

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

### شهرستان فریدونشهر)

آزیتا مولایی نسب<sup>۱</sup>، حسین بشری<sup>۲\*</sup> و مصطفی ترکش اصفهانی<sup>۲</sup>

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

### چکیده

شناسایی روش مناسب برای ارزیابی عملکرد مرتع به تشخیص میزان تخریب و تفسیر چگونگی تغییرات کمک می‌کند. هدف این مطالعه، تعیین شاخص‌های ساختاری و ویژگی‌های عملکردی مرتع وضعیت‌های مختلف سلامت با استفاده از روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز آبود. با استفاده از روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده 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 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 چرایی متوسط نسبت به منطقه مرجع در طبقه متوسط بود و درجه سلامت نهایی آن «در معرض خطر» ارزیابی شد. در مکان مرتعی با چرایی شدید، درجه انحراف اغلب شاخص‌ها از منطقه مرجع در طبقه حد تا نسبتاً حد بود که سلامت نهایی این مرتع «ناسلام» 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 مرتع با وضعیت‌های «سلام و ناسالم» تفاوت معنی‌داری داشتند ( $\alpha = 0.05$ ) اما بین وضعیت سلامت مرتع در معرض خطر با مرتع 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، مرتع نیمه‌استپی.

۱- کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه صنعتی اصفهان

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

۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

رویشگاه جهت کنترل آشفتگی‌ها و محدود کردن هدر رفت متابع 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. به طور 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 به راحتی ارائه می‌نماید.

شخص‌هایی که بر مبنای ویژگی‌های ساختاری و عملکردی مراتع می‌باشند می‌توانند در تشخیص تغییرات، ویژگی‌ها و فرآیندهای مراتع کمک نمایند. این شاخص‌ها، که در نتیجه اندازه‌گیری‌های میدانی براساس شرایط فعلی یک اکوسیستم به دست می‌آیند می‌توانند به طور مستقیم مورد استفاده قرار گیرند (۲۶ و ۲۴) تجزیه و تحلیل 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

## مقدمه

اکوسیستم‌های مراتع 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 به طور مداوم تحت تأثیر شیوه‌های مختلف مدیریتی است. فشارهای مختلف بر این اکوسیستم‌ها نظری 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 مراتع باعث بروز تغییراتی در ساختار و عملکرد مراتع می‌گردد و ضرورت دارد که پیامدهای مشتبه و منفی آن‌ها بررسی شود.

سلامت مراتع 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 مراتع شامل چرخه آب (دربافت، 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). از آنجایی که مقاومت اکوسیستم به شرایط و عملکرد فرآیندهای اکولوژیکی بستگی دارد، انجام ارزیابی‌ها براساس پتانسیل مناطق مختلف ضروری است. ارزیابی فرآیندهای اکولوژیکی به طور 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 (۲۰ و ۲۹). شاخص‌های سلامت مراتع پیشنهادی سازمان مدیریت اراضی ایالات متحده برای ارزیابی وضعیت مراتع ارائه شده است (۲۷، ۱۴ و ۲۹). 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

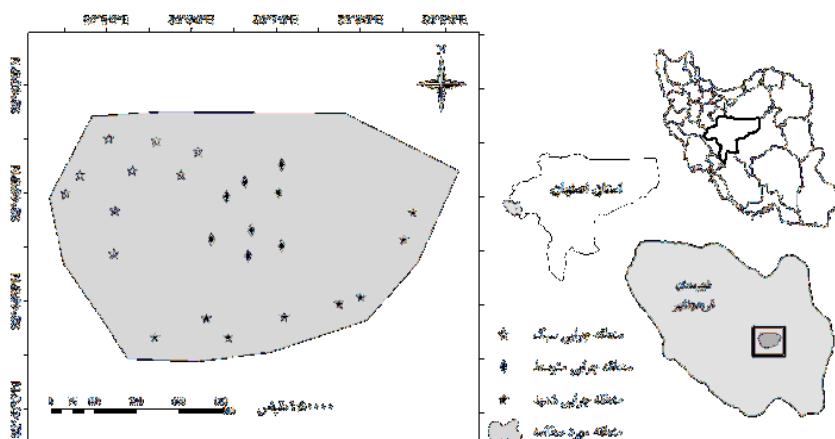
رویکرد مختلف برای ارزیابی عملکرد اکوسیستم‌ها را نسبت به هم مقایسه کند.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

