Water and Soil Management and Modeling

Online ISSN: 2783 - 2546

University of Mohaghegh Ardabili

The effect of livestock grazing intensity on the frequency distribution pattern and species abundance of rangelands in Sarbisheh, South Khorasan

Moslem Rostampour [1], Reza Yari [2]*, Seyedeh Mahbubeh Mirmiran [2]

[1] Assistant Professor, Rangeland and Watershed Management Department, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran

[2] Assistant Professor, Razavi Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran

Abstract

Introduction

Livestock grazing has a direct or indirect effect on the density, diversity, and distribution of vegetation cover in Rangelands. Excessive livestock grazing is one of the destructive pressures on rangelands, which causes a decrease in diversity, and loss of sensitive plant elements. In this regard, maintaining species diversity and abundance is one of the goals of managing natural ecosystems. The concept of species diversity is a combination of two interconnected components of richness and uniformity. Species richness means the number of species per unit area and uniformity means the distribution of individuals and plant species per unit area. Many species diversity indices have been invented so that species diversity can be studied using them. Considering the importance and role of both components of species diversity, ecologists want to evaluate and study indicators that examine both components and determine the contribution of each. In this regard, several methods have been proposed for the evaluation and studies of plant diversity. Two major groups of these methods include numerical indices (richness, uniformity, and diversity) and parametric indices (for example, frequency distribution models, category-frequency diagrams, dominance-diversity, and diversity grading curves). In this research, the condition of vegetation cover, frequency, abundance, and diversity of species in three rangelands with light, medium, and heavy grazing intensities in the rangelands of Sarbisheh City is investigated.

Materials and Methods

This research was carried out in the plain rangelands of west of Sarbisheh City located in South Khorasan Province. First, after the field visit and observing the effects of destruction in the soil and vegetation caused by the intensity of livestock grazing and the presence of invasive plants in the studied rangelands, In the whole field of research, The effects of light, medium and heavy grazing (each in three separate plant types) were observed. Sampling in each plant type was done randomly and systematically. The percentage of plant cover and density was evaluated by visual and counting methods, species abundance based on the Ranquier method, species diversity using numerical indices, and species abundance using statistical and ecological models. Kruskal-Wallis non-parametric test was used to compare vegetation characteristics and species diversity in three intensities of livestock grazing. In order to select the best model for fitting the Four species data with statistical models, akaike's information criterion (AIC) was used.

Results and Discussion

The result of the Kruskal-Wallis non-parametric test showed that the intensity of livestock grazing had no significant effect on any of the studied characteristics. Nevertheless, the rangeland under light grazing had a higher coverage percentage and plant density (42.27 % and 28,000 plants per ha) than the rangeland under medium and heavy grazing. According to the Shannon-Wiener index, very low diversity was assessed in two rangeland with light and medium grazing intensity (H=1.78 and H=1.69, respectively), and low diversity was assessed in the rangeland with heavy grazing intensity (H=2.02). Rangeland with moderate grazing intensity is relatively lower in species diversity (H=1.69 and 1-D=0.66) and higher in richness (15 species) and species dominance (D=0.34). Based on the AIC criterion, the results showed that rangelands with light, medium, and

Water and Soil Management and Modeling

Online ISSN: 2783 - 2546

University of Mohaghegh Ardabili

heavy grazing intensity were best fitted with the logarithmic series, lognormal series, and logarithmic series models, respectively. In communities where the sampling volume is large, she recommended three logarithmic, Shannon, and Simpson indices, which have low to moderate sensitivity to plot size and are widely used.

Conclusion

The results of the present research showed that species abundance patterns change due to the intensity of livestock grazing. By comparing the results of species abundance models in the current research with other research, it can be said that in areas with high species richness, with increasing grazing pressure (from low to high), the distribution of species abundance changes from the normal log series (representing a stable society) to a geometric or log-normal series (representing an unstable society) But in the present research, because the rangeland has a poor condition in terms of species richness and diversity, species abundance distribution models are not a suitable indicator for distinguishing the three intensities of livestock grazing.

Keywords: Density, Diversity, Livestock grazing, Rangeland, Species abundance distribution models

Article Type: Research Article

*Corresponding Author, E-mail: yarireza1364@gmail.com

Citation: Rostampour, M., Yari, R., & Mirmiran, S.M. (2023). The effect of livestock grazing intensity on the frequency distribution pattern and species abundance of rangelands in Sarbisheh, South Khorasan. *Water and Soil Management and Modeling*, 3(2), 198-216.
DOI: 10.22098/MMWS.2022.11750.1165
DOR: 20.1001.1.27832546.1402.3.2.14.4

Received: 06 November 2022, Received in revised form: 03 December 2022, Accepted: 05 December 2022, Published online: 05 December 2022
Water and Soil Management and Modeling, Year 2023, Vol. 3, No. 2, pp. 198-216

Publisher: University of Mohaghegh Ardabili

© Author(s)

مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک

شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۲۵٤٦

اثر شدت چرای دام بر الگوی توزیع فراوانی و وفور گونه‌ای مراتع شهرستان سربیشه، خراسان جنوبی

مسلم رستم‌پور[۱]، رضا یاری[۲]*، سیده محبوبه میرمیران[۲]

[۱] استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

[۲] استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

چکیده

چرای دام به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر تراکم، تنوع و توزیع پوشش گیاهی مراتع تأثیر دارد. این پژوهش وضعیت پوشش گیاهی، فراوانی، وفور و تنوع گونه‌ای را در سه مرتع با شدت چرای سبک، متوسط و سنگین در مراتع شهرستان سربیشهٔ استان خراسان جنوبی بررسی می‌کند. بدین‌منظور درصد پوشش و تراکم گیاهی به روش‌های اندازه‌گیری پلات و شمارشی، فراوانی گونه‌ای براساس روش رانکیائر، تنوع گونه‌ای با استفاده از شاخص‌های عددی و وفور گونه‌ای با استفاده از مـدل‌هـای آماری و اکولوژیک ارزیابی شد. نتیجهٔ آزمون ناپارامتریک کروسکال–والیس نشان داد که شدت چرای دام بر هیچ کدام از خصوصیات منطقهٔ مورد مطالعه تأثیر معناداری نداشت ($P \leq ۰/۰۵$). با این وجود، مرتع دارای چرای سبک از درصد پوشش و تراکم گیاهی (۴۲/۲۷ درصد و ۲۸۰۰۰ پایه در هکتار) بالاتری نسبت به مرتع دارای چرای متوسط و سنگین برخوردار است. بر اساس شاخص شانون–وینر در دو مرتع با شدت چرای سبک و متوسط، تنوع خیلی کم (به‌ترتیب H=۱/۷۸ و H=۱/۶۹) و در مرتع با شدت چرای سنگین، تنوع کم (H=۲/۰۲) ارزیابی شد. مرتع با شدت چرای متوسط به نسبت از تنوع گونه‌ای کم‌تر (H=۱/۶۹ و D=۰/۶۶–۱) و از غنا (۱۵ گونه) و غالبیت گونه‌ای (D=۰/۳۴) بیش‌تری برخوردار بود. براساس معیار اطلاعات آکائیک (AIC) نتایج نشان داد که مرتع با شدت چرای سبک با مدل سری لگاریتمی، مرتع با شدت چرای متوسط با مدل سری لوگ نرمال و مرتع با شدت چرای سنگین با مدل سری لگاریتمی بیش‌ترین برازش را داشتند، هم‌چنین نتایج حاکی از آن است که در مراتع فقیر به لحاظ تنوع گونه‌ای، نمی‌توان از روی شاخص‌های عددی تنوع گونه‌ای و مدل‌های توزیع وفور گونه‌ای به وضعیت ثبات و پایداری اکوسیستم پی برد.

واژه‌های کلیدی: تراکم، تنوع، چرای دام، مدل‌های توزیع وفور گونه‌ای، مرتع

نوع مقاله: پژوهشی

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: yarireza1364@gmail.com

استناد: رستم‌پور، مسلم، یاری، رضا، و میرمیران، سیده محبوبه (۱۴۰۲). اثر شدت چرای دام بر الگوی توزیع فراوانی و وفور گونه‌ای مراتع شهرستان سربیشه، خراسان جنوبی. *مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک*، ۳(۲)، ۱۹۸–۲۱۶.

DOI: 10.22098/MMWS.2022.11750.1165

DOR: 20.1001.1.27832546.1402.3.2.14.4

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۱۵، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۹/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۴، تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۹/۱۴

مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک، سال ۱۴۰۲، دوره ۳، شماره ۲، صفحه ۱۹۸ تا ۲۱۶

ناشر: دانشگاه محقق اردبیلی

© نویسندگان

۱- مقدمه

مرتع یک اکوسیستم طبیعی است که در برگیرندهٔ منابع عظیمی از ذخایر ژنتیکی و تنوعی از گونه‌های گیاهی است که همواره این گوناگونی زیستی، متضمن پایداری مرتع در مقابل عوامل متغیر محیطی است. تنوع‌زیستی و تنوع گونه‌ای از مفاهیم مهم در بوم‌شناسی و مدیریت پوشش گیاهی است (Mesdaghi, 2005). حفظ تنوع و وفور گونه‌ای یکی از اهداف مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی است (Yuguang et al., 2001) تنوع گیاهی به‌طور وسیع در مطالعات پوشش گیاهی و ارزیابی محیط زیستی، به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم و سریع در تعیین وضعیت و سلامت اکوسیستم قرار می‌گیرد. با استفاده از بررسی تنوع و وفور گونه‌ای می‌توان مدیریت‌های مختلف اکوسیستم را مورد ارزیابی و مقایسه قرار داد (Goodman, 1975). تنوع گونه‌ای ترکیبی از دو مؤلفهٔ به‌هم پیوستهٔ غنا و یکنواختی است. غنای گونه‌ای به‌معنای تعداد گونه در واحد سطح و یکنواختی به‌معنای چگونگی توزیع افراد و گونه‌های گیاهی در واحد سطح است. تعداد زیادی شاخص تنوع گونه‌ای ابداع شده است تا با استفاده از آن‌ها بتوان تنوع گونه‌ای را مطالعه نمود. با توجه به اهمیت و نقش هر دو مؤلفهٔ تنوع گونه‌ای، اکولوژیست‌ها مایلند برای مشخص کردن سهم هر کدام از دو مؤلفه، شاخص‌هایی را مورد مطالعه قرار دهند (Baghani et al., 2009). روش‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری تنوع پیشنهاد شده است، دو گروه عمده از این روش‌ها استفاده از شاخص‌های عددی و شاخص‌های پارامتریک هستند. شاخص‌های عددی مانند شاخص شانون- وینر، سیمپسون و مارگالف هرکدام تنوع جوامع مختلف را به‌صورت یک عدد منفرد نشان می‌دهند (Kemp et al., 2003). شاخص‌های پارامتریک بعدی جدید را به روش‌های اکولوژیکی تنوع افزودند و دلیل استفاده از آن‌ها مشکلاتی است که گاهی شاخص‌های عددی در مقایسهٔ تنوع جوامع ایجاد می‌کنند (Magurran, 2004). تنوع گیاهی یکی از صفات مهم جوامع گیاهی است که به روش‌های مختلفی اندازه‌گیری می‌شود (Chavez and Macdonald, 2012) و کمیت‌سنجی آن یکی از اهداف اصلی در حفاظت از محیط زیست است (Olszewski, 2004). البته تا به حال روش‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است ولی هیچ‌کدام از آن‌ها به مقیاس توجه نکرده‌اند، این در حالی است که در بیش‌تر مناطق جهان اکولوژیست‌ها در تلاش هستند تا دریابند که مقیاس‌های مکانی چگونه بر تنوع گونه‌ای اثر می‌گذارند (Wilson et al., 2008). در خصوص مدل‌های توزیع فراوانی از دسته شاخص‌های پارامتریک می‌توان از مدل لوگ‌نرمال (Log-normal)، عصای شکسته (Broken-stick)، سری لگاریتمی (Log-series) و سری هندسی (Geometric) نام برد که به پردازش داده‌های حاصل از گونه و فراوانی آن‌ها با مدل‌های توزیع فراوانی تجربی-آماری می‌پردازد. مدل‌های مذکور در حقیقت بر اساس فرضیهٔ جایگیری گونه‌ها در جامعهٔ گیاهی و وفور آن بنیان‌گذاری شده است که بسته به تغییر در پایداری جوامع گیاهی و سلامت آن‌ها این مدل‌ها ارائه شده‌اند و می‌توان با بررسی میزان برازش داده‌های مربوط به جوامع گیاهی مورد مطالعه با مدل‌های تجربی مذکور در خصوص میزان پایداری، تخریب و سلامت تنوع گونه‌ای در جوامع اظهار نظر نموده و بر اساس آن تصمیم مدیریتی اتخاذ نمود (Sheidai Karkaj and Ghanbari, 2019). مدل‌های توزیع فراوانی گونه‌ای به‌عنوان یک شاخص برای اندازه‌گیری تأثیر آشفتگی‌ها از قبیل آلودگی، فشارهای محیطی یا تغییر کاربری اراضی و یا برای تعیین ساختار جوامع در طول گرادیان‌های اکولوژیکی از قبیل گرادیان توالی استفاده می‌شود (Hector et al., 2011). مدل‌های مذکور در حقیقت بر اساس فرضیهٔ جایگیری گونه‌ها در جامعهٔ گیاهی و وفور آن بنیان‌گذاری شده است که بسته به تغییر در پایداری جوامع گیاهی و سلامت آن‌ها این مدل‌ها ارائه شده‌اند که می‌توان با بررسی میزان برازش داده‌های مربوط به جوامع گیاهی مورد مطالعه با مدل‌های تجربی مذکور در خصوص میزان پایداری، تخریب و سلامت تنوع گونه‌ای در جوامع اظهار نظر نموده و بر اساس آن تصمیم مدیریتی اتخاذ نمود.

