



Gonbad Kavous University
Journal of Plant
Ecosystem Conservation
Volume 12, Issu 25
<http://pec.gonbad.ac.ir>

The Effect of Rangeland Planting Program on Some Vegetation and Soil Characteristics of Baladeh Noor Rangelands

Yahya Zardadkhani¹, Ghasem Ali Dianati Tilaki*², Hassan Ghelichnia³

¹MSc.in Student, Rangeland Management Department, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran

²Associate Professor, Rangeland Management Department, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran

³Associate Professor, Forest and Rangeland Research Department, Mazandaran Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran

Received: 2024/04/28; Accepted: 2024/07/14

Abstract

Due to the importance of rangeland planting projects, this study was conducted to investigate the characteristics of vegetation and soil in three rangeland types under rangeland planting projects and non-rangeland planting projects in a semi-arid and mountainous region of Baladeh Noor in 2018. In each plant type, three transects of 100 m were established, and in five 1-m² plots per transect, the canopy cover of plants was recorded. Soil sampling was done from 0 to 30 cm depth, and soil physical and chemical properties were analyzed. Statistical analysis of vegetation and soil parameters between treatments was performed using the Tukey test, and the Student's t-test was used for comparison between control and modified areas. The results showed significant differences in nitrogen (%), phosphorus (mg/kg), and organic carbon (%) of soil between control and modified areas at the level of $P < 0.05$. Rangeland planting projects increased nitrogen, phosphorus, and organic carbon with average values of 0.34, 10.69, and 2.48, respectively. There was also a significant difference in the total canopy cover percentage between control and modified areas at the level of $P < 0.05$. The highest total canopy cover, with an average value of 70%, was observed in modified areas. This research demonstrates that rangeland planting projects increased the percentage of canopy cover and some soil nutrients. The results can be applied to areas with similar climatic, soil, and topographic characteristics.

Keywords: Improvement of Rangelands, Rangeland Planting Project, Soil Characteristics, Canopy Cover Percentage

*Corresponding author: dianatig@modares.ac.ir



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"

دوره دوازدهم شماره بیست و پنجم

<http://pec.gonbad.ac.ir>

علمی - پژوهشی

تأثیر طرح‌های مرتع‌کاری بر روی برخی خصوصیات پوشش گیاهی و خاک مراتع بلده نور

یحیی زردادخانی^۱، قاسمعلی دیانته تیلکی^۲، حسن قلیچ نیا^۳

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

^۲دانشیار، گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

^۳دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۴

چکیده

با توجه به اهمیت اجرای طرح‌های مرتع‌کاری در مراتع، این تحقیق بر آن شد تا خصوصیات پوشش گیاهی و خاک را در سه تیپ مرتعی مرتع‌کاری شده و شاهد را در یک منطقه نیمه‌خشک و کوهستانی بلده نور در سال ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار دهد. در هر تیپ گیاهی، سه ترانسکت ۱۰۰ متری در مرتع مستقر و در امتداد هر ترانسکت پنج پلات یک مترمربعی مستقر شد و در هر پلات، درصد پوشش تاجی هر گونه گیاهی ثبت گردید. نمونه‌برداری از خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر انجام و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. به منظور تحلیل آماری پارامترهای پوشش گیاهی و خاک در بین ۶ سایت از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه استفاده شد و مقایسه میانگین بین تیمارها با استفاده از آزمون توکی و برای مقایسه بین دو منطقه شاهد و اصلاح شده از آزمون تی اسنیودنت استفاده شد. نتایج نشان داد نیتروژن، فسفر، کربن آلی خاک در منطقه مرتع‌کاری شده و منطقه مرتع‌کاری نشده دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($p < 0.05$)، و مرتع‌کاری سبب افزایش نیتروژن (%، فسفر (mg/kg)، کربن آلی (%، خاک پتر تیپ با مقدار متوسط ۰/۳۴، ۱۰/۶۹، ۲/۴۸ شده است. درصد پوشش تاجی کل گیاهان در مناطق مرتع‌کاری شده با شاهد دارای اختلاف معنی‌داری ($p < 0.05$) بودند. بیشترین پوشش تاجی کل با مقدار متوسط ۷۰٪ در مناطق مرتع‌کاری شده مشاهده شد. در این تحقیق طرح مرتع‌کاری سبب افزایش درصد پوشش تاجی کل گیاهان و برخی عناصر غذایی خاک شده است. نتایج این تحقیق می‌تواند در مناطق مشابه بلحاظ اقلیم، خاک و خصوصیات توپوگرافی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اصلاح مراتع، مرتع‌کاری، ویژگیهای خاک، درصد پوشش تاجی

مقدمه

مثل قرق و مصنوعی مانند مرتع‌کاری هستند که با توجه به شرایط پوشش گیاهی و وضعیت چشم‌انداز منطقه یکی از این استراتژی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Lu et al., 2015; Guo and Symstad, 2008). عامل عمده تخریب مراتع کشور تعداد دام بیش از ظرفیت مرتع، چرای زودرس، چرای بی‌رویه، بوته‌کنی، شخم مراتع، نوع دام، قطع پوشش گیاهی، تعداد زیاد بهره‌برداران، مشخص نبودن مالکیت مراتع و مشاعی بودن بهره‌برداری است (Heydari et al., 2016) از شواهد این تخریب می‌توان به تغییر در وضعیت و گرایش پوشش گیاهی و همچنین تغییر در ترکیب گیاهی

برای کاهش گسترش تخریب مراتع، می‌توان با کاشت گیاهان مناسب، مقدار زیادی علوفه برای دام فراهم آورد، با بیابان‌زایی مبارزه کرد و نقش کلیدی در حفاظت از منابع طبیعی بر عهده گرفت (Ditomaso, 2000). در تحقیقی بیان شد که عملیات و طرح‌های اصلاح مراتع یک استراتژی مدیریتی برای جلوگیری از زوال پوشش گیاهی و حفظ کارکرد سرزمین‌های مرتعی و بهبود کیفیت خاک است، عملیات و طرح‌های اصلاح و احیایی مراتع مانند تجدید حیات طبیعی

*نویسنده مسئول: dianatig@modares.ac.ir

بافت خاک در ظرفیت نگهداری آب در خاک اثر دارد، خاک‌های شنی معمولاً به هوا، آب و ریشه نفوذپذیر هستند، اما به دلیل ظرفیت کم نگهداری آب و ذخیره‌سازی ضعیف مواد مغذی خاک، محدود می‌شوند. ظرفیت محدود خاک‌های شنی برای ذخیره آب و مواد مغذی گیاه به سطح کوچک ذرات خاک مربوط می‌شود، برخلاف این، خاک رس با سطح بزرگی از ذرات خاک همراه است و همچنین دارای بار منفی است که آن را در فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی فعال می‌کند. مساحت سطح زیاد و سطوح دارای بار منفی باعث می‌شود خاک رس دارای ظرفیت نگهداری آب نسبتاً بالایی باشد و ظرفیت نگهداری مواد مغذی گیاه بر روی سطح را داشته باشد (Gebremeske and Pieterse, 2007).

نیترژن خاک یک عامل تعیین‌کننده مهم در بهره‌وری، تنوع و حفاظت از جامعه گیاهی است (Wedin and Tilman, 1996). افزایش سطوح نیترژن خاک ناشی از رسوب نیترژن اتمسفر می‌تواند تسلط گیاهان بیگانه مهاجم را افزایش دهد و تنوع جوامع گیاهی را در سراسر جهان کاهش دهد (Vitousek et al., 1997). در جاهایی که سطوح نیترژن به‌طور طبیعی پایین است، مانند بیابان‌ها، افزایش نسبتاً کمی در نیترژن ممکن است باعث تغییرات بزرگ در جوامع گیاهی شود؛ زیرا نسبت افزایش نیترژن به زیست‌توده گیاهی در مقایسه با اکوسیستم‌هایی با بهره‌وری گیاهی بالاتر بیشتر است (Alber, 2003).

گیاهان مرتعی فسفر را از لایه‌های زیرین استخراج و پس از مردن و پوسیده شدن آن‌ها مقدار زیادی فسفر در سطح خاک تجمع پیدا می‌کند، کم شدن میزان فسفر در لایه‌های زیرین به این علت است که گیاه فسفر را از این لایه‌ها استخراج می‌کند و به سطح می‌آورد و درعین حال مقدار ناچیزی از فسفر در نتیجه آبشویی به‌طور دائم از دست می‌رود (Momesso, 2022). بیشتر مواد مغذی خاک در لایه‌های بالایی قرار داشته و با افزایش عمق خاک از غلظت مواد غذایی کاسته می‌شود و علی‌رغم زیاد بودن غلظت عناصر معدنی در خاک تنها کسر ناچیزی از آن توسط گیاهان قابل جذب خواهد بود (Troeh, 2005). در اثر مرتع‌کاری به دلیل افزایش پوشش گیاهی و ایجاد پوشش متراکم و علفی و همچنین تهویه مناسب خاک، افزایش درصد لاشبرگ و تجزیه آن و در نتیجه افزایش ماده آلی

اشاره کرد (Myers, 2009; Gamoun, 2015). عامل عمده تخریب مراتع استان مازندران را زیادی تعداد دام، چرای زودرس، آتش‌سوزی مراتع، مشخص نبودن صاحب و مدیر برای عرصه‌های مراتع و مشاعی بودن بهره‌برداری می‌دانند (عبدالله پور، ۱۳۷۳). حذف چرای دام اثر معنی‌داری بر بهبود پوشش گیاهی، درصد پوشش گیاهی، تنوع، خوش‌خوراکی و درصد لاشبرگ مراتع دارد (Bai et al., 2020). حفاظت از چرا بی‌رویه و سنگین و مدیریت مراتع به‌خوبی می‌تواند درصد پوشش گیاهی مراتع را افزایش دهد و وضعیت مرتع را بهبود بخشد (Islam et al., 2022). در تحقیقی بیان شد عدم رعایت ظرفیت چرای دام یکی از عوامل عمده تخریب مراتع بلده نور است. همچنین در این تحقیق آمده است، بخش بلده شهرستان نور در منطقه‌ای بی‌بلاقی واقع گردیده که کاربری عمده اراضی این منطقه مرتع است و شغل اصلی ساکنان آن نیز دامداری سنتی وابسته به مرتع است؛ همچنین حضور ۲۷۵۰ خانوار بهره‌بردار، حدود ۵۳۰۰ واحد دامی موجود و ۲۰۸۸ واحد دامی مجاز بیانگر این واقعیت است که در صورت عدم شناخت و چاره‌جویی مناسب، منابع طبیعی با ارزش نظیر خاک و آب منطقه از بین می‌رود (اسلامی و همکاران، ۱۳۹۶).

وابستگی متقابل نوع پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک منجر به وجود گونه‌های گیاهی گوناگون و جوامع گیاهی متنوعی در مرتعی با مواد مادری یکسان و رژیم اقلیمی واحد می‌شود. این تنوع گونه‌های پوشش گیاهی طبیعی یکی از عناصر اساسی مراتع بومی بوده و نتیجه نهایی برهمکنش‌های متعدد چندین عامل محیطی طبیعی است (Rezaei and Gilkes, 2005). غنا و تنوع گونه‌ای می‌تواند شاخص‌های مهمی برای ارزیابی سلامت مرتع و درصد پوشش تاجی گیاهان مرتعی معیار خوبی برای بررسی تخریب زمین در هر منطقه باشند (Bai, 2001). جرم مخصوص ظاهری خاک در اثر لگدکوبی توسط حیوانات سبب فشرده شدن خاک می‌گردد و افزایش می‌یابد (Warren et al., 1986; Dasilva et al., 2003). جرم مخصوص ظاهری در مناطق چرا شده نسبت به چرا نشده و کشت‌شده به‌صورت قابل‌توجهی بیشتر می‌شود و افزایش پیدا می‌کند (Zhou et al., 2010).

