ارزیابی ویژگی‌های ساختاری و عملکردی لکه‌های اکولوژیک با استفاده از روش (LFA)

معصومه موقری*[۱]، لیلا خلاصی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۸/۶/۱۰

چکیده

استان خوزستان از جمله استان‌هایی است که در سال‌های اخیر با پدیده ریزگردها دست به گریبان بوده و پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بسیاری را متحمل شده است. این تحقیق با هدف ارزیابی شاخص‌های سطح خاک برای شناسایی وضعیت قطعات اکولوژیک در اراضی تپه ماسه‌ای زوئیر در شهرستان باوی و استان خوزستان به روش LFA انجام شد. منطقه مورد مطالعه در شرق شهرستان باوی و در فاصله ۵ کیلومتری شهر ملاثانی و ۴۱/۸ کیلومتری اهواز در استان خوزستان واقع شده است. واحد نمونه‌برداری در این تحقیق ترانسکت خطی بوده که در طول آن لکه‌های اکولوژیکی و فضای بین لکه‌ای به صورت تصادفی انتخاب گردید، سپس یازده شاخص خاک که تعیین‌کننده سه ویژگی عملکردی (پایداری، نفوذپذیری و چرخهٔ غذایی عناصر) می‌باشند طبق دستورالعمل تانگوی و هیندلی امتیازدهی گردید. در مرحله بعدی با استفاده از نرم‌افزار LFA سه ویژگی عملکردی براساس امتیازات شاخص‌های مرتبط با آن تعیین و به منظور تجزیه و تحلیل آماری و مقایسهٔ لکه‌های اکولوژیکی از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. نتایج نشان داد که در منطقه مورد بررسی بیشترین درصد پایداری خاک مربوط به لکه درختی می‌باشد و کمترین درصد آن مربوط به فضای بین لکه‌ای (خاک لخت) است. همچنین بیشترین درصد چرخه عناصر غذایی مربوط به لکه تنه درختی و درختی بوده و فضای بین لکه‌ای (خاک لخت) و لکه فورب دارای کمترین چرخه مواد غذایی بوده‌اند. همچنین بر خلاف فرضیه‌های تحقیق بیشترین درصد نفوذپذیری مربوط به خاک لخت بوده است.

واژه‌های کلیدی: تجزیه و تحلیل چشم‌انداز، پایداری، نفوذپذیری، چرخهٔ غذایی عناصر، خوزستان

۱- نویسنده مسئول: استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان .
Email: Movaghari@ramin.ac.ir
۲- دانش آموخته دکتری مرتعداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

با توجه به اینکه تعیین ویژگی‌های عملکردی اکوسیستم‌های گیاهی وقت‌گیر و هزینه‌برمی‌باشد بنابراین از برخی شاخص‌های اکولوژیک برای ارزیابی این ویژگی‌ها استفاده می‌شود (۲۱). روش تجزیه و تحلیل کارکرد چشم انداز (LFA[1]) که خاستگاهی استرالیایی دارد در سال ۲۰۰۴ توسط تانگوی و هیندلی (۲۷) توسعه داده شد که قادر است کارکرد منظر را با در نظر گرفتن شاخص‌های متعدد مربوط به سطح خاک و با سرعت بالا به صورت کمی نمایش دهد. LFA یک روش نظارت و ارزیابی با سرعت و اعتبار بالاست که برای تعیین سه ویژگی عملکردی شامل: پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۹).

در این روش لکه‌ها[2]سطحی از اکوسیستم‌اند که منابع در آن تجمع می‌یابند و فواصل بین لکه‌ها[3] سطحی می‌باشند که منابع از آن منتقل شده‌اند (۲۵). این لکه‌ها از نظر نوع، اندازه، ترکیب و عملکرد با یکدیگر تفاوت دارند و به صورت پایه-های منفرد گیاهی، گروهی از پایه‌های گیاهی، تخته سنگ‌ها و یا هر مانعی که بتواند منابع را در خود حفظ کند دیده می‌شوند (۳۰).

این روش به طور گسترده‌ای برای پایش اکوسیستم‌های مختلف و در اقلیم‌های مختلف از مراتع خشک طبیعی سرتاسر استرالیا (۳۰، ۲۵، ۱۷) تا جنگلهای بارانی مجاور استوا در اندونزی با بارش سالانه ۴۰۰۰ میلیمتر (۲۶) و در انواع کاربری از بهره‌برداری سنتی مراتع (۹) تا مراتع معدن کاوی شده (۲۶) و اکوسیستم‌هایی به منظور حفاظت از تنوع زیستی به کار گرفته شده است (۲۷). رضایی و ارزانی (۲۰۰۷) با ارزیابی پتانسیل رویشگاه با استفاده از خصوصیات سطحی خاک بیان نمودند که این شاخص‌ها می‌توانند عامل بسیار خوبی در تعیین پتانسیل رویشگاه و ترکیب گیاهی باشد (۲۳).

