

تعیین اهمیت نسبی عوامل محیطی موثر بر تغییرات پوشش گیاهی در مراتع استپی خشک‌رود ساوه

هاجر نعمتی^۱، مینا بیات^{۲*}، مهشید سوری^۳، علیرضا افتخاری^۴، سعیده ناطقی^۴، نادیا کمالی^۴

چکیده

پژوهش حاضر به بررسی تأثیر عوامل محیطی بر پوشش گیاهی مراتع استپی منطقه خشک‌رود ساوه می‌پردازد. هدف از این مطالعه، شناسایی عوامل مؤثر بر تغییرات پوشش گیاهی و ارائه راهکارهایی برای مدیریت بهینه مراتع است. نمونه‌برداری به صورت تصادفی-سیستماتیک در سال اول و سپس به صورت سیستماتیک در بقیه سال‌ها در قالب چهار ترانسکت ۲۰۰ متری مجموعاً شامل ۶۰ پلات انجام شد. ویژگی‌های خاک شامل EC، pH، کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب و بافت خاک اندازه‌گیری شدند. برای تعیین اهمیت نسبی عوامل محیطی مؤثر بر پوشش گیاهی، از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. برای تعیین ارتباط بین درصد پوشش تاجی با عوامل محیطی از روش آماری چند متغیره در نرم‌افزار XLSTAT و MINITAB نسخه ۱۶، استفاده شد. نتایج نشان داد که میانگین تولید ۱۷ ساله علوفه ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار و متوسط تاج پوشش گیاهی ۲۶ درصد بوده است. کمترین تولید مربوط به سال ۱۳۹۹ و بیشترین آن مربوط به سال ۱۳۸۱ بوده است. درصد تاج پوشش و تولید با بارندگی سالانه، کربن، ازت و سیلت همبستگی بالایی داشتند. تجزیه مؤلفه‌های اصلی نشان داد، چهار مؤلفه اول ۶۸/۴ درصد تغییرات را توجیه می‌کنند و پوشش و تولید با بارندگی، سیلت و pH رابطه مستقیم و قوی و با شوری خاک، فسفر و کربن رابطه معکوس دارند. در نهایت، نتایج این پژوهش نشان داد که بارندگی سالانه و ویژگی‌های خاک به‌ویژه میزان کربن، ازت، سیلت، رس، پتاسیم، فسفر، شوری و pH نقش مهمی در تغییرات پوشش گیاهی دارند. مدیریت صحیح مراتع و توجه به عوامل محیطی و اقلیمی می‌تواند به بهبود وضعیت پوشش گیاهی و افزایش تولید علوفه در این مناطق کمک کند.

واژگان کلیدی:

تجزیه مؤلفه‌های اصلی، پایش، مراتع استپی، عوامل موثر.

مقاله پژوهشی

۱. پژوهشگر بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

Nemati@rifr-ac.ir

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

Bayat@rifr-ac.ir

*نویسنده مسئول

۳. استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

souri@rifr-ac.ir

Eftekhari@rifr-ac.ir

Nateghi@rifr-ac.ir

۴. دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

Kamali@rifr-ac.ir

شناسه مقاله: ۲۵۰۲-۱۰۹۴

شماره صفحه پایایی: ۷۱۵-۷۲۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۰

انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۰۴/۱۷

زمان پذیرش: ۱۰۸ روز

استناددهی:

نعمتی، ه.، بیات، م.، سوری، م.، افتخاری، ع.، ناطقی، س.، و کمالی، ن. (۱۴۰۳). تعیین اهمیت نسبی عوامل محیطی موثر بر تغییرات پوشش گیاهی در مراتع استپی خشک‌رود ساوه. مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی، ۴(۱)، ۶۱-۷۳.

۱- مقدمه

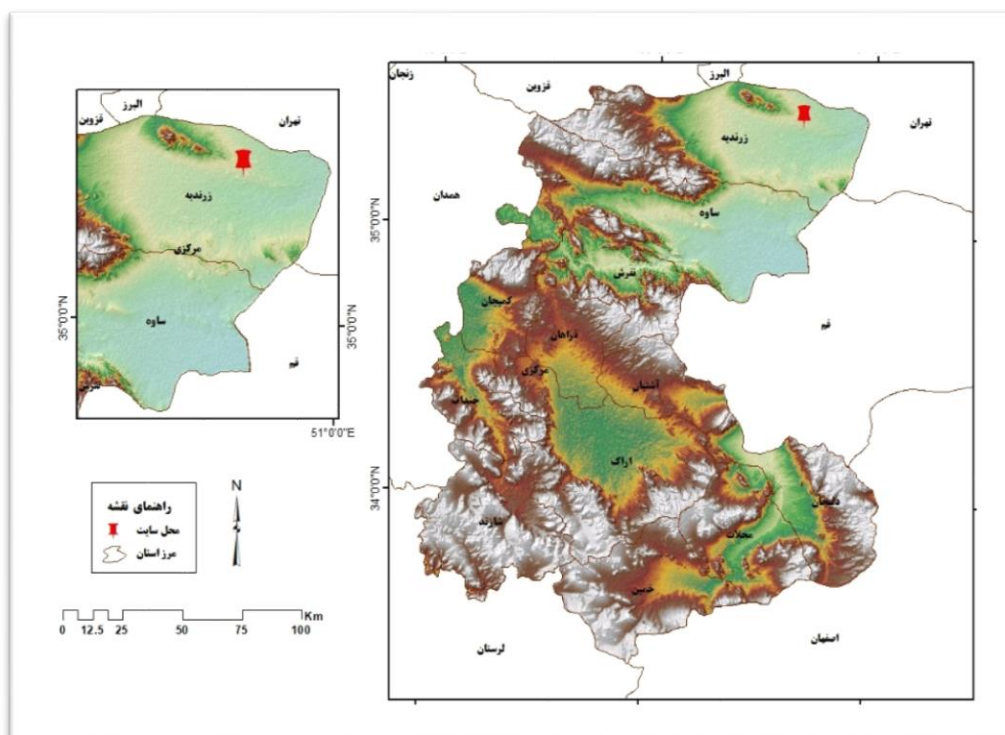
با توجه به اهمیت مراتع کشور از لحاظ حفظ خاک، آب، تولید اکسیژن، تأمین غذای دام و با توجه به وسعت زیاد این منابع، شایسته است بیش از آنچه تاکنون به آن توجه شده، مورد حفاظت و مراقبت قرار گیرند. بررسی تغییرات کیفی و کمی پوشش گیاهی مراتع در فواصل زمانی معین و آگاهی از روند وضعیت آن یکی از موارد مهم جهت برنامه‌ریزی و اعمال مدیریت صحیح بهره‌برداری از مراتع می‌باشد. تعیین وضعیت تغییرات مرتع راهکاری در جهت مدیریت صحیح مراتع و جلوگیری از تخریب آنها و همچنین بهبود روش‌های ارزیابی مرتع می‌باشد. از این رو اجرا و تداوم عملیات پایش از ضروری‌ترین و زیربنایی‌ترین اقدامات در مرتعداری است. پایش به‌طور غیرمستقیم می‌تواند در تطبیق و سازگاری با تغییرات نیز مؤثر باشد. به‌عنوان نمونه چنانچه در پایش مشخص شد که گونه یا گونه‌هایی با مشخصات مطلوب مدیریتی توانسته‌اند شرایط جدید ناشی از تغییر اقلیم و یا مدیریت را تحمل نمایند؛ می‌توان با آنها را برای احیای پوشش گیاهی مراتع تخریب شده معرفی نمود. بسیاری از دستاوردهای علمی مرتع از روی پایش‌های طولانی مدت حاصل می‌شود، از این رو مرتعداری بدون پایش در کشور توفیق چندانی در پیشبرد علم مرتع و حل مشکلات مرتعداری کشور نخواهد داشت (Birch, 2001). پوشش گیاهی یکی از ارکان اصلی در اکوسیستم‌ها می‌باشد که با تعادل عوامل محیطی، سبب پایداری آن می‌گردد (رنجبر فردوئی و همکاران، ۱۳۹۸؛ Throop et al., 2022). پایش و ارزیابی پوشش گیاهی کلیدهای اصلی مدیریت منابع طبیعی می‌باشند. تعیین کمیت ویژگی‌های پوشش گیاهی گام نخست برای انجام برنامه‌ریزی در مورد پوشش گیاهی می‌باشد و گام دوم، انجام برآوردی است از هر تغییری که ممکن است در طول زمان ایجاد شود. آخرین گام، ترسیم گرایش رو به آینده ویژگی‌های پوشش گیاهی می‌باشد. پایش و ارزیابی ویژگی‌های پوشش گیاهی نیازمند پایگاه داده‌ای از منابع گیاهی و خاکی می‌باشد (نیک نهاد و دانشی، ۱۳۹۲). در ارزیابی، اطلاعات به‌دست آمده از طریق اندازه‌گیری و پایش، تجزیه و تحلیل می‌شود، ضمن آنکه نتایج حاصل از ارزیابی می‌تواند در چارچوب برنامه‌های مدیریت مرتع (وضعیت، گرایش و تولید) و یا در راستای اهداف اکولوژیک (تعیین وضعیت و سلامت مرتع) به‌کار گرفته شود. ارزیابی‌های کوتاه‌مدت که در قالب برنامه‌های آماربرداری و بررسی انجام می‌شود، فقط قادر است که منابع موجود در یک مرتع را در طول یکسال، توصیف و ارزیابی نماید و تغییرات زمانی مراتع را نمی‌تواند، نشان دهد. بنابراین به دلیل اهمیت ارزیابی تغییرات زمانی در مطالعات مرتع، غالب مطالعات به‌صورت پایش انجام می‌گیرد. از این رو اهمیت و برتری مطالعات پایش نسبت به دیگر مطالعات ارزیابی‌های کوتاه مدت مشخص می‌گردد (ارزانی و عابدی، ۱۳۹۲). همبستگی بین پوشش گیاهی و عوامل محیطی یکی از مهم‌ترین مسائل تأثیرگذار در شکل‌گیری ساختار جوامع گیاهی و پراکنش آنها در هر ناحیه است (Burke, 2001). بررسی ارتباط بین عوامل محیطی و پوشش گیاهی همواره مورد توجه متخصصین بوده و در سطح دنیا تحقیقات نسبتاً زیادی در این راستا با استفاده از روش‌های مختلف انجام گرفته و هر کدام در منطقه مطالعاتی خود، عاملی را تأثیر گذارتر از بقیه عوامل شناخته‌اند. به‌طور مثال Jin Tun (۲۰۰۲) در مطالعه روابط بین پوشش گیاهی با عوامل محیطی دریافت که پراکنش پوشش گیاهی تابعی از اقلیم و خاک است. پایداری اکوسیستم‌های طبیعی عمدتاً تحت تأثیر فاکتورهای اقلیمی به‌ویژه میزان بارندگی سالانه و دما می‌باشد (Hong et al., 2022). اکوسیستم‌های طبیعی اغلب در عکس‌العمل خود به میزان بارندگی کمتر از حد میانگین بلند مدت، ممکن است، دچار آسیب‌های قابل ملاحظه‌ای از خشکسالی‌های شدید و متوالی شوند (Knapp et al., 2015) آذرینوند و همکاران (۱۳۸۲) در پژوهشی به بررسی تأثیر خصوصیات خاک و تغییرات ارتفاع بر پراکنش دو گونه درمنه در سه منطقه وردآورد، گرمسار و سمنان پرداختند. نتایج پژوهش‌های آن‌ها بیان‌کننده رابطه پراکنش گونه‌ها با درصد گچ، درصد آهک و درصد سنگریزه در سطح خاک و درون خاک درصد اشباع بازی، اسیدیته و شوری خاک بود. Abd El-Ghani and Amer (۲۰۰۳) با بررسی رابطه نوع پوشش و خاک با طبقه‌بندی پوشش، ارتباط معنی‌داری بین آهک، درصد رطوبت اشباع، اسیدیته و مواد آلی در برخی گونه‌های تیره *Poaceae* و *Asteraceae* پیدا کردند. حشمتی (۱۳۸۲) به بررسی استقرار و گسترش تیپ‌های پوشش گیاهان مرتعی در شمال شرقی استان گلستان پرداخت و بیان داشت، عوامل محیطی بر استقرار و پراکنش جوامع گیاهی مؤثر است. شناخت عوامل محیطی مؤثر بر استقرار و گسترش گیاهان می‌تواند ما را با سازگاری گونه‌های بومی هر ناحیه آشنا کند تا بر اساس سرشت این گونه‌های بومی، نسبت به مدیریت بوم‌شناختی اقدام گردد (تقی‌پور و رستگار، ۱۳۸۹). بررسی و شناخت چگونگی انتشار و توزیع مکانی پوشش گیاهی و عوامل مؤثر در این رابطه، یکی از نیازهای پایه در مطالعات مرتع برای مدیریت مناسب آن است. کیا و همکاران (۱۳۹۰) به‌منظور تجزیه و تحلیل ارتباط عوامل مورد مطالعه و تغییرات پوشش گیاهی از روش‌های تحلیل همبستگی متعارف و تجزیه مولفه اصلی استفاده کردند و نتایج آن‌ها نشان داد که ارتباط ویژه‌ای بین پراکنش تیپ‌های مختلف رویشی و برخی خصوصیات خاک وجود دارد، به‌طوری که بافت خاک، پتاسیم، آهک، ماده آلی و نیتروژن در مقایسه با سایر خصوصیات خاک و عوامل توپوگرافی، تأثیرگذاری بیشتری در پراکنش گیاهان منطقه مورد مطالعه داشته‌اند. Matyukira et al. (۲۰۲۵) از تجزیه مولفه‌های اصلی برای بررسی محرک‌های محیطی سلامت پوشش گیاهی استفاده کردند. این محققین بیان داشتند، بارندگی و رطوبت خاک عوامل اصلی تعیین‌کننده شادابی پوشش گیاهی هستند. همچنین Játav (۲۰۲۴) نیز آنالیز مولفه اصلی برای تفکیک انواع پوشش گیاهی در مناطق نیمه‌خشک استفاده نمود که نشان‌دهنده کارایی این روش در شناسایی الگوهای مرتبط با پوشش گیاهی است. برهانی و جابرالانصار (۱۳۹۸) به بررسی تأثیر عوامل محیطی بر پوشش گیاهی مراتع منطقه سمیرم استان اصفهان با استفاده از آنالیز رجنبدی پرداختند. نتایج نشان داد که متغیرهای میانگین دمای سالانه، هم‌دمایی و متوسط دما در مرطوب‌ترین فصل، اسیدیته، بافت و ماده

