فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۴، شماره ۳، صفحه ۶۳۴-۶۲۳ (۱۳۹۶)
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrdr.2017.113369

بررسی صحت ارزیابی شاخص‌های سطح خاک با روش LFA (مطالعه موردی: مراتع غرب شهرستان گنبدکاووس)

ابراهیم کیخا[1] و حمید نیک‌نهاد قره‌ماخر[2*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مرتع‌داری، گروه منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران، پست الکترونیک: niknahad@gau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۱۴

چکیده

روش تجزیه‌وتحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA) از روش‌های نوین ارزیابی مرتع بوده و مبتنی بر شاخص‌های عملکرد اکوسیستم است. تعیین میزان اعتبار و صحت روش‌های ارزیابی ارائه شده، به‌منظور نیل به نتایج بهتر و دقیق‌تر و نیز تعیین میزان کارایی آنها در مناطق مختلف، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. این تحقیق با هدف بررسی میزان صحت و کارایی روش LFA در مراتع قشلاقی غرب شهرستان گنبدکاووس واقع در استان گلستان انجام شد. برای این منظور پس از شناسایی و تعیین قطعات اکولوژیک و فضای بین قطعات، شاخص‌های ارزیابی روش LFA (نفوذپذیری، پایداری و چرخه عناصر غذایی) با استفاده از ۱۱ پارامتر سطحی خاک با ۱۰ تکرار در عرصه مرتعی تعیین گردید. نفوذپذیری خاک از طریق استقرار حلقه تکی فلزی در عرصه و پایداری و کربن آلی خاک به‌ترتیب از طریق روش‌های الک‌تر و والکلی- بلاک در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. میزان تبعیت شاخص‌های ارائه شده توسط روش LFA از اندازه‌گیری‌های صحرایی و آزمایشگاهی به‌عنوان مبنای صحت شاخص‌ها در نظر گرفته شد. نتایج این بررسی نشان داد که دو شاخص پایداری (R=۰/۵۵۱) و چرخه عناصرغذایی (R=۰/۴۸۵) دارای صحت متوسط (۰/۶ - R=۰/۴) بوده و کاربرد آنها در مدیریت مراتع منطقه مورد مطالعه قابل توصیه است. شاخص نفوذپذیری خاک (R =۰/۲۱۹) دارای صحت کم (۰/۴- R=۰/۲) بوده، از این‌رو کاربرد آن در مدیریت مراتع منطقه مورد مطالعه قابل توصیه نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: LFA، نفوذپذیری، پایداری، چرخه عناصر غذایی.

مقدمه

یک گام اساسی برای حفاظت از اکوسیستم‌ها، درک فرایندهای تنظیم‌کننده منابع در یک سیستم اکولوژیک می‌باشد (Tongway & Hindley, 2004a). در مطالعه اکوسیستم‌ها، خصوصیات خاک و پوشش گیاهی به‌عنوان شاخص‌های زیست‌محیطی و نماینده اکوسیستم در نظر گرفته می‌شوند (Pyke *et al.*, 2002). این خصوصیات، قابل اندازه‌گیری هستند و وضعیت پویایی یک اکوسیستم را نشان می‌دهند (Pellanet *et al.*, 2000). با بررسی روند تغییرات در خصوصیات خاک و پوشش گیاهی می‌توان بر اکوسیستم‌ها نظارت داشت و از روند تغییرات مطلع شد (Reynolds *et al.*, 2007) و به درکی مناسب از فرایندهای تنظیم‌کننده منابع رسید و توانایی برنامه‌ریزی را برای حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی کسب کرد.

در میان روش‌های مختلفی که به‌منظور بررسی روند تغییرات خصوصیات خاک و پوشش گیاهی استفاده می‌شوند، روش‌های مبتنی بر شاخص‌های عملکرد اکوسیستم، با دارا بودن دقت مناسب و در عین حال مقرون به‌صرفه بودن، می‌توانند مفید باشند (Whitford, 2002). یکی از این روش‌ها، روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز

Archive of SID
www.SID.ir

(LFA) است که در سال ۱۹۹۵ توسط تونگوی ارائه شد (Tongway & Hindley, 2004a). در این روش ارزیابی وضعیت عملکردی یک اکوسیستم با استفاده از شاخص‌های سطحی خاک انجام می‌شود و این هدف را که چه میزان از منابع درون سیستم حفظ، استفاده و یا به چرخش درمی‌آیند، دنبال می‌کند (Tongway & Hindley, 2000). در این روش، با استفاده از شاخص‌های یازده‌گانه سطح خاک، سه شاخص عملکردی پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی، با صرف هزینه و زمان کم مورد بررسی قرار می‌گیرد. این روش به دلیل اینکه نیازمند اندازه‌گیری‌های مستقیم نبوده و فقط از روی شاخص‌هایی که به‌سرعت در عرصه قابل اندازه‌گیری و ارزیابی هستند، محاسبات مربوطه را انجام می‌دهد، یک شیوه نسبتا" ساده برای تکنسین‌های کارآزموده برای ارزیابی عملکرد اکوسیستم طبیعی بوده و به‌طور بسیار گسترده در سطح جهان مورد استفاده قرار گرفته است (Derbel *et al.*, 2009).

روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز تاکنون در تحقیق‌های فراوانی مانند مطالعه پویایی و بررسی روند بهبود اکوسیستم‌ها پس از توانبخشی آنها (Tongway & Hindley, 2003)، کشف روابط بین شرایط سطح خاک و ترکیبات و تنوع پوسته بیولوژیکی خاک (Thompson *et al.*, 2006)، نظارت بر عملکرد خاک (Bartley *et al.*, 2006 و Lodwig *et al.*, 2004)، کشف روابط بین عملکرد خاک و توانایی آن در احیا استپ‌های نیمه‌خشک اسپانیا (Maestre *et al.*, 2006; Cortina *et al.*, 2006و)، مطالعه عملکرد هیدرولوژیکی اکوسیستم در مقیاس‌های مختلف مکانی (Mayor, 2008)، بررسی روابط بین ساختار و عملکرد اکوسیستم‌ها (Maestre & Cortina, 2004 and 2006)، ارزیابی ویژگی‌های سطح خاک برای تعیین وضعیت مرتع (قلیچ‌نیا، ۱۳۸۳)، ارزیابی قابلیت مراتع ایران (Rezaei & Arzani, 2007)، ارزیابی کیفی توانمندی اکوسیستم مرتعی (Heshmati *et al.*, 2007)، ارزیابی خصوصیات سطح خاک مراتع بوته‌زار (Ghelichnia *et al.*, 2008)، بررسی اثرات فعالیت‌های مدیریتی بر روی ساختار و عملکرد اکوسیستم مرتع (مصداقی و قبادی، ۱۳۸۹) و بررسی اثر گیاهان با شکلهای رویشی مختلف بر ویژگی‌های سطح خاک (Ghodsi *et al.*, 2011) مورد استفاده قرار گرفته‌است.

