

## بررسی تأثیر عملیات اصلاحی مختلف بر شاخص‌های اکولوژیک سلامت مرتع با استفاده از روش LFA (مطالعه موردی: مراتع چاه شیرین بهبهان)

عالم چراغیان<sup>۱</sup>، سمیه دهداری<sup>۲\*</sup>، محمد فرجی<sup>۳</sup> و علی آریاپور<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء(ص) بهبهان، ایران

۲- نویسنده مسئول، استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء(ص) بهبهان، ایران

پست الکترونیک: dehdari@bkatu.ac.ir

۳- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء(ص) بهبهان، ایران

۴- دانشیار، گروه مرتعداری، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۲۴

### چکیده

این مطالعه با هدف بررسی تأثیر عملیات اصلاحی مختلف بر شاخص‌های اکولوژیک سلامت مرتع با استفاده از روش LFA در مراتع چاه شیرین بهبهان انجام شد. برای این منظور سه سایت عملیات اصلاحی کاشت درخت کهور (*Prosopis juliflora*)، عملیات احداث کنتور فارو و عملیات کشت درخت اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) که در سال ۱۳۷۹ اجرا شده است، همراه با سه منطقه شاهد در کنار آنها انتخاب گردید. به منظور نمونه برداری در هر سایت ۳ ترانسکت ۱۰۰ متری بر اساس اقلیم، تیپ گیاهی و تغییرات پوشش گیاهی با فاصله ۵۰ متر در یک طرح تصادفی - سیستماتیک در جهت شیب منطقه مستقر شد. برای تعیین ویژگی‌های کارکردی مرتع شامل پایداری، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی با استفاده از روش LFA و به کارگیری از ۱۱ شاخص سطح خاک تعیین گردید. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که در اثر فعالیت‌های مدیریتی اعمال شده شاخص‌ها و ویژگی‌های کارکردی مرتع تغییر یافته‌اند. به طوری که نتایج آزمون تی مستقل برای سه مشخصه کارکردی در قطعات و میان قطعات گیاهی هر منطقه نسبت به منطقه شاهد آن تفاوت معنی داری را نشان داد ( $P < 0.05$ ) همچنین بر اساس نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس مقایسه سه منطقه اصلاحی، برای سه مشخصه کارکردی (پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی) در قطعات مورد بررسی تفاوت معنی داری در سطح ۱ درصد مشاهده گردید. به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق برای عملیات کشت درخت کهور و احداث کنتورفارو از نظر مشخصه‌های کارکردی نسبت به سایت درخت اکالیپتوس شرایط بهتری را نشان داد. بنابراین می‌توان بیان کرد که عملیات اصلاحی باعث بهبود کارکرد مرتع گردید و مطالعات عملکرد مرتع با استفاده از شاخص‌های ساده در آشکارسازی تأثیر عملیات اصلاحی و مدیریتی بسیار مؤثر بود.

واژه‌های کلیدی: عملیات اصلاحی، طرح مرتعداری، چاه شیرین، ویژگی‌های عملکردی، LFA.

### مقدمه

غیرمنطقی و نامعقول می‌تواند تمام اجزا و عناصر این سیستم بزرگ را تحت تأثیر قرار دهد (Javadi et al., 2011). علاوه بر دقت لازم از جهت مطالعه، بررسی شرایط فعلی مرتع، انتخاب مناسب‌ترین روش اصلاحی، زمان و هزینه‌ای

عملیات مدیریتی در طبیعت و عناصر تشکیل دهنده آن یعنی خاک و پوشش گیاهی بسیار ظریف و مستلزم کمال دقت و توجه می‌باشد، به طوری که دخالتی بدون برنامه و

تجزیه و تحلیل چشم‌انداز بیان کردند که پوتریوم و کوخیا در وضعیت مطلوبتری به لحاظ ویژگی‌های ساختاری نسبت به اروشیا قرار دارند. Yari و Heshmati (۲۰۱۵) در مطالعه تأثیر ساختار مرتع بر شاخص‌های سطحی و ویژگی‌های عملکردی مراتع فتح‌آباد شهرستان فردوس بیان کردند که ساختارهای گیاهی دارای تأثیر متفاوت و معنی‌داری در ویژگی‌های عملکردی پایداری، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی خاک هستند. Zucca و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی عملیات کاشت گونه *Atriplex nummularia L* به منظور بازسازی مراتع تخریب شده و کاهش فرایندهای بیان‌زایی مربوط به چرخه غذایی، پایداری و نفوذپذیری برای قطعات اکولوژیکی و بین قطعات برای تعداد کل ۱۵۷ قطعه، بیان کردند که مزارع جوان این گونه موجب ارتقاء عملکرد شده است. Tabeni و همکاران (۲۰۱۶) شاخص‌های ساختار چشم‌انداز و کارکرد خاک را با استفاده از روش LFA در اراضی کشاورزی، در یک منطقه نیمه‌خشک تحت تأثیر عملیات اصلاحی بررسی کردند و توسعه قابل توجهی از لایه بوته و افزایش تعداد، نوع و منطقه اشغال شده توسط لکه‌های گیاهی را در مزرعه‌های قدیمی شناسایی کرده و بخشی از لکه‌های گیاهی در جهت بهبود پایداری، نفوذ و عملکردهای مواد مغذی نیز در مقیاس محلی را معنی‌دار اعلام کردند. بنابراین این مطالعه نیز باهدف بررسی تأثیر عملیات اصلاحی مختلف بر شاخص‌های اکولوژیکی کارکرد مرتع با روش LFA انجام شد.

