Research Article

Iranian Journal of Range and Desert Research
Vol. 31, No. 4, Page 323- 346 (2024)

DOI: 10.22092/ijrdr.2025.132713

Measurement of vegetation changes related to soil characteristics and livestock grazing Case study: Badamistan pastures of Tarem, Zanjan province

F. Aghajanlou[1]*, P. Akbarzadeh[2] and A.R. Eftekhari[3]

1*-Corresponding author, Assistant Professor, Zanjan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Zanjan,Iran, Email: faghajanloo@yahoo.com
2- Researcher, Zanjan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Zanjan, Iran
3-Research Assistant Professor, Rangeland Research Department, Iran Forestry and Rangeland Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

Received: 03/03/2024 Accepted: 10/07/2024

Abstract

Background and Objectives

Growing awareness of environmental issues and sustainable natural resource management require continuous study and monitoring across various timescales and locations. Ecosystems, including rangelands, undergo constant change. Given their ecological significance, economic role, and vulnerability to irreversible alterations, rangeland monitoring is essential for their ongoing assessment.

Research Methodology

This study monitored changes in vegetation cover and soil indicators over five years at the Dagestan site in Zanjan Province. Field evaluations included plant and soil factors. Plant-related data encompassed canopy cover percentage, litter percentage, species density (where applicable), production, rangeland condition, and trend. Assessments were conducted using established methods, with adequate sampling and proper distribution across different plant communities during both initial evaluation and subsequent monitoring. Soil factors included pH, electrical conductivity, nitrogen, phosphorus, potassium, organic matter content, bulk density, and soil texture.

Results

Statistical analysis of vegetation changes and their effects on soil indicators under grazing and flooding over the five years revealed significant differences in most parameters. Total canopy cover and rangeland production differed significantly between years and site types (grazed vs. exclosure) at the 1% and 5% probability levels, respectively. The highest vegetation cover (56%) was observed in the grazed area in 2018, while the lowest (30%) occurred in the exclosure in 2021. Peak total production (126 g m⁻²) was recorded in the exclosure in 2018, while the lowest (48.7 g m⁻²) occurred in the exclosure in 2021. Total species density showed no significant differences between years, site types, or their interaction. However,

Copyright: © 2024 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by Research Institute of Forests and Rangelands (http://ijrdr.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License(http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

on average, shrub density was higher outside the exclosure, while grass density was higher inside, indicating a significant difference. Vegetation changes due to grazing and flooding affected certain soil parameters. Increased grazing intensity correlated with decreased potassium, phosphorus, nitrogen, organic carbon, and electrical conductivity in the topsoil.

Conclusion

Over the five-year study period, grazing significantly influenced vegetation, and the decline in vegetation cover had a notable impact on soil physical and chemical properties. Vegetation changes in the study area were gradual and shaped by rangeland management practices. Regular monitoring of qualitative and quantitative changes in rangeland vegetation is essential for informed planning and the implementation of effective management strategies for sustainable rangeland use.

Keywords: Badamestan site, grazing, soil properties, monitoring, rangeland evaluation, rangeland management, vegetation cover, Zanjan Province.

.

اندازه‌گیری تغییرات پوشش گیاهی در ارتباط با ویژگی‌های خاک و چرای دام مطالعه موردی: مراتع بادامستان طارم، استان زنجان

فرهاد آقاجانلو [۱*]، پیمان اکبرزاده [۲] و علیرضا افتخاری [۳]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران
پست‌الکترونیک: faghajanloo@yahoo.com

۲- محقق، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۶

چکیده

مقدمه

افزایش شناخت محیط‌زیست و تلاش برای مدیریت پایدار منابع طبیعی نیازمند مطالعه و پایش، در مقیاس‌های زمانی و مکان‌های گوناگون است. تغییرات مداوم را باید جزء جدایی‌ناپذیر هر اکوسیستم دانست. مراتع نیز به‌عنوان اکوسیستم‌های طبیعی از این موضوع مستثنا نیستند. به‌طوری‌که پایش مرتع به مفهوم بررسی مستمر این اراضی با توجه به اهمیت اکولوژیک، کارکردهای اقتصادی و تغییرات دائمی این منابع، موضوعی ضروریست.

روش تحقیق

برای پایش روند و شدت تغییرات پوشش گیاهی و شاخص‌های خاک مراتع، به مدت ۵ سال اطلاعات زمینی در منطقه بادامستان (در دو منطقه قرق و چرا) واقع در استان زنجان ارزیابی و پایش شد. اندازه‌گیری اطلاعات زمینی شامل فاکتورهای گیاهی و خاکی بود. فاکتورهای گیاهی شامل درصد تاج پوشش گونه‌های گیاهی، درصد لاشبرگ، تراکم گونه‌های گیاهی (در مورد مناطق و گونه‌هایی که قابلیت بررسی وجود دارد)، تولید گونه‌های گیاهی، وضعیت و گرایش مرتع بود. ارزیابی با استفاده از روش مناسب و با تعداد نمونه کافی و پراکنش مناسب نمونه‌ها در جوامع گیاهی مختلف در زمان آمادگی مرتع با تکرار انجام شد. ویژگی‌های خاکی شامل اسیدیته، هدایت الکتریکی، ازت، فسفر، پتاسیم، ماده آلی، وزن مخصوص ظاهری و بافت خاک بود.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه آماری اندازه‌گیری تغییرات پوشش گیاهی و اثر آن بر شاخص‌های خاک تحت تأثیر دو حالت چرا و قرق طی بازه زمانی ۵ ساله ارزیابی شد؛ نتایج اختلاف معنی‌داری را بین اغلب شاخص‌ها نشان داد و در این مورد میزان پوشش تاجی کل و میزان تولید کل مرتع بین سال‌های مورد بررسی و نوع منطقه به ترتیب در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد اختلاف معنی‌داری بوده است. بیشترین میزان تاج پوشش گیاهی (۵۶٪) در منطقه چرا شده در سال ۱۳۹۸ و کمترین مقدار آن نیز در منطقه قرق (۳۰٪) در سال ۱۴۰۰ بود. همچنین بیشترین میزان تولید کل در منطقه قرق (۱۲۶ گرم در مترمربع) در سال ۱۳۹۸ و کمترین میزان آن (۴۸/۷ گرم در مترمربع) در منطقه قرق و در سال ۱۴۰۰ بود. نتایج آنالیز تراکم کل گونه‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین سال‌ها، نوع منطقه و اثر متقابل نوع منطقه و سال‌ها وجود ندارد. بااین‌حال، در مقایسه میانگین داده‌ها ملاحظه شد که تراکم بوته‌ای‌ها در خارج قرق و علفی‌ها در داخل قرق از میزان بیشتری برخوردار بوده و دارای اختلاف معنی‌دار هستند. پوشش گیاهی تحت تأثیر دو حالت قرق و چرا توانسته برخی از پارامترهای مربوط به شاخص‌های خاک را تحت تأثیر قرار دهد. بررسی خاک منطقه تحت تأثیر فشار چرا نشان داد که افزایش شدت چرا باعث کاهش میزان پتاسیم، فسفر، نیتروژن، کربن آلی و هدایت الکتریکی سطح خاک شده است.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی طی بازه ۵ ساله تغییرات پوشش گیاهی در اثر چرا معنی‌دار بوده است و کاهش پوشش گیاهی اثر معنی‌داری بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گذاشته است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، روند تغییرات پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه کند و تحت تأثیر چرای دام بوده است، درنتیجه بررسی تغییرات کمی و کیفی پوشش گیاهی مراتع در فواصل زمانی معین و آگاهی از روند وضعیت آن یکی از موارد مهم برای برنامه‌ریزی و اعمال مدیریت صحیح بهره‌برداری از مراتع است.

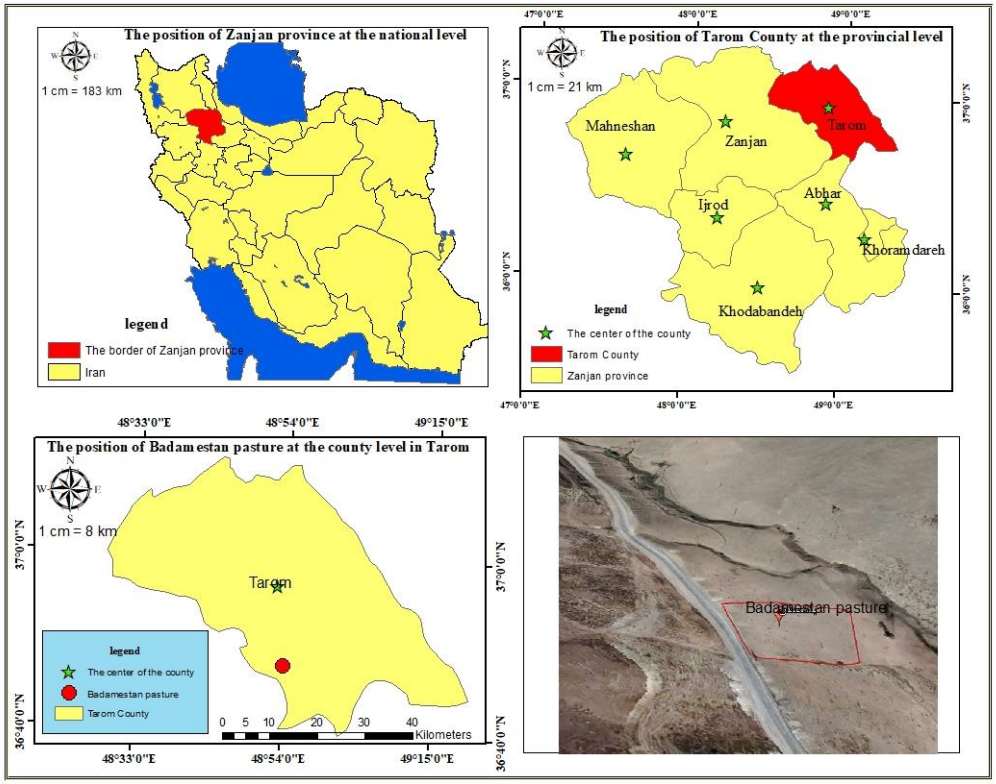
واژه‌های کلیدی: ارزیابی مراتع، استان زنجان، پایش، مدیریت مراتع، منطقه بادامستان.

مقدمه

در سطح کره زمین زیست‌بوم‌های متعددی وجود دارد و در این میان مراتع با پوشش گیاهی طبیعی یکی از مهمترین سرمایه‌های ملی با کاربردهای گوناگون ازجمله تولید علوفه، ارزش زیستگاهی، تولید انرژی و ... است، به همین دلیل مدیریت آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Pettorelli *et al.*, 2005). از سویی پوشش گیاهی نقش اساسی در حفاظت خاک و آب، کاهش گازهای گلخانه‌ای و ... دارد و در ایجاد شرایط پایداری محیطی (آب‌وهوا) نقش به‌سزایی ایفا می‌نماید و هرگونه تغییر در آن، محیط‌زیست را دگرگون می‌کند (Weishou *et al.*, 2011). تخریب پوشش گیاهی موجب کاهش مواد آلی خاک و درنهایت زوال و نابودی خاک را به همراه دارد (Yuan *et al.*, 2011; Akbarzadeh and Nikoo., 2024). بنابراین شناخت و آگاهی از پوشش گیاهی و عوامل اثرگذار بر آن در برنامه‌ریزی‌های محیطی، آمایش سرزمین و توسعه پایدار دارای اهمیت زیادی است (Zare Khormizi and Ghaffarian Malmiri, 2022). در ارزیابی، اطلاعات به‌دست‌آمده از طریق اندازه‌گیری و پایش، تجزیه‌وتحلیل می‌شود، ضمن آنکه نتایج حاصـل از ارزیابی می‌تواند در چارچوب برنامه‌های مدیریت مرتع (وضعیت، گرایش و تولید) و یا در راستای اهداف اکولوژیک (تعیین وضعیت و سلامت مرتع) استفاده شود (Arzani and Shahriari, 2006). یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی مراتع، بررسی وضعیت پوشش گیاهی است که نقش مهمی در ارزیابی ساختار و عملکرد مراتع دارد (Ebrahimi, 2016). پوشش مرتعی در گذر زمان در اثر عوامل انسانی و طبیعی دچار تغییر و تحول می‌شود و شرایط و عملکرد اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Rouse *et al.*, 1973). ارزیابی پوشش گیاهی یکی از موارد مهم در جهت مدیریت صحیح مراتع است (Imani *et al.*, 2010; Akbarzadeh and Nikoo., 2022). به همین منظور، پارامترهای مربوط به پوشش گیاهی (درصد تاج پوشش، تولید، تراکم گیاهان و ...) و شاخص‌های مربوط به خاک (اسیدیته، هدایت الکتریکی و ...) در دو حالت چرا و قرق در مراتع بادامستان اندازه‌گیری شد. مطالعات گوناگونی در مورد اندازه‌گیری و پایش تغییرات پوشش گیاهی مراتع و ارتباط آن با شاخص‌های خاک در سطح جهان انجام داده‌اند. نتایج این تحقیقات نشان می‌دهد که چرا، قرق و ... تأثیر زیادی بر وضعیت پوشش گیاهی و خاک منطقه دارند که در ذیل به بعضی آنها اشاره شده است.

