ارتباط تولید مرتع سارال با شاخص‌های سازمان‌یافتگی، نفوذپذیری، چرخه عناصر و پایداری خاک سطحی در روش آنالیز عملکرد چشم‌انداز (Landscape Function Analysis)

کاظم ساعدی
استادیار پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران. k.saedi@areeo.ac.ir

چکیده

در این مطالعه، ارتباط بین شاخص‌های چهارگانه سازمان‌یافتگی، نفوذپذیری، چرخه عناصر و پایداری خاک سطحی در روش آنالیز عملکرد چشم‌انداز (Landscape Function Analysis = LFA) با اجزای تولید در سطح ۹۰ هکتار مرتع قرق‌شده بررسی شد. اجزای تولید شامل تولید کل، علوفه قابل چرای دام و علوفه گونه‌های علفی بود. تعداد ۲۸ واحد کاری انتخاب شد و ترانسکت ثابتی در سه سال مستقر شد و در امتداد آن پنج تکرار از هر زون موجود در واحد کاری انتخاب شده و ۱۱ ویژگی موجود در روش LFA هر ساله اندازه‌گیری شد. همچنین، هر سال، در ۱۰ پلات یک متر مربعی اقدام به برداشت تولید به تفکیک گندمیان، پهن‌برگان و بوته‌ای‌ها شد. نتایج نشان داد که شاخص‌های نفوذپذیری و پایداری نتوانستند تعیین کننده توان تولید مرتع باشند اما شاخص‌های چرخه عناصر و شاخص سازمان‌یافتگی تا حدود معنی‌داری توانستند توجیه‌کننده تغییرات تولید قابل چرای دام در این مقیاس باشند.

واژه‌های کلیدی: LFA، شاخص چرخه عناصر، مرتع سارال

مقدمه

با وجود اندازه‌گیری آسان ویژگی‌های ساختاری، اندازه‌گیری مستقیم عملکردهای اکوسیستم‌های مرتعی بسیار زمان‌بر و پرهزینه است. بنابراین، برای ارزیابی این ویژگی‌ها از مجموعه‌ای از شاخص‌های ساده و ارزان، قابل تعمیم و دارای کاربرد وسیع استفاده می‌شود (Pyke *et al*., 2002). روش آنالیز عملکرد چشم‌انداز یا به اختصار LFA خاستگاهی استرالیایی دارد و توسط تعدادی از معروف‌ترین دانشمندان علوم محیطی این کشور ابداع شده و پس از چندین ویرایش و تصحیح به شکل کنونی آن در دسترس قرار گرفته است. همچنین پژوهشگران بسیاری در نقاط مختلف جهان به آزمون این روش پرداخته و زمینه به‌کارگیری و تطبیق این روش با دامنه وسیعی از شرایط محیطی را فراهم نمودند. همین امر سبب شده تا این روش به یکی از معدود روش‌های کارآمد در زمینه ارزیابی سریع و میدانی عملکرد اکوسیستم‌ها (یا چشم‌اندازها) تبدیل شود.

