

Research Paper

The Effects of Livestock Grazing on Species Diversity and Functional Indicators of Vegetation in Two Watersheds with Different Climates

Ailin Faraji¹, Mohammadreza Tatian², Reza Tamartash³ and Anvar Sanaei⁴

1- Ph.D. in Range Science, Department of Range Science and Engineering, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Sari, Iran

2- Associated Professor, Department of Range Science and Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, (Corresponding author: m.tatian@sanru.ac.ir)

3- Associate Professor, Department of Range Science and Engineering, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Sari, Iran

4- Post-Doctoral Researcher, Institute of Biology, Faculty of Life Sciences, Leipzig University, Germany

Received: 25 January, 2024

Accepted: 14 May, 2024

Extended Abstract

Background: Decreasing or increasing diversity affects a community's sustainability because biodiversity in any living community determines its specific function, and on the other hand, sustainability is considered the ability of an ecosystem to preserve and maintain its function. At the same time as the global threats of climate change and the increase in harvesting intensity in the last few decades, ecosystem functions have been the focus of many researchers. Due to the impact of biodiversity on the protection of different ecosystem functions, many studies have investigated biodiversity indicators and ecosystem functions in different environmental conditions. In the present study, species diversity (richness, Shannon-Wiener, Simpson, and evenness) and functional (functional richness, functional evenness, functional divergence, and CWM indices) indices were used to investigate their relationships with different grazing managements (light and heavy) and two different climates in the basins of Mazandaran province. This research aims to determine the role of variables influencing plant diversity and the pasture ecosystem functioning to help better manage summer pastures that play a protective role for downstream areas in watersheds.

Methods: The effects of livestock grazing were investigated on the diversity of two selected watersheds, Zaremrood and Cheshmehkileh, in the east and west of Mazandaran province. After determining plant types in each of the areas, light and heavy grazing sites were determined based on the accessibility and distance to sources, such as livestock husbandry, watering places, and roads. For sampling in the sites, the northern slopes with the same slope (0-20%) were selected to ensure homogeneity. Sampling was done using five main plots (10 × 10 m) so that three plots (1 × 1 m²) were within each plot. Thus, a total of 15 plots were used in each grazing site (light and heavy), and a total of 30 plots were used in the random-systematic design. To measure functional diversity indicators, the easily measurable functional characteristics of plants related to the level of ecosystem functioning were selected and measured in addition to species abundance data. Based on experts, opinions and a review of available sources, five traits (leaf area, leaf dry matter content, leaf specific area index, plant height, and leaf dry weight) were used to determine functional diversity. Species diversity indices were calculated in PAST software by calculating three indices of species diversity, including species richness, Shannon-Wiener diversity, and Simpson diversity. Data were statistically compared using the analysis of variance (ANOVA) in the form of the general linear model (GLM) and principal component analysis (PCA) to separate the grazing regions that can be separated using functional diversity indices.

Results: The dependent variables (weighted average of leaf area and dry matter content) were significantly different in various climates and different livestock grazing patterns. Similarly, the independent variables (area and livestock grazing) were significantly different from the variables of species richness, Shannon-Wiener, and weighted average of leaf area. In the light grazing site of Chashtkhoran rangelands in the Cheshmeh-Kileh basin, the indices, including Simpson (P-value = 0.000), Shannon-Wiener (P-value = 0.000), functional richness (P-value = 0.001), and functional divergence (P-value = 0.08), were more than the heavy grazing site in the Mianband rangeland of the Zaremrood basin. Moreover, the weighted average of the leaf area (P-value = 0.001) was greater in the Chashtkhoran area under light grazing than in the Mianband rangeland.

It was higher in the heavy grazing of the Mianband than in the Chashtkhoran Rangeland, but the weighted average of the dry matter content (P -value = 0.001) was vice versa. According to the PCA results, the first component belonged to Simpson, Shannon-Wiener, functional richness, and functional divergence, and the second component is related to evenness, functional evenness, the weighted average of leaf area, the weighted average of dry matter content, and height mean. Due to their high impact, therefore, these factors were identified as the most effective factors in separating areas under light and heavy grazing. The first and second components explain 36.3% and 19.8% of the changes, respectively.

Conclusion: The significant interaction between climate and grazing shows that the difference between the light and heavy grazing areas of the two climate zones is characterized by two variables, viz. the weighted averages of leaf area and dry matter content. The leaf area showed higher values for heavy grazing plots in the dry region, and this factor was greater in the light grazing of the humid region. This study highlights the importance of grazing control as an effective management tool for vegetation conservation. It seems that the plant composition in the mountainous rangelands of Iran is more influenced by grazing intensity than climate differences.

Keywords: Cheshmehkileh Basin, Community Weighted Average, Species Richness, Summer Rangelands, Zaremrood Basin

How to Cite This Article: Faraji, A., Tatian, M., Tamartash, R., & Sanaei, A. (2024). The Effects of Livestock Grazing on Species Diversity and Functional Indicators of Vegetation in Two Watersheds with Different Climates. *J Watershed Manage Res*, 15(2), 154-168. DOI: [10.61186/jwmr.15.2.154](https://doi.org/10.61186/jwmr.15.2.154)



مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر چرای دام بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای و کارکردی پوشش گیاهی در دو حوضه با اقلیم متفاوت

آیلین فرجی^۱، محمدرضا طاطیان^۲، رضا تمرتاش^۳ و انور سنایی^۴

۱- دانش‌آموخته دکتری علوم مرتع، گروه علوم و مهندسی مرتع، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۲- دانشیار، گروه علوم و مهندسی مرتع، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران،
(نویسنده مسوول: m.tatian@sanru.ac.ir)

۳- دانشیار، گروه علوم و مهندسی مرتع، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۴- پژوهشگر پسا دکتری، موسسه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه لایپزیگ، لایپزیگ، آلمان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۵
صفحه: ۱۵۴ تا ۱۶۸

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: با توجه به اینکه تنوع زیستی در هر جامعه زنده تعیین کننده عملکرد خاص آن جامعه است و از طرف دیگر پایداری به عنوان توانایی اکوسیستم در حفظ و نگهداری عملکرد خود محسوب می‌شود، بنابراین کاهش یا افزایش تنوع بر پایداری آن تأثیر می‌گذارد. در چند دهه اخیر، همزمان با افزایش تهدیدات جهانی از قبیل تغییرات اقلیمی و افزایش شدت بهره‌برداری، کارکردهای اکوسیستم مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. در این بین به دلیل تأثیر و اهمیت تنوع زیستی در حفاظت از کارکردهای مختلف اکوسیستم، بسیاری از تحقیقات به مطالعه شاخص‌های تنوع زیستی و کارکردهای اکوسیستم در شرایط مختلف محیطی پرداخته‌اند. در مطالعه حاضر از شاخص‌های تنوع گونه‌ای (غنا، شانون-وینر، سیمپسون و یکنواختی) و کارکردی (غنا، کارکردی، یکنواختی کارکردی، واگرایی کارکردی) و شاخص‌های میانگین وزنی جامعه (CWM) برای بررسی ارتباط آن‌ها با مدیریت‌های مختلف چرا (سبک و سنگین) و دو اقلیم متفاوت در حوزه‌های آبخیز استان مازندران استفاده شد. هدف از این تحقیق تعیین نقش متغیرهای تأثیرگذار بر تنوع گیاهی و کارکرد اکوسیستم مرتع و کمک به مدیریت بهتر مراتع بیلاقی است که نقش حفاظتی برای مناطق پایین‌دست را در حوزه‌های آبخیز ایفا می‌کنند.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی اثرات چرای دام بر تنوع پوشش گیاهی و شاخص‌های کارکردی مناطق بیلاقی دو حوزه آبخیز زارم رود و چشمه کیله با اقلیم نیمه‌خشک و بسیار مرطوب در شرق و غرب استان مازندران انتخاب شدند. پس از تعیین تیپ‌های گیاهی در هریک از مناطق، سایت چرای سبک و سنگین بر اساس میزان دسترسی و فاصله از منابعی مانند آغل، آبشخور و راه مشخص شدند. جهت نمونه‌برداری در مناطق مورد مطالعه، دامنه شمالی و با شیب یکسان (صفر تا ۲۰ درصد) به منظور رعایت همگن بودن انتخاب شدند. نمونه‌برداری با استفاده از ۵ پلات اصلی (۱۰*۱۰) متر که درون هر پلات ۳ پلات ۱*۱ مترمربعی بود، انجام شد که در مجموع ۱۵ پلات در هر سایت چرای (سبک و سنگین) و در کل ۳۰ پلات در قالب طرح تصادفی-سیستماتیک استفاده شد. برای اندازه‌گیری شاخص‌های تنوع کارکرد، علاوه بر داده‌های فراوانی گونه‌ای، ویژگی‌های کارکردی گیاهان که دارای سهولت در اندازه‌گیری باشند و ارتباطی با میزان کارکرد اکوسیستم داشته باشند انتخاب و اندازه‌گیری شد. در این مطالعه براساس نظر کارشناسان و همچنین مرور منابع موجود ۵ صفت شامل سطح برگ، محتوای ماده خشک برگ، شاخص سطح ویژه برگ، ارتفاع گیاه، و وزن خشک برگ جهت تعیین تنوع کارکردی مورد استفاده قرار گرفت. محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای در نرم‌افزار PAST صورت گرفت. در این راستا سه شاخص تنوع گونه‌ای شامل غنای گونه‌ای، تنوع شانون وینر و تنوع سیمپسون محاسبه شد. همچنین، پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها، مقایسه میانگین تنوع گونه‌ای، تنوع کارکردی، در دو حوزه آبخیز با چرا و اقلیم متفاوت با استفاده از آزمون T- student test مستقل صورت گرفت. در نهایت به منظور مقایسه آماری داده‌ها از آزمون تجزیه واریانس در قالب مدل عمومی خطی (GLM) و برای تفکیک‌پذیری مناطق چرای که با استفاده از شاخص‌های تنوع کارکردی قابل تفکیک هستند از تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که متغیرهای وابسته (میانگین وزنی سطح برگ و میانگین وزنی محتوای ماده خشک) به صورت معنی‌دار در اقلیم مختلف و چرای دام مختلف، متفاوت هستند. همچنین به طور مشابه متغیر مستقل منطقه و چرای دام با متغیرهای غنای گونه‌ای، شانون-وینر و میانگین وزنی سطح برگ دارای اختلاف معنی‌داری هستند. با توجه به نتایج، در مراتع تحت چرای سبک چاشنخوران در حوضه چشمه کیله شاخص‌های سیمپسون ($P\text{-value}=0.000$)، شانون-وینر ($P\text{-value}=0.000$)، غنای کارکرد ($P\text{-value}=0.001$)، واگرایی کارکرد ($P\text{-value}=0.08$)، بیشتر از مراتع تحت چرای سنگین میانگین از حوضه زارم رود بوده است. همچنین میانگین وزنی سطح برگ ($P\text{-value}=0.001$) در منطقه چاشنخوران تحت چرای سبک بیشتر از منطقه میانگین بوده و در چرای سنگین میانگین بیشتر از مرتع چاشنخوران بوده اما میانگین وزنی محتوای ماده خشک ($P\text{-value}=0.001$) عکس میانگین وزنی سطح برگ است. با توجه به نتایج تجزیه مؤلفه‌های اصلی، مؤلفه اول به ترتیب مربوط به شاخص‌های سیمپسون، شانون-وینر، غنای کارکرد و واگرایی کارکرد و مؤلفه دوم مربوط به یکنواختی، یکنواختی کارکرد، میانگین وزنی سطح برگ، میانگین وزنی محتوای ماده خشک و میانگین وزنی ارتفاع می‌باشد. بنابراین این عوامل با توجه به تأثیر بالای خود به عنوان مؤثرترین عوامل در تفکیک مناطق تحت چرای سبک و سنگین شناسایی شدند. مؤلفه اول ۳۶/۳ درصد و مؤلفه دوم ۱۹/۸ درصد از تغییرات را توجیه می‌کنند.

نتیجه‌گیری: تعامل قابل توجه بین اقلیم و چرا نشان داد که تفاوت بین نواحی چرای سبک و سنگین دو منطقه آب و هوایی، با دو متغیر میانگین وزنی سطح برگ و میانگین وزنی محتوای ماده خشک مشخص می‌شود. به گونه‌ای که سطح برگ مقادیر بیشتری برای کرت‌های چرای سنگین در منطقه خشک نشان داد، و در منطقه مرطوب این فاکتور در چرای سبک بیشتر بوده است. این مطالعه اهمیت حفاظت از چرا را به عنوان یک ابزار مدیریتی مؤثر برای حفظ پوشش‌های گیاهی برجسته می‌کند. به طور کلی به نظر می‌رسد ترکیب صفات گیاهی در پوشش گیاهی مناطق کوهستانی ایران بیشتر تحت تأثیر چرای شدید بوده تا تفاوت‌های آب و هوایی. با توجه به نتایج، اجرای برنامه‌های مدیریت چرای در جهت بهبود شاخص‌های عملکردی مرتع پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه مؤلفه‌های اصلی، حوضه چشمه کیله، حوضه زارم رود، غنای گونه‌ای، مراتع بیلاقی، میانگین وزنی جامعه

مقدمه

می‌آید که از نظر تولید آب، حفاظت خاک، تولید علوفه، تأمین زیستگاه حیات وحش، تصفیه هوا، استفاده تفرجگاهی و غیره مهم می‌باشد (Hajarian, 2023). همچنین پوشش گیاهی در

منابع طبیعی از مهم‌ترین و گران‌بهارترین منابع هر سرزمین است و مراتع نوعی از منابع طبیعی تجدید شونده به حساب

(*al.*, 2020) کاهش شاخص‌های تنوع گونه‌ای را با افزایش شدت چرا گزارش دادند. با این‌وجود، ارزیابی تنوع به درک اکوسیستم، حفظ و حراست ذخایر ژنتیکی و موفقیت و عدم موفقیت برنامه‌های مدیریتی کمک می‌کند بنابراین اهمیت مطالعه تنوع گونه‌ای به‌عنوان بستر لازم برای مطالعه اکولوژی اکوسیستم‌های طبیعی غیرقابل انکار است (*Zuo et al.*, 2018; *Moullot et al.*, 2013).

در اکوسیستم‌های طبیعی دو مؤلفه پوشش و زی‌توده گیاهی بالای سطح زمین از جمله مهم‌ترین کارکردهای اکوسیستمی به‌شمار می‌روند که نقش اساسی در فرآیندهای مهمی از قبیل کنترل رواناب و فرسایش آبی، کنترل فرسایش بادی، تأمین علوفه مورد نیاز گیاه‌خواران، پناهگاه حیات وحش و منبع ذخایر کربن دارند (*Asner et al.*, 2003; *Liu et al.*, 2021; *Podwojewski et al.*, 2002). همچنین ذخیره کربن یکی دیگر از مهم‌ترین کارکردهای اکوسیستم‌های مرتعی است و با تشدید روند تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی کانون بسیاری از توجهات و مطالعات محققین مختلف شده است (*Li et al.*, 2017; *Faraji et al.*, 2021; *Tahmasebi et al.*, 2017; *Diaz et al.*, 2015).

پوشش گیاهی به‌طور غیرمستقیم باعث مدیریت در کربن خاک خواهد شد تغییر کربن در مراتع تابعی از مدیریت و فاکتورهای محیطی است (*Milcu et al.*, 2016). مطالعه اثر چرا بر ترسیب کربن به‌دلیل نقش عمده‌ای که کربن آلی در تولید مراتع دارد حائز اهمیت است (*Laliberte et al.*, 2012). همچنین چراي دام با شکستن فیزیکی به پیوستگی خاک و نرخ تجزیه باقیمانده‌های گیاهی کمک می‌کند. به‌طور کلی چراي برنامه‌ریزی شده باعث افزایش تولید شده و در نتیجه افزایش پتانسیل کربن آلی و ترسیب کربن را در پی دارد (*Haddad et al.*, 2008). برای مثال تحقیقات نشان داد که بین مقدار ترسیب کربن در مناطق مدیریت شده با مناطق مدیریت نشده اختلاف معنی‌داری وجود دارد (*Dehelari et al.*, 2018; *Li et al.*, 2022). در همین راستا برخی محققان گزارش نمودند که مدیریت چراي دام عامل مهمی در تغییرات نرخ ترسیب کربن خاک است به‌صورتی‌که مقدار ترسیب کربن در مراتع با شدت چراي کم، بیش از مراتع با شدت چراي زیاد است (*Demenios et al.*, 2018; *Tahmasebi et al.*, 2017; *Kelaidis et al.*, 2015).

تنوع زیستی از عوامل اصلی و تعیین کننده سطح و میزان پایداری در کارکردهای مختلف هر اکوسیستمی بوده، به‌طوری‌که رابطه بین تنوع زیستی و کارکردهای مختلف اکوسیستم از موضوعات مهم و بحث برانگیز در دهه‌های اخیر بوده است (*Chen et al.*, 2018; *Tahmasebi et al.*, 2017). رویکردهای اخیر محاسبه تنوع، از قبیل دخیل کردن صفات کارکردی (تنوع کارکردی) علاوه بر فراوانی افراد، موجب افزایش درک ارتباطات بین تنوع و کارکردهای اکوسیستم‌های مختلف شده است و در بسیاری از تحقیقات بر ارتباط بهتر این قبیل شاخص‌ها نسبت به شاخص‌های مرسوم تنوع گونه‌ای تأکید شده است (*Le Qere et al.*, 2018; *Mohammadabadi et al.*, 2019).

اکوسیستم‌های کوهستانی که متشکل از برهمکنش عوامل زنده (از قبیل دام و گیاه) و غیرزنده (از قبیل عوامل محیطی) است. شناخت روابط در اکوسیستم (دام و گیاه) یکی از ابزارهای مهم در مدیریت به‌حساب می‌آیند (*Villegier et al.*, 2008). یکی از دلایل تخریب اکوسیستم‌های ییلاقی چراي غیریکنواخت یا چراي با شدت زیاد است که اثر آن بر تغییرات کمی و کیفی مرتع غیرقابل اجتناب بوده در نتیجه جدا کردن این اثرات باعث درک بهتری خواهد شد و مدیریت پوشش گیاهی و دام را بهبود می‌دهد (*Khani et al.*, 2011). دام و پوشش گیاهی در این اکوسیستم‌ها در کنش متقابل با یکدیگر هستند و تا زمانی‌که جمعیت دام تناسب با ظرفیت مناطق باشد خسارتی بر این اکوسیستم‌ها وارد نمی‌شود (*Zabardast et al.*, 2020). به‌همین دلیل، برای مدیریت هرچه بهتر این مناطق باید بدانیم که چراي دام پایداری و کارکرد اکوسیستم را با تغییر در فراوانی گونه‌های کلیدی تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین چراي دام از عوامل مهم تأثیرگذار بر ترکیب گونه‌ای و تنوع گیاهی هستند (*Tegegn et al.*, 2013). بنابراین حفاظت همه‌جانبه از اکوسیستم‌ها مستلزم مدیریت شدت چراي دام بر مبنای حفظ و نگهداری از تنوع گونه‌ای موجود در آن‌هاست. به‌همین دلیل، آگاهی از تأثیرات شدت‌های مختلف چراي دام بر تنوع و کارکردها و همچنین ارتباط بین تنوع زیستی و کارکردهای اکوسیستم ضروری است.

چرای دام‌های اهلی در اکوسیستم‌های مرتعی از استفاده‌های اولیه و اصلی به‌شمار می‌رود و ممکن است دام‌های چراکننده با توجه به نوع دام، شدت چرا و گونه گیاهی میزبان، در ترکیب و تنوع گیاهی تغییراتی ایجاد کنند (*Herrero & Oosterheld*, 2018) با این‌وجود چراي دام به‌عنوان سیستم مدیریتی در مراتع بوده که از جمله اهداف آن، حفظ تنوع گیاهی است (*Zhang et al.*, 2018). همچنین چراي شدید بر کاهش تولید، افزایش گونه‌های غیرخوشخوراک، کاهش تنوع و تغییر ساختار خاک اثر می‌گذارد همچنین در بسیاری از اکوسیستم‌های مرتعی جهان نقش مهمی را ایفا می‌کند (*Hou et al.*, 2021; *Jafari et al.*, 2016; *Zhao et al.*, 2007). بررسی‌های زیادی در زمینه اثرات چراي دام بر تنوع انجام شده است و حاکی از افزایش تنوع و غنای گیاهی تحت چراي سبک و متوسط و کاهش تنوع و غنای گونه‌ای تحت چراي سنگین بوده است (*Rahmanian, Borhani & Jaberansar*, 2018; *Zheng et al.*, 2020; *Sanaei et al.*, 2018). درک پاسخ گیاهان به شدت‌های مختلف چراي دام برای حفظ منابع طبیعی و تسهیل مدیریت اکوسیستم ضروری است (*Ghorbani et al.*, 2012). در همین راستا نتایج مطالعات هو و همکاران (*Hou et al.*, 2021) روی اثر شدت چرا بر تنوع و غنای گونه‌ای حاکی از پاسخ منفی تنوع و غنا به افزایش شدت چرا از سطوح متوسط به شدید بود. همچنین تگن و همکاران (*Tegegn et al.*, 2013) افزایش شدت چرا را از دلایل کاهش تنوع و درصد پوشش گیاهی عنوان کردند. رستم پور و همکاران (*Rostampour et al.*, 2015) بیان کردند چراي دام تنوع و غنای گونه‌ای را در فواصل مختلف از آبشخوار تحت تأثیر قرار داده است. غلامی و همکاران (*Gholami et*

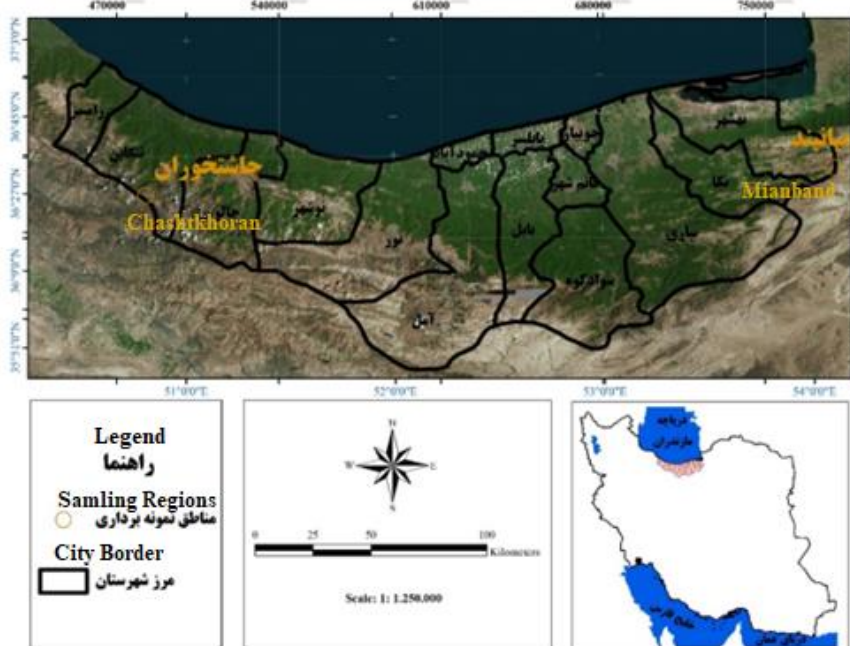
کند یا فراوانی آنها را کاهش دهد (Helmi et al., 2020) و در عین حال ورود گونه‌هایی با ویژگی‌های کارکردی جدید را تسهیل کند (Nin et al., 2015). در تنوع گونه‌ای، چرای دام می‌تواند تأثیر کمی داشته باشد در حالی که به شدت تنوع کارکردی (تعداد گونه‌هایی که ویژگی‌های کارکردی مشابهی را در یک جامعه نشان می‌دهند) کاهش می‌دهد (Schaller et al., 2016). بنابراین این تحقیق در صدد بیان اثرات چرای دام بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای و کارکردی پوشش گیاهی در دو مرتع با تفاوت اقلیمی در استان مازندران است.

مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

مناطق مورد مطالعه مناطق کوهستانی میانبند در حوزه آبخیز زارم رود در شهرستان بهشهر با موقعیت جغرافیایی بین $54^{\circ} 07' 24''$ طول شرقی و $36^{\circ} 30' 50''$ عرض شمالی و مناطق کوهستانی چاشتخوران در حوزه آبخیز چشمه کیله در فاصله ۵۸ کیلومتری جنوب شهرستان تنکابن و ۱۱۸ کیلومتری شهرستان نوشهر با موقعیت جغرافیایی بین $54^{\circ} 53' 50''$ طول شرقی و $36^{\circ} 26' 44''$ عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). در نهایت تیپ غالب مناطق *Astragalu gossypinus*، *Onobrychis cornata*، *Bromus tomentelus* بوده که نمونه‌برداری در تیپ‌های گیاهی موجود انجام شد. نمونه‌برداری در مناطق مورد مطالعه در یک جهت شیب (دامنه‌های شمالی) و شرایط یکسان شیب صفر تا ۲۰ درصد جهت همگن بودن انجام گرفت. همچنین اکثر دام موجود در مناطق مورد مطالعه گوسفند بوده و وضعیت مرتع در حوضه میانبند متوسط و در چاشتخوران خوب گزارش شده است.

گیاه نقش مهمی در پیش‌بینی الگوهای ترکیب گونه‌ها، ساختار جامعه و پاسخ آنها به تغییرات محیطی دارد (Cassanoves et al., 2011). تعداد و فراوانی نسبی و همچنین دامنه تغییرات صفات کارکردی افراد مختلف در یک واحد نمونه، تنوع کارکردی (Functional diversity) جامعه گیاهی تعریف می‌شود (Jafarian et al., 2017). تمرکز بر تنوع کارکردی به جای تنوع گونه‌ای منجر به درک بهتر فرآیندهای موجود در یک اکوسیستم می‌شود (Sonnier et al., 2010; Callins, 2012). همچنین مشابه با تنوع گونه‌ای که دارای مؤلفه‌های مختلفی است (مانند غنا و یکنواختی) تنوع کارکردی نیز در برگیرنده مؤلفه‌های مختلفی شامل غنای کارکردی یکنواختی کارکردی، واگرایی کارکردی و شاخص‌های میانگین وزنی می‌باشد (Ruiz-Benito et al., 2014).

چرای شدید می‌تواند با تغییر صفات کارکردی گیاه بر ترکیبات جامعه گیاهی تأثیر بگذارد (Pielou, 1975). همچنین مطالعات نشان داده‌اند که تنوع کارکردی گیاهی مبتنی بر صفت، تأثیر قوی بر مجموعه‌ی جامعه گیاهی دارد (Mohammadabadi et al., 2019). بنابراین، بررسی اثرات تنوع کارکردی گیاه توسط چرای دام (سبک و سنگین) ضروری است، صفات کارکردی که میزان رشد و فتوسنتز گیاهان را نشان می‌دهند، در معرض چرای شدید در مراتع طبیعی قرار می‌گیرند (Pla et al., 2011). گیاهانی که از چرا اجتناب می‌کنند، معمولاً دارای صفات سازگار با ارتفاع کم و سطح برگ (SLA) و محتوای خشک برگ (LDMC) هستند (Diaz et al., 2011). تنوع کارکرد گیاهی مبتنی بر صفت می‌تواند بهتر نشان دهد که تنوع زیستی چگونه بر اکوسیستم تأثیر می‌گذارد (Rostampour et al., 2015; Demeniose et al., 2018). همچنین چرای دام می‌تواند گونه‌هایی با صفات خاص را حذف



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه
Figure 1. The location of the study areas

پوشش گیاهی غالب منطقه متشکل از گیاهان چندساله خانواده گرامینه در کنار گیاهان بوته‌ای است. برخی از مهمترین گونه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه عبارتند از:

Artemisia sp, Phlomis anisodonta, Astragalus gossypinus, salvia officinalis, Dactylis glomerata, onobrychis cornuta, Festuca ovina, Thymus sp, Bromus tomentelus, Stipa barbata

روش بررسی

برآورد اقلیم مناطق مورد مطالعه

تقسیم‌بندی اقلیمی مناطق مورد مطالعه از روش‌های مختلفی با استفاده از پارامترهای آب و هوایی مانند درجه حرارت، بارندگی و غیره با استفاده از دو روش دومارتن و آمبرژه به دست آمد که در ادامه به روابط و پارامترهای ورودی در هریک از روش‌ها پرداخته شده است (Herrero & Thornton, 2013):

روش دومارتن براساس فرمول

$$TA = \frac{P}{T+10}$$

ضریب رطوبتی آمبرژه (Q_2) با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Q_2 = \frac{2000P}{M2 - m2}$$

$$M=25 \quad m=-2.5 \quad Q_2=69.1$$

برای این منظور از آمار ایستگاه‌های سینوپتیک استان مازندران که شامل ایستگاه‌های ساری، گلوگاه، بلده، با استفاده از روش درون یابی در ترم افزار Arc GIS نسخه ۱۰/۵ استفاده شد (Herrero & Oesterheld, 2018).

در جدول زیر (جدول ۱) پارامترهای آب و هوایی و اقلیم مناطق مورد مطالعه قابل مشاهده است همانطور که مشاهده می‌شود اقلیم مناطق کوهستانی میانبند در حوزه زارم رود با استفاده از روش‌های دومارتن و آمبرژه به ترتیب نیمه‌خشک و مرطوب معتدل؛ و همچنین اقلیم چاشتخوران واقع در حوزه چشمه کیله با استفاده از روش‌های دومارتن و آمبرژه بسیار مرطوب و خیلی مرطوب معتدل می‌باشد.

جدول ۱- متغیرهای اقلیمی دو منطقه مورد مطالعه

Table 1. Climatic variables of the two study areas

منطقه (Area)	میانگین بارش سالانه (mm) (Average annual precipitation)	ارتفاع (m)	متوسط درجه حرارت سالانه (°C) (Average annual temperature)	میانگین حداکثر دما در گرم ترین ماه سال (°C) (Average maximum temperature in the hottest month of the year)	میانگین حداقل دما در سردترین ماه سال (°C) (Average minimum temperature in the coldest month of the year)	اقلیم با روش دومارتن (Climate by DeMartonne method)	اقلیم با روش آمبرژه (Climate by Emberger method)
میان‌بند (Mianband)	506.35	2200-2500	15.87	30.21	1.1	نیمه‌خشک (semi-arid)	مرطوب معتدل (Moderately humid)
چاشتخوران (Chashtkhoran)	998.1	2100-3399	14.08	30.3	1.63	بسیار مرطوب (very wet)	خیلی مرطوب (Very humid)

نحوه نمونه‌برداری از پوشش گیاهی

نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در فصل اوج رشد گیاهی در اواسط خرداد ماه ۱۴۰۰ انجام گرفت. پس از تعیین تیپ‌های گیاهی در مناطق، سایت چرایی سبک و سنگین براساس میزان دسترسی و فاصله از منابعی مانند آغل، آبشخور، راه و غیره خواهد بود که براساس هر منطقه انتخاب شد (Zeinivand et al., 2018). سپس در هر سایت نمونه‌برداری ۵ پلات اصلی و ۱۵ زیرپلات جهت برداشت متغیرهای مورد اندازه‌گیری استفاده شد. نمونه‌برداری در قالب طرح تصادفی-سیستماتیک اجرا شد. در این روش، موقعیت پلات اصلی (۱۰×۱۰ مترمربعی) به صورت تصادفی تعیین شد. سپس سه زیرپلات یک متر مربعی به صورت سیستماتیک درون آن مستقر شد (در راستای قطر اصلی) (Perez-Harguindeguy et al., 2016). در نهایت داده‌های سه زیرپلات با یکدیگر تلفیق شده و مبنای تمامی محاسبات انجام شد. درون هر پلات، با استفاده از ۳ زیرپلات ۱×۱ مترمربعی، نمونه‌برداری از درصد حضور گونه‌های گیاهی، درصد پوشش کل و کارکرد اکوسیستم انجام خواهد شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های کارکردی گیاهان

برای اندازه‌گیری شاخص‌های تنوع کارکرد، علاوه بر داده‌های فراوانی گونه‌ای، ویژگی‌های کارکردی گیاهان نیز مورد نیاز است (Erfanzadeh et al., 2015, Magarran & Mcgill, 2011, Cornell et al., 2003). ویژگی‌هایی که دارای سهولت در اندازه‌گیری باشند و ارتباطی با میزان کارکرد اکوسیستم داشته باشند انتخاب و اندازه‌گیری خواهند شد. در این مطالعه براساس نظر کارشناسان و همچنین مرور منابع موجود و تحقیقات مشابه (Perez-Harguindeguy et al., 2016, Erfanzadeh et al., 2015, Cornell et al., 2003) ۵ صفت شامل: ۱- سطح برگ، ۲- محتوای ماده خشک برگ، ۳- شاخص سطح ویژه برگ، ۴- ارتفاع گیاه، ۵- وزن خشک برگ، جهت اندازه‌گیری تنوع کارکردی مورد استفاده قرار گرفت. پس از تعیین ویژگی‌ها، برای اندازه‌گیری هر ویژگی کارکردی گیاهی (ویژگی‌های کمی)، به طور معمول ۱۰-۲۰ تکرار (نمونه) از ۱۰ پایه گیاهی انتخاب و اندازه‌گیری می‌شود (Cornell et al., 2003). با توجه به اینکه انتخاب و اندازه‌گیری ویژگی‌های تمام گیاهان امکان‌پذیر نیست، لذا انتخاب گیاهان باید به صورتی باشد که این گیاهان در مجموع ۸۰ درصد ترکیب کل جامعه گیاهی را شامل شوند (Perez-Harguindeguy et al., 2016).

اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای و تنوع کارکردی

محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای (غنا، یکنواختی و تنوع) در نرم‌افزار PAST صورت خواهد گرفت. در این راستا سه شاخص تنوع گونه‌ای شامل: ۱- غنای گونه‌ای، ۲- تنوع شانون وینر و ۳- تنوع سیمپسون محاسبه می‌شوند (Magarran & McGill, 2011). در این راستا، ویلگر و همکاران (Villegier et al., 2008)، بیان نمودند شاخص‌های تنوع کارکردی مورد استفاده عبارتند از شاخص‌های میانگین وزنی جامعه (CWM)، شاخص غنای کارکردی (Functional Richness)، شاخص

یکنواختی کارکرد (Functional Evenness) و شاخص واگرایی کارکرد (Functional Divergence). غنای کارکردی نشان‌دهنده گسترش فضایی ویژگی کارکردی در جامعه می‌باشد. یکنواختی کارکردی به‌عنوان مقیاس یکنواختی از فضای بین گونه‌ها در فضای ویژگی‌ها می‌باشد. واگرایی کارکرد کمی از چگونگی ارزش ویژگی‌ها می‌باشد که در محدود فضای ویژگی‌ها پخش شده‌اند (Pla et al., 2011). شاخص میانگین وزنی جامعه که برای هر ویژگی گیاهی به‌صورت مجزا محاسبه می‌شود، متأثر از ویژگی گونه غالب است (جدول ۲).

جدول ۲- شاخص‌های تنوع گونه‌ای و کارکردی

Table 2. Species and functional diversity indices

ردیف (Row)	شاخص‌ها (Indicators)	فرمول (Formula)	منبع (Reference)
1	سیمپسون (Simpson)	$D=1-\sum_{i=1}^s W_i^2$	سیمپسون، 60
2	یکنواختی (Evenness)	$E=\frac{H}{H_{max}}$	پایلو، 49
3	شانون-وینر (Shannon-viner)	$H=-\sum_{i=1}^s W_i \ln(W_i)$	شانون و وینر، 57
4	یکنواختی کارکردی (Functional Evenness)	$FEve=\frac{\sum_{b=1}^{s-1} \min(PWEb, \frac{1}{s-1}) - \frac{1}{s-1}}{1 - \frac{1}{s-1}}$	بول، 5
5	واگرایی کارکردی (Functional Divergence)	$FD\ var=\frac{2}{\pi} \arctan(5V)$	ماسون و همکاران، 41
6	میانگین وزنی جامعه (Weight coverage community)	$CWM=\sum_{i=1}^s W_i X_i$	لاورل و همکاران، 33

تجزیه و تحلیل آماری

پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها (Kolmogorof-Smirnov)، مقایسه میانگین تنوع گونه‌ای، تنوع کارکردی، در دو حوزه آبخیز با چرا و اقلیم متفاوت با استفاده از آزمون T- student test مستقل صورت گرفت. به‌منظور مقایسه آماری داده‌ها از آزمون تجزیه واریانس در قالب مدل عمومی خطی (GLM) و برای تفکیک‌پذیری مناطق چرای که با استفاده از شاخص‌های تنوع کارکردی قابل تفکیک هستند یا نه از تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد.

نتایج و بحث

چنانچه در جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشاهده می‌شود که به‌طور مشابه متغیر مستقل منطقه و چرای دام با متغیرهای غنای گونه‌ای، شانون-وینر و میانگین وزنی سطح برگ دارای اختلاف معنی‌داری هستند به‌علاوه متغیر مستقل منطقه با سیمپسون و غنای کارکردی نیز دارای اختلاف معنی‌دار است ($P\text{-value} < 0.05$). اثرات متقابل بین منطقه و چرای دام با دو متغیر میانگین وزنی سطح برگ و میانگین وزنی محتوای ماده خشک دیده می‌شود ($P\text{-value} < 0.05$). به‌عبارت دیگر، متغیرهای وابسته (میانگین وزنی سطح برگ و میانگین وزنی محتوای ماده خشک) به‌صورت معنی‌دار در

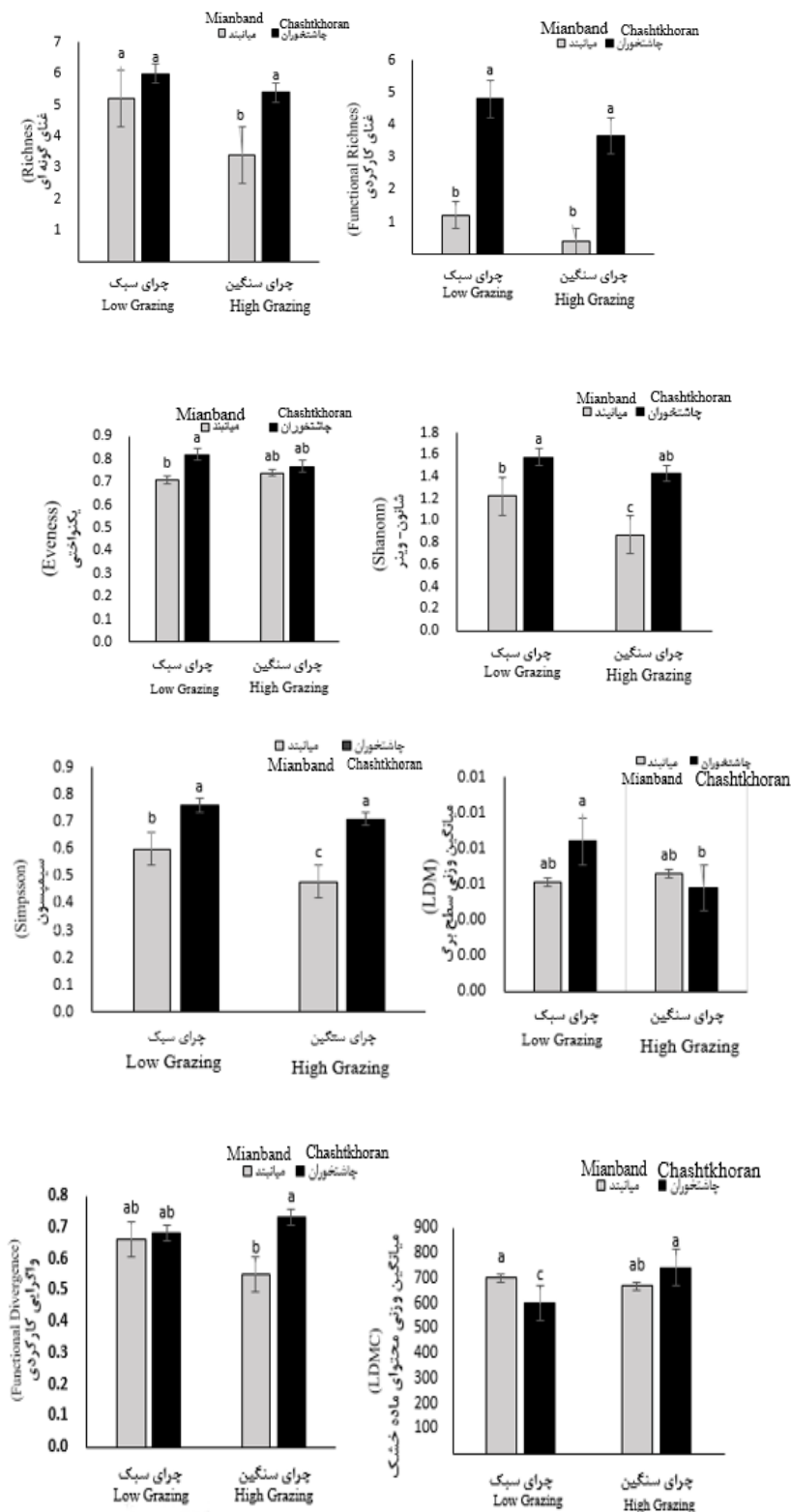
مناطق مختلف و چرای دام مختلف، متفاوت هستند. معنی‌دار بودن اثرات متقابل نیز نشان می‌دهد که تغییرات دو متغیر میانگین وزنی سطح برگ و میانگین وزنی محتوای ماده خشک مستقل نبوده و تحت تأثیر منطقه و چرای دام متفاوت می‌باشند (جدول ۳).

بررسی مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری در متغیرهای شانون-وینر، غنای گونه‌ای، سیمپسون، یکنواختی، غنای کارکردی، واگرایی کارکردی، میانگین وزنی سطح برگ و میانگین وزنی محتوای ماده خشک را نشان داد (شکل ۲). به‌طوریکه در منطقه چاشتخوران تحت چرای سبک سیمپسون ($P\text{-value}=0.000$)، شانون-وینر ($P\text{-value}=0.000$)، غنای کارکرد ($P\text{-value}=0.001$)، واگرایی کارکرد ($P\text{-value}=0.08$)، بیشتر از منطقه میانبند تحت چرای سنگین بوده است همچنین میانگین وزنی سطح برگ ($P\text{-value}=0.001$) در منطقه چاشتخوران تحت چرای سبک بیشتر از منطقه میانبند بوده و در منطقه میانبند تحت چرای سنگین بیشتر از منطقه چاشتخوران بوده اما میانگین وزنی محتوای ماده خشک ($P\text{-value}=0.001$) عکس میانگین وزنی سطح برگ است و در مرتع میانبند تحت چرای سبک بیشتر از منطقه چاشتخوران و میانبند تحت چرای سنگین از منطقه چاشتخوران بیشتر بوده است.

جدول ۳- تجزیه واریانس در قالب مدل خطی عمومی (GLM) برای بررسی تأثیرات متغیرهای مستقل منطقه و چرای دام و اثرات متقابل روی متغیر وابسته تنوع گونه‌ای و کارکردی

Table 3. Variance analysis in the general linear model (GLM) to investigate the effects of the independent variables of region and livestock grazing and mutual effects on the dependent variable of species and functional diversity.

R ²	P-value	F-value	MS	منبع تغییرات (Source of changes)	
0.32	0.000	17.17	29.4	غنای گونه‌ای (Richness)	منطقه (Area)
0.35	0.000	28.91	0.55	سیمپسون (Simpson)	
0.41	0.000	22.86	3.13	شانون-وینر (Shannon-viner)	
0.09	0.01	6.61	0.082	یکنواختی (Evenness)	
0.51	0.000	59.91	176.49	غنای کارکرد (Functional Richness)	
0.01	0.068	3.47	0.17	یکنواختی کارکرد (Functional Evenness)	
0.06	0.04	4.4	0.16	واگرایی کارکرد (Functional Divergence)	
0.001	0.23	1.44	45.92	میانگین وزنی ارتفاع (Weighted average of height)	
0.8	0.000	187.53	0.02	میانگین وزنی سطح برگ (Weighted average of leaf area)	
0.16	0.61	0.25	2844.193	میانگین وزنی محتوای ماده خشک (Weighted average of dry matter content)	
0.32	0.001	11.25	19.26	غنای گونه‌ای (Richness)	چرای دام (Grazing)
0.35	0.023	5.47	0.01	سیمپسون (Simpson)	
0.41	0.003	9.81	0.93	شانون-وینر (Shannon-viner)	
0.09	0.79	0.06	0.001	یکنواختی (Evenness)	
0.51	0.022	4.83	14.22	غنای کارکرد (Functional Richness)	
0.01	0.81	0.05	0.0003	یکنواختی کارکرد (Functional Evenness)	
0.06	0.57	0.22	0.01	واگرایی کارکرد (Functional Divergence)	
0.001	0.43	0.63	19.98	میانگین وزنی ارتفاع (Weighted average of height)	
0.8	0.000	24.62	0.03	میانگین وزنی سطح برگ (Weighted average of leaf area)	
0.16	0.048	4.09	46558.528	میانگین وزنی محتوای ماده خشک (Weighted average of dry matter content)	
0.32	0.08	3.15	5.4	غنای گونه‌ای (Richness)	منطقه*چرای دام (Area*Grazing)
0.35	0.3	1.09	0.02	سیمپسون (Simpson)	
0.41	0.21	1.57	0.15	شانون-وینر (Shannon-viner)	
0.09	0.14	2.24	0.02	یکنواختی (Evenness)	
0.51	0.71	0.13	0.4	غنای کارکرد (Functional Richness)	
0.01	0.83	0.04	0.002	یکنواختی کارکرد (Functional Evenness)	
0.06	0.11	2.53	0.09	واگرایی کارکرد (Functional Divergence)	
0.001	0.36	0.85	27.05	میانگین وزنی ارتفاع (Weighted average of height)	
0.8	0.000	29.18	0.04	میانگین وزنی سطح برگ (Weighted average of leaf area)	
0.16	0.003	9.96	113255.03	میانگین وزنی محتوای ماده خشک (Weighted average of dry matter content)	



شکل ۲- نمودار تغییرات تنوع گونه‌ای و کارکردی با شدت‌های مختلف چرای در مراتع مورد مطالعه

Figure 2. Chart of changes in species and functional diversity with different intensities of grazing in the studied rangelands

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی براساس شاخص‌های تنوع گونه‌ای و کارکردی

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در دو منطقه کوهستانی میانبد و چاشتخوران نشان داد که مقادیر ویژه مربوط به مؤلفه‌های اول و دوم بیشتر از شاخص BSE بوده (جدول ۴)، لذا برای توجیه تغییرات انتخاب شدند. این مؤلفه‌ها به ترتیب ۳۶/۳ و ۱۹/۸ درصد تغییرات را در بر می‌گیرند که در مجموع این دو مؤلفه ۵۶/۳۲ درصد از تغییرات را برعهده دارند. جدول ۵ مقادیر بردار ویژه مربوط به متغیرها در مؤلفه‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به قدرمطلق و معنی‌داری آن‌ها، مؤلفه اول به‌ترتیب مربوط به سیمپسون، شانون-وینر، غنای کارکرد و واگرایی کارکرد مؤلفه دوم مربوط به یکنواختی، یکنواختی کارکرد، میانگین وزنی سطح برگ میانگین وزنی محتوای ماده خشک و میانگین وزنی ارتفاع می‌باشد. بنابراین این عوامل با توجه به تأثیر بالای خود به‌عنوان مؤثرترین عوامل در تفکیک مناطق تحت چرای سبک و سنگین شناسایی شدند. با توجه به علامت مثبت و منفی ضرایب متغیرها که در جدول ۵ آمده است در مؤلفه اول همه مؤلفه‌ها منفی بوده و در مؤلفه دوم یکنواختی، میانگین وزنی ارتفاع و میانگین وزنی سطح برگ با دو مؤلفه

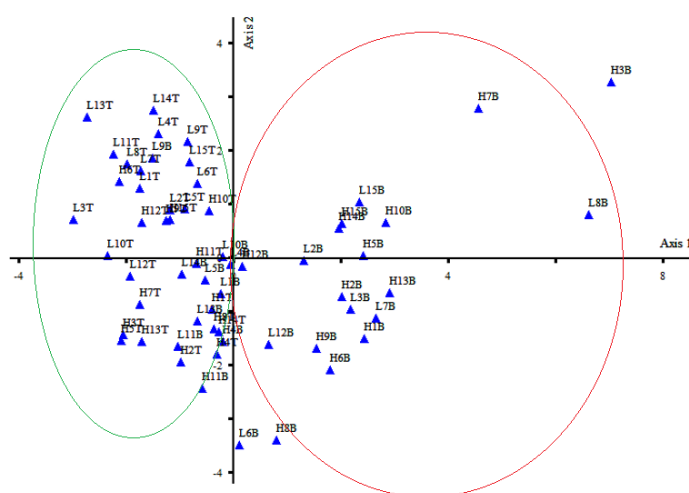
دیگر رابطه عکس دارند. شکل ۳ نمودار حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی را نشان می‌دهد در تجزیه و تحلیل نمودار و توجیه علت پراکنش مکانی مناطق تحت چرای سبک و سنگین، بایستی توجه شود که میزان فاصله نقاط معرف مناطق از محورهای مختصات بیانگر شدت یا ضعف رابطه است. با توجه به شکل می‌توان گفت که بیشتر تجمع منطقه چاشتخوران در ربع دوم و سوم است به‌صورتی که در ربع دوم بیشتر سایت تحت چرای سبک قرار دارد که با میانگین وزنی ارتفاع، یکنواختی، واگرایی کارکرد، غنای کارکرد، شانون، سیمپسون، غنای گونه‌ای و میانگین وزنی سطح برگ رابطه مستقیم و با میانگین وزنی ماده خشک و یکنواختی کارکرد رابطه عکس دارد. همچنین چرای سنگین منطقه چاشتخوران در ربع سوم نمودار با میانگین وزنی ماده خشک، یکنواختی کارکرد رابطه مستقیم دارد. اما در مقابل منطقه میانبد در ربع اول و چهارم است که سایت تحت چرای سنگین در ربع چهارم با غنای گونه‌ای، سیمپسون، شانون-وینر، غنای کارکرد و واگرایی رابطه عکس و با یکنواختی کارکردی و میانگین وزنی ماده خشک رابطه مستقیم دارند.

جدول ۴- مقادیر ویژه و واریانس مربوط به هریک از مؤلفه‌ها در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)

مؤلفه‌ها (Components)	مقادیر ویژه (Eigenvalues)	واریانس توجیه شده (Justified variance)	واریانس تجمعی (Cumulative variance)	BSE
1	4.36	36.32	36.32	3.1
2	2.38	19.89	56.22	2.1
3	1.32	11.07	67.3	1.6
4	1.1	9.23	76.54	1.27
5	0.66	8.39	84.93	1.02
6	0.43	5.56	90.5	0.82
7	0.43	3.63	94.14	0.65
8	0.33	2.8	96.95	0.51
9	0.19	1.64	98.56	0.38
10	0.1	0.84	99.43	0.27

جدول ۵- مقادیر بردار ویژه مربوط به متغیرهای تأثیرگذار در هریک از مؤلفه‌ها در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)

ردیف (row)	عوامل (Factor)	مؤلفه 1 (component 1)	مؤلفه 2 (component 2)	مؤلفه 3 (component 3)	مؤلفه 4 (component 4)	مؤلفه 5 (component 5)	مؤلفه 6 (component 6)
1	غنای گونه‌ای (Richness)	-0.39	0.0026	0.09	-0.53	-0.08	-0.25
2	سیمپسون (Simpson)	-0.44	0.03	0.26	-0.11	0.13	0.14
3	شانون-وینر (Shannon-viner)	-0.45	0.05	0.23	-0.28	0.04	0.09
4	یکنواختی (Evenness)	-0.09	0.29	0.24	0.38	0.16	0.55
5	غنای کارکرد (Functional Richness)	-0.26	0.24	-0.51	-0.26	-0.16	0.58
6	یکنواختی کارکرد (Functional Evenness)	-0.18	-0.29	0.43	-0.12	-0.14	-0.17
7	واگرایی کارکرد (Functional Divergence)	-0.23	-0.2	-0.06	-0.23	0.12	-0.06
8	میانگین وزنی ارتفاع (Weighted average of height)	-0.2	0.38	-0.26	-0.29	0.7	-0.08
9	میانگین وزنی سطح برگ (Weighted average of leaf area)	0.02	0.47	-0.18	-0.19	0.22	0.07
10	میانگین وزنی محتوای ماده خشک (Weighted average of dry matter content)	0.01	-0.46	0.35	-0.09	-0.12	0.14



شکل ۳- نتایج آنالیز تجزیه مؤلفه‌های اصلی مناطق مورد مطالعه (رنگ سبز: چاشخوران، رنگ قرمز: میانبند)

Figure 3. The results of principle components analysis of the of the study areas (green color: Chashtkhoran, red color: Mianband)

چرای دام در اکوسیستم‌ها از استفاده‌های اولیه و اصلی به‌شمار می‌رود و ممکن است دام‌های چراکننده با توجه به نوع دام، شدت چرا و گونه گیاهی میزبان، در ترکیب و تنوع گیاهی تغییراتی ایجاد کنند (Hou et al., 2021, Omidipour et al., 2013, Lavorel, 2021). همچنین چرای دام نشان دهنده کاربری غالب زمین در مناطق بیلاقی در سراسر جهان است (Khademolhossieni, 2006, Bulla, 1994). بنابراین، چندین بررسی اثرات چرا بر پوشش گیاهی و شرایط خاک را خلاصه کرده‌اند و نشان می‌دهند که آب و هوا با تاریخچه چرا در تأثیرات آن بر پوشش گیاهی تعامل دارد (Sheng et al., 2022, Zinivand et al., 2019). چرا معمولاً تسلط گونه‌ها را با استراتژی‌های مقاومت در محیط‌های خشک و غلبه گونه‌هایی با استراتژی‌های تحمل را در محیط‌های مرطوب و حاصلخیز افزایش می‌دهد (Torok et al., 2013, Mason et al., 2003). این فرض سنتی مقاومت و تحمل دو استراتژی جایگزین برای سازگاری با چرای شدید بیان می‌کند (Jafarian & Karegar, 2018, Zheng et al., 2015, Medina-Roldan et al., 2012).

تعامل قابل توجه بین آب و هوا و چرا نشان می‌دهد که تفاوت بین نواحی چرای سبک و سنگین دو منطقه آب و هوایی با دو متغیر میانگین وزنی سطح برگ و میانگین وزنی محتوای ماده خشک مشخص می‌شود. به‌گونه‌ای که سطح برگ مقادیر بیشتری برای کرت‌های چرای سنگین در منطقه خشک نشان داد، و در منطقه مرطوب این فاکتور در چرای سبک سطح برگ بیشتر بوده است. این نتایج احتمالاً نشان دهنده استراتژی تحمل چرا است، به‌عنوان گونه‌هایی که با چرای سبک بزرگ و در نتیجه گردش سریع برگ برگ‌های خود به‌سرعت پس از چرا رشد می‌کنند (Silva & Cassenote, 2019, An & Li, 2014). گرایش اصلی در میان گونه‌ها در مطالعه ما نشان دهنده روند کلی SLA-LDMC است که توسط دیگران نیز نشان داده شده است (به‌عنوان مثال Gholami et al., 2020, Laurel Fisher et al., 2016, Erfenzadeh et al., 2015

تنوع گونه‌ای در دو منطقه آب و هوایی با مسیرهای مشابهی برای صفات عملکردی دنبال نشد. البته، شدت چرای زیاد، بازنمایی صفات گونه‌ها را در جامعه تغییر می‌دهد. برای مثال، گونه‌هایی با سطح برگ بیشتر در کرت‌های چرا دیده می‌شوند. این همچنین نشان می‌دهد که گیاهان برای اجتناب از چرا یا تحمل آن، استراتژی‌های مختلفی را در برابر چرا اتخاذ می‌کنند (Wang et al., 2022, Wang et al., 2017) در کل بارش بر تنوع اثر مثبت داشته و در منطقه تنکابن که بارش بیشتر بوده تنوع بیشتری دیده شده است. کلینز و همکاران (Collins et al., 2012) نیز همبستگی مثبتی بین بارش و تنوع گیاهی نشان دادند. بنابراین، به نظر می‌رسد تغییرات در الگوهای بارش به‌طور اجتناب‌ناپذیری بر ویژگی‌های تنوع گیاهی و ساختار جامعه گیاهی اثرگذار بوده و به‌نوبه خود بر ساختار و کارکرد کل اکوسیستم تأثیر می‌گذارد. رشد گیاه به‌شدت توسط دما محدود می‌شود، که نشان می‌دهد گرم شدن ممکن است باعث مهاجرت گیاهان جدید شود و در نتیجه تنوع گیاهی را افزایش دهد (Lin et al., 2022). همچنین تفاوت در متغیرهای اقلیمی دما و بارش باعث تغییر منابع آبی در دسترس برای گیاه، زندگی جانوری و غیره می‌شود (Zabardast et al., 2020, Tegegn et al., 2013).

نتیجه‌گیری

در نهایت، استفاده از شاخص‌های مختلف تنوع زیستی می‌تواند به تعریف معیارهای متفاوتی منجر شود که بر اساس آن مدیریت باید ارتقاء یابد. با این حال، استقلال اجزای مختلف تنوع زیستی ممکن است مزیت بینش بهتری را نسبت به مکانیسم‌هایی ارائه دهد که هم‌زیستی گونه‌ها و پیوندهای آن‌ها با ویژگی‌های اکوسیستم را تنظیم کند. بنابراین، مطالعات تنوع زیستی می‌تواند به درک کامل‌تری از تنوع، و عملکرد آن، با تحلیل‌های مقایسه‌شده اجزای مختلف تنوع دست یابد. با توجه به ارتباطات مختلف شاخص‌های پوشش گیاهی با ویژگی‌های مختلف اکوسیستم، نیاز به تحقیقات و بررسی بیشتر در زمینه تأثیر اقلیم در مناطق مختلف پیشنهاد می‌شود.

References

- An, H., & Li, G. (2014). Differential effects of grazing on plant functional traits in the desert grassland. *Polish Journal of Ecology*, 62, 239-251.
- Asner, G.P., Archer, S., Hughes A.R.F., & Wessman, C.A. (2003). Net changes in regional woody vegetation cover and carbon storage in Texas drylands, 1937–1999. *Global Change Biology*, 9(3), 316-335.
- Bogunovic, I., Kijak, K., Dugan, I., Gerbesa, D., Telak, L., Duvenjak, M., Kisic, I., Solomun L., & Pereira, P. (2022). Grassland management impact on soil degradation and herbage nutritional value in a temperate humid environment. *Agriculture*, 1-19.
- Borhani, M., & Jaberlansar, Z. (2018). Investigating the effect of grazing management on species diversity indicators in the semi-steppe region of Isfahan province (Case study: Semirom station). *Iran Rangeland and Desert Research Journal*, 25(1), 191-200 (In Persian).
- Bulla, L. (1994). An index of evenness and its associated diversity measure. *Oikos*, 70, 167-171.
- Casanoves, F., Pla, L., Di Rienzo, J.A., & Díaz, S. (2011). Diversity: a software package for the integrated analysis of functional diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, 2, 233-237.
- Chen, S., Wang, W., Xu, W., Wang, Y., Wan, H., Chen, D., Tang, Z., Tang, X., Zhou, G., Xie, Z., Zhou, D., Shanguan, Z., Huang, J., He, J.S., Wang, Y., Sheng, J., Tang, L., Li, X., Dong, M., Wu, Y., Wang, Q., Wang, Z., Wu, J., Chapin, F.S., & Bai, Y. (2018). Plant diversity enhances productivity and soil carbon storage. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(16), 4027-4032.

کارکردی هر دو چرای سبک و سنگین در منطقه مرطوب (چاشخوران) بیشتر از خشک (میانیند) بوده است. افزایش شدت چرا به این معنی است که حیوانات گیاهان بیشتری مصرف می‌کنند و این باعث کاهش تنوع خواهد شد (Wang et al., 2022, Wang et al., 2017, Tamartash et al., 2013). در مطالعات مختلف نیز چرای دام باعث کاهش تنوع شده است (Bogunovic et al., 2022, Liu et al., 2021, Liu et al., 2013, Shannon & Weaver, 1949) که با نتایج این مطالعه تطابق دارد. افزایش غنای گونه‌ای منجر به تقسیم دقیق‌تر فضای اشیان اکولوژیک موجود در میان گونه‌های مشابه به‌جای تنوع عملکردی بیشتر شود (Toth et al., 2016, Diaz et al., 2001). رحمانیان و همکاران (Rahmanian et al., 2020) نیز تأثیر چرای دام بر شاخص‌های تنوع و تنوع کارکردی در دو منطقه آب و هوایی را مورد بررسی قرار دادند که نشان داد شاخص‌های میانگین وزنی ارتفاع گیاه، میانگین وزنی سطح برگ، غنای گونه‌ای، سیمپسون، شانون، در منطقه با چرای سبک بیش از منطقه با چرای سنگین بودند. همچنین نتایج PCA نیز غنای گونه‌ای، شانون و سیمپسون و غنای کارکردی را ۳۶ درصد تغییرات را توجیه کرد. همچنین در مطالعات دیگر نیز مناطق با چرای کم غنای عملکردی بالاتری را نسبت به چرای سنگین در منطقه خشک و مرطوب نشان دادند (Zheng et al., 2015). سطح برگ تحت چرای سنگین در منطقه خشک بزرگتر بود. این ممکن است به این دلیل باشد که چرندگان معمولاً برگ‌های بزرگ‌تر را در مناطق خشک ترجیح می‌دهند، جایی که بیشتر گیاهان برگ‌های کوچکی دارند (Rahmanian et al., 2020, Zamora et al., 2007). چرای دام، تنوع گونه‌ها را در هر دو منطقه آب و هوایی تحت تأثیر قرار داد این نشان می‌دهد که چرا عامل مهمی است که تنوع گونه‌ها را در کل سیستم مطالعه محدود می‌کند (Helmi et al., 2020, Erfanzadeh et al., 2015). به‌طور کلی، تنوع کارکردی و تنوع گونه‌ای می‌توانند به‌طور مستقل بر روی یکدیگر عمل کنند. علاوه بر این، اثر سرکوبگر چرای شدید بر

- Collins, S.L., Koerner, S.E., Plaut, J.A., Okie, J.G., Brese, D., Calabrese, L.B., & Nonaka, E. (2012). Stability of tallgrass prairie during a 19-year increase in growing season precipitation. *Functional Ecology*, 26(6), 1450-1459.
- Cornelissen, J.H.C., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D.E., & Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51, 335-380.
- Dehdari, S., Moaghari, M., Khorsandi, Z., & Ehsani, A. (2018). The effect of grazing intensity on the carbon sequestration ability of *Artemisia sieberi* species (Case study: Chah Mari pastures of Behbahan city). *Rangeland and Desert Research*, 1(25), 227-234 (In Persian).
- Demenois, J., Carriconde, F., Bonaventure, P., Maeght, J. L., Stoke, A., & Rey, F. (2018). Impact of plant root functional traits and associated mycorrhizas on the aggregate stability of a tropical Ferrallisol. *Geoderma*, 312, 6-16.
- Diaz, S., Noy-Meir, I., & Cabido, M. (2001). Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology*, 38, 497-508.
- Díaz, S., Hector, A., & Wardle, D.A. (2009). Biodiversity in forest carbon sequestration initiatives: not just a side benefit. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(1), 55-60.
- Díaz, S., Kattge, J., Cornelissen, J.H.C., Wright, I.J., Lavorel, S., Dray, S., & Gorné, L.D. (2015). The global spectrum of plant form and function. *Nature*, 529, 1-17.
- Erfanzadeh, R., Omidipour, R., & Faramarzi, M. (2015). Variation of plant diversity components in different scales in relation to grazing and climatic conditions. *Plant Ecology and Diversity*, 8(4), 537-545 (In Persian).
- Faraji, A., Tatian, M., Tamartash, R. & Sanaei, A. (2021). The effect of grazing management on indicators of species and functional diversity of rangeland and the relationship between them on aboveground biomass. *Environmental Science Studies*, 4(7), 5696-5710 (In Persian).
- Fisher, F., Bonnet, O., Cezimbera, I., & Pillar, V. (2018). Long-term effects of grazing intensity on strategies and spatial components of functional diversity in subtropical grassland. *Applied Vegetation Science*, 22, 39-47.
- Fisher, J. B., Malhi, Y., Torres, I. C., Metcalfe, D. B., van de Weg, M. J., Meir, P., Silva-Espejo, J. E., & Huasco, W. H. (2016). Nutrient limitation in rainforests and cloud forests along a 3,000- m elevation gradient in the Peruvian Andes. *Oecologia*, 172(3), 889-902.
- Gholami, P., Shirmardi, H.A., & Lashkari, N. (2020). Changes in species diversity and plant groups in relation to different intensities of livestock grazing in semi-steppe pastures of Central Zagros. *Rangeland Journal*, 14(1), 609-921 (In Persian).
- Ghorbani, N., Raiesi, F., & Ghorbani, Sh. (2012). Influence of livestock grazing on distribution of organic carbon, total nitrogen, and carbon mineralization within primary particle-size fractions in Shayda rangelands with cropping history. *Iranian Journal of Soil and Water*, 23(1), 209-222 (In Persian).
- Haddad, N.M., Holyoak, M., Mata, T.M., Davies, K.F., Melbourne, B.A. & Preston, K. (2008). Species' traits predict the effects of disturbance and productivity on diversity. *Ecology Letters*, 11, 348-356.
- Hajarian, A. (2023). Analysis of barriers and challenges of rangeland management (Case study: rangelands of Kermanshah province). *Journal of Watershed Management Research*, 13(24), 125-134 (In Persian).
- Helmi, M., Bakhtiari, N., & Qaderi, K. (2020). Meteorological drought modeling and forecasting using Sarima time series at different climates of Iran. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 3(14), 1079-1090 (In Persian).
- Herrero, M., & Thornton, P. K. (2013). Livestock and global change: emerging issues for sustainable food systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(52), 20878-20881.
- Herrero-Jáuregui, C., & Oosterheld, M. (2018). Effects of grazing intensity on plant richness and diversity: A meta-analysis. *Oikos*, 127, 757-766.
- Hou, Z.F., Vil, G.H., & Jiang, L.M. (2021). Functional diversity can predict ecosystem functions better than dominant species: The case of desert plants in the Ebinur lake basin. *Sustainability*, 13, 28-58.
- Jafarian, Z., & Kargar, M. (2018). Quantification of functional biodiversity. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University Press. Sari (In Persian).
- Jafarian, Z., Ahmadi, F., & Karegar, M. (2017). Investigating the effect of livestock grazing intensities on the changes of the species diversity indices and functional diversity of plant species in Belbanabad rangeland, Kurdistan province. *Rangeland and Desert Research*, 24(4), 768-777 (In Persian).
- Joneidi Jafari, H., Amani, S., & Karami, P. (2016). The effect of livestock grazing intensity on carbon sequestration and storage in Bijar protected rangeland. *Rangeland Journal*, 1(10), 53-67 (In Persian).
- Kelaidis, P. (2015). Introduction: principal steppe regions. In M. Bone, D. Johnson, P. Kelaidis, M. Kintgen and L.G. Vickerman (Eds.), *Steppes: The plants and ecology of the world's semi-arid regions*. Timber Press. Portland.
- Khademolhosseini, Z. (2009). Comparison of numerical plant species diversity indices in three different grazing intensities (Case study: Gardaneh Zanbouri, Arsanjan). *Rangeland Journal*, 4(1), 104-111 (In Persian).

- Khani, M., Ghanbarian, G., & Kamali Maskooni, A. (2011). Comparison between plant species richness and diversity indices along different grazing gradients in southern warm-arid pastures of Fars. *Rangeland Journal*, 2, 129-136 (In Persian).
- Laliberté, E., Shipley, B., Norton, D.A., & Scott, D. (2012). Which plant traits determine abundance under long-term shifts in soil resource availability and grazing intensity? *Journal of Ecology*, 100, 662-677.
- Lavorel, S., Grigulis, K., McIntyre, S., Williams, N.S.G., Garden, D., Dorrough, J., Berman, S., & Bonis, A. (2008). Assessing functional diversity in the field methodology matters. *Functional Ecology*, 16, 134-147.
- Lavorel, S. (2013). Plant functional effects on ecosystem services. *Journal of Ecology*, 101, 4-8.
- Le Quéré, C., Andrew, R.M., Friedlingstein, P., Sitch, S., Hauck, J., Pongratz, J., Pickers, P.A., Korsbakken, J.I., Peters, G.P., Canadell, J.G., & Arneeth, A. (2018). Earth system science data. *Global Carbon Budget*, 10(4), 2141-2194.
- Li, W., Epstein, H.E., Wen, J., Zhao, Z., Jin, J., Jing, G., & Du, J. (2017). Community-weighted mean traits but not functional diversity determine the changes in soil properties during wetland drying on the Tibetan plateau. *Solid Earth*, 8(1), 137-147.
- Li, T., Kamran, M., Chang, Sh., Peng, Z., Wang, Z., Ran, L., Jiang, W., Jin, Y., Zhang, X., You, Y., Li, L., & Hou, F. (2022). Climate-soil interactions improve the stability of grassland ecosystem by driving alpine plant diversity. *Ecological Indicators*, 141, 1014-1030.
- Lin, X., Zhao, H., Zhang, Sh., Li, X., GAO, W., Ren, Z., & Luo, M. (2022). Effects of animal grazing on vegetation biomass and soil moisture on a typical steppe in Inner Mongolia, China. *Ecohydrology*, 15, 23-50.
- Liu, Y.Y., Evans, J.P., McCabe, M.F., De Jeu, R.A., van Dijk, A.I., Dolman, A.J., & Saizen, I. (2013). Changing climate and overgrazing are decimating Mongolian steppes. *Plus, one*, 8(2), 570-599.
- Liu, Y., Xu, M., Li, G., Wang, M., Li, Z., & Boack, H. (2021). Changes of aboveground and belowground biomass allocation in four dominant grassland species across a precipitation gradient. *Frontiers in Plant Science*, 12, 650-660.
- Mason, N. H. W., McGillivray, K., Steel, J. B., & Wilson, J. B. (2003). An index of functional diversity. *Journal of Vegetation Science*, 14, 571-578.
- Magurran, A. E., & McGill, B.J. (2011). Biological diversity: frontiers in measurement and assessment. Oxford University Press. Oxford.
- Medina-Roldan, E., Paz-Ferreiro, J., & Bardgett, R. D. (2012). Grazing exclusion affect soil and plant communities but has no impact on soil carbon storage in an upland grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 149, 118-123.
- Milcu, A., Eugster, W., Bachmann, D., Guderle, M., Roscher, C., Gockele, A., Landais, D., Ravel, O., Gessler, A., Lange, M., Ebeling, A., Weisser, W.W., Roy, J., Hildebrandt, A., & Buchmann, N. (2016). Plant functional diversity increases grassland productivity-related water vapor fluxes: a modeling approach. *Ecology*, 97, 2044-2054.
- Mohammadabadi, F., Farzam, M., & Ejtehadi, H. (2019). Facilitating effect of mixed pasture shrubs and heather on plant species diversity along livestock grazing gradient. *Applied Ecology*, 8(2), 17-29 (In Persian).
- Mouillot, D., Graham, N.A.J., Villéger, S., Mason, N.W.H., & Bellwood, D.R. (2013). A functional approach reveals community responses to disturbances. *Trends in Ecology & Evolution*, 28, 167-177.
- Niu, K.C., Messier, J., He, J.S., & Lechowicz, M.J. (2015). The effects of grazing on foliar trait diversity and niche differentiation in Tibetan alpine meadows. *Ecosphere*, 6(9), 1-15.
- Omidipour, R., Tahmasebi, P., Faizabadi, M., Faramarzi, M., & Ebrahimi, A. (2021). Does β diversity predict ecosystem productivity better than species diversity? *Ecological Indicators*, 122, 107-212.
- Perez-Harguindeguy, N., Diaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., Bret-Harte, M.S., Cornwell, W.K., Craine, J.M., Gurvich, D.E., & Urcelay, C. (2016). Corrigendum to new handbook for standardized measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 64(8), 715-716.
- Pielou, E. C. (1975). Ecological diversity. Wiley, New York.
- Pla, L., Casanoves, F., & Di Rienzo, J. (2011). Quantifying functional biodiversity. Springer.
- Podwojewski, P., Poulénard, J., Zambrana, T., & Hofstede, R. (2002). Overgrazing effects on vegetation cover and properties of volcanic ash soil in the páramo of Liangahua and La Esperanza (Tungurahua, Ecuador). *Soil Use and Management*, 18(1), 45-55.
- Rahmanian, S., Hejda, M., Ejtehadi, H., Pysek, H., & Memariani, F. (2020). Effects of livestock grazing on plant species diversity vary along a climatic gradient in northeastern Iran. *Applied Vegetation Science*, 23(4), 551-561.
- Rostampour, M., Jafari, M., Tavili, A., Azarnivand, H., & Eslami, V. (2015). Effects of grazing gradients on diversity of vegetation in arid rangelands (Case study: Hajiabad rangelands, southern Khorasan). *Journal of Range Management*, 2(1), 1-21 (In Persian).
- Ruiz-Benito, P., Gómez-Aparicio, L., Paquette Messier, A., Kattge, J., & Zavala, M.A. (2014). Diversity increases carbon storage and tree productivity in Spanish forests. *Global Ecology and Biogeography*, 23, 311-322.

- Sanaei, A., Zare Chahouki, M.A., Jafari, M., & Azarnivand, H. (2018). Abiotic and biotic drivers of aboveground biomass in semi-steppe rangelands. *The Science of the Total Environment*, 615, 895-905.
- Schaller, J., Roscher, C., Hillebrand, H., Weigelt, A., Oelmann, Y., Wilcke, W., Ebeling, A., & Weisser, W.W. (2016). Plant diversity and functional groups affect Si and Ca pools in aboveground biomass of grassland systems. *Oecologia*, 182, 277-286.
- Shannon, C., & Weaver, W. (1949). The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana.
- Sheng, Z., Du, J., Sun, B., Mao, J., Zhang, Y., Zhang, J., & Diao, J. (2022). The role of plant functional diversity in regulating soil organic carbon stocks under different grazing intensities in temperate grassland, China. *Sustainability*, 14, 43-67.
- Silva, P.G., & Cassenote, S. (2019). Environmental drivers of species composition and functional diversity of dung beetles along the Atlantic forest- Pampa transition zone. *Austral Ecology*, 44, 786-799.
- Simpson, E.H. (1949). Measurements of diversity. *Nature*, 163, 68-88.
- Sonnier, G., Shiply, B., & Navas, M.L. (2010). Plant traits, species pools and the prediction of relative abundance in plant communities: a maximum entropy approach. *Journal of Vegetation Science*, 21, 318-328.
- Tahmasebi, P., Moradi, M., & Omidipour, R. (2017). Plant functional identity as the predictor of carbon storage in semi-arid ecosystems. *Plant Ecology and Diversity*, 10, 139-151.
- Tamartash, R., Yousefian, M., Mahdavi, Kh. & Mahdavi, M. (2013). Investigating the effect of enclosure on the amount of carbon sequestration in the dry areas of Semnan province. *Journal of Natural Resources*, 3(65), 341-352 (In Persian).
- Tegegn, A., Nigatu, L. & Kassahun, A. (2013). Changes in plant species composition and diversity along a grazing gradient from livestock watering point in Allaidege rangeland of north-eastern Ethiopia rangelands. *Journal of Livestock Research for Rural Development*, 23(9), 233-244.
- Török, P., Hölzel, N., Diggelen, R.V., & Tischew, S. (2016). Grazing in European open landscapes: How to reconcile sustainable land management and biodiversity conservation? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 234, 1-4.
- Tóth, E., Deák, B., Valkó, O., Kelemen, A., Miglécz, T., Tóthmérész, B. & Török, P. (2018). Livestock type is more crucial than grazing intensity: Traditional cattle and sheep grazing in short-grass steppes. *Land Degradation and Development*, 29(2), 231-239.
- Villéger, S., Mason, N. W. H., & Mouillot, D. (2008). New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology*, 89, 2290-2301.
- Wang, Y., Heberling, G., Görzen, E., Miehe, G., Seeber, E., & Wesche, K. (2017). Combined effects of livestock grazing and abiotic environment on vegetation and soils of grasslands across Tibet. *Applied Vegetation Science*, 20(3), 327-339.
- Wang, G., Mao, J., Fan, L., Ma, X., & Li, Y. (2022). Effects of climate and grazing on the soil organic carbon dynamics of the grasslands in northern Xinjiang during the past twenty years. *Global Ecology and Conservation*, 34, 1-12.
- Zabardast, H., Raeini Sarjaz, M., & Gholami Sefidkouhi, M. (2020). Assessment of climate change effects on river flow of Gelevard dam basin. *Journal of Watershed Management Research*, 12(24), 205-216 (In Persian).
- Zamora, J., Verdú, J.R., & Galante, E. (2007). Species richness in Mediterranean agro ecosystems: Spatial and temporal analysis for biodiversity conservation. *Journal of Biological Conservation*, 134, 113-121.
- Zeinivand, R., Ajorlou, M., & Ariapour, A. (2018). Plant species diversity response to animal grazing intensity in semi-steppe rangelands. *Journal of Rangeland Science*, 8(4), 383-393 (In Persian).
- Zeinivand, R., Ajorlou, M., & Ariapour, A. (2019). The effect of livestock grazing intensity on the diversity and composition of understory herbaceous species in the slopes of Kabirkoooh, Darreshahr city. *Rangeland and Watershed*, 72(3), 727-738 (In Persian).
- Zhang, X., Liu, M., Zhao, X., Li, Y., Zhao, W., Li, A., Chen, S., Chen, Sh., Han, X., & Huang, J. (2018). Topography and grazing effects on storage of soil organic carbon and nitrogen in the northern China grasslands. *Ecological Indicators*, 93, 45-53.
- Zhao, W.Y., Li, J.L., & Qi, G. (2007). Change in vegetation diversity and structure in response to heavy grazing pressure in the northern Tianshan mountains, China. *Journal of Arid Environments*, 68(3), 465-479.
- Zheng, S., Li, W., Lan, Z., Ren, H., & Wang, K. (2015). Functional trait responses to grazing are mediated by soil moisture and plant functional group identity. *Scientific Reports*, 18163, 1-12.
- Zuo, X., Zhang, J., Liv, P., Wang, Sh., Yang, Y., Yue, X., Zhou, X., Li, Y., Chen, M., Lian, J., Qu, H., Liu, L., & Ma, X. (2018). Effects of plant functional diversity induced by grazing and soil properties on above-and belowground biomass in a semiarid grassland. *Ecological Indicators*, 93, 555-561.