مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹
ص ۷۵۲-۷۴۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۱۷
تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۲/۲۸

بررسی ویژگی‌های کیفی خاک متأثر از لکه‌های گیاهی با فرم‌های رویشی مختلف در منطقهٔ میان‌جنگل فسا

❖ **اسفندیار جهانتاب؛** استادیار دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه فسا، فسا، ایران.

❖ **مریم زاهدی‌فر ؛** دانشیار دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه فسا، فسا، ایران.

❖ **محسن فرزین*؛** استادیار دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.

چکیده

مطالعهٔ ویژگی‌های مهم خاک و پوشش گیاهی می‌تواند پتانسیل بالقوهٔ مرتع را نشان دهد و تعیین وضعیت آن را میسر می سازد. از طرفی تأثیر گونه‌های گیاهی مختلف بر ویژگی‌های سطح خاک از جمله فرسایش، رسوب، رواناب، نفوذپذیری و سایر عوامل، متفاوت است. در همین راستا، تحقیق حاضر با هدف بررسی ویژگی‌های ساختاری و عملکرد فرم‌های رویشی مختلف بر شاخص‌های سطح خاک در حوزهٔ آبخیز میان‌جنگل فسا انجام گردید. پس از اندازه‌گیری ۱۱ عامل سطح خاک در سه ترانسکت ۱۰۰متری، پتانسیل‌های عملکردی (پایداری، نفوذپذیری، چرخهٔ ریزمغذی) با استفاده از روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز، طبقه‌بندی شدند. همچنین خصوصیات ساختاری شامل تعداد لکه‌های گیاهی، طول و عرض لکه‌ها، درصد طول لکه در ترانسکت، شاخص سطح لکه‌ها و شاخص سازمان یافتگی ثبت گردید. نتایج نشان داد چهار لکهٔ اکولوژیک درختچه، بوته، گندمی و علفی و فضای بین لکه‌ای خاک لخت و لاشبرگ در منطقهٔ مورد مطالعه مستقر است. شاخص سازمان یافتگی و شاخص سطح لکه در منطقهٔ مورد مطالعه به‌ترتیب ۰/۴۰ و ۰/۰۳ می‌باشد. لکه‌های گیاهی با فرم‌های مختلف رویشی اثر متفاوتی بر عملکرد اکوسیستم منطقه دارند. فرم رویشی درختچه‌ای دارای بیش‌ترین پایداری است که تفاوت معنی‌داری با سایر فرم‌های رویشی دارد. از نظر شاخص نفوذپذیری در منطقهٔ مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری بین لکه‌های اکولوژیک با فرم‌های رویشی درختچه‌ای و گندمی وجود ندارد. در عناصر ریزمغذی خاک، بین لکه‌های اکولوژیک و میان لکه، اختلاف معنی‌دار وجود دارد. فرم رویشی درختچه‌ای دارای بیش‌ترین مقدار چرخهٔ عناصر ریزمغذی است. به‌طور کلی، فرم رویشی شاخص گیاهان لکهٔ اکولوژیک منطقهٔ مورد بررسی، درختچه‌ای است. از این رو، به منظور کنترل بیولوژیک و اصلاح مراتع در منطقهٔ میان‌جنگل فسا، کاشت پوشش گیاهی با فرم رویشی درختچه‌ای پیشنهاد می‌گردد.

کلید واژگان: تحلیل عملکرد چشم‌انداز، لکه‌های گیاهی، حفاظت آب و خاک، کنترل بیولوژیک.

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۰۹۸۹۱۷۳۴۱۶۷۹۱
Email: m.farzin@yu.ac.ir

۱. مقدمه

حفظ سلامت و پایداری خاک مرتع از اولین پیش شرط های دستیابی به توسعهٔ پایدار مراتع است [۱۹]. خاک، بستر رشد گیاهان و به بیان دیگر بستر تولید است، به‌طوری‌که در نبود یا در اثر تخریب خاک، کشاورزی نیز از بین می‌رود. تاریخ علم خاکشناسی نشان‌دهندهٔ همبستگی بالای برخی از خصوصیات سطح خاک با ظرفیت باروری و پایداری خاک است [۲۰]، به طوری که با هدر رفت خاک، توان بالقوهٔ رویشگاه کاهش یافته و رشد گیاهان محدود می‌شود [۲۲]. انواع فرسایش، اغلب بر اثر نفوذپذیری کم خاک و نبود مقاومت لازم خاک رخ می‌دهد. بنابراین شناخت خصوصیات و شاخص‌های سطح خاک اهمیت زیادی در ارزیابی عملکرد مرتع دارد و می‌تواند گویای تأثیرگذاری فعالیت‌های اجرایی در مدیریت باشد [۱۴]. ارزیابی عملکرد اکوسیستم از آن جهت دارای اهمیت است که علاوه بر در نظر گرفتن چگونگی ساختار، موارد عملکردی و پایه‌ای (میزان نفوذپذیری، چرخهٔ عناصر غذایی و پایداری) را نیز در نظر بگیرد [۶]. ارزیابی تغییرات ویژگی‌های عملکردی مرتع که برمبنای فرآیندهای اولیهٔ اکوسیستم نظیر چرخهٔ آب، چرخهٔ عناصر و سیر انرژی استوار است، مستلزم صرف وقت و هزینهٔ زیادی می‌باشد [۱۷]. با توجه به ضرورت مطالعه و ارزیابی این خصوصیات در مرتع، برای اندازه‌گیری آن‌ها از شاخص‌های اکولوژیک (شاخص‌های کیفی پوشش گیاهی و خاک) استفاده می‌شود. از طرف دیگر، برای پایش اکوسیستم در مناطق خشک و نیمه‌خشک، شاخص‌های کمی، سریع، قابل تکرار و حساس به تغییرات مورد توجه هستند [۲۴].

