Research Article

Iranian Journal of Range and Desert Research DOI: 10.22092/ijrdr.2023.130621
Vol. 30, No. 3, Page 409-423 (2023)

Comparison of vegetation, production and species diversity in different range condition classes (Case study: Darmian-Sarabisheh Protected Area)

M. Rostampour [1*]

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management and Research Group of Drought and Climate Change, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran. E-mail: rostampour@birjand.ac.ir

Received: 04/05/2023 Accepted: 10/25/2023

Abstract

Background and objectives
It seems that there is a mutual relationship between the classes of rangeland conditions and the characteristics of vegetation and biodiversity. However, there is relatively little and contradictory information in this regard. This research was conducted to compare the percentage of cover, litter, density, production, and numerical indicators of biodiversity among 11 types of plants in the Darmian-Sarabisheh protected area.

Methodology
After the field survey and identification of plant types, 11 plant types could be identified in the entire area. Sampling was done by the random-systematic method. For this purpose, three key areas were selected for each plant type, three transects were established in each key area, and 20 plots of 4 square meters were sampled in each transect. In each plot, the percentage of vegetation cover, litter, density, and production was measured. Canopy cover and litter percentage were determined visually. Plant density was calculated by counting plants per unit area. Production was estimated through cover vegetation by double sampling. The Adelaide method was used to estimate shrub production. The range condition was evaluated by the modified four-factor method. Species diversity components, including species richness, evenness, and dominance, were calculated by numerical indices. Also, species abundance distribution models (broken-stick, log-normal, log series, and geometric series) were applied to evaluate plant diversity graphically. The chi-square goodness-of-fit test was used to determine the most accurate fit of species distribution to each statistical model. To compare vegetation characteristics and species diversity components among the 11 studied plant types, one-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple range tests were conducted.

Results
The results of the analysis of variance showed that between the 11 plant types studied in terms of vegetation characteristics, including the percentage of vegetation cover, litter, plant density, and production, and numerical indices related to species diversity, including species richness, evenness, and dominance, there is a significant difference at the $p \leq 0.01$. The mean comparison results showed that the highest vegetation cover percentage belongs to *Artemisia aucheri - Stipa barbata* (51.23%) in good condition. *Acantholimon scorpinus - Cousinia eryngioides* and *Eryngium bungei- Cousinia eryngioides* (46.27% and 40.44%, respectively) in poor condition are

in the next. The highest plant density belongs to *Artemisia aucheri - Stipa barbata* (157 individuals) in good condition, followed by *Eryngium bungei- Lactuca orientalis* (126 individuals) in poor condition. *Astragalus verus- Artemisia aucheri* in good condition and *Acantholimon scorpinus - Cousinia eryngioides* in poor condition have higher species diversity (H¢=2.51 and 2.48, respectively). The species abundance of *Eryngium bungei- Cousinia eryngioides* and *Eryngium bungei- Lactuca orientalis* types (in poor condition) follows the log-normal series, which represents stable communities. Also, *Astragalus verus- Artemisia aucheri* and *Artemisia aucheri- Stipa barbata*, which are in good condition, follow the log series and the geometric series, which represent unstable and fragile communities.

Conclusion

Range condition was independent of vegetation cover, production, density, species richness, diversity, evenness, and dominance. Some vegetation types are in poor condition despite high vegetation cover, density, and production. The present study also showed that high species diversity is observed even in the poor-condition class of vegetation types and does not necessarily indicate rangeland stability. Determining ecosystem stability and biodiversity based on species abundance distributions (SADs) is also impossible.

Keywords: Density, percentage canopy cover, species abundance distributions, range condition.

مقایسه پوشش گیاهی، تولید و تنوع گونه‌ای در کلاس‌های مختلف وضعیت مرتع (مطالعه موردی: منطقه حفاظت‌شده درمیان-سربیشه)

مسلم رستم‌پور[1*]

۱*-نویسنده مسئول، استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری و عضو گروه پژوهشی خشکسالی و تغییر اقلیم، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

پست‌الکترونیک: rostampour@birjand.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۳

چکیده

سابقه و هدف

به نظر می‌رسد رابطه متقابلی بین کلاس‌های وضعیت مرتع و خصوصیات پوشش گیاهی و تنوع زیستی وجود داشته باشد اما در این مورد، اطلاعات اندک و متناقضی وجود دارد. این تحقیق به منظور مقایسه درصد پوشش، لاشبرگ، تراکم و تولید و شاخص‌های عددی تنوع زیستی در ۱۱ تیپ گیاهی منطقه حفاظت‌شده درمیان-سربیشه انجام شد.

مواد و روش‌ها

پس از پیمایش صحرایی و شناسایی تیپ‌های گیاهی، ۱۱ تیپ گیاهی در کل منطقه قابل تشخیص بود که در آن نمونه‌برداری به روش تصادفی-سیستماتیک انجام شد. بدین منظور در هر تیپ گیاهی سه منطقه معرف انتخاب گردید و در هر منطقه معرف سه ترانسکت مستقر و در هر ترانسکت ۲۰ پلات ۴ مترمربعی نمونه‌برداری شد. در هر پلات درصد پوشش گیاهی، لاشبرگ، تراکم و تولید اندازه‌گیری شد. پوشش تاجی و درصد لاشبرگ به روش چشمی برآورد شد. تراکم گیاهی به روش شمارشی و در واحد سطح محاسبه گردید. تولید از طریق اطلاعات پوشش برآورد شد. برای برآورد تولید درختچه‌ای‌ها از روش ادلاید استفاده شد. برای تعیین وضعیت مرتع از روش چهار فاکتوری تعدیل شده استفاده گردید. مؤلفه‌های اصلی تنوع گونه‌ای شامل غنای گونه‌ای، یکنواختی گونه‌ای و غالبیت گونه‌ای با استفاده از شاخص‌های متداول محاسبه شد. همچنین از مدل‌های توزیع فراوانی گونه‌ای (عصای شکسته، لوگ نرمال، سری لگاریتمی و سری هندسی) برای بررسی گرافیکی تنوع گیاهی استفاده شد. برای تعیین بهترین برازش توزیع گونه‌ای با هریک از مدل‌های آماری، از آزمون کای- اسکور استفاده شد. به منظور مقایسه خصوصیات پوشش گیاهی و مؤلفه‌های تنوع گونه‌ای در بین ۱۱ تیپ گیاهی مورد مطالعه، از آزمون‌های تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج

نتایج تحلیل واریانس نشان می‌دهد که بین ۱۱ تیپ گیاهی مورد مطالعه از لحاظ خصوصیات پوشش گیاهی شامل درصد پوشش گیاهی، درصد لاشبرگ، تراکم گیاهی و تولید علوفه و شاخص‌های عددی مربوط به تنوع گونه‌ای شامل غنای گونه‌ای، تنوع گونه‌ای، یکنواختی گونه‌ای و غالبیت گونه‌ای در سطح ۰/۰۱ تفاوت معنی‌داری وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بیشترین درصد پوشش گیاهی متعلق به تیپ *Artemisia aucheri – Stipa barbata* (۵۱/۲۳ درصد) در وضعیت خوب است. تیپ *Acantholimon scorpinus* - Cousinia *eryngioides* و *Eryngium bungei –Cousinia eryngioides* (به ترتیب ۴۶/۲۷ و ۴۰/۴۴ درصد) در وضعیت فقیر در رده‌های بعدی هستند. بیشترین تراکم گیاهی متعلق به تیپ *Artemisia aucheri – Stipa barbata* (۱۵۷ پایه) در وضعیت خوب و پس از آن تیپ *Eryngium bungei –Lactuca orientalis* (۱۲۶ پایه) در وضعیت فقیر می‌باشد. تیپ‌های *Artemisia aucheri–*

