فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۱۶، شمارهٔ ۳، صفحهٔ ۴۰۰-۳۸۶ (۱۳۸۸)

تطبیق روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم انداز در اکوسیستم مرتعی ییلاقی خشک در مناطق مرکزی ایران (مطالعه موردی: مرتع مزرعه امین، استان یزد)

پیمان لطفی اناری[1*] و غلامعلی حشمتی[2]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
پست الکترونیک: peyman.lotfi@yahoo.com

۲- استاد گروه مرتع‌داری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۲/۲۰ تاریخ پذیرش:۸۸/۰۴/۲۷

چکیده

استفاده از روشهای نوین پایش اکوسیستم‌های مرتعی از ضروریات مطالعات اکولوژیک است. یکی از روشهای نوین پایش اکوسیستم مرتعی، روش LFA می‌باشد که پایه‌ریزی اصول و عوامل ارزیابی سطح خاک این روش منطبق با شرایط اکولوژیک کشور استرالیا صورت گرفته است. هدف از این مطالعه ارائه LFA تطبیق داده شده در یک اکوسیستم مرتعی خشک واقع در ناحیه مرکزی ایران با متوسط بارندگی سالیانه ۱۸۸ میلی‌متر می‌باشد. در روش LFA، به منظور دستیابی به عوامل سطح خاک (شاخص نفوذپذیری، پایداری و چرخه عناصر غذایی) از امتیازات داده شده به ۱۱ عامل سطح خاک استفاده می‌شود. به منظور تطبیق روش LFA ارزیابی سطح خاک اکوسیستم مرتعی با استفاده از روش LFA با ۱۰ تکرار صورت گرفت. سپس تجزیه و تحلیل حساسیت امتیازات ۱۱ عامل انجام گرفت و عوامل بافت خاک و نوع و شدت فرسایش با کمترین حساسیت از روش LFA حذف شده و عامل سنگریزه موجود در سطح خاک به آن اضافه گردید (LFA تطبیق داده شده). صحت شاخصهای سطح خاک ارائه شده توسط روش LFA و روش LFA تطبیق داده شده از طریق اندازه‌گیریهای صحرایی وآزمایشگاهی تعیین گردیده و مقایسه شدند. نتایج نشان داد که صحت شاخصهای سطح خاک روش LFA در طبقه صحت متوسط (۰/۶-۰/۴ :R) و صحت شاخصهای سطح خاک روش LFA تطبیق داده شده در طبقه صحت کامل (R>۰/۶) قرار دارند. این نتیجه بیانگر کارایی بیشتر روش اصلاح شده CLFA (تطبیق داده شده) نسبت به روش LFA برای کاربرد در منطقه مورد مطالعه و نواحی مشابه آن می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: LFA، صحت، اکوسیستم‌های مرتعی، CLFA

مقدمه

۹۰ درصد مراتع ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارند. بارندگی کم و با نوسانهای شدید مشخصه اصلی اکوسیستم‌های مرتعی موجود در مناطق یادشده می‌باشد (مصداقی، ۱۳۸۲). از سوی دیگر، مدیریت اکوسیستم‌های مرتعی واقع شده در این مناطق بسیار حساس است، زیرا به علت شرایط اکولوژیکی و اقلیمی، آسیب‌پذیری این نواحی در مقایسه با اکوسیستم‌های

مرتعی نواحی مرطوب و نیمه‌مرطوب بسیار زیاد بوده و در صورت تخریب در پی بهره‌برداری بی‌رویه و غیراصولی، احیای آنها نیازمند زمان طولانی و در پاره‌ای از موارد غیر قابل دسترس است. جهت اعمال مدیریت علمی و صحیح بر اکوسیستم‌های مرتعی، داشتن اطلاعاتی از اکوسیستم به‌عنوان شاخصهای سلامت[1] و کارکرد اکوسیستم[2] مورد نیاز است. روشهای ارزیابی وضعیت و گرایش اکوسیستم مرتعی در ایران عمدتاً به صورت کیفی یا نیمه‌کمی هستند (مقدم، ۱۳۸۶) و در آنها تنها بخش زنده اکوسیستم (گیاه) مورد پایش قرار می‌گیرد و اجزای غیر زنده اکوسیستم مرتعی و فرایندهای بین آنها ارزیابی نمی‌شوند. این مسائل در پایش مراتع در سطح جهان به‌نحوی مشابه وجود داشت. پایش مراتع به‌نوعی توصیفی و محدود به شواهدی بود که از بخش زنده اکوسیستم‌های مرتعی مبتنی بر نظریه توالی گیاهی بدست می‌آمد (Golley, 1977). روشهای متداول روشهایی بودند که به میزان گسترده‌ای وابسته به تنها کاربری فعلی بوده و تولید علوفه مهمترین رکن خروجی آنها بود (Tongway & Hindly, 2004).

عملکرد اکوسیستم‌های مرتعی خشک و نیمه‌خشک دنیا به طور گسترده‌ای تحت‌تأثیر فرایندهای اکولوژیکی و هیدرولوژیکی[3] و پس‌خورها[4] و واکنشهای این دو بخش در مقیاس‌های مختلف می‌باشد(Noy- Meir, 1973، Wilcox & Newman, 2005، Ludwig *et al.*, 1999).

رابطه بین فرایندهای هیدرولوژیکی و پوشش گیاهی به‌ویژه در محیط‌های با محدودیت آب[5] تنگاتنگ است، خصوصاً این که الگوهای پوشش گیاهی در این گونه رژیم‌های رطوبتی ترکیبی از قطعات اکولوژیک[6] با زیست‌توده زیاد و فضاهای بین قطعات[7] می‌باشد(Saco *et al.*, 2007).

مکانیسم رواناب/ نفوذ محرکه‌ای برای یک پس‌خور مثبت در اکوسیستم است که همان افزایش رطوبت برای قطعات اکولوژیک گیاهیست و در نهایت سبب تقویت الگوهای پوششی[8] می‌گردد (Puigdefabregs, 2005 ، Turnbull *et al*., 2008 ،Wilcox & Newman, 2005).

براساس موارد ذکر شده الگوهای پوششی فضای بین قطعات و قطعات حاصلخیز نقش مهمی را در تعیین میزان رواناب و رسوبات یک اکوسیستم مرتعی به خصوص در نواحی خشک و نیمه‌خشک ایفا می‌کنند (Cammeraat, 2004، 2004 , Prinson & Imenson).