Wahabi و همکاران (۱۹۹۶) در تحقیق به بررسی اثر قرق و چرای دام به مدت ۵ سال در منطقه فریدن اصفهان پرداخته‌اند و نتایج حکایت از آن دارد که چرای دام و قرق، تأثیر معنی‌داری بر پوشش گیاهی منطقه داشته است. Huang و همکاران (۲۰۱۹) به ارزیابی اثر مناطق حفاظت‌شده (قرق) بر شاخص‌های زیستی خاک در جنوب‌شرقی کشور چین پرداخته‌اند. نتایج تحقیق آنان نشان داد قرق موجب افزایش فعالیت زیستی خاک می‌شود اما جایگزینی رویشگاه‌های طبیعی با گونه‌های گیاهی دست کاشت ممکن است باعث کاهش فعالیت‌های زیستی خاک شود. در تحقیق دیگر Singh و همکاران (۲۰۲۰) اثر تخریب رویشگاه‌های طبیعی (در اثر تغییرات کاربری اراضی) بر روی فعالیت‌های آنزیمی خاک را مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که حذف پوشش گیاهی طبیعی موجب کاهش فعالیت‌های آنزیمی در داخل خاک می‌شود. در یک بررسی دیگر، Ozpour و همکاران

(۲۰۲۰) به پایش پوشش گیاهی حوضه آبخیز ایلام در ارتباط با خشک‌سالی پرداخته‌اند که نتایج نشان داد که تغییرات پوشش گیاهی در طول زمان با شدت خشک‌سالی ارتباط مستقیم دارد. Fenetahun و همکاران (۲۰۲۱) اثر تخریب پوشش گیاهی بر روی مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد تخریب پوشش گیاهی باعث کاهش فعالیت‌های زیستی در خاک می‌شود و تأثیر آن بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک معنی‌دار است. در همین راستا، نتایج تحقیق Raiesi و Beheshti (۲۰۲۲) که به بررسی شاخص کیفیت خاک، تحت تأثیر تخریب رویشگاه‌های طبیعی در استان گیلان و گلستان پرداخته‌اند، نشان داد که تخریب رویشگاه‌ها در سطح این دو استان موجب افت شدید کیفیت خاک شده است. نتایج تحقیق Amani و همکاران (۲۰۲۲) که به بررسی اثر شدت تخریب مراتع مشجر بر فعالیت‌های اکو شیمی خاک در منطقه میرکلاه نوشهر پرداخته‌اند، نشان داد که تخریب خاک در سطح منطقه توانسته بر شاخص‌های زیستی خاک اثر قابل‌توجهی داشته باشد و حفاظت پوشش گیاهی طبیعی موجب افزایش خصوصیات کیفی و سلامت خاک می‌شود. رویشگاه‌های مرتعی بادامستان استان زنجان، با توجه به تعداد بالای دام غیرمجاز و بهره‌برداری بی‌رویه از مراتع و شرایط اقلیمی منطقه، جزء مناطق بسیار حساس در سطح استان به‌شمار می‌رود؛ متأسفانه در سالیان گذشته به‌شدت تحت چرای دام قرارگرفته و بخش زیادی از این مراتع تخریب شده است؛ هدف این تحقیق، بررسی اثر قرق بر پوشش گیاهی (میزان تولید، تراکم، پوشش و ...) و تأثیر آن بر خصوصیات خاک (اسیدیته، هدایت الکتریکی و ...) در سطح مرتع مذکور و بررسی رابطه بین این دو پارامتر در منطقه قرق و چرا (پوشش گیاهی و خصوصیات خاک) است. در این پژوهش به اندازه‌گیری تغییرات پوشش مراتع و ارتباط آن با شاخص‌های خاک پرداخته شد و درنهایت رابطه بین قرق و عملکرد پوشش گیاهی و تأثیر آن بر خصوصیات خاک بررسی شده است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در سطح استان زنجان و ایران

Figure 1- Location of the study area in Zanjan province, Iran.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل یک منطقه قرق به مساحت ۵ هکتار و اطراف منطقه قرق به‌عنوان منطقه چرا شده است. هر دو منطقه در استان زنجان و شهرستان طارم قرار دارند. منطقه قرق با نام بادامستان از مناطق اجرایی طرح علوفه قابل‌برداشت است. منطقه چرا شده با همان نام منطقه قرق در مجاورت آن قرار دارد.

منطقه مورد مطالعه در مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه و ۳۶ ثانیه عرض شمالی و ۴۸ درجه ۴۸ دقیقه و ۲۱ ثانیه طول شرقی در ارتفاع تقریبی ۲۱۵۰ متر از سطح دریا واقع شده است. منطقه چرا شده نیز در مجاور منطقه قرق در ارتفاع تقریبی ۲۱۵۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. تعداد دام موجود در عرصه ۲ برابر ظرفیت مرتع است و بیشتر از نوع دام‌های سبک ازجمله گوسفند و بز است (نتایج بررسی‌های میدانی) و مرتع مذکور از سال ۱۳۷۹ تا اوایل سال ۱۴۰۰ قرق بوده است (شکل ۲). مناطق یادشده در ۴۵ کیلومتری جاده اصلی زنجان به طارم و در منطقه بادامستان قرار دارند. مناطق یادشده در یک منطقه کوهستانی با شیب کمتر از ۱۰ درصد (بدون شیب) واقع شده‌اند (شکل ۱).

شکل ۲- قرق مرتع بادامستان با فنس و پایه‌های فلزی به‌منظور جلوگیری از ورود دام

Figure 2- Badamestan Rangeland exclosure with fenceing and metal bases to prevent domestic animals from entering

روش تحقیق

اندازه‌گیری اطلاعات زمینی

اندازه‌گیری اطلاعات زمینی شامل فاکتورهای گیاهی و خاکی است. فاکتورهای گیاهی شامل درصد تاج پوشش گونه‌های گیاهی، درصد لاشبرگ، تراکم گونه‌های گیاهی (در مورد مناطق و گونه‌هایی که قابلیت بررسی وجود دارد)، تولید گونه‌های گیاهی، وضعیت مرتع و گرایش مرتع بوده است. ارزیابی با استفاده از روش مناسب و با تعداد نمونه کافی و پراکنش مناسب نمونه‌ها در جوامع گیاهی مختلف در زمان آمادگی مرتع و با تکرار انجام شد. فاکتورهای خاکی شامل اسیدیته، هدایت الکتریکی، ازت، فسفر، پتاسیم، ماده آلی، وزن مخصوص ظاهری و بافت خاک است.

گونه‌های گیاهی در سه کلاس خوش‌خوراکی I، II و III با استفاده از کتاب کد گیاهان مرتعی و تلفیق آن با دانش بومی و با توجه به در نظر گرفتن ترکیب گیاهی کدگذاری شده و شکل رویشی و طول عمر آنها تعیین شده است.

- ارزیابی شاخص‌های پوشش گیاهی در مرتع

برای بررسی پوشش، تراکم و تولید گیاهی در مرتع بادامستان، به‌منظور مشخص نمودن تأثیر قرق طی بازه زمانی مشخص (۱۴۰۰-۱۳۹۶) بر پوشش گیاهی و خاک مرتع، اقدام به بررسی و اندازه‌گیری تغییرات پوشش گیاهی براساس

سه مشخصه پوشش گیاهی ازجمله فرم رویشی (علفی، گراس و بوته‌ای)، خوش‌خوراکی (کلاس I، کلاس II و کلاس III) و پایایی (یکساله و چندساله) طی بازه زمانی ۵ ساله شد. طی بازدیدهای صحرایی، ابتدا تیپ گیاهی معرف انتخاب شد. آنگاه در داخل تیپ گیاهی محدوده مورد مطالعه مشخص گردید. نمونه‌گیری در این محدوده به روش تصادفی- سیستماتیک بوده است. بدین منظور محل اولین خط ترانسکت در منطقه کلید با پرتاب سنگ به‌صورت تصادفی تعیین شد، سپس محل اولین پلات نیز روی هر خط ترانسکت به‌صورت تصادفی مشخص گردید، در ادامه انتخاب دیگر ترانسکت‌ها و دیگر پلات‌ها روی هر ترانسکت به‌صورت سیستماتیک انجام شد. به‌این‌ترتیب موقعیت اولین ترانسکت و اولین پلات در ترانسکت در سال اول تصادفی انتخاب‌شده و موقعیت بقیه ترانسکت‌ها و پلات‌ها به‌صورت سیستماتیک بود و برای سال‌های مطالعه ثابت است؛ به‌طوری‌که تعداد ترانسکت‌ها ۴ عدد، طول ترانسکت ۱۰۰ متر، شکل پلات مربعی و تعداد آن ۴۰ عدد (۱ متر* ۱ متر) بر روی ترانسکت به فاصله ۳ متری از هم قرار گرفته است.

اندازه‌گیری درصد تاج پوشش گونه‌های گیاهی (نیمه دوم خردادماه) داخل پلات به‌صورت تصویر عمودی و صرف‌نظر از هم‌پوشانی (درصد پوشش حداکثر برابر صد بود) به تفکیک گونه‌های دائمی با اندازه‌گیری دو قطر عمود برهم هر پایه درون پلات و تخمین مجموع یکساله‌ها انجام شده است. اندازه‌گیری تراکم براساس روش شمارش در پلات است، به این شکل که تعداد پایه‌های گونه‌های دائمی که در داخل پلات قرار داشته و قابل‌تفکیک نیز باشند، شمارش شده است (برای اندازه‌گیری تولید بیوماس کل مرتع مدنظر بود، نه فقط تولید گونه‌های قابل چرای دام). ازاین‌رو تولید سالانه همه گونه‌های گیاهی بررسی شد. تولید گونه‌های گیاهی به تفکیک گونه‌های چندساله و مجموع گونه‌های یکساله بررسی شد و برای بررسی تولید گیاهان گندمی و علفی میزان زی‌توده گیاه از سطح یک سانتی‌متری خاک برداشت گردید اما برای گیاهان بوته‌ای رشد سال جاری برداشت شده است (روش کار براساس دستورالعمل مصوب سازمان آموزش تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی است).

پوشش تاجی هرگونه گیاهی با روش اندازه‌گیری سطح تاج پوشش در پلات انجام شد تا درصد پوشش گونه در مرتع به‌دست آید. علاوه بر این، درصد پوشش سنگ و سنگریزه، درصد لاشبرگ و درصد خاک لخت نیز بررسی شد. در این روش از برآورد یا تخمین استفاده نشده و اندازه‌گیری دو قطر گیاه برای تعیین درصد تاج پوشش (یکساله و چندساله) مدنظر بوده است. در ادامه تراکم همه گونه‌های گیاهی در این تحقیق بررسی شد (تراکم در هکتار)، برای این کار از روش ترانسکت کوادرات استفاده گردید و پایه‌های گونه‌های گیاهی در پلات‌ها شمارش شدند، این کار در مناطق و گونه‌هایی که قابلیت شمارش را دارند انجام شده است (Arzani and Abedi., 2013).

برای ارزیابی تولید مرتع (کیلوگرم در هکتار) از روش تناسب بین پوشش و تولید مرتع بهره گرفته شد و به‌منظور تعیین وضعیت مرتع از دو روش چهار فاکتوری و شش فاکتوری تعدیل‌یافته استفاده شده است و برای تعیین گرایش مرتع از روش امتیازدهی موسوم به روش ترازو و روش قیاسی استفاده گردیده است. روش ترازو، روشی است که توسط اداره جنگل‌بانی آمریکا ابداع شده و در ایران به روش ترازوی گرایش مرتع مرسوم است. در این روش، برای پوشش گیاهی و خاک به ترتیب در هریک از مراحل مختلف وضعیت مرتع امتیاز داده می‌شود. این تفکیک مراحل وضعیت و دادن امتیاز در اجرای دقیق ارزیابی به کارشناسان کمک می‌نماید. در این روش فاکتورهای مثبت و منفی متعددی مورد مطالعه قرار می‌گیرد و هریک از فاکتورها که در مرتع مورد مطالعه مصداق داشته باشد، نمره مربوط را اخذ می‌نماید و درنهایت، در صورتی که مجموع نمرات مثبت از مجموع نمرات منفی بیشتر باشد، گرایش مثبت، در صورتی که این دو مجموع باهم برابر باشد، روند گرایش ثابت و اگر مجموع نمرات منفی بیشتر باشد، گرایش منفی خواهد بود اما روش قیاسی به هریک از عوامل مؤثر در جهت حرکت مرتع به سمت اوج یا قهقرا هم در گیاهان و هم در خاک امتیازی می‌دهد و درنهایت جمع جبری امتیازات

مثبت و منفی، گرایش مرتع را مشخص خواهد کرد.

