فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۴، شماره ۳، صفحه ۵۵۹-۵۴۷ (۱۳۹۶)
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrdr.2017.113362

بررسی ناهمگنی مکانی عملکرد اکوسیستم مرتعی ناشی از شدت‌های مختلف چرا و جهت‌های جغرافیایی

الهام رفیق[۱]، کمال‌الدین ناصری[۲*]، منصور مصداقی[۳] و فریدون ملتی[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
۲*- نویسنده مسئول، استادیار، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
پست الکترونیک: klnaseri@um.ac.ir
۳- استاد، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
۴- مربی، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۱۷

چکیده

پایش، به مشاهدات منظم و طولان مدتی گفته می‌شود که موجب تشخیص زودهنگام تغییرات، ارزیابی و پیشگویی آنها شود. ویژگی‌هایی که تاکنون در علوم منابع طبیعی مورد پایش قرار گرفته‌اند اغلب محدود به ترکیب و ساختار پوشش گیاهی بوده‌اند و عملکرد اکوسیستم کمتر مورد توجه بوده است. روش تجزیه‌وتحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA) یک روش پایش عملکرد اکوسیستم‌هاست که به پایش عملکرد چشم‌انداز طی زمان و یا در طول مکان می‌پردازد. تحقیق پیش‌رو به بررسی اثر شدت چرا (چرای سنگین، چرای متوسط و عدم چرا) و همچنین جهت جغرافیایی بر عملکرد اکوسیستم محدوده سد طرق مشهد می‌پردازد. بر اساس روش مورد استفاده در این مطالعه، لکه‌های موجود در منطقه چهار گروه لکه به نام‌های بوته‌ای، گندمی، فورب و سنگ و چهار گروه فضای بین لکه‌ای به نام‌های خاک لخت، خاک پوشیده از سنگ و خاک با پوشش توأم قطعات سنگی و لاشبرگ تشخیص داده شدند. نتایج مقایسه سه سایت از نظر هر سه پارامتر عملکردی روش LFA (پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصرغذایی) نشان داد که افزایش شدت چرا به طور معنی‌داری منجر به کاهش عملکرد اکوسیستم مورد مطالعه شده است، به‌نحوی‌که مقدار H به‌دست آمده از آزمون کروسکال والیس برای آنها به‌ترتیب ۱۸/۸۶، ۱۲/۰۸ و ۱۷/۱۷ است که در هر سه حالت از مقدار کای‌اسکور جدول بیشتر است. همچنین مقایسه انواع لکه‌ها و فضاهای بین لکه‌ای (۸ گروه) با یکدیگر نیز نشان داد که بین این گروه‌ها نیز تفاوت عملکردی معنی‌داری وجود دارد. از این منظر لکه‌های فورب و گندمی در بیشتر سایت‌ها دارای بالاترین عملکرد و لکه‌های سنگ و فضای بین لکه‌ای خاک لخت در بیشتر سایت‌ها دارای کمترین عملکرد بودند. مقایسه جهت‌های گروه‌بندی شده یعنی شمالی-غربی با جنوبی-شرقی نیز نشان داد که گروه شمالی-غربی از نظر هر سه پارامتر عملکردی دارای امتیاز بالاتری از گروه جنوبی-شرقی است.

واژه‌های کلیدی: تجزیه‌وتحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA)، لکه و فضای بین‌لکه‌ای، عملکرد، پایداری، نفوذپذیری، چرخه عناصرغذایی.

مقدمه

اکوسیستم‌ها به‌عنوان سیستم‌های زنده و پویا دارای تغییرپذیری فراوان‌اند؛ نحوه مدیریت، ویژگی‌های محیطی و تنش‌های متعدد می‌توانند عملکرد یک سیستم را در طول زمان و مکان تغییر دهند که این عملکرد همان میزان گردش مواد، انرژی و اطلاعات درون هر سیستم است. سیستم‌هایی

که بتوانند منابع بیشتری را در خود حفظ و ذخیره کنند از نظر عملکردی سیستم‌های موفق‌تری هستند (حشمتی و همکاران، ۱۳۸۷). پایش به مشاهدات منظم و طولانی‌مدت، که به تشخیص زودهنگام تغییرات، ارزیابی و پیشگویی آنها کمک می‌کند، اطلاق می‌شود (Syrbe *et al.*,2007). دیدگاه‌های پیشین ارزیابی مراتع بر بررسی ساختار، ترکیب، وضعیت و گرایش مراتع تأکید داشتند (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۵). اما هیچ‌یک از این مفاهیم به‌طور واضح درباره فرایندهای مکانی و همچنین عملکرد مراتع بحث نمی‌کنند (حشمتی و همکاران، ۱۳۸۷). انتشار کتاب سلامت مرتع در سال ۱۹۹۴ دیدگاه‌های ارزیابی مراتع و به‌تبع پایش آنها را به سمت عملکرد مراتع و تأکید بر خاک به‌عنوان بستر و عامل اصلی انعکاس تغییرات مراتع سوق داد (NRC, 1994). مطالعات جدید در زمینه ارزیابی اکوسیستم‌ها و چشم‌اندازها نیز، به جای بررسی ساختار اکوسیستم و خدمات فیزیکی ارائه شده توسط آن، عملکرد را به‌عنوان سرویس و خدمت اصلی می‌سنجند (Groot, 2006). خاک به‌عنوان مخزن رطوبت و عناصرغذایی و محل تبادلات این عناصر با ریشه گیاهان نقش به‌سزایی در استقرار گیاهان و جلوگیری از فرسایش دارد (مصداقی، ۱۳۸۶). از این‌رو در ارزیابی عملکرد مراتع در روش تجزیه‌وتحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA: Landscape Function Analysis) (Tongway, 1994)، بررسی وضعیت خاک به‌ویژه خاک سطحی بخش نسبتاً مهمی از عملیات میدانی و فرایند گردآوری داده‌ها را به خود اختصاص داده‌است. به گفته Bastin و Steinhardt (۲۰۰۲) تغییرات چشم‌انداز بر عملکرد آن مؤثرند و تشخیص سریع تغییرات و گرایش‌ها و پیشگیری از وقوع آنها بسیار مهمتر از جلوگیری از پیشرفت آنها در آینده است (Syrbe *et al.*, 2007). درواقع توسعه سیستم‌های پیش‌آگاهی (Early warning) یعنی تشخیص تغییرات ویژگی‌ها و فرایندهای اکوسیستم در مرحله‌ای که عملیات مدیریتی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه و ممکن باشند، بسیار مورد توجه‌اند (Maestre & Puche, 2009). یکی از روش‌هایی که می‌توان از آن در سیستم‌های پیش‌آگاهی استفاده کرد، روش تجزیه‌وتحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA) است که از شاخص‌های ارزیابی بصری که به‌سادگی قابل اندازه‌گیری هستند، برای درک کارکرد چشم‌انداز در مقیاس‌های مختلف استفاده می‌کند. این روش ۱۱ شاخص را در قالب سه ویژگی اصلی عملکرد چشم‌انداز (پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصرغذایی) در محل توقف جریان آب و باد (لکه) و محل برداشت منابع توسط این جریانات (فضای بین لکه‌ای) ارزیابی می‌کند (Tongway & Hindley, 2005). چارچوب مفهومی این روش بر مبنای دانش اکولوژی چشم‌انداز بنا شده و نشأت گرفته از مفاهیم کل‌نگرانه و دیدگاه سیستمی در پست‌مدرنیسم است (Kuhn, 2012).