عدم توجه روشهای ارزیابی مرتع موجود در ایران به مسائل هیدرولوژیکی و خاکی اکوسیستم مرتعی که از مؤلفه‌های اصلی یک اکوسیستم مرتعی است، از معایب موجود در ارزیابی اکوسیستم‌های مرتعی می‌باشد. براساس مطالب ذکر شده فرایندهای هیدرولوژیکی یک اکوسیستم مرتعی نقش بسزایی در توزیع مجدد منابع و تولید رواناب و نفوذپذیری دارند. همان‌گونه که ذکر گردید این فرایندها خود متأثر از الگوی مکانی قطعات اکولوژیک و فضاهای بین قطعات می‌باشند و از سوی دیگر دارای تأثیر مستقیم بر این الگوها می‌باشند. بدین‌معنی که تعیین‌کننده میزان

1 - Health Indicators
2 - Ecosystem Function
3 - Ecological and Hydrological processes
4 - Feedbacks
5 - Water limited enviroment
6 - Patch
7 - Interpatch
8- Vegetation patterns

رشد، شادابی، زادآوری، تراکم، تاج پوشش و دیگر مؤلفه‌های پوشش گیاهی هستند که در علم مرتع‌داری مورد توجه بوده و اعمال مدیریت صحیح بر آنها هدف نهایی می‌باشد. حال آنکه روشهای ارزیابی مراتع در ایران به بررسی کمی و دقیق فرایندهای اکوهیدرولوژیکی نپرداخته و عملاً بخشی از اکوسیستم در پایش مراتع مورد ارزیابی قرار نمی‌گیرد و تأثیر این بخش در حاصلخیزی اولیه یک اکوسیستم کاملاً مشهود است. به عنوان مثال, Caylor *et al.* (2006) بیان نمودند که الگوهای پوشش‌گیاهی با توجه به توزیع مجدد عوامل کلیدی غیر زنده چون انرژی، آب و عناصر غذایی در مسیرهای مهمی که در ارتباط با پویایی جامعه در بعد مکان و زمان هستند، تعیین می‌شوند. به منظور ارزیابی پوشش گیاهی و عوامل خاکی روشهایی چون روش سلامت مرتع در آمریکا و روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم‌انداز (Tongway, 1994) در استرالیا مورد استفاده قرار گرفتند.

روش LFA[9] بطور گسترده‌ای جهت پایش اکوسیستم‌های مرتعی در اقلیم‌های مختلف از مراتع خشک طبیعی سرتاسر استرالیا (Tongway & Smith, 1989، Tongway & Hindly, 1995 و *et al.*, 1999 Ludwig,) تا جنگلهای بارانی مجاور استوا در اندونزی با بارش سالانه ٤٠٠٠ میلی‌متر (Tongway & Hindly, 2003) و در انواع کاربری از بهره‌برداری سنتی مراتع (حشمتی، ۱۹۹۷) تا مراتع معدن کاوی شده (Tongway & Hindly, 2003) و اکوسیستم‌هایی به منظور حفاظت از تنوع زیستی بکار گرفته شده است (Tongway & Hindly, 2004). همچنین پژوهشگرانی در آفریقا، خاورمیانه، اروپای جنوبی و آسیا نیز این روش را مورد استفاده قرارداده‌اند (Tongway & Hindly, 2004). (Tongway & Hindly, 2000)، روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم انداز را از طریق پروژه‌ای برای مراتع معدن کاوی شده تحت حمایت مرکز تحقیقات زیست‌محیطی مناطق معدن کاوی استرالیا انجام داده‌اند.

روش LFA توسط محققان بسیاری در کشور ایران، در سالهای اخیر جهت بررسی و تجزیه و تحلیل اکوسیستم‌های مرتعی مورد استفاده قرار گرفته است. طویلی (۱۳۸۱) به منظور مقایسه عملکرد اکوسیستم مرتعی، قلیچ نیا و همکاران (۱۳۸۳) برای تعیین سه ویژگی عملکردی اکوسیستم در دو رویشگاه علفزار و بوته‌زار، عابدی و ارزانی (۱۳۸۵)، برای بررسی تأثیر فعالیت‌های مدیریتی بر روی ویژگیهای سلامت مرتع، حشمتی و همکاران (۱۳۸۵) جهت تعیین توان و توانمندی بالقوه اراضی مرتعی، حشمتی و همکاران (۱۳۸٦) برای معرفی توانمندی داخل و خارج قرق از روش LFA استفاده نمودند.

(Tongway & Hindly, 2001-2003) برای اثبات صحت شاخصهای ارائه‌شده توسط روش LFA، پروژه‌ای تحت عنوان بررسی صحت شاخصهای سطح خاک LFA با کمک مؤسسه CSIRO[10] و دانشگاههای کوئینزلند و وسترن استرالیا[11] انجام دادند. در این پروژه میزان تبعیت شاخصهای سطح خاک روش LFA از اندازه‌گیریهای صحرایی و آزمایشگاهی به‌عنوان صحت داده‌ها در نظر گرفته شد که در بیشتر موارد در طبقه صحت کامل قرار گرفتند. هدف از این تحقیق تطبیق روش LFA با شرایط اقلیمی و اکولوژیکی اکوسیستم مرتعی مرتع مزرعه امین،

9 - Landscape Function Analysis

10 - Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization

11- Queensland and Western Australia

در منطقه ندوشن استان یزد واقع در ناحیه خشک مرکزی ایران است.

مواد و روشها

موقعیت جغرافیایی منطقه: عرصه مطالعاتی در مرتع ییلاقی مزرعه امین در فاصله ۷۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان یزد، بین طولهای جغرافیایی″ ٤ ′ ٤٣ °٥٣ و ″٥٠ ′٤٧ °٥٣ و عرض‌های جغرافیایی″٨٥ ′٤٦ °٣١ و ″ ٢٣ ′٤٩ °٣١ قرار گرفته است. حداکثر ارتفاع عرصه منطقه مورد مطالعه ۱۹۰۰ متر و حداقل آن ۱۵۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. متوسط شیب عمومی منطقه ۷ درصد می‌باشد. میزان بارندگی سالیانه منطقه در یک دوره ۳۰ ساله ۱۸۸میلی‌متر است. حداکثر درجه حرارت ٣٦ درجه سانتی‌گراد در تیرماه و حداقل آن ۱۵- درجه سانتی‌گراد در بهمن‌ماه گزارش شده است. فصل بهره‌برداری از تاریخ ۲/۱۵ لغایت ٦/١٥ هر سال می‌باشد. خاک عرصه دارای بافت شنی لومی[12] بوده و ساختمان آن دارای دانه‌بندی نسبتاً درشت است. سنگ و سنگریزه در سطح خاک عرصه قابل رؤیت است. عمق خاک با توجه به مناطق مختلف بین ۷۰-۳۰ سانتی‌متر متغیر است. برخی گونه‌های گیاهی منطقه عبارتند از:

Artemisia sieberi, Artemisia aucheri, Agropyron deserteron, Stipa barbata, Astragalus achrochlarus, Astragalus candolleanus, Iris songarica, Scariola orientalis.