*Astragalus verus*در وضعیت خوب و *Acantholimon scorpinus - Cousinia eryngioides* در وضعیت فقیر از تنوع گونه‌ای بالاتری برخوردار هستند (شاخص شانون به ترتیب ۲/۵۱ و ۲/۴۸). داده‌های فراوانی گونه‌ای تیپ‌های *Eryngium –Cousinia eryngioides bungei* و *Eryngium bungei –Lactuca orientalis* (با وضعیت فقیر) با مدل لوگ نرمال بیشترین برازش را داشتند که نشان‌دهنده جوامع با ثبات است. همینطور تیپ‌های *Artemisia aucheri –Astragalus verus* و *Artemisia aucheri – Stipa barbata* که از وضعیت خوب برخوردار هستند، از مدل‌های سری لگاریتمی و سری هندسی که نشان‌دهنده جوامع ناپایدار و شکننده هستند تبعیت می‌کنند.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که وضعیت مرتع مستقل از درصد پوشش گیاهی، تولید، تراکم، غنا، تنوع، یکنواختی و غالبیت گونه‌ای است. برخی از تیپ‌های گیاهی با وجود درصد تاج پوشش، تولید و تراکم بالا باز هم در وضعیت فقیر هستند. در این تحقیق نشان داده شد که تنوع گونه‌ای بالا حتی در وضعیت فقیر مرتع نیز مشاهده می‌شود و لزوماً نشان‌دهنده ثبات اکوسیستم مرتعی نخواهد بود، همچنین نمی‌توان از روی مدل‌های توزیع فراوانی گونه‌ای به وضعیت پایداری اکوسیستم و تنوع زیستی آن پی برد.

واژه‌های کلیدی: تراکم، درصد تاج پوشش، مدل‌های توزیع فراوانی گونه‌ای، وضعیت مرتع.

مقدمه

مراتع به عنوان یکی از اکوسیستم‌های مهم کره زمین، از طیف گسترده‌ای از خدمات اکوسیستم و سطح بالای تنوع زیستی پشتیبانی می‌کنند. در نتیجه، مدت‌هاست که مورد توجه بوم‌شناسان قرار گرفته‌اند. رویشگاه‌های مرتعی میزبان برخی از قدیمی‌ترین و طولانی‌ترین آزمایش‌های اکولوژیکی جهان و الهام‌بخش بسیاری از نظریه‌ها و مباحث دیرینه هستند (Stevens, 2018). یکی از این موضوعات قدیمی، مفهوم وضعیت مرتع است. شناخت و بررسی مراتع و آگاهی از گذشته، حال و آینده آن مستلزم ارزیابی و پایش مراتع است (Toranjzar *et al*., 2009). تعیین وضعیت مرتع که نشان‌دهنده تاریخچه و گذشته مرتع است همواره یکی از گام‌های مهم در ارزیابی و پایش مراتع محسوب می‌شود (Moghaddam, 2007). تعریف و ارزیابی وضعیت مرتع از دیرباز مورد توجه محققان و پیشگامان علوم مرتع قرار داشته است. در روزهای اولیه علم مرتع‌داری، وضعیت مرتع یک اصطلاح کلی بود که وضعیت منابع در یک سایت را با اشاره خاصی به چرای دام توصیف می‌کرد. بعدها، وضعیت مرتع مفهوم خاصی را به همراه داشت که وضعیت فعلی پوشش گیاهی و خاک اشغال شده یک سایت را در مقایسه با ظرفیت سایت مورد انتظار در صورت وجود پوشش گیاهی کلیماکس نشان می‌دهد (Adams *et al*., 1995). قدیمی‌ترین تعریف از وضعیت مرتع توسط Parker (۱۹۵۴) به نقل از انجمن جنگل‌داران امریکا (۱۹۴۴) ارائه شد: «وضعیت مرتع» یک نمایش عملی از مراحل اصلی توالی جوامع گیاهی است که تحت تأثیر چرای دام قرار دارد که معمولاً از آن به عنوان «سلامت مرتع» نیز یاد می‌شود (Parker, 1954). مقاله Dyksterhuis (۱۹۴۹) تحت عنوان «وضعیت و مدیریت مرتع بر اساس بوم‌شناسی کمی» پایه‌گذار مفهوم وضعیت مرتع بود و یکی از بهترین مقالات در ۵۰ ساله اول مجله Journal of Range Management بود (Sayer, 2017). روش وی بر پایه تئوری کلیماکس بود. وی بعدها در سال ۱۹۸۵ به اصلاح نظراتش پرداخت و بیان کرد که کلیماکس هدف مرتع‌داری نیست و در این روش امکان بررسی ترکیب گیاهی مرحله کلیماکس نیز وجود ندارد (Dyksterhuis, 1985). البته در برخی از پژوهش‌ها، مدل وضعیت مرتع (بر پایه کلیماکس) در پیش‌بینی رفتار پوشش گیاهی در مراتع خشک و نیمه‌خشک ناموفق بوده است (Brown, 2010).

از آنجایی که در پژوهش‌های تحلیل مرتع، وضعیت مرتع با استفاده از روش‌های چهار یا شش فاکتوری تعیین می‌شود،

بنابراین این عوامل، معرف سایر خصوصیات اکوسیستم‌های مرتعی هستند. به نظر می‌رسد ارتباط تنگاتنگی می‌بایست بین کلاس‌های وضعیت مرتع، خصوصیات پوشش گیاهی (درصد پوشش، لاشبرگ، تراکم و تولید) و تنوع زیستی وجود داشته باشد. Parker (۱۹۵۴) پنج فاکتور تراکم (سطح پوشش تاجی)، ترکیب گیاهی، بنیه و شادابی، پایداری خاک و لاشبرگ را جزو فاکتورهای اصلی تعیین وضعیت مرتع دانست. یکی از قدیمی‌ترین پژوهش‌ها، کار Goebel و Cook (۱۹۶۰) است که ارتباط بین وضعیت مرتع را با تراکم و شادابی، تولید علوفه و ارزش غذایی گیاهان بررسی کردند. نتایج آنان نشان داد که بسیاری از معیارهای خاک و پوشش گیاهی ممکن است برای توصیف وضعیت مرتع استفاده شود، هرچند تراکم گیاهی و ماده آلی گیاهان به‌طورکلی در طبقه‌بندی وضعیت مرتع مفید هستند اما قابل اعتماد نیستند. در این زمینه در داخل کشور پژوهش‌هایی انجام شده است، برای نمونه Gholi Nejad (۲۰۱۵) نتیجه گرفت که با تغییر وضعیت مرتع، روند مشخصی از تغییرات بین خصوصیات پوشش گیاهی با وضعیت مرتع مشاهده می‌شود، به‌طوری‌که مؤلفه‌های تنوع و یکنواختی گونه‌ای در وضعیت خوب بیشترین میزان و در وضعیت فقیر کمترین میزان را دارد. نتایج Arzani و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که پوشش تاجی و ترکیب گیاهی همبستگی بالایی با وضعیت مرتع دارد اما بنیه و شادابی گیاهان از لحاظ آماری همبستگی چندانی با وضعیت مناطق استان یزد نشان داد. Eslami و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند که تنوع گونه‌ای همبستگی معنی‌داری با وضعیت مرتع ندارد.