– ارزیابی شاخص‌های خاکی در مرتع

در منطقه مورد مطالعه، سه نمونه خاک از زیر پای بوته‌ها و سه نمونه از فضای لابه‌لای بوته‌ها در درون منطقه قرق و نیز سه نمونه خاک از زیر پای بوته‌ها و سه نمونه از فضای لابه‌لای بوته‌ها در منطقه تحت چرا (غیر قرق) برداشت شده است. برداشت خاک تنها از افق سطحی (افق ژنتیکی) بوده و بافت خاک تنها در سال اول طرح بررسی شده است. ماده آلی و وزن مخصوص ظاهری در سال‌های اول، سوم و پنجم بررسی شده و بقیه موارد تنها در سال‌های اول و پنجم بررسی گردیده است. برداشت خاک از ترانسکت‌های اول، دوم و سوم انجام شد. بدین ترتیب که در هر ترانسکت از سه نقطه ابتدایی، میانی و انتهایی ترانسکت خاک سطحی برداشته‌شده و بعد کل نمونه‌های برداشت‌شده باهم ترکیب شده است. برداشت خاک در سال‌های اول و پنجم به میزان ۲ کیلوگرم و در سال سوم نیم کیلوگرم بوده است. در سال دوم و چهارم برداشت خاک انجام نشده که جزئیات بیشتر کار در دستورالعمل نمونه‌برداری خاک آمده است.

تعداد ۶ نمونه خاک هریک به وزن حدود ۲ کیلوگرم از ترانسکت های اول، دوم و سوم انجام شد. برداشت خاک در دو منطقه قرق و چرا شده همزمان با ترانسکت‌گذاری انجام گردید. بدین ترتیب که در هر ترانسکت از سه نقطه ابتدایی، میانی و انتهایی ترانسکت، خاک سطحی از زیر پای بوته (بوته مشخص و ثابت در طول سال‌های آماربرداری) و از فضای بین بوته‌ها برداشته شد و بعد کل سه نمونه برداشت‌شده (نقطه ابتدایی، میانی و انتهایی ترانسکت) در هر ترانسکت باهم ترکیب شدند (پای بوته– فضای بین بوته‌ها). ازاین‌رو جمعاً ۶ نمونه خاک در منطقه‌های فاقد قرق و ۱۲ نمونه خاک در منطقه‌های دارای قرق برداشت گردید. در مورد عمق نمونه‌برداری، مرور منابع مختلف ازجمله Lindquist و Annunzio (۲۰۱۶) و دستورالعمل نمونه‌برداری خاک که توسط سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کشور (۱۳۹۵) تهیه شد، نشان می‌دهد که بهترین عمق برای نمونه‌برداری خاک در مراتع بیابانی و خشک و مراتع نیمه‌خشک و مرطوب به ترتیب ۵–۱۰ سانتی‌متر و ۱۵–۱۸ سانتیمتر است، به همین دلیل در این پژوهش، برداشت خاک تنها از افق سطحی (افق ژنتیکی) و با مقادیر یادشده انجام شده است.

– تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

پس از جمع‌آوری داده‌ها در سال‌های مختلف (۵ سال آماربرداری)، برای مقایسه داده‌های منطقه‌های دارای قرق از تجزیه واریانس فاکتوریل و برای منطقه‌های فاقد قرق از تجزیه واریانس طرح کاملاً تصادفی و برای هر دو طرح از آزمون GLM (General Linear Model) در نرم‌افزار Minitab16 استفاده‌شده و برای مقایسه میانگین سال‌ها نیز از آزمون توکی (Tukey) استفاده شده است. ارتباط داده‌های میزان ماده آلی، ازت، فسفر و پتاسیم با درصد تاج پوشش و میزان تولید توسط آزمون همبستگی (Correlation) ارزیابی شد. بنابراین همبستگی پوشش گیاهی و تولید با هریک از موارد ذکرشده بررسی گردید و مشخص می‌شود که روند تغییرات فاکتور مورد بررسی منطبق با کدام ویژگی اقلیمی و یا خاکی است. از رگرسیون گام‌به‌گام (Stepwise regression) نیز برای شناخت مؤثرترین عامل‌ها و درنهایت پیش‌بینی مدل برای پیش‌بینی تاج پوشش و تولید استفاده شد. در رگرسیون گام‌به‌گام (هم برای منطقه قرق و هم منطقه چرا شده به صورت جداگانه بررسی شد) علاوه بر مواردی که در بخش همبستگی به آن اشاره شد دو عامل EC و pH نیز باید بررسی شود.

– تیمارهای مورد بررسی

در این تحقیق سه تیمار به شرح ذیل بررسی می‌شود:

تیمار اول تأثیر گذر زمان (۱۴۰۰–۱۳۹۶) بر پوشش گیاهی منطقه مذکور را مورد بررسی قرار داده، درواقع تغییرات پوشش گیاهی منطقه را با گذشت زمان مدنظر دارد، اما عوامل ایجادکننده این تغییرات در این تیمار مدنظر نیست، ازجمله عوامل انسانی، اقلیمی و ... . تیمار دوم اثر قرق را بر پوشش

گیاهی بررسی کرده است، به‌منظور شناسایی تأثیر شدت چرا و ... بر پوشش گیاهی منطقه انجام شده است و تیمار سوم اثر متقابل زمان و شدت چرا را به‌منظور آشکار شدن تأثیر متقابل این دو تیمار بر پوشش گیاهی منطقه بررسی نموده است، درنهایت شدت اثر متقابل گذر زمان و شدت چرا بر پوشش گیاهی منطقه را مشخص و روند تغییرات پوشش گیاهی را روشن می‌کند.

نتایج

– فهرست گونه‌های گیاهی در منطقه بادامستان

جدول (۲) فهرست گونه‌های گیاهی در منطقه بادامستان را به همراه ویژگی‌های زیستی آنها نشان می‌دهد. تیپ گیاهی منطقه قرق -*Astragalus* spp– *Bromus tomentellus*-*Festuca ovina* بوده، گونه‌های مهم همراه در محدوده عرصه قرق شامل گونه‌های *Thymus kotschyanus*، *Tanacetum polycephalum*، *Acantholimon festucaceum* و *Elymus hispidus* است. در ضمن فهرست فلوریستیک عرصه قرق و شکل‌های زیستی گونه‌ها در جدول (۱) به تفکیک تیره‌های گیاهی آورده شده است. به‌طورکلی فصل رویش گیاهی از حدود اوایل فروردین‌ماه تا اواخر تیرماه طول می‌کشد. تمام اندازه‌گیری (تولید، تاج پوشش و ...) در داخل منطقه چرا نیز برای این گونه‌ها (در صورت وجود) بررسی شده است.

بررسی کل پوشش گیاهی مرتع بادامستان طی سال‌های مختلف (تیمار سال) نشان از کاهش پوشش گیاهی در سطح مرتع مذکور دارد، تغییرات کل پوشش گیاهی در سال ۱۳۹۶، ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ نسبت به سال ۱۴۰۰ معنی‌دار است. در ادامه بررسی مقایسه میانگین پوشش گیاهی براساس فرم رویشی (علفی، گراس‌ها و بوته‌ای)، تحت تأثیر تیمار اول (گذر زمان) نشان از معنی‌دار نبودن اثر این تیمار دارد؛ از لحاظ پایایی نیز اثر این تیمار بر گیاهان چندساله معنی‌دار نیست اما اثر معنی‌داری بر گیاهان یکساله داشته است.

مقایسه میانگین میزان کل پوشش گیاهی تحت تأثیر تیمار دوم (قرق و چرا) دارای اختلاف معنی‌دار و نشان از افزایش پوشش گیاهی در مناطق چرا شده نسبت به مناطق قرق دارد. تیمار دوم بر میزان پوشش گیاهی گیاهان علفی و گراس‌ها اثر معنی‌داری نداشته است اما توانسته بر میزان پوشش گیاهان بوته‌ای در قطعه چرا شده اثر معنی‌داری بگذارد و موجب افزایش پوشش گیاهان بوته‌ای شود. مقایسه میانگین میزان کل پوشش گیاهی از لحاظ پایایی (یکساله و چندساله) نیز معنی‌دار است و میانگین پوشش گیاهی در گیاهان یکساله و چندساله در مناطق چرا شده نسبت به منطقه قرق به ترتیب در اثر این تیمار کاهش و افزایش یافته است. در کل، مقایسه میانگین میزان کل پوشش تحت تأثیر متقابل تیمار اول و دوم (سال و منطقه) نشان داد که در قطعه قرق سال ۱۴۰۰ این اختلاف معنی‌دار است و پوشش گیاهی نسبت به سال‌های گذشته در قطعه قرق شده کاهش پیدا کرده است، در سایر سال‌ها و قطعات چرا و قرق شده اختلاف در میزان پوشش وجود دارد اما از لحاظ آماری معنی‌دار نیست. اثر متقابل دو تیمار بر روی گیاهان گراس‌ها و علفی معنی‌دار نیست اما بر روی گیاهان بوته‌ای در قطعه چرا شده در سال ۱۳۹۶ نسبت به ۱۴۰۰ معنی‌دار است و میزان پوشش (گیاهان بوته‌ای) در این قطعه (چرا شده) افزایش یافته است. اثر متقابل دو تیمار بر میزان پوشش گیاهان چندساله و یکساله نشان داد که در گیاهان چندساله اختلاف وجود دارد اما میزان این تغییرات زیاد نیست. در برخی سال‌ها ازجمله سال ۱۴۰۰ در قطعه قرق میزان پوشش معنی‌دار است اما اثر آن بر روی گیاهان یکساله معنی‌دار است و میزان پوشش گیاهی در هر قطعه قرق و چرا در گیاهان یکساله کاهش یافته است (جدول ۲).

جدول ۱- فهرست گونه‌های گیاهی در سایت بادامستان

Table 1- List of plant species in Badamestan site

species	family	life span	Vegetative form of plants	palatability
Hetranthelium piliferum L.	Poaceae	A	G	III
Bromus tectorum L.	Poaceae	A	G	III
Bromus danthoniae Trin.	Poaceae	A	G	III
Alyssum sp L.	Brassicaceae	A	F	II
Medicago radiate L.	Papilionaceae	A	F	I
Medicago regidula L.	Papilionaceae	A	F	I
Ziziphora tenuir L.	Lamiaceae	A	F	III
Minuartia meyeri (Boiss.) Bornm.	Caryophyllaceae	A	F	III
Tragopogon officinalis	Papilionaceae	A	F	II
Velezia rigida L.	Caryophyllaceae	A	F	III
Elymus hispidus (Opiz) Melderis	Poaceae	P	G	II
Bromus tomentellus Boiss.	Poaceae	P	G	I
Festuca ovina L.	Poaceae	P	G	I
Poa bulbosa L.	Poaceae	P	G	III
Stipa hohenackeriana Trin. & Rupr	Poaceae	P	G	II
Tanacetum polycephalum Schultz	Astraceae	P	F	III
Lotus gebelia Vent.	Papilionaceae	P	F	III
Astragalus citrinus L.	Papilionaceae	P	F	I
Achillea setacea Waldst. & Kit.	Astraceae	P	F	III
Astragalus liliacinus L.	Papilionaceae	P	F	I
Anthemis tinctoria L.	Astraceae	P	F	II
Centaurea aucheri (DC.) Wegenitz	Astraceae	P	F	II
Centaurea virgate Lam.	Astraceae	P	F	II
Chaerophylum macropodum Boiss.	Apiaceae	P	F	II
Eryngium billardieri F. Delaroche	Apiaceae	P	F	III
Erysimum crassipes Fisch. & C.A.Mey.	Brassicaceae	P	F	II
Hypericum scabrum L.	Hypericaceae	P	F	III
Phlomis olivieri Benth.	Lamiaceae	P	F	III
Prangos ferulacea (L.) Lindl.	Apiaceae	P	F	III
Stachys lavandolifolia Vahl.	Lamiaceae	P	F	III
Scariola orientalis (Boiss.) Sojak	Astraceae	P	F	II
Vinca herbacea Walds & Kit.	Apocinaceae	P	F	III
Teucrium chamaedrys L.	Lamiaceae	P	F	III
Euphorbia monticola L.	Euphorbiaceae	P	F	III
Astragalus curvirostries L.	Papilionaceae	P	F	I
Nepeta heliotropipholia Lam.	Lamiaceae	P	F	III
Silene aucheriana Boiss	Caryophyllaceae	P	F	III
Silene ampullata	Caryophyllaceae	P	F	III
Silene bupleuroides	Caryophyllaceae	P	F	III
Onosma microcarpum DC.	Boraginaceae	P	F	III
Marrubium cuneatum russell	Lamiaceae	P	F	III
Dianthus orientalis Adams	Caryophyllaceae	P	F	I
Scorzonera phaeopappa (Boiss) Boiss.	Astraceae	P	F	II
Acantholimon festucaceum (Jaub& Spach) Boiss.	Plumbaginaceae	P	Sh	III
Astragalus rubristriatus	Papilionaceae	P	Sh	III
Astragalus tricholobus	Papilionaceae	P	Sh	III
Thymus kotschyanus	Lamiaceae	P	F	III
Astragalus caspicus	Papilionaceae	P	Sh	III
Crataegus meyeri A.Pojark	Rosaceae	P	B.T.	II