همچنین تیپ غالب منطقه درمنه-گون می‌باشد.

روش مطالعه

از روش LFA با ۱۰ تکرار در عرصه مطالعاتی استفاده گردید. به ازای هر مرتبه استفاده از روش LFA، ۲ ترانسکت ۵۰ متری در جهت حرکت عمومی مواد رسوبی مستقر گردید. در چشم‌انداز منطقه مرجع ۳ نوع قطعه اکولوژیک و نیز فضای بین قطعات (خاک لخت) مشخص شدند. سپس در هر مرتبه بکارگیری روش LFA، ۵ تکرار از هر نوع قطعه اکولوژیک و نیز فضای بین قطعات انتخاب شده و در هر کدام، ۱۱ عامل سطح خاک مورد ارزیابی قرار گرفتند. عوامل ارزیابی سطح خاک روش LFA عبارتند از: پوشش خاک، طوقه گندمیان چند ساله و پوشش علفی درختان و بوته‌ها، پوشش لاشبرگ، منشأ و تجزیه، پوشش نهان‌زادان، شکستگی پوسته، نوع و شدت فرسایش، مواد رسوبی، ناهمواریهای سطح خاک، مقاومت به تخریب، آزمایش پایداری در برابر رطوبت، بافت خاک.

داده‌های صحرایی و آزمایشگاهی: ارزیابی سطح خاک در روش LFA منجر به ارائه ۳ شاخص نفوذپذیری، چرخه عناصر و پایداری خاک می شود. هر یک از شاخصهای سه‌گانه سطح خاک توسط اندازه‌گیریهای صحرایی و آزمایشگاهی به صورت زیر تعیین شدند.

نفوذپذیری: در عرصه مرتعی نفوذپذیری خاک (میلی‌متر در ساعت) در هر یک از انواع قطعات اکولوژیک و فضای بین قطعات با استفاده از روش استقرار حلقه تکی فلزی (Bouwer, 1986) تعیین گردید. در این تحقیق از حلقه تکی فلزی با قطر ۱۵ سانتی‌متر استفاده شد. به ازای هر کدام از انواع قطعات اکولوژیک و فضای بین قطعات، ۱۰ مرتبه حلقه تکی فلزی در عرصه مستقر گردید.

پایداری: پایداری خاکدانه‌های موجود در خاک در سطح ۱ تا ۳ سانتی‌متر، به‌عنوان شاخصه اصلی پایداری خاک با استفاده از روش امرسون[13] تعیین گردید. جهت

12- Sandy loam

13 - Emerson Aggregate Test

استفاده از این روش ابتدا ۳-۲ عدد خاکدانه خشک با قطر ۵ تا ۱۰ میلی‌متر از هر نمونه خاک انتخاب شده و در داخل ظرف آزمایشگاهی محتوی ۷۵ میلی لیتر آب مقطر قرار داده شد. نمونه‌ها پس از گذشت ۲ ساعت جهت تعیین پایداری خاکدانه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. در همان مناطقی که روش LFA در منطقه مرتعی بکار برده شده بود (۱۰ تکرار)، از هر یک از انواع قطعات اکولوژیک و فضای بین قطعات (خاک لخت) نمونه‌برداری از خاک سطحی انجام گرفته و پایداری خاکدانه‌ها تعیین گردید.

چرخه عناصر غذایی: در این بخش، کربن آلی[14] خاک به‌عنوان شاخصه اصلی چرخه عناصر خاک اندازه‌گیری شد. جهت تعیین کربن آلی از روش اکسیداسیون تر (Walky & Black, 1934) استفاده شد که درصد وزنی کربن آلی خاک را تعیین می‌کند. در مناطقی که ارزیابی سطح خاک با استفاده از ۱۱ پارامتر روش LFA در منطقه مرتعی مورد مطالعه انجام شد (با ۱۰ تکرار)، در انواع قطعات اکولوژیک و فضای بین قطعات نمونه‌برداری از سطح ۱ تا ۳ سانتی‌متری خاک انجام گرفته و نمونه‌های خاک به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در مجموع ٤٠ نمونه خاک از عرصه جمع‌آوری و کربن آلی آنها با استفاده از روش اکسیداسیون تر مشخص گردید.

تجزیه و تحلیل آماری: تعیین عوامل ارزیابی سطح خاک روش LFA به‌عنوان عوامل نشان‌دهنده ویژگیهای سطح خاک و نحوه امتیازدهی به آنها منطبق با شرایط اکولوژیکی، اقلیمی و خاکی کشور استرالیا صورت گرفته است. به منظور پی بردن به توانایی عوامل یازده‌گانه در ارزیابی صحیح ویژگیهای اکوسیستم مرتعی خشک مورد مطالعه واقع در منطقه مرکزی ایران، آنالیز حساسیت آنها صورت گرفت. بدین منظور عوامل فوق از لحاظ تفاوت امتیازاتی که در عرصه به انواع قطعات اکولوژیک و فضای بین قطعات قائل می‌شوند، مورد بررسی قرار گرفتند. بر همین اساس ضریب تغییرات[15] تمام امتیازات داده شده به عوامل ارزیابی سطح خاک در۱۰ مرتبه بکارگیری روش LFA، در انواع قطعات اکولوژیک و فضای بین قطعات با استفاده از نرم‌افزار EXCEL محاسبه گردید. سپس میزان حساسیت عوامل یازده‌گانه تعیین شد. به این معنی که عوامل با بیشترین ضریب تغییرات به‌عنوان بهترین عاملها جهت کمی کردن شواهد موجود در عرصه معرفی شدند (حساسترین عاملها) و عوامل با کمترین ضریب تغییرات به‌عنوان مواردی با کمترین توانایی جهت کمی کردن شواهد موجود در عرصه (غیر حساسترین عاملها) شناسایی شدند. سپس ارزیابی سطح خاک با استفاده از عوامل یازده‌گانه انجام شد و سه شاخص سطح خاک (نفوذپذیری، چرخه عناصر غذایی، پایداری) تعیین شد.

با برقراری روابط رگرسیونی بین شاخصهای سطح خاک بدست آمده از روش LFA و داده‌های صحرایی و آزمایشگاهی، میزان R (ضریب تعیین روابط رگرسیون) تعیین شده و سپس میزان صحت آنها با استفاده از مبنای ارائه شده توسط Tongway & Hindly, (2003)، تعیین گردید. بر این اساس ضریب تعیین روابط رگرسیون بالاتر از ۰/٦ صحت زیاد، بین ۰/٤ تا ۰/٦ صحت متوسط، بین ۰/۲ تا ۰/٤ صحت ضعیف و زیر ۰/۲ فاقد صحت معرفی می‌شوند.

