

تأثیر قرق و تغییرات آب و هوایی بر خصوصیات پوشش گیاهی در رویشگاه‌های شور حاشیه کویر میقان اراک

علی فراهانی^{۱*}، علیرضا افتخاری^۲، حمیدرضا میرداودی^۳ و غلامرضا گودرزی^۴

*۱- نویسنده مسئول، مربی پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران، پست الکترونیک: Ali.farmahini@ut.ac.ir

۲- استادیار، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- دانشیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

۴- استادیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۸

چکیده

تخریب مداوم پوشش گیاهی و خاک مراتع عمدتاً ناشی از عوامل طبیعی یا انسانی مانند چرای بی‌رویه دام است و شناخت میزان تغییرات انجام شده در اکوسیستم‌های مرتعی و علت آنها برای مدیریت مراتع ضروریست. بر این اساس پایش و بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی و خاک در دو سایت قرق و تحت چرای دام در رویشگاه‌های شور حاشیه کویر میقان اراک طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰ انجام شد. در هر سایت برای اندازه‌گیری پارامترهای گیاهی مانند درصد پوشش، تراکم و تولید از روش نمونه‌برداری تصادفی - سیستماتیک در طول شش ترانسکت به فواصل ۱۰۰ متر از یکدیگر استفاده شد و نمونه‌برداری خاک نیز در طول ترانسکت‌های آماربرداری پوشش گیاهی انجام گردید. نتایج نشان داد که میزان تاج پوشش گیاهی سایت چرا شده در طول دوره آماربرداری از ۲۳/۴۳ تا ۲۸/۶۷ درصد و در سایت قرق از ۳۲/۸ تا ۴۰ درصد در سال‌های مختلف متغیر بوده است. میانگین تولید کل علوفه سایت قرق در طول دوره آماربرداری از ۱۷۴/۶ تا ۲۰۳/۵ کیلوگرم در هکتار و میانگین تولید کل علوفه سایت چرا شده از ۱۱۷/۲ تا ۱۳۹/۱ کیلوگرم در هکتار در سال‌های مختلف متغیر بود. بیشترین مقادیر درصد پوشش و تولید علوفه کل سالانه در سال پرباران تر ۱۳۹۸ با ۴۹۰ میلیمتر بارندگی و کمترین مقادیر پارامترهای مذکور در سال کم باران تر ۱۴۰۰ با ۲۲۳ میلیمتر بارندگی سالانه مشاهده گردید. وضعیت مرتع به روش چهار فاکتوره در سایت قرق از درجه ضعیف تا خوب و در سایت چرا شده از درجه ضعیف تا متوسط در سال‌های مختلف متغیر بود. گرایش مرتع در سال‌های مختلف در سایت قرق مثبت یا ثابت و در سایت چرا شده منفی بود. بررسی شاخص‌های خاک نشان داد که در طول دوره ارزیابی در سایت قرق و چرا شده تغییرات شاخص‌های کربن آلی، پتاسیم و نیتروژن در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده و تغییرات سایر شاخص‌ها معنی‌دار نشد. نتایج آزمون همبستگی و رگرسیون نیز نشان داد که میزان بارندگی سالانه و بارندگی فصل رویش بیشترین همبستگی مثبت را با تغییرات میزان تاج پوشش و تولید علوفه گیاهان منطقه دارند و بعد از آن فاکتورهای کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم همبستگی بالایی با نوسانهای تاج پوشش و تولید گیاهان داشتند. به‌طور کلی دو عامل چرای دام و نوسانهای اقلیمی به‌ویژه تغییرات میزان بارندگی سالانه بیشترین تأثیر را بر تغییرات خصوصیات پوشش گیاهی مراتع مورد مطالعه داشتند.

واژه‌های کلیدی: استان مرکزی، پایش مرتع، تولید علوفه، گرایش مرتع، مدیریت مرتع.

مقدمه

ارزیابی مرتع به عنوان هسته مرکزی مدیریت مرتع و همچنین ابزاری برای اتخاذ تصمیمات صحیح مطابق با توان و قابلیت تولیدی منابع زمینی از قبیل ظرفیت حامل، سطوح بهره برداری، سیستم‌های چرای و غیره به‌کار می‌رود (Muir and McClaran, 1997). بسیاری از محققان در تحقیقات خود مهمترین عامل مؤثر بر تغییرات پوشش گیاهی را خشکسالی و تغییرات ناشی از بارندگی در کنار چرای مفرط دام اعلام کرده اند. نتایج مطالعات Arzani و Abdollahi (۲۰۰۵) و برخی دیگر از پژوهش‌گران مراتع مؤید تغییرات دائمی مراتع از لحاظ ترکیب گیاهی، میزان تاج پوشش و تولید علوفه می‌باشد که میزان و جهت تغییرات تحت تأثیر عوامل اکولوژیکی و مدیریتی قرار دارد. Arzani (۱۹۹۴) تغییرات تولید، خوشخوراکی و کیفیت علوفه را در پنج تیپ گیاهی مرتعی بررسی کرد و نتیجه گرفت که تولید کمی و کیفی گیاهان در سال‌های مختلف و در دوره‌های مختلف یک فصل چرا متفاوت بوده، بنابراین ظرفیت مراتع باید براساس تولید کمی و کیفی هر فصل چرا تعیین شود. Akbarzadeh (۲۰۰۵) در بررسی تغییرات مراتع تحت قرق منطقه رودشور شهرستان زرنديه اعلام کرد که در اثر قرق ۲۶ ساله (۷۳-۱۳۴۷) کل پوشش تاجی گونه‌های دائمی از ۵/۵ درصد به ۱۳/۵ درصد افزایش یافته است. مطالعات Sharifi و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که در یک دوره چهار ساله متناسب با تغییرات بارندگی و دمای محیط و تحت شرایط مدیریت بومی اعمال شده، گندمیان دائمی نقش اصلی در روند تغییرات پوشش گیاهی داشته‌اند، به‌طوری‌که تغییرات در گندمیان چندساله از جمله گونه‌های *Agropyron Bromus tomentellus* Boiss. *Koeleria caucasica* Trin. Ex *cristatum* (L.) Gaertn. *Festuca ovina* L. و Domin. بوته‌ای‌ها بطئی و غیرمعنی‌دار شده است. تغییرات کربن آلی خاک نیز روندی کند و بطئی داشته و تغییرات پوشش خاک با توجه به ثبات نسبی پوشش سنگ و سنگریزه و لاشبرگ، تابع

تغییرات پوشش تاجی کل بوده است. این محققان بیان کردند که بررسی این تغییرات می‌تواند راهنمای مناسبی برای تصحیح روش‌های فعلی مدیریت اکوسیستم‌های مرتعی باشد. Duncan و Wood manse (۱۹۷۵) به اثرهای توزیع بارندگی در طول فصل رشد بر تولید علوفه مراتع در کالیفرنیا مرکزی تأکید کرده اند. Ehsani و همکاران (۲۰۰۷) تأثیر شرایط اقلیمی بر تولید علوفه مراتع در منطقه استپی اخترآباد ساوه را طی ۸ سال (۱۳۸۴-۱۳۷۷) مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که از بین شاخص‌های مهم اقلیمی، بارندگی فصل رویش و بارندگی فصل پیشین به عنوان مؤثرترین عوامل بر روی تولید علوفه اثرگذار بوده‌اند و همبستگی مثبت و معنی‌داری با تولید علوفه داشته‌اند. Wylie و Southward (۱۹۹۲) ضمن توجه دادن به امکان استفاده از بارندگی سالیانه در تخمین علوفه مراتع در نیجریه، ارائه مدل خطی را با داده‌های روزهای مرطوب و خشک متوالی امکان‌پذیر دانستند. Le Houerou و Hoste (۱۹۷۷) روابط توانی بین بارندگی سالانه و تولید علوفه مرتع را برای اقلیم‌های مدیترانه‌ای و سودانی ساحلی ارائه کردند. Bork و همکاران (۲۰۰۱) رابطه بین تولید علوفه مرتع با بارندگی سالانه را در گراس‌لندهای آلبرتای مرکزی معنی‌دار دانستند اما میزان و جهت این همبستگی را در تیپ‌های مختلف گیاهی متفاوت اعلام نمودند. Koc (۲۰۰۱) براساس مطالعات خود در مراتع مرتفع ترکیه اعلام کرد که بارندگی پاییزه بر تولید علوفه مرتع اثر زیادی دارد ولی خشکی پاییزه بر تولید گندمیان اثری ندارد اما رشد لگوم‌ها و دیگر گونه‌های گیاهی را کاهش می‌دهد و در مقابل، خشکی بهاره و تابستانه بر تولید لگوم‌ها بی‌تأثیر بوده ولی تولید گندمیان در این شرایط تنزل می‌یابد. Martin و همکاران (۱۹۹۵) در بررسی تأثیر اقلیم بر تولید علوفه گونه *Cenchrus ciliaris* L. در مراتع بیابانی سونوران آمریکا، وجود رابطه معنی‌دار بین مقدار بارندگی تابستانه با تولید را گزارش کردند. McKeon و همکاران (۲۰۰۹) در گزارشی بیان کردند که تأثیرات تغییرات آب و هوایی بر وضعیت مراتع استرالیا و در

این مطالعه به بررسی تغییرات پوشش گیاهی در دو سایت قرق و تحت چرا طی یک دوره ۵ ساله (۱۳۹۶-۱۴۰۰) در رویشگاه های شور کویر میقان اراک پرداخته شده است.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه شامل یک سایت قرق به مساحت تقریبی ۱۵ هکتار و یک سایت چرا شده به مساحت تقریبی ۱۵ هکتار بود. سایت قرق و چرا شده هر دو در اراضی مرتعی شور و بیابانی اطراف کویر میقان استان مرکزی (شکل ۱) و در فاصله تقریبی دو کیلومتری از یکدیگر قرار داشتند.