قلیچ‌نیا (۱۳۸۲)، با ارزیابی خصوصیات سطح خاک برای تعیین وضعیت رویشگاه‌های مرتعی، کارایی روش تجزیه‌وتحلیل عملکرد چشم‌انداز در مقایسه با دو روش قدیمی شش فاکتوره و چهار فاکتوره تعیین وضعیت مرتع را مورد بررسی قرار داد و در نهایت عنوان کرد که روش تجزیه‌وتحلیل عملکرد چشم‌انداز کارایی و دقت بیشتری دارد. نتایج بررسی صحت ارزیابی شاخص‌های سطح خاک با روش LFA در مرتع ییلاقی امین استان یزد توسط Lotfi Anari و Heshmati (۲۰۰۹)، نشانگر آن است که هر سه شاخص سطح خاک ارائه‌شده توسط روش LFA دارای صحت متوسط هستند و شاخص پایداری بیشترین و شاخص نفوذپذیری کمترین صحت را دارند. نتایج مطالعه کارایی روش LFA برای ارزیابی پایداری و میزان ماده آلی خاک مراتع استپی و نیمه‌استپی استان اصفهان توسط ملائی و همکاران (۱۳۹۱) نشانگر آن است که روش LFA می‌تواند به‌نحو مناسبی در تعیین عملکرد مراتع استپی و نیمه‌استپی مورد استفاده قرار گیرد. نتایج تحقیقات ترنج‌زر و همکاران (۱۳۸۸) در ارزیابی وضعیت (سلامت) رویشگاه بوته‌ای کویر میقان با روش LFA، نشان داد که ۳ گونه کاشته شده دارای عملکرد بالاتری نسبت به گونه بومی هستند و کلیه قطعات با میان‌قطعات از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با هم دارند، همچنین میان‌قطعات متعلق به گونه آتریپلکس در بین گونه‌ها دارای ویژگی‌های عملکردی بالاتری نسبت به سایر گونه‌ها می‌باشند. عابدی و همکاران (۱۳۸۵) در ارزیابی ساختار و عملکرد قطعات گیاهی اکوسیستم مرتع در مناطق خشک و نیمه‌خشک با روش LFA به این نتایج رسیدند که با افزایش شدت چرا ساختار قطعات تخریب شده و فواصل بین قطعات افزایش می‌یابد و از سوی دیگر موجب کاهش نفوذپذیری نیز می‌شود و شخم اراضی نیز سبب افزایش نفوذپذیری و کاهش پایداری شده است. مصداقی و قبادی

Archive of SID

www.SID.ir

(۱۳۸۹) در بررسی اثرات فعالیت‌های مدیریتی بر روی ساختار و عملکرد اکوسیستم مرتع در مراتع استپی رودشور به روش LFA نشان دادند که با افزایش شدت چرا، پوشش گیاهان چندساله کاهش پیدا کرده، مقاومت سطح خاک کم شده و با خرد شدن سله‌ها حجم قابل توجه‌ای از خاک لخت بوجود آمده است و در نهایت فرسایش‌های شیاری، تراست و ستون‌های فرسایشی در مرتع افزایش یافته است و در نهایت نتیجه‌گیری کردند که شخم اراضی باعث افزایش نفوذپذیری و کاهش پایداری رویشگاه شده است. در اراضی رها شده نیز با استقرار گیاهان در منطقه رها شده، مقادیر ویژگی‌های عملکردی مورد مطالعه بهبود پیدا کرده است. در مجموع این روش با صرف زمان و وقت کم و شاخص‌های مناسب، کارایی بالایی را در تعیین عملکرد مرتع نشان می‌دهد.

از این‌رو به‌منظور حصول نتایج بهتر و دقیق‌تر، تعیین میزان اعتبار و صحت روش‌های اندازه‌گیری و ارزیابی ارائه شده، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است، بنابراین برای مفید دانستن کاربرد یک روش در یک منطقه باید روش مورد نظر توسط مطالعات آزمایشگاهی و اندازه‌گیری‌های صحرایی مورد ارزیابی قرار گیرد تا میزان کارایی آن روش در منطقه مورد نظر تعیین گردد. با وجود اینکه استفاده از این روش در استرالیا به‌طور گسترده‌ای توسعه یافته است اما به‌کارگیری آن در خارج از استرالیا کاملا" معتبر نمی‌باشد. بنابراین یک گام بسیار مهم برای تعیین قابلیت این روش به‌منظور استفاده از آن در دیگر نواحی، صحت‌سنجی و ارزیابی آن در منطقه مورد نظر می‌باشد. این تحقیق با هدف بررسی میزان کارایی روش LFA در مراتع قشلاقی غرب شهرستان گنبد واقع در استان گلستان و به‌منظور تعیین صحت شاخص‌های حاصل از این روش در منطقه مورد مطالعه انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در ۱۰ کیلومتری غرب شهرستان گنبد، در استان گلستان و در عرض ″۱۴ ′۱۵ °۳۷ و طول جغرافیایی ″۲۷ ′۵۶ °۵۵ و ارتفاع ۵۲ متر از سطح دریا قرار دارد (شکل ۱). میزان متوسط بارندگی منطقه مورد تحقیق ۳۸۰ میلی‌متر، جمع تبخیر و تعرق قابلیت محاسبه شده به روش پنمن- مانتیس، ۱۲۷۰ میلی‌متر در سال می‌باشد و اقلیم آن بر اساس اقلیم‌نمای آمبرژه نیمه‌خشک گرم تا معتدل می‌باشد. میانگین درجه حرارت گرمترین ماه سال (مرداد) ۲۹/۳، سردترین ماه سال (بهمن) ۸/۱ بوده و میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۸/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. جهت باد غالب از غرب به شرق است. بافت خاک آن، سیلتی - رسی می‌باشد (مجتهدی و نیک‌نهاد قرماخر، ۱۳۹۲).