14 - Organic Carbon

15 - Coefficient of Variation

نتایج

آنالیز حساسیت عوامل ارزیابی سطح خاک روش LFA: بدین منظور ضریب تغییرات تمام امتیازات داده شده به انواع قطعات اکولوژیک و فضای بین قطعات تعیین شد. ضریب تغییرات عوامل یاد شده در جدول ۱ بیان گردیده است.

جدول ۱- ضریب تغییرات امتیازات داده شده به عوامل ارزیابی سطح خاک LFA

عامل	ضریب تغییرات	عامل	ضریب تغییرات
پوشش خاک	۰/۳۷۷۲۳	مواد رسوبی	۰/۱۳۸٦
پوشش لاشبرگ، منشأ و تجزیه	۰/٤۷۲٤۷	ناهمواری های سطح خاک	۰/۲۱۳۰
پوشش نهانزادان	۱/۰٤۲۸	مقاومت به تخریب	۰/۲٥٦۷
شکستگی پوسته	۰/۲۲٥۰	آزمایش پایداری در برابر رطوبت	۰/۳٥۰۳
نوع و شدت فرسایش	۰/۱۳۷۷	بافت خاک	۰/۱۳٦٤

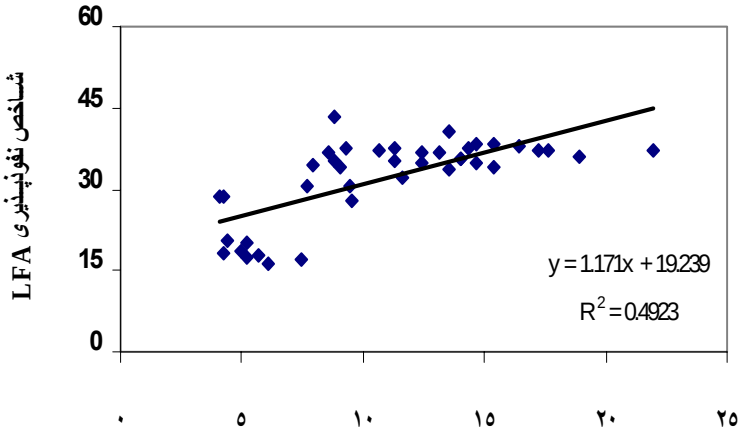
براساس ضریب تغییرات محاسبه شده، عامل بافت خاک (۰/۱۳٦٤) و نیز عامل نوع و شدت فرسایش(۰/۱۳۷۷) به‌ترتیب کمترین ضریب تغییرات را در عرصه مرتعی مورد مطالعه دارا بودند و به‌عنوان غیرحساسترین عاملها انتخاب شدند. عامل پوشش نهانزادان (۱/۰٤۲۸) و در مرتبه بعدی عامل پوشش لاشبرگ، منشأ و تجزیه (۰/٤۷۲٤۷)، با داشتن بیشترین ضریب تغییرات به‌عنوان حساسترین عوامل ارزیابی سطح خاک تعیین گردیدند.

نتایج تعیین شاخصهای سطح خاک توسط عوامل یازده‌گانه: در منطقه مرتعی مورد مطالعه، ۳ نوع قطعه اکولوژیک و ۱ نوع فضای بین‌قطعه‌ای شناسایی گردید. قطعات اکولوژیک عبارتند از: بوته، علف گندمی و ایریس و فضای بین قطعات همان خاک لخت می‌باشد. براساس نتایج بدست آمده از روش LFA، در شاخص پایداری، قطعه اکولوژیک ایریس بیشترین مقدار را دارا بوده (میانگین ٦٥/۲ درصد) و پس از آن به‌ترتیب قطعات اکولوژیک بوته (میانگین ٦۱/۲ درصد) و علف گندمی (میانگین ۷٥/۰۷ درصد) و خاک لخت (میانگین ٤۸/٥٤ درصد) قرار دارند. در شاخص نفوذپذیری، قطعه اکولوژیک ایریس (میانگین ۳۷/۱ درصد) بیشترین مقدار را دارا بوده و پس از آن به‌ترتیب قطعات اکولوژیک بوته (میانگین ۳٥ درصد) و علف گندمی (میانگین ۳٤/۷۷ درصد) و خاک لخت (میانگین ۲۰/۳۷ درصد) قرار دارند. در شاخص چرخه عناصر غذایی خاک، قطعه اکولوژیک بوته بیشترین مقدار را دارا بوده (میانگین ۳٥/۰۲ درصد) و پس از آن به‌ترتیب قطعات اکولوژیک ایریس (میانگین ۳۰/۳۹ درصد) و علف گندمی (میانگین ۳۰/۳۹ درصد) و فضای بین قطعات خاک لخت (میانگین ۱۱/٥۹ درصد) قرار دارد.

داده‌های صحرایی و آزمایشگاهی خاک

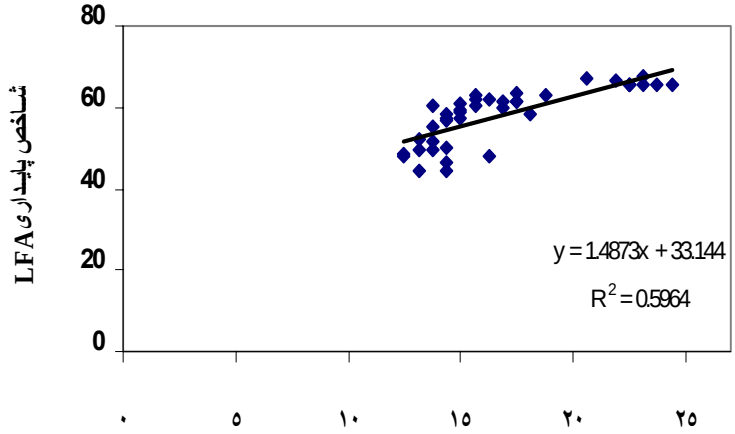
نفوذپذیری: براساس نتایج بدست آمده قطعه اکولوژیک ایریس دارای بیشترین نفوذپذیری (میانگین۱٦/۱۰ میلیمتر بر ساعت) و پس از آن قطعات اکولوژیک بوته (میانگین۱۳/۳۳ میلیمتر بر ساعت) و علف گندمی (میانگین۸/۹۸ میلیمتر بر ساعت) قرار دارند. همچنین خاک لخت دارای کمترین نفوذپذیری (میانگین٥/۱٦ میلی‌متر بر ساعت) می‌باشد.