## مواد و روش‌ها

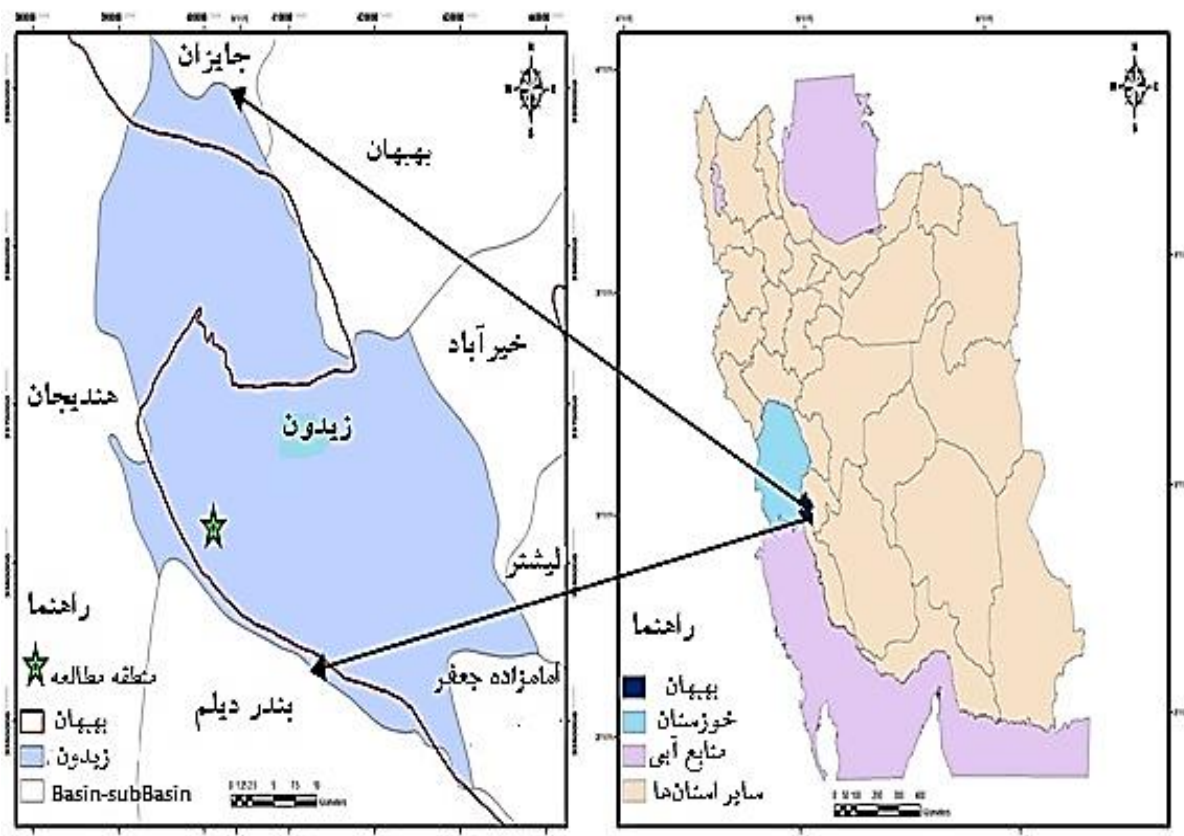
### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه مراتع چاه شیرین که در ۷۵ کیلومتری جنوب‌شرقی شهرستان بهبهان، واقع در استان خوزستان با مساحتی حدود ۲۳۰۰ هکتار، بین مختصات جغرافیایی ۵۲°۴۹ تا ۵۹°۴۹ طول شرقی و ۲۰°۳۰ تا ۲۵°۳۰ عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). منطقه طرح به صورت تپه ماهوری و کوهستانی کم ارتفاع بین

که برای اجرای عملیات اصلاحی اختصاص داده می‌شود نیز حائز اهمیت است، زیرا اجرای عملیات اصلاحی مستلزم صرف زمان و هزینه‌ی زیادی است. پس در صورتی که پروژه‌های اصلاحی به‌درستی لحاظ نشده و منطبق بر اصول علمی، فنی و اجرایی انجام نشود، نه تنها سیر نزولی مراتع تشدید می‌شود بلکه سرمایه‌های صرف شده نیز به هدر می‌رود. بنابراین بررسی و پایش ساختار و عملکرد اکوسیستم برای پی بردن به مدیریت موجود و بهره‌برداری پایدار از آنها امری ضروری به نظر می‌رسد (Yari & Heshmati, 2016). برای بررسی تأثیر عملیات اصلاحی بر احیاء مرتع باید نحوه عملکرد آن مورد ارزیابی قرار گیرد و برای شناخت عملکرد باید فرایندهای اکولوژیکی مورد توجه قرار گیرند (Ebrahimi et al., 2014). در این مورد Hindly و Tangway (۲۰۰۴) روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA) را ارائه کردند. این روش با استفاده از ۱۱ شاخص سطح خاک، سه مشخصه عملکردی شامل پایداری خاک، نفوذپذیری خاک و نیز چرخه عناصر غذایی را به‌خوبی اثرهای فعالیت‌های اصلاحی و مدیریتی انجام شده در مراتع بر اساس ویژگی‌های ساختاری و عملکردی ارزیابی می‌نماید (Tongway & Hindley, 2004). در واقع نظارت بر اکوسیستم و ارزیابی آن اغلب بر اساس شاخص‌های عملکردی هستند که اقدامات یکپارچه و در عین حال ساده و مقرون به‌صرفه را از عملکرد کلیدی اکوسیستم ارائه می‌دهند (Mayor & Bautista, 2012). Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۴) معتقدند که تعیین فرایندهای اولیه اکولوژیکی به دلیل پیچیدگی فرایندها پرهزینه است. به همین دلیل از میان فرایندهای اکولوژیک، سه ویژگی پایداری خاک، چرخه عناصر غذایی و چرخه عناصر غذایی مرتع گامی مهم برای ارزیابی مدیریت و برنامه‌ریزی‌های آینده این اراضی است. در همین راستا Mohebi و همکاران (۲۰۱۶) در یک بررسی به‌صورت مقایسه‌ای ساختار و عملکرد مرتع‌کاری با سه گونه کوخیا (*Kochia scoparia*)، پوتریوم (*Poterium sanguisorba*) و اروشیا (*Eurotia lanata*) در مراتع کجور نوشهر با استفاده از روش

طبقه‌بندی می‌شود. بیشترین ریزش جوی آن به صورت باران می‌باشد. همچنین با مطالعه پوشش گیاهی و عملیات صحرائی همراه با مشاهدات عینی دو گونه گیاهی غالب به ترتیب *Stipa capensis* و *Plantago lanceolata* بوده که تیپ گیاهی مرتع را تشکیل می‌دهند.