گروهی از دانشمندان علوم محیطی استرالیا دستورالعملی را برای ارزیابی وضعیت سطح خاک در مراتع استرالیا به چاپ رساندند؛ در این دستورالعمل یک سری از خصوصیات مشخصه‌ای سطح خاک با میزان اثربخشی معین در تعریف کیفیت خاک معرفی گردید. با شاخص‌های ساده و قابل مشاهدهٔ ارزیابی سطح خاک شامل پایداری، نفوذپذیری و چرخهٔ عناصر غذایی خاک، اکوسیستم به صورت سریع و آسان مورد بررسی قرار می‌گیرد [۲۴]. این دستورالعمل به عنوان روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA[1]) معرفی گردید [۴] و صحت ارزیابی شاخص‌های سطح خاک با این روش، مطلوب گزارش شده است [۱۲]. درک فرآیندهایی که منابع درونی سیستم اکولوژیک و چشم‌انداز را تنظیم می‌کنند، گامی مهم در حفظ آن اکوسیستم به شمار می‌رود. بسیاری از چشم‌اندازها به طور طبیعی دارای لکه‌ها (جایی که منابع درآن تجمع می‌یابد) و بین لکه‌ها (جایی که منابع به شکل آزادانه منتقل می‌شوند) هستند که منابع را به طور ناهمگن و غیر یکنواخت کنترل می‌کنند [۱۵]. شکل رویشی گیاهان، وجود گلسنگ و خزه و نحوهٔ قرارگیری اندام‌های هوایی گیاهانی که لکه‌های اکولوژیک مختلف را ایجاد می‌کنند در ظرفیت این لکه‌ها برای به دام انداختن منابع و در نتیجه، نحوهٔ عملکرد اکوسیستم تأثیر دارند [۷، ۱۳]. به طور کلی، لکهٔ اکولوژیک، سطحی از چشم انداز است که باعث تجمع منابع در اکوسیستم می‌شود. این لکه‌ها شامل پایه‌های منفرد و یا توأم پهن برگ علفی، گراس‌ها، بوته‌ها و درختچه‌ها، تخته‌سنگ یا هر مانعی که بتواند جلوی جریان آب را بگیرد، است؛ بین لکه‌ها نیز جایی است که منابع حیاتی نظیر آب و مواد غذایی به شکل آزادانه‌تر منتقل می‌شوند [۲۴]. ساختار لکه‌های اکولوژیک و فضاهای بین لکه‌ای در نواحی خشک و نیمه‌خشک بر رطوبت خاک اثر دارد که این امر خود تعیین کنندهٔ نرخ فرسایش نیز هست. کاهش لکه‌های اکولوژیک منجر به افزایش نرخ رواناب و فرسایش در باران‌های شدید شده و تخریب چشم‌انداز را در پی دارد. فرآیندهای هیدرولوژیکی یک اکوسیستم مرتعی نقش به سزایی در توزیع مجدد منابع و تولید رواناب و نفوذپذیری دارند که این فرآیندها خود متأثر از لکه‌های

[1] Landscape Function Analysis

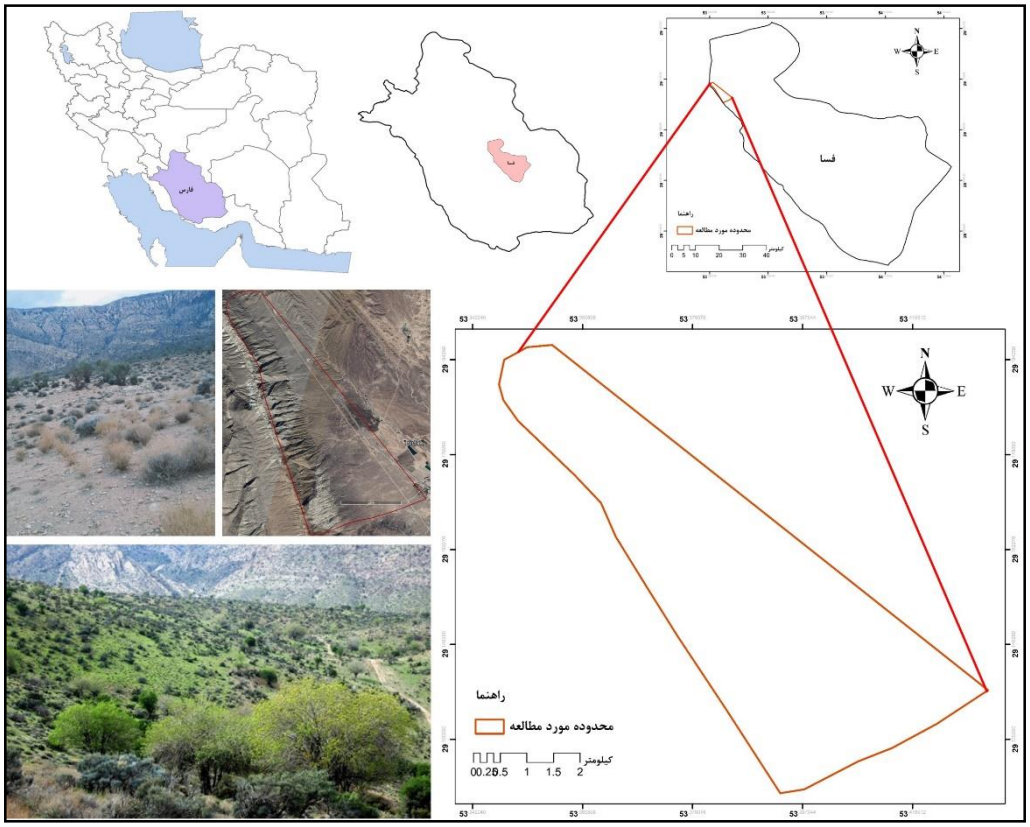
اکولوژیک و فضاهای بین لکه‌ای است و از سوی دیگر دارای تأثیر مستقیم بر آن‌ها است [۴]. مطالعه‌ای نشان داد در مراتع خهکلون و احمدآباد وزگ یاسوج، بیشترین پایداری مربوط به فرم رویشی درختی و درختچه‌ای است [۹]. نتایج پژوهش [۴] و [۱۲] در بررسی اثر گیاهان با فرم‌های رویشی مختلف بر ویژگی‌های سطح خاک نشان داد که بوته‌ای‌ها تأثیر بیشتری نسبت به سایر فرم‌های رویشی دارند. در تحقیقی در بررسی لکه‌های مختلف در مبارزه با فرسایش بادی در مراتع اهواز به این نتیجه رسیدند که درختچه‌ها در بین سایر لکه‌ها دارای ویژگی‌های عملکردی بالاتری در شاخص پایداری بودند [۱۱]. مطالعه‌ای دیگر در استان گلستان نشان داد، لکهٔ اکولوژیک مخلوط (*Suaeda physophora+ Artemisia sieberi*) نسبت به سایر لکه‌های مورد بررسی، تأثیر بیشتری بر خصوصیات خاک منطقهٔ مورد مطالعه دارد [۲]. نتایج مطالعهٔ محققانی در اکوسیستم‌های مرتعی قهاوند استان همدان نشان داد، لکهٔ مخلوط (*Camphorosma monspeliaca* + *Cynodon dactylon*) در همهٔ شاخص‌های عملکردی نسبت به سایر لکه‌ها بررسی شده برتر بود [۱۰]. برخی محققان بر این باورند لکهٔ مخلوط درخت و درختچه (کنار و کنارک) پایداری سطح خاک را بیشتر افزایش می‌دهد؛ ایشان گزارش دادند خاک دارای پوشش مخلوط (کنار و کنارک) از چرخهٔ عناصر غذایی بیشتری برخوردار بوده است [۸]. در تحقیقی دیگر بیان کردند میزان پایداری، نفوذپذیری و چرخهٔ عناصر غذایی خاک در لکهٔ گیاهی بوته- گندمیان بالاتر از لکه‌های علفی، درختچه‌ای و درختی بوده است [۱۶].