فصل رویش که بیشتر نواحی نیمه خشک هستند بسیار زیاد است. تغییرات دما و بارندگی در این مناطق سبب تغییر در ترکیب مرتع شده و گونه ها و اکوتیپ های سازگاری را بوجود می آورد. با کاهش بارندگی به میزان ۱۰ درصد، میزان تولید مرتع ۸-۱۵ درصد کاهش یافته و اگر کاهش بارندگی به ۳۰ درصد برسد، این کاهش در تولید به ۴۴-۵۵ درصد خواهد رسید. با توجه به سطح وسیع اراضی تحت تأثیر شوری و قلیائیت در کشور از یکسو و اهمیت تغییرات اقلیمی و مدیریت اکوسیستم های طبیعی در سطح جهان از سوی دیگر، لزوم توجه به پایش پوشش گیاهی در این مناطق برای تدوین برنامه مدیریت اصولی و بهره برداری پایدار از مراتع بیش از پیش آشکار می شود. در

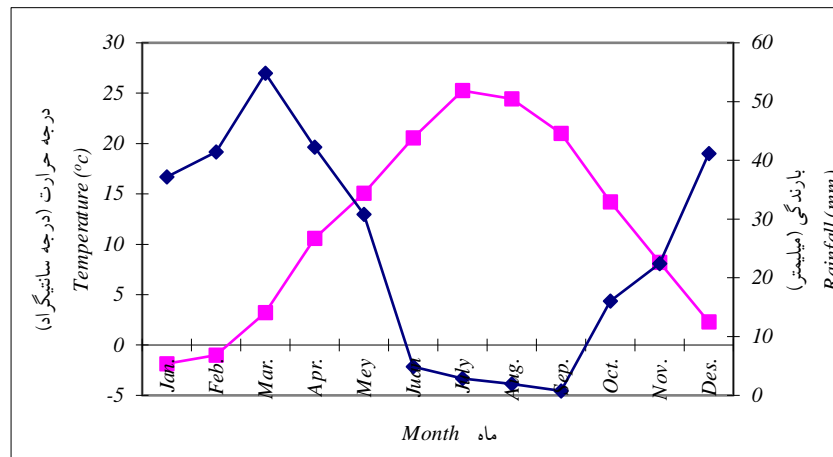


شکل ۱- موقعیت کویر میقان و سایت های مورد مطالعه در سطح منطقه و کشور

Figure 1- Location of Meyghan playa and studied sites in the region and the country

خشک منطقه مطابق نمودار آمبروترمیک ایستگاه هواشناسی سینوپتیک اراک که نزدیک ترین ایستگاه به منطقه مورد مطالعه می باشد برابر ۱۵۵ روز در سال است (شکل ۲). دوره خشکی منطقه از اواسط اردیبهشت تا اواسط آبان ماه است.

از لحاظ فیزیوگرافی این سایت ها در اراضی دشتی با شیب عمومی ۱ تا ۲ درصد و ارتفاع تقریبی ۱۷۰۰ متر از سطح دریا واقع شده اند. این منطقه در اکوسیستم شوره زار قرار گرفته و اقلیم آن طبق روش آمبرژه نیمه خشک سرد است. تعداد روزهای



شکل ۲- نمودار آمبروترمیک ایستگاه هواشناسی اراک (دوره آماری ۱۴۰۰-۱۳۷۱)

Figure 2 - Ombrothermic diagram of Arak meteorological station (1992-2021)

شوری، ازت، فسفر، پتاسیم، ماده آلی، وزن مخصوص ظاهری و بافت خاک بودند که طی پنج سال (۱۳۹۶-۱۴۰۰) مورد ارزیابی و آماربرداری قرار گرفتند. برای تعیین درصد تاج پوشش از روش برآورد نظری در سطح پلات، تراکم (شمارش پایه‌های گیاهان در سطح پلات)، تولید علوفه (روش قطع و توزین)، وضعیت مرتع (روش چهار فاکتوره) و برای تعیین گرایش مرتع از روش‌های ترازو و قیاسی استفاده شد. در آزمایشگاه خاک برای تعیین هدایت الکتریکی و اسیدیته از روش گل اشباع با استفاده از EC متر و PH متر، ازت کل (روش کجدال)، فسفر قابل جذب (روش السون)، پتاسیم قابل جذب (روش استات آمونیوم)، کربن آلی (روش والکی-بلاک)، وزن مخصوص ظاهری (روش کلوخه همراه با پارافین) و برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری استفاده گردید. علاوه بر این، درصد پوشش سنگ و سنگریزه، درصد لاشبرگ و درصد خاک لخت نیز در سطح پلات‌ها بررسی و اندازه‌گیری شدند. کلاس خوشخوراکی گونه‌ها با استفاده از کتاب کد گیاهان مرتعی و تلفیق آن با دانش بومی و با در نظر گرفتن ترکیب گیاهی در سه کلاس I، II و III کدگذاری شدند.

فاکتورهای گیاهی مانند تاج پوشش و تولید علوفه، عناصر

تیپ گیاهی سایت مورد مطالعه - *Halimion verrucifera* - گونه‌های مهم همراه در این سایت *Aeluropus littoralis* و گونه‌های *Salsola Limonium iranicum* (Bornm.) Lincz. *Halocnemum strobilaceum* M. crassa M. Bieb. *Atriplex leuococlada* و *Scariola orientalis* (Boiss.) B. Boiss. می‌باشند. شیوه بهره‌برداری از مراتع منطقه به صورت روستایی و فاقد ممیزی و نحوه بهره‌برداری به صورت مشاعی و فصل چرا از اواسط اردیبهشت‌ماه لغایت اواسط شهریورماه به مدت ۱۲۰ روز است. دام‌های استفاده کننده از مرتع عمدتاً گوسفند نژاد فراهانی با میانگین وزن ۴۰ کیلوگرم و به تعداد کمتر بز بومی با میانگین وزن ۳۰ کیلوگرم هستند. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی به روش سیستماتیک - تصادفی (Arzani and Abedi, 2015) و در داخل پلات‌های مستقر در امتداد ترانسکت‌های خطی انجام شد. برای این منظور در هر سایت شش ترانسکت با فاصله یکسان نسبت به هم بکار برده شد و بعد بر روی هر یک از آنها تعداد ۱۰ پلات چهار مترمربعی با فواصل ۳۰ متر از یکدیگر مستقر گردید. فاکتورهای گیاهی مورد مطالعه شامل پوشش تاجی، تراکم و تولید علوفه گونه‌های گیاهی به همراه وضعیت و گرایش مرتع و فاکتورهای خاک شامل اسیدیته،

خوشخوراکی III مانند *Hulthemia persica* (Michaut ex Cousinia cylindracea Boiss. و juss.) Bornm. گردیدند. در سایت‌های مورد مطالعه، گیاهان یکساله درصد پوشش قابل ملاحظه‌ای را به خود اختصاص دادند و درصد تاج پوشش و تولید این گیاهان در منطقه قرق بیشتر از منطقه چرا شده بود.

تحلیل آماری اثر سال و مدیریت چرا بر روی پارامترهای مختلف پوشش گیاهی و خاک انجام شد. خلاصه نتایج حاصل از تجزیه واریانس پارامترهای اندازه‌گیری شده مربوط به گیاهان در جدول ۲ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود اثر مدیریت چرا (قرق یا چرای آزاد) بر بیشتر فاکتورهای مورد مطالعه پوشش گیاهی در سطح آماری یک درصد یا پنج درصد معنی‌دار شد. اثر سال نیز بر برخی فاکتورها به‌ویژه درصد تاج پوشش و تولید علوفه کل در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد اما در برخی صفات دیگر معنی‌دار نشد. این موضوع نشان می‌دهد که در سال‌های مختلف میزان تاج پوشش و تولید علوفه کل مرتع تغییرات معنی‌داری دارند که علت آن عمدتاً تغییرات بارندگی سالانه می‌باشد اما در برخی صفات مانند درصد تاج پوشش فرم‌های مختلف رویشی یا میزان تولید علوفه، در کلاس‌های مختلف خوشخوراکی گیاهان تغییرات معنی‌داری در سال‌های مختلف مشاهده نشد. اثر متقابل سال در مدیریت چرا نیز برای صفات یا فاکتورهای مورد مطالعه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نشد. مطابق جدول ۳ میزان تاج پوشش کل در سال‌های مختلف بین ۳۲/۸ تا ۴۰ درصد در سایت قرق و به‌مقدار ۲۳/۵ تا ۲۸/۷ درصد در سایت چرا شده متغیر بود. نوسان‌های مقدار تولید علوفه کل نیز در سال‌های مختلف به مقدار ۱۷/۴۶ تا ۲۰/۳۵ گرم در مترمربع در سایت قرق و به‌مقدار ۱۱/۷۲ تا ۱۳/۹۱ گرم در مترمربع در سایت چرا شده متغیر بود. از لحاظ درصد تاج پوشش گیاهی و میزان تولید علوفه، فرم رویشی بوته‌ای بیشترین سهم را در ترکیب گیاهی بخود اختصاص داد.