راهبرد لکه‌ای بودن سازگاری بسیار مناسبی را در مراتع خشک و نیمه‌خشک بوجود می‌آورد (Ludwig *et al.*, 2003). چیدمان لکه‌های گیاهان چندساله نیز شاخص بسیار مهمی از نحوه نگهداشت و یا هدررفت منابع در چشم‌انداز است (Bastin *et al.*, 2002). به اعتقاد Ludwig و همکاران (۲۰۰۷) حداکثر نشت منابع در چشم‌اندازهای فاقد هر گونه پوشش‌گیاهی است که هیچ ممانعتی در برابر جریان آب ایجاد نمی‌کنند.

استفاده از روش LFA و مقایسه نتایج آن با مقادیر پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصرغذایی اندازه‌گیری شده به‌طور مستقیم، نشان داده که این روش کارایی لازم را در اندازه‌گیری مؤلفه‌های اصلی عملکرد دارد (Lotfi Anari & Heshmati, 2009؛ Arzani *et al.*, 2007؛ Maestre & Puche, 2009). همچنین مطالعه‌ای که به‌منظور سنجش اعتبار شاخص‌های روش LFA انجام شده بود نشان داد که بین هر سه پارامتر پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصرغذایی با متغیرهای سطح خاک مرتبط با هر پارامتر، همبستگی بسیار قوی وجود دارد. در نتیجه شاخص‌های LFA می‌توانند به‌عنوان جایگزین مناسبی برای بررسی متغیرهای خاک که با چرخه عناصرغذایی و نفوذ آب مرتبط‌اند، معرفی شوند (Maestre & Puche, 2009).

آنچنان که مورد انتظار است لکه‌ها نسبت به فضای بین

لکه‌ها (Lotfi Anari & Heshmati, 2009؛ حشمتی و همکاران، ۱۳۸۶؛ ترنج زر و همکاران، ۱۳۸۸؛ Ahmadi و همکاران، ۲۰۰۹؛ عابدی و همکاران، ۱۳۸۵؛ Maestre & Puche, 2009؛ Teague *et al*., 2011) و مناطق چرای کم و قرق نسبت به مناطق مورد چرا از نظر ویژگی‌های سه‌گانه چشم‌انداز وضعیت بهتری دارند و شاخص‌های یازده‌گانه مورد اندازه‌گیری در مجموع مقادیر بالاتری را ارائه می‌دهند (حشمتی و همکاران، ۱۳۸۶؛ Ahmadi و همکاران، ۲۰۰۹؛ Arzani *et al*., 2007؛ عابدی و همکاران، ۱۳۸۵). لازم به ذکر است که با افزایش شدت چرا اختلاف عملکردی بین لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای کاهش می‌یابد (Ahmadi و همکاران، ۲۰۰۹؛ عابدی و همکاران، ۱۳۸۵). البته مقایسه مناطق قرق نسبت به مناطق مورد چرا با استفاده از روش سلامت مرتع نیز نتایج مشابهی را نشان داد. به‌طوری‌که ویژگی‌های سه‌گانه اکوسیستم مرتعی در این روش (پایداری خاک و رویشگاه، عملکرد هیدرولوژیک و سلامت موجودات زنده) در منطقه چرای شدید در مقایسه با منطقه قرق میان‌مدت پایین‌تر از مرز آستانه و در طبقه حاد قرار گرفتند (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۵).

جوامع گیاهی به‌عنوان جزء زنده یک اکوسیستم پیچیده همیشه تحت تأثیر محیط غیرزنده خود هستند. Rezaie و Arzani (۲۰۰۷) نیز معتقدند عوامل توپوگرافیک عرصه موردمطالعه به طور غیرمستقیم و از طریق اثر روی خصوصیات خاک، رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج این مطالعه نشان داد که جهت شیب بر پایداری و نفوذپذیری تأثیری ندارد اما از نظر چرخه عناصرغذایی، جهت رو به شمال بیشترین و جهت رو به جنوب کمترین مقادیر شاخص‌ها را به خود اختصاص دادند. Rezaei و همکاران (۲۰۰۶) هم به نتایج مشابهی دست یافتند، به‌طوری‌که نتایج مطالعه آنان نشان داد که جهت شیب از میان پارامترهای سه‌گانه تنها بر چرخه عناصرغذایی تأثیر معنی‌داری داشت. در این تحقیق هم جهت شمالی بیشترین و جهت جنوبی کمترین مقدار شاخص چرخه عناصرغذایی را داشتند. بررسی مستقیم مقدار کل نیتروژن و کربن آلی خاک هم در جهات مختلف جغرافیایی مؤید این نتیجه است.

در کشور ما بخش عمده‌ای از تحقیقات و مطالعات مربوط به ارزیابی‌های وضعیت مراتع معطوف به سنجش ساختار مرتع (اغلب ساختار پوشش‌گیاهی) بوده‌است. در این تحقیق بر مبنای آنچه در بالا بیان شد، به سنجش عملکرد یک اکوسیستم مرتعی پرداخته شده است که تقریباً در مرز ناحیه رویشی استپی و نیمه استپی قرار گرفته است. در محدوده این منطقه دو نوع ناهمگنی مکانی عمده در پوشش گیاهی شامل ناهمگنی ناشی از اثر جهت جغرافیایی و ناشی از گرادیان چرایی مشاهده شد. فرض این تحقیق آن است که چنین ناهمگنی‌هایی موجب ناهمگنی عملکرد واحدهای مطالعاتی نیز خواهد شد. سنجش عملکرد سایت‌های انتخاب شده با استفاده از روش LFA، بررسی تفاوت‌های احتمالی و مقایسه آنها، هدف این تحقیق است که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد.