۹۰-۲۱۰ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی سالانه با استفاده از اطلاعات باران‌سنجی از ایستگاه سینوپتیک بهبهان ۳۲۵/۹۵ میلی‌متر و درجه حرارت متوسط سالانه ۲۴/۶۷ درجه سانتی‌گراد برآورد گردید. این منطقه از لحاظ شرایط اقلیمی با استفاده از روش اقلیمی دومارتن در اقلیم خشک



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) که در سال ۱۳۷۹ انجام شده است، به منظور نمونه‌برداری انتخاب گردید. در کنار هر سایت، یک سایت شاهد (فاقد عملیات اصلاح مرتع) نیز در نظر گرفته شد. علاوه بر مجاورت هر سایت با تیمار شاهد آن، به جز بعضی از فاکتورها مانند حضور دام در سایت‌های شاهد شرایط محیطی و خصوصیات توپوگرافی آنها مشابه بود. در سایت‌های عملیات اصلاحی همچنان از حضور دام ممانعت می‌شود.

روش تحقیق

به منظور بررسی تأثیر عملیات اصلاحی بر روی شاخص‌های اکولوژیکی سلامت مرتع با استفاده از روش عملکرد چشم‌انداز (LFA) با توجه به نقشه‌های موجود، پیشینه زمانی طرح انجام شده با مساحتی برابر ۲۳۰۰ هکتار و بازدید صحرائی سایت‌هایی که در آنها عملیات اصلاح مرتع شامل ذخیره نزولات آسمانی با احداث کنتور فارو، کاشت درخت کهور (*Prosopis juliflora*) و درخت

لاشبرگ، پستی و بلندی، سطح خاک، پوشش کریپتوکام و مواد رسوب‌گذاری شده استفاده گردید (جدول ۱). سپس هریک از ویژگی‌ها با جمع جبری امتیازات شاخص‌های مربوطه محاسبه و به صورت درصد همانگونه که Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۴) گزارش دادند، بیان گردید. برای مقایسه شاخص‌های کارکردی در هر دو منطقه تیمار اصلاحی و تیمار شاهد از آزمون T استفاده شد. برای بررسی و مقایسه انواع عملیات از نظر شاخص‌های کارکردی، کلیه داده‌ها مورد تجزیه واریانس یک‌طرفه ANOVA قرار گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها مانند Moghiminejad و همکاران (۲۰۱۵) از آزمون دانکن استفاده شد. کلیه عملیات تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

### نتایج

با توجه به نتایج این مطالعه مشاهده گردید که میزان سه شاخص کارکردی مرتع (پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی) در سطح لکه‌های اکولوژیکی برابر با ۲۴/۶، ۱۶/۴ و ۱۰/۲ برای مرتع عملیات اصلاحی با کاشت درخت کهور به دست آمد. در رابطه با مرتع شاهد عملیات اصلاحی کاشت درخت کهور، این مقادیر برای سه شاخص کارکردی پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی به ترتیب ۱۷، ۱۲ و ۴ به دست آمد، به گونه‌ای که این مقادیر تفاوت ۳۰ درصدی را برای شاخص پایداری، تفاوت ۲۶ درصدی برای نفوذپذیری و همچنین تفاوت ۶۰ درصدی را برای شاخص چرخه عناصر غذایی برای مرتع عملیات اصلاحی با کاشت درخت کهور نسبت به منطقه شاهد نشان داد. در رابطه با مرتع عملیات اصلاحی با کنتورفارو برای اصلاح پوشش گیاهی مقدار سه شاخص عملکردی پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی در سطح لکه‌های اکولوژیکی به ترتیب ۲۱/۲، ۲۱/۷ و ۷ به دست آمد.

نمونه‌برداری به صورت طرح تصادفی - سیستماتیک و ترانسکت خطی انجام شد. برای این منظور در هر سایت ۳ ترانسکت ۱۰۰ متری با فاصله ۵۰ متر در جهت شیب عمومی منطقه مستقر شد. تعداد ترانسکت‌ها با توجه به اینکه داده‌ها از نظر آماری قابل تجزیه و تحلیل باشند، انتخاب گردید. اندازه ترانسکت با در نظر گرفتن اقلیم منطقه (اقلیم خشک)، به تیپ گیاهی، تغییرات پوشش و سطح تاج پوشش و جهت آن نیز با در نظر گرفتن گرادیان محیطی (توپوگرافی) بر روی خصوصیات پوشش انتخاب شد (Yari & Heshmati, 2014). لازم به ذکر است که در مناطق با اقلیم خشک به دلیل پوشش کم و پراکنده معمولاً طول ترانسکت را زیاد در نظر می‌گیرند تا شانس نمونه‌برداری و مطالعه پوشش به طور یکنواخت ایجاد شود. در مناطق مرطوب به دلیل بارندگی بیشتر و پوشش گیاهی مترکم طول ترانسکت را نسبت به مناطق خشک کمتر در نظر می‌گیرند. در طول هر ترانسکت، ۵ لکه که شامل پوشش گیاهی (پوشش علفی و درختی) و در هر سایت دارای عملیات اصلاحی و تیمار شاهد آن بوده و ۵ میان لکه، فاصله بین دو لکه گیاهی که شامل خاک لخت است، به صورت تصادفی انتخاب شد. سپس طول و عرض لکه‌های اکولوژیک و نیز طول میان لکه‌ها در هر ترانسکت ثبت شد. در روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم‌انداز، به منظور تعیین ویژگی پایداری خاک از شاخص‌های حفاظت خاک، مقدار لاشبرگ، پوشش کریپتوکام، خرد شدن سله‌ها، نوع و شدت فرسایش، مواد رسوب‌گذاری شده، ماهیت سطح خاک و آزمون پایداری استفاده شد. برای اندازه‌گیری ویژگی نفوذپذیری خاک از شاخص‌های پوشش گیاهان چندساله، منشأ و درجه تجزیه‌شدگی لاشبرگ، بافت خاک، مواد رسوب‌گذاری شده، پستی و بلندی، سطح خاک، ماهیت سطح خاک، آزمون پایداری، نوع و شدت فرسایش استفاده شد. برای اندازه‌گیری چرخه عناصر غذایی از شاخص‌هایی مانند پوشش گیاهان چندساله، منشأ و درجه تجزیه‌شدگی