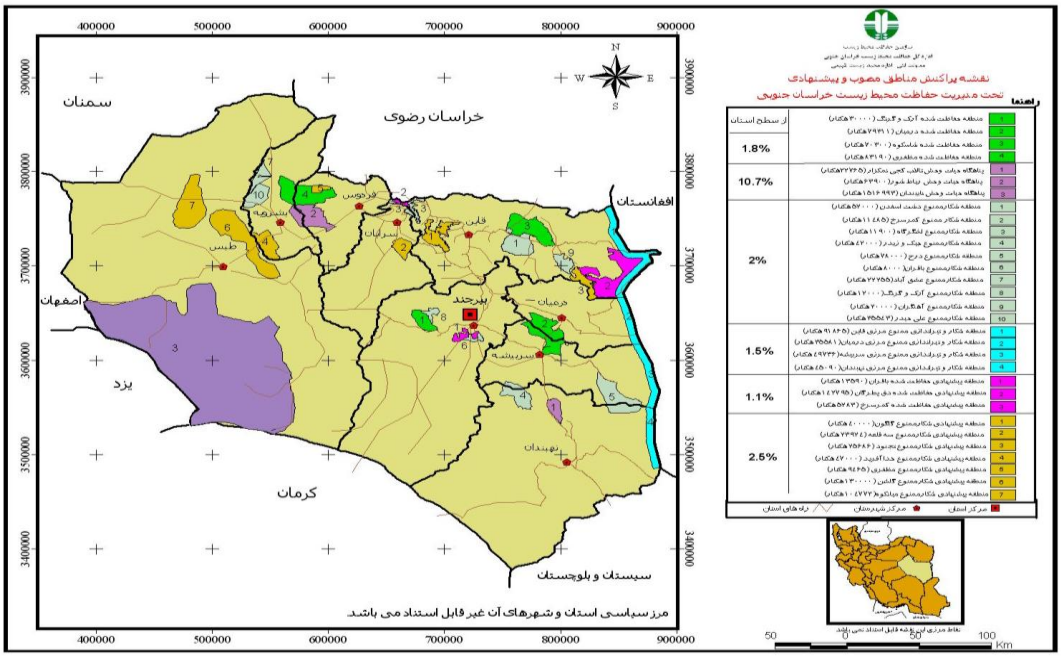
یکی از فشارهای مخرب بر عرصهٔ مراتع که باعث کاهش تنوع و از بین رفتن عناصر گیاهی حساس می‌شود، چرای مفرط دام است. در این راستا روش‌های متعددی برای ارزیابی و مطالعات تنوع گیاهی پیشنهاد شده است که در بعضی موارد از آن‌ها به‌عنوان روش‌های مشخصه‌ای یا پارامتریک (شامل برازش مدل‌های توزیع فراوانی) و غیرمشخصه‌ای یا غیرپارامتریک (شامل شاخص‌های تجربی تنوع گونه‌ای هم‌چون سیمپسون، شانون، هیل N1 و غیره) نام برده می‌شود (Hendricks et al., 2005). Akafi and Ejtehadi (2008) به بررسی تنوع گونه‌ای گیاهان دو منطقه در حوضهٔ سد طرق مشهد با استفاده از مدل‌های توزیع فراوانی پرداختند. در این پژوهش، از مدل‌های توزیع فراوانی، منحنی‌های نیمرخ تنوع و هم‌چنین از روش نموداری دسته فراوانی استفاده شد. نتایج نشان داد که منطقهٔ محافظت شده به‌دلیل قرار گرفتن نیمرخ تنوع بالاتر آن نسبت به منطقهٔ تحت چرا متنوع‌تر است. هم‌چنین منطقهٔ بدون چرا دارای منحنی با شیب کم‌تری بوده، یعنی یکنواختی بیش‌تری دارد. از طرفی منطقهٔ تحت چرا منحنی با شیب تندی داشته و توابع آن حرکتی از حالت Log-normal به سمت Log-arithmic دارد که این وضعیت بیانگر این موضوع است که منطقهٔ تحت فشار و تخریب قرار گرفته است. Mohammadzadeh et al. (2015) در پژوهشی به ارزیابی تنوع‌زیستی گونه‌های گیاهی منطقهٔ ارس‌باران با استفاده از

شاخص‌های غیرپارامتریک در ارتباط با عامل اکولوژیک ارتفاع از سطح دریا پرداختند و نتایج نشان داد که شاخص‌های غنا، یکنواختی و ناهمگنی در طبقات ارتفاعی مختلف نشان داد که مقادیر این شاخص‌ها دارای تفاوت معنادار می‌باشند و هم‌چنین نتایج نشان داد برای اندازه‌گیری غنا، شاخص مارگالف، برای اندازه‌گیری یکنواختی، شاخص اصلاح شده نی و برای اندازه‌گیری ناهمگنی شاخص هیل، بهترین شاخص هستند. Mirdavoodi and Zahedipoor (2005)، در بررسی جوامع گیاهی کویر میقان اراک، تنوع گونه‌ای را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های نشان‌دهندهٔ تغییرات بوم سازگان‌ها در نظر گرفتند و مدل‌های مختلف توزیع فراوانی شامل؛ عصای شکسته، لوگ نرمال، سری لگاریتمی و سری هندسی را مورد استفاده و ارزیابی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که جوامع با تنوع گونه‌ای کم از مدل سری هندسی (جوامع شکننده و بی‌ثبات) و جوامع با تنوع گونه‌ای بالا از مدل لوگ نرمال (جوامع با ثبات) پیروی می‌کند. از دیگر مطالعات مرتبط با این موضوع می‌توان به پژوهش‌های Khademolhosseini (2010) در مقایسهٔ شاخص‌های عددی تنوع گونه‌ها در سه رویشگاه با شدت چرای متفاوت، Salami et al. (2007) در خصوص مطالعه و مقایسهٔ تنوع گونه‌ای در دو منطقهٔ چرای دام و قرق در منطقهٔ قدیمی لاشک نوشهر، Ghehsareh Ardestani et al. (2010) در بررسی تنوع گیاهی در چهار مرتع واقع در استان اصفهان، Motamedi and Sheidai Karkaj (2021) در تعیین مدل مناسب تنوع گونه‌ای برای جوامع گیاهی با شدت‌های مختلف چرایی در مراتع شهرستان ارومیه و Rostampour et al. (2009) در بررسی روابط تنوع گیاهی با عوامل محیطی در منطقهٔ زیرکوه قاین اشاره کرد. با توجه به تأثیر چرای دام بر تنوع گونه‌ای هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر شدت چرای دام بر الگوی توزیع فراوانی و وفور گونه‌ای مراتع شهرستان سربیشهٔ خراسان جنوبی است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- نمونه‌برداری و ارزیابی خصوصیات پوشش گیاهی

این پژوهش در مراتع دشتی غرب شهرستان سربیشه واقع در استان خراسان جنوبی، حد فاصل شهر سربیشه و منطقهٔ حفاظت شده درمیان و سربیشه انجام شد (شکل ۱). ابتدا پس از بازدید میدانی و مشاهدهٔ آثار تخریب در خاک و پوشش گیاهی ناشی از شدت چرای دام و حضور گیاهان مهاجم و ناخواسته در مراتع مورد مطالعه، در کل عرصهٔ مورد نظر، در سه تیپ گیاهی آثار چرای سبک، در سه تیپ گیاهی آثار چرا متوسط و در سه تیپ گیاهی آثار چرای سنگین مشاهده شد (جدول ۱). نمونه‌برداری در هر تیپ گیاهی به‌صورت تصادفی–سیستماتیک انجام شد. در هر تیپ، یک منطقهٔ معرف انتخاب شد و درون آن نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌برداری با چهار ترانسکت ۲۰۰ متری و در هر ترانسکت ۲۰ پلات ۲×۲ متر انجام شد (مجموعاً ۸۰ پلات). تعداد و اندازهٔ پلات به روش آماری و ترسیمی تعیین شد (Arzani, 1999). درصد پوشش گیاهی به روش اندازه‌گیری در پلات و تراکم گیاهی به روش شمارشی محاسبه و بر اساس آن وفور گونه‌ای تعیین شد. هم‌چنین فراوانی گونه‌ای براساس روش رانکیائر تعیین و با مقادیر استاندارد در جامعه گیاهی پیشنهادی رانکیائر مقایسه شد (جدول ۲).



شکل ۱- موقعیت منطقهٔ حفاظت شده درمیان و سربیشه در استان خراسان جنوبی

Figure 1- The location of Darmiyn and Sarbisheh conservation stations in South Khorasan Province

جدول ۱- لیست گیاهان شاخص مراتع مورد مطالعه

Table 1- List of indicator plants of the studied rangelands

شدت چرای دام		
سبک	متوسط	سنگین
گونه‌های چندساله		
Acanthophyllum glandulosum Bunge ex Boiss.	*Acantholimon scorpius* Boiss.	*Artemisia sieberi* Besser
Artemisia sieberi Besser	*Alhagi camelorum* Fisch.	*Ceratocarpus arenarius* L.
Astragalus macropelmatus Bunge	*Artemisia sieberi* Besser	*Cousinia eryngioides* Boiss.
Gundelia tournefortii L.	*Astragalus macropelmatus* Bunge.	*Heliotropium eichwaldi* Steud.
Echinops chorassanicus Bunge	*Ephedra pachyclada* Boiss.	*Launaea acanthodes* (Boiss.) O .kuntze
Rosa pimpinellifolia L.	*Pteropyrum aucheri* Jaub. & Spach	*Peganum harmala* L.
گونه‌های یکساله		
Amberboa turanica Iljin	*Euphorbia Tehranica* Boiss.	*Bromus tectorum* L.
Avena fatua L.	*Roemeria hybrida* (L.) Dc.	*Centaurea virgata Lam.*
Scabiosa olivieri Coult.	*Salsola kali* L.	*Sophora pachycarpa* Schrenk ex C. A. Mey.