آلی خاک و ارتفاع از سطح دریا، تأثیرگذارترین عوامل مؤثر بر درصد پوشش گونه‌های گیاهی می‌باشند. نتایج تحقیق زارع چاهوکی و همکاران (۱۳۸۹) در منطقه اشتهارد نشان داد که در مناطق خشک، پوشش گیاهی با آن دسته از عواملی محیطی رابطه بیشتری دارد که به نحوی در کنترل آب قابل دسترس نقش دارند. بیات و همکاران (۱۳۹۵) و سوری و همکاران (۱۳۹۸) بیان داشتند، پراکنش بارندگی، شرایط توپوگرافی، وضعیت خاک، اقلیم و ترکیب گیاهی بر میزان پوشش گیاهی و تولید تأثیر بسزایی دارند. جعفریان و همکاران (۱۳۸۷) به مطالعه رابطه بین عوامل اقلیمی، توپوگرافی و ادافیکی بر پوشش گیاهی مراتع کوهستانی رینه پرداختند. نتایج مطالعات آنها نشان داد، در این منطقه عوامل محیطی تأثیر زیادی بر پوشش گیاهی دارند و در بین عوامل مختلف خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اثر بیشتری نسبت به دیگر عوامل بر جوامع گیاهی منطقه دارد. زارع چاهوکی و شفیع‌زاده (۱۳۸۷) با بررسی عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش چند گونه گیاهی مناطق بیابانی در حاشیه کویر چاه بیکی استان یزد نشان دادند، مهم‌ترین خصوصیات مؤثر بر پراکنش پوشش گیاهی منطقه؛ سنگریزه، رطوبت اشباع، آهک، میزان اسیدپتته و هدایت الکتریکی خاک می‌باشد. با توجه به موارد مطرح شده، مطالعه حاضر با هدف بررسی تغییرات پوشش گیاهی و تولید در بازه زمانی ۱۳۷۷ تا ۱۴۰۰ و شناخت نحوه ارتباط عوامل گیاهی با عوامل اقلیمی و خاکی در مراتع خشک‌رود زرنده واقع در استان مرکزی انجام شده است. شناخت روابط حاکم و تعمیم دادن نتایج حاصل در مناطق مشابه، راه‌حل‌های معقولی در زمینه حفاظت، احیا، اصلاح و توسعه و بهره‌برداری اصولی از مراتع ارائه می‌دهد و دستیابی به راه‌کارهای علمی و عملی بهینه برای اعمال مدیریت مبتنی بر دانش و شناخت را ممکن می‌سازد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

سایت خشک‌رود در ۵۵ کیلومتری شمال شرق شهرستان ساوه در طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی در ارتفاع ۱۴۰۰ متر قرار دارد. این منطقه جز مراتع استپی بوده و براساس آمار بلند مدت ایستگاه هواشناسی سینوپتیک ساوه، میانگین بارندگی سالانه حدود ۱۷۸ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت دراز مدت ۱۹/۲۵ سانتی‌گراد است. از نظر ویژگی‌های خاک‌شناسی این منطقه دارای خاک کم‌عمق، غیریکنواخت و سنگریزه‌دار با بافت سبک تا نسبتاً سنگین می‌باشد. دام غالب منطقه گوسفند می‌باشد.



شکل (۱): موقعیت مکانی سایت خشک‌رود در ایران



شکل (۳): نمایی از سایت خشکروود (فصل پاییز)



شکل (۲): نمایی از سایت خشکروود (فصل بهار)

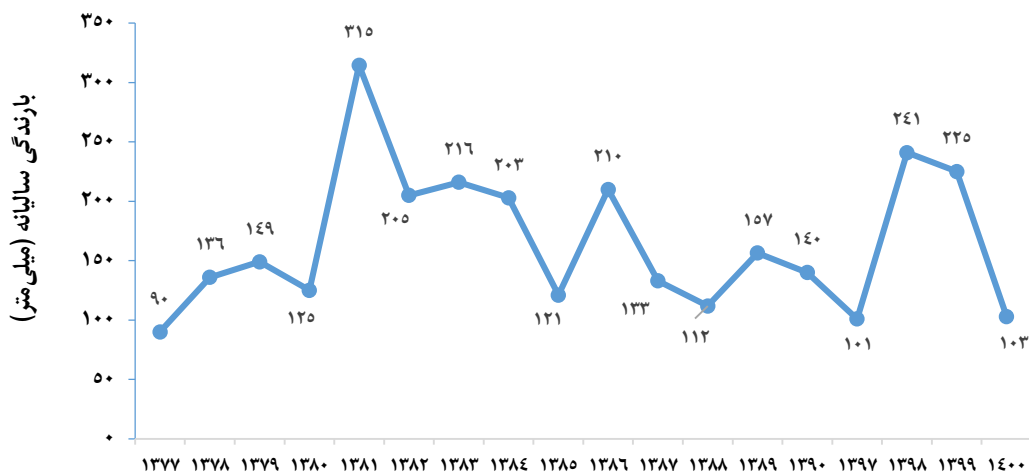
۲-۲- پوشش گیاهی منطقه

تیپ گیاهی سایت خشکروود شامل: *Artemisia sieberi* Besser, *Stipa hohenackeriana* Trin & Rupr., *Salsola laricina* Pall., گونه‌های مهم همراه شامل گونه‌های: *Dendrostellera lessertii* Wikstr., *Scariola orientalis* Boiss., *Cousinia belangeri* DC., *Noaea mucronata* Boiss. Danin & Raus و *Stachys inflata* stschegl. می‌باشند. لیست فلورستیک و فرم رویشی گونه‌ها در جدول (۱) ارائه شده است.