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  $۳۲^{\circ} ۵۰^{\prime}$  شرقی و  $۴۶^{\circ} ۳۲^{\prime}$  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 (۲۲). این منطقه براساس تقسیم‌بندی بیوکلیماتیک پابو در فلور ایران-توران (نیمه‌استپی) قرار دارد.

شد که براساس چهار مرحله تلنگر، انتقال، ذخیره<sup>۳</sup> و ضربان<sup>۴</sup> 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 به عنوان مانعی در برابر جریان باد و آب عمل نموده و باعث انبساط منابع می‌شوند (۳۵). فعالیت‌های انسانی، با اختلالات مرتبط با آن، به عنوان علت اصلی فرآیند تخریب مطرح شده است (۱ و ۳۷). از زمان ارائه روش‌های سلامت مرتع و LFA در ایران مطالعات مختلفی جهت ارزیابی مرتع با یکی از این دو روش تحت شرایط مختلف مدیریتی یا فشار چرایی در مرتع انجام شده است (۱۷، ۳۱، ۱۶، ۱۵، ۱۹، ۱۰، ۹، ۳ و ۱۱) اما تاکنون مطالعه‌ای که هر دو روش را همزمان در شرایط مختلف چرایی در مرتع نیمه‌استپی انجام داده باشد وجود ندارد. لذا هدف این پژوهش ارزیابی و مقایسه ساختار و عملکرد اکوسیستم مرتع مختلف میدانک در شهرستان فریدونشهر با روش LFA در مرتع با وضعیت‌های مختلف سلامت بود. به عبارت دیگر این تحقیق به دنبال آن است که نتایج دو



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

<sup>۳</sup>- Reserve  
<sup>۴</sup>- Pulse

<sup>۱</sup>- Trigger  
<sup>۲</sup>- Transfer

در همه مکان‌های مرتعی مجموعاً ۲۵ نمونه خاک از عمق سطحی (۰-۲۰ سانتی‌متری، که محدوده عمدۀ فعالیت ریشه گیاهان مرتعی منطقه است، از فضای زیر لکه‌های پوشش گیاهی و فضای بین لکه‌ای 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<sup>۵</sup> استفاده شد (۳۸). بافت خاک با روش هیدرومتری (۸) و با استفاده از مثلث بافت خاک تعیین شد. به منظور اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری، وزن خشک نمونه پس از قرار دادن در آون و حجم کل خاک نیز با پوشاندن نمونه به سیله 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، جایه‌جایی 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

#### عملیات میدانی و نمونه‌برداری

در این مطالعه با استفاده از روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده 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 قرقشده (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 مدبیریت مناسب، عمدۀ گیاهان موجود در مرتع قرقشده (منطقه مرجع) گیاهان چندساله نظیر *Ferula ovina* و *Bromus tomentellus* و *Astragalus spp* 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) به طور عمدۀ شامل گونه‌های *Astragalus* است. ترکیب گیاهی در مکان مرتعی ۳ (چرای شدید) کاملاً تغییر کرده به طوری که در این منطقه ترکیب گیاهی عمدتاً از گیاهان پهنه برگان و گراس‌های یکساله نظیر *Euphorbia sp* و *Bromus tomentellus spp* گیاهانی نظیر *Eryngium bungei* و *Astragalus spp* و *Scariola orientalis* و *Launaea acanthodes* 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، نیمه بوته‌ای، پهنه برگ 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.