جدول ۱- شاخص‌ها و ارتباط آنها با پارامترهای کارکردی مرتع (Tongway &amp; Hindley, 2004)

امتیازات	چرخه عناصر غذایی	نفوذپذیری	پایداری	شاخص‌ها	ردیف
۶			x	درصد پوشش سطح خاک مانع از اثر تخریبی قطرات باران- درصد پوشش سطح زمین باهدف ارزیابی میزان حفاظت خاک در برابر قطرات باران پوشش سطحی مانع از اثر تخریبی خاک توسط جریان سطحی- درصد پوشش گیاهان چندساله باهدف تعیین پوشش تاجی و یقه گیاهان بوته‌ای، درختی و گراس‌های چند ساله	۱
۶	x	x		لاشبرگ- شامل درصد گراس‌های یکساله و گیاهان علفی کم‌زی باهدف ارزیابی	۳
۴	x	x		الف- مقدار ب منشأ و درجه تجزیه‌شدگی	۴
۴	x		x	پوشش کریپتوگام- درصد پوشش قارچ، جلبک، گل‌سنگ و خز در طول ترانسکت	۴
۴			x	خرد شدن سله‌ها و میزان شکستن سله‌ها باهدف ارزیابی میزان خاک ایجاد شده که دارای قابلیت فرسایش‌پذیری می‌باشند.	۵
۴			X	نوع و شدت فرسایش- تعیین نوع فرسایش و شدت آن در محدوده ارزیابی موارد رسوب‌گذاری شده- درصد لاشبرگ و خاک در معرض فرسایش	۶
۴	x	x	x	باهدف ارزیابی ماهیت و مقدار مواد انتقال یافته و رسوبگذاری شده و نشان دادن پایداری خاک	۷
۵	x	x		پستی و بلندی‌های سطح خاک- باهدف ارزیابی توانایی جذب و نگهداشت منابع مانند آب، خاک و ماده آلی خاکدانه‌ها	۸
۵		x	x	ماهیت سطح خاک- تعیین میزان سختی خاک از طریق فشار انگشتان و یا خودکار باهدف ارزیابی میزان مقاومت سطح خاک در برابر فرسایش	۹
۴		x	x	آزمون پایداری خاک- میزان دوام و پایداری خاکدانه‌ها در آب	۱۰
۴		x		بافت خاک- تعیین بافت سطح خاک باهدف تعیین میزان نفوذپذیری	۱۱

غذایی تفاوت ۴۸ درصدی نسبت به منطقه شاهد محاسبه گردید. در نهایت برای مرتع با کاشت درخت اکالیپتوس سه شاخص کارکردی مرتع (پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی) در سطح لکه‌های اکولوژیکی برابر با ۱۴/۶، ۹ و ۷/۱ به دست آمد، به همین ترتیب برای منطقه شاهد نیز

همچنین برای منطقه شاهد آن سه شاخص کارکردی پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی به ترتیب ۱۷، ۱۲/۰۶ و ۴ به دست آمد، به گونه‌ای که برای این مرتع نسبت به منطقه شاهد برای پایداری خاک تفاوت ۱۹ درصد، برای نفوذپذیری تفاوت ۴۰ درصد و برای چرخه عناصر

اصلاحی مرتع در رابطه با سه شاخص کارکردی پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی در سطح لکه‌های اکولوژیکی نسبت به منطقه شاهد تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد مشاهده گردید ( $P < 0.05$ ).

۱۷، ۱۲ و ۴ به‌دست آمد. به‌گونه‌ای که این مقادیر تفاوت ۱۶ درصدی، نفوذپذیری با ۳۳ درصد و شاخص چرخه عناصر غذایی را با ۴۳ درصد نسبت به منطقه شاهد نشان دادند. به‌طور کلی با توجه به جدول ۲ برای هر سه عملیات

جدول ۲- نتایج آزمون t برای شاخص‌های کارکردی سایت‌های عملیات اصلاحی و شاهد در لکه‌های اکولوژیکی

منطقه	ناحیه سنجش	پایداری	نفوذپذیری	چرخه غذایی
کهور	قطعات	۲۴/۶±۰/۷ <sup>a</sup>	۱۶/۴±۰/۵ <sup>۱a</sup>	۱۰/۲±۰/۹۴ <sup>a</sup>
شاهد	قطعات	۱۷±۰/۶ <sup>b</sup>	۱۲±۰/۷ <sup>b</sup>	۴±۰/۰ <sup>b</sup>
فارو	قطعات	۲۱/۲±۴/۱ <sup>a</sup>	۲۱/۳±۲/۲ <sup>a</sup>	۷/۷±۰/۷۹ <sup>a</sup>
شاهد	قطعات	۱۷±۰/۶۵ <sup>b</sup>	۱۲/۰۶±۰/۷ <sup>b</sup>	۴±۰/۰ <sup>b</sup>
اکالیپتوس	قطعات	۱۴/۶±۳/۴ <sup>a</sup>	۹±۳/۵ <sup>a</sup>	۷/۱±۰/۶۱ <sup>a</sup>
شاهد	قطعات	۱۷±۰/۵۶ <sup>b</sup>	۱۲±۰/۷ <sup>b</sup>	۴±۰/۰ <sup>b</sup>

تفاوت داشت؛ به‌طوری‌که شاخص نفوذپذیری ۴۰ درصد تفاوت و شاخص چرخه عناصر غذایی ۵۶ درصد تفاوت نسبت به منطقه شاهد نشان داد. در رابطه با مرتع با عملیات اصلاحی درخت اکالیپتوس نیز میانگین سه شاخص کارکردی مرتع (پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی) به‌ترتیب ۱/۱۶، ۸ و ۶/۵ به‌دست آمد. برای سایت شاهد آن نیز میانگین شاخص پایداری ۸، نفوذپذیری ۶ و چرخه عناصر غذایی ۳ به‌دست آمد. تفاوت میانگین مرتع با عملیات اصلاحی با کاشت درخت اکالیپتوس برای شاخص پایداری خاک ۵۰ درصد، برای نفوذپذیری خاک ۲۵ درصد و شاخص چرخه عناصر غذایی ۵۳ درصد نسبت به منطقه شاهد محاسبه گردید. همچنین با توجه به جدول (۳)، نتایج این مطالعه تفاوت معنی‌داری را برای میانگین شاخص‌های سه‌گانه پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی در فضای بین لکه‌ای (خاک لخت) در مرتع دارای عملیات اصلاحی کاشت درخت کهور، عملیات کنتورفارو و عملیات کاشت درخت اکالیپتوس نسبت به مناطق شاهد نشان داد ( $P < 0.05$ ).