مواد و روش‌ها

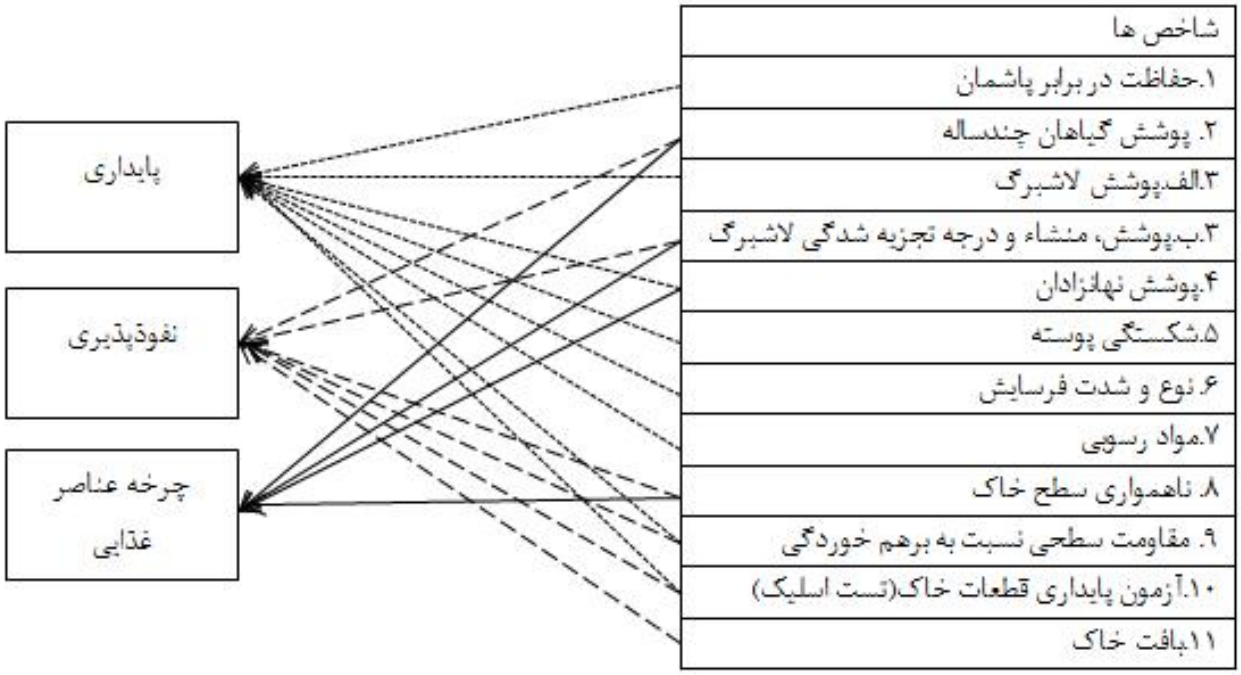
محدوده مورد مطالعه در بخش کوچکی از سامان کلاته کرتیان در حوزه سد طرق واقع در شهرستان طرقبه شاندیز، بخش طرقبه، دهستان طرقبه در فاصله ۲۰ کیلومتری جنوب‌غربی مشهد قرار دارد؛ و از لحاظ طول و عرض جغرافیایی در طول ´۳۱ °۵۹ تا ´۳۷ °۵۹ و عرض ´۱۰ °۳۶ تا ´۵ °۳۶ واقع شده است. اقلیم منطقه به روش آمبرژه خشک سرد است و متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر است. نوع بارش در منطقه بیشتر به صورت باران است (حدود ۸۵ درصد از کل بارش منطقه). از لحاظ توپوگرافی، تپه ماهورهای کوتاه با الگوهای تکرار شونده و شیب غالب حدود ۲۰ درصد است.

از نظر لیتولوژی جنس سنگ‌های این مرتع شامل شیل فیلیتی خاکستری تیره (فیلیت مشهد) که فیلیت‌ها به صورت سنگ‌های شیلی ورقه ورقه در منطقه دیده می‌شوند، است. شکل رویشی گیاهان آن منطقه بیشتر از نوع بوته شامل انواع درمنه‌ها (*Ar.aucheri*، *Ar. kopetdaghensis*، *Atemisia khorsanica*) می‌باشد و در کنار آن شکل‌های پهن‌برگ (ازجمله *Acanthophylum glandulasum*

Cousinia sp.، *Carex stenophyla*، *Poa bulbosa*، *Stipa barbata*) نیز دیده می‌شود. دام غالب استفاده کننده از مراتع منطقه گوسفند و به‌تعداد ۱۴۰۲ واحد دامی در کل سامان می‌باشد.

معرفی و کاربرد روش تجزیه‌وتحلیل عملکرد چشم‌انداز

روش تجزیه‌وتحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA) یک شیوه پایش است و شاخص‌هایی که به آسانی قابل اندازه‌گیری در عرصه هستند برای ارزیابی عملکرد زیست‌زمین‌شیمیایی چشم‌انداز در طول شیب دامنه به‌کار می‌روند (حشمتی و همکاران، ۱۳۸۷). روش‌شناسی LFA بر مبنای اندازه‌گیری شاخص‌های یازده‌گانه استوار است. این شاخص‌ها باید در جهت حرکت آب و یا باد (با توجه به نوع انتقال غالب در منطقه) و در امتداد ترانسکت‌هایی که عموماً در جهت شیب غالب دامنه مستقر شده‌اند ارزیابی شود. شاخص‌های یازده‌گانه در سه پارامتر کلی پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصرغذایی خلاصه می‌شوند و ترکیب این سه معیار بیانگر نحوه عملکرد چشم‌انداز است. ارزیابی‌های مربوط به هریک از شاخص‌های یازده‌گانه در دو محل لکه و فضای بین لکه‌ای باید دارای تکرار مناسب باشد. لکه‌ها پدیده‌هایی با عمر طولانی هستند که مانع جریان آب شده یا آن را منحرف می‌سازند و یا مواد را از رواناب جمع‌آوری و فیلتر می‌کنند. در واقع لکه‌ها از این نظر حائز اهمیت‌اند که منابع و عناصرغذایی پراکنده را از سطح چشم‌انداز جمع‌آوری کرده و درون خود ذخیره می‌کنند. فضای بین لکه‌ای به فضای خالی از موانع دائمی در کنار لکه‌ها اطلاق می‌شود که می‌تواند دارای انواع مختلفی با توجه به نوع پوشش سطحی‌شان باشد. البته حداقل ۵ تکرار از هر نوع لکه و فضای بین لکه‌ای برای تحلیل آماری مناسب لازم است (Tongway & Hindley , 2005). ارتباط هریک از شاخص‌های یازده‌گانه با سه پارامتر نفوذپذیری، پایداری و چرخه عناصرغذایی در شکل زیر قابل مشاهده است و برای تعیین هریک از دستورالعمل ارائه شده توسط Tongway و Hindley (۲۰۰۵) استفاده شد.



شکل ۱- رابطه هریک از شاخص‌های یازده‌گانه با پارامترهای پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصرغذایی (برگرفته از **Tongway & Hindley, 2005**).

امتیازدهی شاخص‌ها در عرصه و با استفاده از جدولهای مربوطه انجام شد و فقط برای تعیین بافت خاک نمونه‌های تهیه شده از سه محل روی ترانسکت (بالا، وسط و پایین) به آزمایشگاه منتقل، و به روش هیدرومتری تعیین بافت شد.

روش LFA در وهله اول برای پایش مناطق احیا شده طی زمان طراحی شده است اما با توجه به محدودیت وجود داده‌های درازمدت، استفاده از مفهوم توالی زمانی (Chronosequence) اخیراً رایج شده است. براساس این مفهوم مناطق مجاور هم که دارای شرایط محیطی یکسان هستند، قاعدتاً باید دارای مسیر توالی مشابهی باشند، اما به دلیل بروز آشفتگی‌های محیطی (طبیعی و یا مدیریتی) با شدت‌های مختلف می‌توان جوامع گیاهی مربوط به مراحل مختلف توالی را در کنار یکدیگر مشاهده کرد (Barbour *et al.*, 1999). بر این اساس می‌توان از مقایسه این مناطق مجاور برای پیش‌بینی وضعیت آینده و یا بررسی اثر تیمارهای مدیریتی استفاده کرد. در این مطالعه نیز روش LFA بر اساس این مفهوم مورد استفاده قرار گرفته است.

