ارزیابی کارایی شاخص‌های عملکرد چشم‌انداز (LFA) به‌منظور برآورد تنوع گیاهی در مراتع کیاسر مازندران

سیده محدثه احسانی[۱]، رضا تمرتاش*[۲]، غلامعلی حشمتی[۳]، اسماعیل شیدای کرکج[۴]

تاریخ دریافت:۱۳۹۷/۱۱/۱۳
تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۶/۱۰

چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی میزان کارایی روش LFA برای پیش‌بینی میزان شاخص‌های تنوع گونه‌ای می‌باشد. نمونه-برداری بر روی صد و چهل لکه گیاهی و با استفاده از صدو چهل پلات یک مترمربعی در طول چهارده ترانسکت و به صورت تصادفی- سیستماتیک صورت گرفت. بر طبق دستورالعمل روش LFA، شاخص‌های نهایی نفوذپذیری خاک، چرخه‌ی مواد غذایی و پایداری خاک محاسبه شدند. برای تعیین تشابه بین شاخص‌های تنوع، پارامترهای سطحی خاک و شاخص‌های نهایی از آنالیز خوشه‌بندی، در محیط نرم‌افزار PAST استفاده گردید. نتایج نشان داد که در سطح یک درصد ($P\leq ۰/۰۱$) شاخص تنوع شانون توسط پارامتر ارتفاع از سطح دریا، شاخص سیمپسون توسط پارامتر چرخه موادغذایی و شاخص غنا توسط هر دو پارامتر ارتفاع از سطح دریا و چرخه مواد غذایی قابل پیش‌بینی می‌باشد. به نظر می‌رسد روش LFA با مورد نظر قرار دادن برخی از پارامترهای سطحی خاک و امتیازدهی به آن‌ها می‌تواند شاخص‌هایی نهایی ایجاد نماید که عملکرد اکوسیستم را نمایش دهند.

واژه‌های کلیدی: پارامترهای سطحی خاک، چرخه‌ی عناصر غذایی ، شاخص غنا، لکه‌گیاهی

مقدمه

پوشش گیاهی از منابع حساس اکوسیستم‌ها است و تحت تأثیر عوامل محیطی از قبیل اقلیم، خاک و پستی و بلندی قرار می‌گیرد و نابودی آن‌ها خسارات جبران‌ناپذیری را برای نسل‌های کنونی و آینده در پی خواهد داشت (Ludwig & Tongway, 1995؛ Heidarian *etal.*, 2011). برای اعمال مدیریت علمی و صحیح بر اکوسیستم‌های مرتعی، داشتن اطلاعاتی از اکوسیستم به عنوان شاخص‌های سلامت و کارکرد اکوسیستم مورد نیاز است. از آنجایی که یک اکوسیستم مرتعی سیستمی پیچیده به شمار می‌رود، جای شگفتی نیست اگر نتوان به آسانی شاخص‌های مناسب اکولوژیکی را یافت که اطلاعات منسجمی را درباره وضعیت یا سلامتی اکوسیستم به‌دست دهد (Tongway & Smith, 1989). روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم‌انداز طبیعی (LFA) که

۱- دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲- دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
*(نویسنده مسئول:reza_tamartash@yahoo.com)
۳- استاد، گروه مدیریت مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۴- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

توسط Tongway و Hindley (2004) ارائه گردید، یک شیوه‌ی ارزیابی کیفی پتانسیل و توانمندی اکوسیستم‌های طبیعی است و برای تعیین عملکرد اکولوژیکی (عکس‌العمل گیاهان و زیستگاه)، استفاده می‌شود.

این شیوه از شاخص‌های متعدد مربوط به سطح خاک که به سرعت نیز در عرصه قابل اندازه‌گیری می‌باشد، مانند پوشش سطح خاک، پوشش یقه گیاهان، پوشش و منشاء لاشبرگ، پوشش نهانزادان، میزان شکنندگی پوسته، شدت و نوع فرسایش، مواد رسوبی و پستی و بلندی سطح خاک تشکیل شده است و در اقلیم‌های مختلف، شامل مناطق خشک مراتع استرالیا (Karfs, 2002)، (Ludwig & Tongway, 1995) (Tongway& Hindley, 2003) و همچنین جنگل‌های مجاور استوا با میزان بارش سالیانه ۴۰۰ میلی‌متر (Toranjzar *et al*. 2009) در ارزیابی مرتع مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از سویی تنوع گیاهی مراتع نیز به عنوان یک اصل در برقراری پایداری اکوسیستم‌ها مطرح می‌باشد. با توجه به اینکه اطلاع از شاخص‌های تنوع در مرتع با اهمیت می‌باشد، لذا اکولوژیست‌ها به دنبال روش‌هایی می‌گردند که به طور سریع از وضعیت مرتع آگاهی یابند. این روش اثر فعالیت‌های مدیریتی را بر اساس ویژگی‌های عملکردی مرتع از قبیل نفوذپذیری، چرخه‌ی مواد غذایی وپایداری خاک، پایش می‌کند (Tongway *et al*., 1989). چراغیان و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از روش LFA، تاثیر عملیات اصلاحی مختلف بر شاخص‌های اکولوژیک سطح مرتع را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در اثر فعالیت‌های مدیریتی اعمال شده در مرتع، شاخص‌ها و ویژگی‌های کارکردی مرتع تغییر یافته‌اند. بطوریکه سه مشخصه کارکردی (پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی) در قطعات مورد بررسی تفاوت معنی‌دار نشان دادند. Yari و همکاران (2012) به بررسی شاخص‌های سطح خاک و ویژگی‌های عملکردی مرتع با استفاده از روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز در مراتع سرچاه عماری بیرجند پرداختند. نتایج نشان داد که بین تمامی یازده شاخص سطح خاک به جز شکل‌های فرسایش و پوشش کریپتوگام[2]، اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بنابراین بین سه شاخص عملکردی مرتع در سه منطقه مذکور نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت. همچنین روش LFA توسط محققان بسیاری در کشور ایران، برای بررسی و تجزیه و تحلیل اکوسیستم‌های مرتعی (Abedi, & Arzani, 2004) و (Soudi, 1993) و بررسی تأثیر فعالیت‌های مدیریتی بر روی ویژگی‌های سلامت مرتع، ویژگی عملکردی پایداری خاک و رویشگاه مورد استفاده قرار گرفته است و سلامت گیاهان را نیز با استفاده از شاخص‌های اکولوژیک برآورد نمودند. Ehsani و همکاران (2015) در بررسی اثر برخی از عوامل محیطی بر پراکنش گونه‌ای با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA [3]) نیز به این نتیجه دست یافتند که ارتفاع از سطح دریا، پایداری خاک و درصد شیب مهمترین فاکتورهای تاثیرگذار بر پراکنش پوشش گیاهی می‌باشند. از طرفی تنوع زیستی از مفاهیم مهم در بوم‌شناسی است و نقش مهمی در سلامت، تولید و ارزیابی اکوسیستم دارد اما هنوز میزان درک اهمیت تنوع زیستی جزیی است و به تحقیقات علمی بیشتری نیاز دارد (Mesdaghi & Rashtian, 2005) و

[2] Cryptogam cover

[3] Landscape Function Analysis (تجزیه و تحلیل عملکرد چشم‌انداز)

(Meymandi nezhad, 1992). بر اساس عقیده‌ی بسیاری از محققین تنوع گونه‌ای بالا، معادل پایداری سامانه‌های اکولوژیک در نظر گرفته شده است (Fancy *et al*., 2009).