وضعیت مرتع مبنای انتخاب روش‌های مرتع‌داری تعادلی، طبیعی و مصنوعی (Arzani & Abedi, 2015) و تعیین حد بهره‌برداری مجاز است (Moetamedi &Toupchizadegan, 2016) و در عملیات اصلاح و احیای مراتع به عنوان یکی از معیارهای انتخاب مکان مناسب برای عملیات مرتع‌کاری (بذرکاری و نهال‌کاری)، ذخیره نزولات آسمانی و قرق در مراتع در نظر گرفته می‌شود (Azarnivand & Zare Chahoki, 2012). با توجه به اهمیت تعیین وضعیت مرتع دو سئوال اساسی مطرح می‌شود، پس از ارزیابی مرتع از روی عوامل یادشده، آیا می‌توان از روی وضعیت مرتع به وضعیت پوشش گیاهی و تنوع زیستی پی برد؟ آیا وضعیت فقیر مرتع همواره نشان‌دهنده فقر پوشش گیاهی و تنوع زیستی است؟ ازاین‌رو، هدف از این پژوهش، مقایسه درصد پوشش گیاهی، لاشبرگ، تراکم، تولید و شاخص‌های عددی تنوع زیستی در ۱۱ تیپ گیاهی با کلاس‌های مختلف وضعیت مرتع در منطقه حفاظت‌شده درمیان–سربیشه است.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

منطقه حفاظت‌شده درمیان–سربیشه با مساحت ۸۰۰۰۰ هکتار در فاصله ۶۸ کیلومتری شهرستان بیرجند و در فاصله ۲۵ کیلومتری شمال شهرستان سربیشه و در مختصات جغرافیایی بین ´´ ۴۰ ° ۵۹ طول غربی تا ´´ ۰۱ ° ۶۰ طول شرقی و بین´´ ۳۶ ° ۳۲ و ´´ ۵۸ ° ۳۲ عرض شمالی واقع شده است. به لحاظ شرایط آب و هوایی، میانگین بارندگی حدود ۱۴۲/۶ میلی‌متر و متوسط دما حدود ۱۲/۷ درجه سانتیگراد است. در اقلیم‌نمای آمبرژه، اقلیم این منطقه خشک سرد می‌باشد. توپوگرافی منطقه عمدتاً کوهستانی و صخره‌ای و در بعضی نقاط تپه‌ماهوری است. پوشش گیاهی مرتعی از قبیل *Artemisia aucheri Boiss.*، *Cousinia eryngioides Boiss*، *Lactuca orientalis (Boiss.) Boiss.*، *Acanthophyllum glandulosum Bunge ex Boiss.*، *Acantholimon scirpinum Bunge macropelmatus Bunge*، *Astragalus Stipa barbata*، *Eryngium bungei* و *Rosa iberica Steven* است. از آنجایی که مردم منطقه به کار کشاورزی و دامداری اشتغال دارند، متأسفانه خشکسالی‌های اخیر در وضعیت معیشتی مردم بسیار تأثیرگذار بوده و با حفاظتی بودن منطقه مورد مطالعه، آثار چرای مفرط و تخریب پوشش گیاهی و خاک مشاهده می‌شود. باوجوداین، هنوز در برخی از مناطق که زیستگاه گله‌های قوچ و میش است بکر و دست‌نخورده باقی مانده است (Moshgani & Rostampour, 2019).

ارزیابی خصوصیات پوشش گیاهی

پس از پیمایش صحرایی و شناسایی تیپ‌های گیاهی، ۱۱ تیپ گیاهی براساس درصد پوشش گونه غالب، در کل منطقه قابل تشخیص بود که در آن نمونه‌برداری به روش تصادفی- سیستماتیک انجام شد. بدین منظور در هر تیپ گیاهی سه منطقه معرف انتخاب شد و در هر منطقه معرف سه ترانسکت مستقر و در هر ترانسکت ۲۰ پلات ۴ مترمربعی نمونه‌برداری شد. اندازه و تعداد پلات براساس مطالعات قبلی در منطقه مورد مطالعه تعیین شد (Moshgani & Rostampour, 2019; Rostampour *et al*., 2019). به منظور امکان مقایسه آماری، تعداد و ابعاد پلات در کلیه تیپ‌های گیاهی یکسان بود. در هر پلات درصد پوشش گیاهی، لاشبرگ، تراکم و تولید اندازه‌گیری شد. پوشش تاجی و درصد لاشبرگ هم به روش چشمی برآورد شد. تراکم گیاهی به روش شمارشی و در واحد سطح محاسبه شد. تولید از طریق اطلاعات پوشش برآورد شد، بدین صورت که در همه پلات‌ها پوشش به‌طور مستقیم اندازه‌گیری شد، اما در برخی از پلات‌ها (با ۲۵ درصد نمونه‌گیری مستقیم) تولید به روش قطع و توزین اندازه‌گیری شد (Arzani & Abedi, 2015). برای برآورد تولید درختچه‌ای‌ها از روش آدلاید استفاده شد. برای تعیین وضعیت مرتع از روش چهار فاکتوری اصلاح شده استفاده شد. در این روش با استفاده از چهار فاکتور خاک، پوشش گیاهی، ترکیب گیاهی و طبقات سنی و بالاخره بنیه و شادابی گیاهان، وضعیت مرتع برآورد شد. درون هر پلات پس از شناسایی گونه‌های گیاهی، تعداد پایه‌های گیاهی شمارش و بعد فراوانی گونه‌ای برای هر گونه به‌طور مجزا محاسبه شد. مؤلفه‌های اصلی تنوع گونه‌ای شامل غنای گونه‌ای، تنوع گونه‌ای، یکنواختی گونه‌ای و غالبیت گونه‌ای با استفاده از شاخص‌های متداول (به ترتیب گلیسون، شانون-وینر، پیلو و سیمپسون) محاسبه شد (جدول ۱). همچنین از مدل‌های توزیع فراوانی گونه‌ای (عصای شکسته، لوگ نرمال، سری لگاریتمی و سری هندسی) برای بررسی گرافیکی تنوع گیاهی استفاده شد. کلیه شاخص‌های عددی تنوع زیستی و مدل‌های توزیع فراوانی گونه‌ای توسط برنامه R (R Core Team, 2021) و بسته diverse و vegan محاسبه شد.

جدول ۱- مؤلفه‌های تنوع گونه‌ای

Table 1- Species diversity components

Component	Index	Equation	Range	Reference
Species Richness	-	S	۰-∞	Krebs, 2014
Species Diversity	Shannon-Wiener	$H' = -\sum_{i=1}^{S} P_i \, LnP_i$	0-4.5	Shannon & Weaver, 1949
Species Evenness	Pielou	$E = H' / \ln(S)$	0-1	Pielou, 1966
Species Dominance	Simpson	$D = \sum_{i=1}^{S} p_i^2$	0-1	Simpson, 1949

تجزیه‌وتحلیل آماری

به منظور مقایسه خصوصیات پوشش گیاهی و مؤلفه‌های تنوع گونه‌ای در بین ۱۱ تیپ گیاهی مورد مطالعه، از آزمون‌های تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. پیش از تحلیل واریانس، نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس بین گروه‌ها به ترتیب بوسیله آزمون‌های شاپیرو- ویلک و لیون بررسی شد. برای تعیین بهترین برازش توزیع گونه‌ای با هریک از مدل‌های آماری، از آزمون کای- اسکور استفاده شد. در این آزمون، چنانچه p محاسبه شده بزرگ‌تر از ۰/۰۵ باشد، مدل پذیرفته شده، در غیر این‌صورت مدل رد می‌شود. فرض‌های این آزمون عبارت است از:

H_0: داده‌های فراوانی گونه‌ای از توزیع آماری مدنظر تبعیت می‌کند و H_1: داده‌های فراوانی گونه‌ای از توزیع آماری

مدنظر تبعیت نمی‌کند.

کلیه آزمون‌های آماری توسط برنامه R (R Core Team, 2021) انجام شد.

نتایج

مطالعه رویشگاه‌های مرتعی منطقه حفاظت‌شده درمیان – سربیشه نشان داد که ۱۱ تیپ گیاهی در منطقه مورد مطالعه براساس درصد پوشش گیاهی گونه غالب شناسایی شد که پس از ارزیابی وضعیت مرتع، از این ۱۱ تیپ گیاهی، ۳ تیپ در وضعیت خوب، ۳ تیپ در وضعیت متوسط و ۵ تیپ در وضعیت فقیر بودند (جدول ۲). همچنین سه تیپ از مدل سری لگاریتمی، یک تیپ از سری هندسی، دو تیپ از مدل لوگ نرمال و دو تیپ از مدل عصای شکسته تبعیت کردند. سه تیپ گیاهی نیز از هیچیک از مدل‌ها پیروی نکردند.