اقلیمی مانند بارندگی و درجه حرارت و فاکتورهای خاک مانند میزان ازت و ماده آلی، فاکتورهای مورد مطالعه بودند که در دو تیمار قرق و تحت چرا بررسی و مطالعه شدند. پس از جمع‌آوری داده‌ها در سال‌های مختلف (۵ سال آماربرداری)، برای مقایسه داده‌ها از آنالیز تجزیه مرکب در نرم‌افزار SPSS²¹ استفاده شد. برای مقایسه میانگین سال‌ها از آزمون دانکن (Duncan) استفاده شد. ارتباط داده‌های بارندگی سالانه، بارندگی فصل رویش، بارندگی پاییز و زمستان، میانگین دمای سالانه و میانگین دمای حداقل و حداکثر سالانه به انضمام فاکتورهای خاک مورد مطالعه شامل میزان ماده آلی، ازت، فسفر و پتاسیم با درصد تاج پوشش و میزان تولید علوفه کل توسط آزمون همبستگی (Correlation) ارزیابی گردید. از رگرسیون گام به گام (Stepwise regression) نیز برای شناخت مؤثرترین عامل‌های محیطی مؤثر بر تغییرات تاج پوشش گیاهی و تولید علوفه مراتع تحت مطالعه استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از پنج سال آماربرداری مقدار تاج پوشش، تولید و تراکم گیاهان، وضعیت و گرایش مرتع و پارامترهای خاک‌شناسی جمع‌بندی و بعد تجزیه و تحلیل شد. جدول ۱ مشخصات گونه‌های گیاهی غالب موجود در سایت‌های منتخب و مقادیر متوسط پارامترهای گیاهی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. گونه‌های *Halimion verrucifera* M.Bieb و *Aeluropus littoralis* Gouan به ترتیب با ۱۰/۵ و ۹/۴۲ درصد تاج پوشش در منطقه قرق و مقدار ۸/۹۵ و ۳/۹ درصد تاج پوشش در منطقه چرا شده، گونه‌های اصلی یا غالب سایت‌های مورد مطالعه محسوب می‌شوند. برخی از گونه‌های با خوشخوراکی II در شرایط منطقه مانند *A.leucoclada* در سایت قرق مشاهده شدند، در صورتی که در سایت چرا شده این گونه‌ها مشاهده نشده و به‌جای آنها گونه‌های مهاجم و با

جدول ۱- مشخصات گونه‌های گیاهی غالب موجود در سایت‌های منتخب و مقادیر متوسط پارامترهای گیاهی مورد مطالعه

Table 1- Characteristics of available dominant plant species at selected sites and average values of studied plant parameters

| ردیف Row | خانواده گیاهی Plant family | گونه گیاهی Plant species | کلاس سنی Growth form | شکل رویشی Life form | خوشخوراکی Palatability | سهم گونه‌ها در ترکیب گیاهی (%) Share of species to plant composition (%) | |
|-------------|-------------------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|---|------------------|
| | | | | | | چرا شده Grazing | قرق Exclosure |
| 1 | Chenopodiaceae | <i>Halimion verrucifera</i> M.Bieb | P | Sh | I | 34.4 | 29.11 |
| 2 | Poaceae | <i>Aeluropus littoralis</i> Gouan | P | G | II | 15 | 26.1 |
| 3 | Plumbaginaceae | <i>Limonium iranicum</i> (Bornm.) Lincz. | P | F | III | 1.24 | 3.4 |
| 4 | Chenopodiaceae | <i>Salsola crassa</i> M. Bieb. | P | F | III | 13.8 | 3.3 |
| 5 | Poaceae | <i>Poa bulbosa</i> Steud. | P | G | III | 0.77 | 1.37 |
| 6 | Chenopodiaceae | <i>Halocnemum strobilaceum</i> M. B. | P | Sh | III | 0.4 | 1.1 |
| 7 | Leguminosae | <i>Alhagi maurorum</i> Medik. | P | F | III | 0.26 | 0 |
| 8 | Chenopodiaceae | <i>Atriplex leucoclada</i> Boiss. | P | Sh | II | 0 | 0.78 |
| 9 | Rosaceae | <i>Hulthemia persica</i> (Michaut ex juss.) Bornm. | P | F | III | 5.41 | 0 |
| 10 | Asteraceae | <i>Cousinia cylindracea</i> Boiss. | P | F | III | 1.42 | 0 |
| 11 | - | <i>Annual grasses</i> | A | G | - | 6.08 | 21 |
| 12 | - | <i>Annual forbs</i> | A | F | - | 4.45 | 14.6 |

A: یکساله، P: چندساله، Sh: بوته، F: علفی، G: گندمی.

جدول ۲- تجزیه واریانس میانگین مقادیر شاخص‌های ساختاری و عملکردی گروه‌های گیاهی در تیمارهای مختلف

Table 2- Variance analysis for the mean values of plant structural and functional characteristics in different treatments

| فاکتور مورد مطالعه Studied factor | میانگین مربعات Mean squares | | | خطای آزمایش Test error (DF=45) |
|--|--------------------------------|--|---|--------------------------------------|
| | سال Year (DF=4) | مدیریت چرا Grazing management (DF=1) | سال × مدیریت چرا Grazing management * Year (DF=4) | |
| پوشش تاجی کل Total canopy cover | 60.75** | 1544** | 4.27 ^{ns} | 11.57 |
| تاج پوشش گونه‌های گندمی Canopy cover of grass species | 2.67 ^{ns} | 584** | 0.84 ^{ns} | 6.05 |
| تاج پوشش گونه‌های علفی Canopy cover of forb species | 0.85 ^{ns} | 997** | 0.89 ^{ns} | 6.34 |
| تاج پوشش گونه‌های بوته‌ای | 4.59 ^{ns} | 55** | 1.7 ^{ns} | 4.44 |

| فاکتور مورد مطالعه Studied factor | میانگین مربعات Mean squares | | | |
|--|--------------------------------|--|---|--------------------------------------|
| | سال Year (DF=4) | مدیریت چرا Grazing management (DF=1) | سال × مدیریت چرا Grazing management * Year (DF=4) | خطای آزمایش Test error (DF=45) |
| Canopy cover of shrub species | | | | |
| تاج پوشش گونه‌های کلاس یک Canopy cover of class I species | 4.9 ^{ns} | 34.3 ^{**} | 1.57 ^{ns} | 3.96 |
| تاج پوشش گونه‌های کلاس دو Canopy cover of class II species | 7.96 ^{ns} | 806 ^{**} | 2.65 ^{ns} | 10.9 |
| تاج پوشش گونه‌های کلاس سه Canopy cover of class III species | 4.27 ^{ns} | 800 ^{**} | 10.7 ^{ns} | 15.56 |
| تاج پوشش گونه‌های چند ساله Canopy cover of perennial species | 21.64 [*] | 51 [*] | 6.32 ^{ns} | 12.92 |
| تاج پوشش گونه‌های یکساله Canopy cover of annual species | 15.01 [*] | 1480 ^{**} | 4.39 ^{ns} | 4.72 |
| لاشبرگ Litter | 1.6 ^{**} | 313 ^{**} | 0.37 ^{ns} | 0.2 |
| خاک لخت Bare soil | 72.5 ^{**} | 3471 ^{**} | 7.26 ^{ns} | 11.05 |
| تولید علوفه کل Total forage yield | 10.17 ^{**} | 530 ^{**} | 0.68 ^{ns} | 4.68 |
| تولید علوفه گونه‌های گندمی Forage yield of grass species | 0.67 ^{ns} | 219 ^{**} | 0.24 ^{ns} | 1.5 |
| تولید علوفه گونه‌های علفی Forage yield of forb species | 0.39 ^{ns} | 485 ^{**} | 0.37 ^{ns} | 2.63 |
| تولید علوفه گونه‌های بوته‌ای Forage yield of shrub species | 0.94 ^{ns} | 346 [*] | 0.38 ^{ns} | 1.54 |
| تولید علوفه گونه‌های کلاس I Forage yield of class I species | 2.03 ^{ns} | 312 ^{**} | 0.38 ^{ns} | 1.5 |
| تولید علوفه گونه‌های کلاس II Forage yield of class II species | 0.58 ^{ns} | 244 ^{**} | 0.05 ^{ns} | 1.25 |
| تولید علوفه گونه‌های کلاس III Forage yield of class III species | 0.37 ^{ns} | 503 ^{**} | 0.03 ^{ns} | 2.53 |
| تولید علوفه گونه‌های چند ساله Forage yield of perennial species | 6.77 ^{ns} | 129 ^{**} | 0.35 ^{ns} | 5.2 |
| تولید علوفه گونه‌های یکساله Forage yield of annual species | 0.94 [*] | 142 ^{**} | 0.35 ^{ns} | 5.3 |