در رابطه با شاخص‌های کارکردی پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی در سطح میان لکه‌های اکولوژیکی (خاک لخت) نتایج چنین نشان داد که مرتع با کاشت درخت کهور شاخص میانگین پایداری خاک ۱۶، برای نفوذپذیری ۱۰/۳ و چرخه عناصر غذایی ۵/۹ به‌دست آمد. همچنین برای منطقه شاهد آن، مقدار میانگین سه شاخص کارکردی پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی به‌ترتیب ۸، ۶ و ۳ مشاهده گردید، به‌گونه‌ای که مقادیر میانگین شاخص‌ها در مرتع با عملیات اصلاحی کاشت درخت کهور تفاوت ۵۰ درصدی برای پایداری خاک، تفاوت ۴۰ درصدی برای نفوذپذیری و تفاوت ۴۹ درصدی برای چرخه عناصر غذایی را نسبت به منطقه شاهد نشان داد. همچنین در مرتع با عملیات اصلاحی فارو شاخص پایداری ۱۷/۲، شاخص نفوذپذیری ۱۰ و چرخه عناصر غذایی ۶/۹ به‌دست آمد. برای منطقه شاهد آن نیز مقدار میانگین سه شاخص کارکردی پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی به‌ترتیب ۸، ۶ و ۳ به‌دست آمد. برای این مرتع نیز مقادیر میانگین شاخص پایداری ۵۳ درصد

جدول ۳- نتایج آزمون t برای شاخص‌های عملکردی در میان لکه در سایت‌های عملیات اصلاحی و شاهد

منطقه	ناحیه سنجش	پایداری	نفوذپذیری	چرخه غذایی
کهور	میان لکه	۱۶±۰/۳ <sup>a</sup>	۱۰/۱۳±۰/۷۴ <sup>a</sup>	۵/۹±۱/۶ <sup>a</sup>
شاهد	میان لکه	۸±۰/۰ <sup>b</sup>	۶±۰/۹۲ <sup>b</sup>	۳±۰/۰ <sup>b</sup>
فارو	میان لکه	۱۷/۲±۲/۱ <sup>a</sup>	۱۰±۱/۸ <sup>a</sup>	۶/۹±۰/۹۷ <sup>a</sup>
شاهد	میان لکه	۸±۰/۰ <sup>b</sup>	۶±۰/۹۲ <sup>b</sup>	۳±۰/۰ <sup>b</sup>
اکالیپتوس	میان لکه	۱۶/۱±۱/۴ <sup>a</sup>	۸±۰/۹۸ <sup>a</sup>	۶/۵±۱/۱۴ <sup>a</sup>
شاهد	میان لکه	۸±۰/۰ <sup>b</sup>	۶±۰/۹۲ <sup>b</sup>	۳±۰/۰ <sup>b</sup>

#### مقایسه مشخصه‌های کارکردی سایت‌های عملیات اصلاحی در قطعات و بین قطعات

در رابطه با مقایسه مشخصه‌های کارکردی مرتع در سایت‌های با عملیات اصلاحی نتایج نشان داد که میزان میانگین پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی در ناحیه سنجش لکه‌های اکولوژیکی برای سایت با عملیات اصلاحی کاشت درخت کهور به ترتیب ۲۴/۶، ۱۶/۴ و ۱۰ بود؛ همچنین برای مرتع با عملیات اصلاحی کنتورفارو میزان میانگین سه شاخص کارکردی پایداری خاک ۲۱/۲، نفوذپذیری خاک ۱۳/۶ و چرخه عناصر غذایی ۷/۷ به دست آمد. همچنین برای مرتع با عملیات اصلاحی با کاشت درخت اکالیپتوس میزان میانگین سه شاخص کارکردی پایداری خاک ۱۵/۳، نفوذپذیری خاک ۹ و میانگین چرخه عناصر غذایی ۷/۱ به دست آمد. در این راستا سایت درخت کهور با میانگین ۲۴/۶ بیشترین و سایت درخت اکالیپتوس با میانگین ۱۵/۳ کمترین میانگین پایداری را دارد. همچنین برای شاخص نفوذپذیری در سه سایت عملیات اصلاحی در قطعات و میان قطعات اکولوژیکی در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌دار شد. در رابطه با لکه‌های اکولوژیکی هر سه سایت عملیات اصلاحی سایت درخت کهور، سایت عملیات فارو و سایت درخت اکالیپتوس با توجه به گروه‌بندی آزمون دانکن در سه گروه مختلف قرار گرفتند. به طوری که بیشترین میانگین نفوذپذیری ۱۶/۴ مربوط به سایت درخت کهور و کمترین میانگین نفوذپذیری ۹ برای سایت درخت اکالیپتوس

به دست آمد. در رابطه با شاخص چرخه عناصر غذایی در لکه‌های اکولوژیکی هر سه سایت عملیات اصلاحی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد؛ به طوری که سایت درخت کهور، سایت عملیات فارو و سایت درخت اکالیپتوس با توجه به گروه‌بندی آزمون دانکن در سه گروه مختلف قرار گرفتند. به صورتی که بیشترین میانگین چرخه عناصر غذایی ۱۰ مربوط به سایت درخت کهور و کمترین میانگین چرخه عناصر غذایی ۷/۱ برای سایت درخت اکالیپتوس به دست آمد (جدول ۴).