---

[1] Landscape Function Analysis
[2] Patches
[3] Inter-patches

از جمله مطالعاتی که از این روش به منظور ارزیابی ویژگی‌های ساختاری و عملکردی اکوسیستم‌های مختلف پرداخته‌اند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

کریمیان و حشمتی (۲۰۱۸) اثر گیاهان چوبی را بر ویژگی‌های سطح خاک با استفاده از روش طبقه‌بندی خاک سطحی مرتع در مراتع سرچشمه خشاب مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آنها مؤید این مطلب است که خاک دارای پوشش مخلوط (کنار و کنارک) شاخص چرخه عناصر غذایی و پایداری بیشتری را نشان می-دهد. این در حالی است که شاخص نفوذپذیری تفاوت معنی‌داری را بین لکه‌های مختلف نشان نداد (۱۳).

برن و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی ساختار و عملکرد مراتع پاتاگونیان در آرژانتین با استفاده از روش LFA نشان دادند که خشکسالی و چرای بیش از حد، اثرات همگرا بر ساختار و عملکرد اکوسیستم‌ها دارند و باعث کاهش میزان غنای گونه، پوشش گیاهان خوشخوراک و عملکرد خاک می‌شوند (۵).

دهقانی بیدگلی و کشاورز (۲۰۱۸) در ارزیابی اثر چرا بر خصوصیات خاک با استفاده از روش LFA در آبشخوارهای مراتع خشک نشان دادند که عملکرد اکوسیستم با فاصله گرفتن از آبشخوارها افزایش می‌یابد (۷).

رفیق و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی به بررسی اثر شدت چرا (چرای سنگین، چرای متوسط و عدم چرا) و همچنین جهت جغرافیایی بر عملکرد اکوسیستم محدوده سد طرق مشهد با روش تجزیه وتحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA) پرداختند. 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. همچنین گروه شمالی-غربی از نظر هر سه پارامتر عملکردی دارای امتیاز بالاتری از گروه جنوبی-شرقی است (۲۲).

حشمتی و کمالی (۲۰۱۶) در تحقیقی به بررسی اثر ساختار گیاهان چوبی بر تغییرات عملکرد مراتع منطقه پرور در استان سمنان پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که گونه‌های چوبی با

فرم فشرده‌تر نقش پررنگتری در بهبود شاخص-های عملکرد مرتع از جمله پایداری، نفوذ پذیری و چرخه عناصر غذایی در مقایسه با ساختار نسبتا فشرده و نیز باز گونه‌های چوبی دارند. از طرفی هرچه ارتفاع گونه‌های چوبی کوتاه‌تر باشد نقش آنها در پایداری خاک بیشتر خواهد بود (۱۱).

جعفری و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای به ارزیـابی ساختار و عملکرد مراتع نیمه استپی استان اصفهان در وضعیت‌های متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA) در مراتع نیمه استپی آغچه اصفهان پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که اکثر ویژگی‌های ساختاری (طول لکه‌ها، تعداد لکه‌ها، شاخص سطح لکه و شاخص ساختار چشم‌انداز) و عملکردی (نفوذپذیری، پایداری و چرخه موادغـذایی) بـین مراتع با وضعیت‌های " خیلی ضعیف و متوسط" تفاوت معنی‌داری داشته اما بین سایر وضعیت‌ها ("ضعیف و متوسط "و " ضـعیف و خیلی ضعیف ") تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (۱۲).

خلاصی و حشمتی (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای به بررسی عملکرد شاخص‌های سطح خاک در لکه-های مختلف در مراتع حنیطیه شهرستان اهواز پرداخته و بیان کردند درختچه‌ها در بین سایر لکه‌ها دارای ویژگی‌های عملکردی بالاتری در شاخص پایداری بوده‌اند. در مطالعه آنها خاک دارای پوشش گراس مقادیر شاخص چرخهٔ عناصر غذایی بیشتر و شاخص نفوذپذیری تغییرات معنی‌داری را در بین فرم‌های رویشی نشان نداد (۱۴).

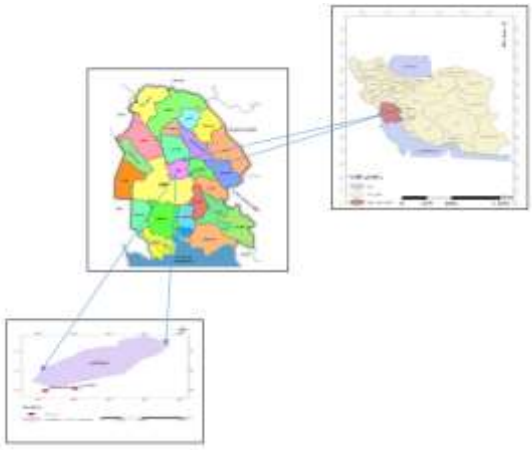
به طور کلی لازمه اعمال سیستم‌های مدیریتی صحیح به ویژه در مناطق خشک، شناخت روابط و تأثیر متقابل بین عوامل تشکیل دهنده اکوسیستم و پوشش گیاهی می‌باشد (۲). به نحوی که با تشخیص میزان عملکرد اکوسیستم می‌توان اطلاعات به هنگام را برای مدیریت بهینه فراهم نمود که در نحوه اداره و بهره‌برداری از قابلیت بالقوه آن کمک می‌کند.