<sup>۵</sup> Walkley-Black

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 به صورت 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 به طور 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 سازمان‌یافتنی 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.

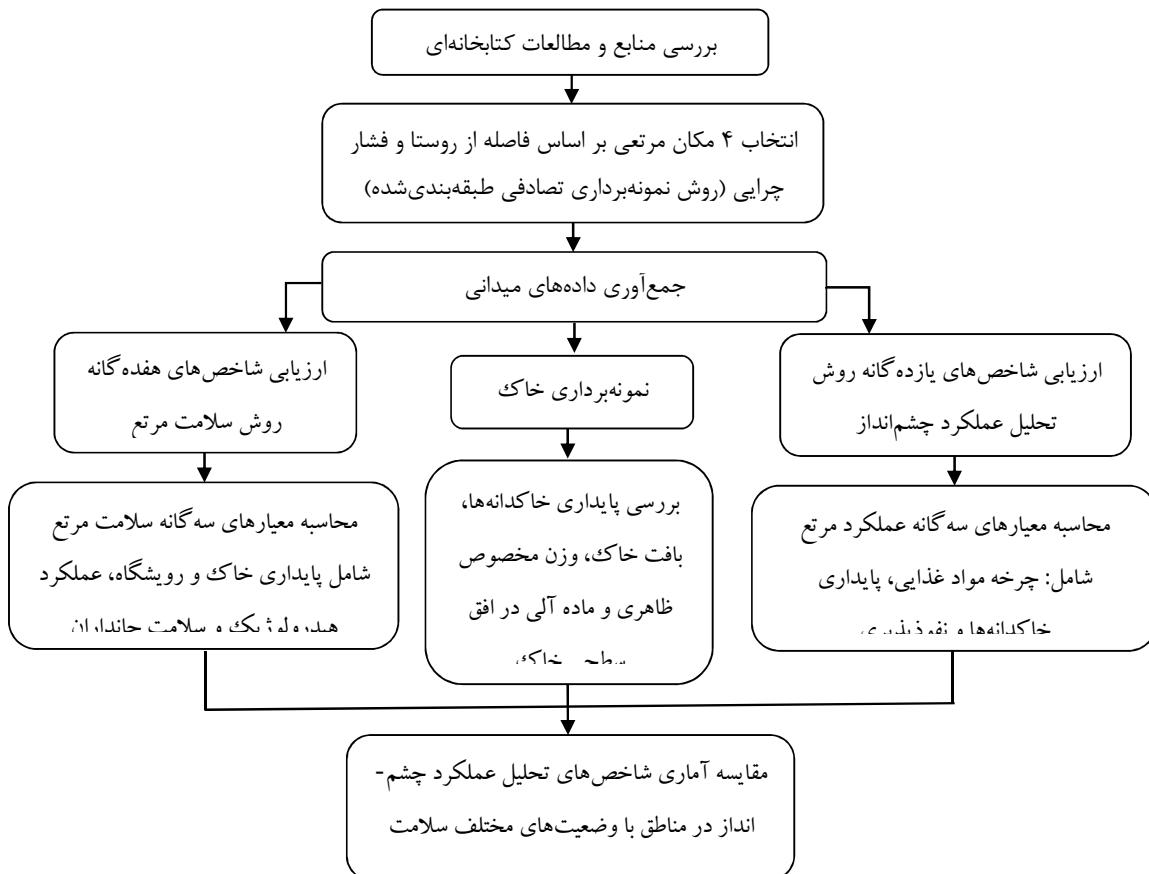
خاک و حجم لاشبرگ) و سلامت موجودات زنده (مشتمل بر شاخص‌های پایداری خاک سطحی نسبت به فرسایش، هدر رفت سطحی یا تخریب خاک، فشردگی خاک، گروههای ساختاری – عملکردی، مرگ و میر گیاهان، حجم لاشبرگ، تولید سلانه، گیاهان مهاجم و توانایی تولیدمثل گیاهان چندساله) طبق روش تشریح شده در دستورالعمل این روش (۲۷) در محدوده 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<sup>۶</sup>، در معرض خطر<sup>۷</sup> و ناسالم<sup>۸</sup> ارزیابی شدند (۳۰ و ۲۷).