نتایج این مطالعه نشان داد که میزان میانگین سه شاخص کارکردی مرتع (پایداری خاک ۱۶، نفوذپذیری ۱۰/۱۲ و چرخه عناصر غذایی ۵/۹) در سطح سنجش میان لکه‌های اکولوژیکی برای مرتع با کاشت درخت کهور به دست آمد. به همین ترتیب برای مرتع با عملیات فارو پایداری خاک ۱۷/۲، نفوذپذیری خاک ۱۰ و چرخه عناصر غذایی ۶/۹ به دست آمد. در نهایت برای مرتع با کاشت درخت اکالیپتوس میانگین سه شاخص کارکردی پایداری خاک ۱۶/۱، نفوذپذیری خاک ۸/۶ و چرخه عناصر غذایی ۶/۵ به دست آمد. البته در رابطه با فاصله بین لکه‌ها (خاک لخت) تفاوت معنی‌داری بین پایداری خاک در میان لکه‌های سه سایت اصلاحی مشاهده نشد. در رابطه با نفوذپذیری میان لکه‌های اکولوژیکی (خاک لخت) نیز سایت درخت کهور و سایت فارو با توجه به گروه‌بندی آزمون دانکن در یک گروه قرار گرفتند. در این راستا بیشترین میانگین

تجزیه واریانس در جدول (۴) مشاهده گردید که تفاوت میانگین شاخص پایداری در قطعات اکولوژیک مورد بررسی در سه سایت عملیات اصلاحی در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۴).

۱۰/۱۲ به سایت درخت کهور و کمترین میانگین با ۸/۶ مقدار به سایت درخت اکالیپتوس تعلق دارد. در رابطه با چرخه عناصر غذایی در میان قطعات اکولوژیک (خاک لخت) تفاوت معنی داری مشاهده نشد. با توجه به نتایج

جدول ۴- مقایسه مشخصه‌های عملکردی سایت‌های عملیات اصلاحی در لکه و میان لکه

شاخص عملکردی	ناحیه سنجش	میانگین بین گروهی	درخت کهور	کنتورفارو	اکالیپتوس
پایداری	لکه	۳۳/۶**	۲۴/۶ <sup>a</sup>	۲۱/۲ <sup>b</sup>	۱۵/۳ <sup>c</sup>
	میان لکه	۱/۰۰۲ <sup>n.s</sup>	۱۶ <sup>a</sup>	۱۷/۲ <sup>a</sup>	۱۶/۱ <sup>a</sup>
نفوذپذیری	لکه	۲۱۲/۸**	۱۶/۴ <sup>a</sup>	۱۳/۶ <sup>b</sup>	۹ <sup>c</sup>
	میان لکه	۶/۵۵**	۱۰/۱۲ <sup>a</sup>	۱۰ <sup>a</sup>	۸/۶ <sup>b</sup>
چرخه غذایی	لکه	۴۶/۲**	۱۰ <sup>a</sup>	۷/۷ <sup>b</sup>	۷/۱ <sup>b</sup>
	میان لکه	۲/۲۵ <sup>n.s</sup>	۵/۹ <sup>a</sup>	۶/۹ <sup>a</sup>	۶/۵ <sup>a</sup>

\*\* تفاوت معنی دار در سطح ۱ درصد

n.s: عدم تفاوت معنی دار

## بحث

با توجه به وضعیت مراتع فقیر و خیلی فقیر کشور، به منظور بهبود شرایط مراتع عملیات اصلاحی طبیعی (قرق) و مصنوعی (مرتعی، عملیات مکانیکی و بیومکانیکی) در قالب طرح‌های مرتع‌داری اجرا می‌شوند. در مرتع مورد نظر نیز عملیات کاشت دو گونه درختی کهور و اکالیپتوس و همچنین عملیات فارو انجام شده است. انتخاب این منطقه و سایت‌های شاهد در کنار آنها امکان مقایسه و ارزیابی این اقدامات بر ویژگی‌های عملکردی در قطعات و میان قطعات مرتع را فراهم می‌کند. با توجه به نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های عملکردی بین منطقه عملیات اصلاحی و منطقه شاهد، احداث کنتورفارو باعث تغییر در خصوصیات سطحی خاک و همچنین ویژگی‌های عملکردی مرتع شده، به طوری که با توجه به نتایج میانگین شاخص‌های عملکردی پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی در سطح سنجش قطعات و میان قطعات در منطقه فارو نسبت به منطقه شاهد افزایش یافت. این نتیجه با نتایج تحقیق Yari و همکاران (۲۰۱۱) با بیان اینکه احداث هلالی آبگیر باعث افزایش شاخص‌ها گردیده مطابقت دارد.

همچنین مطالعه Arab Sabrbizhan و همکاران (۲۰۱۶) با مقایسه منطقه هلالی آبگیر و کنتورفارو با منطقه شاهد نشان داد که در این سایت‌ها، شاخص‌های سلامت مرتع در قطعات اکولوژیکی عملیات اصلاحی دارای میانگین مقادیر بیشتری نسبت به قطعات اکولوژیکی شاهد بودند. بنابراین علت افزایش شاخص‌های عملکردی مورد بررسی را می‌توان به سیستم جوی و بسته فارو، افزایش آبگیری فارو و نفوذپذیری بیشتر در رابطه با پستی و بلندی ایجاد شده، افزایش پوشش گیاهی و تولید و تجزیه بیشتر لاشبرگ نسبت داد که خود این امر باعث بهبود شرایط سطحی خاک، جلوگیری از فرسایش و در نتیجه افزایش نفوذپذیری شده است. به طوری که افزایش نفوذپذیری خاک را به افزایش پوشش گیاهی و مواد آلی در قالب افزایش لاشه‌های گیاهی نسبت می‌دهند و به عنوان عاملی برای تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و پیشگیری از تمرکز جریان‌های سطحی و وقوع سیلاب مطرح شده است، همچنین چرخه عناصر غذایی نمایانگر میزان برگشت مواد آلی به خاک عنوان شده که معیار مهمی در سلامت و پایداری اکوسیستم است (Mohebi *et al.*, 2014). در رابطه با مرتعی با دو گونه درختی کهور و