جدول ۲- وضعیت مرتع (ارزیابی شده به روش چهارفاکتوره اصلاح شده) و مدل‌های توزیع فراوانی گونه‌ای تیپ‌های گیاهی موجود در منطقه حفاظت‌شده درمیان–سربیشه

Table 2-Range condition (evaluated by modified four factors method) and Species abundance distributions of vegetation types in the Damian-Sarbisheh Protected Area

Range types	Range Condition	Model	X^2	P.value
Artemisia aucheri– Astragalus verus	Good	Log-Series	0.39	0.99
Astragalus verus– Artemisia aucheri	Good	–	-	-
Stipa barbata – Artemisia aucheri	Good	Geometric Series	6.09	0.41
Artemisia aucheri	Moderate	–	-	-
Artemisia aucheri– Petropyrum aucheri	Moderate	Log-Series	6.56	0.47
Eryngium bungei– Astragalus verus	Moderate	–	-	-
Cousinia eryngioides– Eryngium bungei	Poor	Lognormal	2.11	0.14
Lactuca orientalis– Eryngium bungei	Poor	Lognormal	2.67	0.10
Acantholimon scorpinus - Cousinia eryngioides	Poor	Log-Series	0.54	0.99
Hymenocrater calycinus– Cousinia eryngioides	Poor	Broken Stick	1.22	0.88
Stipa barbata– Astragalus verus	Poor	Broken Stick	8.4	0.39

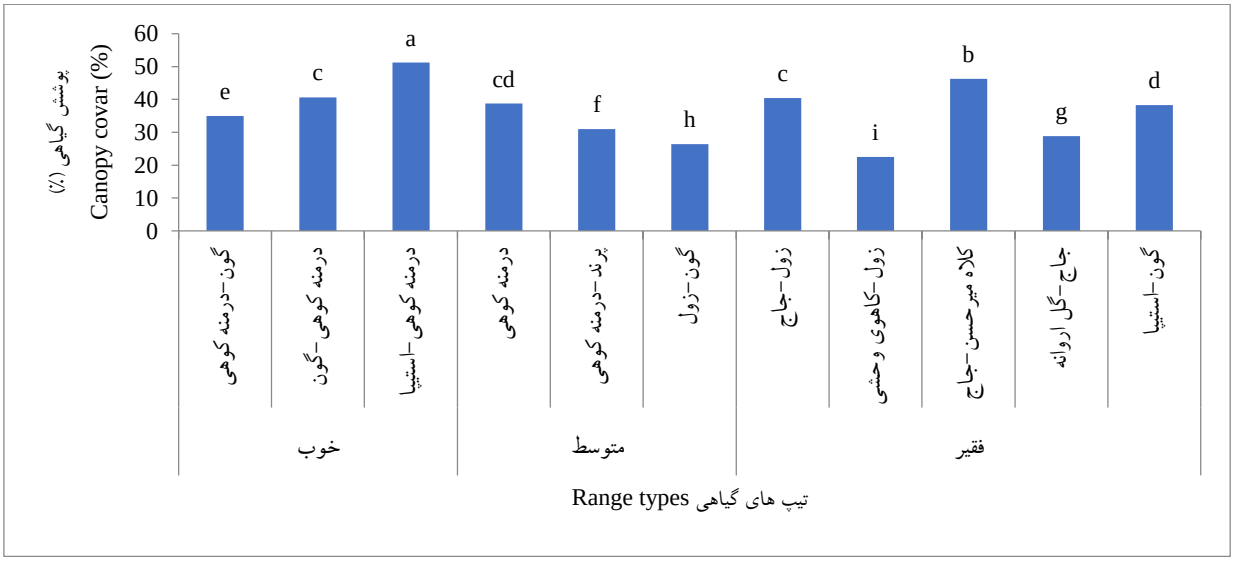
نتایج تحلیل واریانس داده‌ها نشان داد که بین ۱۱ تیپ گیاهی مورد مطالعه از لحاظ خصوصیات پوشش گیاهی شامل درصد پوشش گیاهی، درصد لاشبرگ، تراکم گیاهی و تولید علوفه و شاخص‌های عددی مربوط به تنوع گونه‌ای شامل غنای گونه‌ای، تنوع گونه‌ای، یکنواختی گونه‌ای و غالبیت گونه‌ای در سطح ۰/۰۱ تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد پوشش گیاهی متعلق به تیپ *Artemisia aucheri – Stipa barbata* در وضعیت خوب بود. تیپ *Acantholimon scorpinus - Cousinia eryngioides* و *Cousinia eryngioides– Eryngium bungei* در وضعیت فقیر و در رده‌های بعدی قرار داشتند. کمترین درصد پوشش گیاهی متعلق به تیپ گیاهی *Eryngium bungei–Lactuca orientalis* در وضعیت فقیر بود (شکل ۱). به لحاظ درصد لاشبرگ در سه کلاس وضعیت مرتع، نتایج نشان داد که مرتع با وضعیت خوب، بیشترین درصد لاشبرگ را دارد و با تغییر از وضعیت خوب به سمت وضعیت فقیر، درصد لاشبرگ کاهش معنی‌داری داشت (شکل ۲).

جدول ۳- نتایج تحلیل واریانس اثر رویشگاه بر صفات پوشش گیاهی و تنوع گونه‌ای

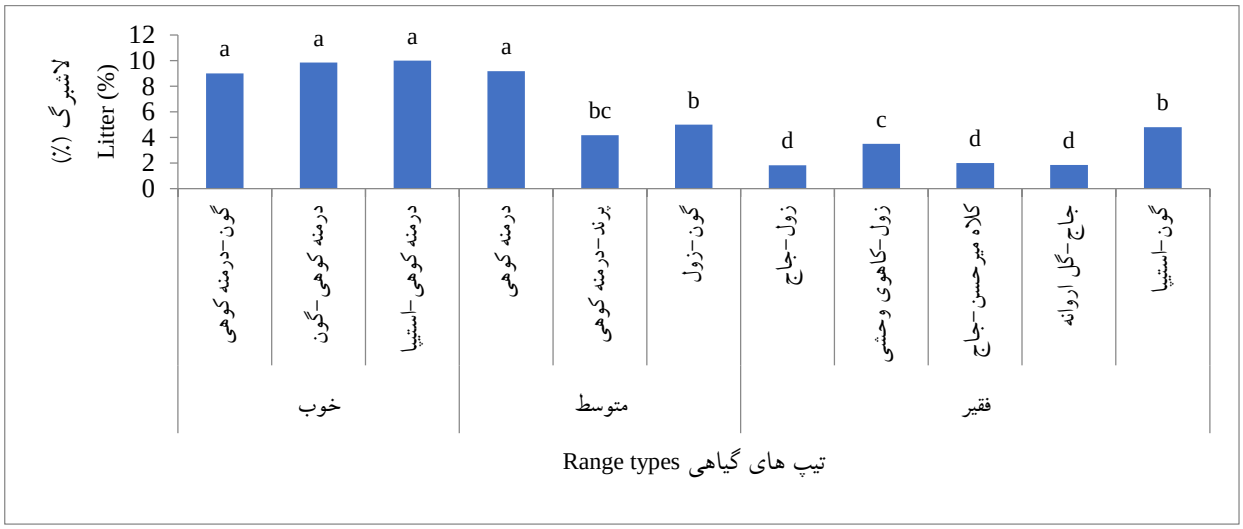
Table 3- Results of analysis of variance of habitat effect on vegetation traits and species diversity

S.O.V	Mean Square							
	Cover	Litter	Density	Production	Richness	Diversity	Evenness	Dominance
Range types	222.9	33.09	31.32	22885	31.32	0.52	0.06	0.048
Error	1.2	0.34	5.48	18.45	5.5	0.056	0.005	0.005
F	186.2	97.06	5.7	1240.1	5.7	9.25	12.20	10.51
P.value	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های درصد پوشش گیاهی در کلاس‌های مختلف وضعیت مرتع ارزیابی شده به روش چهارفاکتوره اصلاح شده