با توجه به شکننده بودن اکوسیستم‌های مناطق خشک از نظر بوم شناختی، می‌توان با اعمال مدیریت صحیح، سلامت اکوسیستم‌های مرتعی را تضمین کرد. در نتیجه به منظور مدیریت و حفاظت چشم‌اندازهای طبیعی نیاز است که ساختار و عملکرد ارگانیسم‌های چشم‌انداز شناسایی شوند و با شناسایی آن‌ها معرف‌هایی را جهت اصلاح مراتع پیشنهاد کرد. از طرفی مطالعهٔ ویژگی‌های مهم خاک و پوشش گیاهی می‌تواند پتانسیل بالقوهٔ مرتع را نشان دهد و تعیین وضعیت آن را میسر می‌سازد. نظر به اینکه تأثیر گونه‌های گیاهی مختلف بر ویژگی‌های کیفی خاک از جمله فرسایش، رسوب، رواناب، نفوذپذیری، عناصر غذایی و سایر عوامل خاک اهمیت زیادی دارد، تحقیق حاضر با هدف بررسی ویژگی‌های کیفی خاک تحت تأثیر لکه‌های اکولوژیک با فرم‌های رویشی مختلف در حوزهٔ آبخیز میان-جنگل فسا جهت مدیریت بیولوژیک این اکوسیستم، با استفاده از روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز انجام شد.

۲. روش‌شناسی

۱،۲. معرفی منطقهٔ موردمطالعه

منطقهٔ میان‌جنگل فسا با مساحت ۲۳۰۰ هکتار در فاصلهٔ ۹۰ کیلومتری جادهٔ شیراز - فسا و در شمال غربی شهرستان فسا با موقعیت جغرافیایی ´۱۱ °۲۹ تا ´۰۷ °۲۹ عرض شمالی و ´۲۰ °۵۳ تا ´۲۵ °۵۳ طول شرقی قرار گرفته است (شکل ۱). این منطقه جزء مراتع قشلاقی ا ستان فارس ا ست و علوفهٔ آن مورد تعلیف دام‌های بومی قرار می‌گیرد. طبق گزارش ادارهٔ هوا شنا سی ا ستان فارس در سال ۱۳۹۸، اقلیم منطقهٔ میان‌جنگل فسا از نوع نیمه‌خشک سرد است و متوسط بارندگی بلندمدت آن ۳۵۲ میلی‌متر در سال است . برخی از گونه‌های گیاهی مهم منطقه در جدول (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱. موقعیت و نمایی از منطقهٔ مورد مطالعه در ایران، استان فارس و شهرستان فسا

جدول ۱. لیست گونه‌های گیاهی مهم منطقه

ردیف	نام فارسی	فرم زیستی	طول عمر	خانواده	نام علمی
۱	زول	He	P	Apiaceae	*Eryngium sp*
۲	گل گندم	He	P	Asteraceae	*Centaurae bruguierana*
۳	کاهوی وحشی	He	P	Asteraceae	*Scariola orientalis*
۴	گلرنگ	He	P	Asteraceae	*Carthamus oxyacanthaa*
۵	درمنه دشتی	He	P	Asteraceae	*Artemisia sieberi*
۶	خار زن بابا	He	P	Asteraceae	*Onopordon sp*
۷	شکرتیغال	He	P	Asteraceae	*Echinops sp*
۸	افدرا- ریش بز	He	P	Ephedraceae	*Ephedra sp*
۹	کلاه میرحسن	He	P	Plumbaginaceae	*Acantholimon sp*
۱۰	گون	Ch	P	Fabaceae	*Astragalus sp*
۱۱	-	He	P	Fabaceae	*Ebenus stellate Boiss.*

۱۲	گوش بره	He	P	Lamiaceae	*Phlomis olivieri*
۱۳	مریم نخودی	He	P	Lamiaceae	*Teucrium polium L.*
۱۴	بروموس	Th	A	Poaceae	*Bromus sp*
۱۵	یال اسبی	He	P	Poaceae	*Stipa barbata*
۱۶	دانه تسبیحی	Th	A	Poaceae	*Aegilops triuncialis*
۱۷	جو	Th	A	Poaceae	*Hordeum sp*
۱۸	یولاف	Th	A	Poaceae	*Avena sp*
۱۹	بادام	Ch	P	Rosaceae	*Amaygdalus erioclada*
۲۰	بادام	Ch	P	Rosaceae	*Amaygdalus lycioides*
۲۱	بادام	Ch	P	Rosaceae	*Amygdalus scoparia*
۲۲	بنه	Ch	P	Anacardiaceae	*Pistacia atlantica*