جدول ۲- مقادیر طبقات فراوانی گونه‌های گیاهی (Moghaddam, 2008)

Table 2- Frequency class values of plant species (Moghaddam, 2008)

ردیف	فراوانی (درصد)	طبقهٔ فراوانی	مقدار استاندارد پیشنهادی رانکیائر در یک جامعهٔ گیاهی (درصد)
1	1-20	A	53
2	21-40	B	14
3	41-60	C	9
4	61-80	D	8
5	81-100	E	16

تنوع‌زیستی هر کدام از کلاس‌های شدت چرا، بر اساس تعداد پایه‌های مشاهده شده از گونه‌های گیاهی توسط شاخص‌های عددی متداول ارزیابی شد (جدول ۳). از آن‌جایی‌که از بین شاخص‌های مورد ارزیابی دو شاخص تنوع شانون–وینر و سیمسون نسبت به بقیهٔ شاخص‌ها رایج‌تر هستند وضعیت نسبی تنوع گونه و همگنی و ناهمگنی هر کدام از کلاس‌های شدت چرای دام بررسی شد (جدول ۴). کلیه شاخص‌های عددی تنوع‌زیستی توسط نرم‌افزار R محاسبه شد.

جدول ۳- مؤلفه‌های تنوع گونه‌ای

Table 3- Components of species diversity

مؤلفه	نام شاخص	رابطه	حدود	منبع
غنای گونه‌ای	چائو۱	$S_1 = S_{obs} + \frac{F_1^2}{2F_2}$	0-∞	Chao (1984)
تنوع گونه‌ای	شانون–وینر	$H' = -\sum_{i=1}^{S} P_i \, LnP_i$	0-4.5	Shannon and Wiener (1948)
تنوع گونه‌ای	سیمپسون	$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^{S} p_i^2$	0-1	Simpson (1949)
یکنواختی گونه‌ای	شانون	$E = H' / \ln (S)$	0-1	Pielou (1975)
غالبیت گونه‌ای	سیمپسون	$D = \sum_{i=1}^{S} p_i^2$	0-1	Simpson (1949)
غالبیت گونه‌ای	برگر–پارکر	$BP = \frac{n_{max}}{N}$	0-1	Berger and Parker (1970)

جدول ۴- وضعیت تنوع و همگنی گونه‌ای بر اساس دو شاخص شانون-وینر و سیمپسون (Baliton et al., 2020 و Guajardo, 2015)

Table 4- State of species diversity and homogeneity based on Shannon-Wiener and Simpson indices (Guajardo, 2015; Baliton et al., 2020)

مقدار شاخص تنوع شانون-وینر (H)	شاخص تنوع سیمپسون (D-۱)	وضعیت نسبی تنوع گونه‌ای	وضعیت همگنی
≥3.5	0.1-81.00	خیلی زیاد	کاملاً ناهمگن
3.00-3.49	0.0-61.80	زیاد	ناهمگن
2.50-2.99	0.0-41.60	متوسط	ناهمگن
2.00-0.49	0.0-20.40	کم	ناهمگن
1.99≥	0.00-0.20	خیلی کم	کاملاً همگن

در جدول ۳ و در روابط اشاره شده S_{obs}: تعداد گونه‌ها در پلات، F_1: تعداد گونه‌های تک عضوی (تعداد گونه‌هایی با یک حضور در پلات)، F_2: تعداد گونه‌های دو عضوی (تعداد گونه‌هایی با دو بار حضور در پلات)، S: تعداد کل گونه، Nma: تعداد پایهٔ فراوان‌ترین گونه، N: تعداد کل پایه‌ها در نمونه، P_i: نسبت پایه‌ها در گونه i است.

در این پژوهش، مدل‌های توزیع وفور گونه‌ای (عصای شکسته، لوگ‌نرمال، سری هندسی، زیپ و زیپ-مندلروف) جهت بررسی گرافیکی تنوع‌زیستی استفاده شد (جدول ۵). در شکل ۲ مدل‌های هندسی به‌صورت یک خط راست با شیب تند هستند. سری‌های لگاریتم نیز شیب تندی داشته ولی منحنی ایجاد شده به‌صورت تقریبی خطی است. یکنواخت‌ترین منحنی در مدل عصای شکسته دیده می‌شود و بین سری‌های لگاریتم و عصای شکسته توزیع لوگ نرمال با منحنی سیگموئید قرار می‌گیرد (Sheidai karkaj and Ghanbari, 2019). در جدول زیر $\hat{a}$: وفور مورد انتظار گونه‌ها در رتبهٔ r، S: تعداد گونه، N: تعداد پایه، Φ: تابع نرمال استاندارد، $\hat{p}_1$: نسبت برآوردی فراوان‌ترین گونه و α, γ, β و c: پارامترهای برآوردی هر مدل است.

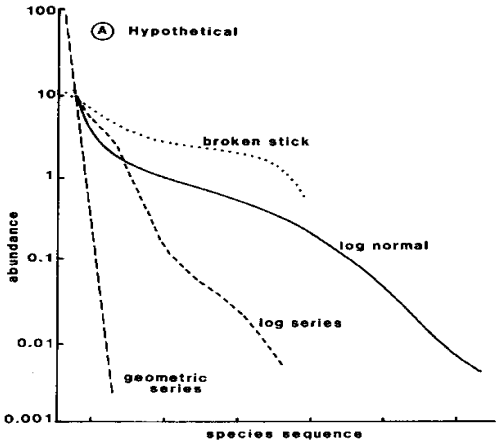
جدول ۵- معادله مدل‌های توزیع فراوانی گونه‌ای

Table 5- The equation of species abundance distribution models

مدل	رابطه	منبع
عصای شکسته (broken stick یا NULL)	$\hat{a}_r = \frac{N}{S}\sum_{k=r}^{S}\frac{1}{k}$	MacArthur (1957)
سری هندسی (geometric series یا Preemption)	$\hat{a}_r = N\alpha(1-a)^{r-1}$	Motomura (1932)
لوگ نرمال (Log-normal)	$\hat{a}_r = \exp[\log(u) + \log(\sigma)\Phi]$	Preston (1948)
زیپ (Zipf)	$\hat{a}_r = N\hat{p}_1 r^{\gamma}$	Frontier (1987)
زیپ-مندلبروف (Zipf-Mandelbrot)	$\hat{a}_r = Nc(r+\beta)^{\gamma}$	Frontier (1987)

۲-۲- تحلیل آماری

ابتدا نرمال بودن داده‌های پوشش گیاهی، تنوع‌زیستی و وفور گونه‌ای با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک و نمودارهای QQ-Plot و PP-Plot ارزیابی شد. به‌دلیل عدم تأیید شرط نرمال بودن برای داده‌های پوشش گیاهی، وفور و تنوع گونه‌ای، جهت مقایسهٔ خصوصیات پوشش گیاهی و تنوع گونه‌ای در سه شدت چرای دام، از آزمون ناپارامتریک کروسکال-والیس استفاده شد. سپس منحنی‌های هیستوگرام و رتبهٔ-وفور گونه‌ای ترسیم گردید تا نحوهٔ توزیع وفور گونه‌ای مشخص شود. جهت برازش هر مدل، نخست طبقات فراوانی برای داده‌های دیده شده تعیین، سپس شمار گونه‌های قابل انتظار در هر طبقهٔ فراوانی بر پایهٔ مدل فراوانی به‌کار برده شده، محاسبه شد. آزمون کای-اسکور برای ارزیابی ارتباط بین فراوانی گونه‌های دیده شده و فراوانی قابل انتظار در هر یک از طبقات یادشده به‌کار برده شد. در این آزمون اگر p



شکل ۲- منحنی توزیع وفور گونه‌ای (Magurran, 2004)

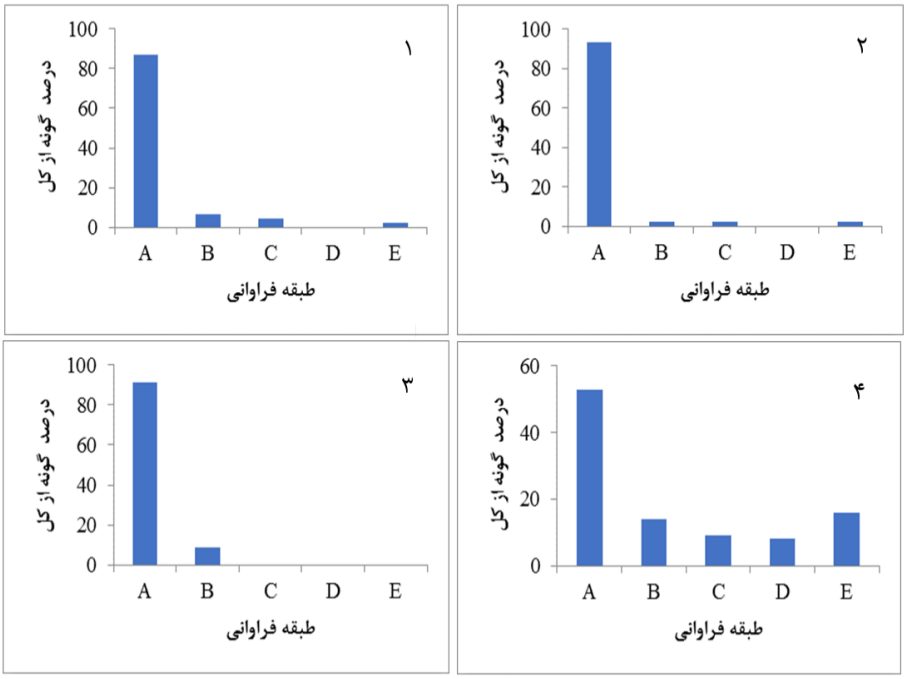
Figure 2- Species abundance distribution curve (Magurran, 2004)

محاسبه شده بـزرگ‌تـر از ۰/۰۵ باشـد، مـدل پذیرفته شده و در غیر این صورت رد می‌شود (Motamedi and Sheidai Karkaj, 2013; Ejtedadi et al., 2013). به‌منظور انتخاب بهترین مدل جهت برازش داده‌های فور گونه‌ای با مدل‌های آماری، از معیار اطلاعات آکائیک (AIC) و معیار اطلاعات بیزی (BIC) استفاده شد. بر این اساس مدلی که کم‌ترین مقدار AIC یا BIC را داشته باشد بهترین مدل از بین مدل‌های مورد مطالعه است. کلیهٔ آزمون‌های آماری و مدل‌ها توسط برنامهٔ R (R Development Core Team, 2021) و بستهٔ *vegan* تحلیل و ترسیم شد.

۳- نتایج و بحث

در این پژوهش، خصوصیات پوشش گیاهی تنوع‌زیستی و الگوهای توزیع فراوانی و وفور گونه‌ای در سه شدت چرای سبک، متوسط و سنگین ارزیابی و مقایسه شدند؛ نتایج نشان داد که کلیهٔ خصوصیات مورد مطالعه از توزیع نرمال برخوردار نبودند. بدین‌منظور از آن‌جایی که هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر شدت چرایی دام بر الگوی توزیع فراوانی و فور گونه‌ای است فقط نتایج آزمون‌ها و نمودارهای نرمالتی مربوط به فراوانی و وفور گونه‌ای در این‌جا نمایش داده شده است.