به‌منظور نمونه‌برداری و با هدف بررسی اثر شدت چرا در منطقه، سه سایت با شدت چرایی سنگین (سایت۳)، متوسط (سایت۲) و عدم چرا (سایت۱) برحسب فاصله از روستا و میزان امکان دسترسی گله انتخاب شد. سایت عدم‌چرا در محدوده منطقه قرق و در فاصله نسبتاً دور از روستا، در محل رفت‌وآمد قرقبانان انتخاب گردید، این سایت به علت نزدیکی به سد طرق به مدت ۲۳ سال قرق بوده و فقط در بعضی از سال‌ها به میزان محدود چرا شده است. سایت چرای متوسط در محدوده منطقه قرق ولی نزدیک به روستا (در فاصله ۳ تا ۴ کیلومتری روستا) انتخاب شد که با وجود ممنوعیت چرا به طور متوسط چریده شد و منطقه چرای سنگین در محدوده چرای آزاد و بسیار نزدیک به روستا (مراتع حریم) انتخاب شد که به‌شدت چریده شده و آثار تخریب در آن مشخص است.

با توجه به وسعت و شرایط توپوگرافی منطقه، از روش نمونه‌برداری سیستماتیک- تصادفی درون توده‌های معرف استفاده شد. برای این منظور پس از پیمایش‌های میدانی مکرر در هریک از سایت‌های فوق، سه تکرار (سه دامنه) از هریک از چهار جهت جغرافیایی، که دارای شرایط فیزیکی مشابه بودند، مشخص و ترانسکت‌هایی بصورت سیستماتیک-تصادفی بر روی آنها مستقر شدند. باتوجه به چیدمان لکه‌های گیاهی طول مناسب ترانسکت ۳۰ متر برآورد شد که باتوجه به ضرورت ارزیابی حداقل پنج تکرار از هر نوع لکه و فضای بین لکه‌ای (Tongway & Hindley, 2005) در مواردی به ۴۰ متر هم رسید. شاخص‌های سطح خاک بر روی این ترانسکت‌ها اندازه‌گیری شد، به‌طوری‌که ابتدا لکه‌ها و فضای بین آنها علامت‌گذاری شده و اطلاعات مربوط به ابعاد و انواع آنها ثبت شد، سپس برای حداقل ۵ تکرار از هر نوع لکه و فضای بین لکه‌ها بر اساس شاخص‌های یازده‌گانه امتیازدهی انجام شد؛ بنابراین مؤلفه‌های اصلی عملکرد یعنی (پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی) به صورت مستقیم در عرصه طبیعی اندازه‌گیری نمی‌شوند بلکه به‌طور غیرمستقیم توسط شاخص‌ها سنجیده می‌شوند و بعد با ورود به نرم‌افزار رتبه عملکردی هر مؤلفه محاسبه می‌شود. نقطه آغاز تمام ترانسکت‌ها توسط GPS ثبت و نقشه محل قرارگیری آنها تهیه شد تا در صورت نیاز در مراجعات بعدی مورد استفاده قرار گیرند. لکه‌ها با استفاده از راهنمای ارائه شده توسط Tongway و Hindley (۲۰۰۵) بر اساس شکل رویشی و میزان تأثیرگذاری بر انحراف جریان آب در جهت شیب غالب منطقه به ۴ گروه بوته‌ای، گندمی، فورب، سنگ و فضای بین لکه‌ای نیز بر اساس پوشش سطحی به ۴ گروه خاک لخت، خاک پوشیده از لاشبرگ، خاک پوشیده از سنگ و خاک با پوشش همراه با قطعات سنگی و لاشبرگ تقسیم‌بندی شدند. امتیازدهی این لکه‌ها بر اساس شاخص‌های یازده‌گانه انجام می‌شود و دامنه این امتیازها برای شاخص‌های حفاظت در برابر پاشمان، ناهمواری‌های سطح خاک و مقاومت سطحی نسبت به برهم‌خوردگی بین یک تا پنج، برای شاخص‌های پوشش گیاهان چندساله، پوشش نهان‌زادان، شکستگی پوسته، مواد رسوبی، آزمون پایداری قطعات خاک و بافت خاک بین یک تا چهار و برای

میزان پوشش لاشبرگ بین یک تا ده می‌باشد.

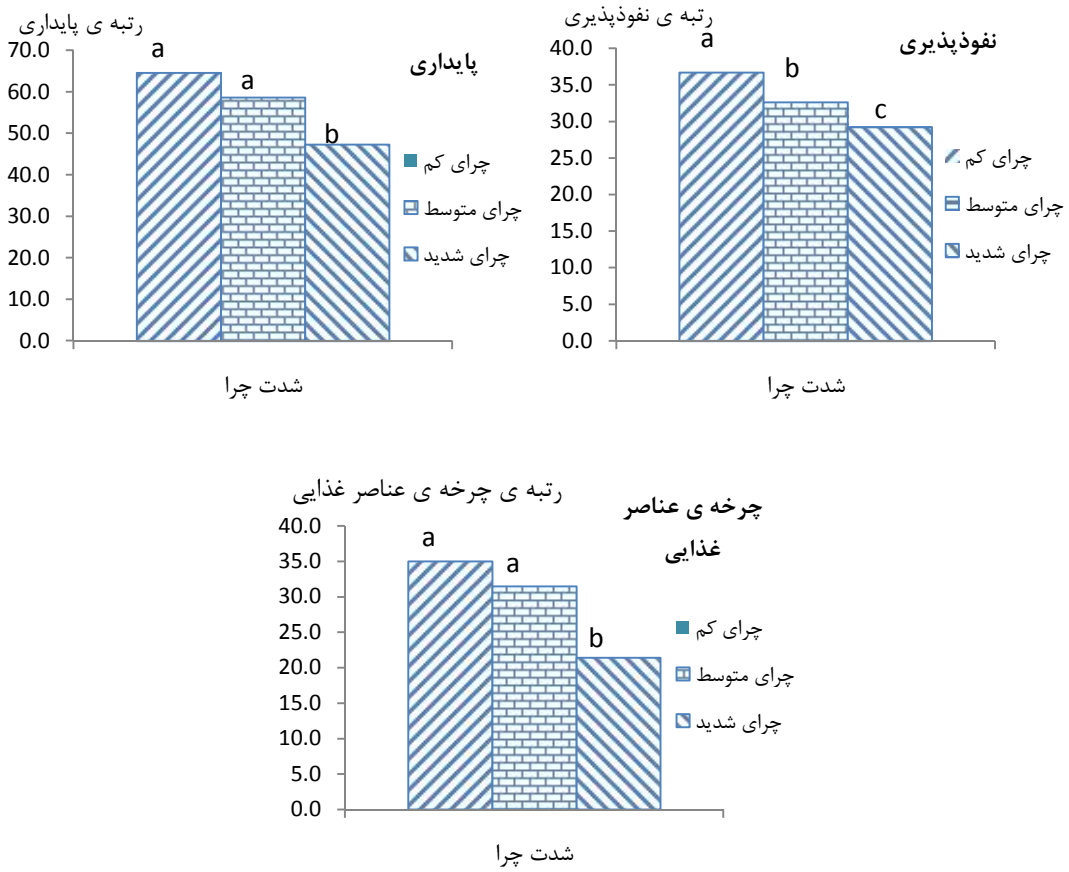
تجزیه‌وتحلیل‌های آماری

تجزیه‌وتحلیل‌های آماری توسط نرم‌افزار Minitab16 و برنامه تحت اکسل LFA v.3 انجام شد، به‌طوری‌که مقادیر ثبت شده در عرصه (شامل شاخص‌های یازده‌گانه و اطلاعات لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای) وارد برنامه LFA شد و رتبه‌های ارائه شده توسط این نرم‌افزار برای مقایسات آماری وارد نرم‌افزار Minitab16 گردید. با توجه به رتبه‌ای بودن ماهیت داده‌ها و نتایج به‌دست آمده از برنامه LFA، در تمام مراحل پردازش داده‌ها برای مقایسات آماری از آزمون‌های ناپارامتری (کروسکال والیس و من ویتنی) استفاده شده است (مصداقی، ۱۳۹۰ و Tongway & Hindley, 2005).