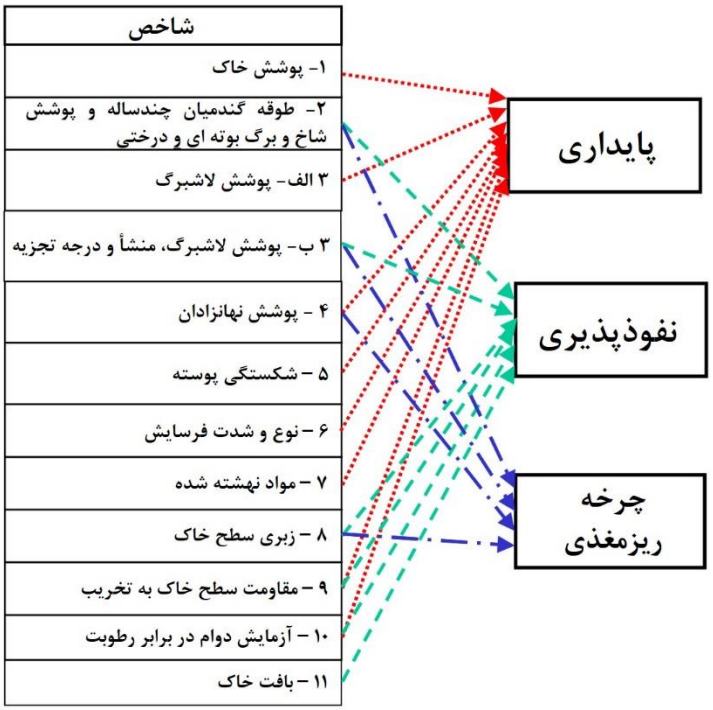
TH: Therophyte (تروفیت)، PH: Phanerophyte (فانروفیت)، HE: Hemi cryptophyte (همی کریپتوفیت) ، CH: Chamaephyte (کامفیت).

A: Annual (یکساله)، P: Perennial (چند ساله).

۲،۲. روش تحقیق

به منظور بررسی تأثیر فرم‌های مختلف رویشی بر خصوصیات سطحی خاک (پوشش خاک، پوشش یقه و تاجی، لاشبرگ، پوشش کریپتوگام، شکنندگی سطح خاک، شدت و نوع فرسایش، مواد فرسایش یافته، میکروتوپوگرافی، طبیعت سطح خاک، تست خیس‌خوری و بافت خاک) و پتانسیل‌های عملکردی (پایداری، نفوذپذیری، چرخهٔ ریزمغذی و شاخص نظام‌یافتگی) از روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز استفاده شد [۲۴].

پس از بازدیدهای میدانی از منطقهٔ مورد مطالعه، براساس دستورالعمل روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز، سه ترانسکت با فواصل ۵۰ متری با توجه به شرایط پوششی منطقه و راهنمای روش مذکور که باید در طول حداکثر شیب کشیده شود [۲۴]، مستقر گردید. بعد از استقرار ترانسکت‌ها در عرصه، انواع لکه‌های گیاهی بر اساس فرم رویشی موجود شامل گراس، فورب (پهن برگ علفی)، بوته-ای و درختچه‌ای و فضای بین لکه‌ای (خاک لخت و لاشبرگ) شناسایی شد. در امتداد هر ترانسکت طول نقاط برخورد انواع لکه‌های گیاهی و نیز طول فضای بین لکه‌ای (خاک لخت و لاشبرگ) ثبت گردید. سپس با تعیین فرم رویشی در طول ترانسکت با پنج تکرار به صورت تصادفی، ۱۱ شاخص ارزیابی سطح خاک (شکل ۲) طبق دستورالعمل امتیازدهی شدند [۲۴]. با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم‌انداز، وضعیت سطح خاک در سه مشخصهٔ اصلی پایداری، نفوذپذیری و چرخهٔ ریزمغذی متمرکز شده است که برای تعیین شرایط خاک و فرم رویشی آن مورد ارزیابی قرار گرفتند. در صورتی که با دید جزئی‌تری به این مسئله توجه شود، تفاوت موجود بین انواع فرم‌های رویشی سبب می‌گردد تا شاخص‌های سطح خاک، برای انواع گونه‌ها یکسان نباشد. با مقایسهٔ سه شاخص نفوذپذیری، پایداری و شاخص چرخهٔ عناصر غذایی می‌توان به تفاوت شاخص‌ها در هر یک از انواع فرم‌های رویشی پی-برد.



شکل ۲. شاخص‌ها و ارتباط آن‌ها با شاخص‌های سه گانه (پایداری، نفوذپذیری و چرخهٔ ریزمغذی) [۲۴].

پس از به‌دست آمدن داده‌های ساختاری لکه‌ها (طول و عرض لکه‌های اکولوژیک) در نمونه‌برداری، سایر ویژگی-های ساختاری شامل تعداد لکه‌های اکولوژیک (تعداد موانعی که در طول واحد ترانسکت از جریان آب سطحی جلوگیری می‌کنند)، درصد طول لکه در طول ترانسکت، شاخص سطح لکه (طول ترانسکت ×۱۰٪ سطح کل لکه-های اکولوژیک) و شاخص سازمان یافتگی چشم‌انداز (طول ترانسکت/ طول لکه‌های اکولوژیک) تعیین شد [۵].

مقایسهٔ میانگین‌های شاخص پایداری، نفوذپذیری و چرخهٔ عناصر غذایی لکه‌های گیاهی با فرم‌های مختلف رویشی و میان لکه‌ها توسط آزمون دانکن با استفاده از نرم افزار SPSS20 انجام گردید. سایر تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Exell با رویکرد روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم‌انداز [۲۴] که همه موارد را شامل می‌شود، انجام شد؛ به طوری که با وارد کردن اطلاعات حاصل از برداشت‌های میدانی (۱۱ پارامتر سطحی خاک) در طول ترانسکت‌ها با ۵ تکرار هر لکه اکولوژیک، سه شاخص پایداری، نفوذپذیری و چرخهٔ عناصر غذایی را مشخص گردید.