پایداری: بر اساس نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری پایداری خاکدانه‌ها قطعه اکولوژیک ایریس دارای بیشترین پایداری (میانگین ۲۲/۲۵ درصد) و پس از آن قطعات اکولوژیک بوته (میانگین ۱۶/۷۵ درصد) و علف گندمی (میانگین ۱٤/٥٦ درصد)، با اختلاف زیاد قرار دارند. همچنین خاک لخت دارای کمترین پایداری (میانگین ۱۳/٦۹ درصد) می‌باشد.



شکل۱- میزان تبعیت شاخص نفوذپذیری LFA از مقادیر اندازه‌گیری شده

میزان تبعیت شاخص پایداری LFA از داده‌های موجود (R)، ٪ ٥۹/٦ می‌باشد که در شکل ۲ نشان داده شده است.



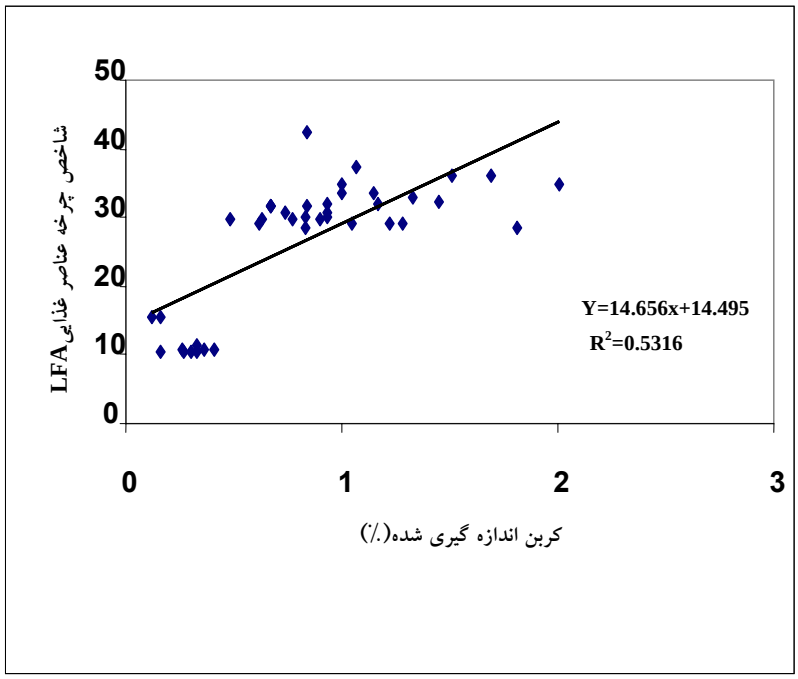
شکل۲- میزان تبعیت شاخص پایداری LFA از مقادیر اندازه‌گیری شده

چرخه عناصرغذایی: میزان کربن آلی خاک در قطعه اکولوژیک بوته (میانگین ۰/۷٥٤ درصد وزنی) بیشترین مقدار را دارا بوده و پس از آن به‌ترتیب قطعات اکولوژیک ایریس (میانگین ۰/٥۳٤ درصد وزنی) و علف گندمی (میانگین

۰/۵۱۳ درصد وزنی) و خاک لخت (میانگین ۰/۱۵۶ درصد وزنی) قرار دارند.

صحت ارزیابی شاخصهای سطح خاک در روش LFA: براساس نتایج برقراری رابطه رگرسیون خطی بین شاخص نفوذپذیری LFA و نفوذپذیری اندازه‌گیری شده، میزان تبعیت شاخص نفوذپذیری LFA از داده‌های موجود (R)، ٪ ۴۹/۲ می‌باشد که در شکل ۱ نشان داده شده است.

همچنین میزان تبعیت شاخص چرخه عناصر غذایی از داده‌های آزمایشگاهی٪ ۵۳/۴ می‌باشد که در شکل۳ نشان داده شده است.



شکل۳- میزان تبعیت شاخص چرخه عناصر غذایی LFA از مقادیر اندازه‌گیری شده

ارائه CLFA [1]:

عامل سنگریزه موجود در سطح خاک: براساس شرایط اکولوژیکی و اقلیمی و شواهد موجود در عرصه عاملی تحت عنوان سنگریزه موجود در سطح خاک برای امتیازدهی جهت ارزیابی سطح خاک معرفی گردید. بر این اساس یک ترانسکت ۲۰ سانتی‌متری در انواع قطعات اکولوژیک و فضای بین قطعات مستقر گردید و برای امتیازدهی جدول ۲ تعیین شد.

1 - Calibrated LFA

جدول۲- عامل سنگریزه موجود در سطح خاک

میزان سنگریزه (با قطر بزرگتر از ۲ میلی‌متر)	امتیاز
۱۵ -۲۰cm	۱
۱۰ - ۱۵cm	۲
۵ - ۱۰cm	۳
۰ - ۵ cm	٤

تغییرات در عوامل ارزیابی سطح خاک شاخص پایداری LFA شامل حذف عامل نوع و شدت فرسایش و اضافه نمودن عامل سنگریزه موجود در سطح خاک می‌باشد که در جدول ۳ نشان داده شده است. تغییرات در عوامل ارزیابی سطح خاک شاخص نفوذپذیری LFA جهت ارائه CLFA شامل حذف عامل بافت خاک و اضافه نمودن عامل سنگریزه موجود در سطح خاک می‌باشد که در جدول ٤ نشان داده شده است.

جدول۳- عوامل موجود در LFA و CLFA در شاخصهای پایداری

شاخص پایداری CLFA		شاخص پایداری LFA	
حداکثر امتیاز	عامل	حداکثر امتیاز	عامل
۵	پوشش خاک	۵	پوشش خاک
۱۰	پوشش لاشبرگ، منشأ و تجزیه	۱۰	پوشش لاشبرگ، منشأ و تجزیه
٤	پوشش نهان‌زادان	٤	پوشش نهان‌زادان
٤	شکستگی پوسته	٤	شکستگی پوسته
٤	سنگریزه موجود در سطح خاک	٤	نوع و شدت فرسایش
٤	مواد رسوبی	٤	مواد رسوبی
۵	مقاومت به تخریب	۵	مقاومت به تخریب
٤	پایداری در برابر رطوبت	٤	پایداری در برابر رطوبت