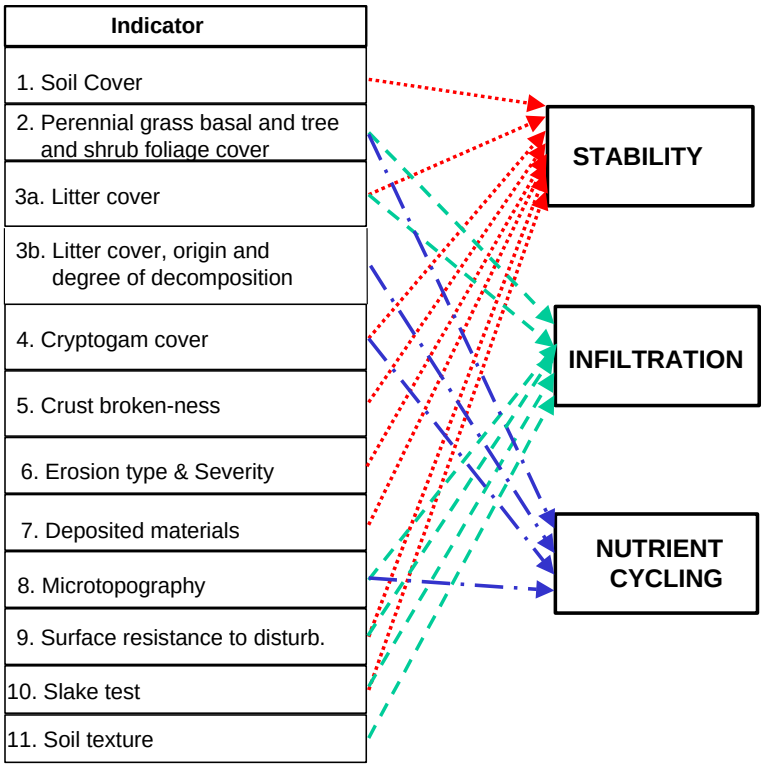
ارزیابی شاخص‌های سطح خاک و ویژگی‌های عملکردی مرتع توسط Tongway و Hindley (۲۰۰۵) به عنوان یک رهیافت ساده کاربردی برای ارزیابی توانمندی عرصه‌های مرتعی مطرح شده است. روش تجزیه و تحلیل عملکرد اکوسیستم مرتعی با استفاده از شاخص‌های قابل رؤیت سطح خاک میزان کارایی یک دامنه را به عنوان یک سیستم بیوفیزیکی اندازه‌گیری می‌کند. این روش حاصل تحقیق‌های متنوعی است و عمدتاً بر فرآیندهایی استوار است که در هیدرولوژی سطحی اکوسیستم دخیل می‌باشند از جمله: بارندگی، نفوذپذیری، رواناب، فرسایش، رویش گیاهی و چرخه عناصر. در این روش مفاهیم ذیل تشریح شده است (شکل ۱):

الف- چارچوب مفهومی روش LFA

ب- گردآوری داده‌های میدانی

ج- خلاصه‌سازی داده‌ها و جدول‌بندی

د- چارچوب تفسیری



شکل ۱- ارتباط شاخص‌های اصلی با ویژگی‌های ۱۱گانه سطح خاک در روش LFA (Tongway and Hindly, 2005)

شاخص‌های ارائه شده در روش LFA دامنه وسیع‌تری از اطلاعات مربوط به کارکرد اکوسیستم را ارائه می‌دهند. ویژگی‌ها و شاخص‌های سطح خاک در این روش در واحد نمونه *قطعه*[1] بررسی می‌شوند. قطعه به سطحی گفته می‌شود که منابع انتقال یافته از *میان قطعات*[2] را دریافت می‌کند و حفظ می‌کند. قطعات می‌توانند از یک پایه گیاهی منفرد، گروهی از گیاهان، چمنزار، تخته سنگ و یا هر مانعی که بتوان منابع را حفظ کند تشکیل شوند. روش LFA یکی از موارد ارزیابی در ۱۶۲۰ سایت دائمی مراتع استرالیاست که در سیستم ارزیابی مراتع غربی استرالیا (WARMS) به کار گرفته می‌شود (Watson *et al.*, 2007). در این مطالعه قطعات، شامل توده‌های گیاهی می‌باشند که به صورت منفرد و یا گروهی در منطقه مشاهده شدند.