نتایج

مقایسه‌های بین سایت‌ها

پس از انتخاب سایت‌ها، استقرار ترانسکت‌ها، برداشت داده‌ها و انتقال مقادیر اندازه‌گیری شده به نرم‌افزار LFA، سه رتبه برای هریک از پارامترهای پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصرغذایی هر ترانسکت به‌دست آمد. برای مقایسه نتایج سه سایت با شدت‌های چرایی مختلف از آزمون ناپارامتری کروسکال والیس در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد. بر اساس این آزمون سه سایت مورد مطالعه از نظر هر سه پارامتر پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصرغذایی دارای تفاوت معنی‌دار هستند؛ به‌طوری‌که مقدار H به‌دست آمده از آزمون کروسکال والیس برای آنها به‌ترتیب ۱۸/۸۶، ۱۲/۰۸ و ۱۷/۱۷ است که در هر سه حالت از مقدار کای‌اسکور جدول برای DF=۲ (۵/۹۹) بیشتر است.



شکل ۴- مقایسه سایت‌هایی با شدت‌های چرایی مختلف از نظر هر سه پارامتر عملکردی اکوسیستم

مقایسه‌های درون هر سایت

مقایسه لکه‌ها درون هر سایت

لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای در چشم‌انداز موردمطالعه به هشت گروه که در مواد و روش‌ها معرفی شدند، تقسیم‌بندی شده‌است.

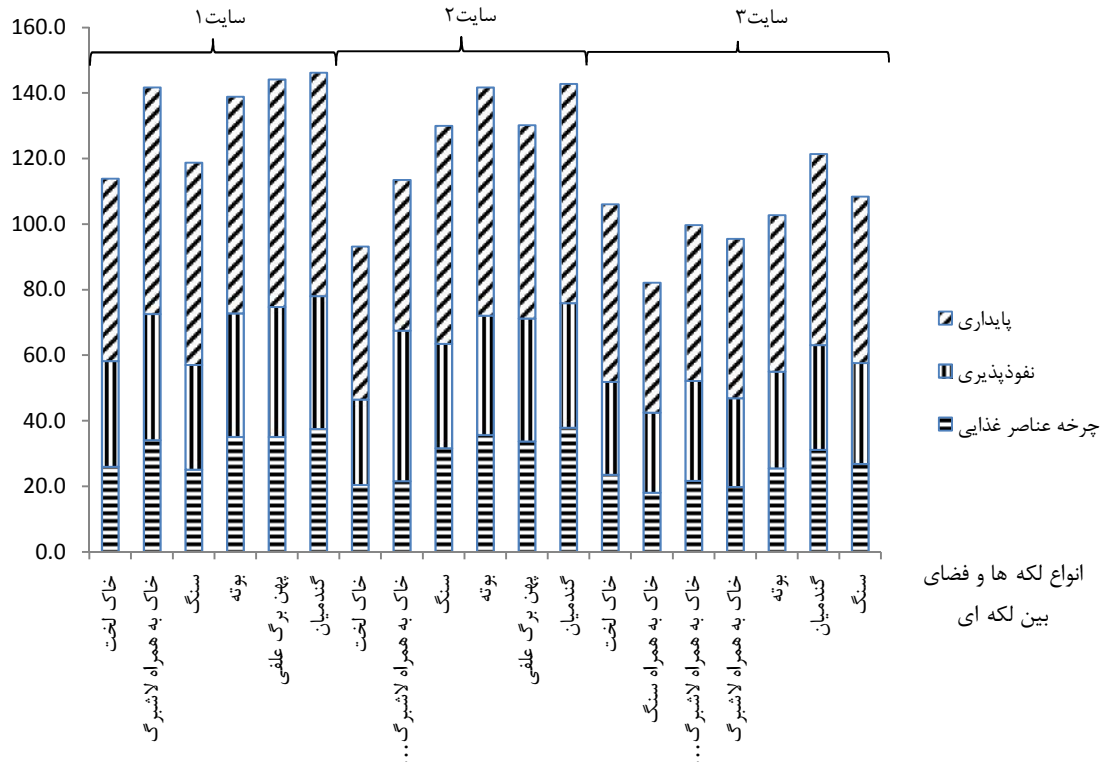
پایداری: مقایسه رتبه‌های پایداری توسط آزمون کروسکال والیس نشان داد که انواع لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای از نظر پایداری در هر سه سایت دارای تفاوت معنی‌دارند (جدول ۱). مقایسه مجموع امتیازات لکه‌ها با امتیازات کل فضاهای بین لکه‌ای توسط آزمون U من‌ویتنی نشان داد که فقط سایت ۲ در سطح اطمینان ۹۵٪ معنی‌دار است و سایر سایت‌ها در این سطح معنی‌دار نیستند (سایت ۱: P=۰/۱۳، سایت۲: P=۰/۰۰۱۴، سایت ۳: P=۰/۰۷).

نفوذپذیری: مقایسه رتبه‌های نفوذپذیری توسط آزمون کروسکال والیس نشان داد که انواع لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای از نظر نفوذپذیری در هر سه سایت دارای تفاوت معنی‌دارند (جدول۱). مقایسه مجموع امتیازات لکه‌ها با امتیازات کل فضاهای بین لکه‌ای توسط آزمون من ویتنی نشان داد که فقط سایت ۱ در سطح اطمینان ۹۵٪ معنی‌دار است و سایر سایت‌ها در این سطح معنی‌دار نیستند (سایت ۱: P=۰/۰۳۳، سایت ۲: P=۰/۰۶۹، سایت ۳: P=۰/۲۲۵).

جدول ۱- مقادیر H محاسبه شده توسط آزمون کروسکال والیس برای مقایسه انواع لکه‌ها با یکدیگر

مقادیر H محاسبه شده	سایت ۱	سایت ۲	سایت ۳
پایداری	۱۲/٤	۱۷/٦٦	۲۱/۱٤
نفوذپذیری	۱۷/۲٤	۱۳/۹۲	۳۰/٤۱
چرخه عناصرغذایی	۲۱/۰۱	۲۰/۰۱	۳۲/٦۲

چرخه عناصرغذایی: مقایسه رتبه‌های چرخه عناصرغذایی توسط آزمون کروسکال والیس نشان داد که انواع لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای از نظر نفوذپذیری در هر سه سایت دارای تفاوت معنی‌دارند (جدول۱). مقایسه مجموع امتیازات لکه‌ها با امتیازات کل فضاهای بین لکه‌ای توسط آزمون من‌ویتنی نشان داد که سایت‌های ۲ و ۳ در سطح اطمینان ۹۵٪ معنی‌دار است و سایت ۱ در این سطح معنی‌دار نیست (سایت ۱: P=۰/۲۳۳، سایت ۲: P=۰/۰۲۱، سایت ۳: P=۰/۰۱۰).