همچنین با توجه به اینکه در کشور بر اثر شدت بهره‌برداری ازمراتع سیر بیابانی شدن در مراتع افزایش یافته و این امر موجب اجرای برخی

برنامه‌های اصلاحی در سطح کشور شده است (۱۰). از جمله این برنامه‌ها نهالکاری با برخی گونه‌های مقاوم می‌باشد. در حوزه مورد مطالعه نیز در سال‌های گذشته اقدام به نهالکاری با گونه‌هایی نظیر *Tamarix aphylla* و *Prosopis juliflora* شده است. بنابراین بررسی ارزیابی عملکرد اکوسیستم در چنین مناطقی می‌تواند منجر به برنامه‌ریزی صحیح برای عملیات اصلاحی در این مناطق و همچنین مناطق مشابه شود.

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه موردمطالعه در این تحقیق اراضی تپه ماهوری زوئیر می‌باشدکه در شرق شهرستان باوی و در فاصله ۵ کیلومتری شهر ملاثانی و ۴۱/۸ کیلومتری اهواز در استان خوزستان واقع شده است. محدوده جغرافیایی حوزه مورد مطالعه بین ۴۸ درجه و ۵۷ دقیقه و ۱۲ ثانیه تا ۴۸ درجه و ۵۷ دقیقه و ۳۹ ثانیه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۳۴ دقیقه ۵۶ ثانیه تا ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه و ۹ ثانیه عرض شمالی می‌باشد. بیشترین ارتفاع منطقه از سطح دریا ۳۵ متر می باشد و کمترین ارتفاع معادل ۲۸ متر از سطح دریا می‌باشد. موقعیت دقیق منطقه در کشور ایران و استان خوزستان در شکل شماره (۱) ارائه شده است.



شکل (۱)- موقعیت حوزه مورد مطالعه در شهرستان باوی، استان خوزستان و کشور ایران

بر ا ساس اطلاعات به د ست آمده از گزارش هوا و اقلیم شناسی حوزه مورد مطالعه میزان متوسط بارندگی سالانه ۲۰۹/۱۴۵ میلی متر ا ست که بی شترین بارندگی در ف صل زم ستان اتفاق می‌افتد. سردترین ماه سال دی ماه با دمای ۱۳,۲ درجه سانتی گراد وگرم ترین ماه آن تیر با دمای ۵۱/۴ درجه سانتی گراد بوده است. متوسط سالانه تبخیر ۳۲۴۷,۹۴میلی متر

و اقلیم منطقه به روش دمارتن از نوع خشک می‌باشد.

این منطقه غالبابه صورت تپه‌های شنی بوده که به منظور تثبیت آنها در گذشته با گونه‌های درختی (*Tamarix aphylla*) و کهور (*Prosopis juliflora*) درختکاری شده است و زیر اشکوب غالب آن گونه‌های (*Cornulaca aucheri*)، (*Citrullus colocynthis*)، (*Malva parviflora*)، (*Plantago ovata*) و (*Alhagi camelorum*) می‌باشد.

روش تجزیه و تحلیل بر پایهٔ LFA

در سال ۱۹۹۵ تانگوی دستورالعملی را برای ارزیابی وضعیت سطح خاک در مراتع استرالیا به چاپ رساند. در این دستورالعمل یک سری از خصوصیات مشخصه‌ای سطح خاک با میزان اثربخشی معین در تعریف خاک معرفی گردید. خاک از مواد معدنی، ریشهٔ گیاهان، موجودات زنده خرد و درشت، مواد آلی در مراحل مختلف تجزیه، آب و هوا تشکیل شده است. واکنش غیر یکنواخت این اجزا شرایط بسیار متنوعی را در مقیاس های مختلفی از حفره های کوچک تا سطح مزرعه ایجاد و این امر خاک را با مشکل روبه رو می‌کند. طیف و سیعی از عوامل فیزیکی و شیمیایی که دارای اثر متقابل هستند در تنوع خاک سهیم هستند و لذا ترکیب و فعالیت موجودات زنده خاک را در یک محل و زمان خاص، مشخص می‌کنند. در یک مرحلهٔ بحرانی در LFA تعیین دو موضوع مقیاس مکانی الگوی لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای و ارزیابی غنای منابع لکه‌ها و بین‌لکه‌ها با استفاده از شاخص‌های سطح خاک است.