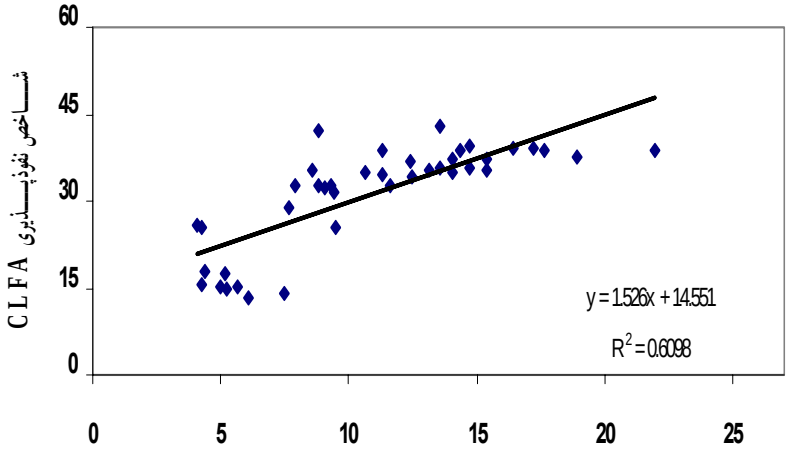
جدول٤- عوامل موجود در LFA و CLFA در شاخصهای نفوذپذیری

شاخص نفوذپذیری CLFA		شاخص نفوذپذیری LFA	
حداکثر امتیاز	عامل	حداکثر امتیاز	عامل
۵	طوقه گندمیان چند ساله و پوشش علفی	٤	طوقه گندمیان چند ساله و پوشش علفی
۱۰	پوشش لاشبرگ، منشأ و تجزیه	۳۰	پوشش لاشبرگ، منشأ و تجزیه
٤	ناهمواریهای سطح خاک	۵	ناهمواریهای سطح خاک
٤	پایداری در برابر رطوبت	٤	پایداری در برابر رطوبت
٤	سنگریزه موجود در سطح خاک	٤	بافت خاک
٤	مقاومت به تخریب	۱۰	مقاومت به تخریب

کاربرد روش CLFA : براساس نتایج بدست آمده از کاربرد روش CLFA با ۱۰ تکرار، در شاخص پایداری، قطعه اکولوژیک ایریس بیشترین مقدار را دارا بوده (میانگین ٦٦/۳ درصد) و پس از آن به‌ترتیب قطعات اکولوژیک بوته (میانگین ۵۸/۷٤ درصد) و علف گندمی (میانگین ۵۲/۳۵ درصد) و خاک لخت (میانگین ٤۱/۵۵ درصد) قرار دارند. در شاخص نفوذپذیری، قطعه اکولوژیک ایریس (میانگین ۳۸/٦٦ درصد) بیشترین مقدار را دارا بوده و پس از آن به‌ترتیب قطعات اکولوژیک بوته (میانگین ۳۵/٦۷ درصد) و علف گندمی (میانگین ۳۲/۸۲ درصد) و خاک لخت (میانگین ۱۷/٤۸ درصد) قرار دارند.

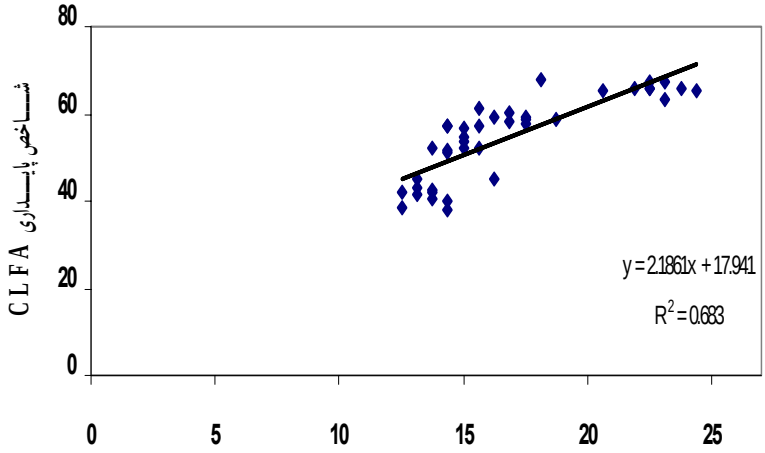
به علت عدم وجود تغییرات در عوامل مربوط به شاخص چرخه عناصر غذایی در روش CLFA نسبت به روش LFA، هیچ گونه تفاوتی در نتایج شاخص چرخه عناصر ایجاد نشد.

صحت ارزیابی شاخصهای سطح خاک در روش CLFA: براساس نتایج رابطه رگرسیون خطی بین شاخص نفوذپذیری CLFA و نفوذپذیری اندازه‌گیری شده میزان تبعیت شاخص نفوذپذیری CLFA از اندازه‌گیریهای موجود(R)،٪ ٦۰/۹ می‌باشد که در شکل ٤ نشان داده شده است.



شکل ٤- میزان تبعیت شاخص نفوذپذیری CLFA از مقادیر اندازه‌گیری شده

همچنین میزان تبعیت شاخص پایداری CLFA در عرصه مورد مطالعه از اندازه‌گیریهای موجود (R)، ٪ ٦۸/۳ می‌باشد که در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵ - میزان تبعیت شاخص پایداری CLFA از مقادیر اندازه‌گیری شده

مقایسه صحت شاخصهای روش LFA و روش CLFA: ضریب تعیین روابط رگرسیونی بین هر یک از شاخصهای پایداری روش LFA و روش CLFA و داده‌های صحرایی و نتایج آزمایشگاهی، نمایانگر صحت داده‌ها می‌باشد. صحت ارزیابی شاخصهای سطح خاک روش LFA و روش CLFA در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- صحت شاخصهای LFA و CLFA

شاخص	پایداری	صحت	نفوذپذیری	صحت
LFA	۵۹/۶	متوسط	۴۹/۲	متوسط
CLFA	۶۸/۳	کامل	۶۱	کامل

بحث

استفاده از روش LFA و ارائه شاخصهای سه‌گانه سطح خاک برای اکوسیستم مرتعی مورد مطالعه بیانگر کارایی این روش در نشان دادن ویژگیهای سطح خاک اکوسیستم مرتعی می‌باشد. همچنین کاربرد این روش آسان و عوامل ارزیابی سطح خاک ساده و سریع بوده و استفاده از این روش را آسان می‌کند که مؤید نظر Tongway & Hindly, (2004) و عابدی و ارزانی (۱۳۸۵)، می‌باشد. با واسنجی کردن عوامل ارزیابی سطح خاک روش LFA عوامل پوشش نهان‌زادن، لاشبرگ، منشأ و تجزیه و پوشش خاک به‌ترتیب به‌عنوان حساسترین عوامل شناخته شدند؛ بدین معنی که به‌ازای یک واحد تفاوت در امتیازدهی بیشترین تأثیر را بر شاخصهای سه‌گانه ارائه شده سطح خاک روش LFA دارند. به عبارت دیگر، تطابق بالایی با شرایط اکولوژیکی و خاکی عرصه مورد مطالعه دارند و در مقایسه با سایر عوامل

ارزیابی سطح خاک بهتر قادرند تفاوت عملکرد قطعات اکولوژیک و فضاهای بین قطعات را نشان‌دهند. بنابراین در شرایط مشابه با شرایط عرصه مورد مطالعه بایستی در امتیازدهی به آنها بیشترین دقت صورت بگیرد، زیرا یک اشتباه کوچک در کددهی آنها در خروجی تأثیر زیادی دارد.