از آنجا که بارندگی از عوامل تأثیرگذار بر میزان پوشش و تولید مراتع کشور است، میزان بارندگی سال آبی در همه سال‌های مورد بررسی از ایستگاه سینوپتیک ساوه که نزدیکترین ایستگاه به سایت مورد بررسی می‌باشد و از لحاظ اقلیمی و ارتفاع بیشترین تشابه را با سایت خشکروود دارد، استخراج شده و در شکل (۴) ارائه شده است.

جدول (۱): فهرست فلورستیک و فرم رویشی گونه‌های گیاهی در سایت خشکروود

نام گونه	خانواده	نام فارسی	کلاس خوشخوراکی	فرم رویشی	ردیف
<i>Salsola laricina</i> (Pall.)	Chenopodiaceae	شور	۱	بوته	۱
<i>Stipa hohenackeriana</i> (Trin & Rupr.)	Gramineae	استپی بویر احمدی	۲	گندمی چندساله	۲
<i>Stachys inflata</i> (stschegl.)	Labiatae	سنبله ارغوانی	۲	پهن برگ علفی چندساله	۳
<i>Artemisia sieberi</i> (Besser)	Compositae	درمنه	۲	بوته	۴
<i>Dendrostellera lessertii</i> (Wikstr.)	Thymelaeaceae	سیاه گینه	۲	بوته	۵
<i>Scariola orientalis</i> (Boiss.)	Compositae	گاو چاق کن	۲	بوته	۶
<i>Cousinia belangeri</i> (DC.)	Compositae	هزار خار ایرانی	۲	پهن برگ علفی چندساله	۷
<i>Noaea mucronata</i> (Boiss.) Danin & Raus	Chenopodiaceae	شوخ - خارکو	۳	بوته	۸
<i>Poa sinaica</i> (H.Scholz)	Gramineae	چمن سینایی	۱	گندمی چند ساله	۹
<i>Astragalus verus</i> (G.Olivier)	Papilionaceae	گون	۳	بوته	۱۰
<i>Lagochilus aucheri</i> (Boiss.)	Labiatae	لب خرگوشی	۳	بوته	۱۱
<i>Salsola tomentosa</i> ((Moq.) Akhani)	Chenopodiaceae	شور بایابانی	۲	بوته	۱۲
<i>Hulthemia persica</i> (Michx. ex Juss. Bornm.)	Rosaceae	ورک	۲	بوته	۱۳
<i>Ephedra strobilacea</i> (Ghahr.) Freitag & Maier-St.	Gramineae	ارمک بیابانی	۳	بوته	۱۴



شکل (۴): بارندگی سالانه مرتع خشک‌رود در سال‌های مورد بررسی

۳-۲- روش تحقیق

جهت آماربرداری از پوشش گیاهی در سایت خشک‌رود ۴ ترانسکت ۲۰۰ متری با فاصله ۱۰۰ متر از هم مستقر شد. ترانسکت‌ها به صورت موازی بر جهت شیب عمومی رویشگاه انتخاب شدند. در روی هر یک از ترانسکت‌ها، ۱۵ پلات دو متر مربعی مستقر شد. در مجموع، ۶۰ پلات برای آماربرداری از پوشش گیاهی، به کار برده شد. به دلیل شرایط رویشگاهی، خشکی منطقه و فواصل بین پایه‌های گیاهی، طول ترانسکت‌ها و فواصل بین آنها بیشتر در نظر گرفته شد. اصولاً هر چه جامعه گیاهی متراکم‌تر بوده و فواصل بین پایه‌های گیاهی کمتر باشد، طول و فواصل بین ترانسکت‌ها کمتر در نظر گرفته می‌شود و بالعکس (مقدم، ۱۳۷۹). برای تعیین تعداد پلات لازم نیز از روش آماری استفاده شد (مقدم، ۱۳۷۹). در این پژوهش نمونه‌برداری به صورت تصادفی - سیستماتیک انجام شد، به این صورت که در سال اول نقطه شروع اولین ترانسکت و اولین پلات در هر ترانسکت به صورت تصادفی انتخاب شد و سپس در طول ترانسکت پلات‌ها با فواصل منظم مستقر شده‌اند و در سال‌های بعدی آماربرداری به صورت سیستماتیک از همان محل ترانسکت‌ها و پلات‌ها انجام شد. در این خصوص بر مبنای دستورالعمل طرح ملی ارزیابی مراتع مناطق مختلف آب و هوایی کشور (ارزانی، ۱۳۷۶) و با توجه به این که پلات‌های به کار رفته، از نظر ابعاد و از نظر کفایت تعداد نمونه با روابط آماری توصیه شده برای مراتع کشور (مصدقی، ۱۳۸۴) همخوانی داشته و از نظر آماری نیز نماینده مطمئنی از جامعه گیاهی می‌باشد؛ تعداد ۶۰ پلات در منطقه نمونه‌برداری مستقر شد و در داخل آن‌ها درصد تاج‌پوشش و تولید گونه‌های گیاهی ثبت گردید.

درصد پوشش تاجی هر گونه گیاهی با اندازه‌گیری دو قطر گیاه (قطر بزرگ و قطر عمود بر آن) درون پلات انجام شد. تولید با استفاده از روش قطع و توزین به دست آمد. روش‌های آنالیز مؤلفه‌های اصلی در زمینه علوم مختلف به منظور شناسایی پارامترهای مهم در تفکیک پدیده‌های گوناگون از هم، استفاده می‌شوند. به دلیل دقت زیاد این روش و توانایی آن در تجزیه و تحلیل عوامل محیطی مؤثر بر رویشگاه، می‌توان به روابط پیچیده مؤثر بر گیاه پی برد (کوهنلد و همکاران، ۱۳۸۹). در این پژوهش با استفاده از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی مهم‌ترین ویژگی‌های محیطی که تفاوت پوشش گیاهی را توجیه می‌کند، بررسی شد. نتایج نمودارهای خروجی در روش تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی شامل مقادیر ویژه و درصد واریانس هر یک از متغیرها است. برای انتخاب مؤلفه‌های اصلی از مقایسه مقادیر ویژه استفاده می‌شود. مقدار ویژه باید بیشتر از یک باشد، مقادیر ویژه کمتر از یک مقدار اندکی از واریانس کل را به خود اختصاص داده است. تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی یک روش آماری برای تعریف متغیرهای جدید برحسب ترکیب خطی از متغیرهای اولیه است. هدف از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، استخراج مؤلفه‌های اصلی یک مجموعه از متغیرهای اولیه بوده که مؤلفه‌های جدید نسبت به هم مستقل بوده و واریانس آنها دارای روند نزولی است. اولین مؤلفه استخراجی دارای بیشترین واریانس مجموعه اولیه داده‌ها بوده و مؤلفه‌های استخراجی بعدی واریانس کمتری از مجموعه اولیه داده‌ها را لحاظ کرده و مجموع واریانس مؤلفه‌های استخراجی مساوی واریانس کل داده است. در این آنالیز نمودار دسته‌بندی سایت‌ها نشان خواهد داد که تفکیک سایت از لحاظ واریانس حداکثر، با کدام مؤلفه صورت می‌گیرد (مصدقی، ۱۳۸۰).

در داخل هر پلات از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری سطح خاک، نمونه‌های خاک برداشت شد. فاکتورهای خاک‌شناسی مورد ارزیابی در این تحقیق شامل EC، pH، ازت کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب، ماده آلی و بافت خاک بودند. در آزمایشگاه، اسیدیته خاک با استفاده از دستگاه pH متر، اندازه‌گیری

گردید. هدایت الکتریکی خاک با استفاده از دستگاه EC متر دیجیتالی بر حسب دسی زیمنس بر متر اندازه‌گیری شد (Huang and Tsai, 2010). درصد کربن آلی خاک با استفاده از روش والکی بلاک تعیین گردید (Jia et al., 2005). بافت خاک بر اساس روش هیدرومتری تعیین گردید (Jia et al., 2005). نیتروژن به روش کج‌لدال (Bremner, 1982) و فسفر به روش اولسون (Olsen and Sommers, 1982) اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و با آزمون GLM انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن صورت گرفت. از رگرسیون گام به گام آنیز برای شناخت موثرترین عامل‌ها استفاده شد. سپس، مدل پیش‌بینی برای فاکتورهای تاج پوشش و تولید با استفاده از داده‌های مورد بررسی تعیین گردید. همچنین برای تعیین ارتباط بین پوشش با عوامل محیطی نیز از روش آماری چند متغیره در نرم‌افزار XLSTAT و MINITAB نسخه ۱۶، استفاده شد.