در این مطالعه ۳ ویژگی شاخص‌های سطح خاک بررسی شد که در ذیل پارامترهای متعلق به هر یک معرفی می‌شوند.

نفوذ پذیری: درمنطقهٔ مرتعی برای تعیین نفوذپذیری از شاخص‌های پوشش‌گیاهان چند ساله، منشأ و درجهٔ تجزیه شدگی لاشبرگ، بافت خاک، مواد رسوب‌گذاری شده، پستی و بلندی سطح خاک، آزمون پایداری، نوع و شدت فرسایش استفاده می‌شود.

پایداری خاک: تعیین کلاس‌های پایداری خاکدانه طبق دستورالعمل ارایه شده در هر یک از انواع لکه‌های اکولوژیک و فضای بین لکه‌ای (خاک لخت) انجام گرفت پایداری توسط شاخص‌های حفاظت خاک، مقدار لاشبرگ، پوشش کریپتوگام، خرد شدن سله‌ها، نوع و شدت فرسایش، مواد رسوب‌گذاری شده، ماهیت سطح خاک و آزمون پایداری اندازه‌گیری می‌شود.

چرخهٔ عناصرغذایی: در انواع لکه‌های اکولوژیک و فضای بین لکه‌ای، چرخهٔ غذایی عناصر توسط پوشش‌گیاهان چندساله، پستی و بلندی سطح خاک، پوشش کریپتوگام، مواد رسوبگذاری شده، منشأ و درجهٔ تجزیه‌شدگی لاشبرگ اندازه‌گیری می‌شود.

روش نمونه‌برداری

واحد نمونه‌برداری ترانسکت خطی بوده که فواصل پیوسته در طول ترانسکت را در نظر می‌گیرد. نمونه‌برداری به صورت تصادفی-سیستماتیک بوده و و با کاربرد ۲ ترانسکت ۱۳۵ متری در جهت گرادیان باد غالب انجام شد، به طوری که اولین ترانسکت به صورت تصادفی بوده و ترانسکت بعدی در فاصله ۵۰ متری آن در نظر گرفته شد. در هر ترانسکت لکه های اکولوژیکی و فضای بین لکه‌ای با استفاده از فرم‌های رویشی گیاهان مشخص گشته و پس از تعیین موارد فوق، ۵ تکرار از هر لکه و فضای بین لکه‌ای به صورت تصادفی انتخاب گردید، یعنی در هر فاصله ۵ تکرار از لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای برداشت شد، سپس طول، عرض و ارتفاع لکه های اکولوژیکی برای برآورد ویژگی ساختاری و حجم تاج پوشش‌گیاهی در ترانسکت ثبت می‌شود. سپس یازده شاخص خاک که تعیین‌کننده سه ویژگی عملکردی (پایداری، نفوذپذیری و چرخهٔ غذایی عناصر) می‌باشند. طبق دستورالعمل تانگوی و هیندلی (۲۰۰۳) امتیازدهی گردید (۲۶). امتیازدهی شاخص‌های سطح خاک در هر لکه و فضای بین لکه‌ای در طول یک محدوده ارزیابی در طول ترانسکت صورت می‌گیرد و در مرحلهٔ بعد با استفاده از نرم‌افزار LFA سه ویژگی عملکردی براساس امتیازات شاخص‌های مرتبط

با آن تعیین شـــد به منظور تجزیه و تحلیل آماری و مقایسـهٔ لکه‌های اکولوژیکی از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج

در منطقه مورد مطالعه ۳ نوع لکه اکولوژیک و یک نوع فضـای بین لکه‌ای شـناسـایی شـد (جدول۱). نتایج نشـــان داد که در ویژگی‌های عملکردی سطح خاک پوشش کریپتوگام و سله سطح خاک امتیاز صفر را گرفتند (جدول ۲) که این امتیاز با توجه به منطقه مورد مطالعه که جزء اراضـــی شـــنی اســـت قابل توجیح بوده و می‌توان در تحقیقات آینده مدل LFA را برای اراضـــی شـــنی بهبود داد. با توجه به جدول ۲ می‌توان نتیجه گرفت که در پایداری خاک منطقه پوشش سطح خاک در نفوذپذیری، بافت خاک و در چرخه مواد غذایی بقایای گیاهی قابل تبدیل بیشترین تأثیر را داشته‌اند.

جدول ۱- چشم‌انداز کلی عرصه مورد مطالعه

لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای	میانگین طول لکه‌ها به متر	درصد
تنه درخت	۰/۰۰۲	۰/۷
درخت	۱/۳۸	۶/۴
فورب	۰/۲۸	۱/۰
خاک لخت	۷/۸۵	۹۱/۸

عرصهٔ مورد مطالعه دارای بافت خاک سبک با زهکشی مناسب بوده و از نظر تجربی بافت خاک شنی تشخیص داده شد. بررسی‌های صحرایی نشان داد که خاک ماسه‌ای و ناپایدار بوده و محدودیت‌هایی را از نظر عملیات احیاء و اصلاح به وجود خواهد آورد. جهت مقایسهٔ لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای از تجزیهٔ واریانس یک‌طرفه بر پایهٔ کاملاً تصادفی استفاده شد.