جمع‌بندی مطالعات انجام‌شده نشان داد که عوامل آشفته‌کننده محیط مرتع سبب تغییر خصوصیات پوشش گیاهی و خاک می‌گردد. مرتع‌کاری با روش‌های مختلف می‌تواند یکی از راه‌های حفظ و احیای مراتع باشد. با توجه به تخریب سطح وسیعی از مراتع بلده نور بنا بر منابع مورد بررسی و اذعان کارشناسان مراتع استان مازندران، در سال ۱۳۹۲ اداره کل منابع طبیعی استان مازندران اقدام به اجرای طرح‌های مرتع‌کاری با گونه‌های مورد مطالعه و با تعداد ۱۰۰ کپه در هکتار در منطقه بلده نموده است. این تحقیق در پی پاسخ به این سوال است در مرتعی که بر اثر عوامل مختلف روبه‌زوال رفته‌اند و از نظر خاک و پوشش گیاهی در وضعیت نامطلوبی قرار گرفته‌اند، آیا مرتع‌کاری با گونه‌های *Festuca ovina*، *Bromus tomentellus* و *Medicago sativa* واریته کدی می‌توانند در بهبود درصد پوشش تاجی گیاهان و خصوصیات خاک مراتع بلده موثر باشد؟ کدامیک از خصوصیات خاک تحت تاثیر مرتع‌کاری با گونه‌های ذکرشده قرار می‌گیرند؟

مواد و روش‌ها

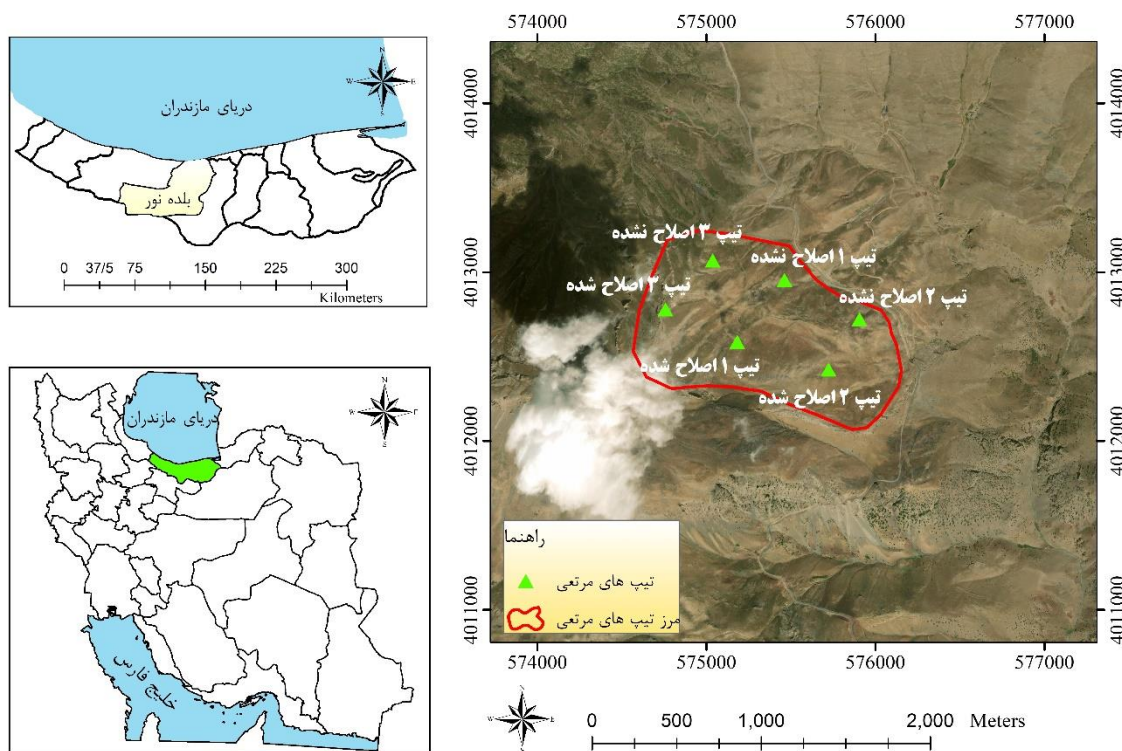
منطقه مورد مطالعه

منطقه مطالعه‌شده تحقیق حاضر در منطقه بلده که در ۹۶ کیلومتری جنوب شهر نور استان مازندران واقع شده است انجام شد (شکل ۱). در این منطقه مرتعی به مساحت ۲۰۰ هکتار برای نمونه‌برداری و انجام تحقیق انتخاب شد. منطقه مورد مطالعه در ارتفاع ۲۸۰۰-۲۶۰۰ متری از سطح دریا و شیب متوسط ۳۰ درصد قرار داشته و بین طول شمالی ۴۷° ۵۰' تا ۵۱° ۵۰' ۰۲" و عرض غربی ۵۰° ۱۴' تا ۳۶° ۱۵' ۲۸" است. بر اساس آمار داده‌های (۱۳۶۹-۱۳۹۹) هواشناسی ایستگاه سینوپتیک بلده نور میزان بارش متوسط سالانه در منطقه مورد مطالعه ۴۵۰ میلی‌متر در سال است. منطقه بلده دارای زمستان‌های سرد و خشک توأم با یخبندان و تابستان‌های خشک و ملایم بوده و میزان متوسط درجه حرارت سالانه ۱۳ درجه سانتی‌گراد است.

میزان فسفر و پتاسیم خاک افزایش می‌یابد (et al., 2008). (Umesh).

کربن آلی خاک یکی از مهمترین شاخص‌های خاک است، که تأثیر قابل‌توجهی بر کیفیت خاک مراتع می‌گذارد (Rezaei and Gilkes, 2005). مهمترین عامل پایداری خاکدانه‌ها ماده آلی موجود در خاک است. کربن آلی تأثیر زیادی بر پایداری خاکدانه‌ها نمی‌گذارد (Umesh et al., 2008; Brady, 1990). در سطح جهانی، چرای بیش‌ازحد به‌عنوان یکی از اختلالات کلیدی که منجر به تخریب مراتع و از دست دادن کربن خاک می‌شود، شناسایی شده است. محرومیت از چرا به‌عنوان یک عمل مؤثر برای بازیابی مراتع تخریب‌شده و جداسازی کربن پیشنهاد شده است. با این حال، هنوز دانش کمی در مورد چگونگی تغییر کربن خاک با حذف چرا در اکوسیستم‌های کوهستانی با ارتفاع بالا با آب‌وهوای سرد وجود دارد (Yu et al., 2019).

یکی دیگر از عوامل مهم pH خاک است. وضعیت فیزیکی و شرایط شیمیایی خاک نیز با pH مرتبط است. pH خاک بر سرعت رهاسازی مواد مغذی گیاه با هوازگی، حلالیت همه مواد در خاک و مقدار یون‌های مواد غذایی ذخیره‌شده در سایت‌های تبادل کاتیونی تأثیر می‌گذارد. معمولاً pH بهینه بین ۶ تا ۷/۵ است که در آن تمام مواد مغذی گیاه در دسترس است (Troeh, 2005). کاربرد هدایت الکتریکی خاک در منشأ آن در اندازه‌گیری شوری خاک است، که یک مشکل منطقه خشک مرتبط با ارضی مرتعی و مناطقی است که سطح آب کم‌عمق دارند. هدایت الکتریکی ظاهری خاک تحت تأثیر ترکیبی از خواص فیزیکی و شیمیایی از جمله نمک‌های محلول، محتوای رس و کانی‌شناسی، محتوای آب خاک، چگالی ظاهری، مواد آلی و دمای خاک است (Corwin and Lesch, 2005). هدایت الکتریکی می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بر روی فعالیت میکروبی و رشد گیاه اثرگذار باشد (Mut and Ayan, 2011).



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه مراتع بلده نور استان مازندران

ویژگی های پوشش گیاهی منطقه
 پوشش گیاهی موجود در این منطقه متشکل از گیاهان علفی و پهن برگ چندساله به همراه تعداد کمی گونه چوبی و علفی های یک ساله است. تیپ های گیاهی که نمونه برداری در آن انجام شد، شامل ۶ تیپ بود که سه تیپ در منطقه مرتع کاری شده (اصلاح) و سه تیپ در منطقه شاهد (مرتع- کاری نشده) بودند. سایت هایی که نمونه برداری در آن ها در سال ۱۳۹۸ انجام شد، در ارتفاع ۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰ متری از سطح دریا قرار داشتند. و دارای شیب متوسط ۳۰ درصد بودند. تیپ های گیاهی شاهد و مرتع کاری شده در دامنه های جنوبی قرار داشتند. با توجه به کار میدانه ای در منطقه مورد مطالعه گونه های غالب در تیپ های شاهد به ترتیب عبارتند از: تیپ اول: *Phlomis anisodonta* L. - *Festuca ovina* - *Bromus tomentellus* L. - *Boiss.* - *Astragalus gossypinus* Fisher تیپ دوم: *Festuca ovina* L. - *Bromus tomentellus* L. - *Boiss.* تیپ سوم: *Onobrychis cornuta* (L) Desv. - *Bromus tomentellus* L. - *ovina* L. تیپ های مرتعی عبارتند از: تیپ اول: *Bromus tomentellus* L. - *Festuca ovina* L. - *Betonica nivea* Bornm تیپ دوم: *Festuca ovina* L. - *Bromus tomentellus* L. - *Onobrychis cornuta* (L) Desv. - *Bromus tomentellus* L. - *ovina* L. که عملیات اصلاحی بر روی هر کدام از این تیپ ها به صورت کپه کاری و با گونه های فستوکا (*Festuca ovina* L.) ، بروموس (*Bromus tomentellus* L.) و یونجه (*Medicago sativa*) واریته کدی انجام گرفته بود. مشخصات تیپ های گیاهی مورد مطالعه در جدول (۱) آمده است.

و ویژگی های پوشش گیاهی منطقه
 پوشش گیاهی موجود در این منطقه متشکل از گیاهان علفی و پهن برگ چندساله به همراه تعداد کمی گونه چوبی و علفی های یک ساله است. تیپ های گیاهی که نمونه برداری در آن انجام شد، شامل ۶ تیپ بود که سه تیپ در منطقه مرتع کاری شده (اصلاح) و سه تیپ در منطقه شاهد (مرتع- کاری نشده) بودند. سایت هایی که نمونه برداری در آن ها در سال ۱۳۹۸ انجام شد، در ارتفاع ۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰ متری از سطح دریا قرار داشتند. و دارای شیب متوسط ۳۰ درصد بودند. تیپ های گیاهی شاهد و مرتع کاری شده در دامنه های جنوبی قرار داشتند. با توجه به کار میدانه ای در منطقه مورد مطالعه گونه های غالب در تیپ های شاهد به ترتیب عبارتند از: تیپ اول: *Phlomis anisodonta* L. - *Festuca ovina* - *Bromus tomentellus* L. - *Boiss.* تیپ دوم: *Festuca ovina* L. - *Bromus tomentellus* L. - *Boiss.* تیپ سوم: *Onobrychis cornuta* (L) Desv. - *Bromus tomentellus* L. - *ovina* L. تیپ های مرتعی عبارتند از: تیپ اول: *Bromus tomentellus* L. - *Festuca ovina* L. - *Betonica nivea* Bornm تیپ دوم: *Festuca ovina* L. - *Bromus tomentellus* L. - *Onobrychis cornuta* (L) Desv. - *Bromus tomentellus* L. - *ovina* L. که عملیات اصلاحی بر روی هر کدام از این تیپ ها به صورت کپه کاری و با گونه های فستوکا (*Festuca ovina* L.) ، بروموس (*Bromus tomentellus* L.) و یونجه (*Medicago sativa*) واریته کدی انجام گرفته بود. مشخصات تیپ های گیاهی مورد مطالعه در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- مشخصات تیپ های گیاهی مورد مطالعه در مراتع بلده

نام تیپ گیاهی	گیاهان همراه	مساحت (هکتار)	شیب متوسط دامنه(%)	وضعیت هر تیپ گیاهی	گرایش وضعیت هر تیپ گیاهی
<i>Phlomis anisodonta</i> <i>Bromus tomentellus</i> - <i>Festuca ovina</i>	<i>Stachys byzanthina</i> <i>Artemisia aucheri</i>	۴۰ هکتار سطحی که برای نمونه گیری در نظر گرفته شد.	۳۰	متوسط	منفی
<i>Astragalus gossypinus</i> - <i>Bromus tomentellus</i> - <i>Festuca ovina</i>	<i>Artemisia aucheri</i> , <i>Cirsium vulgare</i> <i>Poa bulbosa</i>	۳۰ هکتار سطحی که برای نمونه گیری در نظر گرفته شد.	۳۰	متوسط	منفی
<i>Onobrychis cornuta</i> - <i>Bromus tomentellus</i> - <i>Festuca ovina</i>	<i>Stachys byzanthina</i> <i>Hypericum scabrum</i>	۳۰ هکتار سطحی که برای نمونه گیری در نظر گرفته شد.	۳۰	متوسط	منفی
<i>Bromus tomentellus</i> - <i>Festuca ovina</i> - <i>Betonica nivea</i>	<i>Taraxacum montanum</i> <i>Achillea millefolium</i>	۳۰	۳۰	خوب	مثبت
<i>Bromus tomentellus</i> - <i>Festuca ovina</i> - <i>Onobrychis cornuta</i>	<i>Medicago sativa</i> <i>Myosotis olympica</i>	۳۰	۳۰	خوب	مثبت
<i>Festuca ovina</i> - <i>Bromus tomentellus</i> - <i>Onobrychis cornuta</i>	<i>Agropyron repens</i> <i>Astragalus aegobromus</i>	۴۰	۳۰	خوب	مثبت

روش نمونه برداری از پوشش گیاهی

نمونه برداری از پوشش گیاهی و خاک در فصل بهار سال ۱۳۹۸ همزمان با گلدهی گیاهان غالب صورت پذیرفت. روش نمونه برداری به صورت تصادفی- سیستماتیک بود. بدین صورت که در هر تیپ مرتعی سه ترانسکت ۱۰۰ متری که به فاصله ۱۰۰ متر از همدیگر قرار گرفتند و در مرتع مستقر شدند، سپس ۵ پلات یک مترمربعی، که به فاصله ۲۰ متر از همدیگر قرار داشتند، در امتداد هر ترانسکت مستقر شدند، که ۱۵ پلات در هر تیپ در امتداد ترانسکتها مستقر شدند. بدیهی است محل استقرار اولین ترانسکت به صورت تصادفی بود. در داخل ۹۰ پلات خصوصیات پوشش گیاهی از قبیل نام و درصد پوشش تاجی هر گونه ثبت شد (مصدقی، ۱۳۸۰). با توجه به گزارش طرح ملی ارزیابی مراتع استان مازندران (قلیچ نیا، ۱۳۸۵) ابعاد پلاتها برای منطقه مورد مطالعه یک متر مربع در نظر گرفته شد. از طریق روش ترسیمی در هر تیپ تعداد پلات (۱۵ پلات) مشخص گردید (مصدقی، ۱۳۸۰).