پوشش گیاهی منطقه به شکل رویشی بوته‌ای با تیپ *Salsola turkomanica- poa bulbosa* و *گیاهان همراه Aeloropus littoralis, Aeloropus lagopoides Peganum harmala، Artemisia sieberi, Plantago ovate Phalaris minor ، Seuada egytica* و *Alhagi camelorum* است.

تعیین شاخص‌های سطح خاک به روش LFA: پس از تعیین منطقه معرف، لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای شناسایی شد. لکه‌ها شامل بوته (*Salsola turkomanica.*)، علفی‌های پایا (*Peganum harmala*) و گندمیان پایا (*Poa bulbosa*) می‌باشند. به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها در منطقه مورد مطالعه، تعداد ۳ ترانسکت ۵۰ متری به روش سیستماتیک - تصادفی در جهت باد غالب مستقر شد (Tongway & Hindley, 2004b). سپس انواع قطعات اکولوژیک و فضای بین‌قطعات شناسایی گردید. از هریک از قطعات اکولوژیک و فضای بین قطعات بر روی ترانسکت‌ها تعداد ۱۰ ناحیه سنجش انتخاب شد. وضعیت شاخص‌های سطح خاک (پایداری، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی) با استفاده از ۱۱ پارامتر سطحی خاک (پوشش سطح خاک، یقه گیاهان، خزه و گلسنگ، لاشبرگ، منشأ لاشبرگ، شکنندگی پوسته خاک، شدت و نوع فرسایش، میزان لاشبرگ ترکیب شده با خاک، میکرو توپوگرافی سطح خاک، مقاومت پوسته سطح خاک در برابر رطوبت و بافت خاک) مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۱).

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- شاخص‌های ارزیابی سطح خاک و ارتباط آنها با ویژگی‌های عملکردی

شاخص‌ها	ویژگی‌های عملکردی			تعداد طبقات
	پایداری	نفوذپذیری	چرخه عناصر	
حفاظت در برابر پاشمان	✓			۵
پوشش گیاهی چند ساله		✓	✓	۴
(الف): لاشبرگ	✓	✓	✓	۱۰
(ب): منشأ و درجه تجزیه لاشبرگ		✓	✓	۴
پوشش نهان‌زادان	✓		✓	۴
شکستگی پوسته خاک	✓			۴
نوع و شدت فرسایش خاک	✓			۴
مواد رسوبی	✓			۴
ناهمواری سطح خاک		✓	✓	۵
طبیعت سطح خاک	✓	✓		۵
- پایداری خاک در برابر رطوبت	✓	✓		۴
- بافت		✓		۴

جدول ۲- امتیازات شاخص‌ها در لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای

شاخص‌ها	بوته	گندمیان پایا	علفی پایا	خاک لخت
حفاظت در برابر پاشمان	۵	۴/۶۷	۴/۶۷	۱
پوشش گیاهی چند ساله	۳/۶۷	۳/۱۷	۳/۱۷	۱
(الف): لاشبرگ	۱/۶۷	۱	۱/۳۴	۱
(ب): منشأ و درجه تجزیه لاشبرگ	Ls	Ls	Ls	Ls
پوشش نهان‌زادان	۱/۶۷	۱/۵	۱/۱۷	۱
شکستگی پوسته خاک	۴	۴	۴	۴

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص‌ها	بوته	گندمیان پایا	علفی پایا	خاک لخت
نوع و شدت فرسایش خاک	۴	۴	۴	۴
مواد رسوبی	۳/۶۷	۳/۶۷	۳/۵	۴
ناهمواری سطح خاک	۱/۶۷	۱/۳۳	۱/۱۷	۱
طبیعت سطح خاک	۴/۳۳	۴/۸۳	۴/۸۳	۵

نمونه‌برداری و مطالعات صحرایی: برای تعیین میزان صحت روش LFA، شاخص‌های پایداری، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی با استفاده از روش‌های صحرایی و آزمایشگاهی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند. به‌همین منظور از هریک از نواحی سنجه در هریک از قطعات اکولوژیک و فضای بین قطعات، ۱۰ نمونه خاک برداشت شد و به آزمایشگاه انتقال یافت.

پایداری: اندازه‌گیری میزان پایداری خاکدانه‌ها با روش الک تر (Angers & Mehuys, 1993, Kemper & Rosenau, 1986) انجام شد و کمیت آن به‌عنوان میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) از رابطه $MWD=\sum_{i=1}^{n} \bar{x}w_i$ محاسبه گردید که در آن، $\bar{x}$ میانگین قطر خاکدانه‌های باقی مانده بر روی هر الک و wi نسبت وزن خاکدانه‌های باقی مانده بر روی هر الک به وزن کل نمونه و تعداد الک‌ها می‌باشد.

نفوذپذیری: با استفاده از روش استقرار حلقه تکی فلزی در عرصه انجام شد (Bouwer, 1986). در این روش با استقرار یک حلقه فلزی با قطر ۱۵ سانتی‌متر درون ناحیه سنجش مورد نظر و با اندازه‌گیری میزان نفوذ آب در واحدهای زمانی ۵ دقیقه‌ای در یک بازه ۰/۵ ساعته، نفوذپذیری خاک برحسب میلیمتر در ساعت تعیین گردید.

چرخه عناصر غذایی: درصد کربن آلی خاک با استفاده از روش والکلی-بلاک (۱۹۳۴) اندازه‌گیری شد.