A: Annual; P: Perennial; Sh: Shrubs; G: Grasses; F: Forbs; B.T: Bush tree

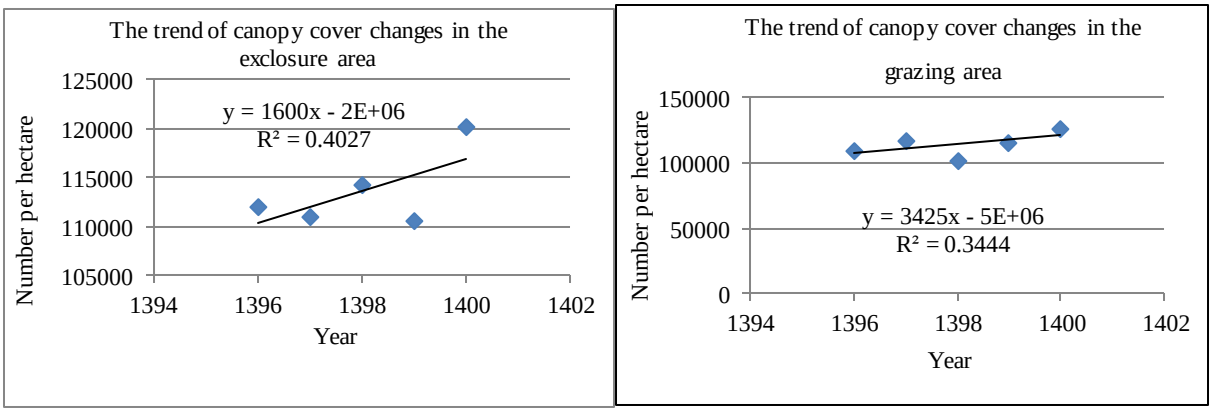
جدول ۲- مقایسه میانگین میزان پوشش در تیمارهای اعمال‌شده در فرم‌های رویشی مختلف

Table 2- Comparison of the average amount of coverage in treatments applied in different vegetative forms

year		Total Cover	Grass Cover	Forb Cover	Shrub Cover	Perennial Cover	Annual Cover
1396		43.97 ± 2.17^{a}	21.14±2.29^{a}	9.37±1.22^{a}	7.53±2.85^{a}	38.04±2.80^{a}	5.93±1.56^{ab}
1397		46.78 ± 2.17^{a}	15.26±2.29^{a}	9.84±1.22^{a}	10.19±2.85^{a}	35.29±2.80^{a}	11.49±1.56^{a}
1398		49.78± 2.17^{a}	21.39±2.29^{a}	6.96±1.22^{a}	11.79±2.85^{a}	40.14±2.80^{a}	9.61±1.56^{a}
1399		51.11 ±2.17^{a}	21.04±2.29^{a}	7.51±1.22^{a}	11.09±2.85^{a}	39.64±2.80^{a}	11.47±1.56^{a}
1400		34.81 ±2.17^{b}	15.59±2.29^{a}	6.65±1.22^{a}	10.16±2.85^{a}	32.39±2.80^{a}	2.41±1.56^{b}
Site							
Exclosure		43.30 ±1.37^{b}	19.05±1.45^{a}	7.92±0.77^{a}	6.28±2.85^{b}	33.25±1.77^{b}	10.05±0.98^{a}
Grazing		47.27 ±1.37^{a}	18.72±1.45^{a}	8.21±0.77^{a}	14.03±2.85^{a}	40.96±1.77a	6.32±0.98^{b}
year*type							
1396	E	41.89 ± 3.07^{abc}	21.97±3.24^{a}	10.09±1.73^{a}	2.05±4.03^{b}	34.11±3.96^{ab}	7.77±2.20^{abc}
1396	G	46.05± 3.07^{ab}	20.30±3.24^{a}	8.66±1.73^{a}	13.01±4.03^{ab}	41.98±3.96^{ab}	4.07±2.20^{bc}
1397	E	50.90 ± 3.07^{ab}	18.40±3.24^{a}	10.25±1.73^{a}	8.03±4.03^{ab}	36.68±3.96^{ab}	14.23±2.20^{ab}
1397	G	42.66 ± 3.07^{abc}	12.13±3.24^{a}	9.43±1.73^{a}	12.36±4.03^{ab}	33.91±3.96^{ab}	8.75±2.20^{abc}
1398	E	43.45 ± 3.07^{abc}	19.37±3.24^{a}	6.20±1.73^{a}	7.30±4.03^{ab}	32.88±3.96^{ab}	10.57±2.20^{abc}
1398	G	56.06 ± 3.07^{a}	23.4±3.24^{a}	7.73±1.73^{a}	16.29±4.03^{a}	47.41±3.96^{a}	8.65±2.20^{abc}
1399	E	50.19 ± 3.07^{ab}	20.25±3.24^{a}	6.69±1.73^{a}	8.20±4.03^{ab}	35.14±3.96^{ab}	15.05±2.20^{a}
1399	G	52.04± 3.07^{ab}	21.84±3.24^{a}	8.32±1.73^{a}	13.98±4.03^{ab}	44.14±3.96^{ab}	7.90±2.20^{abc}
1400	E	30.08 ± 3.07^{c}	15.25±3.24^{a}	6.38±1.73^{a}	5.83±4.03^{ab}	27.45±3.96^{b}	2.62±2.20^{c}
1400	G	39.54 ± 3.07^{bc}	15.92±3.24^{a}	6.91±1.73^{a}	14.50±4.03^{ab}	37.34±3.96^{ab}	2.20±2.20^{c}

G: Grazing area; E: Exclosure area

Different letters indicate statistically significant differences between coverage, yield, and density in years of study.



شکل ۳- نمودار و روند تغییرات درصد کل تاج پوشش در قطعه قرق و چرا شده در سالهای مختلف در منطقه بادامستان

Figure 3- Chart and trend of changes in percentage of the total canopy cover in the grazed plot in different years in Badamestan site

شکل (۳) رابطه رگرسیونی بین درصد تاج پوشش گیاهی در منطقه چرا شده و قرق را در رابطه با گذر زمان (۱۳۹۶-۱۴۰۰) نشان می‌دهد که در آن گذر زمان به‌عنوان متغیر مستقل و تغییرات پوشش گیاهی به‌عنوان متغیر وابسته آورده شده است. درصد تاج پوشش در قطعه‌های چرا شده در سال‌های ۱۳۹۶، ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ بیشتر از مناطق قرق بوده اما در سال ۱۳۹۷ درصد تاج پوشش در قطعه قرق بیشتر از قطعه چرا شده است (شکل۳). در کل روند تغییرات درصد کل تاج پوشش در منطقه قرق روندی نزولی است اما درصد تاج پوشش کل در منطقه چرا شده روندی صعودی را نشان می‌دهد و این بیان‌کننده این موضوع است که با گذشت زمان در منطقه چرا میزان تاج پوشش کل افزایش‌یافته اما در منطقه قرق کاملاً بعکس است (شکل ۳)

- بررسی تغییرات تولید (بیوماس هوایی) تحت تأثیر تیمارهای مختلف

برای بررسی تولید گیاهی، اقدام به اندازه‌گیری میزان آن در دو قطعه چرا و قرق طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰ شد. سپس میزان تولید براساس فرم‌های رویشی مختلف ازجمله گیاهان علفی (چمنی)، گیاهان گراس‌ها و پوشش گیاهان بوته‌ای اندازه‌گیری گردید؛ در ادامه میزان تولید در سه کلاس مختلف نیز بررسی شد و درنهایت تغییرات میزان تولید نیز براساس گیاهان چندساله (گیاهان یکساله در بحث اندازه‌گیری تراکم حذف شده است) ارزیابی گردید.

بررسی اثر تیمار اول (سال) بر روی تولید کل مرتع بادامستان نشان داد که تغییرات آن طی بازه زمانی مورد مطالعه در سطح یک درصد معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که تولید کل پوشش گیاهی مرتع (چندساله) بادامستان طی بازه زمانی مورد مطالعه دچار تغییر و تحول شده است. در ادامه، بررسی اثر تیمار اول بر روی تراکم فرم‌های رویشی مختلف گیاهان چندساله (علفی، گراس‌ها و بوته‌ای) نشان داد که تیمار اول بر گیاهان با فرم رویشی علفی و گراس‌ها به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار است اما بر گیاهان با فرم رویشی بوته‌ای اثر معنی‌داری نداشته است.

بررسی اثر تیمار اول بر روی میزان تولید گیاهان مرتعی یکساله و چندساله به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بوده است و این نشان می‌دهد که تیمار اول در بازه زمانی ۱۳۹۶-۱۴۰۰ توانسته بر میزان تولید گیاهان یکساله و چندساله اثر بگذارد. در ادامه بررسی نتایج تجزیه‌وتحلیل واریانس‌ها، به بررسی اثرهای تیمار اول بر میزان لاش‌برگ و درصد خاک لخت پرداخته شد که نتایج حکایت از آن دارد که اثر این تیمار اول بر این دو پارامتر (لاش‌برگ و درصد خاک لخت) به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بوده است.

بررسی اثر تیمار دوم (نوع منطقه (چرا و قرق)) بر روی میزان کل تولید مرتع بادامستان نشان داد که در سطح ۵ درصد معنی‌دار است و توانسته میزان تولید کل را دچار تغییر و تحول کند.

در ادامه، بررسی اثر تیمار دوم (نوع منطقه) بر میزان تولید پوشش گیاهی در فرم‌های رویشی مورد مطالعه نشان داد که این تیمار بر روی میزان تولید در گیاهانی با فرم رویشی علفی و بوته‌ای (چندساله) به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد مؤثر بوده است؛ اما این تیمار بر میزان تراکم گونه‌های با فرم رویشی گراس‌ها اثر معنی‌داری نداشته است.

بررسی اثر تیمار دوم بر روی میزان تولید گیاهان مرتعی یکساله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده است اما اثر معنی‌دار بر میزان تولید گیاهان چندساله نداشته است. در ادامه بررسی نتایج تجزیه‌وتحلیل واریانس‌ها به بررسی اثرهای تیمار دوم بر میزان لاش‌برگ و درصد خاک لخت پرداخته شد که نتایج حکایت از آن دارد که اثر تیمار دوم در سطح احتمال یک درصد بر میزان خاک لخت اثر معنی‌دار داشت اما بر میزان لاش‌برگ اثر معنی‌داری نداشته است.

در کل، بررسی اثر متقابل تیمار اول و دوم (سال و منطقه) بر روی میزان تولید مرتع بادامستان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و این موضوع نشان داد که این دو تیمار در بازه زمانی مورد مطالعه تولید مرتع را تحت تأثیر قرار داده‌اند. بررسی اثر متقابل این دو تیمار بر میزان تولید در فرم‌های رویشی مختلف (علفی (چمنی)، گیاهان بوته‌ای و

گراس‌ها) نشان از معنی‌دار بودن آن بر گونه‌های گیاهی با فرم رویشی علفی در سطح احتمال یک درصد دارد اما بر سایر فرم‌های رویشی اثر معنی‌داری نداشته است.