برای بررسی وضعیت عملکرد مراعع موردمطالعه، در هر یک از مکان‌های مرتعی ۳ ترانسکت ۳۰ متری در جهت شب غالب منطقه به صورت تصادفی در هر مکان مرتعی مستقر گردید. بعد از استقرار ترانسکت‌ها، انواع لکه‌های اکولوژیک موجود به تفکیک فرم رویشی (بوتہ، بوته + فورب، نیمه‌بوتہ‌ای، 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

<sup>8</sup>- Unhealthy

<sup>6</sup>- Healthy

<sup>7</sup>- At Risk



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

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 متداول بود. کاهش لاشبرگ، کاهش فراوانی گروههای ساختاری-عملکردی گراس‌های چندساله و بوته‌ها، کاهش تولید سالانه، افزایش درصد تاج پوشش گیاهان مهاجم و کاهش تولید بذر گیاهان چندساله‌ای همانند *Bromus tomentellus* و *Astragalus sp* 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

## 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 لحظه 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

با  $g/cm^3$  ۱/۲۹ منطقه مرجع). افزایش درصد تاج پوشش گیاهان فورب غیرخوشخوارک 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 حد 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).

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 شبی‌ها مشاهده شد. قشر سطحی خاک از نفوذ آب جلوگیری کرده و آب به صورت جریان سطحی حرکت می‌کند. کاهش درصد تاج پوشش گیاهان (پوشش تاجی ۳/۸۴ 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 تشکیل شده که به طور متوسط مانع حرکت آب و نفوذ ریشه است (میانگین چگالی ظاهری  $g/cm^3$  ۱/۴۹ در مقایسه

#### جدول ۱- اطلاعات منطقه مرجع

۱- تعداد و گسترش شیارها: شیارهای جدیدی تشکیل نشده و به دلیل شب 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 ناجیزی 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 به صورت فصلی تغییر می‌کند و به عوامل مختلفی از جمله فشارهای وارد و 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- جایجایی لاشبرگ: منشاً لاشبرگ محلی بوده و لاشبرگ به اجزای کوچکتر تقسیم شده و بخش‌هایی از آن ممکن است توسط خاک پوشیده شده باشد. لاشبرگ علف گندمی‌های توده مانند (گراس‌های کلاف مانند) موادی معمولی در برای رواناب محسوب می‌شود. درصد پوشش لاشبرگ گیاهی حدود ۸ درصد می‌باشد.
۸- پایداری خاک سطحی نسبت به فرسایش: سطح خاک همیستگی زیادی با چسبندگی مواد آلی تجزیه شده دارد. متوسط ماده آلی ۳/۹۸ درصد به دست آمد. برای بررسی توزیع اندازه خاک‌دانه‌ها از روش الک نر استفاده شد. میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها (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 لوحی - شنی می‌باشد.
۱۰- ترکیب جوامع گیاهی و توزیع آن با توجه به شرایط نفوذپذیری و رواناب: با توجه به این که عمدۀ گیاهان موجود در منطقه گیاهان چندساله نظری <i>Astragalus spp</i> و <i>Bromus tomentellus</i> هستند و همچنین درصد بالای این گیاهان در منطقه کم ۷۶ درصد است باعث شده که رواناب کم و نفوذپذیری افزایش یابد از طرف دیگر پوشش یقه‌ای گندمیان چندساله نظری <i>Bromus tomentellus</i> نقش زیادی در بهبود نفوذپذیری و کاهش رواناب دارد.
۱۱- فشردگی خاک: میانگین وزن مخصوص ظاهری در این منطقه ۱/۲۹ گرم بر سانتی متر ممکن می‌باشد. ممکن‌تر جهت جایه‌جایی آب و نفوذ ریشه وجود ندارد.
۱۲- گروههای ساختاری - عملکردی: پوشش گیاهی عمده‌ای از گیاهان بوتایی نظری <i>Astragalus spp</i> و گراس‌های چندساله <i>Bromus tomentellus</i> تشکیل شده است. چیرگی نسبی این گروههای تقریباً با آنچه برای رویشگاه انتظار می‌رود مناسب است.
۱۳- مرگ و میر 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 به طور متوسط با پتانسیل رویشگاه مناسب است و متبع مهیّ از مواد آلی را برای چرخه مواد غذایی فراهم کرده است. حدود ۸ درصد پوشش لاشبرگ که در ارتباط مستقیم با آب و هوای میان روز داشت بیومس سالانه است.
۱۵- تولید سالانه: تولید پتانسیل ۰/۸۰ - ۶۰ درصد می‌باشد و این مقدار تابع شرایط آب و هوایی است.
۱۶- گیاهان مهاجم: گونه‌های گیاهی نامطلوب از نظر چرای دام نظری <i>Eryngium billardieri</i> , <i>Cousinia spp</i> , <i>Euphorbia spp</i> به ندرت دیده می‌شود. درصد گیاهان مهاجم حدود ۶/۸۳ درصد می‌باشد.
۱۷- توانایی تولید مثل گیاهان چندساله: توانایی تولید بذر گیاهان نظری <i>Astragalus spp</i> و <i>Bromus tomentellus</i> با توجه به شرایط آب و هوایی و مدیریتی مناسب بوده و زادآوری خوبی داشته‌اند.