تجزیه‌وتحلیل آماری: شاخص‌های پایداری، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی براساس روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز و توسط نرم‌افزار LFA محاسبه گردید. سپس برای بررسی صحت شاخص‌های سطح خاک، بین نتایج به‌دست آمده از این روش و نتایج حاصل شده از روش‌های صحرایی و آزمایشگاهی، که هر دو این نتایج از نواحی سنجش مشترک به‌دست آمدند، با استفاده از نرم‌افزار MINITAB روابط رگرسیونی مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج

تعیین شاخص‌های سطح خاک به روش LFA: پس از ارزیابی لکه‌ها (بوته، علفی‌های پایا و گندمیان پایا) و فضای بین‌لکه‌ای (خاک لخت) با استفاده از روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز، شاخص‌های یازده‌گانه سطح خاک که بیانگر ویژگی‌های عملکردی (پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر) می‌باشند (جدول ۱) امتیازدهی شدند (جدول ۲). نتایج ارزیابی شاخص پایداری (جدول ۳) حکایت از آن دارد که میزان پایداری خاک در نواحی سنجه مربوط به فرم‌های بوته، گندمیان پایا و علفی‌های پایا به‌طور معنی‌داری از خاک لخت بیشتر است ($P<0/05$)؛ اما بین نواحی سنجه مربوط به بوته، گندمیان پایا و علفی‌های پایا، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های سطح خاک به روش LFA

تکرار	پایداری				نفوذپذیری				چرخه عناصر غذایی			
	بوته	گندمیان پایا	علفی پایا	خاک لخت	بوته	گندمیان پایا	علفی پایا	خاک لخت	بوته	گندمیان پایا	علفی پایا	خاک لخت
۱	۷۰^{a}	۷۰^{a}	۶۸/۵^{a}	۶۰^{b}	۴۲/۶^{a}	۳۰/۹^{b}	۲۹/۱^{b}	۲۵/۶^{b}	۴۱/۲^{a}	۱۶/۳^{b}	۱۴^{b}	۹/۳^{b}
۲	۷۵^{a}	۶۸/۵^{a}	۷۰^{a}	۶۰^{b}	۴۴/۴^{a}	۲۱/۱^{b}	۴۸/۱^{a}	۲۵/۶^{b}	۵۳/۸^{a}	۱۶/۳^{b}	۵۳/۸^{a}	۹/۳^{b}
۳	۶۷/۵^{a}	۶۷/۵^{a}	۶۷/۵^{a}	۶۰^{b}	۶۱/۵^{a}	۲۹/۱^{bc}	۳۷/۱^{c}	۲۵/۶^{b}	۴۱/۲^{a}	۱۸/۶^{b}	۱۶/۳^{b}	۹/۳^{b}
۴	۷۰^{a}	۶۸/۸^{a}	۶۵^{b}	۶۰^{c}	۴۲/۶^{a}	۲۸/۴^{bc}	۲۹/۱^{c}	۲۵/۶^{b}	۴۶/۲^{a}	۱۸/۶^{b}	۳۸/۵^{c}	۹/۳^{d}
۵	۷۰^{a}	۶۵^{b}	۷۰^{a}	۶۰^{c}	۴۲/۶^{a}	۲۸/۴^{bc}	۳۷/۱^{ac}	۲۵/۶^{b}	۴۱/۲^{a}	۱۶/۳^{b}	۲۵/۱^{c}	۹/۳^{b}
۶	۶۷/۵^{a}	۶۸/۸^{a}	۶۷/۵^{a}	۶۰^{b}	۴۴/۴^{a}	۲۸/۴^{b}	۵۷/۸^{c}	۲۵/۶^{b}	۶۱/۵^{a}	۱۶/۳^{b}	۲۵/۱^{c}	۹/۳^{b}
۷	۷۰^{a}	۷۲/۵^{a}	۷۰^{a}	۶۰^{b}	۴۲/۶^{a}	۲۸/۴^{bc}	۳۷/۱^{ac}	۲۵/۶^{b}	۴۱/۲^{a}	۱۶/۳^{b}	۲۵/۱^{c}	۹/۳^{b}
۸	۷۰^{a}	۶۸/۷^{a}	۶۸/۴^{a}	۶۰^{b}	۲۲/۸^{a}	۳۰/۹^{b}	۲۹/۱^{b}	۲۵/۶^{b}	۱۸/۶^{a}	۱۶/۳^{b}	۲۵/۱^{c}	۹/۳^{b}
۹	۶۷/۵^{a}	۷۰^{a}	۶۸/۵^{a}	۶۰^{b}	۲۱/۱^{a}	۲۹/۱^{bc}	۳۷/۱^{c}	۲۵/۶^{b}	۲۰/۹^{a}	۱۴^{b}	۱۴^{b}	۹/۳^{b}
۱۰	۷۲/۵^{a}	۶۷/۵^{a}	۶۸^{a}	۶۰^{b}	۶۱/۵^{a}	۲۹/۱^{b}	۲۹/۱^{b}	۲۵/۶^{b}	۴۶/۲^{a}	۱۴^{b}	۱۴^{b}	۹/۳^{b}
میانگین	۷۰^{a}	۶۸/۷۵^{a}	۶۸/۳۴^{a}	۶۰^{b}	۴۲/۶^{a}	۲۸/۴^{bc}	۳۷/۱^{ac}	۲۵/۶^{b}	۴۱/۲^{a}	۱۶/۳^{b}	۲۵/۱^{c}	۹/۳^{b}

حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد در هر گروه می‌باشد.