علامت‌های ** و * به ترتیب نشان‌دهنده وجود اختلاف در سطح آماری ۱٪ و ۵٪ و علامت ns بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

جدول ۳- مقادیر شاخص‌های ساختاری و عملکردی هر یک از گروه‌های گیاهی در سایت‌های قرق و چرا شده

Table 3- Values of structural and functional characteristics of each plant group in exclosure and grazing sites

| ردیف Row | فاکتور مورد مطالعه Studied factor | سال / نوع سایت Year / Site type | | | | | | | | | |
|-------------|---|------------------------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
| | | 2017 | | 2018 | | 2019 | | 2020 | | 2021 | |
| | | چرا Grazing | قرق Exclosure | چرا Grazing | قرق Exclosure | چرا Grazing | قرق Exclosure | چرا Grazing | قرق Exclosure | چرا Grazing | قرق Exclosure |
| 1 | پوشش تاجی کل (%) Total canopy cover (%) | 26.2 | 34.6 | 25.3 | 35.8 | 28.7 | 40 | 26.2 | 37.4 | 23.5 | 32.8 |
| 2 | لاشبرگ (%) Litter (%) | 0.15 | 5.1 | 0.7 | 5.1 | 1.1 | 6 | 1.1 | 5.5 | 0.95 | 5.1 |
| 3 | سنگ و سنگریزه (%) Stone and gravel (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | خاک لخت (%) Bare soil (%) | 74 | 60.3 | 74.2 | 57.7 | 70.7 | 53.8 | 72.7 | 57.1 | 75.6 | 62.1 |
| 5 | تاج پوشش گونه‌های کلاس یک (%) Canopy cover of class I species (%) | 9.7 | 10 | 8.8 | 10.4 | 9.7 | 11.5 | 8.7 | 10.9 | 7.9 | 9.7 |
| 6 | تاج پوشش گونه‌های کلاس دو (%) Canopy cover of class II species (%) | 4.4 | 13.3 | 4 | 10.6 | 4.27 | 11.5 | 3.8 | 11.2 | 3.3 | 9.9 |
| 7 | تاج پوشش گونه‌های کلاس سه (%) Canopy cover of class III species (%) | 10.7 | 1.9 | 10.2 | 1.9 | 10.9 | 2.1 | 10.3 | 4.7 | 9.5 | 4.7 |
| 8 | تاج پوشش گونه‌های گندمی (%) Canopy cover of grass species (%) | 4.31 | 9.8 | 3.9 | 10.1 | 4.2 | 11 | 3.8 | 10.5 | 3.3 | 9.3 |
| 9 | تاج پوشش گونه‌های علفی (%) Canopy cover of forb species (%) | 10.7 | 2.2 | 10.3 | 2.11 | 11 | 2.3 | 10.4 | 2.3 | 9.6 | 2.3 |
| 10 | تاج پوشش گونه‌های بوته‌ای (%) Canopy cover of shrub species (%) | 9.7 | 10.4 | 8.8 | 10.8 | 9.7 | 11.8 | 8.7 | 11.3 | 7.9 | 10.2 |
| 11 | تاج پوشش گونه‌های یکساله (%) Canopy cover of annual species (%) | 1.5 | 11.8 | 2.32 | 13 | 3.8 | 14.9 | 3.41 | 12.7 | 2.7 | 10.8 |
| 12 | تاج پوشش گونه‌های چند ساله (%) Canopy cover of perennial species (%) | 21.7 | 22.8 | 23 | 22.9 | 24.9 | 25.1 | 22.9 | 24.7 | 20.8 | 22 |
| 13 | تولید علوفه گونه‌های کلاس I Forage yield of class I species | 3.94 | 7.73 | 3.61 | 8.01 | 3.44 | 8.6 | 3.16 | 8.19 | 2.85 | 7.35 |
| 14 | تولید علوفه گونه‌های کلاس II Forage yield of class II species | 1.65 | 5.53 | 1.48 | 5.49 | 1.64 | 5.83 | 1.44 | 5.7 | 1.26 | 5.09 |
| 15 | تولید علوفه گونه‌های کلاس III Forage yield of class III species | 7.24 | 1.23 | 6.9 | 1.2 | 7.44 | 1.35 | 7.23 | 1.33 | 6.6 | 1.34 |

| ردیف Row | فاکتور مورد مطالعه Studied factor | سال / نوع سایت Year / Site type | | | | | | | | | |
|-------------|--|------------------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | | 2017 | | 2018 | | 2019 | | 2020 | | 2021 | |
| | | غذای Grazing | قرق Exclosure | غذای Grazing | قرق Exclosure | غذای Grazing | قرق Exclosure | غذای Grazing | قرق Exclosure | غذای Grazing | قرق Exclosure |
| 16 | تولید علوفه گونه‌های گندمی Forage yield of grass species | 1.57 | 5.64 | 1.43 | 5.25 | 1.58 | 5.48 | 1.42 | 5.3 | 1.24 | 4.68 |
| 17 | تولید علوفه گونه‌های علفی Forage yield of forb species | 7.32 | 1.37 | 6.96 | 1.33 | 7.5 | 1.48 | 7.25 | 1.53 | 6.63 | 1.52 |
| 18 | تولید علوفه گونه‌های بوته‌ای Forage yield of shrub species | 3.94 | 7.98 | 3.61 | 8.21 | 3.44 | 8.83 | 3.16 | 8.44 | 2.85 | 7.62 |
| 19 | تولید علوفه گونه‌های یکساله Forage yield of annual species | 0.41 | 3.81 | 0.87 | 4.14 | 1.39 | 5.46 | 1.21 | 4.1 | 1 | 3.65 |
| 20 | تولید علوفه گونه‌های چند ساله Forage yield of perennial species | 12.75 | 14.47 | 12 | 14.78 | 12.52 | 15.79 | 11.83 | 15.28 | 10.72 | 13.81 |
| 21 | تولید علوفه کل Total forage yield | 13.16 | 18.28 | 12.87 | 18.92 | 13.91 | 20.35 | 13.04 | 19.38 | 11.72 | 17.46 |

مقادیر تولید بر حسب گرم در مترمربع است. Forage yield values are in grams per square meter.

جدول ۴- مقادیر فاکتورهای مورد مطالعه خاک در سایت‌های قرق و چرا شده

Table 4- The values of the studied soil factors in the exclosure and grazing sites

| سایت Site | شماره ترانسکت Transect No. | Texture | Sand (%) | Clay (%) | Silt (%) | P (ppm) | K (ppm) | N (%) | EC (ds/m) | PH | OM (%) | OC (%) |
|--------------------|--|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|-------|-----------|-----|--------|--------|
| قرق Exclosure | داخل لکه‌های گیاهی Inside of plant gathering place | Clay Loam | 24 | 36.3 | 39.7 | 5.7 | 292 | 0.038 | 5.8 | 8.1 | 0.47 | 0.27 |
| | فضای بین لکه‌های گیاهی Outside of plant gathering place | Clay Loam | 24.2 | 35.4 | 40.4 | 5.5 | 275 | 0.032 | 5.9 | 8.3 | 0.4 | 0.24 |
| چرا شده Grazing | داخل لکه‌های گیاهی Inside of plant gathering place | Clay Loam | 22.5 | 32.8 | 44.7 | 4.5 | 230 | 0.026 | 6.3 | 8.5 | 0.27 | 0.15 |
| | فضای بین لکه‌های گیاهی Outside of plant gathering place | Clay Loam | 22.2 | 32.3 | 45.5 | 4.4 | 226 | 0.024 | 6.5 | 8.4 | 0.24 | 0.13 |