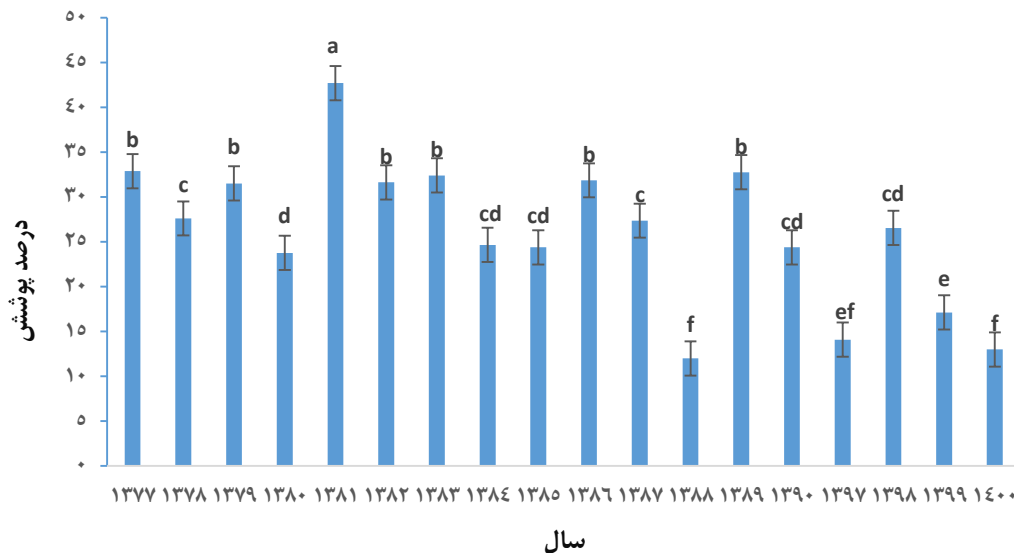
۳- نتایج

بر اساس بررسی‌های انجام شده در مرتع خشک‌رود در سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۰ و ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ متوسط تولید ۱۷ سال ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار و متوسط تاج پوشش گیاهی ۲۶ درصد بوده است. کمترین تولید در سال ۱۳۹۹، به میزان ۱۱۴ کیلوگرم در هکتار با تاج پوشش گیاهی ۱۷ درصد و بیشترین تولید در سال ۱۳۸۱، به میزان ۳۶۸ کیلوگرم در هکتار با تاج پوشش ۴۳ درصد بوده است. نتایج آنالیز تجزیه واریانس پوشش، تولید و فاکتورهای خاک در جدول (۲) نشان داده شده است. همانگونه که از جدول مشاهده می‌شود؛ میانگین پوشش، تولید، سیلت، رس، پتا سیم، فسفر، کربن، شوری خاک و PH از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود و تنها میانگین نیتروژن خاک از لحاظ آماری طی سال‌های بررسی معنی‌دار نبوده است.

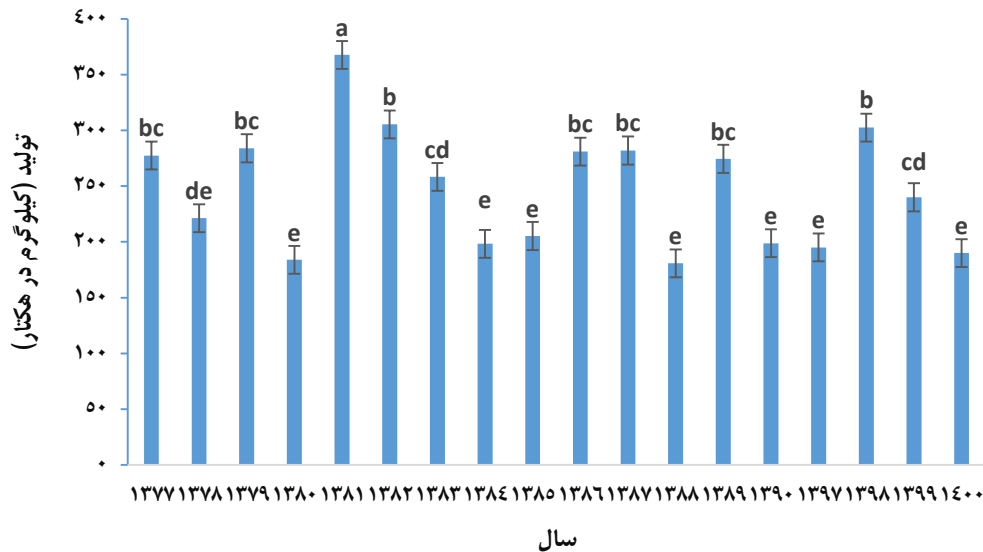
جدول (۲): تجزیه واریانس پوشش، تولید و فاکتورهای خاک در سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۰ و ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰

Source	DF	MS- Cover	MS- Yield	MS- Silt	MS- Clay	MS- Potassium	MS- Phosphorus	MS- Carbon	MS- Nitrogen	MS- EC	MS- PH
year	۱۷	۲۵۸/۹۳**	۱۵۲۵۴**	۱/۹۶**	۱۱/۷**	۴۵۲/۹**	۷۹/۲**	۰/۱۶**	۰/۴۵ns	۰/۱۵**	۰/۰۹**
Error	۵۴	۱/۹	۲۴۹	۰/۰۳	۰/۷۲	۴/۶	۰/۵۹	۰/۰۹	۰/۴۹	۰/۰۲	۰/۰۲
Total	۷۱										

با توجه به معنی‌دار شدن نتایج آزمون تجزیه واریانس، آزمون دانکن برای بررسی مقایسه میانگین فاکتورهای مورد بررسی در سال‌های مورد بررسی انجام شد. بیشترین میزان پوشش و تولید مربوط به سال ۱۳۸۱ می‌باشد که در اولین گروه قرار گرفت. کمترین میزان پوشش تاجی مربوط به سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۴۰۰ می‌باشد که در آخرین گروه طبقه‌بندی شدند. کمترین میزان علوفه تولیدی مربوط به سال ۱۳۸۸ به میزان ۱۸۸ کیلوگرم در هکتار بوده است (شکل‌های ۵ و ۶). نتایج آزمون دانکن در مورد فاکتورهای خاک در جدول (۳) نشان داده شده است.



شکل (۵): مقایسه میانگین درصد پوشش در سایت خشک‌رود در سال‌های ۱۳۷۷-۱۴۰۰ با آزمون دانکن



شکل (۶): مقایسه میانگین میانگین تولید در سایت خشک‌رود در سال‌های ۱۳۷۷-۱۴۰۰ با آزمون دانکن

جدول (۳) شامل داده‌های مربوط به تجزیه و تحلیل خاک در طی دوره زمانی مورد بررسی است. این داده‌ها شامل اطلاعات مربوط به میزان سیلت، رس، پتاسیم، فسفر، کربن، نیتروژن، هدایت الکتریکی (EC) و (pH) خاک می‌باشد. فاکتورهای مورد بررسی خاک در طول دوره زمانی مورد پژوهش، نو سانات جزئی را نشان داد. این نو سانات می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی مانند شرایط آب و هوایی، جذب تو سط گیاهان، فرسایش و عملیات مدیریت مرتع باشد.

جدول (۳): مقایسه میانگین فاکتورهای خاک در سایت خشک‌رود در سال‌های ۱۳۷۷-۱۴۰۰ با آزمون دانکن

Year	Silt	Clay	Potassium	Phosphorus	Carbon	Nitrogen	EC	pH
۱۳۷۷	۳/۰۲ghi	۱۶/۷۰۲ defg	۲۴۳/۷۷۲ b	۴۴/۱۳۹ a	۱۶۷/۱ abc	۰/۱۱۴ a	۱/۹۱۹ a	۷/۴۱۷b
۱۳۷۸	۳/۲۹vdefg	۱۵/۹۳۹fg	۲۲۱/۰۶۹ghij	۳۸/۰۸۳cd	۱/۱۷۷abc	۰/۰۹۵ a	۱/۱۳۳e	۷/۸۵۷ab
۱۳۷۹	۳/۷۰۱bcde	۱۷/۶۷۴cdef	۲۲۳/۷۹۴fgh	۳۹/۶۴۳bc	۱/۳۰۲a	۰/۱۰۹a	۱/۵۹abcd	۷/۷۷۱ab
۱۳۸۰	۳/۲۱۷efgh	۱۷/۸۲۴4bcde	۲۴۱/۳۷۸8bc	۳۶/۹۸۴de	۱/۲۸۱ab	۰/۱۴۷a	۱/۶۶abc	۷/۷۳۹ab
۱۳۸۱	۳/۳۵۳cdef	۱۹/۹۳۲a	۲۲۹/۱۵۶ef	۴۰/۸۶۷b	۱/۱۲۷abc	۰/۱۳۳a	۱/۸۳۱b	۷/۸۸a
۱۳۸۲	۴/۰۷abc	۱۶/۷۴۴defg	۲۲۱/۹۴۵ghi	۳۶/۵۶۲defg	۱/۰۲۷cde	۰/۱۲a	۱/۴۹bcde	۸/۰۷۲a
۱۳۸۳	۴/۰۸۵ab	۱۷/۳۹def	۲۵۰/۶۵a	۳۶/۵۸۶def	۱/۰۱۳cde	۰/۱۱۷a	۱/۵۰۵bcde	۸/۱۰۶a
۱۳۸۴	۲/۷۶۵hij	۱۸/۱۳۶bcde	۲۴۱/۶۵۷bc	۲۸/۸۰۱j	۰/۵۶۳f	۰/۰۷۹a	۱/۶۴abc	۷/۸۵۷ab
۱۳۸۵	۲/۱۲k	۲۱/۷۵a	۲۱۳/۲۷۷k	۴۲/۸۹a	۱/۳۲a	۰/۰۶۵a	۱/۶۶۸abc	۷/۸۵۱ab
۱۳۸۶	۳/۷۷abcd	۱۹/۷۴۴abc	۲۱۹/۶۵۹hij	۳۶efgh	۱/۲۰۴abc	۱/۵۳۳a	۱/۴۶۱bcde	۷/۹۷۸a
۱۳۸۷	۲/۲۵۷jk	۱۴/۵۷۶ g	۲۱۶/۲۸۷jk	۳۰/۸۶۸l	۰/۸۷۱de	۰/۱۲a	۱/۴۰۲cde	۸/۰۱۱a
۱۳۸۸	۳/۰۷۹fghi	۱۷/۲۸۲def	۲۲۴/۳۲۹fgh	۳۵/۴۹۸efgh	۱/۱۹۲abc	۰/۱۱۷a	۱/۴۶۱bcde	۷/۸۹۹a
۱۳۸۹	۴/۳۳a	۱۷/۰۶def	۲۲۶/۳۹۲fg	۲۶/۴۸۲K	۱/۰۵۱bcde	۰/۰۷۱a	۱/۳۷abc	۷/۸۴۸ab
۱۳۹۰	۱/۸۵۶k	۱۸/۴۹۶bcd	۲۲۳/۴۳۶gh	۳۴/۵۶۹gh	۰/۸۶۵de	۰/۰۹a	۱/۴۸۳bcde	۸/۰۵۵a
۱۳۹۷	۲/۶۹۴ij	۱۸/۶۲۳bcd	۲۲۵/۲۵fg	۳۴/۷۵fgh	۱/۱۳۳abc	۰/۱۱۳a	۱/۵۷۵abcd	۷/۸۵۴ab
۱۳۹۸	۲/۶۶۳ij	۱۸/۵۰۹bcd	۲۳۳/۵۰۳de	۳۴/۰۳۱h	۰/۸۱۷e	۰/۱۳a	۱/۲۰۲de	۷/۸۷a
۱۳۹۹	۲/۸۶۲ghi	۱۶/۲۷۵efg	۲۱۷/۰۵۲ijk	۳۴/۱۶۶h	۰/۸۴۲e	۰/۱۱۳a	۱/۴۵۲bcde	۸/۰۳۹a
۱۴۰۰	۳/۶۶۵bcde	۱۵/۵۸۸fg	۲۳۶/۷۵۶cd	۳۵/۳۶۳efgh	۱/۱۰۲abcd	۰/۱۲a	۱/۶۵۳abc	۷/۸۶۵a