از طرفی بیان شده است که پایداری و سلامت اکوسیستم طبیعی وابسته به غنا و تنوع گونه‌ای است و با تخریب زیستگاه‌های طبیعی، تنوع بیولوژیکی و به تبع آن غنای گونه‌ای کاهش می‌یابد. بنابراین حفظ تنوع زیستی در اکوسیستم‌های طبیعی جزء اهداف نهایی مدیریت منابع به شمار می‌آید (Ghahraman *et al*., 2001). شاخص‌های وضعیت سطح خاک از فرایندهای زمین ریختی از جمله فرسایش، تشکیل پوسته خاک، تجزیه لاشبرگ و نیز بررسی همبستگی داده‌های مشاهده شده در عرصه یا اندازه‌گیری شده تحت شرایط کنترل بوجود آمدند و برای ارائه اطلاعات دقیق‌تر توسعه داده شدند (Karimzadeh *et al*., 2012). مرور مطالعات انجام یافته در خصوص استفاده از روش LFA در ارزیابی مراتع نشان می‌دهد که این روش توانایی مناسبی در ارزیابی اکوسیستم‌های طبیعی و مخصوصاً مراتع دارد ولی سوالی که مطرح می‌شود این است که آیا روش LFA توانایی خوبی در پیش‌بینی تنوع گیاهی مرتع نیز دارد یا نه؟ بنابراین با توجه به استفاده گسترده از روش LFA، در این تحقیق سعی شده است تا شاخص‌های یازده‌گانه LFA و پارامترهای محیطی چون، ارتفاع از سطح دریا و درصد شیب نیز به عنوان پارامترهای کمکی مورد بررسی قرار گیرد تا مشخص شود میزان کارایی این روش برای پیش‌بینی تنوع در این منطقه یا مناطقی با شرایط اکولوژیک، خاکی و اقلیمی مشابه چه قدر است و تا چه حد استفاده از روش LFA می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی مرتع مورد استفاده قرار گیرد. از آنجایی که شاخص‌های سه گانه نهایی روش LFA شامل چرخه‌ی عناصر غذایی، نفوذپذیری و پایداری به عنوان شاخص‌های عملکرد بهتر اکوسیستم مطرح هستند و افزایش آنها در ارتباط مستقیم با بهبود پوشش گیاهی و شاخص‌های تنوع می‌باشند؛ لذا فرض تحقیق این است که شاخص‌های مذکور با شاخص‌های تنوع دارای ارتباط مستقیم معنی‌دار هستند.

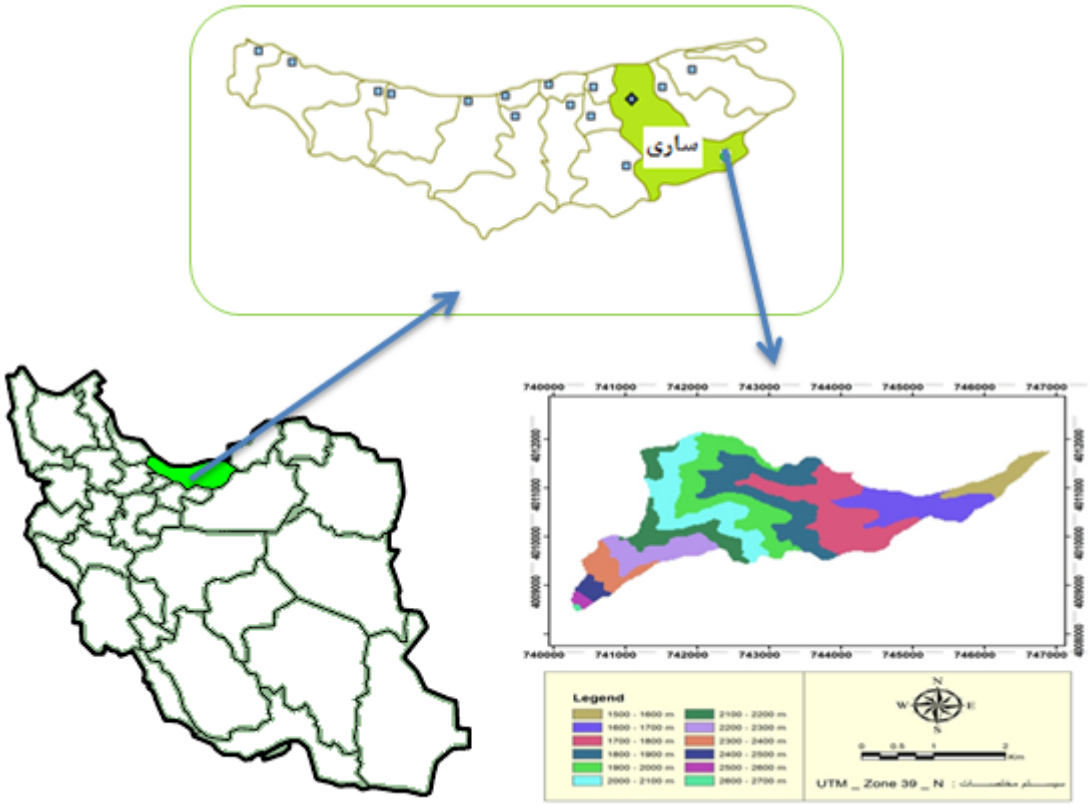
مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه ولویه‌ی کیاسر با مساحتی معادل ۲۳۶۵ هکتار و با طول جغرافیایی ′۴۰ °۵۳ تا ′۴۴ °۵۳ شرقی و عرض جغرافیایی ′۱۱ °۳۶ تا ′۱۳ °۳۶ شمالی، در ۲۵ کیلومتری جنوب شرقی کیاسر واقع شده است. منطقه ولویه دارای آب و هوای نیمه خشک سرد می‌باشد و دارای حداقل ارتفاع ۱۴۰۰ و حداکثر ۲۵۰۰ متر از سطح دریای آزاد است. همچنین میزان بارندگی سالانه‌ی منطقه ۲۵۶/۵ میلی‌متر در سال است. میانگین درجه حرارت سالانه‌ی آن ۱۱/۶ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل و حداکثر سالانه برابر ۳/۷ و ۱۹/۵ درجه سانتی‌گراد است. بافت خاک از نوع لومی می‌باشد و عمق آن در مناطق کم شیب و مسطح ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر و در ارتفاعات ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر همراه سنگ و سنگریزه است. همچنین متوسط شیب منطقه حدود ۲۵