۳. نتایج

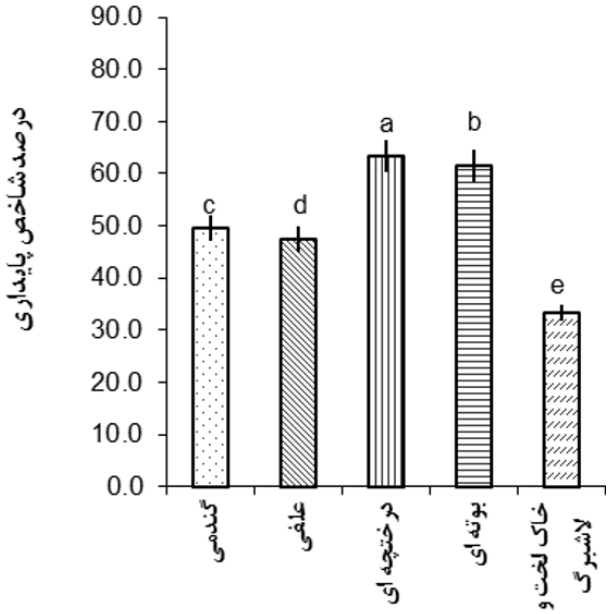
۱،۳ ویژگی‌های عملکردی

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که بین لکه‌های گیاهی با فرم های مختلف رویشی و فضای بین لکه‌ای از نظر سه شاخص پایداری، نفوذپذیری و چرخهٔ عناصر غذایی تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول ۲).

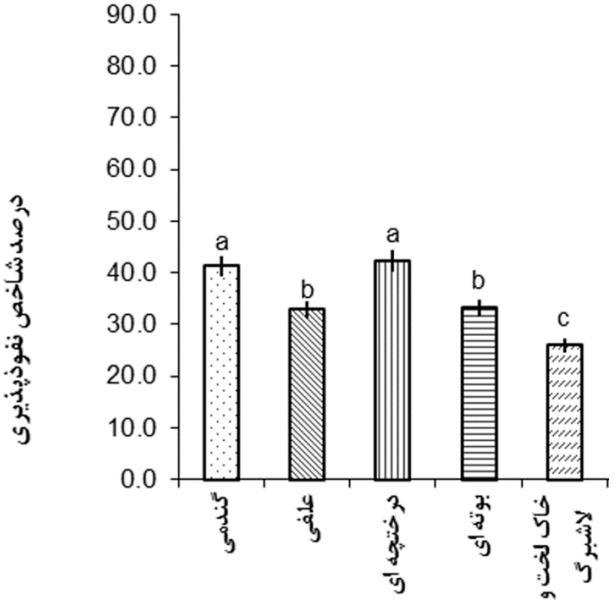
جدول۲. نتایج تجزیهٔ واریانس شاخص‌های سطح خاک در حوزهٔ آبخیز مورد مطالعه

شاخص	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
پایداری	بین گروه	۱۷۶۴/۰۱۳	۴	۴۴۱/۰۰۳	۱۷۲۲/۶۶۹**	۰۰۰/۰
	درون گروه	۲/۵۶۰	۱۰	۰/۲۵۶		
	مجموع	۱۷۶۶/۵۷۳	۱۴			
نفوذ پذیری	بین گروه	۵۸۹/۵۵۶	۴	۱۴۷/۳۸۹	۳۱۴/۹۳۴**	۰۰۰/۰
	درون گروه	۴/۶۸۰	۱۰	۰/۴۶۸		
	مجموع	۵۹۴/۲۳۶	۱۴			
چرخهٔ عناصر غذایی	بین گروه	۱۶۱۱/۷۲۳	۴	۴۰۲/۹۳۱	۸۷۰/۸۸۸**	۰۰۰/۰
	درون گروه	۴/۶۲۷	۱۰	۰/۴۶۳		
	مجموع	۱۶۱۶/۳۴۹	۱۴			

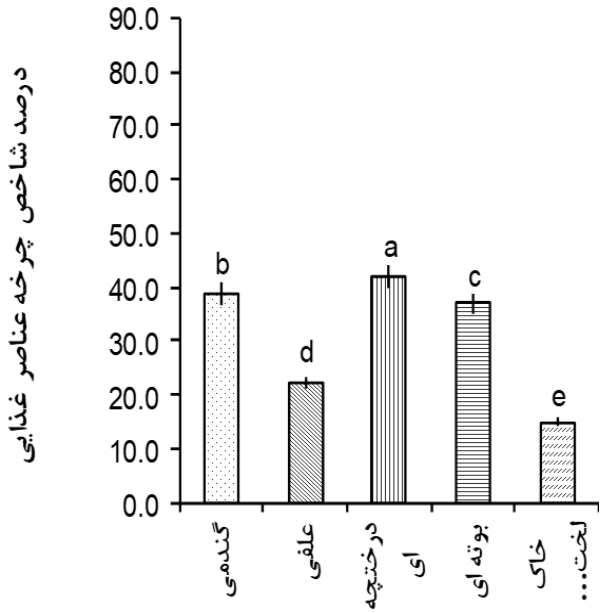
درواقع، لکه‌های گیاهی با فرم‌های مختلف رویشی اثر متفاوتی بر عملکرد اکوسیستم دارند. در منطقهٔ مورد مطالعه لکهٔ اکولوژیک با فرم رویشی درختچه‌ای دارای بیشترین پایداری (۶۳/۳٪) است که تفاوت معنی‌داری با سایر فرم‌های رویشی دارد (شکل ۲). پس از فرم درختچه‌ای، فرم‌های رویشی بوته‌ای، گندمی، پهن برگ علفی و میان لکه (خاک لخت و لاشبرگ) به‌ترتیب با ۶۱/۵، ۴۹/۴، ۴۷/۵ و ۳۳/۳ درصد پایداری را به خود اختصاص داده است. نتایج مقایسهٔ میانگین نشان داد از نظر شاخص نفوذپذیری در منطقهٔ مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری بین لکه‌های اکولوژیک با فرم‌های رویشی درختچه‌ای و گندمی وجود ندارد. همچنین فرم‌های رویشی بوته‌ای و علفی اختلاف معنی‌داری از این نظر ندارند. همهٔ فرم‌های رویشی با میان لکه اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. لکه‌های گیاهی درختچه‌ای، گندمی، بوته‌ای و علفی و میان لکه (خاک لخت و لاشبرگ) به‌ترتیب با ۴۲/۳، ۴۱/۲، ۳۳/۲، ۳۲/۸ و ۲۵/۹ (درصد)، بیش‌ترین تا کم‌ترین نفوذپذیری را به خود اختصاص دادند (شکل ۳، جدول ۳). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد از نظر ویژگی چرخهٔ عناصرغذایی خاک اختلاف معنی‌داری بین لکه‌های اکولوژیک و همچنین میان لکه وجود دارد. فرم رویشی درختچه‌ای بیشترین مقدار چرخهٔ عناصرغذایی (۴۱/۸٪) را نشان داد. چرخهٔ عناصر غذایی در دیگر فرم‌های رویشی گندمی، بوته‌ای، علفی و میان لکه (خاک لخت و لاشبرگ) به‌ترتیب دارای ۳۸/۷، ۳۶/۹، ۲۲/۳ و ۱۴/۹ درصد بود (شکل ۴).