پائیز و زمستان مشاهده شد و اختلاف میانگین فاکتورهای مورد مطالعه درجه حرارت نسبت به بارندگی کمتر بود. سال ۱۳۹۸ با میزان بارندگی سالانه ۴۹۰ میلی‌متر پرباران‌ترین سال و سال ۱۴۰۰ با میزان بارندگی ۱۷۳ میلی‌متر کم باران‌ترین سال بود و سال‌های ۱۳۹۹، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به ترتیب با ۳۹۲، ۳۲۴ و ۲۲۱ میلی‌متر بارندگی در گروه‌های مجزا آماری قرار گرفتند و اختلاف آنها در سطح یک درصد معنی‌دار شد. نتایج حاصل از بررسی رابطه همبستگی بین عناصر اقلیم و خاک با فاکتورهای گیاهی در سال‌های مختلف نشان داد که بین برخی فاکتورهای مورد مطالعه با تغییرات تولید و درصد پوشش گیاهی ارتباط معنی‌دار وجود دارد (جدول ۶). در منطقه قرق تغییرات مقادیر پوشش تاجی و تولید علوفه کل بیشترین رابطه مثبت را با بارندگی فصل رویش در سطح یک درصد داشت و پس از آن بیشترین رابطه مثبت با تغییرات عناصر خاک شامل کربن آلی، ازت کل و پتاسیم در سطح ۵ درصد مشاهده شد. در منطقه قرق رابطه تغییرات پوشش تاجی و تولید علوفه کل با فاکتورهایی مانند میانگین دمای سالانه و متوسط دمای حداکثر سالانه منفی بود و در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد. در منطقه چرا شده تغییرات مقادیر پوشش تاجی و تولید علوفه کل بیشترین رابطه مثبت را با بارندگی سالانه در سطح یک درصد داشت و پس از آن بیشترین رابطه مثبت با عناصر خاک شامل کربن آلی، ازت کل و پتاسیم در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد (جدول ۶). در سایت چرا شده رابطه تغییرات پوشش تاجی و تولید علوفه کل با فاکتورهایی مانند میانگین دمای سالانه و متوسط دمای حداکثر و حداکثر سالانه منفی بود و معنی‌دار نشد. افزایش مقادیر فاکتورهایی که رابطه مثبت با تغییرات پوشش تاجی و تولید علوفه کل نشان دادند باعث افزایش پوشش تاجی و تولید علوفه کل مرتع می‌شود و افزایش مقادیر فاکتورهایی که رابطه منفی نشان دادند موجب کاهش پوشش تاجی و تولید علوفه کل مرتع می‌شود.

جدول ۴ مقادیر فاکتورهای خاک‌شناسی در داخل لکه‌های گیاهی و یا فضای بین آنها (پای گیاهان و یا فضای بین گیاهان) را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. طبق نتایج بدست آمده، مقادیر کربن و ماده آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم بطور متوسط در داخل لکه‌های گیاهی بیشتر از فضای بین لکه‌ها و در سایت قرق بیشتر از سایت چرا شده بود. برای نمونه، میزان ماده آلی در سایت قرق و در داخل لکه‌های گیاهی بطور متوسط برابر ۰/۴۷ درصد و در فضای بین لکه‌ها برابر ۰/۴۰ درصد بود و مقدار همین فاکتور در منطقه چرا شده در داخل لکه‌های گیاهی برابر ۰/۲۷ درصد و در فضای بین لکه‌ها برابر ۰/۲۴ درصد بود. نظم مشخص یا اختلاف معنی‌داری در تغییرات فاکتورهایی مانند هدایت الکتریکی، اسیدیته و بافت خاک در داخل و خارج لکه‌های گیاهی مشاهده نشد.

نتایج حاصل از بررسی تغییرات مقادیر فاکتورهای مورد مطالعه اقلیم، خاک و پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه (جدول ۵) نشان داد که در بیشتر سال‌های مورد مطالعه میانگین مقادیر فاکتورهای ذکر شده اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارند. مقادیر پوشش تاجی و تولید علوفه کل در سال‌های مختلف اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد داشتند و بیشترین مقادیر صفات مذکور در سال ۱۳۹۸ و کمترین مقدار آنها در سال ۱۴۰۰ مشاهده شد. برای نمونه، مقدار پوشش تاجی کل در سایت قرق و چرا شده در سال ۱۳۹۸ به ترتیب برابر ۴۰ و ۲۸/۶ درصد و در سال ۱۴۰۰ به ترتیب برابر ۳۲/۸ و ۲۳/۵ درصد بود و اختلاف آنها در سطح یک درصد معنی‌دار شد. میانگین مقادیر برخی فاکتورهای خاک مانند فسفر، پتاسیم، کربن آلی و ازت کل نیز در سال‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند اما میزان تغییرات فاکتورهای مذکور در سال‌های مورد مطالعه کمتر از تغییرات فاکتورهای مورد مطالعه پوشش گیاهی بود. از بین عناصر اقلیمی مورد مطالعه بیشترین تغییرات سالانه در میزان بارندگی کل، میزان بارندگی فصل رویش و بارندگی

جدول ۵- مقایسه میانگین فاکتورهای مورد مطالعه در سایت‌های قرق و چرا شده در سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰

Table 5- Mean comparison of the studied factors in enclosure and grazing sites in the years 2017 to 2021

| سال Year | سایت Site | پوشش تاجی کل (%) Total canopy cover (%) | تولید علوفه کل (گرم در مترمربع) Total forage yield (gr/m ²) | کربن آلی خاک (%) Soil organic carbon (%) | ازت کل خاک (%) Total nitrogen of soil (%) | فسفر خاک (بی بی ام) Soil phosphorus (ppm) | پتاسیم خاک (بی بی ام) Soil potassium (ppm) | بارندگی سالانه (میلیمتر) Annual rainfall (mm) | بارندگی فصل رویش (میلیمتر) Rainfall of the growing season (mm) | بارندگی پائیز و زمستان (میلیمتر) Fall and winter rainfall (mm) | میانگین دمای سالانه (درجه سانتیگراد) Average of annual temperature (°c) | متوسط دما حداکثر (درجه سانتیگراد) Average of maximum temperature (°c) | متوسط دما حداقل (درجه سانتیگراد) Average of minimum temperature (°c) |
|-------------|--------------------|--|---|---|---|---|---|--|--|--|---|--|---|
| 2017 | قرق Exclosure | 34.6±4.7 ^d | 18.3±1.8 ^c | 0.25±0.02 ^b | 0.035 ^c | 5.61±0.04 ^b | 284±15 ^b | | | | | | |
| | چرا شده Grazing | 26.1±6.2 ^b | 13±3.5 ^b | 0.16±0.02 ^b | 0.025 ^b | 4.52±0.14 | 223±5.6 ^b | 324 ^c | 95 ^d | 232 ^c | 12.96 ^c | 19.55 ^b | 6.48 ^c |
| 2018 | قرق Exclosure | 35.8±4.9 ^c | 18.9±1.7 ^{bc} | 0.26±0.02 ^b | 0.04 ^b | 5.6±0.32 ^b | 285±2.4 ^b | | | | | | |
| | چرا شده Grazing | 25.1±5.4 ^c | 12.9±3.7 ^c | 0.14±0.02 ^c | 0.022 ^c | 4.51±0.04 | 230±2.4 ^a | 221 ^d | 131 ^c | 89 ^e | 13.77 ^{ab} | 20.43 ^a | 7.2 ^a |
| 2019 | قرق Exclosure | 40±4.5 ^a | 20.4±1.5 ^a | 0.3±0.02 ^a | 0.046 ^a | 5.68±0.04 ^a | 291±14.4 ^a | | | | | | |
| | چرا شده Grazing | 28.6±4.9 ^a | 13.9±3.4 ^a | 0.18±0.02 ^a | 0.03 ^a | 4.54±0.04 | 233±5.7 ^a | 490 ^a | 212 ^a | 284 ^a | 13.32 ^b | 19.35 ^{bc} | 7.29 ^a |
| 2020 | قرق Exclosure | 37.4±4.5 ^b | 19.4±1.5 ^b | 0.29±0.02 ^a | 0.044 ^a | 5.68±0.04 ^a | 289±2.4 ^a | | | | | | |
| | چرا شده Grazing | 26.2±5.3 ^b | 13.1±3.9 ^b | 0.16±0.02 ^b | 0.03 ^a | 4.53±0.04 | 231±2.4 ^a | 392 ^b | 156 ^b | 255 ^b | 13.05 ^{bc} | 19.22 ^c | 6.84 ^b |
| 2021 | قرق Exclosure | 32.8±4.2 ^e | 17.5±1.2 ^d | 0.22±0.02 ^c | 0.031 ^d | 5.53±0.39 ^c | 281±2.4 ^c | | | | | | |
| | چرا شده Grazing | 23.5±5 ^d | 11.7±3.2 ^d | 0.12±0.02 ^d | 0.02 ^d | 4.5±0.01 | 222±2.4 ^b | 173 ^e | 23 ^e | 151 ^d | 13.95 ^a | 20.46 ^a | 7.29 ^a |

حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار و حروف یکسان نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار هستند.