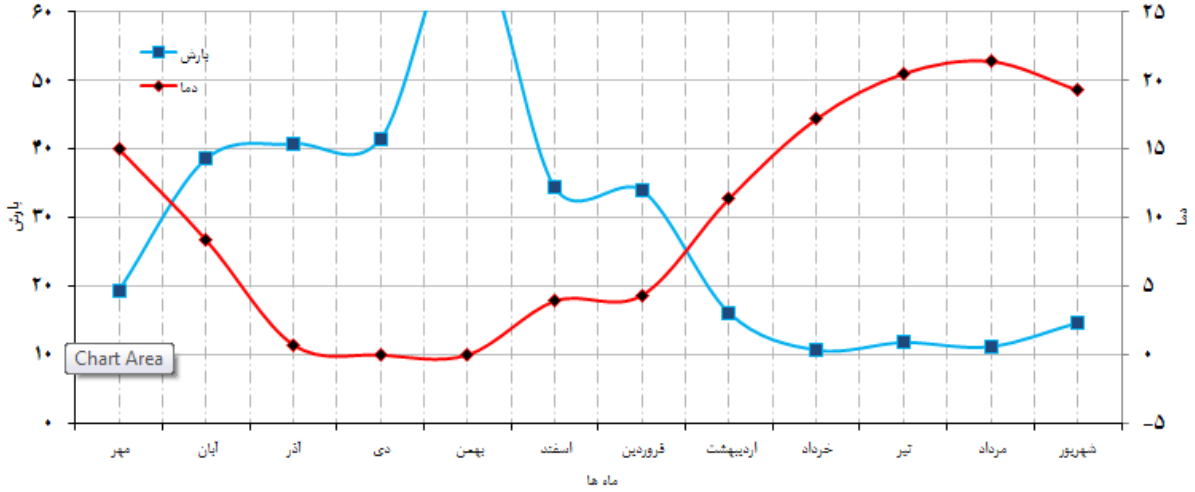
درصد می‌باشد (Aghajanashkori, 2013). نزدیکترین ایستگاه به منطقه‌ی مورد مطالعه، ایستگاه هواشناسی تلمادره در فاصله هفت کیلومتری از منطقه‌ی موردنظر است. در این ایستگاه بیشترین میزان تبخیر در فصل تابستان و کمترین میزان تبخیر در زمستان رخ داده است .متوسط تبخیر فصلی ایستگاه تلمادره در تابستان ۵۸۸/۳۸ میلی‌متر و در زمستان ۱۲/۲۷میلی‌متر است. همچنین بیشترین دمای متوسط ماهانه مربوط به مردادماه با ۲۱/۴۲ درجه و کمترین دمای متوسط ماهانه مربوط به بهمن ماه با ۳/۷۴ درجه سانتی‌گراد می باشد.

پوشش گیاهی منطقه بیشتر به صورت گندمیان[4] و دارای گونه‌های گندمی همراه مانند *Festuca ovina* L.، *Lolium rigidum* Gaudin، *Lolium perenne* L.، *Dactylis glomerata* L.، *Festuca arundinacea* Lilj است.



شکل۱: نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

[4] Grass



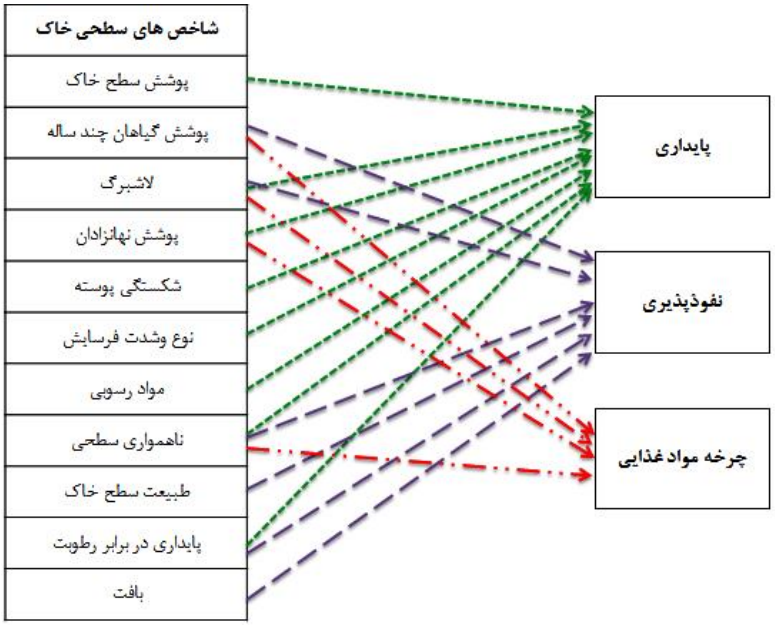
شکل ۲: منحنی آمبروترمیک ایستگاه هواشناسی تلمادره

روش نمونه‌برداری

نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه به صورت تصادفی- سیستماتیک و در امتداد شیب غالب منطقه، با استفاده از ۱۴۰ پلات یک متر مربعی در طول ۱۴ ترانسکت ۵۰ متری، به‌طوری‌که فواصل ترانسکت‌ها از یکدیگر ۲۰۰ متر بود، انجام گردید. با توجه به فرم غالب رویشی مرتع که عمدتاً گندمیان بود و نیز درصد بالای پوشش گیاهی براساس منابع علمی و روابط آماری توصیه شده برای مراتع (اوشیب نتاج و همکاران، ۱۳۹۰ و آقاسی و همکاران، ۱۳۸۵)، اندازه پلات یک متر مربعی و ترانسکت ۵۰ متری در نظر گرفته شد و برای تعیین تعداد پلات مورد نظر از رابطه $N = \frac{t^2 s^2}{d^2}$ استفاده شدکه در آن N: اندازه نمونه، t: جدول t استیودنت با توجه به درجه آزادی (df = n-1) و $\alpha = 5\%$ و d: خطای تخمین می‌باشد.