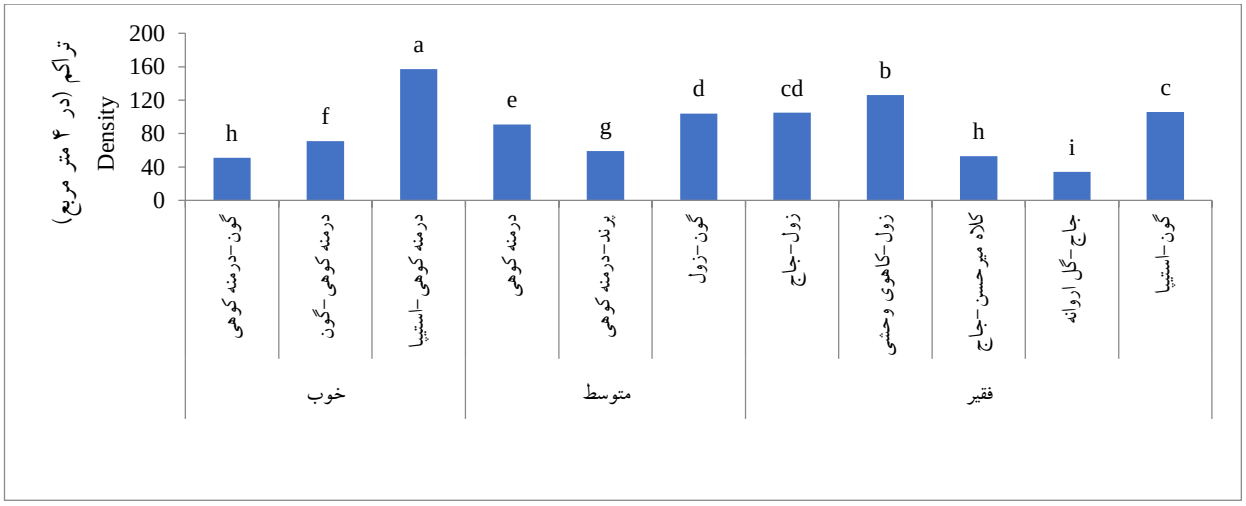
Figure 1- Mean comparison of vegetation cover in different range condition classes (evaluated by modified four factors method)



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های درصد لاشبرگ در کلاس‌های مختلف وضعیت مرتع ارزیابی شده به روش چهارفاکتوره اصلاح شده

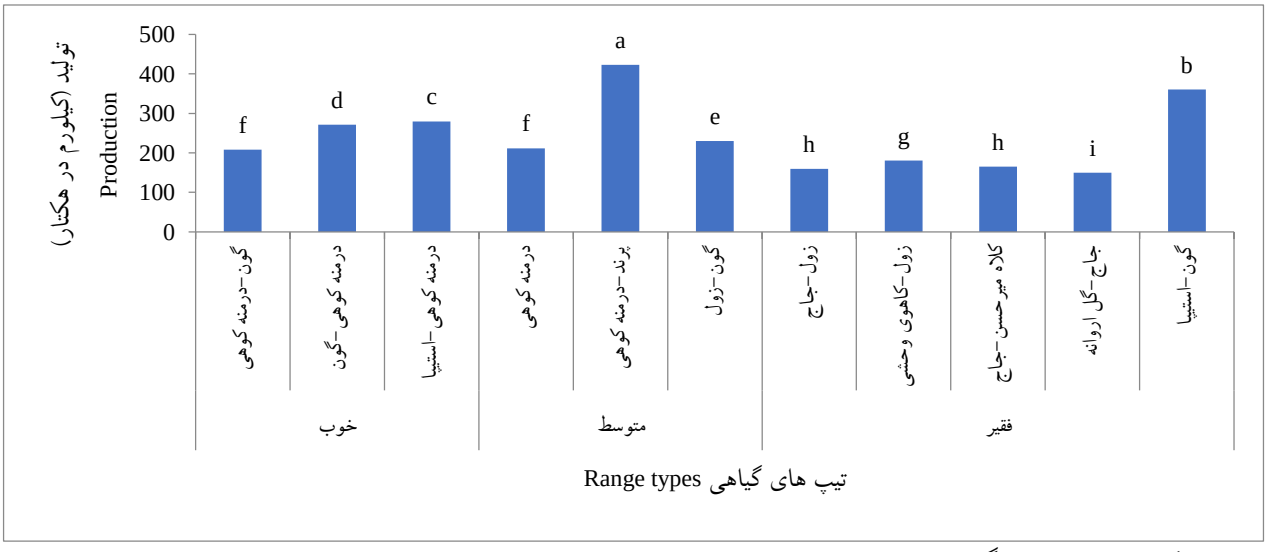
Figure 2- Mean comparison of litter in different range condition classes (evaluated by modified four factors method)

نتایج مقایسه تراکم گیاهی در ۱۱ تیپ گیاهی نشان داد بیشترین تراکم گیاهی متعلق به تیپ *Stipa barbata – Artemisia aucheri* در وضعیت خوب و پس از آن تیپ *Eryngium bungei –Lactuca orientalis* در وضعیت فقیر بود. کمترین تراکم گیاهی متعلق به تیپ *Hymenocrater Cousinia eryngioides– calycinus* در وضعیت فقیر است (شکل ۳). تیپ *Petropyrum –Artemisia aucheri* در وضعیت متوسط و پس از آن *Stipa barbata– Astragalus verus* در وضعیت فقیر بیشترین میزان تولید علوفه را داشتند. سایر تیپ‌های گیاهی وضعیت فقیر، کمترین میزان تولید علوفه را داشتند (شکل ۴).



شکل ۳– مقایسه میانگین‌های تراکم گیاهی در کلاس‌های مختلف وضعیت مرتع ارزیابی شده به روش چهارفاکتوره اصلاح شده

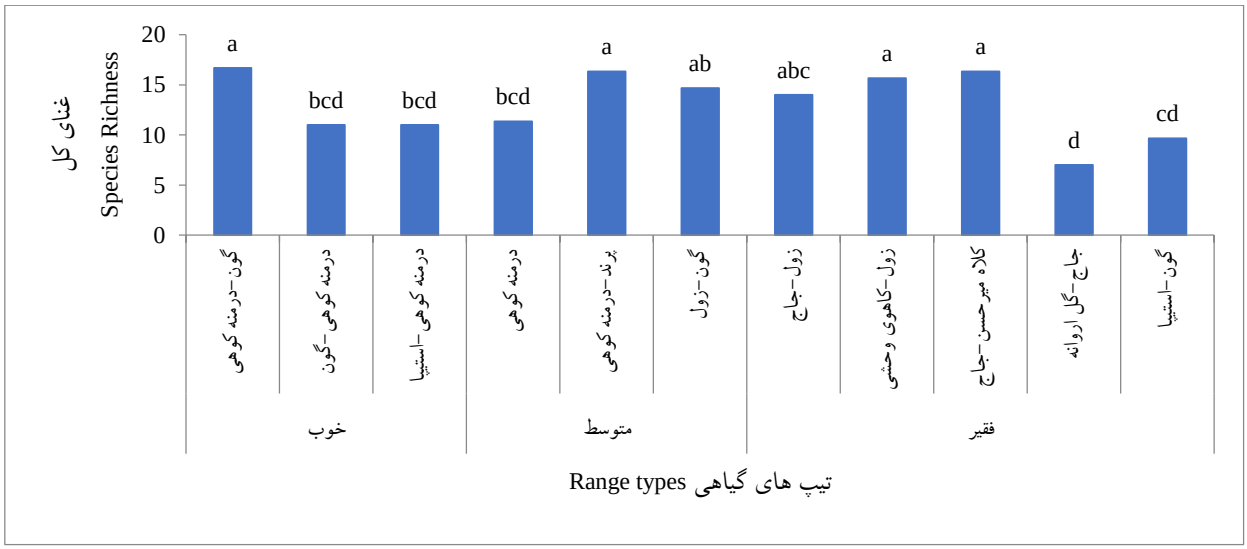
Figure 3- Mean comparison of plant density in different range condition classes (evaluated by modified four factors method)