جدول ۴- نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های سطح خاک به روش آزمایشگاهی و صحرایی

تکرار	پایداری				نفوذپذیری				چرخه عناصر غذایی			
	بوته	گندمیان پایا	علفی پایا	خاک لخت	بوته	گندمیان پایا	علفی پایا	خاک لخت	بوته	گندمیان پایا	علفی پایا	خاک لخت
۱	۰/۵۱۲^{a}	۰/۱۹۸^{b}	۰/۲۶۷^{b}	۰/۰۶۸^{c}	۹/۳^{a}	۵/۵^{b}	۷/۴^{c}	۲/۹^{d}	۱/۰۲^{a}	۰/۶۷^{b}	۰/۸۱^{c}	۰/۲۳^{d}
۲	۰/۴۵۶^{a}	۰/۲۳۴^{b}	۰/۳۱۴^{b}	۰/۱۰۳^{c}	۹/۱^{a}	۵/۴^{b}	۶/۸^{c}	۳/۳^{d}	۰/۹۸^{a}	۰/۵۵^{b}	۰/۷۶^{c}	۰/۴۳^{d}
۳	۰/۴۷۹^{a}	۰/۱۶۷^{b}	۰/۴۵۶^{a}	۰/۱۱۲^{c}	۷/۹^{a}	۷/۱^{a}	۹/۲^{c}	۳/۱^{d}	۱/۱۲^{a}	۰/۳۴^{b}	۰/۸۹^{c}	۰/۱۲^{d}
۴	۰/۳۸۵^{a}	۰/۳۴۵^{a}	۰/۴۱۶^{a}	۰/۰۹۹^{c}	۸/۳^{a}	۶/۳^{b}	۶/۹^{b}	۳/۸^{d}	۰/۸۷^{a}	۰/۴۷^{b}	۰/۶۱^{c}	۰/۱۷^{d}
۵	۰/۴۵۶^{a}	۰/۲۶۱^{b}	۰/۴۷۶^{a}	۰/۰۸۱^{c}	۱۰/۴^{a}	۴/۹^{b}	۸/۱^{c}	۴/۲^{b}	۰/۹۱^{a}	۰/۳۶^{b}	۰/۷۷^{c}	۰/۲۲^{d}
۶	۰/۵۹۷^{a}	۰/۴۹۸^{b}	۰/۳۴۲^{b}	۰/۰۷۳^{c}	۷/۸^{a}	۵/۸^{b}	۵/۸^{b}	۳/۹^{d}	۰/۷۹^{a}	۰/۵۱^{b}	۰/۶۵^{c}	۰/۳۲^{d}
۷	۰/۵۳۵^{a}	۰/۳۵۵^{b}	۰/۳۱۴^{b}	۰/۱۳۵^{c}	۱۱/۱^{a}	۶/۵^{b}	۶/۹^{b}	۳/۲^{c}	۰/۸۳^{a}	۰/۶۱^{b}	۰/۶۹^{b}	۰/۰۹^{d}
۸	۰/۴۹۲^{a}	۰/۲۰۱^{b}	۰/۲۵۵^{b}	۰/۱۰۷^{c}	۹/۶^{a}	۴/۹^{b}	۷/۱^{c}	۳/۷^{d}	۰/۶۹^{a}	۰/۴۹^{b}	۰/۵۶^{b}	۰/۱۹^{d}
۹	۰/۴۲۲^{a}	۰/۴۲۷^{a}	۰/۳۸۷^{a}	۰/۱۹۵^{b}	۹/۹^{a}	۵/۱^{b}	۷/۷^{c}	۴/۳^{d}	۰/۹۲^{a}	۰/۵۸^{b}	۰/۶۹^{c}	۰/۳۵^{d}
۱۰	۰/۳۷۱^{a}	۰/۳۷۷^{a}	۰/۳۷۹^{a}	۰/۰۹۵^{b}	۸/۷^{a}	۵/۸^{b}	۸/۱^{a}	۳/۸^{d}	۱/۰۴^{a}	۰/۶۶^{b}	۰/۸۳^{c}	۰/۲۷^{d}
میانگین	۰/۴۷^{a}	۰/۳۱^{b}	۰/۳۶^{b}	۰/۱۱^{c}	۹/۲۱^{a}	۵/۷۳^{b}	۷/۴^{c}	۳/۶۲^{d}	۰/۹۲^{a}	۰/۵۲^{b}	۰/۷۳^{c}	۰/۲۴^{d}

حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد در هر گروه می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج ارزیابی شاخص نفوذپذیری (جدول ۳) بیانگر آن است که میزان نفوذپذیری خاک در نواحی سنجه مربوط به بوته به‌صورت معنی‌داری بیشتر از گندمیان پایا و خاک لخت است ($P<۰/۰۵$)؛ اما تفاوت معنی‌داری با علفی‌های پایا ندارد ($P>۰/۰۵$). نتایج (جدول ۳) نشانگر آن است که میزان نفوذپذیری خاک در نواحی سنجه مربوط به علفی‌های پایا به‌صورت معناداری بیشتر از خاک لخت است ($P<۰/۰۵$)؛ اما با گندمیان پایا تفاوت معنی‌داری ندارد ($P>۰/۰۵$). نتایج ارزیابی شاخص چرخه عناصر غذایی (جدول ۳) نشانگر آن است که میزان چرخه عناصر غذایی خاک به‌ترتیب بوته>علفی‌های پایا> گندمیان پایا> خاک لخت است و بین تمامی آنها تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۵$).

اندازه‌گیری صحرایی و آزمایشگاهی

پایداری: بر اساس نتایج به‌دست آمده (جدول ۴) میزان پایداری خاک در نواحی سنجه مربوط به بوته به‌صورت معنی‌داری بیشتر از گندمیان پایا، علفی پایا و خاک لخت می‌باشد ($P<۰/۰۵$).

نفوذپذیری: نتایج (جدول ۴) بیانگر آن است که میزان نفوذپذیری خاک به‌ترتیب بوته> علفی‌های پایا> گندمیان پایا>خاک لخت است و بین تمامی آنها تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۵$).

چرخه عناصر غذایی: بر اساس نتایج به‌دست آمده (جدول ۴) میزان درصد کربن آلی خاک به‌ترتیب بوته>علفی‌های پایا> گندمیان پایا> خاک لخت است و بین تمامی آنها تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۵$).

بررسی صحت ارزیابی شاخص‌های سطح خاک با روش LFA

با مقایسه نتایج حاصل از روش LFA با اندازه‌گیری‌های صحرایی و آزمایشگاهی و برقراری رابطه رگرسیونی میان نتایج این دو روش، میزان صحت نتایج روش LFA به‌دست آمد (جدول ۵).