برای یافتن معیارهای مؤثر در تولید علوفه و پوشش از روش همبستگی و رگرسیون استفاده شد. برای این کار ابتدا میزان همبستگی متغیرهای مستقل با پوشش و تولید علوفه مشخص و سپس معادلات هر یک از متغیرهای معنی‌دار مستقل با پوشش و تولید علوفه از طریق رگرسیون گام به گام مشخص گردید. بررسی آزمون همبستگی بین عوامل اقلیمی با پوشش و تولید گیاهان در سایت خشک‌رود نشان داد، پوشش و تولید با بارندگی سالانه با ضریب همبستگی حدود ۰/۷ ارتباط معنی‌داری دارند. در میان دیگر متغیرهای مورد بررسی پوشش و تولید با کربن، ازت و سیلت همبستگی بالا و معنی‌داری دارد (جدول ۴).

جدول (۴): همبستگی تولید و پوشش گیاهی مرتع خشک‌رود با فاکتورهای خاک و بارندگی سالانه

Traits	Cover	Yield	Precipitation	Silt	Clay	Potassium	Phosphorus	Carbon	Nitrogen	EC	pH
Cover	۱										
Yield	۰/۸۰**	۱									
Precipitation	۰/۷**	۰/۷۳**	۱								
Silt	۰/۶۸**	۰/۶۵**	۰/۲*	۱							
Clay	۰/۱۸ns	۰/۱۸ns	۰/۱۷۳ns	۰/۱۸ns	۱						
Potassium	۰/۱۸ns	۰/۰۸ns	۰/۰۴۸ns	۰/۲۷ns	۰/۱ns	۱					
Phosphorus	۰/۲ns	۰/۱۷ns	۰/۲۱۵ns	۰/۰۵ns	۰/۳**	۰/۰۳ns	۱				
Carbon	۰/۶۳*	۰/۷۹**	۰/۴۴۲ns	۰/۲۵*	۰/۱ns	۰/۷**	۰/۵۸**	۱			
Nitrogen	۰/۵۷*	۰/۷۰**	۰/۱۱۹ns	۰/۱۴ns	۰/۱ns	۰/۰۶ns	۰/۰۳	۰/۰۸ns	۱		
EC	۰/۱۹ns	۰/۱۳ns	۰/۲۱۸ns	۰/۱ns	۰/۱ns	۰/۹۴*	۰/۴۶*	۰/۴۹*	۰/۰۴۱ns	۱	
pH	۰/۰۷ns	۰/۰۴ns	۰/۵۷**	۰/۰۳ns	۰/۰۴ns	۰/۰۲ns	۰/۰۲ns	۰/۰۳۱ns	۰/۰۵ns	۰/۰۳۷ns	۱

** احتمال معنی‌دار بودن در سطح ۱٪، * احتمال معنی‌دار بودن در سطح ۵٪، ns عدم معنی‌داری

بررسی نتایج آزمون رگرسیون گام به گام بین پوشش و تولید گیاهان با بارندگی و عوامل خاکی در سایت خشک‌رود نشان داد، میزان بارندگی، سیلت، شوری و پتاسیم در معادله تعیین در صد تاج پوشش اثرگذار هستند. در صورتی که تنها دو فاکتور بارندگی و در صد تاج پوشش در معادله تعیین تولید مشارکت دارند و بقیه عوامل نقش قابل توجه‌ای ندارند (جدول ۵ و ۶).

جدول (۵): رگرسیون گام به گام عوامل مختلف برای پیش بینی درصد تاج پوشش

صفات	مراحل رگرسیون گام به گام
ثابت	۱۴/۸۴
Precipitation	۰/۰۷
Potassium	۰/۶۲
Silt	۳
EC	۷/۳
R-Sq(adj)	۷۴/۷۶

$$\text{Cover} = 14.84 + 0.07 \text{ Precipitation} + 0.62 \text{ Potassium} + 3 \text{ Silt} + 7.3 \text{ EC}$$

جدول (۶): رگرسیون گام به گام عوامل مختلف برای پیش بینی تولید

صفات	مراحل رگرسیون گام به گام
ثابت	۷۶/۷
Precipitation	۰/۰۳
Cover	۶/۴۳
R-Sq(adj)	۷۲/۱

$$\text{Yield} = 76.7 + 0.03 \text{ Precipitation} + 6.43 \text{ Cover}$$

جدول (۷) همبستگی مقادیر بردار ویژه مربوط به فاکتورهای گیاهی و محیطی را برای هر یک از مؤلفه‌ها نشان می‌دهد. با توجه به قدر مطلق ضرایب، مؤلفه اول با مقادیر ۰/۷۸ و ۰/۷۳ شامل پوشش تاجی و تولید، مؤلفه دوم شامل بارندگی سالانه و کربن، مؤلفه سوم نیز شامل رس و پتاسیم، مؤلفه چهارم شامل سیلت است.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که با توجه به این موضوع که مقادیر ویژه مربوط به چهار مؤلفه اول، بیشتر از یک است برای توجیه تغییرات انتخاب می‌گردند. این مؤلفه‌ها ۶۸/۴ درصد تغییرات را در بر می‌گیرد که مؤلفه اول ۲۳/۳۱ درصد تغییرات، مؤلفه دوم ۲۰/۸۵ درصد تغییرات، مؤلفه سوم ۱۴/۰۴ درصد تغییرات و مؤلفه چهارم ۱۰/۱۵ درصد را در بر می‌گیرد.

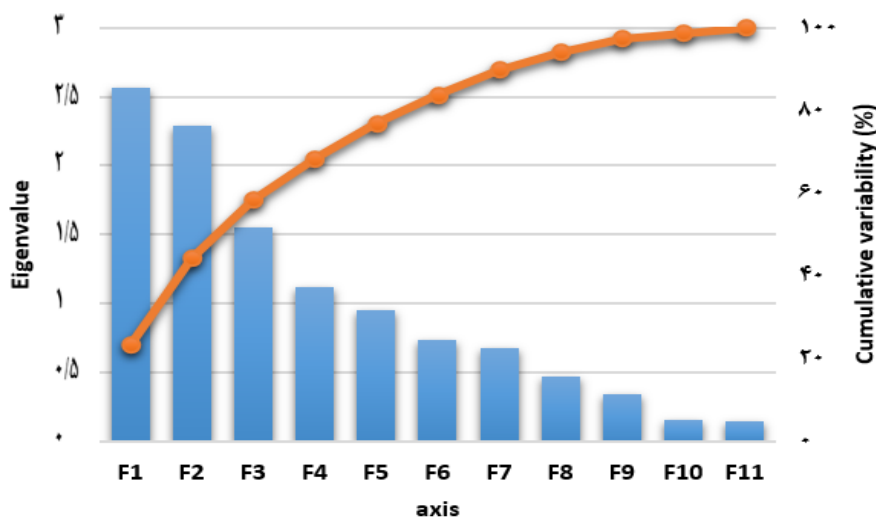
جدول (۷): همبستگی مقادیر بردار ویژه فاکتورهای گیاهی و محیطی در هر یک از مؤلفه‌ها در مراتع خشک‌رود