بر اساس نتایج به دست آمده در مورد شاخص پایداری، لکه اکولوژیک درختی دارای بیشترین پایداری و پس از آن لکه‌های اکولوژیک فورب، تنه درخت و خاک لخت تقریبا در یک سطح قرار داشته و اختلاف معنی‌داری ندارند (در سطح ۵ درصد) (شکل ۲).

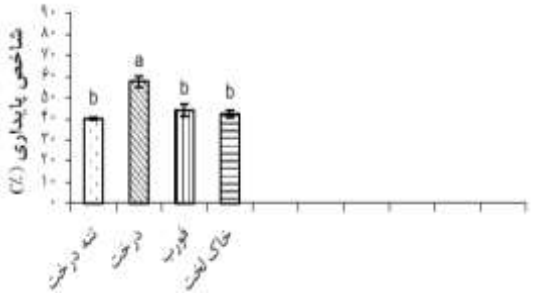
جدول ۲- امتیازات شاخص‌های سطح خاک برای ارزیابی ویژگی عملکردی خاک

ویژگی‌های عملکردی شاخص های سطح خاک		پایداری	نفوذپذیری	چرخه مواد غذایی
پوشش سطح خاک	۵	/۱۲۵ ۲	۲/۱۲۵	/۱۲۵ ۲

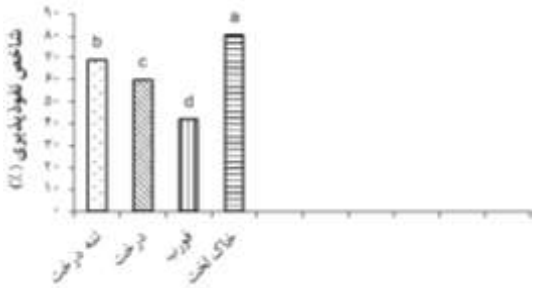
طبیعت سطح خاک	۵	۱/۷۹	۱/۷۹	
مواد فرسایش یافته	۴	۲/۸۵		
شکل‌های فرسایش	۴	۳/۲۵		
پوشش کریپتوگام	۴	۰		۰
سله سطح خاک	۴	۰		
تست خیس خوری	۴	/۰۸۳ ۰	۰/۰۸۳	
لاشبرگ	۶	/۷۰۸ ۱		
بقایای گیاهی قابل تبدیل	۱ ۰		۴/۴۵۸	/۴۵۸ ۴
میکروتوپوگرافی	۵		۱/۳۷۵	/۳۷۵ ۱
بافت خاک	۴		۳/۸	

همچنین نتایج بررسی شاخص نفوذپذیری نشان داد که از نظر نفوذپذیری بین هر چهار لکه اختلاف معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) وجود داشته و خاک لخت دارای بالاترین درصد نفوذپذیری و لکه تنه درختی، درخت و فورب در اولویت‌های بعدی از نظر مقدار این شاخص قرار دارند (شکل ۳).

و در نهایت نتایج مربوط به شاخص چرخه عناصر غذایی نشان داد که بیشترین میزان کربن آلی خاک مربوط به قطعهٔ اکولوژیک درختی و تنه درخت است که با اختلاف معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) نسبت به دو قطعه فورب و فضای بین لکه‌ها (خاک لخت) از نظر چرخه مواد غذایی قرار دارند (شکل ۴).



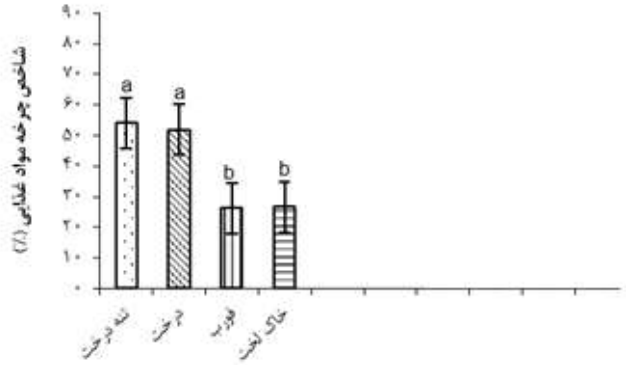
شکل۲-تغییرات میانگین شاخص پایداری سطح خاک در بین مناطق لکه‌ای و بین لکه‌ای چشم‌انداز



شکل۳-تغییرات میانگین شاخص نفوذپذیری سطح خاک در بین مناطق لکه‌ای و بین لکه‌ای چشم‌انداز