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

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

عملکردی پایداری، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی در این دو مراتع با یکدیگر تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته به طوری که کلیه شاخص‌های عملکردی به طور معنی‌داری در منطقه مرجع بهتر از منطقه با وضعیت ناسالم می‌باشند. به طوری که 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).

#### 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. در حالی که بین هر سه ویژگی عملکردی در مرتع با وضعیت سالم و در عرض خطر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $p > 0.05$ ). با مقایسه شاخص‌های عملکردی در مرتع قرق شده (منطقه مرجع) و مرتع ناسالم مشخص شد که شاخص‌های

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

وضعیت سلامت	پایداری (%)	نفوذپذیری (%)	چرخه مواد غذایی (%)
سالم	$62/5 \pm 1/56^a$	$29/6 \pm 0/3^a$	$28/3 \pm 0/28^a$
در عرض خطر	$54/3 \pm 2/25^a$	$28/4 \pm 2/83^{ab}$	$22/3 \pm 4/46^a$
ناسالم	$38/5 \pm 0/13^b$	$20/1 \pm 2/33^b$	$16/7 \pm 1/49^b$
<i>P-value</i>	...	...	$0/17$

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

در مکان مرتعی با وضعیت سالم لکه‌های گیاهی متنوع و با ابعاد بزرگتری هستند و فاصله کمی بین لکه‌ها (فضای بین لکه‌ای) وجود دارد. در مکان مرتعی با وضعیت‌های در معرض خطر و ناسالم به دلیل شدت چرای بیشتر دام ابعاد لکه‌های گیاهی کاهش و فاصله بین لکه‌ها 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 مرتع 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).

ویژگی‌های ساختاری مرتع منطقه میدانک نشان داد که در مکان مرتعی ۱ با وضعیت سالم به دلیل چرای سیک دام طول لکه‌های گیاهی افزایش و طول فضای بین لکه‌ها کاهش یافته 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 کاهش یافته است. بررسی تأثیر چرای دام بر پویایی لکه‌های گیاهی در مرتع اینچه برونو 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 موردنرسی منطقه سالم سبب افزایش درصد پوشش گیاهی و کاهش خاک لخت گردیده است به‌طوری که شاخص‌های ساختاری در منطقه با وضعیت سالم شرایط بهتری نسبت به سایر مکان‌های مرتعی دارند.