لگدکوبی، فشرده شدن خاک و کم بودن مواد آلی پایداری خاک و چرخه عناصر غذایی کاهش یافته، در نتیجه قابلیت فرسایش پذیری خاک افزایش می‌یابد؛ به نحوی که این موضوع را مورد تأکید قرار داده‌اند. با توجه به نتایج تجزیه واریانس برای سه سایت عملیات اصلاحی، مشاهده شد که شاخص‌های عملکردی مورد بررسی پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی در سطح سنجش قطعات در سطح ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌دار هستند؛ از این رو این مطلب مؤید کارکرد متفاوت عملیات مختلف بر روی شاخص‌های عملکردی مرتع می‌باشد. بنابراین در قطعه کهور به علت تاج پوشش گسترده‌تر، مترکم‌تر و نزدیک‌تر به سطح زمین، میزان لاشبرگ بیشتر و ریزتر است، همچنین در منطقه فارو نیز به علت قرارگیری عمود بر جهت شیب افزایش رطوبت مؤثر امکان رشد بیشتر پوشش گیاهی، فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک را ممکن می‌کند، بنابراین نسبت به درخت اکالیپتوس در بهبود شاخص‌های اکولوژیکی سلامت مرتع مؤثر بودند. زیرا درخت اکالیپتوس تاج پوشش مترکم و گسترده‌ای نداشته و تنها با توجه به ارتفاع بلند آن در بادشکن منطقه و جلوگیری از فرسایش خاک مؤثرتر می‌باشد. علاوه بر اینکه لاشبرگ این درخت نسبت به گونه‌های علفی در منطقه فارو و همچنین لاشبرگ گونه کهور زبرتر و درشت‌تر بوده و زمان طولانی‌تر و شرایط محیطی مطلوب‌تری را برای تجزیه آن در نتیجه مؤثر بودن بر شاخص‌های عملکردی مرتع می‌طلبد، بنابراین لاشبرگ آن به دلیل ارتفاع بلند و وزش باد در فاصله دورتری از درخت قرار می‌گیرد که چندان بر شاخص‌های عملکردی مرتع در سطح قطعات اکولوژیک مؤثر نیست و به‌طور کلی نظر به تشخیص کاربردی بودن این گونه در استان خوزستان به مطالعه و بررسی فاکتورهای بیشتری نیاز است. همان‌گونه که Toranjzar و همکاران (۲۰۰۹) به این نتیجه رسیدند که قطعه درخت تاغ باوجود سطح تاج گسترده دارای مقادیر پایین‌تری نسبت به قطعات آتریپلکس و قره‌داغ بود. دلیل این امر را شکل تاج و ارتفاع گیاه تاغ نسبت به سطح زمین می‌دانند. به این صورت که در قطعه تاغ در اثر عدم پوشش مناسب سطح خاک توسط تاج پوشش، بقایای گیاهی ریخته شده در زیر گیاه

اکالیپتوس نیز در قطعات و میان قطعات نسبت به مرتع شاهد برای شاخص‌های عملکردی افزایش مشاهده شد. گیاهان اعم از بوته یا یک گیاه علفی تا یک درخت بزرگ در زیر تاج خود محیطی با آب و هوای میکروکلیمای به وجود می‌آورند که در زمستان و تابستان معتدل‌تر از بیرون تاج است و در پایداری خاک و جلوگیری از فرسایش مؤثر هستند (Sabeti, 1975; Arzani et al., 2007). بنابراین در اینجا نیز درخت کهور و اکالیپتوس به دلیل داشتن تاج پوشش بزرگ، تولید لاشبرگ زیاد، جلوگیری از برخورد مستقیم قطرات باران به سطح خاک و ایجاد اشکوب علفی در زیر تاج خود و امکان فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک باعث پایداری خاک، جلوگیری از فرسایش و همچنین تجزیه لاشبرگ و امکان بازگشت ماده آلی به خاک و بهبود چرخه عناصر غذایی می‌شوند. در همین راستا Zucca و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی اثر عملیات ترمیم و بازگردانی به‌ویژه کاشت گونه *Atriplex nummularia* L بر عملکرد خاک و سیمای چشم‌انداز در مراکش، با بیان اینکه LFA قادر است ایزاری کمی برای مقایسه عملکرد چشم‌انداز در اختیار بگذارد، نتیجه گرفتند که ورود این گونه به‌ویژه در سایت‌هایی که به‌تازگی کشت شده، موجب ارتقای عملکرد شده است. همچنین این نتیجه با نتایج Alamzadeh Gorji (۲۰۱۵) (با بیان اینکه درختچه *Amygdalus scoparia* به دلیل تأثیر بر روی فاکتورهای نفوذپذیری، پایداری خاک و چرخه عناصر غذایی) مطابقت دارد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های عملکردی در میان قطعات سایت‌های شاهد، به دلیل چرای دام و در نتیجه لگدکوبی و فشرده شدن خاک و نیز کم بودن مقدار ماده آلی خاک پایداری پایینی مشاهده گردید، از سویی نبود سنگ و سنگریزه در سطح خاک منطقه شاهد باعث افزایش مقدار خاک لخت و افزایش قابلیت فرسایش‌پذیری شده است که به تبع آن چرخه عناصر غذایی نیز با نبود پوشش و لاشبرگ مناسب کاهش یافت. به‌طوری‌که در هر سه سایت و شاهد آن سه مشخصه عملکردی در دو گروه قرار گرفتند. Toranjzar و همکاران (۲۰۰۹) نیز با بیان اینکه قطعات اکولوژیکی در عرصه طبیعت باعث افزایش عملکرد مرتع می‌شوند و در میان قطعات در منطقه شاهد به دلیل