نتایج منحنی‌های توزیع فراوانی گونه‌ای هر سه شدت چرای دام نشان می‌دهد که داده‌های فراوانی از توزیع لوگ نرمال برخوردار هستند. نتایج نشان می‌دهد که گونه‌های گیاهی طبقهٔ فراوانی A (فراوانی یک تا ۲۰ درصد)، بیش‌ترین سهم را در ترکیب گیاهی دارند. در دو شدت چرای سبک و متوسط گونه‌های گیاهی در طبقهٔ فراوانی D (فراوانی ۶۱ تا ۸۰ درصد) اصلاً مشاهده نشدند. در شدت چرای سنگین فقط گونه‌های موجود در طبقهٔ فراوانی A (فراوانی ۱ تا ۲۰ درصد) و B (فراوانی ۲۱ تا ۴۰ درصد) حضور داشتند. با مقایسهٔ منحنی‌های توزیع فراوانی گونه‌های در منطقهٔ مورد نظر با منحنی استاندارد رانکیائرکاملاً واضح است که مراتع مورد مطالعه به لحاظ فراوانی از توزیع همگن و یکنواختی برخوردار نیست (شکل ۳).



شکل ۳- منحنی‌های توزیع فراوانی گونه‌ای در مراتع با شدت چرایی مختلف (۱: سبک، ۲: متوسط، ۳: سنگین و ۴: استاندارد). طبقات فراوانی: A: ۱-۲۰، B: ۲۱-۴۰، C: ۴۱-۶۰، D: ۶۱-۸۰ و E: ۸۱-۱۰۰

Figure 3- Species abundance distribution curves in the rangelands with different grazing intensities (1: light, 2: medium, 3: heavy, and 4: standard), Frequency class: A: 1-20, B: 21-40, C: 41-60, D: 61-80 and E: 81-100

به‌منظور بررسی اثر شدت چرای دام بر خصوصیات پوشش گیاهی شامل درصد پوشش، تراکم، غنا، تنوع، غالبیت و یکنواختی گونه‌ای از آزمون ناپارامتریک کروسکال-والیس استفاده شد. نتیجهٔ این آزمون نشان داد که شدت چرایی دام بر هیچ‌کدام از خصوصیات مورد مطالعه تأثیر معناداری نداشته است (جدول ۶).

تنوع گونه‌ای مراتع مورد مطالعه بر اساس شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر در دو مرتع با شدت چرای سبک و متوسط، تنوع خیلی کم و در مرتع با شدت چرای سنگین، تنوع کم ارزیابی

شد. نتیجهٔ وضعیت تنوع گونه‌ای بر اساس شاخص سیمپسون متفاوت بود و در دو مرتع با شدت چرای سبک و متوسط، تنوع زیاد و ناهمگن و در مرتع با شدت چرای سنگین، تنوع خیلی زیاد و کاملاً ناهمگن ارزیابی شد (جدول ۷).

جدول ۶- نتایج آزمون کروسکال–والیس مربوط به بررسی اثر شدت چرای دام بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای

Table 6- Kruskal Wallis test results of the effect of livestock grazing intensities on the diversity indices

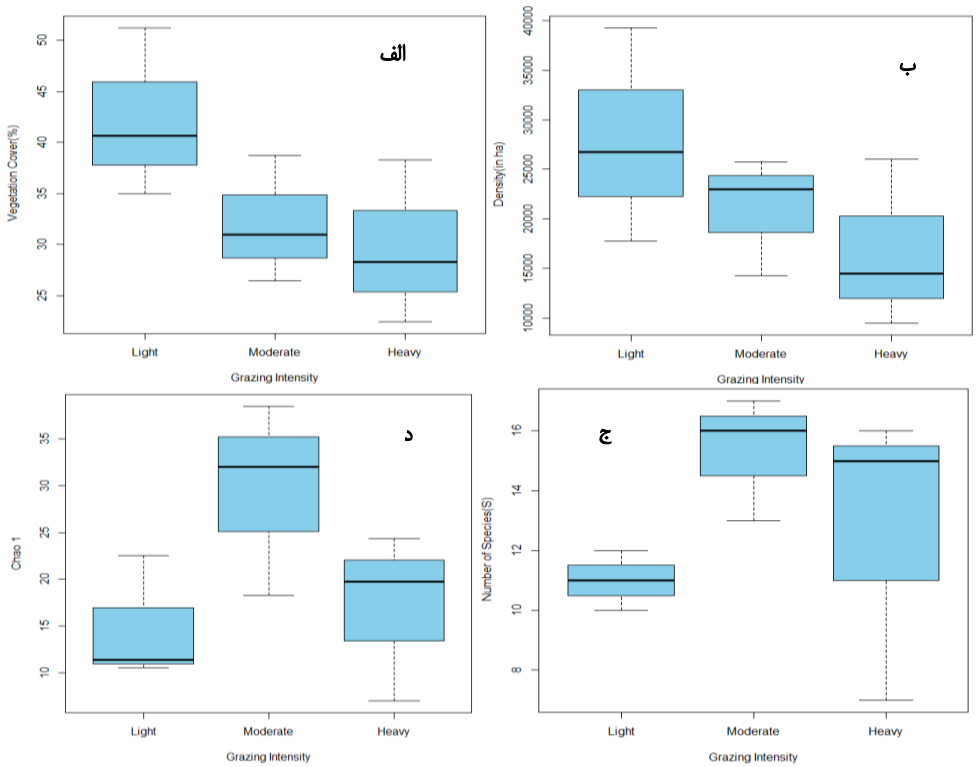
خصوصیت	پوشش	تراکم	غنا		تنوع		غالبیت		یکنواختی
نام شاخص	–	–	کربس	چائو ۱	شانون–وینر	سیمپسون	سیمپسون	برگر–پارکر	شانون
χ^2	2	2.49	3.52	2.49	1.15	1.87	1.87	2.75	3.20
P.value	0.37	0.29	0.17	0.29	0.56	0.39	0.39	0.25	0.20

جدول ۷- وضعیت تنوع و همگنی گونه‌ای سه مرتع مورد مطالعه بر اساس دو شاخص شانون–وینر و سیمپسون

Table 7- The state of species diversity and homogeneity of the three study rangelands based on Shannon-Wiener and Simpson indices

شدت چرای دام	میانگین شاخص تنوع شانون–وینر (H)	وضعیت تنوع گونه‌ای	میانگین شاخص تنوع سیمپسون (D–۱)	وضعیت تنوع گونه‌ای/همگنی
سبک	1.78	خیلی کم	0.77	زیاد/ناهمگن
متوسط	1.69	خیلی کم	0.66	زیاد/ناهمگن
سنگین	2.02	کم	0.82	خیلی زیاد/کاملاً ناهمگن

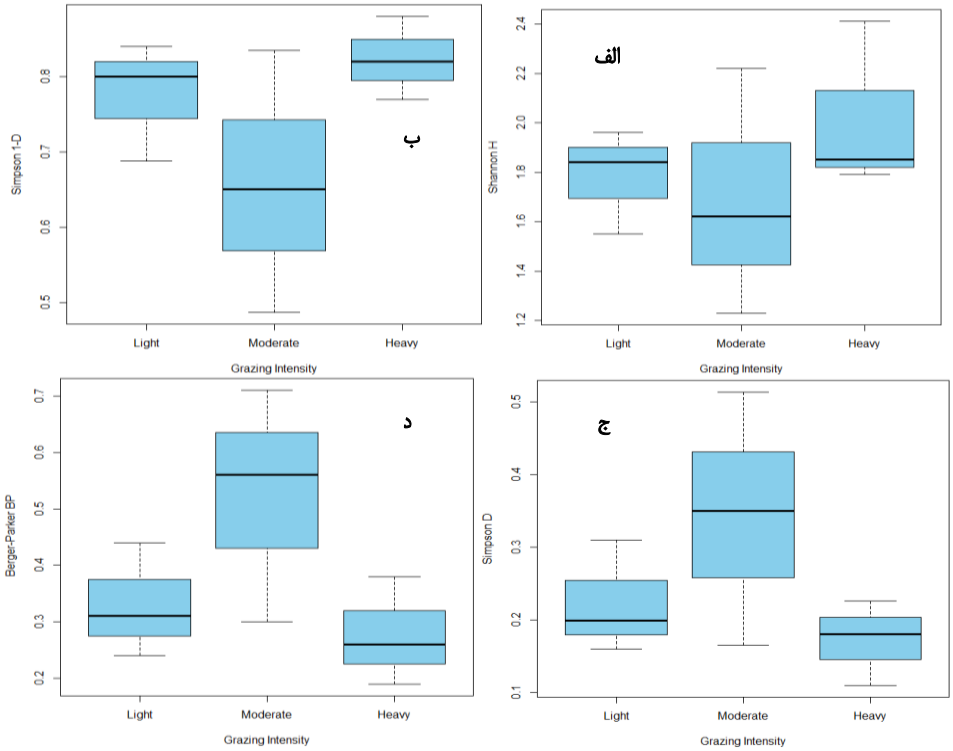
با وجود آن‌که نتیجهٔ آزمون کروسکال–والیس نشان داد که شدت چرای دام بر خصوصیات پوشش گیاهی و تنوع‌زیستی معنادار نبود، اما نمودار جعبه‌ای خصوصیات مورد مطالعه نشان می‌دهد که مرتع تحت چرای سبک از درصد پوشش و تراکم گیاهی بالاتری نسبت به مرتع تحت چرای متوسط و سنگین برخوردار است اگرچه این تفاوت معنادار نبود. بیش‌ترین تغییرات غنای گونه‌ای مربوط به چرای سنگین (طول بازوهای نمودار جعبه‌ای بیش‌تر است) و کم‌ترین تغییرات غنای گونه‌ای در مرتع با شدت چرای سبک مشاهده می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴- نمودار جعبه‌ای درصد پوشش گیاهی (الف)، تراکم گونه‌ای (ب)، تعداد گونه (ج) و برآوردگر چائو (د)

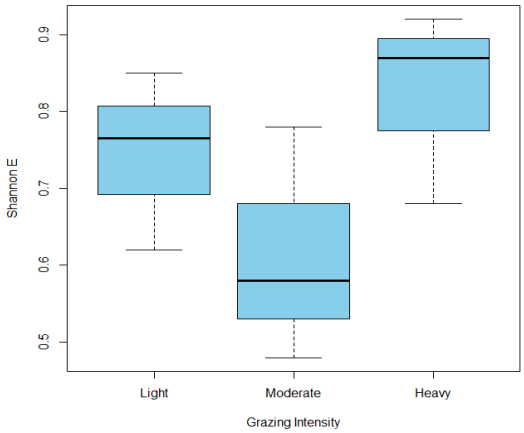
Figure 4- Box plot of vegetation percentage (a), species density (b), number of species (c), and Chao estimator (d)

پس از ارزیابی فراوانی و تنوع گونه‌ای در سه شدت چرای دام، وفور گونه‌ای به‌عنوان یکی از روش‌های بررسی تنوع پایداری مراتع به‌طور مفصل مورد ارزیابی قرار گرفت. نمودارهای QQ-Plot و PP-Plot در هر سه شدت چرای دام نشان داد که داده‌های وفور گونه‌ای کاملا در اطراف خط ۴۵ درجه قرار ندارند و این نشان‌دهندهٔ وجود داده‌های پرت یا وجود چولگی به سمت راست است، نمودار هیستوگرام نیز نشان داد که داده‌های وفور نرمال نیستند و به سمت راست چولگی دارند (شکل ۶ تا ۸). در مرتع با شدت چرای سبک، نمودار رتبه–وفور نشان داد که تنها یک گونهٔ گیاهی که به‌عنوان گونهٔ غالب شناخته می‌شود از وفور گونه‌ای بالایی برخوردار است. بخش زیادی از گونه‌ها از وفور متوسط برخوردار هستند. در حدود ۶ گونهٔ گیاهی نیز تنها یک پایه مشاهده شده است (شکل ۷). در مرتع با شدت چرای متوسط حدود ۱۵ گونهٔ گیاهی، تنها یک پایه دارند (شکل ۸). در مرتع با شدت چرای سنگین به لحاظ کلاس‌های وفور گونه‌ای (منحنی هیستوگرام وفور گونه‌ای)، گونه‌های گیاهی از توزیع همگن‌تری برخوردار هستند. هم‌چنین شیب خط رتبه–وفور در این مرتع نسبت به دو مرتع دیگر ملایم‌تر است و این حاکی از یکنواختی بالا است (شکل ۹).