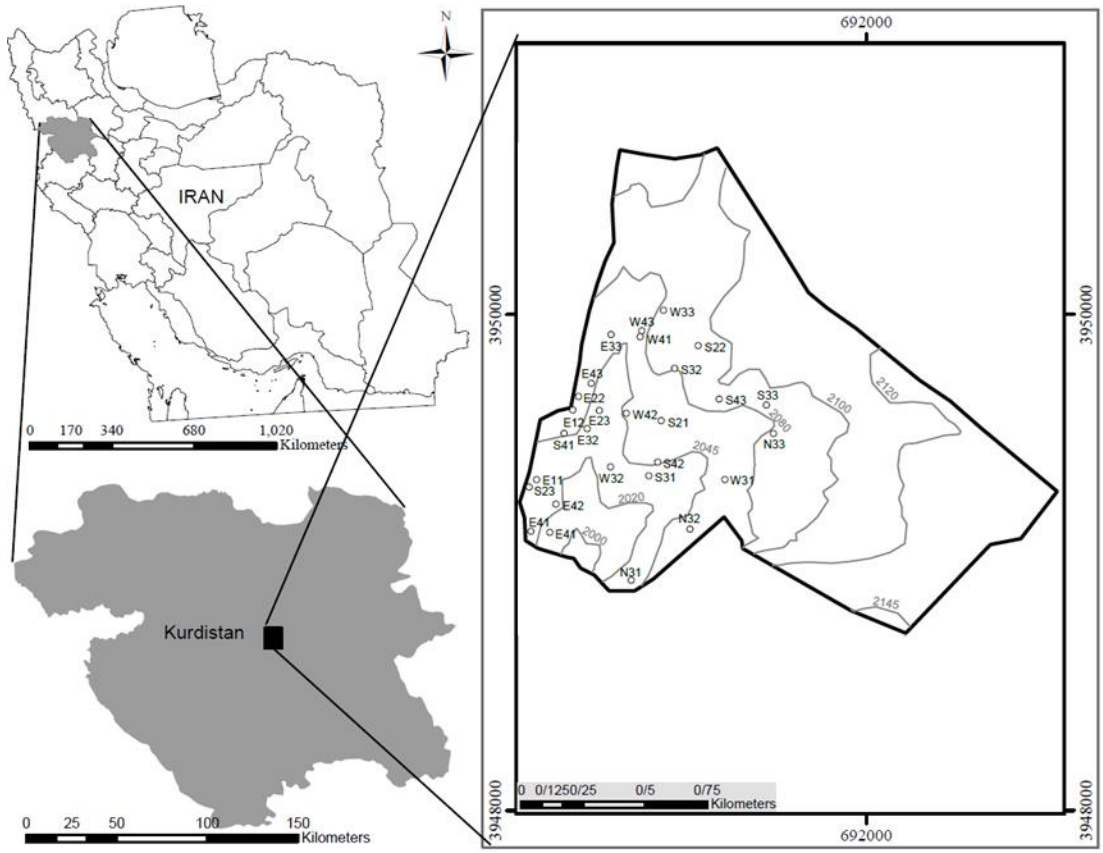
شاخصه‌هایی که نسبت به تغییر مدیریت حساسیت نشان نمی‌دهند، برای ارزیابی کیفیت خاک مناسب نیستند (Doran and Parklin, 1996). به عنوان مثال، وزن ظاهری و پایداری خاکدانه‌ها از ویژگی‌های مناسب و عمق و بافت خاک از ویژگی‌های نامناسب [در ارزیابی اثرات کوتاه‌مدت و میان‌مدت] برای استفاده در شاخص کیفیت خاک هستند (Kay, 1990). در مطالعه‌ای که چارچوبی مشابه پروژه حاضر داشت Rezaei و همکاران (۲۰۰۶)، رضایی و همکاران به نتایج جالبی در حوزه لار رسیدند: با افزایش شیب دامنه، ویژگیهای عملکردی و همچنین نیتروژن و کربن خاک نیز کاهش نشان داد؛ کلاسه‌های شیب رابطه‌ای قوی با پایداری، چرخه عناصر و شاخص سازمان‌یافتگی واحد اراضی از خود نشان داد؛ جهت دامنه به طور معنی‌داری بر روی ویژگیهای عملکردی پایداری و نفوذپذیری اثری نداشت ولی رابطه معنی‌داری با ویژگی چرخه عناصر از خود نشان داد.

[1] Patch
[2] Interpatch

هدف از این مطالعه، بررسی کارایی شاخص‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخصه‌های ۱۱گانه خاک و سطح خاک در روش LFA در ارزیابی توان اکولوژیک واحدهای توپوگرافیکی متنوعی از مراتع نیمه‌استپی مراتع حاشیه سارال کردستان است.

مواد و روش‌ها

ایستگاه تحقیقات سارال بین مدارهای ۳۵ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۱ دقیقهٔ عرض شمالی و نصف النهارات ۴۷ درجه و ۷ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۹ دقیقهٔ طول شرقی واقع گردیده و دارای ارتفاعی معادل ۲۱۴۵ متر در مرتفع‌ترین نقطه و ۲۰۰۰ متر از سطح دریا در محل خروجی دره‌های فرعی می‌باشد (شکل ۲). نزولات جوی در منطقه مورد مطالعه به صورت باران و در ماههای سرد سال بیشتر برف می‌باشد. میانگین سالانه بارش حدود ۳۳۰ میلی‌متر است. مطالعات تفصیلی خاک‌شناسی و طبقه‌بندی اراضی ایستگاه تحقیقاتی سارال به منظور تشخیص انواع خاکها و تعیین استعداد اراضی جهت کشت و آبیاری و همچنین استفاده صحیح از منابع آب و خاک انجام گرفته است و رژیم رطوبتی و حرارتی خاکهای آن Xeric Mesic می‌باشد (عماری، ۱۳۷۰).