در ادامه بررسی نتایج تجزیه‌وتحلیل واریانس‌ها، به بررسی اثرهای متقابل تیمار اول و دوم بر میزان لاش‌برگ و درصد خاک لخت پرداخته شد که نتایج حکایت از آن دارد که اثر متقابل این دو تیمار بر این دو پارامتر (لاش‌برگ و درصد خاک لخت) معنی‌دار نیست (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه‌وتحلیل واریانس و اثر تیمار بر روی میزان تولید

Table 3- The results of analysis of variance and the effect of treatment on the amount of production

Source	DF	MS- Total production	MS- Grass production	MS- Forb production	MS- Shrub production	MS- Perennial production	MS- Annual production
Year	4	3794.3**	707.1**	94.88*	99.7^{ns}	5.72*	0.892**
Site/ type	1	2192.8*	3775.6**	79.78^{ns}	2842.8*	0.08^{ns}	1.737**
year*type	4	1773.2**	422.4**	71.41^{ns}	138.2^{ns}	3.21^{ns}	0.131
the mistake	30	435.1	103.8	29.86	660	1.61	0.056
Total	39						

ns: non significance; * : significance at 95% probability levels respectively (P<0.05);**: significance at 99*% probability levels respectively (P<0.01)

بررسی میزان تولید براساس فرم رویشی (گراس و بوته‌ای) نشان داد، میزان تولید گیاهان علفی و گراس‌ها طی سال‌های مورد مطالعه (تحت تأثیر تیمار اول) دارای اختلاف معنی‌داری است. این موضوع نشان می‌دهد که میزان تولید گیاهان گراس در اثر تیمار اول دچار تغییر و تحول شده است اما این تیمار بر میزان تولید گیاهان بوته‌ای تأثیر چندانی نداشته است و دارای اختلاف معنی‌داری نیست. اثر تیمار اول بر میزان خاک لخت در سطح مرتع مذکور غیرمعنی‌دار است و در این مورد تأثیری بر این پارامتر نداشته است؛ اما اثر این تیمار بر میزان لاش‌برگ در سطح مرتع بادامستان در سال ۱۳۹۸ به‌نسبت ۱۴۰۰ اثر معنی‌داری داشته است و در مقایسه دو سال مذکور میزان لاش‌برگ کاهش پیداکرده است اما در سایر سال‌ها آمار تغییر معنی‌داری در میزان لاش‌برگ نداشته است. اثر تیمار اول بر میزان تولید گیاهان یکساله و چندساله معنی‌دار است و این موضوع نشان می‌دهد در کل میزان تولید گیاهان یکساله و چندساله کاهش یافته است.

مقایسه میانگین میزان تولید کل پوشش گیاهی تحت تأثیر تیمار دوم (قرق و چرا) دارای اختلاف معنی‌داری است و این نشان از تغییر میزان تولید کل پوشش گیاهی در مناطق چرا شده و قرق دارد. در ادامه بررسی اثر تیمار دوم بر فرم‌های رویشی بررسی شد که نشان داد میزان تولید پوشش گیاهی گیاهان علفی، گراس و بوته‌ای در اثر این تیمار معنی‌دار است و موجب تغییر میزان تولید در هر سه فرم رویشی (گیاهان بوته‌ای، علفی و گراس‌ها) شده است. اثر تیمار دوم بر میزان خاک لخت در سطح مرتع مذکور برخلاف تیمار اول معنی‌دار است و موجب تغییر میزان خاک لخت شده است؛ اما اثر این تیمار بر میزان لاش‌برگ در سطح مرتع بادامستان غیرمعنی‌دار است و تغییر معنی‌داری در میزان لاش‌برگ در اثر این تیمار (دوم) ایجاد نشده است. اثر تیمار دوم بر میزان تولید گیاهان یکساله و چندساله معنی‌دار است و داده‌های جدول زیر نشان می‌دهد که میزان تولید گیاهان یکساله و چندساله در اثر این تیمار کاهش یافته است.

در کل، مقایسه میانگین میزان کل تولید تحت اثر متقابل تیمار اول و دوم (سال و منطقه) در برخی از سال‌ها (۱۳۹۷ به ۱۴۰۰) دارای اختلاف معنی‌داری است اما در برخی از سال‌ها اختلاف چندانی را نشان نمی‌دهد و از لحاظ آماری این تغییرات در اثر متقابل این دو تیمار معنی‌دار نیست. در ادامه بررسی اثر متقابل این دو تیمار بر فرم‌های رویشی بررسی شد که نشان داد میزان تولید پوشش گیاهی گیاهان علفی و گراس معنی‌دار است اما اثر آن بر میزان تولید گیاهان بوته‌ای غیرمعنی‌دار است و این نشان می‌دهد که اثر متقابل این دو تیمار بر میزان تولید گیاهان بوته‌ای مؤثر نبوده و تغییر چندانی در میزان تولید این فرم رویشی (بوته‌ای) ایجاد نشده است. اثر متقابل این دو تیمار بر میزان لاش‌برگ، درصد خاک لخت و میزان تولید گیاهان یکساله و چندساله در برخی سال‌ها معنی‌دار و در برخی سال‌ها غیرمعنی‌دار است و در کل روند مشخصی را نشان نمی‌دهد

(جدول ۴).

جدول ۴- بررسی تغییرات تولید گیاهی تحت تأثیر تیمارهای مختلف

Table 4- Investigating changes in plant production under the influence of different treatments

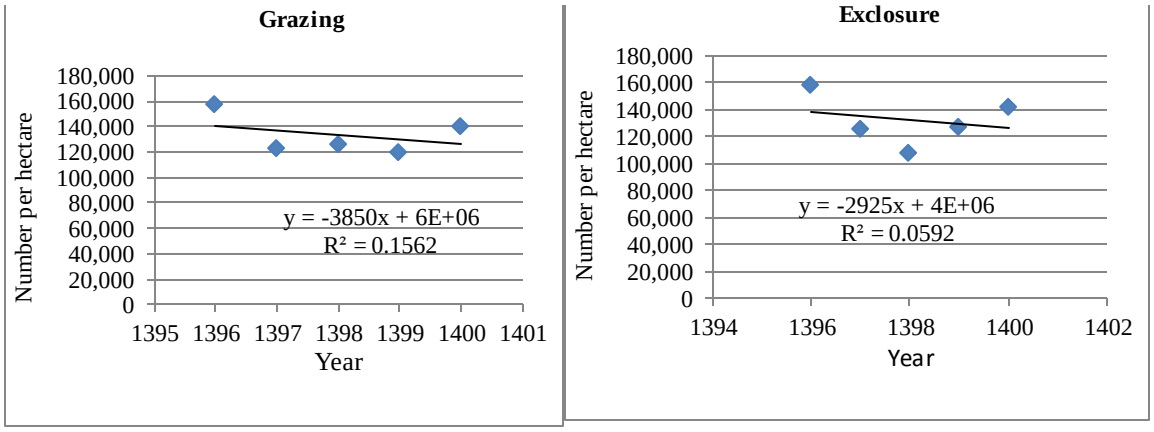
Year		Forb production	Shrub production	Perennial production	Annual production
1396		14.36±1.93^{ab}	28.93±9.08^{a}	66.15±8.29^{ab}	6.14±2.72^{b}
1397		21.26±1.93^{a}	32.76±9.08^{a}	83.10±8.29^{ab}	15.21±2.72^{a}
1398		13.67±1.93^{ab}	31.95±9.08^{a}	87.56±8.29^{a}	16.22±2.72^{a}
1399		14.41±1.93^{ab}	33.16±9.08^{a}	88.02±8.29^{a}	19.83±2.72^{a}
1400		12.55±1.93^{b}	24.73±9.08^{a}	55.49±8.29^{b}	2.49±2.72^{b}
site					
Exclosure		16.66±1.22^{a}	21.88±5.74^{b}	77.56±5.24^{a}	17.89±1.72^{a}
Grazing		13.84±1.22^{b}	38.74±5.74^{a}	74.57±5.24^{a}	6.07±1.72^{b}
year*type					
1396	E	15.91±2.73^{ab}	14.32±12.84^{a}	57.01±11.73^{ab}	6.93±3.85^{cde}
1396	G	12.81±2.73^{b}	43.53±12.84^{a}	75.30±11.73^{ab}	5.34±3.85^{de}
1397	E	27.80±2.73^{a}	27.96±12.84^{a}	96.84±11.73^{a}	21.81±3.85^{abc}
1397	G	14.73±2.73^{ab}	37.56±12.84^{a}	69.36±11.73^{ab}	8.61±3.85^{bcd}
1398	E	13.61±2.73^{ab}	23.30±12.84^{a}	93.77±11.73^{ab}	26.09±3.85^{ab}
1398	G	13.73±2.73^{b}	40.59±12.84^{a}	81.36±11.73^{ab}	6.34±3.85^{de}
1399	E	14.10±2.73^{ab}	28.75±12.84^{a}	94.65±11.73^{ab}	31.45±3.85^{a}
1399	G	14.73±2.73^{ab}	37.56±12.84^{a}	81.39±11.73^{ab}	8.21±3.85^{bcd}
1400	E	11.90±2.73^{b}	15.03±12.84^{a}	45.54±11.73^{b}	3.16±3.85^{de}
1400	G	11.2±2.73^{b}	34.43±12.84^{a}	65.44±11.73^{ab}	1.82±3.85^{e}

G: Grazing area; E: Exclosure area

Different letters indicate statistically significant differences between coverage, yield, and density in years of study.

شکل (۳) رابطه رگرسیونی بین تعداد گونه‌های گیاهی (در منطقه چرا شده و قرق در سطح یک هکتار) در رابطه با گذر زمان (۱۴۰۰-۱۳۹۶) را نشان می‌دهد که در آن گذر زمان به‌عنوان متغیر مستقل و تغییرات پوشش گیاهی به‌عنوان متغیر وابسته شناخته می‌شود. با گذشت زمان تعداد گونه‌های گیاهی در سطح منطقه مورد مطالعه (در سطح هکتار) کاهش یافته است و این نشان می‌دهد که وضعیت مرتع از لحاظ تولید با کاهش مواجه بوده است، از سویی بررسی تغییرات تولید گونه‌های گیاهی در سطح منطقه مورد مطالعه در بخش قرق و چرا روند کاهشی میزان تولید را نشان می‌دهد (شکل ۴). آنالیز مواد آلی و وزن مخصوص خاک مرتع تحت تأثیر تیمارهای مختلف برای بررسی مواد آلی خاک در مرتع بادامستان، اقدام به اندازه‌گیری میزان کربن آلی، نیتروژن و دانسیته خاک در دو بخش زیر و بین گیاهان در دو قطعه چرا و قرق طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰ شد.

بررسی اثر تیمار اول (سال) بر روی میزان کربن آلی در زیر بوته گیاه نشان داد که تغییرات آن طی بازه زمانی مورد مطالعه در سطح یک درصد معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که میزان کربن آلی خاک در زیر گیاهان طی باز زمانی مورد مطالعه دچار تغییر و تحول شده است اما این تیمار (تیمار سال) بر روی میزان کربن آلی بین گیاهی تأثیر معنی‌داری نداشته است.



شکل ۴- تغییرات میزان تولید کل در قطعه قرق و چرا شده در سال‌های مختلف در منطقه بادامستان

Figure 4- Changes in the amount of total production in the grazed and exclosure plot in different years in Badamestan site

بررسی اثر تیمار اول (سال) بر روی میزان نیتروژن در زیر بوته گیاه نشان داد که تغییرات آن طی بازه زمانی مورد مطالعه در سطح یک درصد معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که میزان نیتروژن خاک در زیر گیاهان طی باز زمانی مورد مطالعه دچار تغییر و تحول شده است اما این تیمار (تیمار سال) بر روی میزان نیتروژن بین گیاهی تأثیر معنی‌داری نداشته است.

بررسی اثر تیمار اول (سال) بر روی میزان دانسیته در زیر و میان بوته گیاه نشان داد که تغییرات آن طی بازه زمانی مورد مطالعه، در هر دو منطقه (زیر بوته و بین بوته) در سطح یک درصد معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که میزان دانسیته خاک در زیر و میان بوته گیاهان طی باز زمانی مورد مطالعه در اثر تیمار مذکور دچار تغییر و تحول شده است (جدول ۵).

بررسی اثر تیمار دوم (منطقه) بر روی میزان کربن آلی، نیتروژن و دانسیته خاک در زیر و میان بوته گیاه نشان داد که تغییرات آن طی بازه زمانی مورد مطالعه، در هر دو منطقه (زیر بوته و بین بوته) در سطح یک درصد معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که میزان کربن آلی، نیتروژن و دانسیته خاک در زیر و میان بوته گیاهان طی باز زمانی مورد مطالعه در اثر تیمار مذکور دچار تغییر و تحول شده است (جدول ۶). در کل، بررسی اثر متقابل تیمار اول و دوم (سال و منطقه) بر روی میزان کربن آلی در زیر بوته معنی‌دار نیست و این موضوع نشان داد که اثر متقابل این دو تیمار در بازه زمانی مورد مطالعه بر میزان کربن آلی خاک در زیر بوته تأثیری نداشته است اما تغییرات میزان کربن آلی در بین بوته در سطح یک درصد معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که اثر متقابل این دو تیمار توانسته میزان کربن آلی خاک را در این بخش (بین بوته‌ای) تغییر دهد؛ در ادامه بررسی اثر متقابل این دو تیمار بر میزان نیتروژن خاک در زیر بوته نیز معنی‌دار نیست اما تغییرات میزان نیتروژن در بین بوته در سطح یک درصد معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که اثر متقابل این دو تیمار توانسته میزان نیتروژن خاک را در این بخش (بین بوته‌ای) تغییر دهد.