جدول ۶- همبستگی بین پوشش و تولید با سایر متغیرهای مورد مطالعه در سایت‌های قرق و چرا شده

Table 6 - Correlation between cover and yield with other variables studied in enclosure and grazing sites

| سایت Site | صفات Characteristics | پوشش تاجی کل Total canopy cover | تولید علوفه کل Total forage yield | بارندگی سالانه Annual rainfall | بارندگی فصل رویش Rainfall of the growing season | بارندگی پائیز و زمستان Fall and winter rainfall | میانگین دمای سالانه Average of annual temperature | متوسط دمای حداکثر Average of maximum temperature | متوسط دمای حداقل Average of minimum temperature | کربن آلی خاک Soil organic carbon | ازت کل خاک Total nitrogen of soil | فسفر خاک Soil phosphorus | پتاسیم خاک Soil potassium |
|-----------------------|---|------------------------------------|---|--------------------------------------|---|--|---|---|--|-------------------------------------|---|-----------------------------|---------------------------------|
| قرق Exclosure | پوشش تاجی کل Total canopy cover | 1 | 0.94** | 0.45* | 0.49** | 0.3 ^{ns} | -0.21 ^{ns} | -0.33 ^{ns} | 0.02 ^{ns} | 0.45* | 0.46* | 0.11 ^{ns} | 0.14 ^{ns} |
| | تولید علوفه کل Total forage yield | 0.94** | 1 | 0.50** | 0.56** | 0.32 ^{ns} | -0.24 ^{ns} | -0.37 ^{ns} | 0.008 ^{ns} | 0.45* | 0.47* | 0.03 ^{ns} | 0.13 ^{ns} |
| چرا شده Grazing | پوشش تاجی کل Total canopy cover | 1 | 0.88** | 0.39* | 0.38* | 0.22 ^{ns} | -0.19 ^{ns} | -0.24 ^{ns} | -0.17 ^{ns} | 0.42* | 0.43* | 0.24 ^{ns} | 0.10 ^{ns} |
| | تولید علوفه کل Total forage yield | 0.88** | 1 | 0.48* | 0.41* | 0.12 ^{ns} | -0.13 ^{ns} | -0.15 ^{ns} | -0.28 ^{ns} | 0.40* | 0.44* | 0.34* | 0.36* |

علامت‌های ** و * به ترتیب نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵ درصد و علامت *ns* بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

مقدار تولید علوفه کل در سایت قرق و چرا شده به شرح ذیل تعیین گردید.

بر اساس نتایج بدست آمده از بررسی رگرسیون گام به گام صفات مختلف برای پیش‌بینی پوشش تاجی و تولید علوفه، معادلات مربوط به برآورد درصد پوشش تاجی و

$$\text{(کربن آلی خاک)} + ۸/۱۲ + \text{(بارندگی فصل رویش)} + ۰/۱۱ + ۲۰/۴۶ = \text{پوشش تاجی سایت قرق}$$

$$\text{(ازت خاک)} + ۶/۳۹ + \text{(کربن آلی خاک)} + ۴/۴۱ + \text{(بارندگی فصل رویش)} + ۰/۰۹ + ۶/۳۹ = \text{تولید علوفه سایت قرق}$$

$$\text{(ازت خاک)} + ۲۳/۳ + \text{(بارندگی سالانه)} + ۰/۰۵ + ۹/۴۳ = \text{پوشش تاجی سایت چرا شده}$$

تولید علوفه سایت چرا شده =

$$\text{(فسفر خاک)} + ۰/۰۰۶ + \text{(ازت خاک)} + ۱/۲ + \text{(پتاسیم خاک)} + ۰/۰۲۵ + \text{(بارندگی سالانه)} + ۰/۰۰۸ + ۴/۵۷ =$$

سایت قرق نسبت به سایت چرا شده بهتر بود و دلیل آن احتمالاً تأثیر مثبت قرق و عدم چرای دام بر روی پوشش گیاهی و خاک در سایت قرق بود.

بر اساس بررسی‌های بعمل آمده در سطح منطقه مورد مطالعه و طی سال‌های تحقیق، گرایش مرتع طبق روش‌های ترازو و قیاسی در سایت قرق مثبت تا ثابت و در سایت چرا شده منفی شد (جدول ۸). متوسط امتیازات تعلق گرفته در سایت قرق بین ۱ تا ۴ امتیاز و در سایت چرا شده بین ۱- تا ۵- امتیاز بود.

نتایج بررسی وضعیت مرتع طی سال‌های مورد مطالعه به روش چهار فاکتوره در جدول ۷ آورده شده است. طی سال‌های مورد مطالعه، وضعیت مرتع در سایت قرق از خوب تا ضعیف و در سایت چرا شده از متوسط تا خوب متغیر بود و تغییرات وضعیت مرتع با تغییرات بارندگی سالانه هم‌جهت بود. در سایت قرق و چرا شده، بیشترین امتیاز وضعیت مرتع به ترتیب با ۳۹/۵ و ۳۳/۵ امتیاز در سال مرطوب‌تر ۱۳۹۸ و کمترین آن با ۲۹/۱ و ۲۲ امتیاز در سال خشک‌تر ۱۴۰۰ مشاهده شد. در سال‌های مورد مطالعه، وضعیت مرتع در

جدول ۷- امتیازات فاکتورهای وضعیت مرتع براساس روش چهار فاکتوره

Table 7- Points of rangeland condition factors based on the four-factor method

| فاکتورهای وضعیت مرتع Rangeland condition factors | Year / سال | | | | | | | | | |
|---|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|
| | 2017 | | 2018 | | 2019 | | 2020 | | 2021 | |
| | قرق Exclosure | چرا Grazing | قرق Exclosure | چرا Grazing | قرق Exclosure | چرا Grazing | قرق Exclosure | چرا Grazing | قرق Exclosure | چرا Grazing |
| Point / امتیاز | | | | | | | | | | |
| عامل خاک Soil factor | 12 | 6.5 | 12 | 6 | 14 | 9.5 | 13 | 7.5 | 11 | 5.5 |
| عامل پوشش گیاهی Vegetation factor | 10 | 8.5 | 10 | 8 | 10 | 9 | 10 | 8.5 | 7.4 | 7.5 |
| عامل ترکیب گیاهی و طبقات سنی Plant composition and lifetime classes factor | 5.5 | 6.5 | 5.2 | 5 | 8.3 | 7.5 | 7 | 6.5 | 6.2 | 4 |
| عامل بنیه و شادابی گیاهان Factor of vitality and vigor of plants | 7.5 | 6 | 6 | 5.5 | 7.2 | 7.5 | 6.5 | 6.5 | 4.5 | 5 |
| مجموع امتیازات Total Points | 35 | 27.5 | 33.2 | 24.5 | 39.5 | 33.5 | 36.5 | 29 | 29.1 | 22 |
| وضعیت مرتع Rangeland condition | متوسط Fair | ضعیف Poor | متوسط Fair | ضعیف Poor | خوب Good | متوسط Fair | متوسط Fair | ضعیف Poor | ضعیف Poor | ضعیف Poor |

جدول ۸- امتیازات فاکتورهای گرایش مرتع براساس روش ترازو و قیاسی

Table 8- Scores of rangeland trend factors based on scale and inductive method

| روش Method | گرایش Trend | امتیازات مثبت Positive points | | امتیازات منفی Negative points | | جمع امتیازات Sum of points | | نوع گرایش Trend type | |
|--|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------|------------------|
| | | قرق Exclosure | چرا Grazing | قرق Exclosure | چرا Grazing | قرق Exclosure | چرا Grazing | قرق Exclosure | چرا Grazing |
| | | ترازو- مقدم Scale - Moghaddam | پوشش گیاهی Vegetation | 2 | 1 | -1 | -3 | 1 | -2 |
| | خاک Soil | 3 | 1 | -1 | -2 | 2 | -1 | مثبت Positive | منفی Negative |
| قیاسی- مصدافی Inductive - Mesdaghi | پوشش گیاهی Vegetation | 7 | 2 | -3 | -6 | 4 | -4 | مثبت Positive | منفی Negative |
| | خاک Soil | 5 | 3 | -3 | -8 | 2 | -5 | ثابت Fixed | منفی Negative |

بحث

بر اساس نتایج بدست آمده، در سایت قرق مقدار تاج پوشش کل از ۳۲/۸۳ درصد در سال ۱۴۰۰ تا ۴۰ درصد در سال ۱۳۹۸ متغیر بود و اختلاف میانگین در سال‌های مختلف در سطح یک درصد معنی‌دار شد. در این سایت میزان تراکم کل بین ۳/۲۳ پایه در مترمربع در سال ۱۳۹۶ تا ۳/۸۸ پایه در سال ۱۴۰۰ متغیر بود اما اختلاف میانگین در سال‌های مختلف معنی‌دار نشد. میزان تولید علوفه کل نیز بین ۱۷/۴۶ گرم در مترمربع در سال ۱۴۰۰ تا ۲۰/۳۵ گرم در مترمربع در سال ۱۳۹۸ متغیر بود و اختلاف میانگین در سال‌های مختلف در سطح یک درصد معنی‌دار شد. در منطقه قرق تغییرات مقادیر پوشش تاجی و تولید علوفه کل بیشترین رابطه مثبت را با بارندگی فصل رویش در سطح یک درصد داشتند و پس از آن بیشترین رابطه مثبت با فاکتورهای خاک شامل کربن آلی، ازت کل و پتاسیم در سطح ۵ درصد مشاهده شد. به عبارتی، با افزایش بارندگی و مواد غذایی خاک مانند کربن آلی و ازت بر میزان پوشش تاجی و تولید علوفه مرتع افزوده شده و کارایی مرتع بیشتر می‌گردد. Omar (۱۹۹۰) به وجود رابطه خطی معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین بارندگی فصلی با درصد پوشش و تولید علوفه گیاهان فورب و گندمی اشاره کرده است. در منطقه قرق رابطه تغییرات پوشش تاجی و تولید علوفه کل با فاکتورهایی مانند میانگین دمای سالانه و متوسط دمای حداکثر سالانه منفی بود و معنی‌دار نشد. افزایش متوسط دما به ویژه دمای حداکثر در کویر میقان شرایط رشد و نمو گیاهان را مشکل‌تر کرده و اثر کاهشی بر گسترش پوشش گیاهی و تولید علوفه داشت. در منطقه قرق و بر اساس روش چهار فاکتوره، وضعیت مرتع در سال‌های ۱۳۹۶، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۹ متوسط، در سال ۱۳۹۸ خوب و در سال ۱۴۰۰ ضعیف ارزیابی گردید و گرایش مرتع نیز در اغلب سال‌ها مثبت بود. در این سایت بیشترین میزان سطح تاج پوشش به میزان ۱۰/۰۳ و ۹/۱۳ درصد به ترتیب مربوط به گونه‌های *A. littoralis*, *H. verrucifera* بود. این گونه‌ها حدود ۵۶ درصد سطح تاج پوشش را به خود اختصاص