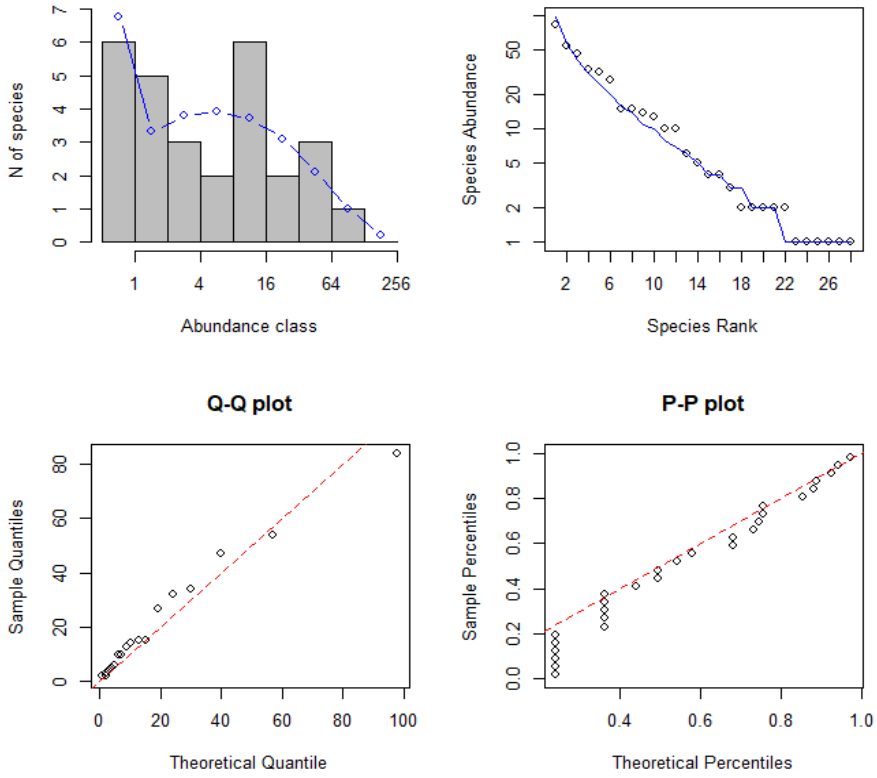
شکل ۵– نمودار جعبه‌ای شاخص شانون–وینر (الف)، تنوع سیمپسون (ب)، غالبیت سیمپسون (ج) و غالبیت برگر–پارکر (د)

Figure 5- Box plot of Shannon-Wiener index (a), Simpson diversity (b), Simpson dominance (c), and Berger-Parker dominance (d)



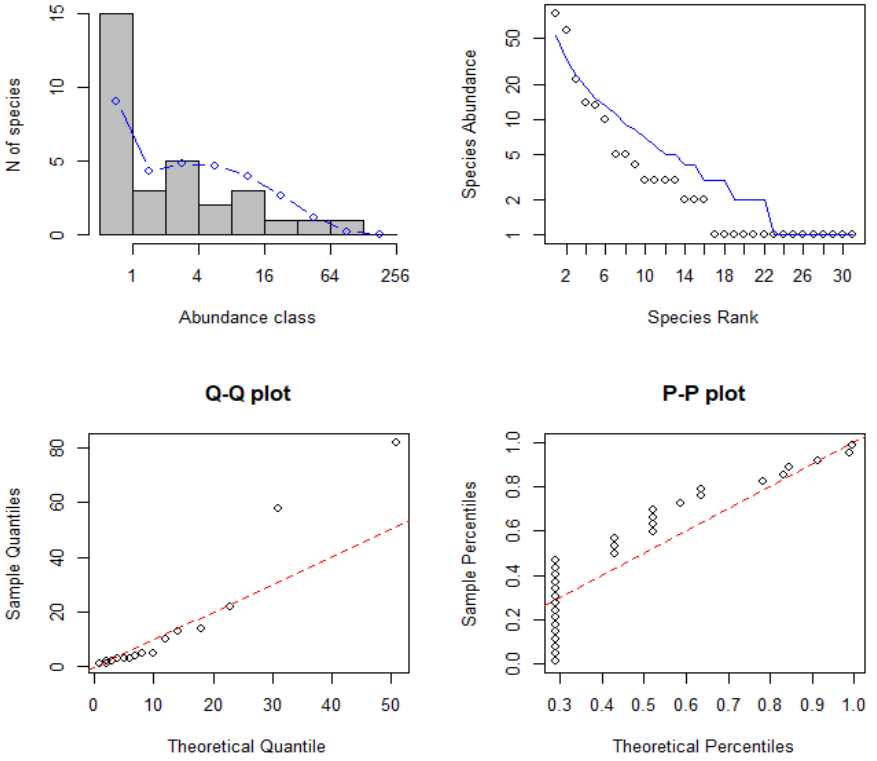
شکل ۶– نمودار جعبه‌ای شاخص یکنواختی شانون–وینر

Figure 6- Shannon-Wiener uniformity index box plot



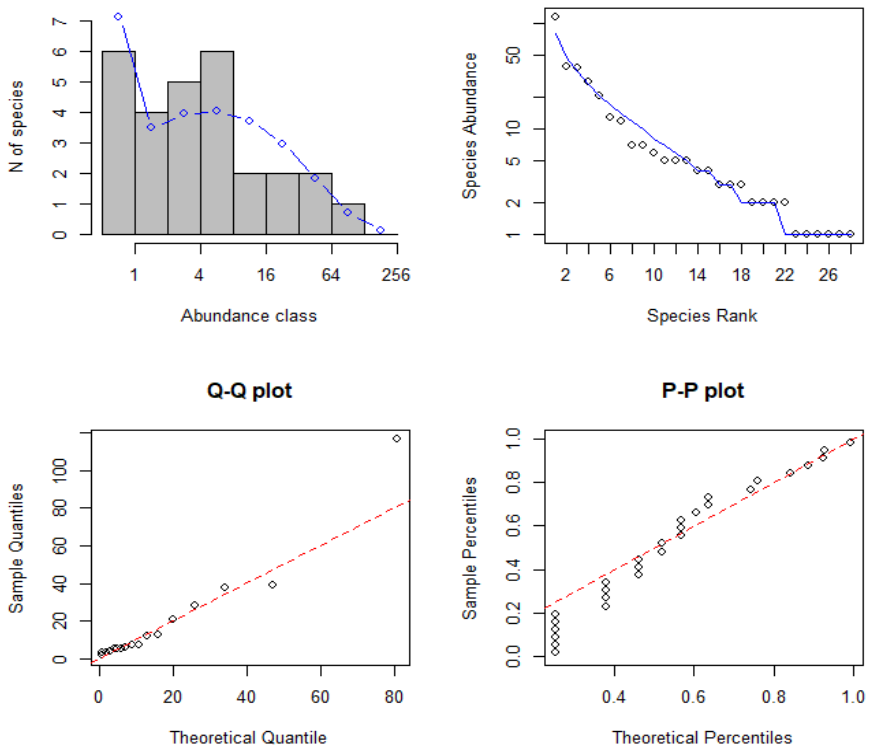
شکل ۷- منحنی‌های هیستوگرام وفور گونه‌ای، رتبه–وفور، Q-Q plot و P-P plot در شدت چرای سبک

Figure 7- Histogram curves of species abundance, rank-abundance, Q-Q plot, and P-P plot in light grazing intensity



شکل ۸- منحنی‌های هیستوگرام وفور گونه‌ای، رتبه–وفور، Q-Q plot و P-P plot در شدت چرای متوسط

Figure 8- Histogram curves of species abundance, rank-abundance, Q-Q plot, and P-P plot in average grazing intensity



شکل ۹- منحنی‌های هیستوگرام وفور گونه‌ای، رتبه-وفور، Q-Q plot و P-P plot در شدت چرای سنگین

Figure 9- Histogram curves of species abundance, rank-abundance, Q-Q plot, and P-P plot in heavy grazing intensity

نتایج برازش مدل‌های توزیع وفور گونه‌ای با استفاده از آزمون کای‌اسکوئر و هم‌چنین ترتیب تطابق مرتع با سه شدت چرای دام با مدل‌های توزیع چهارگانه در جدول ۸ ارائه شده است. نتایج نشان داد که مرتع با شدت چرای سبک به‌ترتیب با سری‌لگاریتمی، لوگ‌نرمال و سری هندسی تطابق دارد. مرتع با شدت متوسط و سنگین تنها با مدل لوگ‌نرمال تطابق دارند و هیچ‌کدام از مراتع با مدل عصای‌شکسته تطابق ندارند.

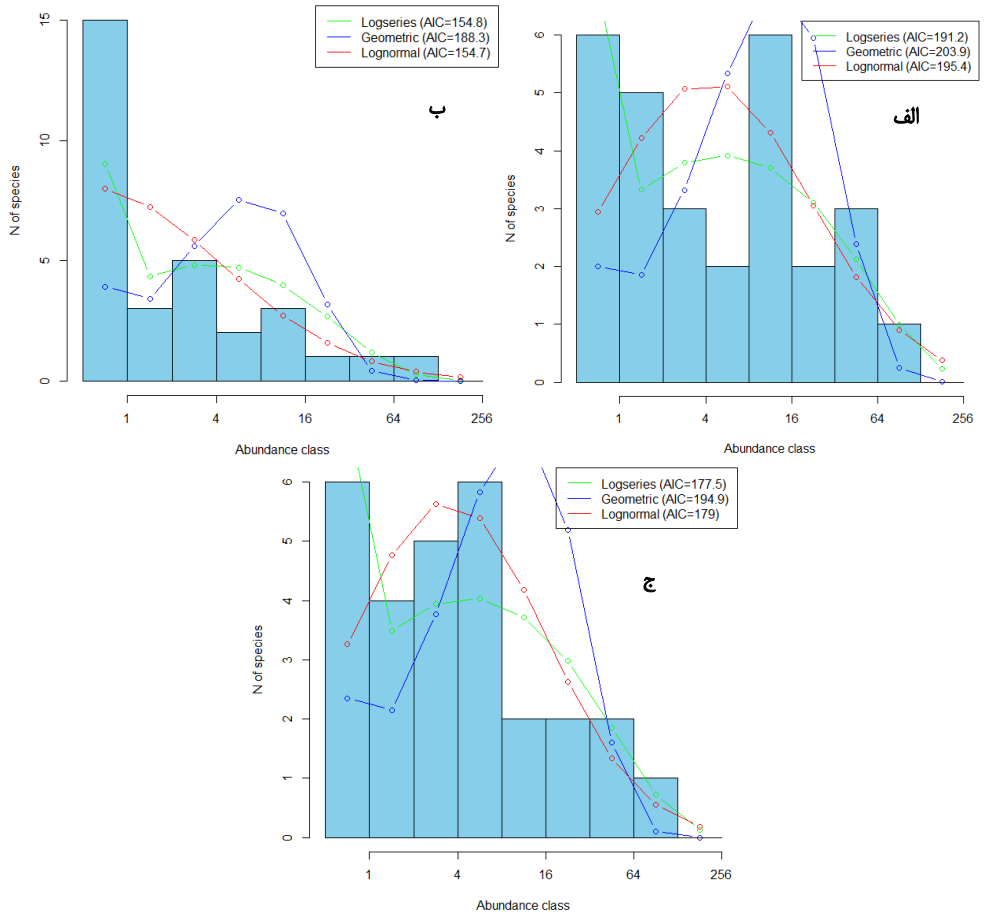
جدول ۸- نتایج برازش مدل‌های چهارگانه با استفاده از آزمون کای اسکوئر

Table 8- The results of fitting quadruple models using the chi-square test

شدت چرای دام	سری هندسی		سری لگاریتمی		لوگ نرمال		عصای شکسته	
	χ^2	P.value	χ^2	P.value	χ^2	P.value	χ^2	P.value
سبک	21.69	0.25	5.53	0.99	2.45	0.48	59.85	0.00
رتبه معناداری		c		a		b		رد
متوسط	359.8	0.00	76.4	0.00	1.21	0.54	178.7	0.00
رتبه معناداری		رد		رد		a		رد
سنگین	207.2	0.00	39.1	0.003	2.28	0.51	152.2	0.00
رتبه معناداری		رد		رد		a		رد

حروف a ، b و c بیانگر ترتیب معناداری و برازش مدل‌ها در سطح ۰/۰۵ است.