شکل ۵- مقایسه مجموع رتبه‌های سه‌گانه عملکرد سایت‌های چرایی و عملکرد انواع لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای با یکدیگر

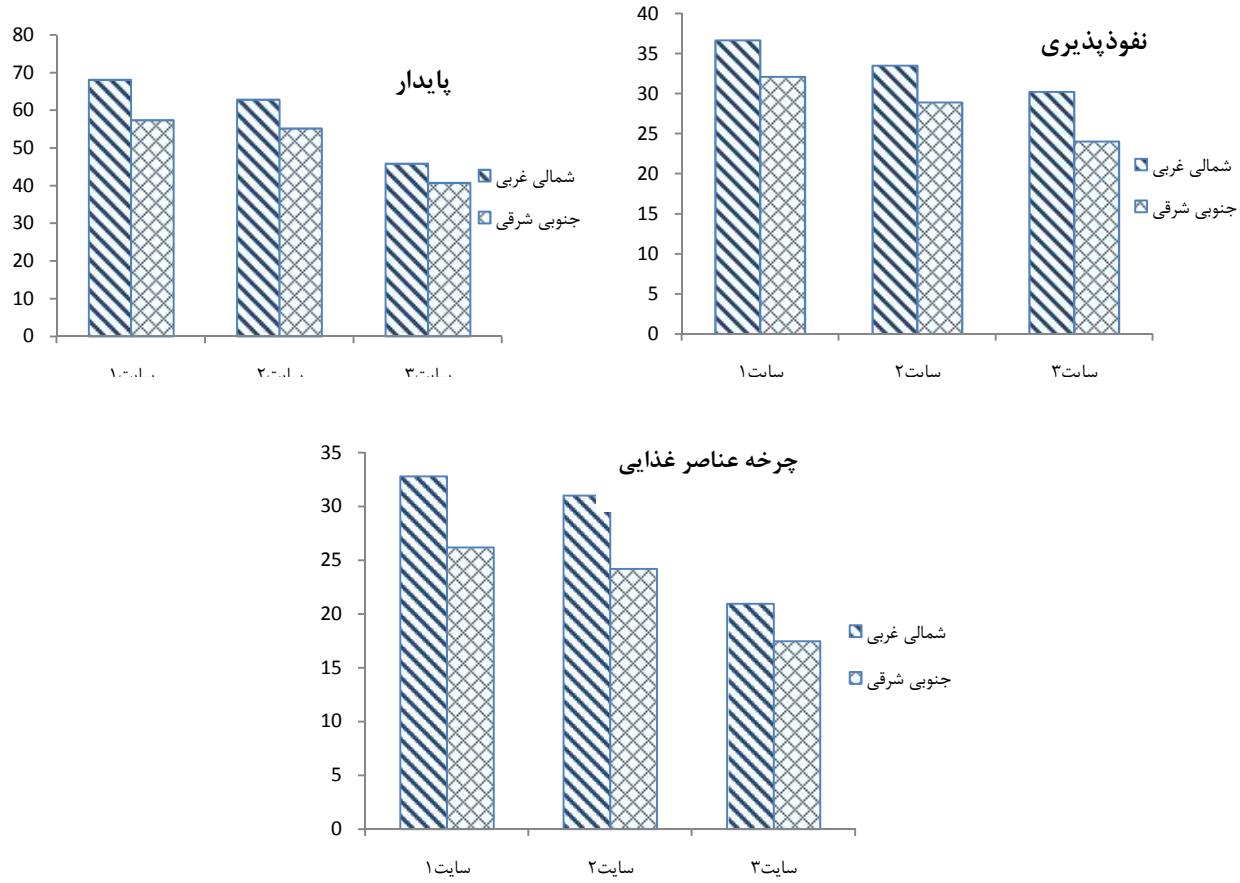
از نظر هر سه متغیر فوق لکه‌های فورب و گندمی در بیشتر سایت‌ها دارای بالاترین عملکرد بودند، یعنی مؤلفه‌های پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصرغذایی در بالاترین مقدار نسبی خود قرار داشتند و در مقابل لکه سنگ و همچنین فضای بین لکه‌ای خاک لخت کمترین عملکرد را داشت. این نتایج احتمالاً به علت نقش مؤثر فورب‌ها در فراهم آوردن لاشبرگ فراوان و شکل رویشی خوابیده بر روی زمین است. همچنین گندمیان با ایجاد پوشش طوقه‌ای متراکم حفاظت بسیار مناسبی را در خاک ایجاد می‌کنند که به‌خوبی می‌تواند جریان آب در سطح دامنه را منحرف و چندشعبه کند. عملکرد فضای بین لکه‌ای خاک لخت نیز به علت عدم وجود هیچ نوع پوششی در برابر فرسایش و جریان آب حداقل امتیاز را به خود اختصاص داد. لکه‌های سنگی نیز به علت ممانعت از نفوذ آب و چرخش عناصرغذایی امتیاز بسیار پایینی را در بیشتر موارد داشتند.

مقایسه کلی لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای در سایت‌های مختلف که به‌منظور بررسی تأثیر عمومی لکه‌ها در عملکرد چشم‌انداز انجام شده بود روند مشخص و معنی‌داری را نشان نداد؛ که این احتمالاً به دلیل تأثیر لکه‌های کم‌عملکردی مثل لکه سنگ در گروه لکه‌هاست که نسبت به سایر لکه‌ها نقش خنثی‌کننده دارد.

مقایسه جهات درون هر سایت

استقرار ترانسکت‌ها درون هر سایت بر روی چهار جهت جغرافیایی رو به شمال، روبه غرب، روبه شرق و رو به جنوب انجام شد؛ تکرارها به صورت سه ترانسکت بر روی سه دامنه از هر جهت مستقرشدند. مقایسه تمام جهات با یکدیگر در هر سایت از طریق آزمون ناپارامتری کروسکال والیس در سطح اطمینان ۹۵٪ در بیشتر موارد معنی‌دار نبود، به‌همین دلیل داده‌های جهت‌های شمالی و غربی و همچنین جهت‌های شرقی و جنوبی به دلیل شباهت‌های ظاهری و عملکردی با یکدیگر ترکیب شدند. مقایسه این دو گروه از طریق آزمون ناپارامتری من‌ویتنی و در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام شد و تمام مقایسه‌ها در هر سه سایت از نظر آماری معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که در تمام مقایسات تیمار ترکیبی

شمالی–غربی عملکرد بالاتری از نظر هر سه پارامتر مورد ارزیابی نسبت به تیمار شرقی–جنوبی داشت. نتایج حاصل از جمع بستن رتبه‌های به‌دست آمده از ترانسکت‌های تکرار برای هر تیمار و مقایسه عددی آنها با یکدیگر نیز مؤید همین نتیجه است.