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
Cover	۰/۷۸	-۰/۴۵	-۰/۰۴	-۰/۱۲	-۰/۱۹	-۰/۱۷	-۰/۴۲	۰/۰۵۲	۰/۰۰۳	۰/۰۳	۰/۰۱
yield	۰/۷۳	-۰/۴۴	-۰/۰۲	-۰/۰۳	-۰/۲۷	-۰/۲۴	۰/۰۹۵	۰/۱۲۶	-۰/۲۱	-۰/۲۳	۰/۰۰۱
EC	۰/۴۹	۰/۳۵	۰/۲۹	-۰/۰۳	۰/۲۶	۰/۱۳	۰/۵۳	۰/۱۶۵	۰/۲	-۰/۰۳	۰/۰۰۸
p	۰/۵۶	۰/۴۷	-۰/۳۳	-۰/۰۵	-۰/۱	۰/۰۶	-۰/۴۳	۰/۲۲	۰/۲۴	-۰/۰۴	-۰/۱۱
C	۰/۵۱	۰/۵۹	-۰/۲۵	۰/۴۳	-۰/۱۲	۰/۲۱	۰/۰۲	-۰/۰۸	-۰/۰۵	۰/۰۰۸	۰/۲۴۸
Precipitation	۰/۱۲	-۰/۸۴	-۰/۱۲	-۰/۱۸	۰/۰۹	۰/۱۱	-۰/۱۳	-۰/۲۲	۰/۳۱	-۰/۰۹	۰/۱۴۳
pH	-۰/۳۷	-۰/۵۶	-۰/۳۴	۰/۱۲	-۰/۰۳	۰/۴۳	۰/۰۸	۰/۴۴	-۰/۰۵	۰/۰۲۴	۰/۰۳۲
Clay	۰/۳	۰/۰۵	۰/۷۱	-۰/۴۵	۰/۲۹	۰/۲۸	۰/۰۱۹	-۰/۲۲	-۰/۲۳	۰/۰۰۶	-۰/۰۷
K	۰/۲۷	-۰/۰۳	-۰/۶۸	-۰/۲۲	۰/۳۴	۰/۱۷	-۰/۴	۰/۱۳	-۰/۱۸	۰/۰۱	۰/۰۹
Silt	۰/۴۸	-۰/۳۳	۰/۳۴	۰/۵۷	۰/۰۴	۰/۳۶	۰/۰۴	-۰/۱۸	۰/۰۱۴	-۰/۰۰۶	-۰/۱۷
N	۰/۱۷	-۰/۱۵	-۰/۳۲	۰/۴۲	۰/۷۲	-۰/۳۶	-۰/۰۱	۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸
مقادیر ویژه	۲/۵۶	۲/۲۹	۱/۵	۱/۱۱	۰/۹۵	۰/۷۳	۰/۶۷	۰/۴۶	۰/۳۴	۰/۱۵	۰/۱۴
واریانس (درصد)	۲۳/۳۱	۳۰	۱۴/۰۹	۱۰/۱۵	۸/۶۵	۶/۶۹	۶/۱۱	۴/۲۶	۳/۱۲	۱/۴۴	۱/۲۹
واریانس تجمعی (درصد)	۲۳/۳۱	۴۴/۱۶	۵۸/۲	۶۸/۴	۷۷/۰۶	۸۳/۷	۸۹/۸	۹۴/۱۳	۹۷/۲	۹۸/۷	۱۰۰

جدول (۸): مقادیر ویژه و درصد واریانس مربوط به فاکتورهای گیاهی و محیطی

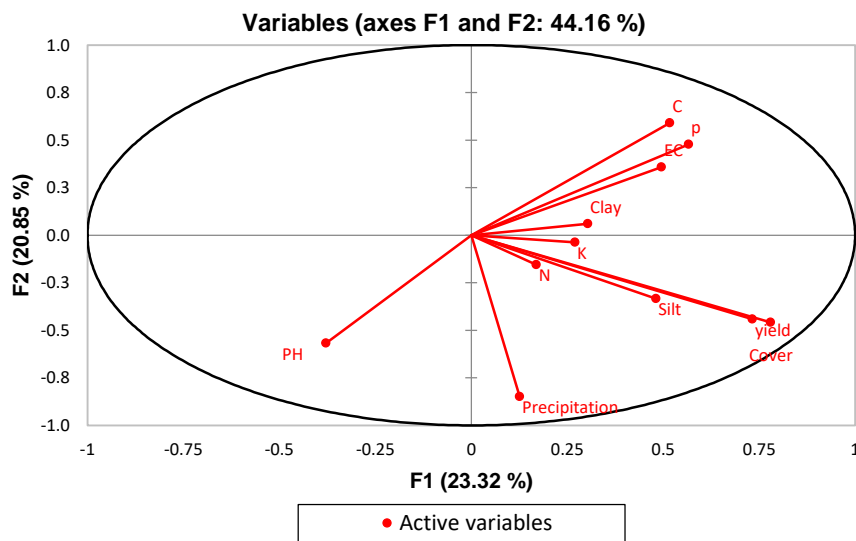
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
مقادیر ویژه	۲/۵۶	۲/۲۹	۱/۵	۱/۱۱	۰/۹۵	۰/۷۳	۰/۶۷	۰/۴۶	۰/۳۴	۰/۱۵	۰/۱۴
واریانس (درصد)	۲۳/۳	۳۰	۱۴/۰۹	۱۰/۱۵	۸/۶۵	۶/۶۹	۶/۱۱	۴/۲۶	۳/۱۲	۱/۴۴	۱/۲۹
واریانس تجمعی (درصد)	۲۳/۳۱	۴۴/۱۶	۵۸/۲۵	۶۸/۴	۷۷/۰۶	۸۳/۷	۸۹/۸	۹۴/۱۳	۹۷/۲	۹۸/۷	۱۰۰

همانطور که در شکل (۷) که از طریق آزمون سنگریزه بدست آمد مشاهده می‌شود، چهار مؤلفه دارای مقادیر ویژه بالاتر از یک و درصد تجزیه واریانس حدود ۶۸/۴ درصد می‌باشند، بنابراین در تحلیل نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرند و سایر عوامل حذف می‌شوند.



شکل (۷): انتخاب تعداد بهینه مؤلفه‌های تاثیرگذار

شکل (۸) دیاگرام آنالیز تجزیه مؤلفه اصلی را بر مبنای دو مؤلفه اصلی اول و دوم نشان می‌دهد. همانطور که در شکل ملاحظه می‌شود، پوشش و تولید واقع در ربع سوم با بارندگی، سیلت و pH رابطه مستقیم و قوی دارد و با شوری خاک، فسفر و کربن رابطه معکوسی دارد.



شکل (۸): ارتباط پوشش و تولید با عوامل محیطی با استفاده از روش آنالیز تجزیه مؤلفه‌های اصلی در منطقه خشک‌رود

نمودار تجزیه مؤلفه‌های اصلی نشان می‌دهد که ویژگی‌های خاک و بارش دو عامل مهم در تعیین نوع و میزان پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه هستند. تجزیه مؤلفه‌های اصلی نشان می‌دهد، دو مؤلفه اصلی خاک و بارش در مجموع ۴۴/۱۶ درصد از تغییرات پوشش گیاهی را توجیه می‌کنند. این بدان معناست که ۵۵/۸۴ درصد از تغییرات پوشش گیاهی توسط سایر عواملی که در این تحلیل لحاظ نشده‌اند، تبیین می‌شود. مؤلفه اول (F1) این مؤلفه ۲۳/۳۲ درصد از تغییرات را توجیه می‌کند که با ویژگی‌های خاک مرتبط باشد. متغیرهایی مانند رس، پتاسیم (K)، نیتروژن (N) و فسفر (P) در این مؤلفه بارگذاری بالایی دارند. این نشان می‌دهد که تغییرات در این عناصر غذایی خاک می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر پوشش گیاهی داشته باشد. به‌عنوان مثال، افزایش غلظت این عناصر می‌تواند منجر به افزایش رشد و تراکم گیاهان شود. مؤلفه دوم (F2): این مؤلفه ۲۰/۸۵ درصد از تغییرات را توجیه می‌کند که عمدتاً با بارش مرتبط است. موقعیت متغیر بارش در این مؤلفه نشان می‌دهد که میزان بارندگی نقش مهمی در تعیین نوع و میزان پوشش گیاهی دارد. به‌طور کلی، افزایش بارندگی می‌تواند منجر به افزایش پوشش گیاهی و تنوع گونه‌های گیاهی شود.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

پیش‌نیاز مدیریت پایدار اکوسیستم‌های مرتعی، شناخت وضع موجود و روند تغییرات مراتع اعم از بهبود یا تخریب ناشی از اثرات تغییرات آب و هوایی و عوامل انسانی است. تغییر ممکن است فقط شامل کاهش پوشش تاجی در اثر بهره‌برداری باشد و یا این که ترکیب گونه‌ای و ظرفیت در دراز مدت به‌طور کامل دگرگون گردد. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد، فاکتورهای پوشش گیاهی و خاک در طول زمان مورد بررسی، دارای اختلاف معنی‌داری هستند. این امر نشان دهنده تغییرات مداوم و معنی‌دار فاکتورهای یاد شده است. در نتیجه لزوم ارزیابی مداوم و پایش فاکتورهای پوشش گیاهی و خاک نمایان می‌گردد. پوشش گیاهی یکی از ارکان اصلی در اکوسیستم‌ها می‌باشد که با تعادل عوامل محیطی، سبب پایداری آن می‌گردد (رنجبر فردوسی و همکاران، ۱۳۹۸؛ Throop et al., 2022). پوشش گیاهی و تولید با گذر زمان در اثر عوامل انسانی و یا عوامل طبیعی دچار تحولاتی می‌شوند (Rannow and Neuber, 2014). آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی و بیوماس مراتع گام مهمی در جهت حفظ، نگهداری، بهره‌برداری پایدار و مدیریت صحیح این عرصه‌ها می‌باشد. بررسی‌های علمی حاکی از ضرورت ارزیابی و پایش تغییرات اکوسیستم‌های مرتعی است (شهیدی و همکاران، ۱۴۰۰؛ Munson et al., 2016). نتایج ارزیابی‌ها در ۱۷ سال آماربرداری در مراتع استپی خشک‌رود نشان داد، متوسط تولید ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار و متوسط تاج پوشش گیاهی ۲۶ درصد بوده است. نتایج آزمون دانکن نیز نشان داد که بیشترین میزان تولید و پوشش در سال ۱۳۸۱ رخ داده است. در این سال بارندگی از میانگین بلند مدت بسیار بیشتر بوده و بیشترین میزان بارندگی در این سال رخ داده است. این مساله ارتباط شدید درصد تاج پوشش و میزان تولید با مقدار بارندگی در مناطق خشک را اثبات می‌کند. بیات و همکاران (۱۳۹۵) و سوری و همکاران (۱۳۹۸) اظهار داشتند، بارندگی به نحو قابل ملاحظه‌ای بر میزان پوشش گیاهی و تولید تأثیر داشته و میزان تأثیرگذاری آن به پراکنش بارندگی، شرایط توپوگرافی، وضعیت خاک، اقلیم و ترکیب گیاهی بستگی دارد. کمترین میزان پوشش در سال ۱۳۸۸ رخ داده است. بارندگی در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ از میزان میانگین بلندمدت به نحو محسوسی کمتر است، در جوامع بوته‌زار عموماً بارندگی سال قبل نیز بر روی میزان پوشش گیاهی مؤثر است. کمترین میزان تولید نیز در سال ۱۳۸۸ رخ داده است که این سال مصادف با کم باران‌ترین سال‌های مورد بررسی است. بررسی آمار بارندگی در طول سال‌های مورد تحقیق بیانگر این مطلب است، که بارش سالانه در ۹ سال از ۱۷ سال مورد بررسی کمتر از میانگین درازمدت بوده است و دوره خشکسالی اتفاق افتاده است