دادند و پس از گونه‌های مذکور، گیاهان یکساله حجم قابل ملاحظه‌ای از درصد پوشش گیاهی را در سایت قرق بخود اختصاص داده‌اند. در سایت قرق تراکم گونه‌های مهاجم نسبت به سایت چرا شده کمتر و تراکم گونه‌های خوشخوراک بیشتر بود و این موضوع از فواید قرق درازمدت مراتع منطقه است. Sharifi و Akbarzadeh (۲۰۱۶) اعلام کردند که قرق مرتع باعث افزایش گونه‌های خوشخوراک و کاهش گونه‌های مهاجم و افزایش تولید علوفه می‌شود.

در سایت چرا شده و طی سال‌های مورد مطالعه، مقدار تاج پوشش کل از ۲۳/۵ درصد در سال ۱۴۰۰ تا ۲۸/۷ درصد در سال ۱۳۹۸ متغیر بود و اختلاف میانگین در سال‌های مختلف در سطح یک درصد معنی‌دار شد. در این سایت میزان تولید علوفه کل نیز بین ۱۱/۷۲ گرم در مترمربع در سال ۱۴۰۰ تا ۱۳/۹۱ گرم در مترمربع در سال ۱۳۹۸ متغیر بود و اختلاف میانگین در سال‌های مختلف در سطح یک درصد معنی‌دار شد. در منطقه چرا شده تغییرات مقادیر پوشش تاجی و تولید علوفه کل بیشترین رابطه مثبت را با مقدار بارندگی سالانه در سطح یک درصد داشت و پس از آن بیشترین رابطه مثبت با فاکتورهای خاک شامل کربن آلی، ازت کل و پتاسیم در سطح احتمال ۵ درصد بود. در سایت چرا شده رابطه تغییرات پوشش تاجی و تولید علوفه کل با فاکتورهایی مانند میانگین دمای سالانه، متوسط دمای حداقل و حداکثر سالانه منفی بود و معنی‌دار نشد. Moghaddam و همکاران (۲۰۱۶) در این رابطه اعلام کرده‌اند که در سال‌های خشک پوشش و تولید گیاهان کاهش یافته و بین بارندگی و پوشش تاجی بیشتر گونه‌ها همبستگی معنی‌دار وجود دارد. Le Houerou و Hoste (۱۹۷۷) هم روابط توانی بین بارندگی سالانه و تولید علوفه مرتع را برای اقلیم‌های مدیترانه‌ای و سودانی ساحلی ارائه کرده‌اند. در سایت چرا شده و بر اساس روش چهار فاکتوره، وضعیت مرتع در سال‌های ۱۳۹۶، ۱۳۹۷، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ ضعیف و در سال ۱۳۹۸ خوب ارزیابی گردید و گرایش مرتع نیز در اغلب سال‌ها منفی تعیین شد.

منطقه است. مقدار تراکم کل نیز در سایت چرا شده از ۶/۳۳ پایه در هر مترمربع به ۵/۶۵ پایه در هر مترمربع و تولید کل هم از ۱۳/۱۶ گرم در هر مترمربع به ۱۱/۷۲ گرم در هر مترمربع کاهش یافت و در کل وضعیت پوشش گیاهی مرتع در این سایت رو به زوال بود. Akbarzadeh (۲۰۰۵) اعلام کرد که پوشش تاجی گونه‌های دائمی طی دوره خشکی حدود ۴۰ درصد کاهش یافته و این کاهش در بین گونه‌های مورد مطالعه از ۲۶ تا ۹۵ درصد نوسان داشته است.

در مجموع دو عامل چرای دام و نوسانهای اقلیمی به ویژه تغییرات میزان بارندگی سالانه و بارندگی فصل رویش بیشترین تأثیر را بر تغییرات خصوصیات پوشش گیاهی مراتع مورد مطالعه مانند مقادیر تاج پوشش و تولید علوفه گیاهان و گرایش و وضعیت مرتع داشتند. نتایج آزمون همبستگی و رگرسیون نشان داد که میزان بارندگی سالانه و بارندگی فصل رویش بیشترین همبستگی مثبت را با تغییرات میزان تاج پوشش و تولید علوفه گیاهان منطقه داشتند و بعد از آن در فاکتورهای کربن آلی، فسفر، پتاسیم و نیتروژن همبستگی بالایی با نوسانهای تاج پوشش و تولید گیاهان دیده شد. Newbauer و همکاران (۱۹۸۰) در این رابطه بیان کردند که هر چند افزایش بارندگی سبب بالا رفتن تولید در بیشتر گیاهان منطقه می‌شود اما این افزایش در خاک‌های مختلف متفاوت عمل می‌نماید. گرایش در مراتع چرا شده منطقه به دلیل چرای سنگین و آزاد دام عمدتاً منفی بود و آثار آن در وضعیت پوشش گیاهی مشهود است. در خشکسالی‌ها تخریب پوشش گیاهی سرعت بیشتری دارد اما در ترسالی‌ها به دلیل افزایش تولید علوفه مرتع به‌ویژه افزایش پوشش یکساله ها، از شدت فشار چرا و تخریب پوشش گیاهی کاسته شده و وضعیت مرتع بهتر می‌شود. تغییرات منفی ترکیب گیاهی در سایت چرا شده نسبت به سایت قرق (جایگزینی گیاهان مهاجم با گیاهان خوشخوراک) مشهود بوده و روند این تغییرات طی سال‌های مطالعه ملموس بود. در منطقه قرق نیز وضعیت مرتع عمدتاً در حالت متوسط قرار داشت و

در سال‌های مرطوب‌تر افزایش بارندگی سالانه موجب افزایش درصد پوشش گیاهی و شادابی گیاهان مرتع شده و این دو عامل نقش مهمی در بهبود وضعیت مرتع داشتند. Baghestani و همکاران (۲۰۰۷) نیز در مطالعه خود نتیجه گرفتند که تولید علوفه گیاهان چند ساله در سال پرباران نسبت به سال کم باران به میزان دو برابر افزایش یافته است. در سایت چرا شده کویر میقان بیشترین میزان سطح تاج پوشش به مقادیر ۸/۹۵، ۳/۶ و ۳/۹ درصد به ترتیب مربوط به گونه‌های *A. S. crassa*, *H. verrucifera* و *A. littoralis* است. گونه‌هایی مانند *H. verrucifera* و *A. littoralis* در شرایط منطقه دارای تولید متوسط تا بالا و خوشخوراکی خوبی هستند ولی به علت چرای سنگین در ابتدای فصل رویش قادر نیستند که درصد پوشش و تولید علوفه مناسبی را در ماه‌های میانی و پایانی فصل رویش داشته باشند اما در سال‌های پرباران‌تر به دلیل افزایش پوشش گیاهان یکساله و گیاهان کلاس II فشار چرا از روی گیاهان کلاس I کمی برداشته شده و این گیاهان فرصت تجدید قوا را پیدا می‌کنند. بررسی میزان تراکم گونه‌های مورد مطالعه در سال‌های پژوهش نشان داد که تراکم گونه‌های مهاجم و کلاس III مانند *H. C. cylindrica* و *H. persica* به مرور زمان در سایت چرا شده افزایش یافته و دلیل آن چرای سنگین دام بر روی گونه‌های خوشخوراک و وجود فرصت برای رشد و زادآوری گونه‌های غیرخوشخوراک در سایت چرا شده می‌باشد اما در سایت قرق گونه‌های خوشخوراک‌تر زادآوری داشته و به‌مرور زمان و به‌ویژه در سال‌های مرطوب‌تر گسترش می‌یابند. Asadiyan و همکاران (۲۰۰۹) اظهار داشته‌اند که گونه‌های گیاهی کلاس I و II در داخل قرق افزایش و گونه‌های گیاهی کلاس III کاهش یافته و در خارج قرق تحت فشار دام عکس این حالت اتفاق افتاده است. بطور خلاصه در طی سال‌های مورد مطالعه و در سایت چرا شده، درصد پوشش گیاهی از مقدار ۲۶/۱۸ درصد در سال اول به ۲۳/۴۸ درصد در سال پنجم کاهش یافت و دلیل این موضوع بجز خشکسالی سال پایانی، چرای سنگین دام در