شکل۲. مقایسهٔ میانگین شاخص پایداری سطح خاک در بین فرم‌های رویشی مختلف



شکل۳. مقایسهٔ میانگین شاخص نفوذپذیری در بین فرم‌های رویشی مختلف



شکل۴. مقایسهٔ میانگین شاخص چرخهٔ عناصر غذایی در بین فرم‌های رویشی مختل

۲,۳ ویژگی‌های ساختاری

به طور کلی ۴ لکهٔ اکولوژیک درختچه، بوته، گندمی و علفی و فضای بین لکه‌ای (خاک لخت و لاشبرگ) در منطقهٔ مورد مطالعه شناسایی شدند. بر اساس نتایج به‌دست آمده فضای بین لکه‌ای با ۱/۵۲ متر دارای بیشترین میزان طول و پس از آن لکهٔ اکولوژیک درختچه با میانگین ۱/۲۹ متر در ردهٔ بعدی قرار گرفت. لکهٔ گیاهی علفی با میانگین ۰/۸۵ متر کمترین میزان طول لکهٔ گیاهی را داشت. بیشترین و کمترین میانگین عرض، به‌ترتیب، به لکه‌های گیاهی درختچه (۹/۲۶ متر) و گندمی (۲/۳۴ متر) تعلق دارد (جدول ۴). لکه‌های اکولوژیک بوته‌ای، درختچه-ای، گندمی و علفی، به‌ترتیب، ۱۶، ۱۰، ۸ و ۷ لکه را شامل می‌شود. شاخص سازمان یافتگی و شاخص سطح لکه در منطقهٔ مورد مطالعه به‌ترتیب ۰/۴۰ و ۰/۰۳ است (جدول ۴).

جدول۴. میانگین ویژگی‌های کمی ساختار چشم‌انداز حوزهٔ آبخیز میان جنگل فسا

	لکه و میان لکه	میانگین طول (متر)	درصد طول لکه در ترانسکت	میانگین عرض (متر)	تعداد لکه	شاخص سطح لکه	شاخص سازمان
لکه‌ای	گندمی	۰/۹۰	۷/۳	۲/۳۴	۸	۰/۰۳	۰/۴۰
	علفی	۰/۸۵	۶/۰	۴/۱۷	۷		
	درختچه‌ای	۱/۲۹	۱۲/۹	۹/۲۶	۱۰		
	بوته‌ای	۰/۸۸	۱۴/۱	۹/۱	۱۶		
میان لکه‌ای	خاک لخت و لاشبرگ	۱/۵۲	۵۹/۷				