بنابراین عوامل بافت خاک و نوع و شدت فرسایش نیز به‌ترتیب دارای کمترین حساسیت بودند و به‌خوبی قادر به کمی کردن شواهد موجود در عرصه نبودند و تفاوت توان قطعات اکولوژیک و فضاهای بین قطعات را در زمینه بافت خاک و شدت و نوع فرسایش به خوبی نشان نمی‌دادند. عامل بافت خاک در تعیین شاخص نفوذپذیری روش LFA نقش دارد. حساسیت کم عامل بافت خاک را می‌توان مرتبط با دو موضوع دانست: بین قطعات اکولوژیک و فضای بین قطعات تفاوت محسوسی در بافت خاک وجود ندارد و به همین دلیل عامل بافت خاک کمترین حساسیت را نشان داده است. دوم آنکه عامل بافت خاک و نحوه امتیازدهی به آن منطبق با شرایط اکولوژیک منطقه نیست. حذف این عامل و جایگزینی عامل سنگریزه سطح خاک، صحت شاخص نفوذپذیری را افزایش داد که تأییدکننده عدم انطباق عامل یادشده با منطقه مطالعاتی است.

عامل نوع و شدت فرسایش در تعیین شاخص پایداری روش LFA نقش دارند. منطقه آلیس اسپرینگز در استرالیا با بارندگی میانگین سالیانه ۲۰۰ میلی‌متر (مشابه عرصه مورد مطالعه) دارای پوشش گیاهی و چشم‌انداز متفاوت نسبت به اکوسیستم مرتعی منطقه مطالعاتی است. در منطقه یادشده جنس *Acacia* رویش داشته و سطح خاک پوشیده از تاج پوشش گیاهان می‌باشد (Tongway & Hindly, 2003). بنابراین میزان فرسایش بادی در اکوسیستم مرتعی ییلاقی خشک مزرعه امین واقع در منطقه مرکزی ایران در مقایسه با منطقه آلیس اسپرینگز متفاوت می‌باشد. با توجه به وجود فرسایش بادی در اکوسیستم مرتعی مورد مطالعه و نیز نقش مهم انواع قطعات اکولوژیک در کنترل آن، اضافه کردن عاملی که بیان کننده این مسئله باشد مورد توجه قرار گرفت و عامل سنگریزه سطح خاک به روش LFA اضافه گردید (ارائه CLFA). این عامل نشان‌دهنده توان بالقوه انواع فضاهای اکولوژیک در اکوسیستم مرتعی، در کاهش فرسایش بادیست.

براساس طبقه‌بندی ارائه شده در گزارش نهایی بررسی صحت شاخصهای سطح خاک LFA توسط Tongway & Hindly, (2003)، و برقراری روابط رگرسیونی بین شاخصهای پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی LFA و داده‌های صحرایی و آزمایشگاهی، صحت برآورد شاخصهای سه‌گانه سطح خاک LFA در اکوسیستم مرتعی ییلاقی خشک مزرعه امین با پوشش غالب فرم بوته‌ایها از واقعیت‌های اکوسیستم مرتعی در هر یک از بخشهای پایداری نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی، در طبقه متوسط قرار می‌گیرند. پس از بکارگیری روش CLFA بررسی صحت شاخصهای پایداری و نفوذپذیری انجام گرفت. بر این اساس شاخصهای سطح خاک CLFA ارائه شده در طبقه صحت کامل قرار گرفتند. در اثر ایجاد تغییرات در روش LFA صحت شاخص پایداری از ٪۵۹/۶ به ٪ ۶۸/۳ ارتقاء یافت. همچنین صحت شاخص نفوذپذیری از ٪ ۴۹/۲ به ٪ ۶۰/۹ ارتقاء یافت. افزایش صحت ارزیابی‌ها از درجه متوسط به کامل

بیانگر درستی اعمال تغییرات در روش LFA و ارزیابی بهتر اکوسیستم مرتعی توسط روش CLFA می‌باشد.

از دیدگاه دیگر، ضریب تغییرات عاملها و تجزیه و تحلیل حساسیت آنها نشان داد که تنها عوامل کمی از بین ۱۱ عامل ارزیابی سطح خاک دارای حساسیت کم هستند و سایر عاملها و اصول بکارگیری روش LFA با اعمال تغییرات جزیی قابل کاربرد در دامنه وسیعی از شرایط اکولوژیکی و اقلیمی می‌باشند. Tongway & Hindly (2000, 2003, 2004)، بیان نمودند این عاملها در دامنه وسیعی از شرایط اکولوژیک و اقلیمی، عیناً قابل کاربرد هستند، در صورتی که نتایج این مطالعه نشان داد که این روش با تطبیق در هر منطقه اکولوژیکی و اقلیمی، اطلاعات دقیقتری از شاخصهای اکوسیستم مرتعی ارائه می‌دهد.

با توجه به افزایش میزان صحت شاخصهای روش LFA در اثر اعمال تغییرات در عوامل آن متناسب با شرایط اکولوژیکی منطقه مورد مطالعه، پیشنهاد می‌گردد در مناطقی دیگر از درمنه‌زارهای خشک مناطق مرکزی ایران کارایی این روش آزمون شده و در صورت نیاز تطبیق آن انجام شود. بدین‌ترتیب می‌توان با جمع‌بندی نتایج مناطق مختلف روش LFA تطبیق یافته را برای بوته‌زارهای خشک قسمت‌های مرکزی ایران پیشنهاد نمود.

منابع مورد استفاده

- ارزانی، ح. و عابدی، م. ۱۳۸۵، بررسی اثر مدیریت بر تغییرات و ویژگیهای سلامت مرتع و شاخصهای تعیین‌کننده آن، فصلنامه علمی و پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، شماره۲، ص۱۶۱- ۱۴۵.
- حشمتی، غ.ع. ۱۳۸۵، ارزیابی کیفی توانمندی اکوسیستم مرتعی منطقه اینچه‌برون، استان گلستان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۱۴، ص۱۷۴-۱۸۲.
- حشمتی، غ. ع. ۱۳۸۶، ارزیابی کیفی توانمندی اکوسیستم مرتعی منطقهٔ گمیشان، استان گلستان، مجله علمی و پژوهشی مرتع، شماره ۲، ص۱۰۳-۱۱۵.
- حشمتی، غ.ع.، کریمیان، ع.ا.، کرمی، پ. و امیرخانی، م. ۱۳۸۵، ارزیابی کیفی توانمندی اکوسیستم مرتعی منطقه اینچه‌برون، استان گلستان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱:۱۴، ص ۱۷۴-۱۸۲.
- طویلی، ع. ۱۳۸۱، بررسی تأثیرات برخی گونه‌های خزه و گلسنگ بر خصوصیات خاک و گیاهان مرتعی مطالعه موردی: قره قیر استان گلستان، رساله دکترای مرتعداری، دانشگاه تهران.
- عابدی، م. و ارزانی، ح. ۱۳۸۵، ارزیابی ساختار و عملکرد قطعات گیاهی در مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک، مجله محیط‌شناسی، شماره ۳۲، ص۱۱۷-۱۲۶.
- قلیچ‌نیا، ح. ۱۳۸۳، ارزیابی ویژگیهای سطح خاک برای تعیین ویژگیهای مرتع، چکیده مقاله سومین همایش مرتع و مرتعداری کرج، ص۲۳-۴۳.
- مصداقی، م. ۱۳۸۲، مرتعداری در ایران، انتشارات آستان قدس، دانشگاه امام رضا، مشهد، ۳۳۳ صفحه.

–Bouwer, H. 1986, Methods of soil analysis. Klute, Asa, Madison, Pp: 825-843.

–Cammerat, E.L.H. 2004, Scale dependent in hydrological catchment in southeast Spain. J. Agri. Eco & Envi. 104: 317-332.

–Caylor, K.K., D'Odorico, P. and Rodriguez-Iturbe, I. 2006, On the ecohydrology of structurally heterogeneous semiarid landscapes. J. Water Resour. Res. 42:1-13.

–Emerson, W.W. 1967, A classification of soil aggregates based on their coherence in water. Aus. J. Soil res. 5:47-57.

–Golley, F.B. 1977, Ecological succession. Dowden, Huthinson & Ross, Stroudsburg. 182p.

–Heshmati, G.A. 1997, Plant and soil indicator for detecting zone around water points in arid perennial chenopod shrubland of South Australia. PhD thesis. University of Adelaid, Department of Botany.

–Imeson, A.C. and Prinsen, H.A.M. 2004, Vegetation patterns as biological indicators for identifying runoff and sediment source and sink areas for semi-arid landscapes in Spain. J. Agri. Eco & Envi. 104: 333-342.

–Ludwig, J.A., Tongway, D.J. and Marsden, S.G. 1999, Stripes, strands or stipples: modeling the influence of three landscape banding patterns on resource

capture and productivity in semi-arid woodlands. J. Aus. Catena. 37:257-273.

–Noy-Meir, I. 1973, Desert ecosystems: environment and producers. J. Ann. Rev. Eco & Syst. 4:25-41.

–Puigdefabregas, J. 2005, The role of vegetation patterns in structuring runoff and sediment fluxes in drylands. J. Ear. Sur proc & Land. Sci. 30:133-147.

–Saco, P.M., Willgoose, G.R. and Hancock, G.R. 2007, Eco-geomorphology and vegetation patterns in arid and semi-arids regions. Hydrol. Earth Syst. Sci., 11: 1717-1730.

–Tongway, D.J. and Palmer, A.R. 2001, Defining function in rangelands of the peddie district, Eastern Cape, using landscape function analysis. Afr. J. of Range & Forage Sci. 18:53-58.

–Tongway, D.J. 1994, Rangeland soil condition assessment manual. CSIRO, Melbourne, Australia. 84p.

–Tongway, D.J. and Hindly, N.L. 1995, Assessment of Soil condition of tropical grasslands manual. CSRIO, Division of Wildlife and Ecology. Canberra, Australia. 72p.

–Tongway, D.J. and Hindly, N.L. 2000, Ecosystem function analysis of rangeland monitoring data: Rangelands Audit project 1.1. National land and water resources audit, Canbera. 35 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 Hindly, N.L. 2004, landscap function analysis: a system for monitoring rangland function. Afr. J. Range & Forage Sci. 21:34-47.

–Tongway, D.J. and Hindley, N.L. 2004, Landscape Function Analysis: procedures for monitoring and assessing landscapes with special reference to minesites and rangelands, Version 3.1. Published on CD by CSIRO Sustainable Ecosystems, Canberra, Australia.158 p.

–Tongway, D.J. and Smith, E.L. 1989, Soil surface features as indicators of rangeland site productivity. J. Aus. Range. J. 11:15-20.

–Turnbull, T., Wainwright, J., and Brazier, R.E.A. 2008, Conceptual framework for understanding semi-arid land degradation: ecohydrological interactions across multiple-space and time scales. J. Ecohy. in press.

–Wilcox, B.P. and Newman, B.D. 2005, Ecohydrology of semiarid landscapes. J. Ecol. 86:275-276.

–Walky, A. and Black, I.A. 1934, An examination of the digestion method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic and titration method. Soil sci. 37: 29-38.

Calibration of Landscape Function Analysis method in an arid cold-season rangeland ecosystem in central part of Iran (Case study: Mazraeamin rangeland, Yazd province)

Lotfi Anari, P. [1*] and Heshmati, G.A.[2]

1*-Corresponding Author, MSc Student of Rangeland Management, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: peyman.lotfi@yahoo.com

2- Professor of Range Faculty, Range and Watershed Management Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 10.03.2009 Accepted: 18.07.2009

Abstract

Application of new rangeland ecosystems monitoring methods is essential for ecological studies. LFA principles and soil surface assessment parameters are based on ecological conditions of Australia. The aim of this study was calibration of LFA method for an arid rangeland ecosystem located in central part of Iran with 188 mm annual mean precipitation. In LFA 11 soil surface parameters are ranked to determine soil surface indices (infiltration, stability and nutrient cycling of soil). To calibrate LFA, soil surface assessment had been done with 10 replications. Then sensitivity analysis of 11 parameters had been done. Soil texture and kind of erosion and its severity parameters with lowest sensitivity had been deleted from LFA and available pebble in soil surface added to LFA as a new parameter (Calibrated LFA). Verification of LFA and calibrated LFA soil surface indices had been done by regressing them against field and experimental measurements and the results compared together. Results indicate that LFA and calibrated LFA soil surface indices are in moderately verified class (R: 0.4-0.6) and strongly verified class ($R>0.6$) respectively. This represents more efficiency of CLFA revised method in comparison with LFA method for using in the study area and similar areas.

Key Words: LFA, CLFA, verification, rangeland ecosystems