شکل ۶- اثر جهت‌های مختلف جغرافیایی بر مؤلفه‌های عملکردی چشم‌انداز شامل پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصرغذایی در سایت‌های مختلف چرایی (سایت ۱: شدت چرای کم، سایت ۲: شدت چرای متوسط، سایت ۳: شدت چرای زیاد)

بحث

مقایسه بین سایت‌ها

چرای دام از شناخته‌شده‌ترین عوامل مخرب مراتع است که به‌شکلهای مختلف می‌تواند باعث تغییر ساختار، عملکرد و بازدهی آن شود. چرای سنگین با ایجاد فضای باز و عاری از گیاهان (ارزانی و ناصری، ۱۳۸۸)، فشرده‌کردن خاک سطحی و تسریع حرکت رواناب‌ها (مصداقی، ۱۳۸۶) باعث افت وضعیت مراتع می‌شود. نتایج حاصل از مقایسه سه سایت با شدت‌های چرایی مختلف در منطقه موردمطالعه نشان داد که با افزایش شدت چرا تمام پارامترهای عملکردی اکوسیستم کاهش یافته‌اند و میان سایت‌هایی با شدت چرای زیاد، کم و متوسط از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود دارد. Ahmadi و همکاران (۲۰۰۹) نیز در مطالعه‌ای که به‌منظور مقایسه سه نوع قرق کامل، نیمه رهاشده و رهاشده با مناطق مجاور هریک انجام داده بودند به نتایج مشابهی دست یافتند؛ به‌طوری‌که نتایج این مطالعه نشان داد که انواع قرق از نظر هر سه پارامتر عملکردی دارای تفاوت معنی‌دار با مناطق مجاور خود هستند و قرق

توانسته با فراهم کردن شرایط لازم برای رشد و توسعه گیاهان و افزایش تراکم و اندازه لکه‌ها ویژگی‌های عملکردی چشم‌انداز را بهبود ببخشد، هرچند که اختلاف امتیاز میان سایت قرق رهاشده و منطقه مجاور آن کمتر از سایر سایت‌ها بوده است. مطالعه Arzani و همکاران (۲۰۰۷) در موضوع مقایسه سایت مرجع، چرای متوسط و چرای شدید نیز در مورد شاخص پایداری به نتایج مشابهی رسیدند اما در مورد پارامتر نفوذپذیری افزایش سنگ و سنگریزه ناشی از چرای دام و در مورد پارامتر چرخه عناصرغذایی دلایل نامشخصی عملکرد چرای متوسط را افزایش داده و به‌سطح عملکردی منطقه مرجع رساندند. به‌طوری‌که دو سایت مرجع و چرای متوسط از نظر این دو پارامتر دارای تفاوت معنی‌داری نیستند (Arzani *et al.*, 2007). نتایج مطالعه قدسی و همکاران (۱۳۹۰) و عابدی و همکاران (۱۳۸۵) درباره مقایسه ابعاد لکه‌ها در مناطق مرجع و بحرانی نیز مؤید نظرات بالاست.

مقایسه لکه‌ها درون هر سایت

جریان مستقیم آب در جهت شیب دامنه همواره جزء نشانه‌های تخریب مرتع محسوب شده است و وجود عوامل منحرف‌کننده آن می‌توانند ویژگی مثبتی در جلوگیری از فرسایش و هدررفت خاک و منابع آن تلقی شوند (مصداقی، ۱۳۸۶). انواع مختلفی از این عوامل منحرف‌کننده بر حسب تفاوت در ویژگی‌های ساختاری وجود دارند. این عوامل که لکه نامیده می‌شوند در حصاری از فضای باز قرار گرفته‌اند که نقش بسیار ضعیفی در جذب جریانات دارند. الگوی پراکنش این لکه‌ها در مراتع خشک بر اثر پراکندگی دوباره باران وابسته به این الگوهاست (مصداقی، ۱۳۸۶). واضح است که لکه‌ها در مقایسه با فضای بین لکه‌ای (مخصوصاً در مورد لکه‌های زیستی) در بهبود عملکرد چشم‌اندازها مؤثرترند. نتایج به‌دست آمده از مطالعه پیش‌رو نشان می‌دهد که لکه‌های گندمی و فورب دارای بیشترین عملکرد در چشم‌انداز بوده‌اند که این نتایج موافق با نتایج به‌دست آمده از مطالعه حشمتی و همکاران (۱۳۸۶)، Ahmadi و همکاران (۲۰۰۹)، Arzani و همکاران (۲۰۰۷)، Maestre و Puche (۲۰۰۸) در مورد گندمی‌ها؛ مطالعه عابدی و همکاران (۱۳۸۵) در مورد فورب‌ها و گیاهان چندساله و مطالعه قدسی و همکاران (۱۳۹۰) درباره فورب‌هاست.

مقایسه جهت‌های جغرافیایی درون هر سایت

نحوه قرارگیری هر دامنه نسبت به جهت تابش خورشید و جهت حرکت بادهای مرطوب نقش بسیار مهمی در استقرار و استحکام انواع گیاهان دارد. در این مطالعه سعی شد اثر چهار جهت جغرافیایی بر عملکرد چشم‌انداز به طور مجزا بررسی شود اما وجود طیفی از عملکردها بر روی دامنه‌ها باعث شد مقایسه تمام جهت‌ها در هر سایت معنی‌دار نباشد. Rezaei و همکاران (۲۰۰۶) نیز در مطالعه‌ای به نتایج مشابهی رسیدند، به‌طوری‌که بر اساس نتایج آنان جهت شیب بر هیچ‌یک از پارامترها بجز چرخه عناصرغذایی تأثیر معنی‌داری نداشت. بر اساس این تحقیق چرخه عناصرغذایی در جهت شمالی بیشترین مقدار و در جهت جنوبی کمترین مقدار را داشت و این موضوع احتمالاً به دلیل شرایط رطوبتی بهتر در جهت شمالی است که امکان تجمع، تجزیه و بازگشت لاشبرگ‌ها را فراهم می‌کند. Rezaie و Arzani (۲۰۰۷) نیز در مطالعه‌ای به نتایج کاملاً مشابهی دست یافتند. بر اساس این نتایج، در این مقاله جهت‌های شمالی–غربی و جهت‌های شرقی–جنوبی با یکدیگر ترکیب و مورد مقایسه قرارگرفتند که در تمام مقایسات ترکیب شمالی–غربی با اختلاف معنی‌داری نسبت به ترکیب شرقی–جنوبی دارای عملکرد بیشتری بود.

تحقیق پیش‌رو به‌منظور مقایسه عملکردی اکوسیستم‌هایی با شدت‌های چرایی مختلف در مراتع حوزه سد طرق طراحی شده‌است. در این مطالعه سعی شده‌است عملگربودن روش تجزیه‌وتحلیل عملکرد چشم‌انداز در این منطقه نیز مورد توجه قرارگیرد. همچنین اثر جهت‌های مختلف جغرافیایی بر عملکرد اکوسیستم نیز مورد بررسی قرارگرفت. روش مورد استفاده در این تحقیق (LFA) کارایی لازم را برای نشان‌دادن تغییرات عمده مثل اثر سه نوع شدت چرایی مختلف دارد اما تغییرات در بازه‌های کوچک مثل تغییر جهت جغرافیایی را به‌خوبی نشان

نمی‌دهد. بنابراین توصیه می‌شود از این روش در مراتعی با الگوی پوشش گیاهی کاملاً لکه‌ای و به‌منظور بررسی اثرات بادوام تیمارهای مختلف بر اکوسیستم به‌ویژه خاک آن استفاده شود.