- of Yazd province. Research and construction in natural resources, No. 75. (In Persian).
- Bork, E. Thomas, W.T. and McDougall, B., 2001. Herbage response to precipitation in central Alberta boreal grasslands. *Journal of Range Management*, 54:243-248.
 - Duncan, D. and Wood Manse, R.G., 1975. Forecasting forage yield from precipitation in California's annual rangeland, *Journal of Range Management*, 28:152-158.
 - Ehsani, A., Arzani, H., Farahpour, M., Ahmadi, H., Jafari, M., Jalili, A., Abasi, H.R., Azimi, M.S. and Mirdavoudi, H.R., 2007. The effect of climatic conditions on range forage production in steppe Rangelands, Akhtarabad of Saveh. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 14 (2):249-260 (In Persian).
 - Heshmati, M. and Gheitoori, M., 2021. The role of long-term rangeland enclosure on improving some physical and chemical properties of soil and its stability. *Soil Research (Soil and Water Sciences)*, 35(1): 15-27 (In Persian).
 - Koc, A., 2001. Autumn and Spring drought periods affect vegetation on high elevation Range land of Turkey. *Journal of Range Management*, 54:622-627.
 - Le Houerou, H.N. and Hoste, C.H., 1977. Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean basin and in the African Sahelo-Sudanian Zone. *Journal of Range management*, 30:258-264.
 - Martin, M.H.J.R. and Ibarra, F., 1995. Climatic effects on buffelgrass productivity in the Sonoran desert. *Journal of Range Management*, 48:60-63.
 - McKeon, G.M., Stone, G.S., Syktus, J.I., Carter, J.O., Flood, N.R., Ahrens, D.G., Bruget, D.N.C., Chilcott, R., Cobon, D. H., Cowley, R. A., Crimp, S.J., Fraser, G.W., Howden, S.M., Johnston, P.W., Ryan, J.G., Stokes, C.J. and Day, A.K., 2009. Climate change impacts on Australia's rangeland livestock carrying capacity. A review of challenges, *The Rangeland Journal*, 31(1):1-29.
 - Mesdaghi, M., 2015. Range management in Iran. Publications of Sajjad Technology University. 326 p. (In Persian).
 - Mirzaee, A. and Tarnian, F., 2020. Comparison of vegetation and soil characteristics in two areas of enclosed and under grazing (Case study: Northeast of Delfan-Lorestan). *Journal of Rangeland*, 14(2): 171-182 (In Persian).
 - Moghaddam, M., 2016. Rangeland and Range management. Tehran University Press. 545 p. (In Persian).
 - Muir, S. and Mc Claran, M.P., 1997. Rangeland گرایش مرتع اغلب مثبت بود. Gheitoori و Heshmati (۲۰۲۱) بر نقش قرق درازمدت مرتع در بهبود کیفیت و پایداری خاک و در نهایت افزایش بازدهی پوشش گیاهی مراتع تحت قرق تأکید کردند. بارندگی نقش زیادی در تغییر وضعیت و گرایش مرتع در منطقه قرق دارد و در خشکسالی ها مانند سال پایانی مورد مطالعه (سال ۱۴۰۰) وضعیت و گرایش مرتع ضعیف تر شد. مقدار عناصر غذایی خاک مانند کربن، ازت، فسفر و پتاسیم در سایت قرق بیشتر از سایت چرا شده و در پای گیاهان بیشتر از بین گیاهان بود و دلیل این موضوع تأثیر مثبت پوشش گیاهی و لاشبرگ بر خاک مرتع است. رابطه تغییرات فسفر با تغییرات تولید و پوشش گیاهی به نظر می رسد بیشتر آماری بوده و ماهیتی نیست اما همبستگی بارندگی و کربن آلی خاک با نوسانهای تولید و درصد پوشش گیاهی قابل انتظار بود. Mirzaee و Tarnian (۲۰۲۰) اعلام کردند که ماده آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و هدایت الکتریکی خاک بیشترین تأثیر را بر خصوصیات پوشش گیاهی مناطق قرق و تحت چرا دارند.

منابع مورد استفاده

- Akbarzadeh, M., 2005. Investigating vegetation changes in and out of Rude-Shure enclosure. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 12(2): 167-188 (In Persian).
- Arzani, H., 1994. Some aspect of estimating short term and long term rangeland carrying capacity in the western division of new though- wales Ph.D. thesis. University of New South Wales. Australia.
- Arzani, H. and Abdollahi, J., 2005. Investigating the process of changes in rangelands in a 5-year period in Yazd province. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 12(3): 263-286 (In Persian).
- Arzani, H. and Abedi, M., 2014. Rangeland Assessment - Audit and Monitoring, Tehran University Press, 224 pages (In Persian).
- Asadiyan, GH., Akbarzadeh, M. and Sadeghi Manesh, M., 2009. Investigation of changes in vegetation cover of Nahavand rangelands in grazing and enclosure conditions. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 16 (3): 352-343 (In Persian).
- Baghestani Meybodi, N. and Zare, M., 2007. Investigation of rainfall relations and production of annual forage in Step rangelands of Poshteh-Kuh area

- Sharifi, J., Shahmoradi, A., Allahverdi, A. and D. Mohammadi. 2017. Vegetation monitoring of semi-steppe rangelands of Ardabil province, Rangeland Journal, Pages: 283-293 (In Persian).
- Wylie, B.K. and Southward, G.M., 1992. Estimating herbage standing crop from rainfall data in Niger. Journal of Range management.45:277-284.
- Inventory, Monitoring, and Evaluation, http://Rangelandswest.org/az/inventory_monitoring/index.html.
- Newbauer, J.J., White, L.M., Moy, R.M. and Perry, D.A., 1980. Effects of increased rainfall on native forage production in Eastern Montana. Journal of Range management, 33(4):246-250.
- Omar, S.A.S., 1990. Influence of precipitation on vegetation in the rangelands of Kuwait. Proceeding of the second international conference on Range management in the Persian Gulf. Kuwait: 126-138.
- Sharifi, J. and Akbarzadeh, M., 2016. Investigation of the effect of exclosure on vegetation change and restoration of rangeland suitability index species in Ardabil province. Journal of Rangeland, 10(4): 376-385 (In Persian).

The effect of exclosure and climate changes on vegetation characteristics in the saline habitats of Meyghan playa margin, Arak, Iran

A. Farahani^{1*}, A. Eftekhari², H. Mirdavoodi³ and G.H. Goodarzi⁴

1*- Corresponding author, Research Instructor, Research Division of Natural Resources, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Arak, Iran, E-mail: Ali.farmahini@ut.ac.ir

2- Assistant Professor, Research Division of Rangeland, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

3- Associate Professor, Research Division of Natural Resources, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Arak, Iran

4- Assistant Professor, Research Division of Natural Resources, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Arak, Iran

Address: Markazi province, Arak, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center

Received: 01/25/2022

Accepted: 05/08/2022

Abstract

Continuous degradation of vegetation and rangeland soil is mainly due to natural or human factors such as overgrazing; thus, it is necessary to know the extent of changes in rangeland ecosystems and their causes for rangeland management. Based on this, the trend of vegetation changes and soil indices in two exclosure and grazing sites in the Meyghan desert rangelands of Arak were studied from 2017 to 2021. At each location, to measure plant parameters such as cover percent, density, and yield, the random-systematic sampling method was used along six transects at distances of 100 m from each other, and soil sampling was also done during vegetation survey transects. The results showed that the percent of canopy cover of vegetation in the grazed site during the census period ranged from 23.43 to 28.67% and in the exclosure site from 32.8 to 40% in different years. The average total forage yield during the census period ranged in the exclosure site from 174.6 to 203.5 kg/ha and in the grazed one from 117.2 to 139.1 kg/ha in different years. The highest values of canopy cover and annual forage yield were observed in the rainiest of the year 2019, with 490 mm of rainfall, and the lowest values of the mentioned parameters in the least rainy year, 2021, with 223 mm of annual rainfall. Rangeland's condition by the four factors method has varied from weak to good in the exclosure site and from poor to moderate in the grazing one in different years. Rangeland trend in different years in the exclosure site has been positive or fixed, and in the grazing one has been negative. Examination of soil indices showed that during the evaluation period in the exclosure and the grazed site, changes in organic carbon, potassium, and nitrogen indices were significant ($p < 0.05$), and changes in other indices were not significant. The regression test results showed that the amount of annual rainfall and rainfall of the growing season had the highest positive correlation with changes in canopy cover and forage yield of plants. After that, organic carbon, nitrogen, phosphorus, and potassium factors showed a high correlation with fluctuations in canopy and plant yield. In general, livestock grazing and climatic fluctuations, especially changes in annual rainfall had the highest impact on changes in vegetation characteristics of the studied rangelands.

Keywords: Forage yield, Markazi province, range management, rangeland monitoring, rangeland trend.