بررسی اثر متقابل تیمار اول و دوم (سال و منطقه) بر روی میزان دانسیته در زیر بوته گیاه نشان داد که تغییرات آن طی بازه زمانی مورد مطالعه در سطح پنج درصد معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که میزان دانسیته خاک در زیر گیاهان طی باز زمانی مورد مطالعه دچار تغییر و تحول شده است اما اثر متقابل این دو تیمار (سال و منطقه) بر روی میزان دانسیته بین گیاهی تأثیر معنی‌داری نداشته است (جدول ۵).

جدول ۵- نتایج تجزیه‌وتحلیل واریانس و اثر تیمار بر روی مواد آلی و وزن مخصوص ظاهری خاک

Table 5- The results of analysis of variance and the effect of treatment on organic matter and bulk density of soil

Source	DF	MS-Organic Carbon under the plant	MS-Organic Carbon between plants	MS-Nitrogen under the plant	MS-Nitrogen between plants	MS-Bulk density under plants	MS-Bulk density between plants
Year	2	0.136**	0.10^{ns}	0.008**	0.001^{ns}	0.224**	0.029**
Site/ type	1	0.259**	0.45**	0.015**	0.044**	0.324**	0.050**
year*type	2	0.025^{ns}	0.66**	0.002^{ns}	0.007**	0.021*	0.005^{ns}
error	18	0.018	0.07	0.001	0.001	0.003	0.002
Total	23						

ns: non significance; * : significance at 95% probability levels respectively (P<0.05);**: significance at 99*% probability levels respectively (P<0.01)

بررسی هدایت الکتریکی تحت تأثیر تیمار اول در زیر بوته‌های گیاه غیرمعنی‌دار است اما این تغییرات در بین بوته‌ها معنی‌دار است و نشان از افزایش هدایت الکتریکی خاک در بین بوته‌ها دارد. در ادامه اثر این تیمار بر دانسیته (چگالی ظاهری) خاک نشان از تغییرات دانسیته دارد اما تغییرات دانسیته در اثر این تیمار در زیر بوته دارای روند معنی‌داری است اما در بین بوته روند معنی‌داری را نشان نمی‌دهد.

بررسی تغییرات هدایت الکتریکی و دانسیته تحت تأثیر تیمار دوم (منطقه قرق و چرا) نشان می‌دهد که دانسیته هم در زیر بوته و هم در بین بوته تغییر معنی‌داری داشته است و کاهش میزان دانسیته را نشان می‌دهد و همین‌طور تغییرات میزان هدایت الکتریکی در زیر بوته معنی‌دار اما در بین بوته‌ها غیرمعنی‌دار است.

بررسی هدایت الکتریکی و دانسیته تحت اثر متقابل تیمار اول و دوم نشان از تغییراتی در میزان این دو پارامتر دارد اما این تغییرات روند مشخصی را در مورد اثر متقابل این دو تیمار نشان نمی‌دهد (جدول ۶).

جدول ۶- بررسی تغییرات هدایت الکتریکی و دانسیته تحت تأثیر تیمارهای مختلف

Table6- Examining changes in electrical conductivity and density under the influence of different treatments

Source		Mean± SE			
		EC under plants	EC between plants	Bulk density under plants	Bulk density between plants
1396		0.33±0.01^{a}	0.29±0.01^{b}	1.54±0.02^{b}	1.47±0.01^{c}
1398		0.35±0.01^{a}	0.35±0.01^{a}	1.85±0.02^{a}	1.59±0.01^{a}
1400		0.34±0.01^{a}	0.36±0.01^{a}	1.81±0.02^{a}	1.53±0.01^{b}
site					
Exclosure		0.36±0.01^{b}	0.31±0.01^{a}	1.85±0.02^{a}	1.58±0.01^{a}
Grazing		0.32±0.01^{a}	0.32±0.01^{a}	1.62±0.02^{b}	1.49±0.01^{b}
year*type					
1396	E	0.34±0.015^{a}	0.32±0.02^{ab}	1.60±0.03^{bc}	1.50±0.02^{bc}
1396	G	0.31±0.015^{a}	0.26±0.02^{b}	1.48±0.03^{c}	1.45±0.02^{c}
1398	E	0.37±0.015^{a}	0.31±0.02^{b}	1.98±0.03^{a}	1.67±0.02a
1398	G	0.33±0.015^{a}	0.38±0.02^{a}	1.72±0.03^{b}	1.52±0.02^{bc}
1400	E	0.34±0.015^{a}	0.33±0.02^{ab}	1.97±0.03^{a}	1.57±0.02^{ab}
1400	G	0.35±0.015^{a}	0.34±0.02^{b}	1.66±0.03^{b}	1.49±0.02^{bc}

G: Grazing area; E: Exclosure area

Different letters indicate statistically significant differences between coverage, yield, and density in years of study.

- آنالیز خصوصیات شیمیایی خاک مرتع تحت تأثیر تیمارهای مختلف

برای بررسی خصوصیات شیمیایی خاک در مرتع بادامستان، اقدام به اندازه‌گیری میزان فسفر، پتاسیم، اسیدیته خاک و میزان هدایت الکتریکی در دو بخش زیر و بین گیاهان در دو قطعه چرا و قرق طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰ شد.

بررسی اثر تیمار اول (سال) بر روی میزان فسفر در زیر و میان بوته گیاه نشان داد که تغییرات آن طی بازه زمانی مورد مطالعه، در هر دو منطقه (زیر بوته و بین بوته) در سطح یک درصد معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که میزان فسفر خاک در زیر و میان بوته گیاهان طی باز زمانی مورد مطالعه در اثر تیمار مذکور دچار تغییر و تحول شده است.

بررسی اثر تیمار اول (سال) بر روی میزان پتاسیم در بین گیاهان، طی بازه زمانی مورد مطالعه در سطح یک درصد معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که میزان پتاسیم خاک در بین گیاهان دچار تغییر و تحول شده است اما این تیمار (تیمار سال) بر روی میزان پتاسیم در زیر بوته‌ها تأثیر معنی‌داری نداشته است.

بررسی اثر تیمار اول (سال) بر روی میزان اسیدیته خاک در زیر بوته گیاه نشان داد که تغییرات آن طی بازه زمانی مورد مطالعه در سطح پنج درصد معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که میزان اسیدیته خاک در زیر گیاهان طی باز زمانی مورد مطالعه دچار تغییر و تحول شده است اما این تیمار (تیمار سال) بر روی میزان اسیدیته بین بوته‌های گیاه تأثیر معنی‌داری نداشته است. در ادامه بررسی اثر تیمار اول (سال) بر روی میزان هدایت الکتریکی انجام شد که نتایج نشان داد که میزان هدایت الکتریکی در بین گیاهان، طی بازه زمانی مورد مطالعه در سطح یک درصد معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که میزان هدایت الکتریکی خاک در بین گیاهان طی باز زمانی مورد مطالعه، در اثر تیمار مذکور دچار تغییر و تحول شده است اما بر روی میزان هدایت الکتریکی در زیر بوته‌ها تأثیر معنی‌داری نداشته است.

بررسی اثر تیمار دوم (منطقه) بر روی میزان فسفر خاک در زیر بوته گیاه نشان داد که تغییرات آن طی بازه زمانی مورد مطالعه در سطح پنج درصد معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که میزان فسفر خاک در زیر گیاهان طی باز زمانی مورد مطالعه دچار تغییر و تحول شده است اما این تیمار (تیمار منطقه) بر روی میزان فسفر در بین بوته‌های گیاه تأثیر معنی‌داری نداشته است. بررسی اثر تیمار دوم (منطقه) بر روی میزان پتاسیم خاک در زیر و میان بوته گیاه نشان داد که تغییرات آن طی بازه زمانی مورد مطالعه، در هر دو منطقه (زیر بوته و بین بوته) به ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که میزان پتاسیم خاک در زیر و میان بوته گیاهان طی باز زمانی مورد مطالعه در اثر تیمار مذکور دچار تغییر و تحول شده است. در ادامه بررسی اثر تیمار دوم (منطقه) بر روی میزان اسیدیته و هدایت الکتریکی انجام شد که نتایج نشان داد که تغییرات میزان اسیدیته و هدایت الکتریکی در زیر بوته‌ها در سطح پنج درصد معنی‌دار است اما اثر این تیمار بر پارامترهای مذکور، در بین بوته‌های گیاه معنی‌دار نیست. در کل، بررسی اثر متقابل تیمار اول و دوم (سال و منطقه) بر روی میزان فسفر و پتاسیم خاک در هر دو سطح (زیر و بین بوته) معنی‌دار نیست اما بر میزان اسیدیته خاک در زیر بوته و میزان هدایت الکتریکی در بین بوته‌ها به ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار است و این بی‌معنی است که در این سطح میزان اسیدیته و هدایت الکتریکی در اثر متقابل دو تیمار دچار تغییر و تحول شده است (جدول ۷).

بررسی کربن آلی خاک، فسفر و نیتروژن خاک تحت تأثیر تیمار اول در بین بوته‌های گیاه غیرمعنی‌دار است و تغییری تحت تأثیر این تیمار در هر سه پارامتر فسفر، کربن آلی و نیتروژن رخ نداده است اما بررسی میزان این سه پارامتر در زیر بوته‌های گیاهی تغییراتی را نشان می‌دهد اما این تغییرات در اثر تیمار اول روند مشخصی ندارد. تغییرات پتاسیم تحت تأثیر تیمار اول در بین بوته معنی‌دار است و نشان افزایش میزان پتاسیم در این قسمت است اما میزان پتاسیم در زیر بوته تغییرات معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. در ادامه بررسی اثر تیمار اول بر روی اسیدیته

خاک نشان از معنی‌داری آن در زیر بوته گیاه دارد و میزان اسیدیته خاک در زیر بوته گیاه افزایش یافته اما در بین بوته‌ها تغییر معنی‌داری را نشان نمی‌دهد.

جدول ۷- نتایج آنالیز واریانس و تاثیر تیمارها بر روی خصوصیات شیمیایی خاک

Table 7- Results of variance analysis and treatment effect on soil chemical properties

Source	DF	MS-Phosphorus under plants	MS-Phosphorus between plants	MS-Potassium under plants	MS-Potassium between plants	MS-pH under plants	MS-pH between plants	MS-EC under plants	MS-EC between plants
Year	1	455.11**	282.24**	6294^{ns}	15376**	0.209*	0.013^{ns}	0.0018^{ns}	0.0114**
Site/ type	1	219.04**	21.78^{ns}	18860*	21904**	0.253*	0.022^{ns}	0.0059*	0.0002^{ns}
year*type	1	0.87^{ns}	0.64^{ns}	2704^{ns}	860^{ns}	0.203*	0.075^{ns}	0.0003^{ns}	0.0160**
error	12	14.05	6.04	3000	1538	0.028	0.028	0.0009	0.0010
Total	15								

ns: non significance; * : significance at 95% probability levels respectively (P<0.05);**: significance at 99*% probability levels respectively (P<0.01)

تیمار دوم اثر معنی‌داری بر میزان کربن آلی، نیتروژن و پتاسیم خاک در هر دو مقطع زیر بوته و بین بوته داشته است و موجب افزایش این سه عنصر در خاک (بین بوته و زیر بوته) شده است اما در مورد دو عنصر فسفر و اسیدیته اثر این تیمار (منطقه قرق و چرا) فقط در زیر بوته‌ها معنی‌دار بوده است و سبب کاهش این دو عنصر در این بخش خاک شده است ولی بر میزان این دو عنصر در بین بوته اثر معنی‌داری نگذاشته است. بررسی پارامترهای مربوط به خصوصیات شیمیایی خاک تحت اثر متقابل تیمار اول و دوم، نشان از تغییراتی در میزان این عناصر شیمیایی دارد اما این تغییرات روند مشخصی را در مورد اثر متقابل این دو تیمار نشان نمی‌دهد (جدول ۸).