شکل ۲- واحدهای کاری بر اساس جهت (حروف بزرگ انگلیسی)، کلاسه شیب (عدد اول) و تکرار (عدد دوم) در قرق ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی و منابع طبیعی سارال، کردستان (برگرفته از Saedi *et al.*, 2017)

نقشه توپوگرافی با فاصله ارتفاعی پنج متر نیز همزمان ترسیم شد. نقشه‌های مدل رقومی ارتفاع ایستگاه نیز قبلاً در محیط ILWIS 3.3 تهیه شد. ابتدا از DEM موجود نقشه‌های سه‌گانه ارتفاع، شیب و جهت استخراج شد و با اعمال فیلترهای مناسب جهت تلفیق و تهیه خروجی واحدهای ریز از نقشه حذف گردید. نمونه‌گیری‌ها و اندازه‌گیری‌ها با استفاده از یک ترانسکت (با طول متناسب با طول واحد کاری) در امتداد شیب هر چشم انداز انجام شد و طول و عرض قطعات اکولوژیک که مشتمل بر محدوده تحت پوشش گیاهی و خاک لخت بین آنها می باشد، اندازه گیری شد. از هر یک از این قطعات اکولوژیک، تعداد ۵ تکرار به صورت تصادفی تعیین و ۱۱ پارامتر سطحی خاک (پوشش خاک، پوشش یقه گیاهان، پوشش لاشبرگ، پوشش و منشأ لاشبرگ، پوشش خزه و گلسنگ، شکنندگی پوسته خاک، شدت و نوع فرسایش، میزان مواد ترکیب شده با خاک، میکرو توپوگرافی سطح خاک، مقاومت پوسته سطح خاک در برابر رطوبت و بافت خاک) مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین جهت ارزیابی ساختار چشم‌انداز، در طول ترانسکت اقدام به یادداشت طول و عرض قطعه اکولوژیکی مربوط به پوشش گیاهی شد. کلیه این عملیات برای سه سال ۸۹-۸۷ تکرار شد. تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از برنامه ضمیمه روش تحلیل عملکرد چشم انداز که در محیط Excel توسط Tongway و Hindley (۲۰۰۴) طراحی شده است صورت پذیرفت. روابط شاخص‌های به‌دست‌آمده با تولید گیاهی نیز از طریق رگرسیون دومتغیره بررسی شد (SPSS ver. 17).

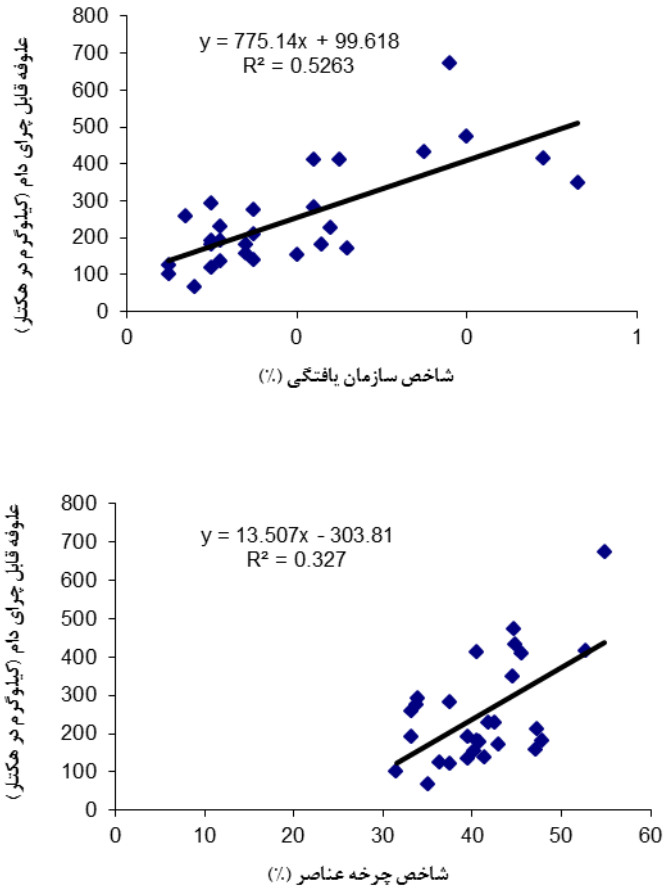
برای اندازه‌گیری تولید، اقدام به قطع و توزین رویش سالانه گیاهان به تفکیک گونه و کلاس خوشخوراکی (کلاس اکولوژیکی) آنها در پنج پلات یک متر مربعی مستقر شده به صورت سیستماتیک-تصادفی در طول ترانسکت شد. کلیه این عملیات برای سه سال تکرار شد. برای هر واحد کاری، از روی کلاسه‌های اکولوژیک و نوع گونه‌ها تولید کل[3]، تولید گیاهان علفی[4] و تولید در دسترس دام[5] بر حسب کیلوگرم ماده خشک بر هکتار نیز در محیط اکسل محاسبه شد محاسبه شد.