که این امر باعث کاهش تولید علوفه در این منطقه شده است. خشکسالی‌های مکرر به طور جدی پایداری اکوسیستم‌های مرتعی و بیابانی را تهدید می‌کنند. پایداری اکوسیستم‌های طبیعی عمدتاً تحت تاثیر ویژگی‌های رویدادهای خشکسالی (شدت و مدت خشکسالی)، عوامل آب و هوایی محلی (بارش و دما) و تنوع زیستی است (Hong et al., 2022). یکی از مشکلات کلاسیک در بوم‌شناسی درک تأثیر تغییرات اقلیمی بر ساختار و پویایی جوامع گیاهی است (Adler et al., 2012). پایداری اکوسیستم‌های طبیعی عمدتاً تحت تاثیر فاکتورهای اقلیمی به‌ویژه میزان بارندگی سالانه و دما می‌باشد (Hong et al., 2022). اکوسیستم‌های طبیعی اغلب در عکس‌العمل خود به میزان بارندگی کمتر از حد میانگین بلند مدت، ممکن است، دچار آسیب‌های قابل ملاحظه‌ای از خشکسالی‌های شدید و متوالی شوند (Knapp et al., 2015). مطالعه یک دهه در منطقه استپی رودشور نشان داد، ۵ سال خشکی ایجاد شده باعث کاهش درصد تاج پوشش گیاهان شد و این امر به معنای از بین رفتن نزدیک به نیمی از پوشش اندک موجود در مناطق خشک است که در بیوماس، پوشش حفاظتی و مسایل زیستی مهم تأثیر گذار است (اکبرزاده و میرحاجی، ۱۳۸۵). بررسی همبستگی بین پوشش و تولید با فاکتورهای اقلیمی و اداپتیکی نشان داد که درصد هر دو فاکتور تاج پوشش و تولید با میزان بارندگی، سیلت، کربن و ازت همبستگی دارد. این نتیجه اثبات کننده نتایج بخش آزمون دانکن و مطابقت بین بارندگی با فاکتورهای پوشش و تولید است. در این راستا، سوری و همکاران (۱۳۹۷) بیان داشتند، مواد آلی و ازت تأثیر مهمی در میزان درصد تاج پوشش و تولید مراتع داشته‌اند که با نتایج این تحقیق مشابه است. بررسی مناسب‌ترین روابط رگرسیونی حاکم بین عوامل اقلیمی و خاک با پوشش و تولید گیاهان در سایت خشک‌رود نشان داد، همبستگی معنی‌دار و بالایی (ضریب ۰/۸) بین پوشش و تولید سایت خشک‌رود وجود دارد و لذا برآورد تولید از روی درصد تاج پوشش، روشی صحیح برای این منطقه می‌باشد، همچنین پوشش و تولید با بارندگی سالانه ارتباط معنی‌داری داشته و ضریب همبستگی آنها ۰/۷ می‌باشد. تاج پوشش گیاهی علاوه بر بارندگی با میزان سیلت، شوری و پتاسیم نیز رابطه معنی‌داری نشان داد. مدل‌های رگرسیون گام به گام مشخص کرد، در پیش‌بینی مدل درصد تاج پوشش این منطقه، فاکتورهای بارندگی، پتاسیم، سیلت و شوری خاک نقش اساسی دارند و قادرند با دقت ۷۵ درصد، تغییرات پوشش سالانه را برآورد نمایند. همچنین در پیش‌بینی تولید درازمدت گیاهان مرتع خشک‌رود، فاکتورهای بارندگی و پوشش مؤثر بوده و توانایی پیش‌بینی تولید مرتع با ۷۲ درصد دقت را داشتند. نتیجه آزمون مولفه‌های اصلی نیز نشان داد که پوشش و تولید با فاکتورهای بارندگی، کربن، رس، پتاسیم و سیلت رابطه مهمی دارند. شایان ذکر است، برخی از فاکتورهای خاک مانند سیلت، کربن، فسفر و شوری تأثیر مهم و همبستگی بالایی بر درصد تاج پوشش و تولید داشتند و بارندگی به‌عنوان مهم‌ترین فاکتور اقلیمی تأثیر بسزایی بر پوشش و تولید مراتع خشک‌رود داشته‌اند. این نتایج توسط Matyukira et al. (۲۰۲۵) نیز تأیید می‌شود، این محققین از تجزیه مولفه‌های اصلی برای بررسی محرک‌های محیطی سلامت پوشش گیاهی با استفاده از شاخص EVI و تحلیل ارتباط آن با بارندگی و دما استفاده کرده‌اند. آن‌ها دریافته‌اند، بارندگی و رطوبت خاک عوامل اصلی تعیین‌کننده شادابی پوشش گیاهی هستند و تجزیه مولفه اصلی توانسته است ۷۲/۱۲ درصد از واریانس را به این عوامل اختصاص دهد. همسو با این نتایج Jatav (۲۰۲۴) نیز از تجزیه مولفه اصلی برای تفکیک انواع پوشش گیاهی در مناطق نیمه‌خشک استفاده کرده است که نشان‌دهنده کارایی این روش در شناسایی الگوهای مرتبط با پوشش گیاهی است.

نتیجه کلی حاصل از بررسی اثر عوامل اقلیمی و خاک بر روی پوشش و تولید مرتع استپی خشک‌رود نشان داد، پوشش تاجی و تولید در مراتع استپی و خشک در گام اول به میزان بارندگی سالانه و نوسانات آن و در گام دوم به فاکتورهای اداپتیکی مانند سیلت، ازت، فسفر، اسیدپتیه همبستگی معنی‌داری (مثبت یا منفی) دارد. از آنجا که تغییرات فاکتورهای اداپتیکی کمتر و بطئی‌تر از فاکتورهای اقلیمی مانند بارندگی است؛ لذا پیشنهاد می‌شود در طرح‌های مرتعداری به‌جای یکسال اندازه‌گیری تولید، نوسان تولید را در طی یک دوره حداقل ده سال برآورد و بر اساس آن، تولید قابل اعتمادتری (تولید درازمدت) تعیین شود و مبنای ظرفیت چرای صحیح مراتع قرار گیرد.

منابع

- ارزانی، ح. (۱۳۷۶). دستورالعمل طرح ارزیابی مراتع در مناطق مختلف آب و هوایی کشور. تهران: انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۶۵ ص.
- ارزانی، ح. و عابدی، م. (۱۳۹۲). ارزیابی مرتع: ممیزی و پایش (جلد ۱). تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۲۲۴ ص.
- اکبرزاده، م. و میرحاجی، ت. (۱۳۸۵). تغییرات پوشش گیاهی تحت تأثیر بارندگی در مراتع استپی رودشور. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، (۳)، ۲۳۵-۲۲۲.
- آذرینوند، ح.، جعفری، م.، مقدم، م. ر. و جلیلی، م. ا. (۱۳۸۲). بررسی اثر خصوصیات خاک و عوامل محیطی بر پراکنش دو گونه درمنه (مطالعه موردی: مرتع آورد، شعبه، سمنان). منابع طبیعی ایران، (۱۰۲)، ۵۶-۹۳.
- برهانی، م. و جابری الانصار، ز. (۱۳۹۸). بررسی تاثیر عوامل محیطی بر پوشش گیاهی مراتع سمیرم (استان اصفهان) با استفاده از آنالیز بردار. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، (۳)، ۲۶-۷۵۳.
- بیات، م.، ارزانی، ح. و جلیلی، ا. (۱۳۹۵). تأثیر شرایط اقلیمی بر پوشش گیاهی و تولید در مراتع استپی (مطالعه موردی: علویجه و خوانداب-استان اصفهان). تحقیقات مرتع و بیابان، (۲۳)، ۳۷۲-۳۵۷.
- تقی‌پور، ا. و رستگار، س. (۱۳۸۹). نقش فیزیوگرافی بر پوشش گیاهی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: مراتع هزارجریب، استان مازندران). مرتع، (۴)، ۱۷۷-۱۶۸.
- جعفریان، ز.، ارزانی، ح.، جعفری، م.، زاهدی، غ. و آذرینوند، ح. (۱۳۸۷). تحلیل ارتباط بین توزیع جوامع گیاهی و عوامل اقلیمی و فیزیوگرافیک با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی و رسته‌بندی در مراتع رینه، علمی پژوهشی رینه. مرتع، (۲)، ۱۴۰-۱۲۵.
- حشمتی، غ. ا. (۱۳۸۲). بررسی اثر عوامل محیطی بر استقرار و توسعه گیاهان مرتعی با استفاده از تحلیل‌های چند متغیره. منابع طبیعی ایران، (۴)، ۳۴-۲۷.