جدول ۵- طبقات صحت‌سنجی شاخص‌های LFA نسبت به اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

طبقه	ضریب تعیین (R)	سطح اطمینان
صحت زیاد	R> ۰/۶	۰/۹۹
صحت متوسط	۰/۴ تا ۰/۶	۰/۹۹
صحت کم	۰/۲ تا ۰/۴	۰/۹۹
عدم صحت	R< ۰/۲	۰/۹۹

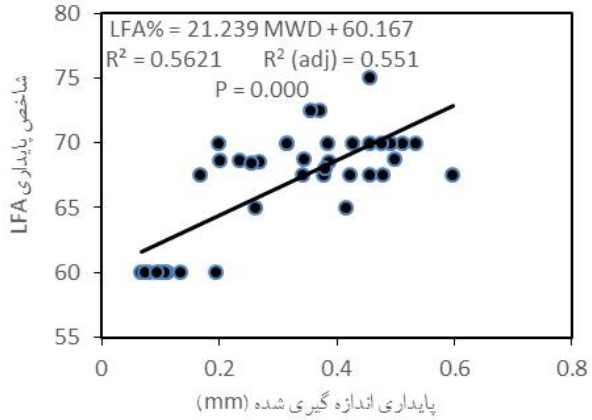
مقایسه شاخص پایداری روش LFA با پایداری خاک (MWD): با توجه به رابطه رگرسیونی برقرار شده (شکل ۲)، میزان تبعیت شاخص پایداری روش LFA نسبت به اندازه‌گیری‌های انجام شده، ۵۵/۱ درصد است.

مقایسه شاخص نفوذپذیری روش LFA با میزان نفوذپذیری اندازه‌گیری به روش استقرار حلقه تکی فلزی: با توجه به رابطه رگرسیونی برقرار شده (شکل ۳)، میزان تبعیت شاخص نفوذپذیری روش LFA نسبت به اندازه‌گیری‌های انجام شده، ۲۱/۹ درصد است.

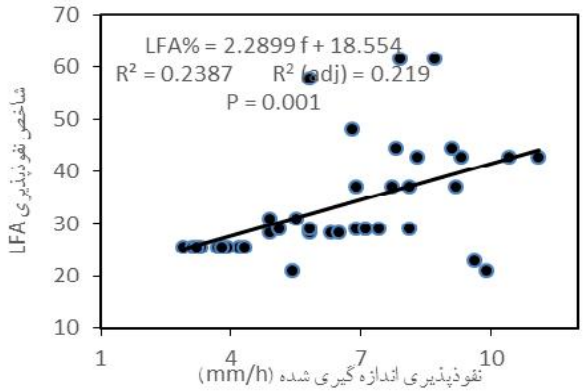
مقایسه شاخص چرخه عناصر غذایی روش LFA با درصد کربن آلی خاک: با توجه به رابطه رگرسیونی برقرار شده (شکل ۴)، میزان تبعیت شاخص چرخه عناصرغذایی روش LFA نسبت به اندازه‌گیری‌های انجام شده، ۴۸/۵ درصد می‌باشد.

Archive of SID

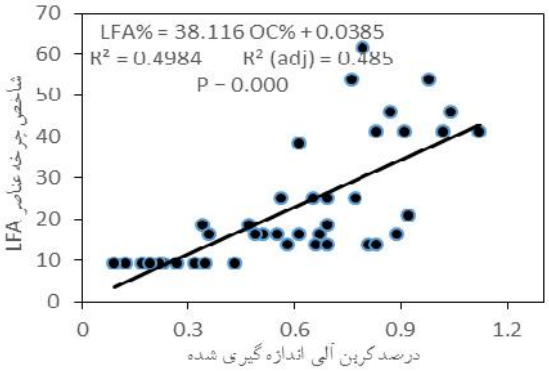
www.SID.ir



شکل ۲- رابطه رگرسیونی شاخص پایداری بین اندازه‌گیری آزمایشگاهی و روش LFA



شکل ۳- رابطه رگرسیونی شاخص نفوذپذیری بین اندازه‌گیری صحرایی و روش LFA



شکل ۴- رابطه رگرسیونی شاخص چرخه عناصر بین اندازه‌گیری آزمایشگاهی و روش LFA

بحث

این تحقیق، نشانگر آن است که روش LFA برای مطالعه سه شاخص پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی در منطقه مورد مطالعه از صحت کامل برخوردار نیست و میزان صحت برآورد شاخص‌های پایداری و چرخه عناصر غذایی در طبقه صحت متوسط و شاخص نفوذپذیری در طبقه صحت کم قرار دارد. البته لازم به ذکر است که این روش با چالش عدم صحت نیز مواجه نمی‌باشد. ملایی و همکاران (۱۳۹۱) در سه مکان از چهار مکان مورد بررسی در تحقیق‌شان به ضرایب معناداری دست یافتند و خاطرنشان کردند که Tongway و Hindley (۲۰۰۳ و ۲۰۰۴b) به‌ترتیب برای سایت مرتعی و سایت معدنی ضرایب تبیین ۶۳