از آن‌جایی که مرتع با شدت چرای سبک از هر مدل سری هندسی، لگاریتمی و لوگ نرمال تبعیت می‌کند به‌منظور انتخاب بهترین مدل از معیار AIC استفاده شد. نتایج نشان داد که مرتع با شدت چرای سبک، متوسط و سنگین به‌ترتیب با مدل سری لگاریتمی (AIC:۱۹۱/۲)، سری لوگ نرمال (AIC:۱۵۴/۷) و سری لگاریتمی (AIC:۱۷۷/۵) بیش‌ترین برازش را دارند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- منحنی‌های توزیع وفور گونه‌ای شدت چرای سبک (الف)، متوسط (ب) و سنگین (ج) به همراه معیار AIC، ستون‌ها، مقادیر وفور مشاهده شده و خطوط رنگی، مقادیر وفور قابل انتظار است

Figure 10- Species abundance distribution curves of light (a), moderate (b), and heavy (c) grazing intensity with AIC criterion, columns, observed abundance values and colored lines, expected abundance values

یکی از اهداف مهم مدیریت منابع طبیعی و اکوسیستم‌های طبیعی، حفظ تنوع گونه‌ای در بوم‌سازگان است. رویشگاه‌هایی که از تنوع و فراوانی گونه‌ای بیش‌تری برخوردار باشند، ثبات و پایداری بیش‌تری در برابر تغییرات محیطی و مدیریتی دارند. شاخص‌های تنوع مختلفی برای بررسی وضعیت تنوع گونه‌ای اکوسیستم‌های طبیعی ارائه شده است. یکی از این شاخص‌ها، استفاده از مدل‌های توزیع وفور گونه‌ای است که هر کدام از این مدل‌ها بیانگر میزان پایداری و سلامت جوامع اکوسیستم است (Hickman et al., 2004; Krebs, 2014).

این پژوهش به بررسی اثرات شدت چرای دام (سبک، متوسط و سنگین) بر خصوصیات پوشش گیاهی و الگوهای توزیع وفور گونه‌ای پرداخت. نتیجهٔ آزمون‌های آماری نشان داد که شدت چرای دام بر هیچ‌کدام از خصوصیات مورد مطالعه تأثیر معناداری نداشته است ($P\geq$۰/۰۵). با این وجود، مرتع تحت چرای سبک از درصد پوشش و تراکم گیاهی (۴۲/۲۷ درصد و ۲۸۰۰۰ پایه در هکتار) بالاتری نسبت به مرتع تحت چرای متوسط و سنگین برخوردار بود. نمودارهای جعبه‌ای مربوط به خصوصیات پوشش گیاهی نشان داد که هیچ دادهٔ پرتی در بین داده‌های پوشش، تراکم و تنوع وجود ندارد، تقریباً در تمام نمودارها، چولگی مشاهده می‌شود، از این‌رو، انحراف از توزیع نرمال را نشان می‌دهد و استفاده از آزمون‌های پارامتریک را با اشکال مواجه می‌کند. از طرفی، آزمون‌های ناپارمتریک (مثل کروسکال–والیس) نسبت به آزمون پارامتریک تجزیهٔ واریانس یک‌طرفه (ANOVA) از توان آزمون کم‌تری برخوردار هستند. از این‌رو استفاده از روش‌های جایگزین مثل الگوهای توزیع وفور گونه‌ای اهمیت بیش‌تری پیدا می‌کند. البته این نکته را نیز باید اضافه نمود که پاسخ خصوصیات پوشش گیاهی مراتع به چرای دام به‌عنوان یک عامل اختلال بستگی به مقیاس مورد مطالعه دارد. به‌عنوان مثال، اگر اثر چرای دام در سطح گونهٔ گیاهی مطالعه شود، احتمالاً بر تولید تأثیر بیش‌تری داشته باشد. از آن‌جایی که این تحقیق در سطح جامعهٔ گیاهی مطالعه شده است، توزیع وفور گونه‌ای به‌عنوان مهم‌ترین مؤلفه در نظر گرفته شده است (Zak et al., 1992).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که الگوهای فراوانی گونه‌ای در اثر شدت چرای دام تغییر می‌کنند. در هیچ‌کدام از مراتع مورد مطالعه، پنج طبقهٔ فراوانی به‌صورت کامل مشاهده نشد و با توزیع

فراوانی استاندارد رانکیائر کاملاً مغایر بود. براساس مدل رانکیائر، گونه‌های گیاهی که در طبقهٔ فراوانی A (فراوانی یک تا ۲۰ درصد) قرار دارند، می‌بایست تقریبا ۵۳ درصد ترکیب گیاهی را شامل شوند، اما نمودارهای پژوهش حاضر نشان داد که حدود ۹۰ درصد گیاهان در این طبقه قرار دارند. این نتیجه بیانگر این است که مراتع مورد مطالعه توزیع همگن و یکنواختی ندارد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مرتع با شدت چرای سنگین (H=۲/۰۲ و D=۰/۸۲–۱) ، نسبت به مرتع با شدت چرای سبک (H=۱/۷۸ و D=۰/۷۷–۱) و چرای متوسط (H=۱/۶۹ و D=۰/۶۶–۱) از تنوع گونه‌ای بالاتری برخوردار است که با نتیجهٔ پژوهش Maghsodi ،Moghbeli et al. (2021) Moghaddam et al. (2011) و Zarekia et al. (2013) مطابقت دارد. یافته‌های پژوهش Moghbeli et al. (2021) نشان داد که بیش‌ترین شاخص تنوع شانون در شدت چرای شدید (۱/۶۳) و کم‌ترین میزان تنوع گونه‌ای در شدت چرای کم (۱/۲۷) مشاهده شد. این پژوهشگران، دلیل این امر را این‌گونه توجیه کردند که با افزایش شدت چرا، تعداد گونه‌های مهاجم و مضر افزایش می‌یابد گونه‌های مهاجم و مضر در شرایط چرای سنگین شانس زنده ماندن پیدا می‌کنند که در مقایسه با مرتع با شدت چرای کم که ممکن است باعث افزایش شاخص تنوع گونه‌ها در مرتع با شدت چرای سنگین شوند، شود. در این فرآیند، گونه‌های خوش خوراک و مرغوب حذف می‌شوند و گونه‌های مهاجم حضور پیدا می‌کنند. این منجر به افزایش تنوع گونه‌های مهاجم می‌شود و شرایط لازم را برای توسعهٔ سایر گیاهان مهاجم فراهم می‌کند (Hickman et al., 2004).

در این پژوهش سعی شد که به‌جز عامل شدت چرای دام، تقریبا اکثر خصوصیات محیطی مشابه باشد، با این حال، علاوه‌بر شدت‌های مختلف چرا، عوامل غیرزنده مانند عوامل توپوگرافی، عوامل خاکی و اقلیمی نیز بر تنوع گونه‌ای مؤثر هستند، به‌گونه‌ای که وجود تنوع بالا، نشان‌دهندهٔ حاکمیت شرایط محیطی مساعد جهت استقرار گونه‌های متعدد در عرصه‌های طبیعی است (Sheidai Karkaj and Motamedi, 2021). از این‌رو تفکیک عوامل زنده و عوامل محیطی غیرزنده گاهی باعث ایجاد نتایج متناقضی می‌شود. Yang et al. (2012) نیز اذعان کردند که به‌دلیل عدم وجود تکنیک‌های دقیق و تکرارپذیر برای تمایز اثرات چرا از سایر عوامل غیرزنده، نتایج متناقضی از اثرات مفید چرای سبک تا متوسط بر تولید مراتع گزارش شده است. این تناقض در سایر پژوهش‌ها نیز مشاهده می شود، به‌عنوان نمونه، Gurevitch et al. (2021) اشاره کردند که در مروری ۱۹۷ پژوهش که در خصوص رابطهٔ بین اختلال و تنوع‌زیستی انجام شده است، حدود ۲۵ درصد پژوهش همبستگی منفی و ۳۵ درصد پژوهش‌ها عدم وجود همبستگی را گزارش کرده‌اند.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در کل غنا و تنوع گونه‌ای در منطقه بسیار پایین بود. بر اساس شاخص شانون–وینر در دو مرتع با شدت چرای سبک و متوسط، تنوع خیلی کم و در مرتع با شدت چرای سنگین، تنوع کم ارزیابی شد. نتیجهٔ غیرقابل انتظار در مورد شاخص تنوع سیمپسون بود. نتیجهٔ شاخص عددی سیمپسون نشان داد که مراتع مورد مطالعه از تنوع زیادی برخوردار هستند. گفته می‌شود که یک جامعه دارای تنوع گونه‌ای بالایی است اگر گونه‌های زیادی به‌طور مساوی یا تقریباً برابر وجود داشته باشند. از سوی دیگر، اگر جامعه‌ای از گونه‌های بسیار کمی تشکیل شده باشد، یا اگر تنها گونه‌های کمی فراوان باشند، تنوع گونه‌ای کم است (Krebs, 2014). تنوع گونه‌ای بالا نشان‌دهندهٔ یک جامعهٔ بسیار پیچیده است؛ زیرا تنوع بیش‌تر گونه‌ها، امکان تنوع بیش‌تری از روابط متقابل گونه‌ها را فراهم می‌کند. در نتیجه، مفهوم تنوع گونه‌ای به طرق مختلف تعریف شده است و چندین شاخص مختلف برای بیان آن ایجاد شده است. در منابع حدود ۶۴ شاخص عددی وجود دارد. از بین این شاخص‌ها، شاخص شانون و سیمپسون پرکاربردترین معیارهای تنوع‌زیستی در نیم قرن گذشته بوده‌اند. شاخص‌های شانون و سیمپسون اکنون به‌عنوان اعضای یک خانواده از شاخص‌ها در نظر گرفته می‌شوند (Keylock, 2005). هر دو شاخص شانون و سیمپسون واقعاً آزمون زمان را پس داده‌اند و هنوز هم به‌طورکلی به‌عنوان معیارهای برتر تنوع‌زیستی در نظر گرفته می‌شوند (Gorelick, 2006). با در نظر گرفتن جمیع مزایا و معایب شاخص‌های عددی تنوع‌زیستی می‌توان در جوامعی که حجم نمونه‌برداری زیاد است، سه شاخص سری لگاریتمی، شانون و سیمپسون که حساسیت کم تا متوسط به اندازهٔ پلات دارند و پرکاربرد هستند را توصیه نمود (Magurran, 2004; Kent, 2012; Krebs, 2009; Krebs, 2014).