**جدول ۴- میانگین ویژگی‌های کمی ساختار چشم‌انداز (انحراف معیار  $\pm$  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 <sup>2</sup> )	شاخص سطح لکه	شاخص ساختار چشم‌انداز
سالم	فضای بین لکه‌ای	$\pm 0/03$	$\pm 0/03$	---	---	$\pm 6/24$	$29/5^b$	---	---
سالم	لکه‌های اکولوژیک	$\pm 1/9$	$21/2^a$	$\pm 6/2$	---	$\pm 0/91$	$16/8^a$	$\pm 0/01$	$\pm 0/06$
در	فضای بین لکه‌ای	$\pm 0/11$	$0/52^a$	$\pm 4/74$	---	$\pm 4/74$	$38/8^b$	---	---
عرض خطر	لکه‌های اکولوژیک	$\pm 0/8$	$16/9^{ab}$	$\pm 4/74$	---	$\pm 1/83$	$12/8^a$	$\pm 0/01$	$\pm 0/03$
ناسالم	فضای بین لکه‌ای	$\pm 0/11$	$0/73^a$	$\pm 5/14$	---	$\pm 5/14$	$63/97^a$	---	---
ناسالم	لکه‌های اکولوژیک	$\pm 1/5$	$10/8^b$	$\pm 5/14$	---	$\pm 0/21$	$9/85^a$	$\pm 0/01$	$\pm 0/05$
	P-value	$0/01$	$0/01$	$0/01$	$0/12$	$0/02$	$0/02$	$0/01$	$0/01$

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).

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،

**بحث و نتیجه‌گیری**  
این مطالعه، عملکرد مرتع را با استفاده از دو رویکرد LFA و مدل سلامت مرتع در مکان‌های مرتعی با شدت‌های

LFA به طور گسترده برای پایش اکوسیستم‌های مرتعی در اقلیم‌های مختلف به کار گرفته می‌شود. تکنیک‌های به کار رفته در این روش ابزاری برای ارزیابی و پایش مراتع هستند و نیاز به مطالعات موردي 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 مواقعيت توصیه می‌رود که مرتع دار بخواهد با یک ارزیابی به تصمیم مدیریتی مقطعي 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 خود آگاه 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.

نفوذپذيری و چرخه مواد غذایي) باعث بهبود شرایط مكان مرتعی با وضعیت سالم نسبت به مكان مرتعی با وضعیت ناسالم شده است. ویژگی‌های ساختاري و عملکردی لکه‌های پوشش گیاهی در پی وقوع آشفتگی‌ها تغيير می‌كنند و در اثر تخریب لکه‌های پوشش گیاهی عملکرد مرتع کاهش پیدا كرده است. براساس نتایج، عملکرد چشم‌انداز ابزار قدرتمندی برای ارزیابی پتانسیل چشم‌انداز برای ارائه خدمات در یک اکوسیستم در حال تغيير 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 تفکیك 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 به راحتی برای ارزیابی و پایش عملکرد اکوسیستم در چارچوب زمانی مناسب با هزینه کم مورداستفاده قرار داد. به طور کلی، تحلیل عملکرد چشم‌انداز روشی مناسب و ساده برای ارزیابی فعالیت‌های مدیریتی براساس ویژگی‌های ساختاري و عملکردی است. البته اندازه‌گيري کلیه شاخص‌های ارزیابی LFA ساده نبوده و نیاز به کارشناسان آگاه و با تجربه دارد تا این شاخص‌ها بدستی برآورد گردد. اگر دقت و صحت اين شاخص‌های يازده‌گانه پايien باشد كيفيت ارزیابی عملکرد مرتع مناسب نخواهد بود. روش

## 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-Rowailly, 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. Rasouli, 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.

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. Pellatt, 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. Pellatt, M., P. Shaver., D. A. Pyke & J. E. Herrick, 2005. Interpreting indicators of rangeland health, version 3.
29. Pellatt, 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. Pellatt, 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.

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.