شکل ۴– مقایسه میانگین‌های تولید در کلاس‌های مختلف وضعیت مرتع ارزیابی شده به روش چهارفاکتوره اصلاح شده

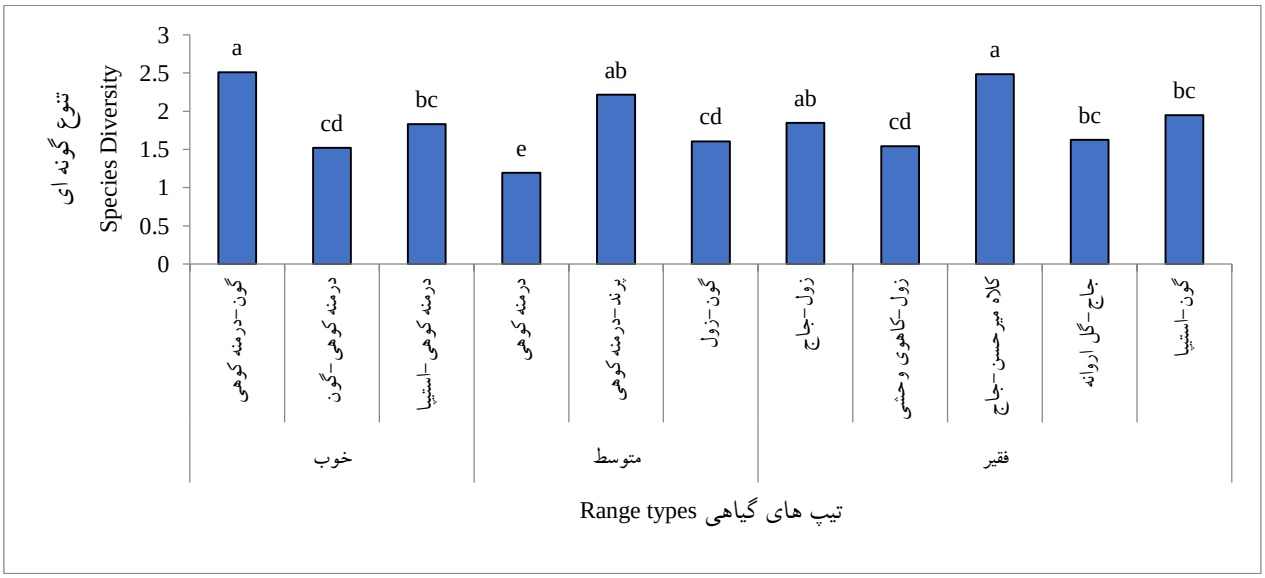
Figure 4- Mean comparison of plant production in different range condition classes (evaluated by modified four factors method)

نتایج نشان داد که در هر سه کلاس وضعیت مرتع حداقل یک تیپ گیاهی وجود داشت که از غنای گونه‌ای بالایی برخوردار بود (شکل ۵). در مورد تنوع گونه‌ای نیز نتیجه مشابهی مشاهده شد. تیپ‌های *Artemisia aucheri*– *Astragalus verus* در وضعیت خوب و *Acantholimon scorpinus* - *Cousinia eryngioides* در وضعیت فقیر از تنوع گونه‌ای بالاتری برخوردار بودند. کمترین میزان شاخص عددی تنوع گونه‌ای شانون– وینر در تیپ *Artemisia aucheri* در وضعیت متوسط است (شکل ۶).



شکل ۵– مقایسه میانگین‌های غنای گونه‌ای در کلاس‌های مختلف وضعیت مرتع ارزیابی شده به روش چهارفاکتوره اصلاح شده

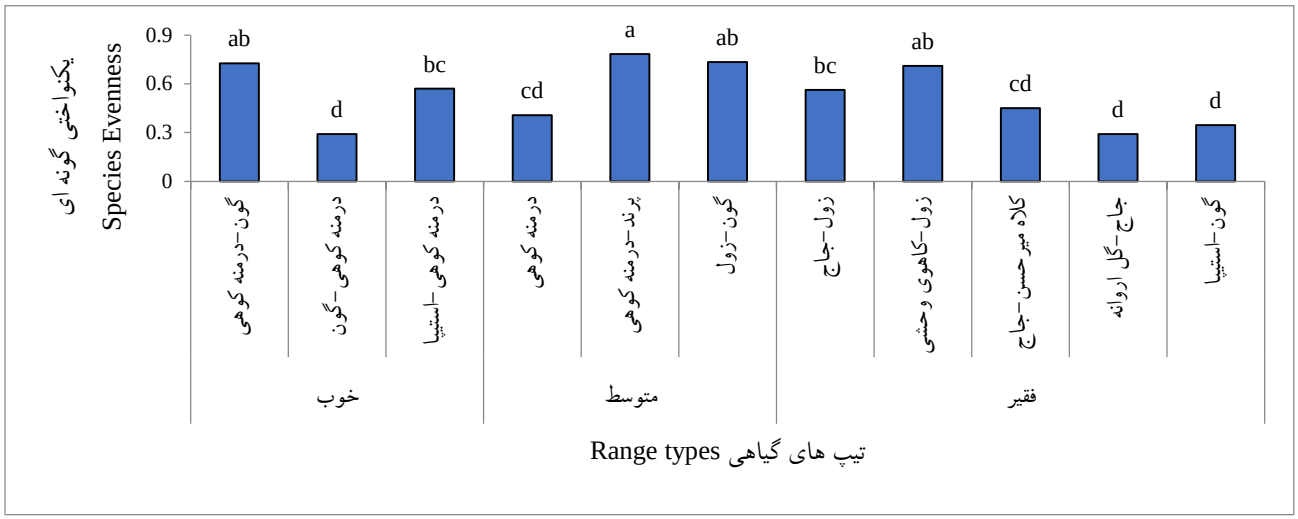
Figure 5-Mean comparison of species richness in different range condition classes (evaluated by modified four factors method)



شکل ۶– مقایسه میانگین‌های شاخص شانون–وینر در کلاس‌های مختلف وضعیت مرتع ارزیابی شده به روش چهارفاکتوره اصلاح شده

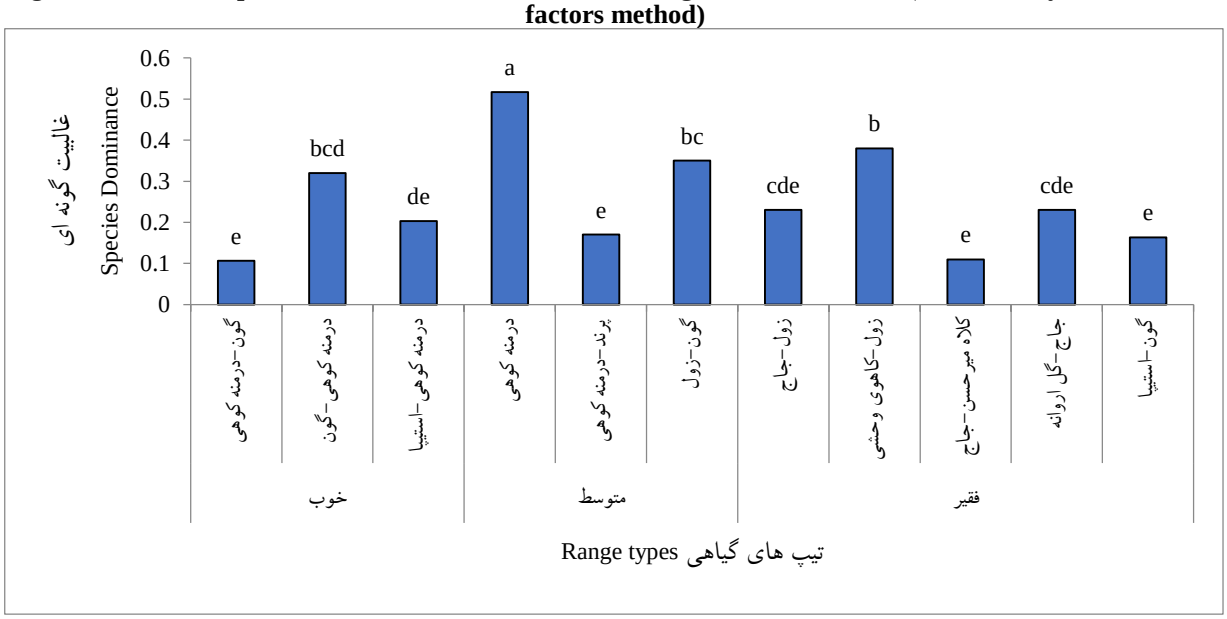
Figure 6- Mean comparison of Shannon index in different range condition classes (evaluated by modified four factors method)