روش نمونه برداری از خاک

پس از اندازه گیری و ثبت درصد پوشش تاجی گیاهان در پلات های یک متر مربعی در طول هر ترانسکت در هر تیپ مرتعی، در داخل همان پلات های یک متر مربعی با بیل اقدام به برداشت نمونه از عمق ۳۰-۰ سانتی متری برای خصوصیات خاک شد. از هر تیپ ۱۵ نمونه خاک در مجموع ۹۰ نمونه برداشته شد و برای آزمایش به آزمایشگاه منتقل شد. خصوصیات خاک شامل بافت به روش هیدرومتری، وزن مخصوص ظاهری به روش پارافین (Black, 1986)، پایداری خاکدانه ها از روش پوجاسک- کی (Parsamanesh, et al., 2014)، نیتروژن کل به روش کج‌دال (Niknahad Gharmakher et al., 2013)، فسفر قابل جذب با روش اولسون، پتاسیم با روش فلیم فتو متری (Neff et al., 2005)، کربن آلی به روش والکلی و بلک (Tajik, 2004)، هدایت الکتریکی (EC) با استفاده از دستگاه هدایت الکتریکی، pH با دستگاه pH متر اندازه گیری شد.

طرح آماری و روش تجزیه و تحلیل

پس از نرمال سازی داده‌ها با روش کلموگرف-اسمیرنوف به منظور تحلیل آماری پارامترهای پوشش گیاهی و خاک در بین ۶ سایت از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه استفاده شد و مقایسه میانگین بین تیمارها با استفاده از آزمون توکی^۱ و برای مقایسه بین دو منطقه شاهد و مرتع کاری شده از آزمون تی استیودنت استفاده شد. همچنین به منظور بررسی ارتباط پارامترهای خاک با یکدیگر در تیمارهای مورد مطالعه از PCA استفاده شد. به منظور مقایسه پوشش تاجی گیاهی بین دو سایت و بین ۶ سایت از آنالیز چندمتغیره PERMANOVA و به منظور نمایش توزیع پوشش گیاهی از NMDS^۲ استفاده شد. در آزمون PERMANOVA از فاصله Bray-Curtis و تیپ ۳ مربعات با استفاده از دستور adonis در بسته vegan تحلیل شد (زردادخانی، ۱۳۹۸). تمام محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار R نسخه ۴.۱.۲ انجام شد (<https://cran.r-project.org>). در این مطالعه طرح بلوک های کامل تصادفی بود. تیپ‌های مرتعی مرتع کاری شده (اصلاح) و تیپ‌های مرتعی مرتع کاری نشده (شاهد) به عنوان تیمار و پلات‌ها به عنوان تکرار هستند.

نتایج

خصوصیات فیزیکی خاک

نتایج تجزیه واریانس یکطرفه برای خصوصیات فیزیکی خاک در ۶ تیپ پوشش گیاهی مرتع کاری شده (اصلاح) و مرتع کاری نشده (شاهد) نشان داد که پایداری خاکدانه‌ها معنی دار نشده و در اثر مرتع کاری تغییرات قابل ملاحظه‌ای نداشته است. جرم مخصوص ظاهری تغییرات کمی را نشان

داد، در حالیکه رس، شن و سیلت که تعیین کننده بافت خاک هستند معنی دار شدند (جدول ۲).

پایداری خاکدانه‌ها

بر طبق نتایج آزمون t مستقل بین پایداری خاکدانه‌ها در منطقه مرتع کاری شده (اصلاح) و مرتع کاری نشده (شاهد) تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). به همین ترتیب نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی داری بین میانگین داده‌های پایداری خاکدانه‌ها در ۶ تیپ در سطح ۰/۰۵ وجود نداشت. مقایسه میانگین ۶ تیپ گیاهی در دو منطقه نیز نشان داد که پایداری خاکدانه‌ها در منطقه شاهد و مرتع کاری شده (اصلاح) تفاوت معنی داری نداشت (برای جلوگیری از حجیم شدن مقاله از آوردن شکل نمودار خودداری شد).

جرم مخصوص ظاهری

نتایج موجود در جدول (۳) که بر اساس آزمون t مستقل به دست آمده نشان داد که جرم مخصوص ظاهری در مراتع مرتع کاری شده (اصلاح) و مرتع کاری نشده (شاهد) دارای تفاوت معنی داری است. مقایسه میانگین داده‌های جرم مخصوص ظاهری در ۶ تیپ نشان داد جرم مخصوص ظاهری در تیپ‌های مختلف دارای تفاوت معنی دار است و در تیپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح) نسبت به شاهد در مجموع افزایش مشاهده می‌شود. با توجه به این شکل هیچکدام از سه تیمار مرتع کاری شده (اصلاح) با شاهد تفاوت معنی داری نداشت (شکل ۲).

جدول ۲- آزمون تجزیه واریانس یکطرفه خصوصیات فیزیکی خاک در ۶ تیپ پوشش گیاهی

معنی داری	مقدار F	درجه آزادی	پارامتر
ns	۲/۲۸	۵	پایداری خاکدانه (%)
۰/۰۲*	۲/۷۳	۵	جرم مخصوص (g.cm ⁻³)
<۰/۰۰۱**	۵/۳۶	۵	رس (%)
<۰/۰۰۱**	۱۰/۲۲	۵	سیلت (%)
<۰/۰۰۱**	۱۱/۰۳	۵	شن (%)

ns نشان دهنده عدم معنی داری است. * معنی دار ۰/۰۵، p < ۰/۰۱ معنی دار ۰/۰۱، p < ۰/۰۰۱

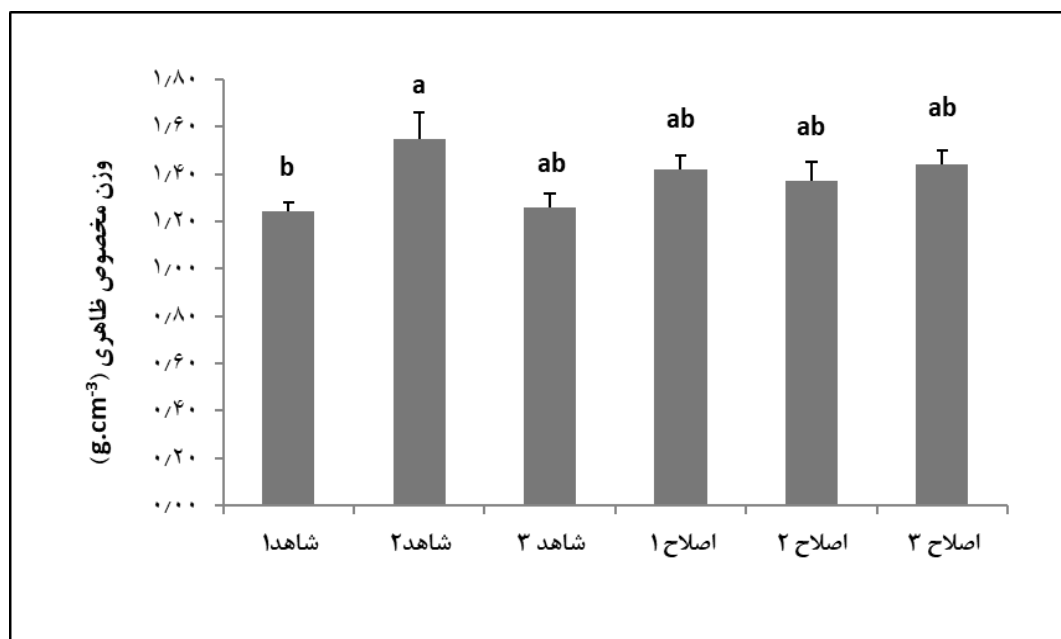
^۱ Non-metric multidimensional scaling

^۲Tukey

جدول ۳- آزمون t مستقل و مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی خاک در تیپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح) و مرتع کاری نشده (شاهد)

معنی‌داری	t	اصلاح	شاهد	پارامتر
ns	-۰/۶۷	۱۱/۱۴ ± ۰/۰۳a	۱۰/۲۷ ± ۰/۷۶a	پایداری خاکدانه (%)
<۰/۰۲*	-۱	۱/۴۱ ± ۰/۰۴a	۱/۳۵ ± ۰/۰۵b	جرم مخصوص (g.cm ⁻³)
<۰/۰۰۱**	۴/۸۲	۱۴/۹۸ ± ۰/۵۸b	۱۸/۴۴ ± ۰/۴۱a	رس (%)
<۰/۰۰۱**	-۴/۳۳	۲۷/۲۰ ± ۰/۸۹a	۲۲/۲۷ ± ۰/۶۸b	سیلت (%)
Ns	۱/۳۰	۵۷/۸۲ ± ۰/۸۶a	۵۹/۲۹ ± ۰/۷۱a	شن (%)

ns نشان‌دهنده عدم معنی‌داری است. ● معنی دار ۰/۰۵ < p، ●● معنی دار ۰/۰۱ < p



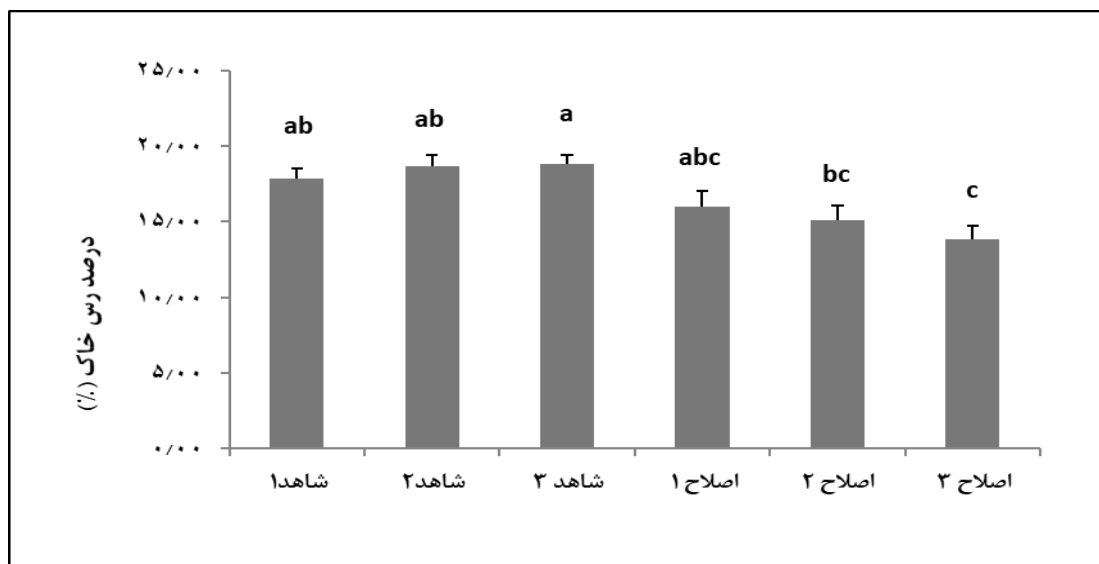
شکل ۲- مقایسه میانگین جرم مخصوص در ۶ تیمپ پوشش گیاهی مرتع کاری شده (اصلاح) و مرتع کاری نشده (شاهد) (±خطای استاندارد)

حروف لاتین مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح) و مرتع کاری نشده (شاهد) هستند.

کاهش یافته است (شکل ۳). میانگین رس در منطقه شاهد، در تیمپ‌های ۲، ۱ و ۳ به ترتیب ۱۷/۸۷، ۱۸/۶۷ و ۱۸/۸۰ بود که در منطقه مرتع کاری شده (اصلاح) که عمل مرتع کاری صورت گرفته، به میزان ۱۶، ۱۵/۰۷ و ۱۳/۸۷ رسیده است. همچنین منطقه مرتع کاری شده (اصلاح) ۳ تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت (شکل ۳).