- رنجبرفردوئی، ا.، ولی، ع.، مکر، م.، و تارینه، ف. (۱۳۹۸). بررسی روند تغییرات زمانی - مکانی پوشش گیاهی و واکنش آن به عوامل محیطی در شمال استان فارس، ایران. *سنجش از دور و GIS ایران*، ۱۱(۴)، ۸۲-۶۱.
- زارع چاهوکی، م.، ع.، و شفیق‌زاده، م. (۱۳۸۷). بررسی عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش چند گونه گیاهی مناطق بیابانی (مطالعه موردی: حاشیه کویر چاه بیکی استان یزد). *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۱۵(۳)، ۴۰۳-۴۱۴.
- زارع چاهوکی، م.، ع.، نودهی، ر.، و طویلی، ع. (۱۳۸۹). بررسی تنوع گونه‌ای و رابطه آن با عوامل محیطی در مراتع اشتهارد. *خشک بوم*، ۱(۲)، ۴۹-۴۱.
- زارع حصار، ب.، قربانی، ا.، عظیمی مطعم، ف.، هاشمی مجدک، و اصغری، ع. (۱۳۹۳). عوامل بوم‌شناختی مؤثر بر پراکنش گونه *Artemisia fragrans* Willd در دامنه‌های جنوب شرقی سبلان. *مرتع*، ۸(۳)، ۲۵۰-۲۳۸.
- سوری، م.، بیات، م.، ارزانی، ح.، و خدافل، م. (۱۳۹۸). برآورد تولید علوفه بلندمدت مراتع استپی استان فارس بر اساس پارامترهای عوامل اقلیمی. *مدیریت مرتع و آب‌خیزداری*، ۷۲(۴)، ۹۹۵-۱۰۰۹.
- سوری، م.، غایب، م.، و معتمدی، ج. (۱۳۹۷). تحلیل رتبه‌بندی اراضی مستعد تخریب در حوزه آب‌خیز نوشان، استان آذربایجان غربی، ایران. *مدیریت مرتع و آب‌خیزداری*، ۷۱(۲)، ۴۰۴-۳۹۳.
- سوری، م.، فیاض، م.، کمالی، ن.، و ناطقی، س. (۱۳۹۸). تغییرات بهره‌برداری در مرتع در اثر مدیریت مرتع (مراتع سبزوار). *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۲۵(۴)، ۹۲۲-۹۱۱.
- شهیدی، ک.، طویلی، ا.، و جوادی، ا. (۱۴۰۰). بررسی تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از RS و GIS در مراتع چهارباغ استان گلستان در یک دوره ۳۰ ساله. *مرتع*، ۱۵(۲)، ۱۹۴-۱۸۰.
- کوهنند، ا.، ارزانی، ح.، و حسینی توسل، م. (۱۳۸۹). تاثیر شدت چرا بر خصوصیات خاک و پوشش گیاهی با استفاده از آنالیز مولفه‌های اصلی. *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۱۷(۴)، ۵۲۶-۵۱۸.
- کیا، ف.، طویلی، ا.، و جوادی، س. ا. (۱۳۹۰). پراکنش گونه‌های مرتعی در ارتباط با برخی عوامل محیطی در چهارباغ استان گلستان. *مرتع*، ۱۵(۳)، ۳۰۱-۲۹۲.
- مصادقی، م. (۱۳۸۰). توصیف و تحلیل پوشش گیاهی. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۲۸ ص.
- مصادقی، م. (۱۳۸۴). بوم‌شناسی گیاهان. مشهد: انتشارات دانشگاه مشهد، ۱۸۷ ص.
- مقدم، ر. (۱۳۷۹). مرتع و مرتعداری. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۲۵۷ ص.
- نیک‌نهاد، ح.، و دانشی، م. (۱۳۹۲). معیارهای آنالیز و ارزیابی مراتع (ترجمه). تهران: انتشارات فراغی، ۳۵۲ ص.
- Abd El-Ghani, M. M., and Amer, W. M. (2003). Soil-vegetation relationships in a coastal desert plain of southern Sinai, Egypt. *Journal of Arid Environments*, 55(4), 607-628.
- Adler, P. B., Dalglish, H. J., and Ellner, S. P. (2012). Forecasting plant community impacts of climate variability and change: when do competitive interactions matter?. *Journal of Ecology*, 100(2), 478-487.
- Birch, N. V. E. (2000). The vegetation potential of natural rangelands in the Mid-Fish River Valley, Eastern Cape, South Africa: towards a sustainable and acceptable management system (Doctoral dissertation, Rhodes University).
- Bremner, J. M., and Mulvaney, C. S. (1982). Nitrogen—total. *Methods of soil analysis: part 2 chemical and microbiological properties*, 9, 595-624.
- Burke, A. (2001). Classification and ordination of plant communities of the Naukluft Mountains, Namibia. *Journal of Vegetation Science*, 12(1), 53-60.
- Hong, P., Schmid, B., De Laender, F., Eisenhauer, N., Zhang, X., Chen, H., Craven, D., De Boeck, H. J., Hautier, Y., Petchey, O. L., Reich, P. B., Steudel, B., Striebel, M., Thakur, M. P., and Wang, S. (n.d.). (2022). Biodiversity promotes ecosystem functioning despite environmental change. *Ecology letters*, 25(2), 555-569.
- Huang, P., and Tsai, W. (2010). Using multiple-criteria decision-making techniques for ecoenvironmental vulnerability assessment: a case study on the Chi-Jia-Wan Stream watershed, Taiwan. *Journal of Environment Monitoring Assess*, 168: 141-158.
- Jatav, N. (2024). Vegetation type discrimination using Hyperspectral data in semi-arid region of the state of Rajasthan. *African Journal of Biological Sciences*. 14(6):11809-11794.
- Jia, B., Zhou, G., Wang, F., Wang, Y., Yuan, W., and Zhou, L. (2006). Partitioning root and microbial contributions to soil respiration in *Leymus chinensis* populations. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(4), 653-660.
- Jin-Tun, Z. (2002). A study on relations of vegetation, climate and soils in Shanxi province, China. *Plant Ecology*, 162, 23-31.
- Knapp, A. K., Carroll, C. J., Denton, E. M., La Pierre, K. J., Collins, S. L., and Smith, M. D. (2015). Differential sensitivity to regional-scale drought in six central US grasslands. *Oecologia*, 177, 949-957.
- Matyukira, C., Mhangara, P., Gidey, E., and Hussein, J. (2025). Assessing environmental drivers of vegetation health using enhanced vegetation index and principal component analysis: a case study of the Cradle Nature Reserve, Gauteng province, South Africa. *Geocarto International*, 40(1), 2509873.
- Munson, S. M., Duniway, M. C., and Johanson, J. K. (2016). Rangeland monitoring reveals long-term plant responses to precipitation and grazing at the landscape scale. *Rangeland Ecology & Management*, 69(1), 76-83.
- Olsen, S. R., and Sommers, L. E. (1982). Phosphorus. In A. L. Page (Ed.), *Methods of soil analysis: Part 2. Chemical and microbiological properties* (2nd ed., Agronomy Monographs, No. 9, pp. 403-430). American Society of Agronomy and Soil Science Society of America.
- Rannow, S. and Neubert, M. (2014). Managing protected areas in central and Eastern Europe under climate change, 322p.
- Throop, H. L., Munson, S., Hornslein, N., and McClaran, M. P. (2022). Shrub influence on soil carbon and nitrogen in a semi-arid grassland is mediated by precipitation and largely insensitive to livestock grazing. *Arid Land Research and Management*, 36(1), 27-46.

Assessment the relative importance of environmental factors Influencing vegetation changes in the steppe rangelands of Khoshkroud Saveh

Hajar Nemati¹, Mina Bayat^{*2}, Mahshid Souri³, Ali Reza Eftekhari³, Saeedeh Nateghi³, Nadia Kamali⁴



Research Article

1. Research expert, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

nemati@rifr-ac.ir

2. Research expert, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Bayat@rifr-ac.ir

* Corresponding author

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

souri@rifr-ac.ir

eftekhari@rifr-ac.ir

nateghi@rifr-ac.ir

4. Associate Professor, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Kamali@rifr-ac.ir

Article Code: 2502-1094

Countinus Pagnation: 715-727

Received: 23 February 2025

Accepted: 10 June 2025

Online: 08 July 2025

Review speed: 108 days

Citation:

Nemati, H., Bayat, M., Souri, M., Eftekhari, A., Nateghi, S., and Kamali, N. (2024). Assessment the relative importance of environmental factors Influencing vegetation changes in the steppe rangelands of Khoshkroud Saveh. *Management of Natural Ecosystems*, 4(1), 61-73.

Abstract

The present study investigates the effects of environmental factors on the vegetation cover of steppe rangelands in the Khoshkroud area of Saveh. The aim of this study is to identify the factors affecting vegetation changes propose strategies for the optimal management of rangelands. ampling was conducted using a random-systematic method in the first year, followed by a systematic method in subsequent years. Four transects, each 200 meters long, were established, with a total of 60 plots sampled. Soil properties including EC, pH, organic carbon, total nitrogen, available phosphorus and potassium, and soil texture were measured. Principal Component Analysis (PCA) was employed to determine the relative importance of environmental factors influencing vegetation cover. multivariate statistical methods were used to determine the relationship between crown cover percentage and environmental factors, utilizing XLSTAT and MINITAB version 16 software. The results showed that the seventeen-year average forage production was 240 kg per hectare and the average canopy cover was 26 percent. occurred in the year 1399, while the highest was recorded in 1381. Canopy Cover and production had a strong correlation with annual rainfall, carbon, nitrogen, and silt. Principal component analysis showed that the first four components explained 68.4% of the variations, and Canopy cover and production exhibited strong positive correlations with rainfall, silt, and pH, and negative correlations with soil salinity, phosphorus, and carbon. Finally, the results of this research showed that annual rainfall and soil properties, especially the amount of carbon, nitrogen, silt, clay, potassium, phosphorus, salinity, and pH, play an important role in vegetation changes. Proper rangeland management and consideration to environmental and climatic factors can contribute to the improvement of vegetation and increase forage production in these areas.

Key Words:

Principal component analysis, Monitoring, steppe rangelands, effective factors.