ضمن اینکه به شروط مطرح در روش رگرسیون نیز توجه شد، این روش نقش اصلی تعیین‌کننده در تعداد مشاهده و یا نمونه در این تحقیق را داشته است. از آنجایی که فرم غالب رویشی در مرتع گندمیان بود و سایر فرم‌های رویشی فراوانی کمتری داشتند لذا فرم رویشی غالب به عنوان لکه‌های غالب مورد نظر ثبت داده‌ها قرار گرفت. برای این منظور بر روی هر ترانسکت، طول و عرض قطعات اکولوژیک فرم رویشی علف گندمی و فضای بین لکه‌ای شامل خاک لخت اندازه‌گیری شد. از هر یک از این قطعات تعداد پنج تکرار تعیین و ۱۱ پارامتر خاک سطحی شامل پوشش سطح خاک (پوشش سطحی مانع از تخریب خاک توسط جریان سطحی، شامل ۵ طبقه)، پوشش یقه‌ی گیاهان (درصد پوشش تاجی و طوقه‌ای، شامل چهار طبقه)، پوشش و منشأ لاشبرگ (درصد بقایای گیاهان قابل تبدیل به هوموس، شامل شش طبقه)، پوشش نهانزادان (جلبک‌ها، خزه‌ای‌ها، قارچ‌ها و سرخس‌ها، شامل چهار طبقه)، میزان شکنندگی پوسته (ارزیابی شکنندگی سله سطح خاک، شامل چهار طبقه)، شدت و نوع فرسایش (ارزیابی فرسایش و هدر رفت خاک و شدت فعالیت، شامل چهار طبقه)، مواد رسوبی (ارزیابی مواد پوشش‌دار، شامل چهار طبقه)، پستی و بلندی سطح خاک (ارزیابی پستی بلندی‌های کوچک سطح خاک، شامل پنج طبقه)، طبیعت سطح خاک

(استحکام لایه سطحی خاک در مقابل ضربه‌های وارده از قبیل فشار سم دام و ضربه قطرات باران، شامل پنج طبقه)، آزمون پایداری در برابر رطوبت (ارزیابی توانایی سله سطح خاک در مقابل رطوبت، شامل چهار طبقه) و بافت خاک (تعیین بافت خاک تا عمق پنج سانتی‌متر از طریق لمس‌کردن، شامل چهار طبقه) طبق دستورالعمل (Tongway *et al*., 1989) ارزیابی و امتیازدهی شدند. در شکل ۱ شاخص‌های سطحی خاک، برای بررسی ویژگی‌های عملکردی پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه‌ی مواد غذایی خاک بر اساس روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز آورده شده است (شکل۱).



شکل۳: شاخص‌های سطحی خاک و مشارکت آنها در تبیین ویژگی‌های عملکردی مرتع (Tongway& Hindly,2004)

سپس مقادیر مولفه‌های مختلف تنوع گونه‌ای با استفاده از شاخص غیرهمگنی شانون (رابطه ۱)، شاخص یکنواختی سیمپسون (رابطه ۲) و شاخص غنای گونه‌ای نیز از طریق شمارش تعداد گونه گیاهی برای کل منطقه مورد مطالعه محا سبه گردید (Magurran, 2004).

رابطه ۱ $$H = -\sum_{i=1}^{s} Pi \ln Pi$$

رابطه ۲ $$H = \sum_{i=1}^{s} \frac{Pi^2}{S}$$

S: تعداد گونه، n: فراوانی افراد در نمونه و ni فراوانی افراد در گونه i می‌با شد. همچنین Pi: ن سبت افراد یا وفور گونه i ام که بر حسب نسبتی از کل پوشش بیان می‌شود. ln لگاریتم.

تجزیه و تحلیل آماری

سه ویژگی عملکردی شامل پایداری، چرخه‌ی عناصر غذایی و نفوذپذیری، با استفاده از نرم‌افزار LFA بر اساس داده‌های حاصل از نمونه‌برداری صحرایی برای صد و چهل لکه گندمی به‌دست آمد. پس از در نظر گرفتن شروط لازم نظیر هم‌خطی نداشتن پارامترهای مستقل، نرمال بودن متغیرهای وابسته، همگن‌بودن باقیمانده‌ها و نرمال‌بودن توزیع خطاها از رگرسیون گام

به گام برای بررسی ارتباط بین شاخص‌های مختلف تنوع و غنا با پارامترهای نفوذپذیری، چرخه عناصر غذایی، پایداری، ارتفاع و شیب در محیط نرم‌افزاری Minitab نسخه ۱۶ استفاده شد. همچنین برای تعیین سطح تشابه و اینکه کدام یک از شاخص‌های تنوع و غنا با شاخص‌های سطحی خاک و درنهایت شاخص‌های نهاییLFA در بالاترین سطح تشابه و در یک گروه قرار می‌گیرند، از آنالیز خوشه‌بندی با روش ward و فاصله اقلیدوسی در محیط نرم‌افزاری PAST استفاده گردید. خاطر نشان می‌سازد انجام رگرسیون با استفاده از صد و چهل مشاهده که همان داده‌های لکه‌ها بود، صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

در مجموع هفتاد و هشت گونه‌ی گیاهی از بیست تیره در منطقه‌ی مورد مطالعه که دارای پوشش مرتعی می‌باشد، شناسایی شده است. خانواده‌های *Poaceae* با بیست و سه درصد، *Legominosae* با نوزده درصد، *Labiatae* با چهارده درصد، *Compositae* با یازده درصد و *Rosacae* با پنج درصد بیشترین فراوانی را در منطقه‌ی مورد مطالعه داشتند.با توجه به شکل ۲ بیشترین درصد پوشش گیاهی مربوط به گونه‌های *Dactylis glomerata* و *Secale montanum* با نود و پنج درصد پوشش و کمترین درصد پوشش مربوط به گونه‌ی *Lolium rigidum* با سی و پنج درصد پوشش می‌باشد (شکل ۴).

شکل ۴: درصد پوشش برخی گونه‌های غالب موجود در منطقه

نتایج حاصل از آماره‌های توصیفی نشان می‌دهد که ارتفاع از سطح دریا و شیب با میزان ۲۰۶/۲۷ و ۱۴/۴۰ به ترتیب دارای بیشترین میزان انحراف معیار می‌باشد و پس از آن پارامترهای مربوط به پایداری خاک و نفوذپذیری خاک قرار دارند. همچنین در بین شاخص‌های سطحی خاک، قطعه‌ی اکولوژیک خاک لخت و شاخص پوشش نهانزادان با ۰/۶۵، دارای کمترین میانگین می‌باشد (جدول۱).

جدول ۱: نتایج آماره‌های توصیفی داده‌ها درمنطقه‌ی مورد مطالعه

S.D	S.e	Mean	Parameters	S.D	S.e	Mean	Parameters
1.03	0.08	2.17	bs.SS	0.92	0.07	2.58	Shannon
1.20	0.10	3.16	bs.SR	0.26	0.02	0.26	Simpson
0.92	0.07	1.70	bs.ST	1.63	0.13	3.73	Richness
1.22	0.10	2.32	bs.TE	206.27	17.42	1850.2	El
1.97	0.08	3.23	veg.SC	14.40	1.21	3.92	Sl
0.82	0.07	2.57	veg.CC	6.58	0.55	49.11	St
0.32	0.02	1.12	veg.LC	3.31	0.28	25.25	In
0.76	0.06	1.80	veg.CRY	2.74	0.23	18.10	Nu
1.29	0.10	1.97	veg.CRU	0.69	0.05	1.40	bs.SC
1.04	0.08	2.95	veg.ER	0.57	0.04	1.26	bs.CC
0.16	0.01	3.97	veg.DE	0.16	0.01	1.02	bs.LC
0.85	0.07	2.47	veg.SS	0.84	0.07	0.65	bs.CRY
0.89	0.07	3.62	veg.SR	0.83	0.07	1.82	bs.CRU
0.98	0.08	2.08	veg.ST	0.77	0.06	1.63	bs.ER
0.87	0.07	3.05	veg.TE	0.39	0.03	3.93	bs.DE