جدول ۸- بررسی تغییرات عناصر شیمیایی خاک تحت تأثیر تیمارهای مختلف

Table 8- Examining the changes of soil chemical elements under the influence of different treatments

Source		Mean± SE									
		Organic Carbon under the plant	Organic Carbon between plants	Nitrogen under the plant	Nitrogen between plants	Phosphorus under plants	Phosphorus between plants	Potassium under plants	Potassium between plants	pH under plants	pH between plants
1396		1.78±0.11^{a}	1.34±0.09^{a}	0.18±0.01^{a}	0.13±0.01^{a}	14.53±1.32^{b}	12.03±0.87^{a}	280±19.36^{a}	223.7±13.87^{b}	7.43±0.06^{b}	7.47±0.06^{a}
1398		1.42±0.11^{ab}	1.17±0.09^{a}	0.14±0.01^{ab}	0.12±0.01^{a}	23.57±1.32^{a}	20.43±0.87^{a}	319±19.36^{a}	285.7±13.87^{a}	7.66±0.06^{a}	7.53±0.06^{a}
1400		1.13±0.11^{b}	1.39±0.09^{a}	0.12±0.01^{b}	0.14±0.01^{a}	16.53±1.32^{ab}	-	-	-	-	-
site											
Exclosure		1.20±0.09^{b}	0.87±0.07^{b}	0.12±0.01^{b}	0.09±0.008^{b}	16.17±1.32^{b}	17.40±0.87a	265.5±19.36^{b}	217.7±13.87^{b}	7.67±0.06^{a}	7.46±0.06^{a}
Grazing		1.69±0.09^{a}	1.73±0.07^{a}	0.17±0.01^{a}	0.17±0.008^{a}	23.57±1.32^{a}	15.07±0.87a	334.2±19.36^{a}	291.7±13.87^{a}	7.42±0.06^{b}	7.54±0.06^{a}
year*type											
1396	E	1.41±0.15^{ab}	1.08±0.13^{bcd}	0.14±0.01^{b}	0.11±0.01$^{bc}_{d}$	11.07±1.87^{c}	13.40±1.23^{b}	232.7±27.39^{a}	194.0±19.61^{b}	7.44±0.08^{b}	7.49±0.06^{a}
1396	G	2.15±0.15^{a}	1.60±0.13^{ab}	0.21±0.01^{a}	0.16±0.01^{ab}	18.00±1.87^{bc}	10.67±1.23^{b}	327.3±27.39^{a}	253.3±19.61^{ab}	7.42±0.08^{b}	7.58±0.06^{a}
1398	E	1.13±0.15^{b}	0.9±0.13^{cd}	0.11±0.01^{b}	0.09±0.01^{cd}	21.27±1.87^{ab}	21.40±1.23^{a}	298.7±27.39^{a}	241.3±19.61^{b}	7.90±0.08^{a}	7.56±0.06^{a}
1398	G	1.71±0.15^{ab}	1.64±0.13^{bc}	0.17±0.01^{ab}	0.14±0.01^{bc}	29.13±1.87^{a}	19.47±1.23^{a}	341.7±27.39^{a}	330.0±19.61^{a}	7.42±0.08^{b}	7.50±0.06^{a}
1400	E	1.05±0.15^{b}	0.62±0.13^{d}	0.11±0.01^{b}	0.06±0.01^{d}	-	-	-	-	-	-
1400	G	1.21±0.15^{b}	2.15±0.13^{a}	0.12±0.01^{b}	0.21±0.01^{a}	-	-	-	-	-	-

G: Grazing area; E: Exclosure area

Different letters indicate statistically significant differences between coverage, yield, and density in years of study.

– بررسی وضعیت مرتع با استفاده از روش چهار و شش فاکتوری برای تعیین وضعیت مرتع از روش چهار و شش فاکتوری تعدیل‌یافته استفاده شد که نتایج به ترتیب در جدول (۹) آورده شده است. وضعیت مرتع بادامستان به ترتیب با روش ۴ و ۶ فاکتوری بررسی شد و در هر دو روش چه در داخل منطقه قرق و چه در خارج قرق وضعیت مرتع متوسط تعیین گردید. در روش چهار فاکتوری امتیاز منطقه داخل قرق ۳۷/۵ و امتیازِ منطقه خارج قرق ۳۵ بوده است و در روش شش فاکتوری نیز مجموع امتیاز داخل قرق (۵۹/۴) بیشتر از خارج قرق (۵۷/۲) بوده است.

جدول ۹– بررسی وضعیت مرتع به روش چهار و شش فاکتوری

Table 9- Investigation of Rangeland situation by four and six factor methods

Four-factor method			Six-factor method		
Rangeland status factors	Score (E)	Score (G)	Rangeland status factors	Score (E)	Score (G)
Soil factor (based on soil erosion and plant remains)	17	15.5	Cover vegetation	13.8	15.5
vegetation factor (percentage of live canopy)	7	8	Plant cover composition agent	5	4.2
Plant composition factor and age classes	6.5	5.5	soil protection	17.2	17.9
Factor of structure and vitality of plants (plant health and strength)	7	6	fodder production	5.8	4.4
Total points	37.5 (medium)	35	Propagation of rangeland plants	8.2	6
			Repeat humus mulch	9.4	9.2
			Total points	59.4	57.2

G: Grazing area; E: Exclosure area

– بررسی گرایش مرتع

در این تحقیق گرایش با دو روش ترازو و قیاسی انجام شد. در روش ترازو، گرایش مرتع برای پوشش گیاهی و خاک به ترتیب در هریک از مراحل مختلف وضعیت مرتع به شرح جدول‌های زیر بررسی و امتیاز داده شد. نتایج نشان داد که وضعیت مرتع در قطعه قرق شده در روش ترازو برای پوشش گیاهی در حال پایدار (سکون) و بدون تغییر است و وضعیت خاک مرتع در این قطعه (قرق) گرایش مثبت و رو به بهبود دارد اما در قطعه چرا شده وضعیت مرتع گرایش منفی و وضعیت خاک ثابت و بدون تغییر است.

در روش قیاسی، وضعیت مرتع چه از لحاظ پوشش گیاهی و چه از لحاظ خاک در قطعه قرق گرایش مثبت دارد و در حال بهبود است اما در قطعه چرا شده وضعیت پوشش و خاک کاملاً بعکس و گرایش منفی دارد (جدول ۱۰).

جدول ۱۰- بررسی گرایش مرتع

Table 10- Survey of Rangeland tendency

Method	Rangeland tendency	Positive points		Negative points		sum of points		The type of tendency	
		E	G	E	G	E	G	E	G
T	Vegetation	2	2	2	3	0	-1	No change	negative
	Soil	3	2	1	2	2	0	Positive	No change
GH	Vegetation	8	6	4	7	4	-1	Positive	negative
	Soil	6	6	2	5	4	-1	Positive	negative

G: Grazing area; E: Exclosure area; T: Scaled method; GH: Inductive method

بحث

براساس نتایج حاصل در این پژوهش، اعمال تیمارهای چرا و زمان اثر متفاوتی بر کیفیت مرتع و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مرتع بادامستان گذاشته است، به‌طوری‌که گرایش پوشش گیاهی و خاک مرتع مذکور روند مثبت به خود گرفته است. همچنین وضعیت مرتع تحت تیمارهای انجام شده روند مثبتی را نشان می‌دهد که همه این موارد به‌طور مشخص بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک پس از گذشت ۵ سال مؤثر بوده است (Dianati-Tilaki *et al*., 2022; Chen *et al*., 2022; Mohammadi samani *et al*., 2022). تغییراتی در خصوصیات خاک در اثر تیمارها ایجاد شده است و بیشترین تغییرات مربوط به منطقه قرق بوده که در رابطه با افزایش پوشش گیاهی در اثر قرق بوده است. تغییرات در برخی از خصوصیات خاک را می‌توان به عدم چرای دام و افزایش پوشش گیاهی نسبت داد (Mohammadi samani *et al*., 2022; Ebrahimi *et al*., 2016 *et al*., 2016). در مقایسه میانگین کربن آلی و ازت خاک در سال‌های مورد مطالعه، ملاحظه شد که میزان این عناصر در سال اول اجرای طرح در مقایسه با سال‌های بعدی بیشتر بوده و اختلاف معنی‌داری با سال آخر مطالعه داشتند. با استناد به همین نتایج، میزان فسفر و پتاسیم در سال ۱۳۹۸ در مقایسه با سال ۱۳۹۶ افزایش داشته و دارای اختلاف معنی‌دار بوده است. مقایسه میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک نیز در طی سال‌های آماربرداری نشان داد که میزان آن چه در محدوده پای بوته و چه در فضای بین بوته در سال ۱۳۹۸ افزایش یافته و اختلاف معنی‌داری نسبت به دو سال دیگر آماربرداری دارند، این اختلاف معنی‌دار ناشی از چرای دام است (Chen *et al*., Mohammadi samani *et al*., 2022; 2022). به‌طورکلی نتایج حاصل از بررسی عناصر موجود در خاک مناطق نشان داد که به‌تناسب افزایش بقایای گیاهی در منطقه قرق و چرا در طی مدت مطالعه، میزان ازت خاک نیز افزایش یافته و به‌دلیل به هم خوردن خاک مناطق خارج قرق، این عنصر در اعماق زیرین خاک نیز نفوذ کرده است اما در داخل قرق فقط در قشر سطحی قابل لمس است و از آنجایی که بین حضور عنصر نیتروژن و فسفر رابطه معکوسی برقرار است (Sandgul., 2008; Derner *et al*., 1997). بنابراین با افزایش مقدار نیتروژن خاک در سال ۱۳۹۸ نسبت به سال ۱۳۹۶ این عنصر افزایش یافته است. باوجوداین حضور زیاد عنصر فسفر در منطقه بادامستان را می‌توان به غلبه اثر مثبت بقایای گیاهی و ترکیبات رسی نسبت به سایر عوامل مؤثر در تجمع فسفر سطح خاک تعبیر نمود که با تحقیقات انجام شده توسط Dormaar و همکاران (۱۹۸۴) مطابقت دارد. نتایج حاصل از بررسی عنصر پتاسیم در خاک منطقه مورد بررسی حکایت از آن دارد که عامل چرا بر میزان تغییرات پتاسیم در منطقه بادامستان اثر افزایشی داشته است. به نظر می‌رسد درنتیجه تردد دام و افزوده شدن فضولات دامی و اختلاط لاش‌برگ با خاک، این عنصر در خاک افزایش یافته است، در حالی که به دلیل حضور قابل‌توجه گیاهان علوفه‌ای

خوش‌خوراک در ترکیب گیاهی داخل منطقه قرق منطقه بادامستان، بر اثر برداشت بیشتر این عنصر توسط گیاه در مقایسه با برگشت آن توسط تردد دام (اختلاط لاش‌برگ و فضولات دامی با خاک) مواجه با کاهش آن در منطقه قرق هستیم (Sandgul., 2008; Islam *et al.*, 2018; Ebrahimi *et al.*, 2016). اسیدیته از پارامترهای مهم در بررسی خصوصیات خاک به‌شمار می‌رود و می‌تواند در تبیین کیفیت خاک به ما کمک کند. براساس نتایج به‌دست‌آمده، میزان اسیدیته هرچند تغییرات بسیار کمی داشته است، اما نتایج حاصل از آنالیز واریانس این تفاوت را معنی‌دار نشان داده است؛ افزایش اسیدیته در منطقه تحت چرا را می‌توان به دلیل زیاد بودن میزان کربنات‌های خاک در این ناحیه دانست (Mohammadi samani *et al.*, 2022). در گزارش دیگری نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد و بیان شده است که درصد پوشش گیاهی و چرای دام، از عوامل اصلی تفاوت در میزان اسیدیته است Sadeghi *et al.*, 2019). البته Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۶) افزایش اسیدیته را در مناطق تحت چرای دام بیشتر به ادرار دام‌های چراکننده در منطقه ربط دادند و بیان کردند که هیدرولیز اوره موجود در ادرار می‌تواند مقدار اسیدیته خاک را افزایش دهد. براساس نتایج به‌دست‌آمده میزان هدایت الکتریکی در منطقه تحت چرای دام به‌صورت معنی‌داری بیش از دو تیمار دیگر بود. البته افزایش پوشش گیاهی و لاش‌برگ حاصل از آن در منطقه قرق و اصلاحی، باعث می‌شود تا میزان تبخیر از سطح خاک در این مناطق کاهش یابد، درنتیجه میزان هدایت الکتریکی در این تیمارها، کمتر از منطقه تحت چرا باشد؛ اما در منطقه تحت چرای مورد پژوهش در این تحقیق، با افزایش چرا و برداشت پوشش گیاهی و ادرار دام‌های چراکننده در منطقه، می‌تواند از علل اصلی افزایش هدایت الکتریکی باشد (Niknahad *et al.*, 2017; Sadeghi *et al.*, 2019; Bakhshi *et al.*, 2019; Ebrahimi *et al.*, 2016; Lavada & Chaneton; 1996). یافته‌های این مطالعه نشان داد که پتاسیم، میزان pH خاک و هدایت الکتریکی که هر سه جزء متغیرهای شیمیایی خاک محسوب می‌شوند، در تیمارهای مورد بررسی دارای اختلاف قابل‌توجهی بوده است. افزایش شدت چرا (در منطقه قرق) باعث کاهش میزان پتاسیم، فسفر، نیتروژن، کربن آلی و هدایت الکتریکی سطح خاک شده است (Heydari Qahfarkhi *et al.*, 2023).