در این پژوهش، از منحنی‌های رتبه–وفور جهت بررسی تنوع گونه‌ای استفاده شد. منحنی رتبه–وفور نموداری برای نمایش وفور نسبی گونه‌های گیاهی است که جزء تنوع‌زیستی است. هم‌چنین می‌توان از آن برای نمایش غنا و یکنواختی گونه‌ها استفاده کرد. گونه‌ای که بیش‌ترین تعداد افراد را دارد دارای رتبهٔ یک و گونه‌ای با بالاترین تعداد افراد بعدی دارای رتبهٔ دو است. غنای گونه‌ای را می‌توان به‌عنوان تعداد گونه‌های مختلف در نمودار نشان داد. علاوه‌بر این، یکنواختی گونه‌ای از شیب خطی که با نمودار مطابقت دارد نشان داده می‌شود (Magurran, 2004).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که شدت چرای دام، بر الگوهای توزیع وفور گونه‌ای تأثیرگذار است. براساس معیار AIC

نتایج نشان داد که مرتع با شدت چرای سبک، متوسط و سنگین به‌ترتیب با مدل سری لگاریتمی، سری لوگ نرمال و سری لگاریتمی بیش‌ترین برازش را داشتند. هر کدام از مدل‌ها، تفسیر اکولوژیکی متفاوتی دارند. از بین مدل‌های پارامتری توزیع فراوانی، سری هندسی در جوامع آلوده یا در محیط‌هایی که از نظر گونه فقیر هستند یا در مراحل اولیهٔ توالی می‌باشند، دیده می‌شود. جوامع با مدل سری لگاریتمی، جوامع تحت فشار بوده و تعداد نسبتاً کمی گونه دارد و یک عامل غالب محیطی فراوانی گونه‌ها را کنترل می‌کند. مدل سری لوگ نرمال در جوامع طبیعی گسترده و بالغ و متنوع دیده می‌شود. مدل عصای شکسته مک آرتور وضعیت توزیع متعادل‌تر منابع را در بین گونه‌های جامعه ارائه می‌دهد (Hector et al., 2011).

در این پژوهش جهت نکویی برازش مدل‌های توزیع وفور گونه‌ای از آزمون معمول نکویی برازش مربع کای استفاده شد. Krebs (2014) بیان می‌کند، آزمون مربع کای دارای قدرت کمی بوده و از این‌رو نمونه‌های زیادی به هنگام برازش سری‌های لگاریتمی پذیرفته می‌شوند. در حالی‌که برازش در واقع مناسب نیست، از این‌رو در اغلب موارد تصمیم‌گیری در مورد این‌که آیا سری‌های لگاریتمی را برای توصیف تنوع یک مجموعه از داده‌ها به‌کار ببریم یا نه بایستی به جای این‌که بر اساس معیار آماری نکویی برازش باشد بر اساس اصول بوم‌شناسی صورت گیرد. بنابراین در این پژوهش، علاوه‌بر معیار مربع کای، از معیار AIC نیز استفاده شد.

با مقایسهٔ نتایج مدل‌های توزی وفور گونه‌ای در اثر چرای دام در پژوهش حاضر با سایر تحقیقات انجام شده، می‌توان چنین گفت که در مناطق با غنای گونه‌ای زیاد (مثل مناطق مرطوب شمال و شمال‌غرب کشور)، با افزایش فشار چرا (از کم به زیاد)، توزیع وفور گونه‌ای از سری لوگ نرمال (معرف جامعه پایدار) به سمت سری‌هندسی یا لوگ نرمال (معرف جامعه ناپایدار) تغییر می‌کند (جدول ۹). اما در پژوهش حاضر، چون مرتع به لحاظ غنا و تنوع گونه‌ای وضعیت فقیری دارد، هم شاخص‌های تنوع و هم مدل‌های توزیع وفور گونه‌ای شاخص مناسبی برای تفکیک سه شدت چرای دام نیستند.

جدول ۹- مقایسه نتایج الگوهای توزیع وفور گونه‌ای در پژوهش حاضر با سایر پژوهش‌های انجام شده در داخل کشور

Table 9- Comparison of the results of species abundance distribution patterns in the current research with the results of the research conducted inside the country

منطقه	شدت چرای دام				منبع
	قرق	کم	متوسط	شدید	
دیزج بطچی، آذربایجان غربی	–	سری لوگ نرمال	سری هندسی	سری هندسی	(Motamedi and Sheidai Karkaj, 2013)
کوهستانی/چهارباغ، گلستان	سری لوگ نرمال	سری لوگ نرمال	سری لوگ نرمال	سری لگاریتمی	(Sheidai Karkaj and Motamedi, 2021)
نیمه استپی/ ایستگاه حنا، سمیرم	عصای شکسته	–	عصای شکسته	–	(Borhani and Jaberolansar, 2018)
بیابانی/خوسف، خراسان جنوبی	عصای شکسته	–	سری هندسی	–	(Rostampour, 2021)
استپی و تپه ماهوری/سربیشه، خراسان جنوبی	–	سری لگاریتمی	سری لوگ نرمال	سری لگاریتمی	تحقیق حاضر

اگرچه توصیه شده است که از طریق مطالعهٔ تنوع گیاهی می‌توان پویایی جامعهٔ گیاهی را بررسی نمود، با اندازه‌گیری تنوع می‌توان توزیع گونه‌ها در محیط را بررسی و با تأکید بر پویایی بوم‌سازگان، توصیه‌های مدیریتی مناسب ارائه نمود (Wilson et al., 2008). اما در مراتع فقیر به لحاظ تنوع گونه‌ای (هم‌چون منطقهٔ مورد مطالعه)، نمی‌توان از روی شاخص‌های عددی تنوع گونه‌ای و مدل‌های توزیع فور گونه‌ای به وضعیت ثبات و پایداری اکوسیستم پی برد. ارزیابی تنوع‌زیستی در مراتع مناطق استپی با اقلیم خشک عمدتاً به‌دلیل تغییرات شرایط آب و هوایی، وسعت زیاد مراتع، غیرقابل دسترس بودن برخی از مناطق و عدم تأثیر کیفیت علوفه در تنوع گونه‌ای، که عموما کار چالش برانگیز است. با این حال توزیع گونه‌ای، ساختار و پاسخ آن‌ها به عوامل محیطی و انسانی اساساً نقش کلیدی در ارزیابی اکوسیستم‌های طبیعی هستند (Kumar et al., 2022)، در مورد مراتع، مشخصا، پایش درازمدت به‌منظور تفکیک اثرات تغییر اقلیم و مدیریت، تعیین وضعیت، گرایش و سلامت مرتع، به همراه توزیع وفور گونه‌ای و تنوع‌زیستی، قطعا پایداری اکوسیستم را بهتر نشان خواهد داد.

۴- نتیجه‌گیری

با مقایسهٔ نتایج مدل‌های توزیع وفور گونه‌ای در اثر چرای دام، در پژوهش حاضر با سایر تحقیقات انجام شده، می‌توان چنین گفت که در مناطق با غنای گونه‌ای زیاد با افزایش فشار چرا (از کم به زیاد)، توزیع وفور گونه‌ای از سری لوگ نرمال (معرف جامعه پایدار) به سمت سری هندسی یا لوگ نرمال (معرف جامعه ناپایدار) تغییر می‌کند. اما در پژوهش حاضر، چون مرتع به لحاظ غنا و تنوع گونه‌ای وضعیت فقیری دارد، مدل‌های توزیع وفور گونه‌ای شاخص مناسبی برای تفکیک سه شدت چرای دام نیستند.

منابع

اجتهادی، حمید، عکافی، حمیدرضا، و سپهری، عادل (۱۳۹۲). روش‌های اندازه‌گیری تنوع‌زیستی. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۳۰ صفحه.

ارزانی، حسین (۱۳۷۸). دستورالعمل طرح ملی ارزیابی مراتع مختلف آب و هوایی ایران. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۲۲ صفحه.

باغانی، معصومه، سپهری، عادل، و بارانی، حسین (۱۳۸۸). استفاده از آنالیز SHEدر تعیین سهم مؤلفه‌های تنوع گیاهی مراتع کوهستانی حوزه زیارت گرگان. *علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۶(۱)، ۲۱۲–۲۲۰.

برهانی، مسعود، و جابر الانصار، زهرا (۱۳۹۷). بررسی اثر مدیریت چرا بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای در منطقه نیمه‌استپی استان اصفهان (مطالعه موردی: ایستگاه حنای سمیرم). *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۲۵(۱)، ۱۹۱–۲۰۰. doi:10.22092/ijrdr.2018.116237

خادم‌الحسینی، زینب (۱۳۸۹). مقایسه شاخص‌های عددی تنوع گونه‌ای در سه رویشگاه با شدت چرای متفاوت (مطالعه موردی: مرتع گردنه زنبوری ارسنجان). *مجله مرتع*، ۴(۱)، ۱۰۴–۱۱۱.

رستم‌پور، مسلم (۱۴۰۰). پایش اکوسیستم‌های مرتعی مناطق مختلف آب و هوایی ایران– استان خراسان جنوبی، سایت خوسف. گزارش نهایی طرح پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.

رستم‌پور، مسلم، جعفری، محمد، فرزادمهر، جلیل، طویلی، علی، و زارع چاهوکی، محمدعلی (۱۳۸۸). بررسی روابط تنوع گیاهی با عوامل محیطی در منطقه زیرکوه قاین (مطالعه موردی: منطقه زیر کوه قاین). *پژوهش‌های آبخیزداری*، ۲۲(۲)، ۵۷–۴۷.

زارع‌کیا، صدیقه، فیاض، محمد، غلامی، پرویز، گودرزی، محمود، و جعفری، فرهنگ (۱۳۹۲). اثر مدیریت‌های مختلف چرایی بر تنوع و غنای گونه‌ای در مراتع استپی ساوه. *بوم‌شناسی کاربردی*، ۲(۶)، ۱–۱۱. dor: 20.1001.1.24763128.1392.2.6.1.0

سلامی، ابوالحسن، زارع، حبیب، امینی شکوری، طیبه، اجتهادی، حمید، و جعفری گرزین، بهنوش (۱۳۸۶). بررسی و مقایسه تنوع گونه‌ای گیاهان دو عرصه تحت چرا و قرق مرتع کهنه لاشک نوشهر. *پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی*، ۲۰(۱)، ۳۷–۴۶.

شیدای کرکج، اسماعیل، و معتمدی، جواد (۱۴۰۰). ارزیابی شاخص‌های تنوع گونه‌ای مراتع چهار باغ استان گلستان. *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۲۸(۲)، ۲۳۸–۲۵۱. doi:10.22092/ijrdr.2021.124162

شیدای کرکج، اسماعیل، و قنبری، سجاد. (۱۳۹۸). برازش مدل‌های توزیع فراوانی گونه‌ای در مراتع مشجر جوامع گیاهی منطقه گوره دره، کوه‌های گچی قرآن اهر. *بوم‌شناسی جنگل‌های ایران*، ۷(۱۴)، ۴۷–۵۷. doi:10.29252/ifej.7.14.48

عکافی، حمیدرضا، و اجتهادی، حمید (۱۳۸۶). بررسی تنوع گونه‌ای گیاهان دو منطقه با استفاده از مدل‌های توزیع فراوانی. *مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی*، ۱۷(۶۶)، ۶۳–۷۲.

قهساره اردستانی، الهام، بصیری، مهدی، ترکش، مصطفی، و برهانی، مسعود (۱۳۸۹). بررسی مدل‌های توزیع فراوانی تنوع گونه‌ای و ارتباط عوامل محیطی باشاخص تنوع گونه‌ای هیل N1 در چهار مکان مرتعی استان اصفهان. *مرتع و آبخیزداری*، ۶۳(۳)، ۳۷۸– ۳۹۷.

محمدزاده، الله‌وردی، بصیری، رضا، و تراهی، علی اصغر (۱۳۹۳). ارزیابی تنوع‌زیستی گونه‌های گیاهی منطقهٔ ارسباران با استفاده از شاخص‌های غیرپارامتریک در ارتباط با عامل اکولوژیک ارتفاع از سطح دریا. *پژوهش‌های سلولی و مولکولی*، ۲۷(۵)، ۹۴۹–۹۶۳. doi: 27518

مصداقی، منصور (۱۳۸۴). بوم‌شناسی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۸۴ صفحه.

معتمدی، جواد، و شیدای کرکج، اسماعیل (۱۳۹۳). مدل مناسب توزیع فراوانی تنوع گونه‌ای در سه شدت چرایی متفاوت در مراتع دیزج بطچی آذربایجان غربی. *مرتع و آبخیزداری*، ۶۷(۱)، ۱۰۳–۱۱۵. doi:10.22059/jrwm.2014.50832

مقدم، محمدرضا (۱۳۸۷). اکولوژی توصیفی و آماری پوشش گیاهی. چاپ دوم، موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، ۲۷۴ صفحه.