Shanon: شاخص شانون؛ Simpson: شاخص سیمپسون؛ Richness: شاخص غنا؛ El: ارتفاع؛ Sl: شیب؛ St: پایداری؛ In: نفوذپذیری؛ Nu: چرخه عناصر غذایی؛ Bs.SC: پوشش سطح خاک در خاک لخت؛ Bs. CC: پوشش گیاهان چند ساله در خاک لخت؛ Bs.Lc: پوشش لاشبرگ در خاک لخت؛ Bs. CRY: پوشش نهانزادان در خاک لخت؛ Bs. CRU: شکستگی پوسته در خاک لخت؛ bs.ER: نوع و شدت فرسایش در خاک لخت؛ bs.DE: مواد رسوبی در خاک لخت؛ bs.SS: ناهمواری سطحی در خاک لخت؛ bs.SR: طبیعت سطح خاک در خاک لخت؛ bs.ST: پایداری در برابر رطوبت در خاک لخت؛ bs.TE: بافت در خاک لخت؛ veg.SC: پوشش سطح خاک در فرم رویشی گندمی؛ veg.CC: پوشش گیاهان چند ساله در فرم رویشی گندمی؛ veg.LC: پوشش لاشبرگ در فرم رویشی گندمی؛ veg.CRY: پوشش نهانزادان در فرم رویشی گندمی؛ veg.CRU: شکستگی پوسته در فرم رویشی گندمی؛ veg.ER: نوع و شدت فرسایش در فرم رویشی گندمی؛ veg.DE: مواد رسوبی در فرم رویشی گندمی؛ veg.SS: ناهمواری سطحی در فرم رویشی گندمی؛ veg.SR: طبیعت سطح خاک در فرم رویشی گندمی؛ veg.ST: پوشش لاشبرگ در فرم رویشی گندمی؛ veg.TE: بافت خاک در فرم رویشی گندمی، S.D انحراف معیار؛ S.e اشتباه از معیار

نتایج رگرسیون گام به گام در جدول ۳ بین شاخص تنوع شانون و پنج پارامتر نهایی (ارتفاع، شیب، پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی) نشان می‌دهد در سطح اطمینان یک درصد، ۳۳ درصد تغییرات شاخص تنوع شانون توسط پارامتر ارتفاع قابل پیش‌بینی و تبیین است. در خصوص بقیه پارامترهای پنج گانه، مشاهده می‌شود که وارد مدل نهایی رگرسیون گام به گام نشده‌اند. علاوه بر این در سطح اطمینان یک درصد، ۱۸درصد تغییرات شاخص سیمپسون توسط پارامتر Nu (چرخه عناصر غذایی) قایل پیش‌بینی است و پارامترهای (ارتفاع، شیب، پایداری و نفوذپذیری) وارد مدل نهایی رگرسیون گام به گام نشده‌اند. رگرسیون گام به گام نشان می‌دهد مدل برآورد میزان غنا در دو مرحله انجام شده‌اند و در مرحله نهایی مشخص شده است در سطح اطمینان یک درصد، ۳۰ درصد تغییرات شاخص غنا توسط پارامتر ارتفاع (El) و چرخه‌ی عناصر غذایی (Nu) قابل پیش‌بینی است. پارامترهای (شیب، پایداری و نفوذپذیری) وارد مدل نهایی رگرسیون گام به گام نشده‌اند. همچنین با توجه به ضرایب بتای استاندارد مشاهده می‌شود نقش ارتفاع با مقدار ۰/۲۹ در پیش‌بینی میزان شاخص غنا بیشتر از نقش شاخص Nu با مقدار ۰/۱۶ می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۲:پارامترهای رگرسیون گام به گام بین شاخص‌های تنوع و پارامترهای نهایی LFA

t- value	Sig	F	R adjusted	R	Beta	B	Parameters	Diversity and Richness index
-0.35	0.72	17.81	0.3	0.33		-0.23	Constant	Shannon index
4.22	0.00				0.33	0.01	Elevation	
-0.35	0.72	4.73	0.16	0.18		-0.05	Constant	Simpson index
2.17	0.03				0.18	0.01	Nutrient cycle	
-1.41	0.15					-2.32	Constant	Richness index
3.53	0.001	10.18	0.25	0.30	0.29	0.01	Elevation	
1.97	0.05	7.16			0.16	0.09	Nutrient cycle	

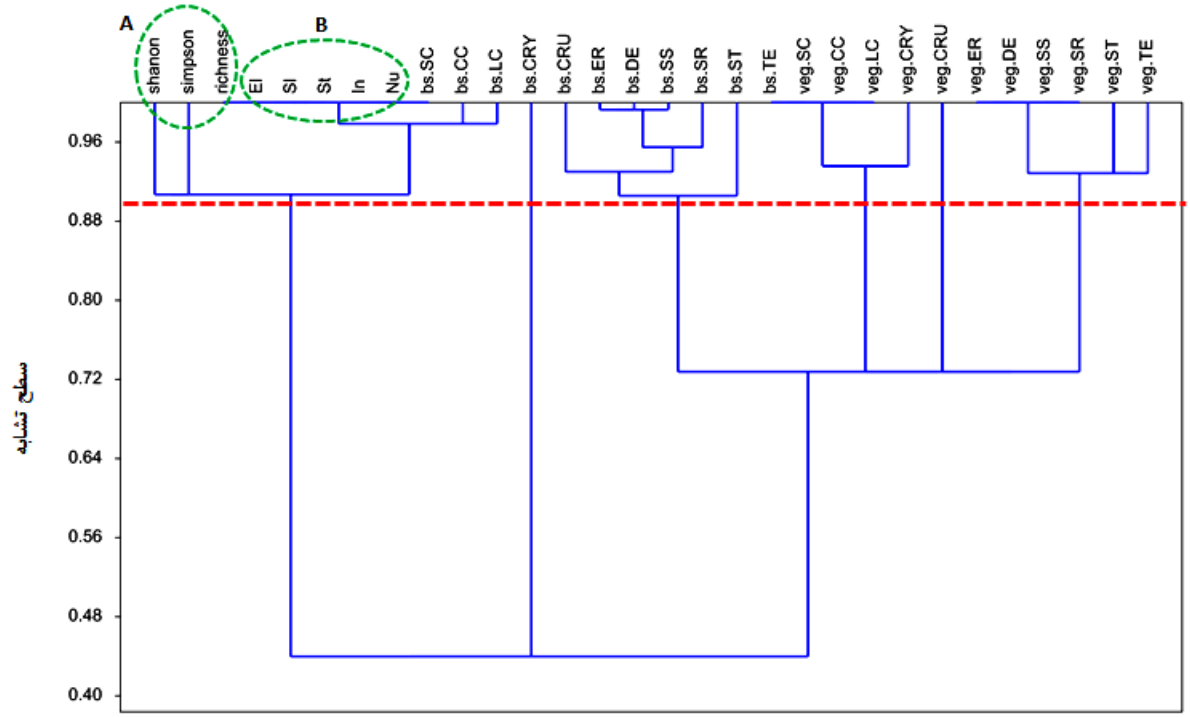
مدل رگرسیون نهایی برای هر یک از شاخص‌های تنوع به صورت زیر به‌دست آمده است:

شاخص شانون= ۰/۰۰۲ EL

شاخص سیمپسون = ۰/۰۱۷Nu

شاخص غنا =۰/۰۰۲ EL+۰/۰۹۸Nu

با توجه به نمودار خوشه‌بندی حاصله مشاهده می‌شود شاخص‌های تنوع در سطح شباهت ۹۰ درصد (۰/۹) با شاخص-های نهایی حاصل از LFA در یک خوشه قرار گرفته است (قسمت A و B شکل ۲). لذا به نظر می‌رسد روش LFA با مورد نظر قرار دادن برخی از پارامترهای سطحی خاک (شاخص های اولیه یازده‌گانه) و امتیازدهی به آنها می‌تواند شاخص‌های نهایی ایجاد نماید. این شاخص‌ها می‌توانند در نهایت عملکرد اکوسیستم را به‌خوبی نمایش دهند به‌طوری‌که شاخص‌های مذکور دارای بیشترین تشابه باشند. در این بین مشاهده می‌شود شاخص غنا نسبت به دو شاخص تنوع شانون و سیمپسون خیلی بهتر عمل کرده است و با شاخص‌های نهایی LFA در سطح بالایی از تشابه، گروه‌بندی و خوشه‌بندی می‌گردد. لذا می‌توان ادعا نمود شاخص‌های LFA می‌تواند در سطح بالایی از اعتماد، نماینده و بیانگر تنوع اکوسیستم باشد. لذا کاربرد روش LFA در طرح‌های پایش تنوع زیستی و مخصوصاً غنای گونه می‌تواند به عنوان یکی از روش‌های ارزیابی وضعیت سلامت و همچنین غنای گیاهی مرتع، مفید و کارا باشد. همچنین شاخص‌هایbs.SC، bs.CC، bs.LC از شاخص‌هایی بوده‌اند که از لحاظ تغییرات با شاخص‌های نهایی LFA شباهت بالایی نسبت به سایر شاخص‌های اولیه امتیازدهی شده، دارند (شکل ۲).



شکل ۵: نتایج آنالیز خوشه بندی شاخص های اولیه امتیازدهی به فضای لکه و بین لکه در ارتباط به شاخص‌های مختلف تنوع

بهره‌برداری پایدار و درازمدت از مراتع و قضاوت در مورد تغییرات مرتع با توجه به اینکه مراتع عرصه‌ی گسترده‌ای از منابع طبیعی کشور هستند و دارای تنوع زیادی می‌باشند، ضرورت پیدا می‌کند. مطالعات عملکرد مرتع امکان قضاوت در مورد اثر فعالیت‌های مدیریتی را با استفاده از تعدادی شاخص‌های ساده فراهم نموده است (Toranjzar *et al*., 2009). Wilson (1986) با توجه به سخت بودن ارزیابی مستقیم عملکرد مرتع، با استفاده از شاخص‌های سطح خاک در قالب مدل LFA می‌توان بر این مشکل فائق آمد. Pyke و همکاران (2002) وTongway (2004) نیز به این موضوع اشاره کرده‌اند.

با وجود اینکه غنای گیاهی و تنوع گیاهی و یکنواختی به عنوان شاخص‌های سلامت اکوسیستم توسط محققان مختلف مطرح شده‌اند (Fancy *et al*., 2009) اما شاخص‌های مذکور در مقایسه با شاخص‌های عملکردی و ساختاری در اکولوژی مراتع، مدل‌های اکولوژیکی حال و انتقال و مدل‌های ارزیابی سلامت مرتع کمتر مورد توجه قرار گرفته است (Pellant *et al*., 2005).

از طرفی با توجه به ضرایب بتای حاصل از رگرسیون گام به گام و با توجه به مدل حاصل از رگرسیون گام به گام می‌توان بیان نمود که ارتفاع از سطح دریا و چرخه‌ی مواد غذایی مهمترین عواملی بودند که بر شاخص‌های مختلف تنوع تاثیر داشتند. به‌طوری‌که در شاخص تنوع شانون پارامتر ارتفاع، شاخص تنوع سیمپسون پارامتر چرخه‌ی عناصر غذایی و در شاخص غنا ارتفاع و چرخه‌ی عناصر وارد مدل شدند. ارتفاع از سطح دریا، عوامل دیگر مانند اقلیم و حتی عوامل مربوط به خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با توجه به این که منطقه‌ی مورد مطالعه یک منطقه ییلاقی می‌باشد، می‌توان بیان نمود که عامل ارتفاع به طور مستقیم با تاثیر بر عوامل محیطی دیگر مانند میزان بارندگی و دما و به طور غیر مستقیم از راه تاثیر در تشکیل خاک بر

جامعه‌های گیاهی منطقه تاثیر می‌گذارد (Moghaddam, 2006). از طرفی در پی فشردگی خاک در اثر چرای دام، کاهش پستی و بلندی خاک و نیز کاهش پوشش گیاهی، سبب شده است نفوذپذیری در خاک کاهش یابد (Bridge *et al*., 1983) و وارد مدل نهایی رگرسیون نشود. احتمالا وجود پوشش کریپتوگام و لاشبرگ در سطح خاک سبب شده است که میزان عناصر غذایی خاک افزایش یابد و براساس شاخص سیمپسون و غنا وارد مدل نهایی رگرسیون شود.