منابع مورد استفاده

ارزانی،ح. و ناصری، ک.، ۱۳۸۸. چرای دام در مرتع و چراگاه(ترجمه).موسسه انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ایران، ۳۰۱ ص.

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

حشمتی، غ.، امیرخانی، م.، حیدری.، ق.، حسینی، س.ع.، ۱۳۸۶. ارزیابی کیفی توانمندی اکوسیستم مرتعی منطقه گمیشان استان گلستان با استفاده از شاخص‌های کارکرد چشم‌انداز. ۱(۲): ۱۱۵–۱۰۳.

حشمتی، غ.، ناصری، ک.، قنبریان، غ.ع.، ۱۳۸۷. تحلیل عملکرد چشم‌انداز: شیوه‌های ارزیابی و پایش مراتع(ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ایران،۱۱۲ص.

عابدی، م.، ارزانی، ح.، شهریاری، ا.، تانگوی، د. و امین‌زاده، م.، ۱۳۸۵. ارزیابی ساختار و عملکرد قطعات گیاهی اکوسیستم مرتع در مناطق خشک ونیمه خشک. محیط شناسی، ۳۲(۴۰): ۱۳۶–۱۱۷.

قدسی، م.، مصداقی، م. و حشمتی،غ.، ۱۳۹۰. بررسی اثر گیاهان با فرم‌های رویشی مختلف بر ویژگی‌های سطح خاک(مطالعه موردی: مراتع نیمه استپی پارک ملی گلستان). پژوهش‌های آبخیزداری، ۹۳: ۶۹–۶۳.

مصداقی، م.، ۱۳۸۶.مرتع‌داری در ایران.انتشارات دانشگاه امام رضا(ع)، مشهد، ایران، ۳۳۶ ص.

مصداقی، م.، ۱۳۹۰. روش‌های آمار و رگرسیون" با رویکرد کاربردی در علوم گیاهی و جانوری". انتشارات دانشگاه امام رضا(ع)، مشهد، ایران، ۴۲۲ ص.

مهدوی، م.، ارزانی، ح.، فرحپور، م.، ملک پور، ب.، جوری، م.ح. و عابدی، م.، ۱۳۸۵. بررسی کارایی ارزیابی مراتع با روش سلامت مرتع (مطالعه موردی: مراتع استپی رودشور ساوه). علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴(۱): ۱۷۳–۱۵۸.

Ahmadi, Z., Heshmati, Gh. and Abedi, M., 2009. Investigation the improvement operations affection on ecological indexes of rangeland health (Jahan Nama Garden, Golestan province). Iranian journal of Range and Desert Reseach, 16(1): 55-65.

Arzani, H., Abedi, M., Shahriari, A. and Ghorbani, M., 2007. Investigation of soil surface indicators and rangeland functional attributes by grazing intensity and land cultivation (case study: Orazan Taleghan). Iranian Journal of Range and Desert Research,14(1): 68-79.

Barbour, M. G., Burk, J. H., Pitts, W. D., Gilliam, F. S. and Schwartz, M. W., 1999. Terrestrial plant ecology. Benjamin/cumings, 702p.

Bastian, O. and Steinhardt, U., 2002. Development and perspectives of landscape ecology. Kluwer Academic Publishers, 489p.

Bastin, G. N., Ludwig, J. A.,Eager, R. W., Chewings, V. H. and Liedloff, A. C., 2002. Indicators of landscape function: comparing patchiness metrics using remotely-sensed data from rangelands. Ecological Indicators, 1:247-260

Groot, R., 2006. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. Landscape and Urban Planning, 75:175-186.

Kuhn, T. S., 2012. The Structure of scientific revolutions.University of Chicago Press, USA, 264p.

Ludwig, J. A., Bastin, G. N., Chewings, V. H., Eager, R. W. and Leidloff, A. C., 2007. Leakiness: a new index for monitoring the health of arid and semiarid landscapes using remotely sensed vegetation cover and elevation data. Ecological Indicators, 7: 442-454.

Ludwig, J., Tongway, D., Freudeberger, D., Noble, J. and Hodgkinson, K., 2003. Landscape Ecology: Function And Management Principals From Australia's Rangelands. CSIRO Sustainable Ecosystems,158p.

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.

NRC (National Research Council).,1994. Rangeland Health: New Method To Classify, Inventory, And Monitor Rangelands. National Academy Press, National Research Council, 180p.

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.

Rezaie, S. A. and Arzani, H., 2007. The use of soil surface attributes in rangelands capability assessment. Iranian journal of Range and Desert Research, 14(2): 232-248.

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

Syrbe, R-U., Bastin, O., Roder. M. and James, P., 2007. A framework for monitoring landscape function: The Saxon Academy Landscape Monitoring Approach (SALMA), exemplified by soil investigation in the Kleine Spree floodplain (Saxony, Germany). Landscape and Planning, 79: 190-199.

Teague, W. R., Dowhower, S. L., Baker, S. A., Halie, N., De Laune, P. B. and Conover, D. M., 2011. Grazing management impacts on vegetation, soil biota and soil chemical, Physical and hydrological properties in tall grass prairie. Agriculture, Ecosystems and Environment, 141:310-322.

Tongway, D. J.,1994. Rangeland soil condition assessment manual. CSIRO.

Tongway, D. J. and Hindley, N. L., 2005. Landscape function analysis: procedures for monitoring and assessing landscapes. CSIRO Sustainable Ecosystems, 80p.

An investigation on spacial heterogeneity of rangeland ecosystem function caused by different grazing intensity and geographical aspects

E. Rafigh[1], K. Naseri[2*], M. Mesdaghi[3] and F. Melati[4]

1-Former M.Sc. Student in Range Management, Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Ferdosi University, Mashhsad, Iran

2*-Corresponding author, Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Ferdosi University, Mashhsad, Iran, Email:

3-Professor, Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Ferdosi University, Mashhsad, Iran

4-Insructor, Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Ferdosi University, Mashhsad, Iran

Received:5/30/2015 Accepted:2/22/2016

Abstract

Monitoring refers to regular and longtime observations, which helps to early recognition, evaluation and prediction of changes. However, the characters monitored in natural resources science are restricted to vegetation's composition and structure, and less attention has been paid to ecosystem function. Landscape Function Analysis (LFA) is a method which uses simple indices for monitoring ecosystems function during the time or space. This paper investigates the effect of grazing intensity (high intensity, moderate intensity and enclosure) and also geographical aspects on ecosystem function of Torogh dam. Based on LFA method, there were four different kinds of patches in studied area namely shrub, grasses, forb and stone; in addition there were four different kinds of inter patches namely bared soil, soil covered with litter, soil covered with stone particles and finally soil covered with stone particles and litter. The results of comparison among three sites showed that all functional parameters (stability, infiltration and nutrient cycle) were reduction by increasing grazing intensity, so that the H value was calculated to be 18.86, 12.08 and 17.17, respectively using Kruskal Wallis method. In addition, comparing different kinds of patches and inter patches showed significant functional differences between them. Therefore, forb and grass patches have the highest functional rank and vice versa for stone and bare soil. The comparison of grouped geographical aspects (northern-western and southern-eastern) shows higher functional degree in all three functional parameters for northern-western group.

Keywords: Landscape Function Analysis (LFA), patch- inter patch, function, stability, infiltration, nutrient cycle.