۴. بحث و نتیجه‌گیری

تعیین ویژگی‌های عملکردی مرتع و خصوصیات خاک یکی از روش‌های ارزیابی اکوسیستم‌های مرتعی است. حفظ سلامت و پایداری خاک مرتع از اولین پیش شرط های دستیابی به پایداری می‌باشد .در تحقیق حاضر، سه شاخص پایداری، نفوذپذیری و چرخهٔ عناصر مغذی با روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA) تعیین شدند. شاخص پایداری، نفوذپذیری و چرخهٔ عناصر ریزمغذی منطقهٔ میان‌جنگل فسا برای لکه‌های گیاهی با فرم‌های مختلف رویشی تفاوت معنی‌داری را نشان داد که با نتایج [۸، ۹ و ۱۱] مطابقت دارد. شکل رویشی درختچه‌ای منطقهٔ مورد مطالعه دارای بیشترین درصد پایداری است که با نتایج [۸] هم‌خوانی دارد. می‌توان گفت از عوامل مؤثر در بالا بودن پایداری در این نوع شکل رویشی پوشش تاجی گسترده و خوابیده بر روی زمین و سیستم ریشه‌ای قوی و عمیق آن‌ها دانست. در همین راستا، در تحقیقی اظهار شده است فرم-های رویشی بوته‌ای به علت سیستم ریشه‌ای عمیق نسبت به سایر لکه‌های رویشی پایدارتر هستند [۴]. خلاصی اهوازی و حشمتی (۱۳۹۱)، در مراتع اهواز به این نتیجه رسیدند که فرم رویشی درختچه‌ای درصد پایداری بیشتری را نسبت به سایر فرم‌های رویشی دارد [۱۱] که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد. فرم‌های رویشی درختی و درختچه‌ای با داشتن ریشه‌های عمیق آب زیرزمینی را کنترل، چوب و لاشبرگ ایجاد می‌نمایند که باعث پایداری خاک منطقه می‌شود. شاخص پایداری، حاصل ترکیب خصوصیات مختلفی از سطح خاک است. اما شاخص پایداری بالا زمانی می‌تواند نشانگر یک مرتع خوب باشد که این شاخص با شاخص‌های حاصلخیزی و پراکنش پوشش گیاهی همبستگی داشته باشد. بنابراین اگر چه این شاخص، شاخص خوبی برای ارزیابی پایداری عرصه است، ولی به‌طور انفرادی نمی‌توان از آن برای ارزیابی شاخص کیفی خاک کمک گرفت تا از آن در ارزیابی پتانسیل باروری خاک استفاده کرد [۲۳]. نتایج این مطالعه نشان داد که فرم رویشی درختچه‌ای از نظر ساختاری دارای طول و عرض بیشتری نسبت به سایرین می‌باشد. بستل‌میر و همکاران بیان کردند لکه‌ها با فرم‌های مختلف رویشی به دلیل اختلاف در ساختار، دارای اثر متفاوتی روی پایداری خاک هستند [۱]. فرم‌های رویشی که از نظر ابعاد بزرگ‌تر هستند درصد پایداری خاک در آن‌ها بیشتر است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. نتایج تحقیقات فورمن و کولینگ نشان داد لکه‌های بزرگ پوشش گیاهی طبیعی طیف وسیعی از نقش‌های اکولوژیکی را ایفا می‌کند و مزیت‌های بسیاری برای چشم اندازهای مرتعی دارند [۳] که این تحقیق فرم رویشی درختچه‌ای این موضوع را اثبات کرد. لودینگ و همکاران گونه‌های چوبی را به علت سیستم ریشه‌ای گسترده‌تر نسبت به میان لکه‌های (خاک لخت) پوشیده از گراس‌های یکساله دارای نقش مهمتری درجذب کلسیم، پتاسیم و منگنز می‌دانند [۱۴]. سالوی و واترز بیان کردند که خاک در گونه‌های مرغوب و دائمی دارای نفوذپذیری بیشتری نسبت به خاک‌های نامرغوب و با تراکم بالا هستند که در اثر چرای سنگین به‌وجود آمده‌اند [۲۱] که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. پست، با بررسی لکه‌های علفی خوشخوراک و مرغوب طی یک دورهٔ طولانی، به این نتیجه رسیدند خاک این لکه‌ها دارای گنجایش رطوبتی بالاتری نسبت به خاک لخت و گونه‌های یکساله است [۱۸] که با نتایج این تحقیق مطابق است. به طور کلی، شاخص‌های کارکردی اکوسیستم‌های مرتعی همچون: نفوذپذیری، پایداری و چرخهٔ عناصز غذایی خاک، مشخصه‌های ساده و قابل مشاهده‌ای هستند که اکوسیستم را سریع و آسان مورد برسی قرار می‌دهند و تحت تأثیر عوامل محیطی و مدیریتی تغییر می‌کنند؛ بنابراین برای هر گونه تصمیم‌گیری مدیرتی، ارزیابی سطح خاک ضروری به نظر می‌رسد.

با توجه به اینکه اکوسیستم‌های مرتعی پویا و دینامیک هستند و در پی وقوع آشفتگی‌های محیطی دچار تغییر و تحول می‌گردند، ازاین‌رو بهره‌برداری پایدار از مرتع تنها

زمانی امکان‌پذیر است که این تغییر و تحولات شناخته شود. مطالعات ارزیابی مرتع با تعیین شرایط و وضعیت مرتع این امکان را به کارشناس می‌دهد تا در مورد تغییرات حاصل از فعالیت‌های مدیریتی و نیز تغییرات اکولوژیک مرتع قضاوت نماید. شناخت و ارزیابی درست مرتع باعث تصمیم‌گیری مناسب درباره توانایی‌ها و قابلیت‌ها و نیز رفع محدودیت های موجود می‌گردد. برنامه‌های مدیریتی پوشش گیاهی چنانچه هدفمند طراحی و اجرا گردند، می‌توانند ضامن بهره برداری پایدار از پوشش گیاهی منطقه باشند. اطلاعات پوشش گیاهی علاوه بر این تأثیر زیادی در تفسیر و ارائهٔ پیشنهادهای مدیریتی یک حوزهٔ آبخیز ایفاء می‌کنند.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که فرم‌های رویشی تأثیر متفاوتی بر ویژگی‌های خاک دارند؛ به طوری که لکه‌های گیاهی با فرم رویشی درختچه‌ای از ویژگی‌های ساختاری و عملکردی (پایداری، نفوذپذیری و چرخهٔ عناصر غذایی) بهتری نسبت به سایرین برخوردارند؛ ازین‌رو، فرم رویشی لکهٔ اکولوژیک شاخص منطقهٔ مورد مطالعه، گیاهان درختچه‌ای است. از آنجایی که شاخص‌های سطح خاک نقش مهمی در تفسیر فعالیت‌های مدیریتی دارند و این شاخص‌ها می‌تواند به عنوان هشدارهای اولیه برای تعیین تخریب مرتع به‌کار برود و در نتیجه، تمهیدات لازم برای جلوگیری از شدت تخریب یا بهبود شرایط را ارائه نماید، به منظور کنترل بیولوژیک و اصلاح مراتع در منطقهٔ میان-جنگل فسا، کاشت پوشش گیاهی با فرم رویشی درختچه-ای پیشنهاد می‌گردد؛ از جمله گونه‌های بادام *Amygdalus scoparia*. این گونه‌ها علاوه بر دارا بودن نقش مهم و ارزشمند در حفاظت خاک و کنترل فرسایش منطقه، سازگاری بالایی نیز با شرایط محیطی منطقهٔ مورد مطالعه دارند.

References

[1] Bestelmeyer, BT., Ward, JP., Herrick, JE. and Tugel, A J. (2006). Fragmentation effects on soil aggregate stability in patchy arid grassland. Journal of Rangeland Ecology and Management, 59 (4), 406 - 415.