یکی از عوامل مخرب و آسیب‌رسان به مراتع، حضور دام و چرای بیش از حد می‌باشد، به‌طوری‌که انجام اقدامات مدیریتی باعث تغییر در خصوصیات سطحی خاک و همچنین ویژگی‌های عملکردی مرتع می‌شود (عرب سربیژن و همکاران، ۱۳۹۵). در این رابطه ارزانی و همکاران (2008) چرای دام را عامل کاهش پایداری عنوان کردند و این عامل باعث عملکرد مشابه لکه‌های مختلف گیاهی با یکدیگر شده است. از طرفی با چرای بیش از حد در فصول پاییز و زمستان مقدار ناچیز گیاهان غیر خوشخوراک به جا مانده نیز چرا می‌شوند و درصد پوشش به شدت تنزل می‌یابد. Jori و همکاران (2009) نیز در مقایسه شاخص‌های تنوع و غنا در ارزیابی سلامت مراتع دریافتند، تنوع در اکوسیستم‌های مرتعی با وضعیت فقیر و یا خوب تا عالی کاهش می‌یابد و تنها در وضعیت متوسط با توجه به چرای سبک در این مراتع تنوع افزایش می‌یابد. همچنین Moridi و همکاران (2008) با مطالعه‌ی رابطه تنوع تولید و وضعیت در گراسلندها و بوته‌زارهای زاگرس به این نتیجه رسیدند که تغییرات تنوع، تغییرات پوشش را به دنبال خواهد داشت و چون تشخیص کمی وضعیت مرتع در درجه‌ی اول بر روی ترکیب پوشش گیاهی پایه‌گذاری شده است پس تنوع می‌تواند تا حدودی بیانگر وضعیت مرتع باشد. چرای شدید دام با کاهش پوشش گیاهی، از ورود بقایای گیاهی به خاک جلوگیری می‌کند، در نتیجه دینامیک ماده آلی خاک که یکی از مهمترین منابع تأمین کننده‌ی ازت، فسفر و گوگرد خاک در مرتع طبیعی به‌شمار می‌آید را تحت تأثیر قرار می‌دهد و هر گونه کاهش در ورود مواد آلی موجب اختلال در فعالیت میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده می‌شود. به نحوی که با تغییر نوع و فرم گیاهان، به علت متفاوت بودن نوع و حجم ریشه‌ی گیاهان و ترشحات ریشه‌ای، ویژگی‌های شیمیایی خاک تغییر خواهد کرد (Heydarian *et al*., 2011). لکه‌های گیاهی با کاهش میزان رواناب باعث افزایش نفوذ آب داخل خاک، رشد گیاهان و فعالیت بیولوژیکی به علت فعالیت میکروارگانیزم‌ها می‌شود (Dawes-Gromadzki & Spain 2003.). در این منطقه به نظر می‌رسد چرای دام تأثیر مخربی بر لکه‌های گیاهی گذاشته است. به‌طوری‌که Zhao و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی زمین آماری، تغییرپذیری خصوصیات خاک تحت شدت‌های چرایی، کاهش کربن آلی خاک و از بین رفتن همگنی خصوصیات خاک را تحت چرای سنگین در مراتع استپی مونگولیا گزارش کردند.

با توجه به نمودار حاصل از خوشه‌بندی می‌توان دریافت که شاخص‌های تشابه شانون، سیمپسون و غنای گونه‌ای با شاخص‌های حاصل از LFA که شامل پایداری، نفوذپذیری و چرخه‌ی عناصر غذایی می‌باشد در سطح تشابه ۹۰ درصد در یک گروه قرار گرفته‌اند. با توجه به (شکل ۲) شاخص‌های تنوع در یک گروه قرار می‌گیرند و موقعیت یکسانی دارند که مربوط به پوشش گیاهی است و شاخص‌های حاصل از LFA نیز در یک گروه قرار می‌گیرند و می‌توانند به صورت مستقل نیز عمل کنند.

برای بررسی وضعیت مرتع باید علاوه بر شاخص‌های تنوع از شاخص‌های LFA نیز با توجه به اینکه در یک گروه بزرگتری قرارمی‌گیرند، استفاده گردد. پارامترهای یازده‌گانه نیز در گروه مجزایی قرار گرفتند که اینها نیز یک جنبه از اکوسیستم و ساختاریافتگی را نشان می‌دهند. لذا از آنجایی که تعداد این پارامترها زیاد می‌باشد، می‌توان از آنها برای برآورد پارامترهای نهایی LFA شامل پایداری، نفوذپذیری و چرخه‌ی عناصر غذایی، استفاده نمود و با شاخص‌های تنوع در یک گروه قرار داد. به‌منظور برآورد شاخص‌های تنوع از پارامترهای نهایی LFA استفاده می‌شود. بنابراین می‌توان بیان نمود روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم انداز با در نظر گرفتن پارامترهای یازده‌گانه سطحی خاک، عملکرد اکوسیستم را به خوبی نمایش می‌دهد. همچنین شاخص غنا نسبت به دو شاخص دیگر با شاخص‌های نهایی حاصل از LFA (پایداری، نفوذپذیری و چرخه‌ی عناصر غذایی) در سطح بالایی از خوشه‌بندی قرار دارد که می تواند در سطح بالایی از اعتماد نماینده و بیانگر تنوع اکوسیستم باشد. پس می‌توان چنین بیان نمود که، استفاده از روش LFA و ارائه شاخص‌های سه گانه سطح خاک برای اکوسیستم مرتعی مورد مطالعه بیانگر وجود تشابه با شاخص‌های تنوع می‌باشد، بنابراین شاخص‌های LFA نماینده‌ی خوبی از تنوع گونه‌ای یک اکوسیستم است. همچنین کاربرد این روش آسان و عوامل ارزیابی سطح خاک ساده و سریع است و به خوبی اثر فعالیت‌های مدیریتی را براساس ویژگی‌های ساختاری و عملکردی ارزیابی می‌کند که موید نظر (Arzani *et al*., 2008)، (Tongway & Hindley, 2004) و (Wilson, 1986) می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

کاربرد روش LFA در طرح‌های پایش تنوع زیستی و مخصوصاً غنای گونه می‌تواند به عنوان یکی از روش‌های ارزیابی وضعیت سلامت و همچنین غنای گیاهی مرتع مفید و کارا باشد. بنابراین ضمن اینکه شاخص‌های تنوع و غنا مفسر خوبی برای وضعیت سلامتی مراتع ییلاقی کیاسر می‌باشند، شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون نیز می‌توانند برای ارزیابی وضعیت اکوسیستم طبیعی برای مناطق مشابه در نظر گرفته شوند. لذا روش ارزیابی اکوسیستم طبیعی (LFA) می‌تواند الگوی ارزشمندی برای افزایش توانمندی متخصصین در دستیابی ساده‌تر به معرفی شاخص‌های کیفی یک عرصه مرتعی باشد.

منابع

آقاسی، م.ج. بهمنیار، م.ع. و اکبرزاده، م. ۱۳۸۵. مقایسه اثرات قرق و پخش آب بر روی پارامترهای پوشش گیاهی و خاک در مراتع کیاسر استان مازندران. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳(۴): ۷۳- ۸۴.

اوشیب نتاج، م. شکرچی، ح. اکبرزاده. م. و کشاورزی، م. (۱۳۹۰). مطالعه ات اکولوژی گونه *Lolium rigidium* در استان مازندران. زیست‌شناسی گیاهی، ۳(۱۰): ۳۷-۴۶.

چراغیان، ع. دهداری، س. فرجی، م. و آریاپور، ع. (۱۳۹۷). بررسی تاثیر عملیات اصلاحی مختلف بر شاخص‌های اکولوژیک سلامت مرتع با استفاده از روش LFA. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان، ۲۵(۲): ۴۵۴- ۴۶۴.

عرب سر بیژن، م. ابراهیمی، م. و آجرلو، م. (۱۳۹۵). بررسی شاخص‌های سطح خاک و ویژگی‌های عملکردی مرتع با استفاده از روش LFA. فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان، ۲۳(۲): ۳۷۳- ۳۸۲.

Abedi, M., and Arzani, H., 2004. Determination of Rangeland Health Attributes by using Ecological Indicators: new approach in rangeland analysis and assessment. Journal of Rangeland and Forest, 56: 5-24.