- evaluation of soil functional indicators for the assessment of water and soil retention in Mediterranean semiarid landscapes. *Ecological Indicators*, 20, 332-336.
- Moghiminejad, F., Jafari, M., Zare Chahooki, M. A., Ghasemi Arian, Y. and Kohandel, A., 2015. Comparison of soil physical and chemical properties between the sites of exclosure and grazing (Case study: Nazarabad-Karaj, *Iranain Journal of Rangeland and Desert Research*, Volume 21, Issue 4, Page 643-650.
- Mohebi, S., Dianati Tilaki, Gh. A. and Abedi, M., 2016. Structural and Functional Comparison of Horticulture with Three Species of Kochia, Potrium and Aroshia in Kojur Rocks, Noshahr, Using Landscape Analysis. 2nd National Conference on Desert with Arid and Desert Management Approach, 10 p.
- Sabeti H. A., 1975. Relation Between Plant and Environment (sinecology). Dehkhooda press. 492 p.
- Tabeni, S., Yannelli, F. A., Vezzani, N. and Mastrantonio, L. E., 2016. Indicators of landscape organization and functionality in semi-arid former agricultural lands under a passive restoration management over two periods of abandonment. *Ecological Indicators*, 66, 488-496.
- Tongway, D. J., and Hindley, N. L., 2004. Landscape Function Analysis: a system for monitoring rangeland function. *African Journal of Range and Forest Science*, 21: 41-4.
- Toranjzar, H. Abedi, M. Ahmadi, A. and Ahmadi, Z. 2009. Assessment of rangeland condition (health) in Meyghan desert of Arak. *Journal of Rangeland*, 3(2), 259-271.
- Yari, R. and Heshmati, Gh. A., 2016. Investigating the effect of rangelands structure on the surface indicators and soil functional attributes in arid and semi-arid areas (Case study: Fath Abad Veilage, City Ferdouse). *Journal of Plant Ecosystem Conservation*, 3(7): 29-39.
- Yari, R., Tavili A. and Zare, S., 2011. Investigation on soil surface indicators and rangeland functional properties by Landscape Function Analysis method (LFA) (Case study: Sar Chah Amari Birjand Rangelands). *Iranain Journal of Rangeland and Desert Research*, Volume 18, Issue 4, 624-634.
- Zucca, C., Pulido-Fernández, M., Fava, F., Dessena, L. and Mulas, M., 2013. Effects of restoration actions on soil and landscape functions: *Atriplex nummularia* L. plantations in Ouled Dlim (Central Morocco). *Soil and Tillage Research* 133: 101-110.
- توسط باد پراکنده گردید، در نتیجه شاخص‌های سطح خاک در این قطعه کاهش پیدا کرد. بنابراین به دلیل عدم پوشش سطح خاک توسط تاج پوشش، با برخورد نور آفتاب و کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌ها در سطح خاک میزان پایداری آن نیز کاهش می‌یابد. به علاوه مطالعه Mohebi و همکاران (۲۰۱۴) نیز بیان می‌کنند که مرتع‌کاری با گونه کوخیا به دلیل توان رشد و رقابتی بالای این گونه، در شرایط مطلوب‌تری از نظر ویژگی‌های عملکردی مرتع نسبت به پوتریوم (*Poterium sanguisorba*) و اروشیا (*Eurotia lanata*) قرار دارد. به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که سایت درخت کهور و کنتورفارو نسبت به سایت درخت اکالیپتوس در شرایط بهتری از نظر ویژگی‌های عملکردی قرار دارند.

#### منابع مورد استفاده

- Alamzadeh Gorji, A. and Heshmati, Gh., 2015. Functional aspects of plant structure impacts on ecosystems Bungalow pastures in Western Azerbaijan. *Journal of Natural Ecosystems of Iran*, (6) 3, 29-39.
- Arab Sarbizhan, M., Ebrahimi, M. and Ajoulou, M., 2016. Investigation on soil surface indicators and rangeland functional properties by Landscape Function Analysis method (LFA) (Case study: Jiroft rangeland). *Iranain Journal of Rangeland and Desert Research*, Volume 23, Issue 2, Page 382-373.
- Arzani, H., Abedi, M., Shahryari, E. and Ghorbani, M., 2007. Investigation of soil surface indicators and rangeland functional attributes by grazing intensity and land cultivation (case study: Orazan Taleghan). *Journal of Range and Desert Research*, 14 (1): 68-79, (In Persian).
- Ebrahimi, M., Arab, M. and Ajorloo, M., 2014. Effects of Enclosure on Ecological Indexes of Rangeland Health Using Landscape Function Analysis Method (Case Study: Jiroft Jbalbarez Rangeland). *Journal of Rangeland*, (3) 8, 261-271.
- Javadi, A., Mosavian, J., Jafari, M., Arzani, H. and Mosavian, M., 2011. The Effect of Pasture Improvement Methods on Soil Properties in Passionate and Rigorous Rangelands (Case Study: Hoor Hendijan). *Renewable Natural Resources Research*, (2) 3, 1-8.
- Mayor, Á. G. and Bautista, S., 2012. Multi-scale

## Effects of different improvement practices on ecological indicators of rangeland health using LFA method (Case study: Behbahan, Chahshirin rangelands)

A. Cheraghian<sup>1</sup>, S. Dehdari<sup>2\*</sup>, M. Faraji<sup>3</sup> and A. Ariapour<sup>4</sup>

1- Former M.Sc. Student in Rangeland and Watershed Department, Faculty of Natural Resources and Environment Imam Hassan Mojtaba, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran

2 \*-Corresponding author, Assistant Professor of Rangeland and Watershed Department, Faculty of Natural Resources and Environment Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran, Email: dehdari@bkatu.ac.ir

3- Assistant Professor of Rangeland and Watershed Department, Faculty of Natural Resources and Environment Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran

4- Associate Professor, Department of Range Management, Borojerd Branch, Islamic Azad University, Borojerd, Iran

Received:10/12/2017

Accepted:2/13/2018

### Abstract

The present study was carried out to investigate the effects of various improvement practices on ecological indicators of rangeland health using LFA method in Behbahan Chahshirin rangelands. To this end, three improvement sites including mesquite (*Prosopis juliflora*) tree planting, construction of contour furrow, and eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) tree planting, implemented in 2000, were selected along with three control areas. For sampling in each site and based on climate, vegetation type, and vegetation changes, three transects of 100 m length and a distance of 50 m were established in a random-systematic manner in the direction of the slope of the region. Three functional characteristics of rangeland including stability, permeability, and food cycle were determined using LFA method and 11 soil surface indices. The results of this study showed that the indicators and functional characteristics of rangeland were changed due to the applied management practices. The independent t-test results showed a significant difference between three functional attributes within the patches and inter-patches of each region compared to the control area ( $P < 0/05$ ). In addition, based on the results of variance analysis compared to the three improvement regions, the three functional attributes (stability, permeability, and nutrient cycle) were significantly different at 1% level. In general, the results of this study showed better conditions for Mesquite tree planting and contour furrow construction in terms of functional characteristics compared to the Eucalyptus tree site. Thus, it can be stated that improvement practices resulted in improved rangeland health.

**Keywords:** Improvement practices, rangeland plan, Chahshirin, functional features, LFA.