[2] Chamani, A., Heshmati, GhA. and Karimian, V. (2015). Evaluating soil surface indicators rangeland in shrubs different patches (Case Study: Gub Gugeh rangeland of Golestan province). Journal of Environmental Erosion Research, 16, 1-11. (In Persian)

[3] Forman, R. and Collinge, SK. (1995). The 'spatial solution' to conserving biodiversity in landscapes and regions. In Conservation of Faunal Diversity in Forested Landscapes. Edited by R. M. DeGraaf and R.I. Miller. Chapman and Hall, London, 537-568.

[4] Ghodsi, M., Mesdaghi, M. and Heshmati, Gh.A. (2012). Effect of different growth forms on soil surface features (Case study: Semi-steppe rangeland, Golestan National Park). Journal of Watershed Management Researches (Pajouhesh & Sazandegi), 93, 63-69. (In Persian)

[5] Heshmati, GH., Azimi, MS. and Ashouri, P. (2010). Assessment of Structural Characteristics of Fertilized Patch in Rangeland Ecosystems (Case Study: Ghareh Ghir and Maraveh Tapeh Rangelands of Golestan Province). Journal of Range and Watershed Management, 63 (3), 319-329. (In Persian)

[6] Heshmati, GhA. and Karimian, V. (2016). Comparing Ecological Functions of Northern and Southern landscapes of Darehkonari Khashab rangeland, Gachsaran County. Journal of Range and watershed Management, 69 (3), 575-585. (In Persian)

[7] Kakembo, V., Ndlela, S. and Cammeraat, E. (2012). Trends in vegetation patchiness loss and implications for landscape function: the case of *Pteronia incana* invasion in the Eastern Cape Province, South Africa. Journal of Land Degradation & Development, 23 (6), 548-556.

[8] Karimian, V. and Heshmati, Gh.A. (2017). Evaluation effects of Tree and shrub species (*ziziphus spina cristi, ziziphus numolaria* and *Astragalus fasciculifolius*) on the Soil Surface Indices in Winter Rangelands (case Study: Khashab Stream Rangelands, Southern Kohgiluyeh and Boyerahmad). Iranian Journal of Range and Desert Research, 24 (4), 730-741. (In Persian)

[9] Karimian, V. 2018. Studying Soil Surface Quality in Northern and Southern Slopes of Khahkaloon and Ahmadabad Vezg Rangelands, Boyerahmad County. Journal of Rangeland, 11 (4), 511-521. (In Persian)

[10] Kavandi Habib, R,. Heshmati, Gh.A. and Siroosi, H. (2014). Comparison of Ecological Patches' Potentials and Functions in Rangeland Ecosystems (Case Study: Qahavand Rangelands, Hamedan Province, Iran). Journal of Rangeland Science, 4 (3), 234-245.

[11] Khalasi Ahvazi, L. and Heshmati, Gh.A. (2013). Evaluating different patches, Using LFA method to control wind erosion (Case study: Hanitiyeh rangelands of Ahvaz city). Journal of Research Quarterly On Environmental Erosion Researches, 2 (8), 62-76.

[12] Lotfi Anari, P., Heshmati, GA. and Bahremand, A. (2010). The Effect of Different Patches and Interpatch on Infiltration Rate in an Arid Shrub land Ecosystem. Journal of Research of Environmental Sciences, 4, 57-63.

[13] Lozano, F.J., Soriano, M., Martnez, S. and Asensio, C. (2013). The influence of blowing soil trapped by shrubs on fertility in Tabernas District (SE Spain). Journal of Land Degradation & Development, 24 (6), 575-581.

[14] Ludwig, J., Tongway, D., Freudenberger, D., Noble, D. and Hodginson, D. (1997). Landscape Ecology, Function and Management: Principles from Australia's Rangelands. CSIRO press.

[15] Ludwig, J.A., Eager, R.W., Williams, R.J. and Lowe, L.M. (1999). Declines in Vegetation Patches, Plant Diversity, and Grasshopper Diversity Near Cattle Watering-Points in the Victoria River District, Northern Australia, The Rangeland Journal, 21, 135-149.

[16] Mohebi, Z. and Heshmati. G.A. (2017). Effects of different patches on qualitative indices of soil surface using Landscape Function Analysis (LFA) (Case study: Faraman Rangeland, Kermanshah). Iranian Journal of Range and Desert Research, 24 (3), 560-569. (In Persian)

[17] Pellant, M., Shaver, P., Pyke, D.A. and Herrick, J.E. (2005). Interpreting Indicators of Rangeland Health, Technical Reference 1734-6, Version 4. BLM National Business Center press.

[18] Post, D. (2005). Impact on grazing on sediment and nutrient concentrations in streams draining rangelands of the Burdekin catchments, Proc, Australia Water Association: paper t5260, 4 pp.

[19] Rahimi Balkanlou., Kh., Ghorbani, M., Jafari, M.and Tavili, A. (2016). Evaluation and comparison of ecological health in three arid rangeland using Landscape Function Analysis (LFA) (Case study: Kalateh Roudbar, Damghan). Journal of Desert Management, 7 (1), 35-45. (In Persian)

[20] Rezaei, S.A. and Tongway, D.J. (2005). Assessing rangeland capability in Iran using landscape function indices based on soil surface attributes. Journal of Arid Environment, 65, 460-473.

[21] Sallaway, M.M. and Waters, D.K. (1994). Spatial variation in runoff generation in granitic grazing lands. Proceedings of "Water Down Under" hydrology conference, 21-25 November 1994, Adelaide. Institute of Engineers Australia, 485-489.

[22] Task Group on unity in concepts and temonology committee members. (1995). New concepts for assessment of rangeland condition. Journal of range manage, 48, 271-282

[23] Taghipoor, A., Mesdaghi, M., Heshmati, Gh. and Rastegar, Sh. (2008). The effect of environmental factors on distribution range Species on Hezar jarib Behshahr(Case Study: village Sorkhgriveh). Journal of Agricultural and natural resource science, 15 (4), 195-205.

[24] 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, CSIRO press.