Arzani, H., Abedi, M., Shahriyari, A. and GHorbani, M. 2008. Investigation of soil surface indicators changes and rangeland functional attributes and rangeland plow. Researches range and Desert. 14(1): 68- 79.

Aghajanashkori, P., 2013. Watershed comprehensive plan. B.SC. Thesis, Sari agriculture and natural resource. 104p.

Bridge, B. J., Mott, J. J. and winter, W. H., 1983. Improvement in soil structure resulting from sown Pastures on degraded areas in the dry savanna woodlands of northern Australia. Australian Journal of Soil Research, 21: 83 90.

Dawes-Gromadzki, T., and Spain, A., 2003. Seasonal Patterns in the Activity and Species Richness of Surface Foraging Termites (Isoptera) At Paper Baits in a Tropical Australian Savanna. Journal of Tropical Ecology, 19:1–8.

Ehsani, S. M. Heshmati, G. and Tamartash, R. 2015. Effect of some environmental factors on plant distribution using LFA method, Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES), 6(1): 62-68.

Fancy, s. G. Gross, j. E. and Carter. S. L. 2009. Monitoring the condition of naturalresources in US national parks. Environmental Monitoring and Assessment151:161–174.

Ghahraman, A., Miravodi, H. and Zahedipour, H. 2001. Study of plant diversity in plant communication in Arak. 2th Congress of range and rangeland in Iran, University of Tehran, 523-532.

Heydarian, M., Naghipour, A., and Tavakkoli, H. 2011. Effect of grazing on vegetation and soils in rangeland Bojnord. 17: 243- 255.

Jori, M.H., Temzad, B., Shokri, M and Banihashemi, B. 2009. The comparison richness and diversity indictors on evaluation of mountain rangeland health (case study: Ramsar). Journal of rangeland, 2(4): 244- 356.

Karfs, R., 2002. Rangeland monitoring in tropical savanna grasslands, Northern Territory, Australia: relationships between temporal satellite data and ground data. Master's Thesis, Research School of Tropical Environment Studies and Geography, James Cook University, Townsville, Australia.

Karimzadeh A., Jafarian, Z. Ghorbani, J. and Akbarzadeh, M. 2012. Analysis of the relationship between speciesdiversity and environmental factors using multivariate analysis (Case Study: Sorkhdeh Rangelands of Semnan, Iran). Journal of Range and Watershed Management. 65(1): 131-143.

Ludwig, J.A., and Tongway, D.J. 1995. Spatial 21rganization of landscapes and its function in semiarid woodlands, Australia. Landscape Ecology 10: 51-63.

Magurran, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Scientific, Oxford, 322 p.

Mesdaghi, M., and Rashtian, A. 2005. Study of Component floristic and species richness in yekkeh chenar summer rangeland of Golestan Province. Journal of Agricultural science and natural resource, 12(1):27-36.

Meymandi nezhad, M., 1992. Ecological foundation. University of Tehran press, 808p.

Moghaddam M.R., 2006. Ecology of terrestrial plant. University of Tehran Press, 701p.

Moridi, T., Karami, P., Shokri, M and Jori, M.H. 2008. The relationship between diversity and production in Grassland and Shurnland. Journal of rangeland, 1: 1- 10.

Pellant, M., P. Shaver, D.A. Pyke, and J.E. Herrick. 2005. Interpreting indicators of rangeland health, version 4. Technical Reference 1734-6, USDI, BLM, National Sci. And Tech Center, Denver, Colo. 21-Mar-02. 122p.

Pyke, D.A., Herrick, J.E., Shaver, P.A., and Pellant, M. 2002. Rangeland health attributes and indicators for qualitative assessment. J. Range Manage. 55: 584-597.

Soudi, P. 1993. Living treasure saving earth's threatened biodiversity. Department of the Environment, 53P.

Tongway, D.J. and Hindley. N. 2003. Indicators of ecosystem rehabilitation success: stagetwo, verification of EFA indicators. Final report to the Australian center for miningenvironmental research. Produced by the center for mined land rehabilitation, University of Queensland, and Brisbane and CSIRO sustainable ecosystems. Canberra, Australia. 66p.

Tongway, D.J. and Hindley, N.L. 2004. 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 Smith, E.L. 1989. Soil surface features as indicators of rangeland site productivity. J. Aus. Range., (11): 15-20.

Tongway, D.J., Ludwig, J.A., and Whitford, W.G. 1989. Mulga log mounds: fertile patches in the semi-arid woodlands of eastern Australia. Australian Journal of Ecology 14: 263-268.

Toranjzar, H., Abedi, M., Ahmadi, A. and Ahmadi, Z.2009. Assessment of rangeland condition (health) in Meyghan desert of Arak. Journal of Rangeland, 3:259–271.

Wilson، A.D. 1986. The monitoring of change in range land condition: A multivatic site potential approach. Pp: 517_521 in Range lands:A Resource under sieg،proceeding of the second international Range Lands congress Australia Academy of science. p: 517_521.

Yari, R., Tavili, A. and Zare, S., 2012. Investigation on soil surface indicators and rangeland functional attributes by Landscape Function Analysis (LFA) (Case study: Sarchah Amari Birjand). Iranian journal of Range and Desert Research, 18(4): 624-636.

Zhao, R., Zhou, H. Qian, Y.and Zhang, J. 2007. Interrelations between plant communities and environmental factors of wetlands and surrounding lands in mid and lower reaches of Tarim River. Journal Applied Ecology, 17(6): 955-60.

Evaluation of the Efficiency of Landscape Function Analyze (LFA) to Estimate Plant Diversity in Kiasar rangeland of Mazandaran province of Iran

S. M. Ehsani[1], R. Tamartash[2*], Gh. Heshmati[3], E. Sheidai Karkaj[4]

Received:2019.2.2
Accepted:2019.9.1

Abstract

This study aimed to evaluate the efficiency of the LFA method to predict the species diversity indices. Sampling was carried out using 140 plots of 1 m^2 along 14 transects based on a randomly-systematic design and so, the final indexes of soil infiltration, nutrient cycle and soil stability were calculated. Also, the cluster analysis was applied to determine the similarity among the diversity indices, soil surface parameters and final indices by using PAST software. The results showed that at the level of 1 percentage ($P \leq 0.01$), the Shannon diversity and Simpson indice were predicted by altitude from the sea level and nutrient cycle parameter, respectively and, richness indice was predicted by these two parameters. It seems that the LFA method can create the final indices by considering and scoring some of the surface parameters of the soil (eleventh indices) and these indices can finally display the ecosystem's performance.

Keywords: soil surface parameters, nutrient cycle, richness index, patch.

1- Ph.D. Candidate in Range Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2-Associate Professor, Department of Range and Watershed Management Sari Agriculture Science and Natural Resource University, Iran.
*(corresponding auther: reza_tamartash@yahoo.com)
3-Professor, Department of Range Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran [4]Assistant
4-professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran.