.A. Al-Bakre., A.M. Assaeed., A.K. Hegazy & M.B. Ali, 2015. Effects of open grazing and livestock exclusion on floristic composition and diversity in natural ecosystem of Western Saudi Arabia. Saudi journal of biological sciences, 22(4): 430-437.
3. Amiri, B., H. Rostami., S.H. Habibian & B. Rasuoli, 2015. Evaluating range health method for assessing range condition in Goud Jashiri in Sepidan, Fars province. Journal of rangeland, 8(4): 374-387.
4. Azarnivand, H. & M.A. Zare Chahoki., 2012. Range Improvement. University of Tehran Press. Tehran, Iran.
5. Baranian Kabir, E., 2017. Consequences of rangelands conversion to dry farmlands in some ecological and economic aspects in fereidounshahr-Iran. PhD Thesis, Isfahan University of Technology 210 p.
6. Bastin, G., 2005. Change in the rangelands of the desert uplands region, Queensland. Report to the Australian collaborative rangeland information system (ACRIS) management committee, CSIRO Sustainable Ecosystems, Alice Springs. CSIRO Alice Springs.
7. Blake, G. R. & K. H. Hartge., 1986. Bulk density. In: Klute, A. (Ed.), Methods of soil analysis, Part1, physical and mineralogical methods. 2nd ed., Agronomy, 9: 363-382.
8. Bouyoucos, G. J., 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. Agronomy journal, 54(5): 464-465.
9. Delavari, A., H. Bashari., M. Tarkesh., A. Mirkazemi., M. Mosdeghi, 2014. Evaluating the effects of semi-circular bunds on soil surface functionality using Landscape Function Analysis. Journal of rangeland, 8(3): 251-260.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.9.5]

10. Ebrahimi, M., M. Arab & M. Ajorloo, 2014. Effects of Enclosure on Ecological Indexes of Rangeland Health Using Landscape Function Analysis Method (Case Study: Jiroft Jabalbarez Rangeland). Journal of rangeland, 8(3): 261-271.
11. Ehsani, S., G. Heshmati & R. Tamartash, 2016. Investigating the effects of topographical factors and LFA indices on plant species diversity (Case study: Summer rangeland at the Valuye of Kiyasar). Journal of rangeland, 9 (3): 255-267.
12. Ghodsi, M., M. Mesdaghi & G. Heshmati, 2012. Effect of different growth forms on soil surface features (Case study: Semi-steppe rangeland, Golestan National Park). Watershed Management Research.
13. Herrick, J. E., M.C. Duniway., D.A. Pyke., B.T. Bestelmeyer., S.A. Wills., J.R. Brown & K.M. Havstad, 2012. A holistic strategy for adaptive land management. Journal of Soil and Water Conservation, 67(4): 105A-113A.
14. Herrick, J.E., G.E. Schuman & A. Rango, 2006. Monitoring ecological processes for restoration projects. Journal for Nature Conservation, 14(3): 161-171.
15. Jafari, F., R. Jafari & H. Bashari, 2017. Assessing the performance of remotely sensed landscape function indices in semi-arid rangelands of Iran. Journal of Rangeland, 39(3): 253-262.
16. Javadi, S.A., S.K. Baneh., H. Arzani & K. Saedi, 2015. A study of the effect of long-term enclosure on rangeland ecosystem Soil using the LFA method (Landscape Function Analysis) Case study: Saral rangelands of Kurdistan province, 22(4): 821-829.
17. Jozaqian, A., H. Bashari., A. Pahlavanravi & M. Ajorlo, 2016. The Impacts of Clay and Gypsum Mining on Vegetation and Soil Conditions in Arid Ecosystems (Case Study: Segzi-Isfahan). Iranian Journal of Applied Ecology, 5(15): 65-75.
18. Kemper, W.D. & R.C. Rosenau., 1986. Aggregate stability and size distribution, in methods of Soil analysis. part1. Physical and Mineralogical Methods, Klute, A., Ed., 425-442.