درصد رس خاک

طبق آنالیز انجام شده توسط آزمون t مستقل درصد رس در مراتع مرتع کاری شده (اصلاح) به صورت معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳). همچنین بر طبق مقایسه میانگین‌های رس در منطقه مرتع کاری شده (اصلاح) به صورت معنی‌داری

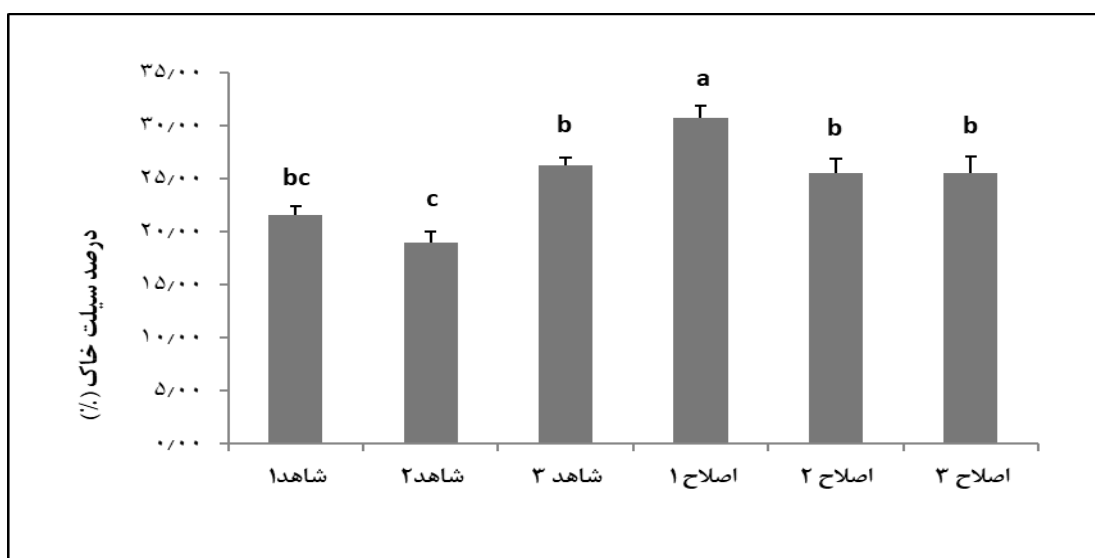


شکل ۳- مقایسه میانگین رس خاک در ۶ تیمپ پوشش گیاهی مرتع کاری شده (اصلاح) و مرتع کاری نشده (شاهد) (خطای استاندارد) حروف لاتین مشابه نشان عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح) و مرتع کاری نشده (شاهد) هستند.

نسبت به تمامی تیمپ‌ها دارای افزایش معنی داری است. تیمپ مرتع کاری شده (اصلاح) ۱ و مرتع کاری شده (اصلاح) ۲ تفاوت معنی داری دارند (شکل ۴). همچنین از سه تیمپ شاهد دو تیمپ دارای تفاوت معنی داری با تیمپ‌های مرتع- کاری شده (اصلاح) هستند. به طور کلی درصد سیلت در تیمپ های مرتع کاری شده (اصلاح) افزایش معنی داری نسبت به منطقه شاهد نشان داد.

درصد سیلت خاک

نتایج آنالیز آزمون t مستقل نشان داد که میزان درصد سیلت خاک در منطقه مرتع کاری شده (اصلاح) نسبت به شاهد (مرتع کاری نشده) افزایش یافته و تفاوت معنی داری را نشان می‌دهد (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین داده‌های سیلت نشان داد میزان سیلت در تیمپ ۱ اصلاح شده



شکل ۴- مقایسه میانگین سیلت خاک در ۶ تیمپ پوشش گیاهی مرتع کاری شده (اصلاح) و مرتع کاری نشده (شاهد) (خطای استاندارد) حروف لاتین مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح) هستند.

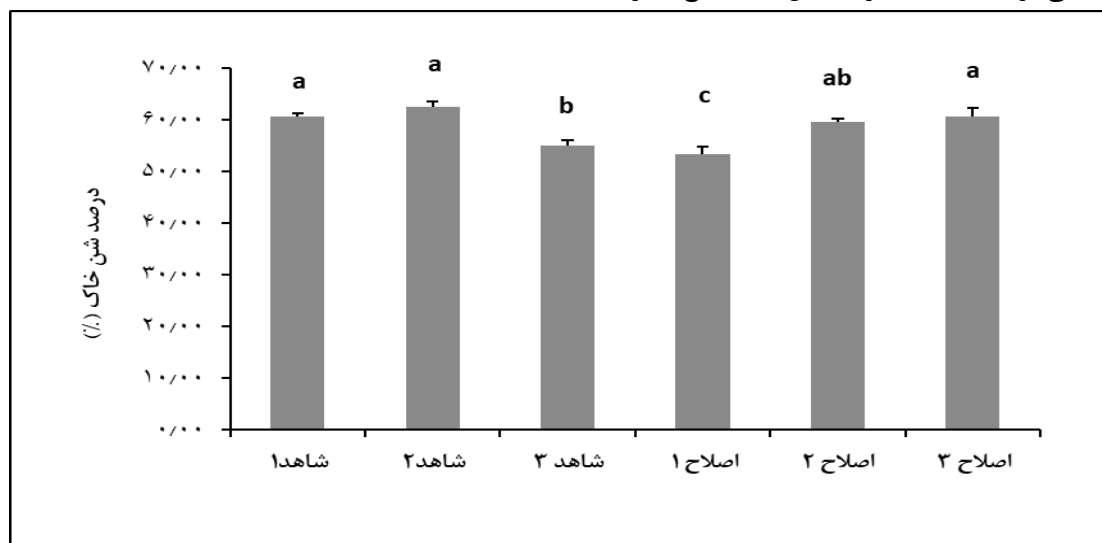
نیست (جدول ۳). در حالی که مقایسه میانگین داده‌های شن نشان داد درصد شن در مراتع مرتع کاری شده (اصلاح) نسبت به شاهد به طور معنی داری دارای کاهش است. به-طوری که از سه تیمپ منطقه مرتع کاری شده (اصلاح) تنها

درصد شن خاک

نتایج آزمون t مستقل نشان داد درصد شن در مراتع مرتع- کاری شده (اصلاح) نسبت به شاهد دارای تفاوت معنی داری

واریانس نیز نشان داد شن در بین تیپ‌های شاهد و مرتع- کاری شده (اصلاح) تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۰۱ نشان داد.

یک تیپ با تیپ‌های منطقه شاهد، تفاوت کمتری را نشان می‌دهد و سایر تیپ‌ها دارای تفاوت معنی‌دار هستند تیپ مرتع کاری شده (اصلاح) ۱ و مرتع کاری شده (اصلاح) ۳ تفاوت معنی‌داری با شاهد دارند (شکل ۵). نتایج تجزیه



شکل ۵- مقایسه میانگین شن خاک در ۶ تیپ پوشش گیاهی مرتع کاری شده (اصلاح) و مرتع کاری نشده (شاهد) (\pm خطای استاندارد) حروف لاتین مشابه نشان عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیپ‌های مرتع کاری نشده (شاهد) و مرتع کاری شده (اصلاح) هستند.

الکتریکی (EC) معنی‌دار نشده و سایر خصوصیات شیمیایی خاک از قبیل نیتروژن کل، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب، کربن آلی، و واکنش خاک (pH) معنی‌دار شده و تحت تأثیر مرتع کاری قرار گرفته‌اند (جدول ۴).

خصوصیات شیمیایی خاک

نتایج آنالیز واریانس یکطرفه در ۶ تیپ پوشش گیاهی نشان داد که از بین خصوصیات شیمیایی خاک تنها هدایت

جدول ۴- آنالیز واریانس یکطرفه خصوصیات شیمیایی خاک در ۶ تیپ پوشش گیاهی

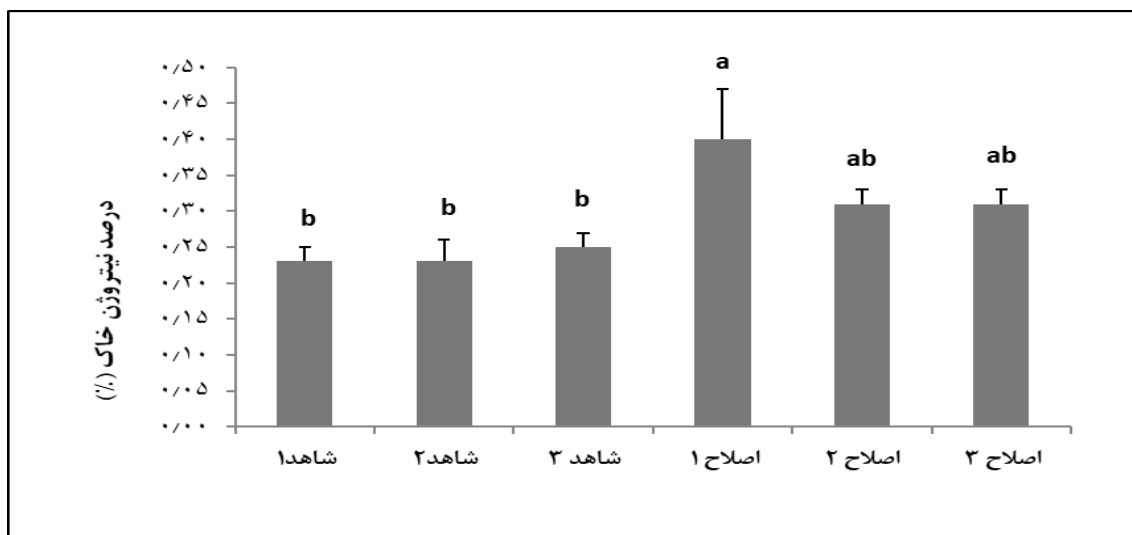
معنی‌داری	مقدار F	درجه آزادی	پارامتر
<۰/۰۰۱**	۶۳۴	۵	نیتروژن (%)
<۰/۰۰۱**	۴/۶	۵	فسفر (mg/kg)
۰/۰۱۸**	۲/۸۹	۵	پتاسیم (mg/kg)
<۰/۰۰۱**	۸/۱۷	۵	کربن (%)
۰/۰۴۷**	۲/۳۵	۵	ماده آلی ذره‌ای (gr.kg^{-1})
۰/۰۰۴**	۳/۶۷	۵	pH
ns	۱/۳۷	۵	EC ($\mu\text{ds.m}^{-1}$)

ns نشان‌دهنده عدم معنی‌داری است. ● معنی‌دار ۰/۰۵ < p, ●● معنی‌دار ۰/۰۱ < p

در تیپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح) نسبت به تیپ‌های شاهد دارای افزایش معنی‌داری در سطح ۰/۰۰۱ است به طوری که هیچ‌یک از تیپ‌های شاهد با تیپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح) مشابهت ندارند. تیپ مرتع کاری شده (اصلاح) ۱ با شاهد تفاوت معنی‌داری دارند (شکل ۶).

نیتروژن خاک

نتایج آزمون t مستقل در رابطه با نیتروژن خاک نشان داد نیتروژن کل خاک در مراتع مرتع کاری شده (اصلاح) نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد (جدول ۵). مقایسه میانگین‌های نیتروژن در ۶ تیپ نیز نشان داد درصد نیتروژن



شکل ۶- مقایسه میانگین نیتروژن خاک در ۶ تیپ پوشش گیاهی مرتع کاری شده (اصلاح) و مرتع کاری نشده (شاهد) (خطای استاندارد) حروف لاتین مشابه نشان دهنده نبود اختلاف معنی دار بین تیپ‌های مرتع کاری نشده (شاهد) و مرتع کاری شده (اصلاح) هستند.

جدول ۵- آزمون t مستقل و مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در تیپ های شاهد (مرتع کاری نشده) و مرتع کاری شده (اصلاح)

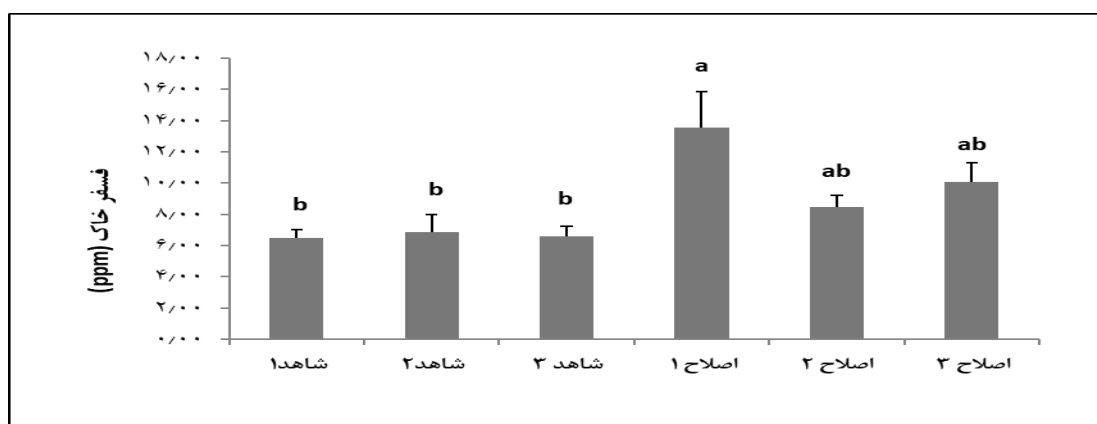
معنی داری	t	اصلاح	شاهد	پارامتر
<0.001**	-4/81	0/34 ± 0/01a	0/24 ± 0/01b	نیتروژن (%)
<0.001**	-3/75	10/69 ± 0/96a	6/64 ± 0/47b	فسفر (mg/kg)
ns	-0/20	224/01 ± 21/15a	218/47 ± 16/21a	پتاسیم (mg/kg)
<0.001**	-5/15	2/48 ± 0/04a	2/05 ± 0/07b	کربن (%)
0/012**	2/56	6/42 ± 0/05b	6/56 ± 0/03a	pH خاک
ns	-0/78	53 ± 3a	50/13 ± 2/05a	EC (μds.m ⁻¹)

ns نشان دهنده عدم معنی داری است. • معنی دار 0/05 < p, •• معنی دار 0/01 < p

قابل دسترس در منطقه مرتع کاری شده (اصلاح) در مقایسه با شاهد به شکل معنی داری افزایش یافته است؛ به خصوص اولین تیپ، به این ترتیب که تیپ‌های موجود در منطقه شاهد با هیچ‌یک از تیپ‌های منطقه مرتع کاری شده دارای شباهت نیست. به لحاظ فسفر تیپ مرتع کاری شده (اصلاح) (۱) تفاوت معنی داری با شاهد دارد (شکل ۷).

فسفر قابل دسترس خاک

بر طبق جدول (۵) نتایج آزمون t مستقل در رابطه با میزان فسفر خاک نشان داد مقدار فسفر قابل دسترس در مراتع مرتع کاری شده (اصلاح) در مقایسه با شاهد افزایش معنی داری داشته است. همچنین مقایسه میانگین فسفر در ۶ تیپ مرتع کاری شده و شاهد نشان داد که میزان فسفر



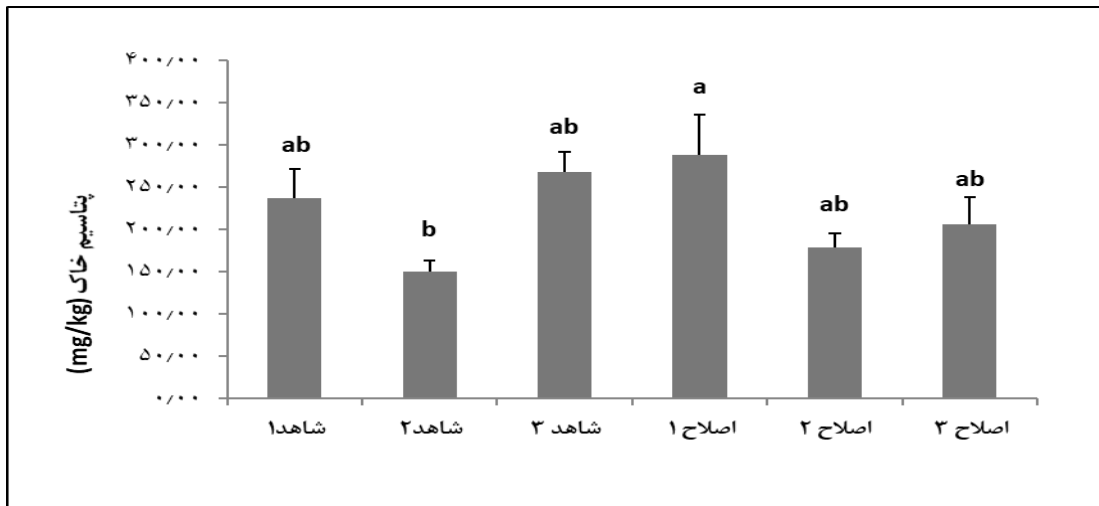
شکل ۷- مقایسه میانگین فسفر قابل دسترس خاک در ۶ تیپ پوشش گیاهی مرتع کاری شده (اصلاح) و مرتع کاری نشده

(شاهد) (خطای استاندارد). حروف لاتین مشابه نشان دهند نبود اختلاف معنی دار بین تیپ‌های مرتع کاری نشده (شاهد) و مرتع کاری شده (اصلاح) هستند.

پتاسیم قابل دسترس خاک

نتایج حاصل از آزمون t مستقل در رابطه با مقدار پتاسیم قابل دسترس خاک نشان داد که پتاسیم قابل دسترس در منطقه مرتع کاری شده (اصلاح) در مقایسه با شاهد تفاوت

معنی داری را نشان نداد (جدول ۵). اما مقایسه میانگین پتاسیم قابل دسترس در ۶ تیپ مرتع کاری شده (اصلاح) و شاهد نشان داد که پتاسیم در تیپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح) نسبت به تیپ‌های شاهد افزایش معنی دار را نشان داد (شکل ۸).

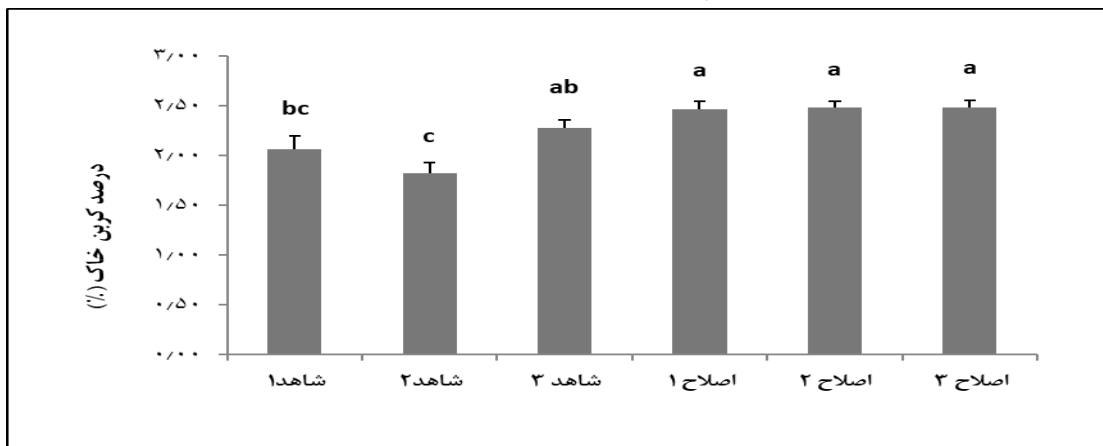


شکل ۸- مقایسه میانگین پتاسیم خاک در ۶ تیپ پوشش گیاهی مرتع کاری شده (اصلاح) و مرتع کاری نشده (شاهد) (خطای استاندارد) حروف لاتین مشابه نشان دهنده نبود اختلاف معنی دار بین تیپ‌های مرتع کاری نشده (شاهد) و مرتع کاری شده (اصلاح) هستند

کربن آلی خاک

نتایج آزمون t مستقل در رابطه با کربن خاک جدول (۵) نشان داد که بین مراتع شاهد (مرتع کاری نشده) و مرتع کاری شده (اصلاح) تفاوت معنی داری وجود دارد. کربن در تیپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح) در مقایسه با تیپ‌های شاهد افزایش معنی داری را نشان می‌دهد، نتایج تجزیه واریانس داده های کربن در ۶ تیپ نشان داد که

میزان کربن در تیپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح) و شاهد (۵) دارای تفاوت معنی داری هستند. همچنین بر طبق شکل (۹) مقایسه میانگین کربن آلی در ۶ تیپ نشان داد که کربن در سه تیپ مرتع کاری شده (اصلاح) نسبت به سه تیپ شاهد افزایش معنی داری را نشان داد. درصد کربن آلی در تیپ مرتع کاری شده (اصلاح) ۱ و مرتع کاری شده (اصلاح) ۲ با شاهد تفاوت معنی داری دارد.

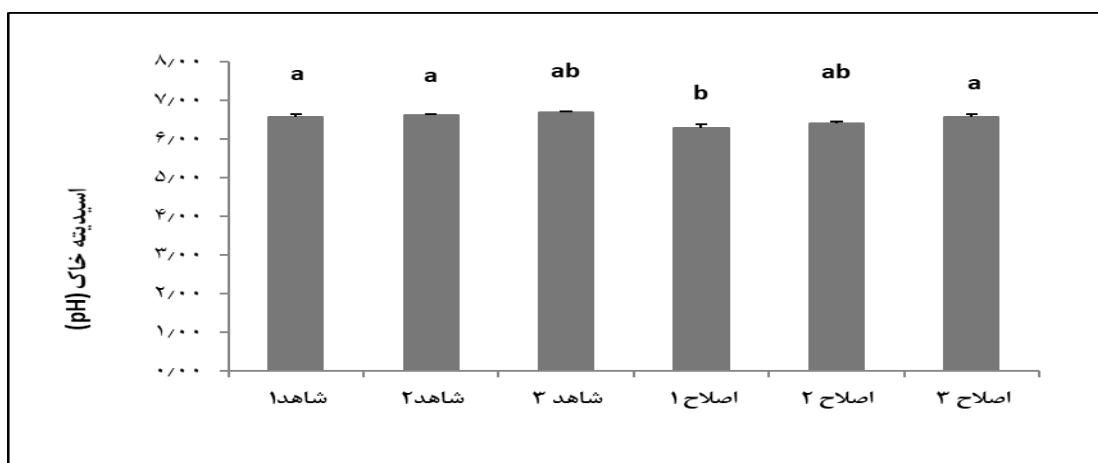


شکل ۹- مقایسه میانگین کربن آلی خاک در ۶ تیپ پوشش گیاهی مرتع کاری شده (اصلاح) و مرتع کاری نشده (شاهد) (خطای استاندارد)، حروف لاتین مشابه نشان دهنده نبود اختلاف معنی دار بین تیپ‌های مرتع کاری نشده (شاهد) و مرتع کاری شده (اصلاح) هستند.

pH خاک

مرتع کاری شده با تیپ‌های مرتع کاری نشده (شاهد) در سطح ($P \leq 0.04$) دارای تفاوت معنی داری است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین pH نشان داد pH خاک در تیپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح) نسبت به شاهد (مرتع کاری نشده) دارای کاهش معنی داری است. واکنش خاک در تیپ مرتع کاری شده (اصلاح) ۱ با شاهد دارای تفاوت معنی داری است (شکل ۱۰).

نتایج حاصل از آزمون t مستقل در رابطه با داده‌های واکنش خاک یا pH نشان می‌دهد pH در تیپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح) نسبت به تیپ‌های شاهد کاهش کمی را نشان می‌دهد (جدول ۵). نتایج تجزیه واریانس داده‌های واکنش خاک نشان داد که داده‌های واکنش خاک در تیپ‌های



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اسیدی ته خاک در ۶ تیپ پوشش گیاهی مرتع کاری شده (اصلاح) و مرتع کاری نشده (شاهد) (خطای استاندارد)، حروف لاتین مشابه نشان دهنده نبود اختلاف معنی دار بین تیپ‌های مرتع کاری نشده (شاهد) و مرتع کاری شده (اصلاح) هستند.

الکتریکی نشان داد که هدایت الکتریکی در بین تیپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح) و شاهد (مرتع کاری نشده) دارای تفاوت معنی داری نیستند (برای جلوگیری از حجیم شدن مقاله نمودار مقایسه میانگین آورده نشد).

هدایت الکتریکی خاک

نتایج آزمون t مستقل در رابطه با هدایت الکتریکی نشان داد، هدایت الکتریکی در تیپ‌های شاهد و مرتع کاری شده (اصلاح) تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۵). نتایج آنالیز واریانس داده‌های هدایت الکتریکی در ۶ تیپ پوشش گیاهی نشان داد که تیپ‌های مرتع کاری شده با تیپ‌های مرتع کاری نشده در سطح ($P \leq 0.05$) دارای تفاوت معنی داری نیستند. همچنین مقایسه میانگین داده‌های هدایت

خصوصیات پوشش گیاهی

نتایج حاصل از آنالیز واریانس یکطرفه داده‌ها نشان داد که درصد تاج و پوشش کل در سطح ($P < 0.001$) معنی دار هستند (جدول ۶).

جدول ۶- آنالیز واریانس یکطرفه شاخص‌های پوشش گیاهی در ۶ تیپ پوشش گیاهی

معنی داری	مقدار F	درجه آزادی	پارامتر
$< 0.001^{**}$	۳۸/۶۸	۵	درصد کل پوشش

ns نشان دهنده عدم معنی داری است. ** معنی دار $p < 0.01$

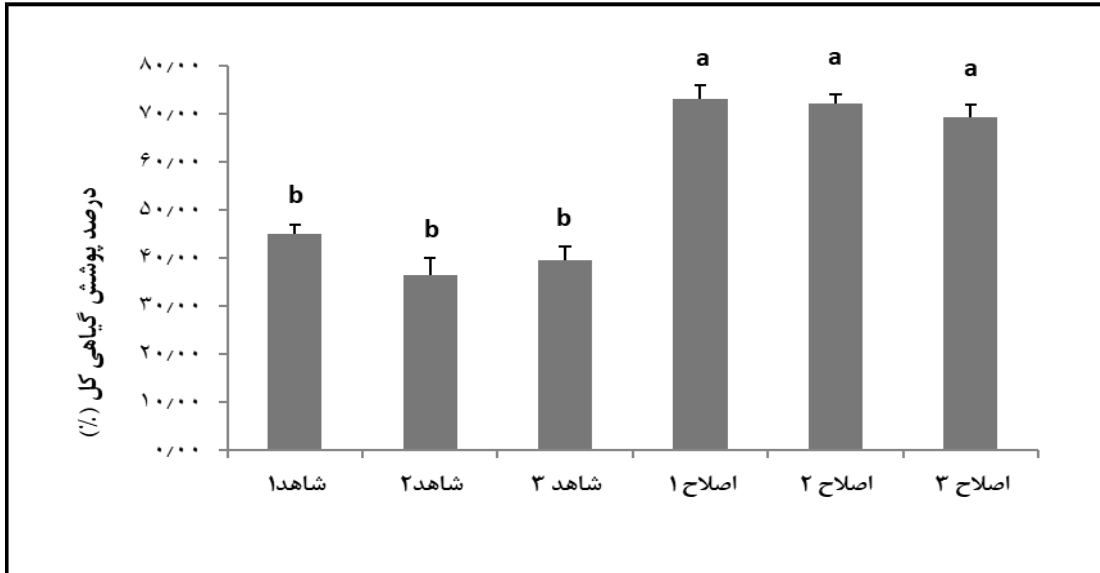
جدول ۷- نتایج آزمون t مستقل و مقایسه میانگین درصد پوشش کل در تیپ‌های مرتع کاری نشده (شاهد) و تیپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح شده)

معنی داری	t	اصلاح	شاهد	شاخص
$< 0.001^{**}$	-۱۳/۴۱	$45/36 \pm 2/56a$	$39/91 \pm 1/71b$	درصد پوشش کل

حروف لاتین غیرمشابه نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین تیپ‌های مرتع کاری نشده (شاهد) و مرتع کاری شده (اصلاح) هستند، ** معنی دار $p < 0.01$

داری وجود دارد؛ به طوری که بیشترین مقدار درصد پوشش کل در تیپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح) مشاهده شد. درصد پوشش تاجی در هر سه تیپ مرتع کاری شده (اصلاح) با شاهد دارای تفاوت معنی داری هستند (شکل ۱۱).

درصد پوشش کل در مراتع مرتع کاری شده (اصلاح) بیشتر از مراتع مرتع کاری نشده (شاهد) است (جدول ۷). مقایسه میانگین داده های درصد پوشش کل نشان داد بین میانگین درصد پوشش کل در تیپ‌های مرتع کاری شده (اصلاح) با تیپ‌های مرتع کاری نشده (شاهد) تفاوت معنی



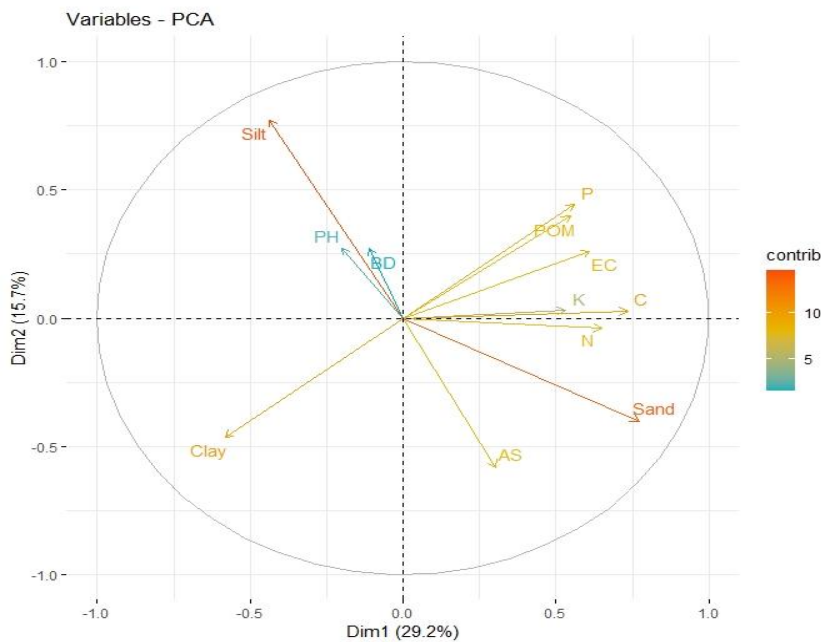
شکل ۱۱- مقایسه میانگین درصد پوشش گیاهی کل در ۶ تیپ (±خطای استاندارد)

حروف لاتین مشابه نشان دهنده نبود اختلاف معنی دار بین تیپ‌های مرتع کاری نشده (شاهد) و مرتع کاری شده (اصلاح) هستند.

گردید (شکل ۱۲) و (جدول ۸).

ارتباط پوشش گیاهی و خاک

برای بررسی ارتباط خصوصیات خاک در رابطه با یکدیگر در تیپ‌های مورد مطالعه از تجزیه مولفه‌های اصلی استفاده



شکل ۱۲- ارتباط پارامترهای خاک با یکدیگر در ۶ تیپ پوشش گیاهی

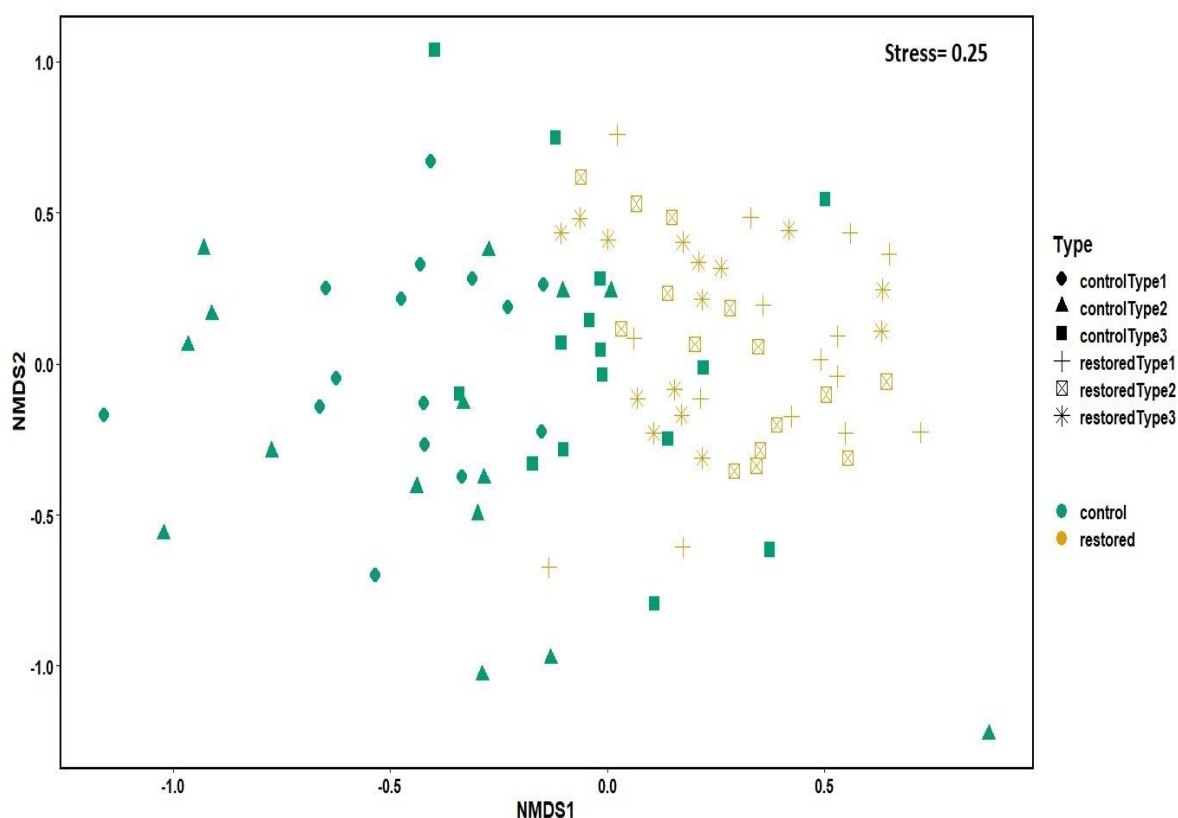
جدول ۸- اثرات هر پارامتر خاک روی ۶ تیپ مورد مطالعه

فاکتور	Dim1	Dim2
N (%)	0.65	-0.06
P (PPM)	0.56	0.42
K (Mg.Kg)	0.52	0.05
OC (%)	0.73	0.02
POM (gr.kg ⁻¹)	0.55	0.36
pH (%)	-0.20	0.33
EC (μds.m ⁻¹)	0.61	0.28
Aggregate stability (%)	0.29	-0.57
Bulkdensity (g.cm-3)	-0.11	0.27
Clay (%)	-0.58	-0.45
Silt (%)	-0.43	0.78
Sand (%)	0.76	-0.41

منطقه مرتع‌کاری شده با توجه به مقیاس چند بعدی غیرپارامتریک (NMDS) ارتباط چندانی ندارند، در صورتی که تیپ‌های مرتع‌کاری شده با یکدیگر دارای ارتباط بوده و با تیپ‌های شاهد کمترین ارتباط را دارند (جدول ۹).

برطبق (شکل ۱۲) و (جدول ۷) مشاهده شد محور اول ۱۵/۷ درصد تغییرات را شامل گردید و در آن شن و کربن آلی بیشترین تاثیر را داشتند. محور دوم ۲۹/۲ درصد تغییرات را شامل شد و در آن سیلت و پایداری خاکدانه‌ها بیشترین تاثیر را داشتند.

با توجه به شکل (۱۳) مشخص شد تیپ‌های گیاهی موجود در منطقه شاهد با یکدیگر و با تیپ‌های موجود در



شکل ۱۳- مقیاس چندبعدی غیرپارامتریک (NMDS) ارتباط پارامترهای پوشش گیاهی با یکدیگر در ۶ تیپ پوشش گیاهی

جدول ۹- نتایج آنالیز چند متغیره PERMANOVA

معنی داری	مقدار R ²	مقدار F	درجه آزادی
0.001	0.16	16.89	1
0.001	0.27	6.49	5

افزایش فعالیت‌های میکروبی خاک و افزایش نرخ کانی‌سازی همانند چرخه نیتروژن خاک قابل توجه است. در رابطه با پتاسیم که در دو منطقه مرتع کاری شده و شاهد دچار تغییر قابل توجهی نشده است؛ احتمالاً به دلیل استفاده گیاهان در منطقه مرتع کاری شده (اصلاح) از این عنصر غذایی است که باعث شده میزان این ماده نسبت به منطقه شاهد افزایش نشان ندهد.

نتایج تحقیقات موسوی ثانی و همکاران (۱۴۰۳) نشان داد کشت گونه‌های مختلف درختی در حوزه آبخیز کاخک سبب تغییر در برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شده است. گونه‌های سماق و بادام بیشتر از گونه کاج با افزایش مواد معدنی حاصلخیزی خاک زیر اشکوب خود را فراهم می‌نماید بدون اینکه باعث افزایش معنی‌دار شوری خاک گردد.

خاک علفزارها به‌طور قابل توجهی به ذخایر کربن و نیتروژن زمینی کمک می‌کنند، و شیوه‌های مدیریت مرتع به‌طور مستقیم بر اندازه این ذخایر از طریق تأثیرات بر زیست توده گیاهی تأثیر می‌گذارد (Momesso et al., 2022; Silveira, 2022). افزایش محتوای کربن آلی با ساختار گردتر، کوچکتر و درجه بالاتر پدالیته در دانه‌های خاک مرتبط است. بنابراین، منطقی است که نتیجه گرفته شود، کربن آلی ممکن است تأثیر مهمی در شکل‌گیری و تثبیت تخرخل خاک داشته باشد و بستر بهتری را برای رشد ریشه‌ها فراهم کند که به نوبه خود اولین لایه خاک را ضخیم‌تر می‌کند (Rezaei et al., 2016; Heydari et al., 2016). کربن آلی در منطقه کشت‌شده به‌وسیله عمل مرتع‌کاری افزایش معنی‌داری را نشان داد که با نتایج (Macharia et al., 2011; Mureithi et al., 2014) مطابقت دارد، همچنین در تحقیقات انجام شده، مشخص شد کاشت گیاه باعث افزایش میزان کربن آلی در لایه سطحی خاک می‌شود که این میزان در خاک با بافت ریزدانه بیشترین مقدار بود (Witzgall et al., Jian et al., 2020). افزایش معنی‌دار کربن در سایت‌های مرتع‌کاری- (2021). شده نسبت به شاهد به‌علت این است که عملیات مرتع‌کاری

نتایج نشان داد تغییرات پوشش گیاهی در بین تیپ‌های مرتع‌کاری شده (اصلاح) و مرتع‌کاری نشده (شاهد) معنی‌دار شد.

بحث

خصوصیات خاک

مدیریت چرا به خوبی می‌تواند میزان نیتروژن خاک را افزایش دهد، و در نتیجه جذب نیتروژن گیاه را افزایش دهد، زیرا باعث افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه می‌شود (Shen et al., 2019). کاشت مراتع با گونه‌های مناسب باعث افزایش در میزان نیتروژن خاک می‌شود که این امر موجب افزایش زیست‌توده و بهبود کیفیت علوفه و کاهش گونه‌های مهاجم می‌شود (Tatian, 2011; Ditomaso, 2000). افزایش در میزان نیتروژن پس از مرتع‌کاری به علت افزایش فعالیت میکروبی خاک و تسریع در چرخه نیتروژن رخ می‌دهد (Mut and Ayan, 2011). که با نتایج به‌دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد. حذف دائم چرای دام باعث کاهش در میزان فسفر خاک می‌گردد؛ بنابراین چرا باید مدیریت شود و حذف کلی آن کاهش مواد مغذی خاک را به همراه خواهد داشت (Li et al., 2022). مدیریت چرای دام باعث افزایش جذب مواد مغذی مانند فسفر و کلسیم توسط گونه‌های علفی می‌شود، جذب مواد مغذی بر فرآیندهای کلیدی اکوسیستم مانند چرخه کربن تأثیر می‌گذارد و نقش کلیدی در حفظ مواد مغذی گیاهان در محیط‌های فقیر از مواد مغذی ایفا می‌کند (Zhang et al., 2022; Myers; Harms, 2009). شدت چرا چرخه‌های بیوژئوشیمیایی فسفر در اکوسیستم‌های مرتع را با تأثیر بر کارایی استفاده از مواد مغذی گیاه و فرآیندهای فیزیکیوشیمیایی خاک تنظیم می‌کند (He et al., 2020). مرتع‌کاری باعث تغییر در ساختار جامعه میکروبی می‌شود و این تغییر باعث بیشتر شدن فعالیت میکرواورگانیسم‌ها و در نتیجه افزایش در میزان مواد مغذی خاک می‌شود (Moreno et al., 2021). افزایش فسفر پس از مرتع‌کاری در تحقیق حاضر نیز به علت افزایش پوشش گیاهی و

شده که این امر موجب کاهش نفوذپذیری خاک و افزایش فرسایش می‌گردد (Aksakal et al., 2011). خشکسالی های مکرر، چرای مداوم و شدید، مداخلات مدیریتی نامناسب و تخریب بوته‌ها در شمال شرق اتیوپی مهمترین عواملی بودند که منجر به افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک و تخریب مراتع شدند (Mathewos et al., 2023). جرم مخصوص ظاهری با افزایش رطوبت خاک کاهش می‌یابد (Mouazen and Ramon., 2002). بنابراین با توجه به این مطلب می‌توان معنی‌دار نشدن جرم مخصوص ظاهری را در تحقیق حاضر توجیه کرد، از آنجاکه نمونه برداری پس از بارندگی‌های بهاره صورت گرفته و هر دو منطقه به صورت موقت تحت تاثیر چرا نبوده و تحت تاثیر رطوبت قرار گرفته‌اند جرم مخصوص ظاهری در آنها تفاوت چندانی را نشان نمی‌دهد.

ویژگی‌های بافتی خاک به عنوان عوامل تعیین‌کننده اصلی برای ظرفیت نگهداری و نفوذ آب در خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک شناخته شده است که به نوبه خود ممکن است بر کیفیت و کمیت پوشش گیاهی تأثیر بگذارد (Ali et al., 2019). فرضیه بافت معکوس پیش‌بینی می‌کند که در شرایط آب و هوایی نیمه خشک، خاک‌های ریزبافت (مانند خاک‌های رسی) به دلیل افزایش تبخیر، آب کمتری را برای رشد گیاه در مقایسه با خاک‌های درشت بافت (مانند خاک‌های شنی) فراهم می‌کنند زیست توده و پوشش گیاهی بالای زمینی بوته‌ها با افزایش محتوای شن افزایش می‌یابد، اما با افزایش محتوای رس کاهش می‌یابد، در حالی که زیست توده زمینی فورب‌ها و گرامینوئیدها با شن کاهش می‌یابد، اما با محتوای رس افزایش می‌یابد؛ خاک‌های با بافت ریز آب بیشتری در نزدیکی لایه‌های سطحی نسبت به خاک‌های درشت بافت ذخیره می‌کنند؛ آنها برای گونه‌های گرامینوئیدی که سیستم ریشه‌ای کم‌عمق دارند، مطلوب‌تر هستند؛ با این حال، بوته‌ها سیستم ریشه عمیق‌تری دارند و بنابراین می‌توانند در خاک های شنی و سیلتی به خوبی رشد کنند (رضایی و همکاران، ۱۳۹۲). بافت خاک در منطقه مورد مطالعه ما شنی لومی بود که یک بافت درشت دانه به حساب می‌آید، که پس از مرتع کاری میزان رس کمتر شد و سیلت افزایش یافت و شن تغییرات کمی نشان داد و به‌طور کلی بافت خاک ریزدانه‌تر شد که به علت نفوذ ریشه گیاهان و تغییرات پوشش گیاهی از چوبی به علفی و همچنین تغییرات در میزان کربن آلی

به خوبی توانسته باعث ترسیب کربن اتمسفری در سایت‌های مرتع کاری نسبت به شاهد شود همچنین زیست توده بالاتر در منطقه مرتع کاری شده نسبت به شاهد باعث افزایش میزان کربن آلی شده است (Zhou et al., 2007). pH در دو منطقه مرتع کاری شده و شاهد در تحقیق حاضر تفاوت چندانی را نشان نمی‌دهد. هر دو منطقه pH مناسبی داشتند، اما در منطقه مرتع کاری شده به مقدار کمی نسبت به شاهد دارای کاهش است. در تحقیقی، بیان شد که کاهش pH به دلیل افزایش ماده آلی، اسیدهای آلی و معدنی تولید می‌شوند که فراوان ترین این اسیدها، اسید کربنیک است، گرچه این اسید یک اسید ضعیفی است ولی تولید دائم آن در خاکی که در آن تراکم ریشه زیاد است، باعث حل شدن آهک و شست‌وشوی آن در خاک می‌شود و خارج شدن آهک از خاک نیز موجب کاهش pH می‌گردد (حسین زاده و همکاران، ۱۳۸۷). کاهش pH همچنین می‌تواند در ارتباط با افزایش پوشش گیاهی پس از کاشت گیاهان و در نتیجه آن افزایش ماده آلی و افزایش تراکم ریشه‌ای زیاد که باعث فعالیت میکروارگانیسم‌ها در خاک باشد (Pellant, 2005; Jones et al., 2004). هدایت الکتریکی می‌تواند به‌طور قابل توجهی بر روی فعالیت میکروبی و رشد گیاه اثرگذار باشد (Mut and Ayan, 2011). هدایت الکتریکی در دو منطقه معنی‌دار نشد. از آنجاکه هدایت الکتریکی خاک بیشتر تحت تاثیر شوری خاک قرار دارد (Rahimi et al, 2000) به نظر می‌رسد در رابطه با شوری خاک تغییری ایجاد نشده که باعث شده هدایت الکتریکی تغییرات زیادی را نشان ندهد.

در خاک نیروی چسبندگی بیشتر به واسطه افزایش نیروی همجسبی بیشتر بین ذرات معدنی خاک و پلیمرهای آلی احتمال خیس شدن خاکدانه‌ها و در نتیجه تخریب و فروپاشی ساختار آنها را کاهش می‌دهد (Tejada et al., 2006). پایداری خاکدانه‌ها در تحقیق ما در دو منطقه مورد مطالعه معنی‌دار نشد که احتمالاً به این دلیل است که کاشت گیاهان باعث حفظ ساختار خاکدانه‌ها و خواص فیزیکی خاک شده است که با نتایج مایا و همکاران (Maia et al., 2007) مطابقت داشت.

جرم مخصوص ظاهری در مناطق چرا شده نسبت به چرا نشده و کشت شده به صورت قابل توجهی بیشتر می‌شود (Zhou et al., 2010; Sanaei, 2019). همچنین چرای دام باعث افزایش قابل توجهی در جرم مخصوص ظاهری

Medicago sativa و *Bromus tomentellus*، *Festuca ovina* سبب افزایش درصد پوشش تاجی گیاهان و نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کربن خاک در مراتع تخریب یافته بلده شده است.

منابع

اسلامی، ر.، محمودی، ج.، مهدوی، س.خ. ۱۳۹۶. بررسی عوامل موثر بر عدم رعایت ظرفیت چرای مراتع ناج در حوضه آبخیز بلده شهرستان نور، فصلنامه اکوسیستم های طبیعی ایران، ۹(۴): ۳۳-۴۵.

حسین زاده، گ.، جلیوند، ح.، و تمرناش، ر. ۱۳۸۷. تغییرات پوشش گیاهی و برخی خواص شیمیایی خاک در مراتع با شدت چرای مختلف. مجله تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۴(۴): ۵۰۰-۵۱۲.

رضایی، ح.، جعفرزاده، ع.ع.، شهبازی، ف. ۱۳۹۲. تأثیر پوشش گیاهی بر خصوصیات میکرومورفولوژیکی خاک (مطالعه موردی: ایستگاه تحقیقاتی کرج)، علوم آب و خاک، ۲۳(۱): ۸۳-۹۴.

زردادخانی، ی.، ۱۳۹۸. تأثیر طرح مرتعکاری بر خصوصیات پوشش گیاهی و خاک، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۰۰ ص.

عبدالله پور، م.، ۱۳۷۳. چرا و چگونه می توان زمینه های مناسب برای سرمایه گذاری بخش خصوصی در مراتع را فراهم کرد، در: مجموعه مقالات نهمین سمینار مرتع داری و مرتع داری ایران. کرج، ایران جلد ۱، ص ۵۶-۷۶.

قلیچ نیا، ح. ۱۳۸۵. گزارش تحقیقاتی ارزیابی مراتع در اقلیم مختلف، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۳: ۱۱۰ ص.

مصدقی، م. ۱۳۸۰. توصیف و تحلیل پوشش گیاهی. انتشارات-مشهد. ۲۸۷ ص.

موسوی ثانی، س.م.، آذرخشی، م.، نظری سامانی، ع.ا.، فرزادمهر، ج. ۱۴۰۳. تعیین تاثیر نوع گونه گیاهی روی برخی ویژگیهای خاک در مراتع کوهستانی حوزه آبخیز کاخک، مرتع، ۱۶(۴): ۷۶۵-۷۷۸.

نامجویان، ر. ۱۳۸۱. بومی سازی طرح های بهبود مرتع با استفاده از GIS، کارشناسی ارشد. پایان نامه مدیریت مرتع، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

خاک است که با نتایج چن و همکاران (Chen et al., 2015) مطابقت دارد.

درصد تاج پوشش گیاهی معیار خوبی برای بررسی تخریب زمین در منطقه است (Bai et al., 2001; Maia et al., 2007). حذف چرای دام اثر معنی داری بر بهبود پوشش گیاهی، درصد تاج پوشش گیاهی، تنوع، خوش خوراکی و درصد لاشبرگ در پوشش گیاهی مراتع دارد (مصدقی، ۱۳۸۷; Bakhshi et al., 2020). حفاظت مراتع از چرا بی رویه و سنگین و مدیریت مراتع به خوبی می تواند درصد تاج پوشش گیاهی مراتع را افزایش دهد و وضعیت مرتع را بهبود بخشد (Islam et al., 2022) و نامجویان، (۱۳۸۱). تحقیقات محققین در کشور اتیوپی نشان داد کاشت سه گونه *Faidherbia albida*، *Melia azedarach*، *Moringa stenopetala* در اراضی تخریب یافته سبب افزایش درصد پوشش تاجی، تنوع و غنای گونه ای شده است (Siraj et al., 2023).