www.SID.ir

و ۶۸ درصد در رابطه شاخص پایداری LFA و MWD و ضرایب تبیین ۶۴٪ و ۷۷٪ را در رابطه شاخص چرخه عناصر غذایی LFA و درصد کربن آلی خاک سطحی به‌دست آورده‌اند. Maestre و Puche (۲۰۰۹) و Holm و همکاران (۲۰۰۰) نیز نشان داده‌اند که ضرایب تبیین این روابط در طبقه درستی زیاد قرار دارد. رابطه رگرسیونی نشانگر ضریب تبیین ۵۵/۱ درصد در رابطه شاخص پایداری LFA و MWD، بیانگر بیشترین صحت در میان شاخص‌های سه‌گانه می‌باشد. Anari Lotfi و Heshmati (۲۰۰۹) نیز در منطقه امین‌آباد یزد ضریب تبیین شاخص پایداری LFA و شاخص پایداری خاک را ۵۹٪ به‌دست آورده‌اند. ازآنجایی‌که ضریب به‌دست آمده به مرز ۶۰ درصد یعنی طبقه صحت کامل قرابت زیادی دارد و با توجه به آنکه نمونه‌گیری صحرایی و کار آزمایشگاهی اندازه‌گیری پایداری خاکدانه‌ها نیازمند صرف وقت و هزینه زیادی است، کاربرد این روش را در منطقه مورد مطالعه برای اندازه‌گیری شاخص پایداری توصیه کرده‌اند. ضریب تبیین شاخص چرخه عناصر غذایی LFA با کربن آلی خاک در منطقه امین‌آباد یزد ۵۹٪ ارزیابی شده است (Lotfi Anari & Heshmati, 2009). در این تحقیق، ضریب تبیین رابطه شاخص چرخه عناصر غذایی خاک LFA و درصد ماده آلی خاک، ۴۸/۵ درصد به‌دست آمده و در طبقه صحت متوسط قرار می‌گیرد. با توجه به سهولت و ارزان بودن این روش، می‌توان آن را برای برآورد درصد ماده آلی خاک در منطقه مورد مطالعه توصیه کرد. شایان ذکر است که خشکسالی‌های سال‌های اخیر می‌تواند در صحت متوسط رابطه به‌دست آمده مؤثر بوده باشد. البته فراوانی گیاه *Peganum harmala* در مرتع مورد اشاره نشانگر چرای مفرط و وضعیت نامطلوب آن می‌باشد. به‌طوری‌که با افزایش شدت چرا و در اثر لگدکوبی دام، خلل و فرج خاک کاهش و خاک فشرده شده و جرم ظاهری آن افزایش می‌یابد (Javadi *et al.*,2016). ضریب تبیین رابطه شاخص نفوذپذیری LFA و نفوذپذیری اندازه‌گیری شده در این تحقیق (۲۱/۹ درصد) بیانگر صحت کم آن است، از این‌رو در منطقه مورد مطالعه قابل توصیه نمی‌باشد. به‌طورکلی کاربرد شاخص‌های روش LFA بیشتر برای مطالعات و تحقیقات با درجه حساسیت پایین قابل توجیه است و در تحقیقات با درجه حساسیت و دقت بالا و تحقیقاتی که از وقت و بودجه کافی برخورداراست، توصیه نمی‌شود.

منابع مورد استفاده

ترنج زر، ح.، عابدی، م.، احمدی، ع. و احمدی، ز.، ۱۳۸۸. ارزیابی وضعیت (سلامت) رویشگاه بوته ای کویر میقان. مرتع، ۲:۳، ۲۷۱-۲۵۹.

عبادی، م.، ارزانی، ح.، شهریاری، ا.، تانگ‌وی، د. و امین‌زاده، م.، ۱۳۸۵. ارزیابی ساختار و عملکرد قطعات گیاهی اکوسیستم مرتع در مناطق خشک و نیمه‌خشک. محیط شناسی، ۴:۳۲، ۱۲۶-۱۱۷.

قلیچ نیا، ح. ۱۳۸۲ . ارزیابی خصوصیات سطح خاک برای تعیین وضعیت رویشگاه‌های مرتعی، رساله دکتری تخصص رشته علوم مرتع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده منابع طبیعی.

قلیچ نیا، ح. ۱۳۸۳. ارزیابی ویژگی‌های سطح خاک برای تعیین وضعیت مرتع. سومین همایش ملی مرتع و مرتعداری ایران، ۲، ۵۷۷-۵۶۸.

مجتهدی،م.ر. و نیک نهاد – قرماخر،ح.، ۱۳۹۲. تأثیر تغییر کاربری اراضی مرتعی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک. مجموعه مقالات اولین همایش ملی مدیریت منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس.

مصداقی، م. و قبادی، م.، ۱۳۸۹. بررسی اثرات فعالیت‌های مدیریتی بر روی ساختار و عملکرد اکوسیستم مرتع (مطالعه موردی: مراتع استپی رودشور). اکوسیستم‌های طبیعی ایران، ۲:۱، ۱۲۱-۱۰۸.

ملائی، م.، بشری، ح.، بصیری، م. و مصدقی، م. ر.، ۱۳۹۱. بررسی کارآیی روش LFA برای ارزیابی پایداری و میزان ماده آلی خاک مراتع استپی و نیمه‌استپی استان اصفهان. مرتع، ۴:۶، ۳۵۶-۳۴۸.

Angers, D. A. and Mehuys, G. R., 1993. Aggregate stability to water. P 651-657, In: Carter M. R. (Eds), Soil Sampling and Methods of analysis. Lewis Publishers, Boca Raton.

Bartley, R., Roth, C. H., Ludwig, J., McJannet, D., Liedloff, A., Corfield, J., Hawdon, A. and Abbott,

Archive of SID

www.SID.ir

Maestre, F. T., Cortina, J. and Vallejo, R., 2006. Are ecosystem composition, structure and functional status related to restoration success? A test from semiarid Mediterranean steppes. Restoration Ecology, 14, 258–266.

Maestre, F. T. and Puche, M. D., 2009. Indices based on surface indicators predict soil functioning in Mediterranean semi-arid steppes. Applied Soil Ecology, 41: 342-350.

Mayor, A. G., 2008. El papel de la dinamica fuente-sumidero en la respuesta hidrologica, a varias escalas, de una zona mediterranea semiarida. Ph.D. Thesis. University of Alicante, 173 pp.

Mohammadi, A., Pashaei Avval, A., Mosavati, S. A. and Sadeghi, S. J., 2008. Qualitative land suitability evaluation for the main agronomic crops in Gonbad-e-Kavous, Northeast-Iran. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 14(5): 99-112.

Nelson, D. W. and Sommers, L. E., 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. 539-577, In: Page, A. L., Miller, R. H., Keeney, D. R. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph No. 9, American Society of Agronomy Inc., Madison.

Lotfi Anari, P. and Heshmati, Gh., 2009. Calibration of Landscape Function Analysis method in an arid cold-season rangeland ecosystem in central part of Iran (Case study: Mazraeamin rangeland, Yazd province). Iranian journal of Range and Desert Research, 16(3): 386-400.

Pellanet M., Shaver, P. A. and Pyke D. A., 2000. Interpreting Indicators of Rangeland Health, Version3. Interagency Technical Reference 1734-6. Denver: United States Department of the Interior–Bureau of Land Management, National Science and Technology Center.

Pyke D. A., Herrick J. E. and Shaver, P., 2002. Rangeland health attributes and indicator for qualitative assessment. Journal of Range Management, 55: 584–597.