نتایج و بحث

مقادیر میانگین شاخص‌های سه‌گانه عملکردی پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر و همچنین شاخص ساختاری سازمان-یافتگی برای کل مرتع، به ترتیب برابر ۵۶، ۵۲، ۴۷ و ۱۹ درصد بود. میانگین تولید کل منطقه مورد مطالعه در سه سال برای تولید علفی، تولید در دسترس و تولید کل به ترتیب ۲۵۰، ۳۱۴ و ۸۱۲ کیلوگرم ماده خشک بر هکتار به دست آمد به طور کلی، از میان انواع رابطه‌ها، رابطه خطی بهتر از سایرین بود. از میان انواع تولید، تنها علوفه قابل دسترس برای دام بود که توانست برای شاخص‌ها رابطه معنی‌داری در سطح ۵ درصد تشکیل دهد و در میان شاخص‌های روش ابداعی LFA، فقط شاخص سازمان‌یافتگی و چرخه عناصر موفق به ایجاد این رابطه شدند (شکل ۳).

بر اساس داده‌های مشاهده‌شده، هر دو متغیر شاخص چرخه عناصر و شاخص سازمان‌یافتگی دارای یک عملکرد خطی صعودی نسبت به تولید قابل استفاده دام برای منطقه مورد مطالعه بودند. از نتایج این تحقیق چنین برمی‌آید که برای اهداف پایش و ارزیابی کیفیت خاک، استفاده توأم از هر دو ویژگی ذاتی (مانند شاخص چرخه عناصر خاک) و دینامیکی خاک (مانند درصد نیتروژن) شناخت بهتری از سیستم وضعیت خاک به ما می‌دهد (Saedi *et al.*, 2017). در این مطالعه برخی شاخص‌ها که حاصل آنالیز LFA بودند، رابطه قوی و مناسبی با تولیدهای مورد مطالعه از خود نشان ندادند. به نظر می‌رسد که اولاً اندازه‌گیری ویژگی‌های ۱۱گانه این روش تا حدودی سلیقه‌ای و وابسته به شخص و تجربه شخص است؛ دوم اینکه ممکن است از آنجا که این روش خاستگاه استرالایی دارد نیازمند اصلاحاتی جزئی یا اساسی باشد که این موضوع می‌تواند در آینده مورد مطالعه قرار گیرد.

[3] Total Yield (TY)
[4] Herbaceous Yield (AF)
[5] Available Forage (AF)



شکل ۳- شاخص‌هایی که توانستند در برابر میزان علوفه قابل چرای دام رابطه معنی‌دار و نسبتاً خوبی برقرار کنند.

Palmer و همکاران (۲۰۰۱) دو اکوسیستم مرتعی با مدیریت‌های مختلف (خصوصی و عمومی) را با روش LFA مورد مقایسه قرار دادند و همزمان داده‌های خاکشناسی را نیز مد نظر قرار دادند. Tongway و Ludwig (۲۰۰۲) بیان کرده‌اند که شاخص‌های LFA بهترین پیش‌بینی‌کننده تولید مرتع نیز می‌باشند. لطفی اناری و حشمتی (۱۳۸۸) پس از ارزیابی صحت روش LFA به تطبیق این روش برای اکوسیستم‌های مرتعی خشک مرکزی ایران پرداختند. ایشان بعد از آنالیز حساسیت امتیازات پارامترها، بافت خاک و نوع و شدت فرسایش را که کمترین حساسیت را نشان داد، حذف و پارامتر سنگریزه موجود در سطح خاک را اضافه نمودند در این حالت صحت روش به صحت کامل (R>۰/۶) رسید. ایشان اریب‌های به وجود آمده در صحت کامل شاخص‌های LFA را مربوط به یک و یا چند ویژگی ارزیابی سطح خاک در این روش دانست و علت را پایه‌ریزی در شرایط اکولوژیکی متفاوت دانست که به خوبی بیانگر واقعیات اکوسیستم مرتعی کشور ما نیستند. بر اساس طبقه‌بندی ارائه شده در گزارش نهایی بررسی صحت شاخص‌های سطح خاک LFA (Tongway and Hindly, 2002)، هیچ یک از شاخص‌های سطح خاک در طبقه صحت ضعیف قرار نگرفتند و شاخص پایداری بیشترین صحت (R = 0.59) را از خود نشان داده است. ملائی و همکاران (۱۳۸۹) تاثیر قرق بر عملکرد خاک در مراتع قرق سُه با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم‌انداز را مطالعه کردند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که در مقایسه کلی عملکرد بین ترانسکت‌های داخل و خارج از قرق شاخص پایداری تفاوت معنی‌داری را نشان داد، اما نفوذپذیری و چرخه موادغذایی تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند.