نوع تیمار (شدت چرا و زمان چرا) می‌تواند تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای در میزان پوشش گیاهی، تولید زی‌توده و عناصر غذایی موجود در خاک و گیاه ایجاد کند (Chen *et al.*, 2022). نتایج مطالعه بیانگر آن است که قرق مرتع باعث افزایش فاکتورهای سطحی شامل: درصد پوشش گیاهی و تاج پوشش تولید و تراکم پوشش گیاهی شده است. مقایسه درصد پوشش گیاهی در مناطق چرا شده، بیانگر کاهش پوشش تاجی است (Amani *et al.*, 2017). با استناد به نتایج آنالیز تراکم کل گونه‌ها، ملاحظه شد که تفاوت معنی‌داری بین سال‌ها، شدت چرا (نوع منطقه) و اثر متقابل شدت چرا و سال‌ها وجود ندارد. بااین‌حال در مقایسه میانگین داده‌ها ملاحظه شد که تراکم بوته‌ای‌ها در خارج قرق و علفی‌ها در داخل قرق از میزان بیشتری برخوردار بوده و دارای اختلاف معنی‌دار هستند. نتایج آنالیز واریانس پارامترهای مختلف خاکی نشان داد که میزان عناصر مورد بررسی در سال‌های مختلف در منطقه قرق و چرا متغیر بوده و دارای اختلاف معنی‌دار هستند (Dianati-Tilaki *et al.*, 2022; Mohammadi samani *et al.*, 2022). در هر دو منطقه با وجود بهبود نسبی آن در داخل قرق که در گرایش مرتع نیز ملموس بوده، با استفاده از هر دو روش چهار فاکتوری و شش فاکتوری متوسط بوده و تغییرات چندانی که موجب تغییر در وضعیت مرتع گردد، نشده و این مبین آن است که بهبود و ترمیم مرتع در مناطق خشک و نیمه‌خشک به زمان بیشتری نیاز دارد (Farzanepey *et al.*, 2016).

نتایج این پژوهش نشان داد به‌طورکلی طی بازه ۵ ساله تغییرات پوشش گیاهی در اثر چرا معنی‌دار بوده است و کاهش پوشش گیاهی اثر معنی‌داری بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گذاشته است. با توجه به نتایج

به‌دست‌آمده، روند تغییرات پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه بطئی بوده و عوامل اصلی در این مورد در درجه اول در مدیریت مرتع نقش بارزی را ایفا نموده است. درنهایت می‌توان بیان کرد که بررسی تغییرات کمی و کیفی پوشش گیاهی مراتع در فواصل زمانی معین و آگاهی از روند وضعیت آن یکی از موارد مهم برای برنامه‌ریزی و اعمال مدیریت صحیح بهره‌برداری از مراتع است و به‌منظور جلوگیری از تخریب پوشش گیاهی و تخریب خاک در سطح مراتع، ارزیابی و پایش تغییرات پوشش گیاهی ضروریست.

References

- Arzani, H. and Shahriari, E., 2006. Monitoring for ecology and conservation, Tehran University Press. (In Persian).
- Arzani, H. and Abedi, M., 2013. Rangeland evaluation: measurement of vegetation cover, Tehran University Publications, volume 2. (In Persian).
- Amani, M., Koch, Y. and Abedi, M., 2022. The effect of intensity of wooded rangeland destruction on root characteristics and soil eco-chemical activities in Mirkla Nowshahr region. Rangeland, 17 (1): 82-96. http://dorl.net/dor/20.1001.1.20080891.1402.17.1.6.5. (In Persian).
- Agriculture and Natural Resources Research and Education Organization., 2016. Promulgated instructions regarding vegetation assessment, pages 23-10.
- Akbarzadeh, P. and Nikoo, Sh. 2024. Monitoring changes in land use and vegetation in Damghan watershed. Remote sensing and geographic information system in natural resources, 3(1): 120-142. https://doi.org/10.30495/girs.2022.697513. (In Persian).
- Akbarzadeh, P., and Niko, S.H., 2022. Investigating the effect of regional development through land use change on the groundwater table level (case study: Damghan watershed). Geography and Environmental Sustainability, 12(3): 1-21. doi: 10.22126/ges.2022.7594.2512. (In Persian).
- Bakhshi, J., Javadi, S. A. and Arzani, H., 2019. Study on the effects of different levels of grazing and exclosure on vegetation and soil properties in semiarid rangelands of Iran. Journal of Acta Ecologica Sinica, 40 (6): 425-431. http://dx.doi.org/10.1016/j.chnaes.2019.07.003.
- Chen, L., Baoyin, T. and Xia, F., 2022. Grassland management strategies influence soil C, N, and P sequestration through shifting plant community composition in semi-arid grasslands of northern China. Journal of Ecological indicator, 34: 1-12. http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108470.
- Chaneton, E.J. and Lavado, R.S., 1996. Soil nutrients and salinity after long-term grazing exclusion in a flooding pampa grassland. Journal of Rang
- Management, 49(2): 182-187.
- Dianati-Tilaki, G. T., Ali, G., Rahmani, S. A. H. and Vasenev, I., 2022. The effect of land management on carbon sequestration in salty rangelands of Golestan province, Iran. Acta Ecologica Sinica, 42 (1): 82-89. http://dx.doi.org/10.1016/j.chnaes.2021.03.00. (In Persian).
- Dormaar, J.F., Johnston, A. and Smoliak, S., 1984. Seasonal changes in carbon content and Dehydrogenass, Phosphatas, and Urease activities in mixed prairies and fescue grassland horizons. Journal of Range Management, 31: 31-35.
- Derner, J.D., Briske, D. and Boutton, T.W., 1997. Does grazing mediate soil carbon and nitrogen accumulation beneath C4 perennial grasses along an environmental gradient? Journal of Plant and soil, 191 (2): 147-156.
- Ebrahimi, M., Khosravi, H. and Rigi, M., 2016. Shortterm grazing exclusion from heavy livestock rangelands affects vegetation cover and soil properties in natural ecosystems of southeastern Iran. Journal of Ecological Engineering, 95: 10-18. (In Persian).
- Ebrahimi, A., 2016. The effect of vector statistics groups and vegetative forms on the estimation of the relationship between production and vegetation. Rangeland and Watershed Scientific-Research Journal, 70(1): 19-30. (In Persian).
- Fenetahun, Y., Yuan. Y., Xinwen, X., Fentahun, T., Nzabarinda, V. and Yong-dong, W., 2021. Impact of grazing intensity on soil properties in Teltele rangeland, Ethiopia. Frontiers Environmental Sciences, 9: 134-164. http://dx.doi.org/10.3389/fenvs.2021.664104.
- Farzanepey, F., alipoor, N., Pak, N., Kaboli, H. and Mesbahzadeh, T., 2016. Investigating and evaluating the condition and tendency of the rangeland in the plant types of Alaa semnan. Region. Iranian Natural Ecosystem Quarterly, 4(8): 106-128. (In Persian).
- General Directorate of Natural Resources and Watershed Management of Zanjan Province, 2019.
- Huang, J., Lin, T.C., Xiong, D., Yang, Z., Liub, X., Chenb, G., Xieb, J., Lic, Y. and Yangb, Y., 2019. Organic carbon mineralization in soils of a natural forest and a forest plantation of southeastern China.

Geoderma, 344(2): 119–126. http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.03.012.
– Heydari Qahfarkhi, Z., Ebrahimi, A., Asgari Pardanjani, H., Asadi Borojni, I. and Shirmardi Hamzeh, A., 2023.The effect of different intensities of livestock grazing on some quantitative indicators of vegetation and soil (case study: rangelands of Farsan city in Chaharmahal and Bakhtiari province). Rangeland, 17 (4):529-549. http://dorl.net/dor/20.1001.1.20080891.1402.17.4.3.8. (In Persian).
– Imani, J., Tavali, A., Bandak, I. and Qolinejad, B., 2010. Investigating vegetation changes in rangelands with different grazing intensity (case study: Cherandu area of Kurdistan). Rangeland and Desert Research of Iran, 17(3): 393-401. (In Persian).
– Islam, M., Razzaq, A., Gul, S., Ahmad, S., Muhammad, T., Hassan, S., Rischkowsky, B., Ibrahim, M.N.M. and Louhaichi, M., 2018. Impact of grazing on soil, vegetation and ewe production performances in a semi-arid rangeland. Journal of Mountain Science, 15(4): 685-694. (In Persian).
– Lindquist, E.J. and D'Annunzio, R., 2016. Assessing global forest land-use change by object-based image analysis. Remote Sensing, 8 (8): 678-690. https://doi.org/10.3390/rs8080678.
– Mohammadi Samani, K., Junidi Jafari, H. and Moradi, P., 2022. Variability of some soil chemical properties in different rangeland management conditions. Rangeland and Desert Research of Iran, 29(2): 126-130. https://doi.org/10.22092/ijrdr.2022.126760. (In Persian).
– Niknahad, H., Aghtabye, A. and Akbarlou, M., 2017. Effects of grazing exclusure on some soil physical and, its erodibility and carbon sequestration (Case study: Bozdaghin rangelands, North Khorasan, Iran). Iranian journal of range and desert research, 24(4):708-718 . https://doi.org/10.22092/ijrdr.2017.114058. (In Persian).
– Ozpour, N., Faramarzi, M., Omidipour, R. and Mehdizadeh, H., 2020. Monitoring the impact of drought on vegetation changes using satellite images (case study: Ilam watershed). Geography and Environmental Sustainability, 11(4): 125-143. https://dorl.net/dor/20.1001.1.23223197.1400.11.4.7.6 . (In Persian).
– Pettorelli, N., Jon, O., Atle, M., Jean-Michel, G., Compton J. and Tucker, N.C.S., 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. Trends in Ecology and Evolution, 20(9): 503-510.
– Raiesi, F. and Beheshti, A., 2022. Evaluating forest soil quality after deforestation and loss of ecosystem services using network analysis and factor analysis techniques. Catena, 208, 105778. https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105778
– Rouse. J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. and Deering, D.W., 1973. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. Third ERTS Symposium, NASA SP-351, I: 309-317.
– Research Institute of Forests and Pastures of the Country., 2017. 54 projects of Forest and Pasture Research Institute.
– Sandgul, A., 2008. Effect of short-term grazing on some physical and chemical properties of soil in *Bromus tomentellus* rangeland. Iranian Journal of Natural Resources, 55(4): 595-581.
– Singh, A.K., Jiang, X.J., Yang, B., Wu, J., Rai, A., Chen, C., Ahirwal, J., Wang, P., Liu, W. and Singh, N., 2020. Biological indicators affected by land use change, soil resource availability and seasonality in dry tropics. Ecological Indicators, 115(3): 189-193. http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106369.
– Sadeghi, S., Mohammadi-Samani, K., Hosseini, V.and Shakeri, Z., 2019. Effect of grazing intensity and type of livestock on physical and chemical properties of forest soil (Case study: Armardeh forest, Baneh, Iran). Iranian journal of Forest and Poplar Research, 27(3): 349-363 https://doi.org/10.22092/ijfpr.2019.127735.1860. (In Persian).
– Wahabi, M., Basiri, M. and Khajeuddin, S.H., 1996. Investigating changes in vegetation cover, species composition and fodder production in the conditions of grazing and grazing in Faridan region of Isfahan. Water and Soil Sciences; 1 (1): 59-71.
– Weishou, S.H., Zhang, H., Shouguang, D.J.Y., Haidong, L. and Naifeng, L., 2011. The esponse relation between climate change and NDVI over the Qinghai-Tibet plateau, world academy of science, engineering and technology, International Science Index, 59: 2438-2444. https://doi.org/10.5281/zenodo.1055110.
– Yuan, Z.Y., Chen, H.Y. and Reich, P.B., 2011. Global-scale latitudinal patterns of plant fine-root nitrogen and phosphorus. Nature Communications, 2(1): 12-19. https://doi.org/10.1038/ncomms1346.
– Zare Khormizi, H. and Ghafarian Malmiri, H., 2022. Preparing a map of the vegetation percentage of rangelands and monitoring its changes in drought and drought periods using MODIS sensor NDVI (case study: southern rangelands of Yazd province). The title of the publication, 23 (69): 193-215. http://dx.doi.org/10.61186/jgs.23.69.193. (In Persian).