شکل۴-تغییرات میانگین شاخص چرخه مواد غذایی سطح خاک در بین مناطق لکه‌ای و بین لکه‌ای چشم-انداز

بحث و نتیجه‌گیری



خشکسالی و چرای بیش از اندازه تأثیر زیادی بر ساختار و عملکرد مراتع این منطقه داشته است. غنای گونه‌ای و پوشش گیاهان خوشخوراک به شدت کاهش داشته که متقابلا بر عملکرد خاک نیز تأثیرگذار بوده است. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که در منطقه مورد بررسی بیشترین درصد پایداری خاک مربوط به لکه درختی می‌باشد. برادشاو (۱۹۸۴) نیز دربررسی‌های خود در گراسلندهای مناطق خشک بیان داشتند کـه فـرم‌هـای مختلـف رویشـی بـه دلیـل اختلاف در ساختار و فرم ریشه‌دوانی دارای اثر متفاوتی بر روی پایداری و نفوذپـذیری خـاک هسـتند و فرم‌های رویشی که دارای ابعاد بزرگتری هستند دارای اثر بیشتری بر پایداری خاک هستند (۴). بستلمیر و همکاران (۲۰۰۶) نیز در تحقیق خود بر این موضوع اذعان داشتند که فرم‌های رویشی با ابعاد بزرگتر درصد پایداری خاک در آنها بیشتر است (۳). یاری و حشمتی (۲۰۱۶) دلیل این امر را سیستم ریشه-ای قوی، محکـم و وسیع و درصد مساحت قابل توجهی که این لکه‌ها به خود اختصاص داده‌اند، می‌داند (۳۳). در منطقه مورد مطالعه نیز به دلیل بافت سبک خاک تنها لکه درختی با سیستم ریشه‌دوانی گسترده و وسعت قابل توجه، توانست پایداری قابل قبولی در مقابل لکه‌های فورب، تنه درخت و خاک لخت داشته باشد. حشمتی و کمالی (۲۰۱۶)، یاری و حشمتی (۲۰۱۶) و یاری و همکاران (۲۰۱۵) نیز در مطالعات خود به این نکته اذعان داشتند که کمترین درصـد پایداری خاک مربوط به فضای بین لکه‌ای (خاک لخت) است (۱۱، ۳۳ و ۳۲).

علاوه بر آن نتایج حاکی از آن است که-بیشترین درصد چرخه عناصر غذایی هم مربوط به لکه تنه درختی و درختی می‌باشد. یاری و حشمتی (۲۰۱۶) دلیل آن را لاشبرگ به دام انداخته شده و سیستم ریشه‌ای قوی این فرم‌های رویشی و در نتیجه بهبـود سـاختمان، افـزایش خلـل و

فـرج خـاک و افزایش نفوذپذیری می‌دانند (۳۳). عالم زاده و حشمتی (۲۰۱۵) هم معتقدند که گیاهان چوبی و لاشبرگ آنها حاصلخیزی و سطوح مواد آلی خاک (نیتروژن و فسفر) را افزایش می‌دهند (۱) چرا که این گیاهان سرعت تجزیه‌پذیری و نفوذ مواد آلی بالایی دارند که سبب می‌شود وضعیت چرخه مواد آلی در این فرم رویشی بیشتر از سایرین باشد (۶). تانگوی و لودویگ (۱۹۹۰) گونه‌های چوبی را به علت سیستم ریشه‌ای گسترده‌تر نسبت به خاک لخت یا خاک پوشیده از گراس‌ها دارای نقش مهم‌تری در جذب کلسیم، پتاسیم و منگنز معرفی کردند (۲۸). این در حالیست که فضای بین لکه‌ای (خاک لخت) و لکه فورب دارای کمترین چرخه مواد غذایی بوده‌اند. حشمتی و کمالی (۲۰۱۶)، یاری و همکاران (۲۰۱۵) و یاری و حشمتی (۲۰۱۶) نیز در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که خاک لخت دارای کمترین چرخه مواد غذایی بوده است (۱۱، ۳۲ و ۳۳) . نتایج این بخش از این مطالعه با نتایج مونرو و همکاران (۲۰۱۲) نیز مطابقت داشته است (۱۸). ایشان نشان دادند که شاخص عناصر غذایی LFA با افزایش سن درختان خاک افزایش یافته و بیان کردند که این شاخص به جای ویژگی‌های سطحی خاک بیشتر تحت تأثیر پوشش گیاهی است. همچنین لی و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی تأثیر ساختار بوته‌ای بر چرخه مـواد غـذایی خـاک و همچنـین پایـداری و فرسـایش خاک نشان دادند که ساختار بوته‌ای درصد بـالایی از چرخـه مـواد غذایی و پایداری خاک را در بر گرفته و دارای تفاوت معنی‌داری در مقایسه با فضای بین ساختاری (خاک لخت) است (۱۵).

نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که بیشترین درصد نفوذپذیری مربوط به خاک لخت بوده و درخت، تنه درختی و فورب در رده‌های بعدی با اختلاف معنا داری قرار دارند. این نتیجه با فرضیه تحقیق و بعضی از مطالعات از جمله عالم زاده و حشمتی (۲۰۱۵) و نوحی و همکاران (۲۰۰۰) که نقش گیاهان چوبی را در نفوذپذیری مهم‌تر بیان کردند و یاری و همکاران (۲۰۱۵) و یاری و حشمتی (۲۰۱۶) که کمترین مقدار

نفوذپذیری را به دلیل نبود لاشبرگ، پوشش گیاهی و مانع فیزیکی در فضای بین لکه‌ای می‌دانند، همخوانی ندارد (۱، ۱۹، ۳۲ و ۳۳). شاید دلیل آن پوشش بیشتر سطح خاک و نقش حفاظتی بالای درخت و میکروکلیمای ایجاد شده باشد که باعث ایجاد پوسته‌های زیستی در خاک پای گونه‌های چوبی شده و در نتیجه نفوذپذیری را نسبت به خاک بدون پوشش با بافت بسیار سبک کاهش داده است. البته نقش پوسته‌های بیولوژیک در فرایند نفوذپذیری خاک هنوز به خوبی شناخته نشده است به طوری که در زمان‌های مختلف اثرات متفاوتی داشته است (۲۴).

به طور کلی نتیجه این تحقیق نشان می‌دهد که با توجه به اینکه خاک لخت دارای کمترین مقدار عملکرد در بین شاخص‌های پایداری و چرخه عناصر غذایی بوده است از این رو حفاظت از عرصه با استفاده از پوشش گیاهی امری اجتناب‌ناپذیر است. ضمن اینکه حفظ و افزایش پوشش گیاهان و غنای گونه‌ای با مدیریت مناسب دام می‌تواند اثرات منفی تغییرات اقلیمی را بر عملکرد اکوسیستم کاهش دهد. همچنین با توجه به پایداری و چرخه عناصر غذایی بیشتر در قطعات اکولوژیک درختی، توسعه فعالیت‌های اصلاحی نظیر درختکاری با گونه‌های سازگار برای این چنین مناطقی پیشنهاد می‌گردد.

Refrences

1- Alemzadehgorji , A. and Heshmati, GH.A. 2015. Functional aspects of plant structure impacts on ecosystems Bungalow pastures in Western Azerbaijan. Journal of Natural Ecosystems of Iran, Article 3, Volume 6, Issue 3, Page 29-39.

2-Baruch, Z., 2005. Vegetation environment relationships and classification of the seasonal savannas in Venezuela_flora, Pp:49-64.

3- Bestelmeyer, B.T., Ward, J.P., Herrick, J.E., and Tugel, A.J.(2006) Fragmentation effects on soil aggregate stability in patchy arid grassland. Rangeland Ecol Manage, 59: 406 - 415.

4- Bradshaw A.D. 1984. Ecological principles and land reclamation practice.- Landscape Planning, 11: 35–48.

5- Bran, D.E., Oliva, G.E. Aguiar, M.R. Buono, G.G. Ferrante,D.Nakamatsu, V. Ciari, G. Salomone, J.M. Massara, V. Martínez, G.G. Maestre,F.T. 2018. Aridity and Overgrazing Have Convergent Effects on Ecosystem Structure and Functioning in Patagonian Rangelands, Journal of Land Degradation & Development, Volume 29, Issue2, Pages 210-218.

6- Butterfield, B.J., and Briggs, J.M. (2008) Patch dynamics of soil biotic feedbacks in the Sonorant desert. Journal of Arid Environments, 73: 96–102.

7- DehghaniBidgoli, R. and Keshavarzi, A.2018. Landscape Function Analysis to Assess the Grazing Effect on Some Soil Features in Arid Ecosystem, Desert Ecosystem Engineering Journal, 7 (1) 37-42

8- Ghelichnia,H.Heshmati, G.A. and Chaichi, M.R. 2009. The compare of assessment rangeland condition with soil properties method and 4 factors method in shrublands of Golestan National Park. Pajouhesh&Sazandegi No: 78 pp: 41-50.

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

10- Heshmati, Gh. A., M. S. Azimi and P.Ashouri. 2010. Assessment of Structural Characteristics of Fertilized Patch in Rangeland Ecosystems (Case Study: GharehGhirand

MaravehTapeh Rangelands of Golestan Province). Iranian Journal of Natural Resources, Vol. 63, No. 3. pp.319-329

11- Heshmati, GH.A. and Kamali, P. 2016. Effects of Woody Plants on Rangeland Ecosystems Function. Journal of Natural Ecosystems of Iran, Article 2, Volume 6, Issue 4, Page 12-25.