منابع

عماری، کشمیری، ف. ۱۳۷۰. مطالعات تفصیلی دقیق خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی برای آبیاری و دیمکاری ایستگاه تحقیقاتی خرکه.

لطفی اناری، پیمان و حشمتی غلامعلی، ۱۳۸۸. تطبیق روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم‌انداز در اکوسیستم‌های مرتعی خشک مرکزی ایران، مجله مرتع و بیابان، جلد ۱۶، شماره ۳، ص: ۳۹۹-۳۸۶.

ملائی رنانی، مائده، بشری، حسین و بصیری مهدی، ۱۳۸۹. بررسی تاثیر قرق بر شاخص‌های عملکرد خاک سطحی در مراتع منطقه سُه- اصفهان. اولین همایش ملی تحقیقات منابع طبیعی ایران، ۲۸ و ۲۹ مهر ماه ۱۳۸۹، دانشگاه کردستان.

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

Tongway, D. J., and Hindley, N. L. 2005. Landscape functionanalysis: Procedures for monitoring and assessing landscapes, CSIRO Sustainable Ecosystems, Canberra, Australia.Pp: 80.

Watson, I. W. , Novelly, P. E. , Thomas, P. W. E., 2007. Monitoring changes in pastoral rangelands - the Western Australian Rangeland Monitoring System (WARMS). Rangeland Journal, 29 (2): 191-205.

Doran, J. W. and T. B. Parkin. 1996. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: Doran, J. W., Jones, A.J. (Eds.), Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society of America, Special Publication, 49: 25–37.

Kay, B. D. 1990. Rates of change of soil structure under different cropping systems. Adv. Soil Sci.12: 1–52.

Rezaei, S.A., Arzani, H., and Tongway, D. 2006. Assessing rangeland capability in Iran using landscape function indices based on soil surface attributes, Journal of Arid Environments, 65: 460–473.

Tongway D., Hindley N. 2004 - Landscape Function Analysis: Procedures for Monitoring and Assessing Landscapes - Brisbane, CSIRO.

Saedi, K., Fatehi, p., Khaksarian, F. and Rezaei, S.A., 2017. A minimum set of soil indicators for the semi-arid rangeland productivity assessment. Polish Journal of Ecology, 65(1):14-23.

Palmer, A.R., Killer, F.J., Avis, M.A., and Tongway, D.J., 2001. Defining function in rangelands at the district eastern cape using landscape function analysis. African Journal of Range and Forage Science, 18: 53-58.

Tongway, D.J., and Ludwig, J., 2002. Desertification reversing, in Ratten Lal. Marcel dakker, New york, 343-345.

Relationship between Saral range yields and, infiltration, stability, nutrient cycling in landscape function analysis method

K. Saedi

Department of Natural Resources, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran, e-mail: k.saedi@areeo.ac.ir

Abstract

In this study, relationship between the four indices of land organization, infiltration, stability, and nutrient cycling in landscape function analysis (LFA) method and yield components of a 90 ha exclosure rangeland were evaluated. Yield components were included total yield, available forage and herbaceous yield. Twenty-eight land units selected and fixed transects established for three years and five replications of present zones were selected along them, followed by measuring 11 LFA components each year. Further, each year, ten 1m2-plots were casted to estimate yields of grasses, forbs and bushes, separately. Results showed that, stability and infiltration indices were not able to explain yield productivity, but land organization and nutrient cycling indices could explain variances of the range forage yield, significantly.

Keywords: Landscape Function Analysis, Nutrient Cycling Index, Saral Rangelands