مقصودی‌مقدم، مجتبی، طهماسبی، پژمان، ابراهیمی، عطاالله، شاهرخی، اصغر، و فعال فیض‌آبادی، محسن (۱۳۹۰). تاثیر چرای دام بر ترکیب و تنوع جوامع گیاهی مناطق استپی بروجن. *مرتع*، ۵(۴)، ۴۱۰–۴۱۸.

میرداوودی اخوان، حمیدرضا، و زاهدی‌پور، حجت اله. (۱۳۸۴). تعیین مدل مناسب تنوع گونه‌ای برای جوامع کویر میقان اراک و تأثیر برخی از عوامل اکولوژیکی بر آن. *پژوهش و سازندگی*، ۱۸(۳)، ۵۶–۶۶

References

Akafi, H.R., & Ejtehadi, H.R. (2008). Investigation of plant species diversity in grazed and ungrazed areas by use abundance models. *Journal of* sciences (Islamic Azad University), 17(66), 63-72. [In Persian]

Arzani, H. (1997). Guidelines for assessing the rangelands of different climate zones of Iran. Forestry and Rangeland Research Institute, 22 pages. [In Persian]

Baghani, M., Sepehr, Adel, & Barani, H. (2009). The Role of She Analysis in Definig Species Diversity Components of Mountain Rangelands (Ziarat Basin, Gorgan). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 16(1), 212-220. [In Persian]

Baliton, R.S., Landicho, L.D., Cabahug, R.E., Paelmo, R.F., Laruan, K., Rodriguez, R.,

Visco, R.G., & Castillo, A.K.A. (2020). Ecological services of agroforestry systems in selected upland farming communities in the Philippines. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(2). https://doi.org/10.13057/biodiv/d210237

Berger, W.H., & Parker, F.L. (1970). Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. *Science*, 168(3937), 1345–1347. https://www.jstor.org/stable/1730033

Borhani, M., & Jaberolansar, Z. (2018). The effect of grazing management on diversity indices in semi steppe region of Isfahan Province (Case study: Hanna station, Semirom). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, *25*(1), 191-200. doi: 10.22092/ijrdr.2018.116237 [In Persian]

Chao, A. (1984). Non-parametric estimation of the classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*,11(4), 265–270. doi: 10.2307/4615964

Chavez, V., & Macdonald, S.E. (2012). Partitioning vascular understory diversity in mixedwood boreal forests, the importance of mixed canopies for diversity conservation. *Forest Ecology and Management*, 271(3), 19-26. doi:10.1016/j.foreco.2011.12.038

Ejtehadi, H., Sepehri, A., & Akafi, H. R. (2009). Biodiversity measurement methods. Ferdowsi University Press, Mashhad, 228 pages. [In Persian]

Frontier, S. (1987). Applications of fractal theory to ecology. Pp. 357-378, In: *Developments in Numerical Ecology*, Springer-Verlag, Berlin. doi:10.1007/978-3-642-70880-0_9

Goodman, D. (1975). The theory of diversity-Stability relations in ecology. *The Quarterly Review of Biology*, 50(3), 237-266.

Gorelick, R. (2006). Combining richness and abundance into a single diversity index using matrix analogues of Shannon's and Simpson's indices. *Ecography*, 29(4), 525-530. doi:10.1111/j.0906-7590.2006.04601.x

Guajardo, S. (2015). Measuring diversity in police agencies. *Journal of Ethnicity in Criminal Justice*, 13(1). 1-15. doi:10.1080/15377938.2014.893220

Gurevitch, J., Scheiner, S.M., & Fox, G.A. (2021). *The Ecology of Plants*. 3th Edition: Sinauer Associates, an imprint of Oxford University Press, 648 pages.

Hector, A., Bell, T., Hautier, Y., Isbell, F., Kery, M., Reich, P.B., Ruijven, J.V., & Schmid, B. (2011). BUGS in the analysis of biodiversity experiments: species richness and composition are of similar importance for grassland productivity. *PLOS ONE*, 6(3), 1-10. doi:10.1371/journal.pone.0017434

Hendricks, H.H., Bond, W.J., Midgley, J.J., & Novellie, P.A. (2005). Plant species richness and composition a long livestock grazing intensity gradients in a Namaqualand (south Africa) protected area. *Journal of Plant Ecology*, 176, 19-33. doi:10.1007/s11258-003-0009-6

Hickman, K., Hartnett, D.C., Cochran, R.C., & Owensby, C.E. (2004). Grazing management effects on plant species diversity in tallgrass prairie. *Journal of Range Management*, 57, 58-65. doi:10.2307/4003955

Kemp, D.R., King, W.McG., Lodge, G.M., Murphy, S.R., Quigley, P.E., & Sanford, P. (2003). Plant species diversity and productivity in grazed permanent grasslands. 11th Australian Agronomy Conference, Geelong, Victoria, Pp. 1-5.

Kent, M. (2012). *Vegetation Description and Data Analysis*. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.

Keylock, C.J. (2005). Simpson diversity and the Shannon–Wiener index as special cases of a generalized entropy. *Oikos*, 109(1), 203-207. doi: 10.1111/j.0030-1299.2005.13735.x

Khadem Alhosseini, Z. (2010). Comparison Of Numerical Plant Species Diversity Indices in Three Different Grazing Intensities (Case Study: Gardaneh Zanbouri – Arsanjan). *Rangeland*, 4(1), 104-111. [In Persian]

Krebs, C.J. (2009). *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. 6th Edition: Benjamin Cummings, San Francisco, 653 pages.

Krebs, C.J. (2014). *Ecological Methodology*. 3rd Edition, Addison-Wesley Educational Publishers, Inc, 620 pages.

Kumar, P., Dobriyal, M., Kale, A., Pandey, A.K., Tomar, R.S., & Thounaojam, E. (2022). Calculating forest species diversity with information-theory based indices using sentinel-2A sensor's of Mahavir Swami Wildlife Sanctuary. *PLOS One*, 17(5). doi: 10.1371/journal.pone.0268018

MacArthur, R.H. (1957). On the Relative Abundances of Bird Species. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 43, 293–295. doi:10.1073/pnas.43.3.293

Maghsoudi Moghadam, M., Tahmasebi, P., Ebrahimi, A., Shahrokhi, A., & Faal, M. (2012). Effects Of Livestock Grazing On Plant Community Composition And Diversity In Steppic Rangelands Of Boroujen. *Rangeland*, 5(4), 410-418. [In Persian]

Magurran, A.E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Blackwell Publishing, Oxford, 256 pages.

Mirdavoodi Akhavan, H.R., & Zahedipour, H.A. (2005). Determination of Suitable Species Diversity Model for Meyghan Playa Plant

Association and Effect of Some Ecological Factors on Diversity Change. *Pajouhesh & Sazandegi*, 18(3), 56-66. [In Persian]

Mesdaghi, M. (2005). *Plant Ecology*. Mashhad Jehad Daneshgahi Publication, Mashhad, 187 pages. [In Persian]

Moghaddam, M. (2001). *Vegetation ecology and descriptive statistics*. University of Tehran Press, Tehran. 274 pages. [In Persian]

Moghbeli, Z., Ebrahimi, M., & Shirmohammdi, E. (2021). Effects of different livestock grazing intensities on plant cover, soil properties, and above and below ground C and N pools in arid ecosystems (Jiroft rangeland, Iran). *Environmental Resources Research*, 9(1), 13-30. doi:10.22069/ijerr.2021.5525

Mohammadzadeh, A., basiri, R., & torahi, A. (2015). Evaluation of biodiversity of plant species in Arasbaran zone using noun parametric measures With Respect to Ecological Factor of Altitude. *Cellular and Molecular Research (Iranian Journal of Biology), 27*(5), 949-963. doi: 27518 [In Persian]

Motamedi, J., & Sheidai Karkaj, A. (2015). A suitable model for distribution of frequency diversity in three different crop intensities in the Dizaj Betchi rangelands of West Azerbaijan. *Journal of Range and Watershed*, 67(1), 115-103. doi: 10.22092/ijrdr.2019.120003 [In Persian]

Motomura, I. (1932). A statistical treatment of associations. *Japanese Journal of Zoology*, 44, 379–383.

Olszewski, T.D. (2004). A unified mathematical framework for the measurement of richness and evenness within and among multiple communities. *Oikos*, 104(2), 377-387. doi:10.1111/j.0030-1299.2004.12519.x

Pielou, E.C. (1975). *Ecological diversity*. Wiley, New York. Chapman and Hill, London, 220 pages.

Preston, F.W. (1948). The Commonness, and Rarity, of Species. *Ecology*, 29(3), 254–283. doi:10.2307/1930989

R Development Core Team, (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Rostampour, M. (2022). Rangeland Ecosystems Monitoring in different climatic regions of Iran, South Khorasan Province, Khosf Site. Final research report, Research Institute of Forests and Rangelands.

Rostampour, M., Jafari, M., Farzadmehr, J., Tavili, A., & Zare Chahouki, M.A. (2009). Investigation of Relationships Between Plant Biodiversity and Environmental Factors in the Plant Communities of Arid Ecosystems (Case Study: Zirkouh of Qaen). *Watershed Management Researches (Pajouhesh-Va-Sazandegi)*, 22(2), 47-57. [In Persian]

Salami, A., Zare, H., Amini Eshkevari,T., & Jafari, B. (2007). Comparison of plant species diversity in the two grazed and ungrazed rangeland sites in Kohneh Lashak, Nowshahr. *Pajouhesh & Sazandegi*, 20(1), 37-46. [In Persian]

Shaidai Karkaj, E., & Ghanbari, S. (2019). Fitting of species frequency distribution models in woody societies in rangelands of Gouradarah, Gechigiran Ahar. *Iranian Forests Ecology Journal*, 7(14), 47-57. dor: 0.1001.1.24237140.1398.7.14.7.1 [In Persian]

Sheidai Karkaj, E., & Motamedi, J. (2021). Evaluation of species diversity indices in Chaharbagh rangelands of Golestan province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 28(2), 238-251. doi: 10.22092/ijrdr.2021.124162 [In Persian]

Shannon, C.E., & Wiener, W. (1948). The mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(3), 379-423. doi:10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x

Simpson, E.H. (1949). Measurment of diversity. *Nature*, 163, 1-20. doi:10.1038/163688a0

Wilson, B., Miller, K., Thomas, A.L., Cooke, N., & Ramsingh, R. (2008). Foraminifera in the mangal at the Caroni swamp, Trinidad: diversity, population structure and relation to sea level. *Journal of Foraminiferal Research*, 38(2), 127-136. doi: 10.2113/gsjfr.38.2.127

Yang, X.H., Guo, X.L., & Fitzsimmons, M. (2012). Assessing light to moderate grazing effects on grassland production using satellite imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 33(16), 5087–5104. doi:10.1080/01431161.2012.657372

Yuguang, B., Abouguendia, Z., & Redmann, R.E. (2001). Relationship between plant species diversity and grassland condition. *Journal of Range Management*, 54(2), 177-183. doi: 10.2307/4003180

Zak, J.C., Fresquez, P.R., & Visser, S. (1992). Soil microbial processes and dynamics: Their importance to effective reclamation. In: Chambers, J., & Wade, G.L. (eds), Evaluating Reclamation Success, General Technical Report, N.E. Forest Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.

Zarekia, S., Fayaz, M., Gholami, P., Goudarzi, M., & Jafari, F. (2014). Effects of Different Grazing Management Methods on Plant Species Diversity and Richness in the Steppe

Rangeland of Saveh, Iran. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 2(6), 1-11. dor: 20.1001.1.24763128.1392.2.6.1.0 [In Persian]