12- Jafari , F. Bashari , H. and Jafari, R. 2015. Evaluating Structural and Functional Characteristics of Various Ecological Patches in Different Range Conditions (Case Study: Semi -Steppe Rangeland of Aghche-Isfahan). Iran Journal of Applied Ecology, Volume 3, Issue 10, 13-24.

13- Karimian, V. and G. A. Heshmati. 2018. Evaluation of effects of tree and shrub species (*ziziphusspinacristi*, *ziziphusnumolaria*and *Astragalusfasciculifolius*) on soil surface indices in winter rangelands (case study:Khashab Stream Rangelands, Southern Kohgiluyeh and Boyerahmad). Iranian Journal of Range and Desert Research, Vol. 24 No. (4).

14- KhalasiAhwazi, L. and Heshmati, GH.A . 2013. Evaluating Different Patches, Using LFA Method to Control Wind Erosion (Case Study: Hanitiyeh Rangelands of Ahvaz City). Quarterly Journal of Environmental Erosion Researches No. 8, pp: 62-76.

15- Li X.J., Li X.R., Song W.M., Gao Y.P., Zheng J.G., Jia R.L. 2007. Effects of crust and shrub patches on runoff, sedimentation, and related nutrient (C, N) redistribution in the decertified steppe one of the Tengger Desert, Northern China. Geomorphology, 96: 221–232.

16- LotfiAnari, P. and Heshmati, G.A. 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 Reseach, Vol. 16 No. (3): 386-400.

17-Ludwig, J.A., J.A. Wiens and D.J. Tongway. 2000. A scaling rule for landscape patches and how it applies to conserving soil resources in savannas. Ecosystems, 3: 84–97.

18- Munro, N.T. Fischer, J., Wood, J., and Lindenmayer, D.B., 2012. Assessing ecosystem function of restoration plantings in south-eastern Australia. Forest Ecology and Management Volume 282, 15 October 2012, Pages 36-45.

19- Nouhi S.N., Mesdaghi, M., Heshmati G. 2000. Investigation of topography effect on vegetation cover and production in rangeland plants of JahannamaregionGorgan, Journal of Agricultural Science and Natural Recourses, 4(28): 27-35. (In Persian).

20- NRC (National Research Council). 1994. Rangeland health: new methods to classify, inventory, and monitor rangelands National Academy Press، Washington, D. C.

21- Pyke, D.A., Herrick, H.E., Shaver, P. and Pellant, M., 2002. Rangland health attributes and indicators for qualitative assessment Journal of Range Management, 55: 584-597.

22-Rafigh , E. Naseri, K. Mesdaghi, M. and Melati, F. 2017. An investigation on spacial heterogeneity of rangeland ecosystem function caused by different grazing intensity and geographical aspects. Iranian Journal of Range and Desert Research, Vol. 24 No. (3). 547-559.

23- Rezaei, S.A. and Arzani, H. 2007. The use of soil surface attributes in rangelands capability assessment. Iranian journal of Range and Desert Reseach, Vol. 14 No. (2),232-248.

24- Tavili, A. Jafari, M. and Ebadi,O. 2008. . Evaluation of the Effect of Microbiotics on Soil Permeability by LFA Method. Fourth National Conference on Watershed Management and Management of Iran.

25-Tongway, D.J. and N.L. Hindly 1995. Assessment of soil condition of tropical grasslandsmanual. CSRIO, Division of Wildlife and Ecology. Canberra, Australia. 72p.

26-Tongway, D.J., and N.L. Hindly., 2003. Indicators of ecosystem rehabilitation success: stage two, verification of EFA indicators. Final report to the Australian centre for mining environmental research. Produced by the centre for mined Land rehabilitation, University of Queensland, Brisbane, and CSIRO sustainable ecosystems, Canberra, Australia, 66p.

27- Tongway, D.J. and Hindley, N.L., 2004. Landscape Function Analysis: a system for monitoring rangeland function. African Journal of Range and Forest Science, 21: 41-45.

28-Tongway, D. J., and Ludwig, J. A. (1990) Vegetation and soil patterning in semi-arid mulga lands of Eastern Australia. Australian. Journal of Ecology, 15: 23-34.

29- Tongway, D., and Ludwig, J.A., 2006. Resource retention and ecological function as restoration targets in semi-arid Australia. Restoration Ecology 14(3):369-378.

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

31-Whitford, W.G. 2002. Ecology of desert systems. Academic Press. New York, Ny. P. 330.

32- Yari, R. Ahmadpoor, A. Heshmati, GH.A. and Beiki, S. 2015. Investigating the Effect of Plant Growth Form on Soil Functional Properties including Soil Stability, Permeability and Soil Food Cycle (Case Study: Ferdows Rangelands). National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering.

33-Yari, R. and Heshmati, GH.A. 2016. Investigating the effect of rangelands structure on the surface indicators and soil functional attributes in arid and semi-arid areas. Journal of plant Ecosystem Conservation, 3 (7):29-39.