به لحاظ یکنواختی گونه‌ای تیپ *Artemisia aucheri– Petropyrum aucheri* و *Astragalus–Eryngium bungei* در وضعیت متوسط و *Artemisia aucheri– Astragalus verus* در وضعیت خوب و *Lactuca orientalis– Eryngium bungei* در وضعیت فقیر از یکنواختی بالاتری برخوردار بودند. کمترین میزان یکنواختی در تیپ *Astragalus verus– Artemisia aucheri* در وضعیت خوب و *Cousinia eryngioides – Hymenocrater calycinus* و *Astragalus verus –Stipa barbata* در وضعیت فقیر مشاهده شد. مقادیر غالبیت در تیپ *Artemisia aucheri* در وضعیت متوسط بیشترین میزان و در تیپ‌های *Artemisia aucheri– Astragalus verus* در وضعیت خوب و *Acantholimon scorpinus - Cousinia eryngioides* در وضعیت فقیر کمترین میزان بود (شکل‌های ۷ و ۸).



شکل ۷– مقایسه میانگین‌های شاخص پیلو در کلاس‌های مختلف وضعیت مرتع ارزیابی شده به روش چهارفاکتوره اصلاح شده

Figure 7- Mean comparison of Pielou index in different range condition classes (evaluated by modified four factors method)



شکل ۸– مقایسه میانگین‌های شاخص سیمپسون در کلاس‌های مختلف وضعیت مرتع ارزیابی شده به روش چهارفاکتوره اصلاح شده

Figure 8- Mean comparison of Simpson index in different range condition classes (evaluated by modified four factors method)

بحث

نتایج پژوهش بیانگر این است که به‌جز درصد لاشبرگ سایر صفات مورد مطالعه، روند مشخصی در تغییر مرتع از وضعیت خوب به سمت وضعیت فقیر دیده نمی‌شود. به نوعی می‌توان گفت که وضعیت مرتع مستقل از درصد پوشش گیاهی، تولید، تراکم، غنا، تنوع، یکنواختی و غالبیت گونه‌ای است. درصد پوشش گیاهی بالا همواره نشان‌دهنده وضعیت خوب مرتع نیست، زیرا در تیپ‌های گیاهی وضعیت فقیر نیز مقادیر بالای درصد پوشش گیاهی مشاهده شد. اما نتایج نشان داد که درصد پوشش گیاهی کم می‌تواند نشان‌دهنده وضعیت فقیر باشد، زیرا کمترین درصد پوشش گیاهی متعلق به تیپ *Eryngium bungei –Lactuca orientalis* بود که به‌طورکلی دارای گونه‌های مهاجم و خاردار است. اگرچه در روش چهار فاکتوری، درصد لاشبرگ در تعیین وضعیت تعیین‌کننده نیست و فقط به پوشش گیاهی زنده امتیاز داده می‌شود، اما در این پژوهش لاشبرگ، تنها صفتی بود که پس از تعیین وضعیت مرتع، در کلاس‌های مختلف وضعیت مرتع توزیع شده در تیپ‌های گیاهی به خوبی قابل تفکیک بود. به‌طوری‌که تیپ‌های گیاهی با وضعیت خوب از لاشبرگ بالاتر و تیپ‌های با وضعیت فقیر از لاشبرگ کمتری برخوردار بودند. از آنجایی که آثار چرای دام در *تیپ‌های Stipa barbata – Artemisia aucheri* و *Astragalus verus – Artemisia aucheri* مشاهده نمی‌شد، به نظر می‌رسد عدم چرای دام منجر به تجمع لاشبرگ در این تیپ‌های گیاهی شده است. در مورد تراکم گیاهی نیز می‌توان چنین بیان کرد که تراکم گیاهی بالا نشان‌دهنده وضعیت خوب و تراکم گیاهی پایین نشان‌دهنده وضعیت فقیر نیستند، زیرا نتایج این پژوهش نشان داد که تیپ *Astragalus verus –Artemisia aucheri* در وضعیت خوب نسبت به تیپ *Eryngium bungei –Lactuca orientalis* در وضعیت فقیر به مراتب از تراکم گیاهی پایین‌تری برخوردار است.

نتایج نشان داد که وضعیت مرتع در این پژوهش مستقل از تولید علوفه است. بیشترین تولید علوفه متعلق به تیپ *Petropyrum aucheri –Artemisia aucheri* در وضعیت متوسط و بعد *Astragalus verus –Stipa barbata* در وضعیت فقیر بود. پس چنین می‌توان گفت که از روی مقادیر تولید علوفه بالا نمی‌توان به‌طور مستقیم به وضعیت خوب مرتع پی برد. نتایج نشان داد که وضعیت مرتع هیچ ارتباطی با غنا و تنوع گونه‌ای ندارد. Gholi Nejad (۲۰۱۵) نیز در مراتع کردستان به این نتیجه دست یافت که در برآورد غنای گونه‌ای بیشترین مقدار عددی شاخص‌ها به ترتیب متعلق به وضعیت خوب، ضعیف و بعد متوسط است. Rigi و Fakhireh (۲۰۱۳) نیز در مراتع تحت چرای سنگین، غنا و تنوع گونه‌ای بالاتری نسبت به مرتع قرق مشاهده کردند. بنابراین غنا و تنوع گونه‌ای بالا لزوماً نشان‌دهنده وضعیت خوب مرتع نیستند (Eslami *et al.*, 2019). از سه تیپ گیاهی در وضعیت متوسط دو تیپ از یکنواختی گونه‌ای بالاتری برخوردار بودند، ازاین‌رو، چنین می‌توان استنباط کرد که توزیع گونه‌های گیاهی در مرتع با وضعیت متوسط نسبت به مرتع با وضعیت خوب و فقیر، همگن‌تر است. در این پژوهش نشان داده شد که برخی از تیپ‌های گیاهی با وجود درصد تاج پوشش، تولید و تراکم بالا باز هم در وضعیت فقیر هستند. دو احتمال وجود دارد، یا اینکه درصد تاج پوشش و تراکم در تعیین وضعیت مرتع به روش چهار فاکتوری تأثیر اندکی دارد (Cook&Goebel, 1960)، یا اینکه از روی روش چهارفاکتوری، نمی‌توان وضعیت مرتع را به درستی ارزیابی کرد. در روش چهار فاکتوری، از چهار عامل مورد مطالعه سه مورد آن کیفی هستند و در امتیازدهی آن نظرات شخصی دخیل است. تنها، عامل درصد پوشش گیاهی است که به‌صورت کمی بیان می‌شود. نتایج این پژوهش نشان داد که تنوع گونه‌ای هیچ ارتباطی با وضعیت مرتع ندارد، از جنبه مدیریت چرای دام در مرتع، تنوع گونه‌ای زیاد الزاماً دلیل بر وضعیت خوب مراتع نیست، چون تنوع گونه‌ای زیاد در برخی مواقع می‌تواند ناشی از حضور گونه‌های مهاجم باشد که در اثر عوامل طبیعی و انسانی، گونه‌های خوشخوراک و مرغوب از بین رفته و عرصه برای حضور و گسترش گونه‌های مهاجم و بردبار وسیع شده است. بنابراین، در مطالعات مربوط به تنوع گونه‌ای در علم مرتع‌داری، تفکیک گونه‌های مهاجم (نامرغوب) از گونه‌های