در این تحقیق درصد تاج پوشش گیاهی نیز پس از انجام عملیات مرتع کاری در منطقه افزایش یافته که نشان می دهد عملیات مرتع کاری به خوبی توانسته باعث بهبود وضعیت پوشش گیاهی شود. علت این مسئله تاثیر کاشت گیاهان جدید در مرتع است، که به خوبی توانسته خصوصیات خاک و حاصل خیزی آن را بهبود بخشد که در نهایت منجر به افزایش پوشش و بهتر شدن وضعیت آن در مرتع شده است.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد انجام عملیات اصلاح مرتع مانند مرتع کاری در مراتع تخریب شده باعث بهبود خصوصیات خاک و پوشش گیاهی در این مناطق می شود. در مرتع کاری باید به خصوصیات خاک همراه با سایر عوامل توجه بیشتری شود تا بتوان بهترین نتیجه را از کاشت گیاهان در مراتع به دست آورد. همچنین باید توجه داشت تا برای هر منطقه گیاهان مناسبی برای کشت انتخاب شود تا با شرایط آن منطقه سازگاری های لازم را به دست آورد. در این خصوص می توان از گیاهان بومی همان مناطق استفاده نمود. همچنین نتیجه می شود در هر مرتع نیازهای متفاوتی وجود دارد و در هر مرتع روش اصلاحی متفاوتی نیاز است تا در آن مرتع اثر بخش باشد. این روش های اصلاحی شامل قرق، مرتع کاری و سایر روش ها بسته به شرایط منطقه و میزان تخریب یافتگی آن قابل اجرا هستند. مرتع کاری با گونه های

- Alberta. *Canadian Journal of soil science*, 82(1), 1-8.
- Gamoun, M., Patton, B., Hanchi, B. 2015. Assessment of vegetation response to grazing management in arid rangelands of southern Tunisia. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 11(2), 106-113.
- Gebremskel, K., Pieterse, P. J. 2007. Impact of grazing around a watering point on soil status of a semi-arid rangeland in Ethiopia. *African Journal of Ecology*, 45(1), 72-79.
- Guo, Q., Symstad, A. 2008. A two-part measure of degree of invasion for cross-community comparisons. *Conservation Biology*, 22(3), 666-672.
- He, M., Zhou, G., Yuan, T., van Groenigen, K. J., Shao, J., Zhou, X. 2020. Grazing intensity significantly changes the C: N: P stoichiometry in grassland ecosystems. *Global Ecology and Biogeography*, 29(2), 355-369.
- Heydari, M., Faramarzi, M., Pothier, D. 2016. Post-fire recovery of herbaceous species composition and diversity, and soil quality indicators one year after wildfire in a semi-arid oak woodland. *Ecological Engineering*, 94, 688-697.
- Islam, M., Razzaq, A., Zubair, M., Hassan, S., Ahmad, S., Gul, S., Louhaichi, M. 2022. Impact of rangeland enclosure and seasonal grazing on protected and unprotected rangelands in Chakwal region, Pakistan. *Journal of Mountain Science*, 19(1), 46-57.
- Jian, J., Du, X., Reiter, M. S., Stewart, R. D. 2020. A meta-analysis of global cropland soil carbon changes due to cover cropping. *Soil Biology and Biochemistry*, 143, 107735.
- Jones, D. L., Hodge, A., & Kuzyakov, Y. 2004. Plant and mycorrhizal regulation of rhizodeposition. *New phytologist*, 163(3), 459-480.
- Li, J., Wang, K., Shanguan, Z., Deng, L. 2022. Coupling and decoupling of soil carbon, nitrogen and phosphorus stocks following grazing exclusion in temperate grasslands. *Catena*, 211, 106003.
- Louhaichi, M. 2018. Managing rangelands: promoting sustainable rangeland management practices; Shrub planting: contributing to ecological sustainability while aiming towards livelihood
- Alber, J. 2003. Nitrogen saturation in temperate forest ecosystems, hypotheses revisited. *BioScience*, 53, 375-389.
- Aksakal, E. L., Öztas, T., & Özgul, M. 2011. Time-dependent changes in distribution patterns of soil bulk density and penetration resistance in a rangeland under overgrazing. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35(2), 195-204.
- Ali, A., Lin, S. L., He, J. K., Kong, F. M., Yu, J. H., Jiang, H. S. 2019. Climatic water availability is the main limiting factor of biotic attributes across large-scale elevational gradients in tropical forests. *Science of The Total Environment*, 647, 1211-1221.
- Bai, Y., Abouguendia, Z., Redmann, R. E. 2001. Relationship between plant species diversity and grassland condition. *Rangeland Ecology & Management*, 54(2), 177-183.
- Bakhshi, J., Javadi, S. A., Tavili, A., Arzani, H. 2020. Study on the effects of different levels of grazing and enclosure on vegetation and soil properties in semi-arid rangelands of Iran. *Acta Ecologica Sinica*, 40(6), 425-431.
- Black, C.A., 1986. Methods of soil analysis, Part 1. American Society of Agronomy. Madison. 1572p.
- Brady, N. C. 1990. The Nature and Properties of Soils, Macmillan Publishing Company. New York.
- Chen, J., M. Shiyomi., L. Wuyunna., Y. Hori., and Y. Yamamura. 2015. Vegetation and its spatial pattern analysis on salinized grasslands in the semiarid Inner Mongolia steppe. *Grassland science*. 61, 121-130.
- Corwin, D. L., Lesch, S. M. 2005. Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. *Computers and electronics in agriculture*, 46(1-3), 11-43.
- Dasilva, A. P., Imhoff, S., Corsi, M. 2003. Evaluation of soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. *Soil and Tillage Research*, 70(1), 83-90.
- Ditomaso, J. M. 2000. Invasive weeds in rangelands: species, impacts, and management. *Weed science*, 48(2), 255-265.
- Donkor, N. T., Gedir, J. V., Hudson, R. J., Bork, E. W., Chanasyk, D. S., Naeth, M. A. 2002. Impacts of grazing systems on soil compaction and pasture production in

- rangeland, Kenya. *Journal of arid land*, 6(5), 561-570.
- Mut, H., Ayan, I. 2011. Effects of different improvement methods on some soil properties in a secondary succession rangeland. *Journal of Biological Environmental Science*, 5(13), 11-16.
- Myers, J. A., Harms, K. E. 2009. Seed arrival, ecological filters, and plant species richness: a meta-analysis. *Ecology letters*, 12(11), 1250-1260.
- Neff, J.C., R.L. Reynolds, J. Belknap P. Lamothe., 2005. Multi-decadal impacts of grazing on soil physical and biogeochemical properties in southeast Utah. *Ecological Applications*, 15 (1): 87–95.
- Niknahad Gharmakher, H., I. Jafari Footami E. Sheidai Karkaji., 2013. Effect of Enclosure Restoration Practices on Physical and Chemical Soil Properties in Arid Region of Maraveh Tapeh, Golestan Province. *Applied Soil Research*, 1(2): 114- 124.
- Parsamanesh, N., M. Zarin Kafsh, S. Shahuee V. Veisani., 2014. Study of the effects of land use change on the amount of organic carbon and other characteristics of soil (Case Study: Bilehvar Plain, Kermanshah Province). *Journal Science and Technology Agriculture and natural resources*, 18(69): 25-33.
- Pellant, M. L. 2005. *Interpreting indicators of rangeland health: version 4*. US Department of the Interior, Bureau of Land Management, National Science and Technology Center, Division of Science Integration, Branch of Publishing Services.
- Rahimi, H., Pazira, E., Tajik, F. 2000. Effect of soil organic matter, electrical conductivity and sodium adsorption ratio on tensile strength of aggregates. *Soil and Tillage Research*, 54(3-4), 145-153.
- Rezaei, S. A., Gilkes, R. J. 2005. The effects of landscape attributes and plant community on soil chemical properties in rangelands. *Geoderma*, 125(1-2), 167-176.
- Sanaei, A., Li, M., Ali, A. 2019. Topography, grazing, and soil textures control over rangelands' vegetation quantity and quality. *Science of the Total Environment*, 697, 134153.
- Shen, H., Dong, S., Li, S., Xiao, J., Han, Y., Yang, M., Yeomans, J. C. 2019. Grazing enhances plant photosynthetic capacity by altering soil nitrogen in alpine grasslands on improvement. *Beirut, Lebanon: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)*.
- Lu, X., Yan, Y., Sun, J., Zhang, X., Chen, Y., Wang, X., Cheng, G. 2015. Short-term grazing exclusion has no impact on soil properties and nutrients of degraded alpine grassland in Tibet, China. *Soil Earth and Environment*, 6, 1195–1205.
- Macharia, P. N., Gachene, C. K. K., Mureithi, J. G., Kinyamario, J. I., Ekaya, W. N., Thurairira, E. G. 2011. The effect of introduced forage legumes on improvement of soil fertility in natural pastures of semi-arid rangelands of Kajiado District, Kenya. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(1), 221-227.
- Maia, S. M. F., Xavier, F. A. S., Oliveira, T. S., Mendonça, E. S., Araújo Filho, J. A. 2007. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. *Agroforestry systems*, 71(2), 127-138
- Mathewos, M., Sisay, A., Berhanu, Y. 2023. Grazing intensity effects on rangeland condition and tree diversity in Afar, northeastern Ethiopia. *Heliyon*, 9(11): 1-12.
- Momesso, L., Crusciol, C. A., Leite, M. F., Bossolani, J. W., Kuramae, E. E. 2022. Forage Grasses Steer Soil Nitrogen Processes, Microbial Populations, and Microbiome Composition in A Long-term Tropical Agriculture System. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 323, 107688.
- Moreno, G., Hernandez-Esteban, A., Rolo, V., Igual, J. M. 2021. The enduring effects of sowing legume-rich mixtures on the soil microbial community and soil carbon in semi-arid wood pastures. *Plant and Soil*, 465(1), 563-582.
- Mouazen, A. M., Ramon, H. 2002. A numerical–statistical hybrid modelling scheme for evaluation of draught requirements of a subsoiler cutting a sandy loam soil, as affected by moisture content, bulk density and depth. *Soil and Tillage Research*, 63(3-4), 155-165.
- Mureithi, S. M., Verdoodt, A., Gachene, C. K., Njoka, J. T., Wasonga, V. O., De Neve, S., Van Ranst, E. 2014. Impact of enclosure management on soil properties and microbial biomass in a restored semi-arid

- Warren, S. D., Nevill, M. B., Blackburn, W. H., Garza, N. E. 1986. Soil response to trampling under intensive rotation grazing. *Soil Science Society of America Journal*, 50(5), 1336-1341.
- Wedin, D. A., Tilman, D. 1996. Influence of nitrogen loading and species composition on the carbon balance of grasslands. *Science*, 274(5293), 1720-1723.
- Witzgall, K., Vidal, A., Schubert, D. I., Höschen, C., Schweizer, S. A., Buegger, F., Mueller, C. W. 2021. Particulate organic matter as a functional soil component for persistent soil organic carbon. *Nature Communications*, 12(1), 1-10.
- Yu, L., Chen, Y., Sun, W., Huang, Y. 2019. Effects of grazing exclusion on soil carbon dynamics in alpine grasslands of the Tibetan Plateau. *Geoderma*, 353, 133-143.
- Zhang, Y., Su, J., Jing, G., Cheng, J. 2022. Forbs dominate plant nutrient resorption of plant community along a 34-year grazing exclusion gradient in a semiarid grassland. *Ecological Engineering*, 175, 106497.
- Zhou, P., Pan, G. X., Spaccini, R., Piccolo, A. 2010. Molecular changes in particulate organic matter (POM) in a typical Chinese paddy soil under different long-term fertilizer treatments. *European journal of soil science*, 61(2), 231-242.
- Zhou, P., Pan, G. X., Spaccini, R., Piccolo, A. 2007. Molecular changes in particulate organic matter (POM) in a typical Chinese paddy soil under different long-term fertilizer treatments. *European journal of soil science*, 61(2), 231-242.
- Zhou, Z. C., Gan, Z. T., Shangguan, Z. P., Dong, Z. B. 2007. Effects of grazing on soil physical properties and soil erodibility in semiarid grassland of the Northern Loess Plateau (China). *Catena*, 82(2), 87-9.
- the Qinghai-Tibetan plateau. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 280, 161-168.
- Silveira, M. L. 2022. Soil carbon and nitrogen stocks in nitrogen-fertilized grass and legume-grass forage systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 1-13.
- Siraj, K., Sisay, T., Tadesse, N., Jaldessa, D. 2023. Effects of rangeland based integrated soil and water conservation practices on herbaceous species regeneration, diversity, biomass and growth of planted tree species in Haro-Bake Sub-Watershed, Yaballo District, and Southern Ethiopia, *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 15(4): 134-144.
- Tajik, F., 2004. Evaluation of Soil Aggregate Stability in Some Regions of Iran. *Journal Science and Technology Agricultural and Natural Resources*, 8(1): 107- 123.
- Tatian, M. R., Zabihi, A., Tamartash, R., Shabani, M. 2011. Determination of indicator species of some soil characteristics by ordination method in Koohe-Namak rangelands, Qom. *Journal of Environmental Studies*, 37(58): 21-28.
- Tejada M., Garcia C., Gonzalez J., Hernandez M. 2006. Use of Organic Amendment as a Strategy for Saline Soil Remediation: Influence on the Physical, Chemical and Biological Properties of Soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(6): 1413-1421.
- Troeh, F. R., Thompson, L. M. 2005. *Soils and soil fertility*. New York, USA: Blackwell. 489p.
- Umesh, C., WU. Gupta, L. S. Kening. 2008. 48 Micronutrients in Soils, Crops, and Livestock. *Earth Science Frontiers* 15(5): 110-125.
- Vitousek, P. M., Aber, J. D., Howarth, R. W., Likens, G. E., Matson, P. A., Schindler, D. W., Tilman, D. G. 1997. Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecological applications*, 7(3), 737-750.