19. Lotfi Anari, P.L., G.A. Heshmati & A. Bahremand, 2010. The effect of different patches and interpatch on infiltration rate in an arid shrubland ecosystem. Research Journal of Environmental Sciences, 4(1): 57-63.
20. Ludwig, J.A., D.J. Tongway., G.N. Bastin & C.D. James, 2004. Monitoring ecological indicators of rangeland functional integrity and their relation to biodiversity at local to regional scales. Austral ecology, 29(1): 108-120.
21. Ludwig, J.A. & D.J. Tongway/, 1997. A landscape approach to rangeland ecology. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia, 1-12.
22. Maestre, F.T. & M.D. Puche., 2009. Indices based on surface indicators predict soil functioning in Mediterranean semi-arid steppes. Applied Soil Ecology, 41(3): 342-350.
23. Mollaei, M., H. Bashari., M. Basiri & M.R. Mosaddeghi, 2013. Evaluation of LFA method for determination of soil stability and organic matter content in steppe & semi-steppe rangelands in Isfahan province. Journal of Rangeland, 6(4).
24. Niemi, G.J. & M.E. McDonald., 2004. Application of ecological indicators. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 35: 89-111.
25. National Resources Conservation Service and United States Department of Agriculture, 1995. Interpreting Indicators of Rangeland Health. Version 3.
26. Paul, J. F., 2003. Developing and applying an index of environmental integrity for the US Mid-Atlantic region. Journal of Environmental Management, 67(2): 175-185.
27. Pellant, M., P. Shaver., D.A. Pyke & J.E. Herrick, 2005. Interpreting indicators of rangeland health, version 4. Technical Reference 1734-6. U. S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, National Science and Technology Center, Denver, CO. BLM/WO/ST-00/001+1734/REV05: 122p.
28. Pellant, M., P. Shaver., D. A. Pyke & J. E. Herrick, 2005. Interpreting indicators of rangeland health, version 3.
29. Pellant, M., P. Shaver., D.A. Pyke & J. E. Herrick, 2000. Interpreting indicators of rangeland health. Department of the Interior.
30. Pyke, D.A., E.P. Herrick-Jeffrey., P. Shaver & M. Pellant, 2002. Rangeland health attributes and indicators for qualitative assessment. Journal of Range Management, 55(6): 584-597.
31. Rezaei, S.A., H. Arzani & D. Tongway, 2006. Assessing rangeland capability in Iran using landscape function indices based on soil surface attributes. Journal of Arid Environments, 65(3): 460-473.
32. Rezashateri, M. & A. Sepehry., 2011. The effect of grazing on vegetation dynamics patches. Iranian Journal of Rangeland and Desert Research, 17(4): 604-614.
33. Saco, P. M., G. R. Willgoose & G. R. Hancock, 2007. Eco-geomorphology of banded vegetation patterns in arid and semi-arid regions. Hydrology and Earth System Sciences, 11(6): 1717-1730.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.9.5]

34. Toevs, G. R., J. W. Karl., J. J. Taylor., C. S. Spurrier., M. S. Karl., M. R. Bobo & J. E. Herrick, 2011. Consistent indicators and methods and a scalable sample design to meet assessment, inventory, and monitoring information needs across scales. Rangelands, 33(4): 14-20.
35. Tongway, D. J. & N. L. Hindley., 2004. Landscape function analysis manual: procedures for monitoring and assessing landscapes with special reference to mine sites and rangelands. CSIRO Sustainable Ecosystems Canberra, ACT.
36. Tongway, D. & N. Hindley., 1995. Manual for assessment of soil condition of tropical grasslands. Canberra, Australia: CSIRO.
37. Villagra, P. E., G. E. Defossé., H. F. Del Valle., S. Tabeni., M. Rostagno., E. Cesca & E. Abraham, 2009. Land use and disturbance effects on the dynamics of natural ecosystems of the Monte desert: implications for their management. Journal of Arid Environments, 73(2): 202-211.
38. Walkley, A. & I. A. Black., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37(1): 29-38.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.9.5]