Reynolds, J. F., Maestre, F. T., Kemp, P. R., Stafford-Smith, D. M. and Lambin, E., 2007b. Natural and human dimensions of land degradation in drylands: causes and consequences: 247-258. In: Canadell, J., Pataki, D., Pitelka, L. F. (Eds.), Terrestrial Ecosystems in a Changing World. Springer-Verlag, Berlin, 336p.

Rezaei, S. A. and Arzani, H., 2007. The use of soil surface attributes in rangelands capability assessment, Iranian Journal of Range and Desert Research. 14: 232-248.

Thompson, D. B., Walker, L. R., Landau, F. H. and Stark, L. R., 2005. The influence of elevation, shrub species, and biological soil crust on fertile islands in the Mojave Desert, USA. Journal of Arid B., 2006. Runoff and erosion from Australia's tropical semi-arid rangelands: influence of ground cover for differing space and time scales. Hydrology Processes, 20: 3317–3333.

Bouwer, H., 1986. Methods of Soil Analysis. 825-843 In: A. Klute, (Eds.) ASA Monograph 9. ASA. Madison, WI.

Cortina, J., Maestre, F. T., Vallejo, R., Baeza, M. J., Valdecantos, A. and Pe rez-Devesa, M., 2006. Ecosystem structure, function, and restoration success: are they related?. Journal of Natural Conservation, 14:152–160.

Derbel, S., Cortina, J. and Chaieb, M., 2009. Acacia saligna plantation impact on soil surface properties andvascular plant species composition in Central Tunisia. Arid Land Research and Managemen, 23: 28-46.

Ghodsi,M., Mesdaghi, M.and Heshmati,Gh.A. 2011. Effect of different growth forms on soil surface features (Case study: Semi-steppe rangeland, Golestan National Park). Pajouhesh & Sazandegi, 93:63-69.

Ghelichnia, H., Heshmati, Gh. A. and haich, M. R., 2008. The compare of assessment rangeland condition with soil properties method and 4 factors method in shrublands of Golestan National Park. Pajouhesh & Sazandegi, 78: 41-50.

Heshmati, Gh. A., Amirkhani, M., Heydari, Q. and Hosseini, S. A., 2007. Qualitative assessment of ecosystems potential at Gomishan area of Golestan province by using landscape function indices. Journal of Rangeland. 1(2): 1.3-115.

Holm, A. M., Bennett, L. T., Loneragan, W. A. and Adams, M. A., 2000. Relationships between empirical andnominal indices of landscape function in the arid shrubland of Western Australia. Journal of Arid Environments, 50: 1-21.

Javadi, S. A., Khatibi Baneh, S., Arzani, H. and Saedi, K., 2016. Effects of long-term exclosure on soil in rangeland ecosystem using the LFA method Case study: Saral rangelands of Kurdistan province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 22 (4): 821-829.

Kemper, W. D. and Rosenau, R. C., 1986. Aggregate stability and size distribution. P 425-442, In: A. Klute (ed), Methods of Soil Analysis, Part 1. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

Maestre, F. T and Cortina, J., 2004. Insights into ecosystem composition and function in a sequence of degraded semiarid steppes. Restor. Ecology, 12, 494–502.

Maestre, F. T. and Cortina, J., 2006. Ecosystem structure and soil surface conditions drive the variability in foliar d13C and d15N of Stipa tenacissima in semiarid Mediterranean steppes. Ecology Research, 21, 44–53.

Archive of SID

www.SID.ir

Environment, 61, 609–629.
Tongway, D. J. and Hindley, N., 2004a. Landscape function analysis: a system for monitoring rangeland function. African Journal of Range and Forage Science, 21(2): 109-113.
Tongway, D. J. and Hindley, N. L., 2004b. Landscape function analysis: procedures for monitoring and assessing landscapes with special reference to mine sites and rangelands, Version 3.1. Published on CD by CSIRO Sustainable Ecosystems, Canberra, Australia.158 p.
Tongway, D. J. and Hindly, N. L., 2003. Indicators of ecosystem rehabilitation success: stage two, verification of EFA indicators. Final report to the Australian centre for mining environmental research. Produced by the centre for mined Land rehabilitation, University of Queensland, Brisbane, and CSIRO sustainable ecosystems, Canberra, Australia, 66p.
Tongway, D. J. and Hindley, N., 2000. Assessing and monitoring desertification with soil indicators. 89–98:In Arnalds, O., Archer, S. (Eds.), Rangeland Desertification. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
Whitford, W. G., 2002. Ecology of Desert Systems. Academic Press, London.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation on the validity of soil surface indicators assessment using LFA method (Case study: western rangelands of Gonbadekavous city)

E. Keykha[1] and H. Niknahad Gharemakher[2*]

1-Former M.Sc. Student in Range Management, Department of Natural Resources, Gonbadekavous University, Iran

2*-Corresponding author, Assistant Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: hamidniknahad@yahoo.com

Received:12/18/2015 Accepted:7/4/2016

Abstract

The Landscape Function Analysis (LFA) is a new method for rangelands analysis based on ecosystem performance indices. Determining the validity and accuracy of evaluation methods to achieve better and more accurate results as well as determining their efficiency in different regions is of great importance. The purpose of this study was to determine the validity and efficiency of LFA method in winter rangelands of Gonbade-kavoos city in Golestan province. For this purpose, after identification of patches and inter–patches, the LFA indices (infiltration, stability, soil nutrient cycling), were determined in the field using 11 soil surface parameters with 10 replications. The rate of soil infiltration was determined using a single metal ring in the field, while the soil stability and organic carbon were determined by wet sieving and Walky-Black methods, respectively. The level of compliance of indices provided by the LFA method from field and laboratory measurements was considered as the basis for the validity of these indices. The results demonstrated that stability and soil nutrient cycling indices (R= 0/551 and R= 0.485), had fair validity (R= 0.4 – 0.6) and their use in rangeland management of the study area is recommended. Soil infiltration index (R= 0.219) had a low validity (R= 0.2 – 0.4), therefore, its application in rangeland management of the study area is not recommended.

Keywords: LFA, infiltration, stability, soil nutrient cycling.

Archive of SID

www.SID.ir