مرغوب لازم است تا بدین وسیله از ارائه گزارش‌های گمراه کننده درباره تنوع گونه‌ای رویشگاه‌های مرتعی اجتناب شود (Zeynivand *et al*., 2020). نتایج این پژوهش نشان داد که تنوع گونه‌ای بالا حتی در وضعیت فقیر مرتع نیز مشاهده می‌شود و لزوماً نشان‌دهنده ثبات و پایداری اکوسیستم مرتعی نیست. Zarekia و همکاران (۲۰۱۴) نیز به این نتیجه دست یافتند که در مرتع شیرعلی بگلو در شهرستان ساوه اگرچه وضعیت مرتع فقیر بوده اما بر اثر چرای مداوم دام و با افزایش گونه‌های مهاجم، فراوانی گونه‌ای در این مرتع افزایش یافته، در نتیجه تنوع و غنای گونه‌ای نیز بیشتر شده است. در اینجا نیز دو احتمال وجود دارد، یا اینکه تنوع زیستی با استفاده از شاخص‌های عددی و فرمول به درستی ارزیابی نمی‌شود، یا اینکه در علم مرتع‌داری وضعیت مرتع که به‌طورکلی فقط براساس درصد و ترکیب و تولید گونه‌های مرغوب و خوش‌خوراک از منظر دام ارزیابی می‌شود، وضعیت اکولوژیکی اکوسیستم مرتعی را نشان نمی‌دهد. برخی از محققان انتقاداتی به روش‌های عددی تنوع گونه‌ای دارند (Magurran, 2004) و روش‌های جایگزین مانند مدل‌های توزیع فراوانی گونه‌ای و منحنی‌های تنوع را توصیه می‌کنند (Ejtehadi *et al*., 2009). در این پژوهش نیز نشان داده شد که نمی‌توان از روی مدل‌های توزیع فراوانی گونه‌ای به وضعیت ثبات و پایداری اکوسیستم و تنوع زیستی آن پی برد. زیرا داده‌های فراوانی گونه‌ای تیپ‌های *Cousinia eryngioides– Eryngium bungei* و *Lactuca orientalis– Eryngium bungei* (با وضعیت فقیر) با مدل بیشترین برازش را داشت (یعنی مدل لوگ نرمال) که نشان‌دهنده جوامع با ثبات است. در حالی که واقعیت زمینی مرتع و آثار تخریب، حضور گونه‌های مهاجم و ... نشان‌دهنده مرتع بی‌ثبات و حساس به فرسایش است. همینطور تیپ‌های *Artemisia aucheri– Astragalus verus* و *Stipa barbata – Artemisia aucheri* که از وضعیت خوب برخوردار هستند، از سری لگاریتمی (نشان‌دهنده جوامع ناپایدار) و سری هندسی (نشان‌دهنده جوامع شکننده و حساس به فرسایش) (Ejtehadi *et al*., 2009) تبعیت می‌کنند. شایان ذکر است که چرای دام تنها یکی از خدمات اکوسیستم مرتعی است و جنبه‌های حفاظت آب و خاک، تنوع ژنتیکی، تلطیف هوا و ... نیز از کارکردهای مهم اکوسیستم‌های مرتعی است و ثبات و پایداری اکوسیستم‌های مرتعی را که تضمین‌کننده این کارکردها است شاید نتوان از روی چهار یا شش فاکتور ذکرشده ارزیابی کرد. در ارزیابی سیر تاریخچه مرتع که با بررسی وضعیت مرتع امکان‌پذیر است، عوامل متعددی دخیل هستند که چهار فاکتور حفاظت خاک، پوشش، ترکیب و شادابی گیاهان احتمالاً نتوانند معرف آنها باشند. اگر وضعیت مرتع و ترکیب گیاهی، نشان‌دهنده نحوه مدیریت مرتع است (Moghaddam, 2007)، فقط یکسال خشک کافی است که تمام امتیازات عوامل مزبور را به صفر برساند و مرتع عالی را به بسیار فقیر تبدیل کند. در این مورد Manoochehri و همکاران (۲۰۱۴) خاطرنشان کردند شاخص‌هایی که در روش‌های تعیین وضعیت مرتع مورد ارزیابی قرار می‌گیرند به شدت تحت تأثیر شرایط اقلیمی هستند و به شرایط مدیریتی مربوط نمی‌شوند، ازاین‌رو، نوسان پارامترهای اقلیمی را که منجر به تغییرات در برخی از شاخص‌های تعیین وضعیت مرتع می‌شوند نبایستی به اشتباه به پای تغییرات مدیریتی منظور کرد. در پژوهش‌های متعددی، ارتباط بین افزایش و کاهش پوشش گیاهی و تولید علوفه با شرایط ترسالی و خشکسالی تأیید شده است (Mohammadi Moghaddam *et al*., 2014; Naseri *et al*., 2021; Azarakhshi *et al*., 2015; Mansouri *et al*., 2022).

پژوهش‌های متعددی بیان کرده‌اند که بین تنوع گونه‌ای و تولید ارتباط معناداری وجود دارد (Sanaei *et al*., 2018; Veen *et al*., 2018; Jiang *et al*., 2020; Hossain *et al*., 2022). البته در منابع علمی، لزوماً مفهوم تولید، زی‌توده یا بهره‌وری مترادف با تولید علوفه (رشد سال جاری) نیست. در این پژوهش، ارتباط بین تولید و تنوع کاملاً تأیید نشد و تیپ گیاهی *Petropyrum aucheri –Artemisia aucheri* که بیشترین تولید علوفه را داشت از غنا، تنوع و یکنواختی گونه‌ای بالاتری برخوردار بود و در مقابل تیپ‌های *Acantholimon scorpinus - Cousinia eryngioides* و

Eryngium bungei –*Lactuca orientalis* که غنا و تنوع گونه‌ای بالاتری داشتند، از مقدار تولید کمتری برخوردار بودند. به‌طورکلی می‌توان گفت که وضعیت خوب مرتع، به معنی درست بودن شیوه‌های مدیریتی رایج مرتع نیست و وضعیت فقیر نیز لزوماً نشان‌دهنده غلط بودن شیوه‌های فعلی نیست. برای تفکیک اثر اقلیم و مدیریت، پایش درازمدت اکوسیستم‌های مرتعی کشور و ایجاد قرق‌های تحقیقاتی توصیه می‌شود.

در نهایت، با وجود تمام تلاش‌هایی که تاکنون در تعدیل و اصلاح روش‌های چهار فاکتوری و شش فاکتوری با تطبیق با شرایط اکولوژیک کشور انجام شده است (قابل تقدیر است)، اما باز هم به نظر می‌رسد که نیاز به ارزیابی دوباره دارد.

منابع مورد استفاده

– Adams, D.C., Short, R.E., Pfister, J.A., Peterson, K.R., and Hudson, D.B., 1995. New concepts for assessment of rangeland condition. Journal of Range Management, 48(3), 271-282. url: http://hdl.handle.net/10150/644429
– Arzani, H., Abdollahi, J., farahpour, M., Azimi, M., Jafari, A. and Moalemi, M., 2019. Investigation on range condition trend during five years period in Yazd province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 12(3):263-286. doi: 10.22092/ijrdr.2019.119613. (In Persian).
– Arzani, H. and Abedi, M., 2015. Rangeland assessment: vegetation measurement. University of Tehran Press, 304p (In Persian).
– Azarakhshi, M., Mahdavi, M., Ahmadi, H., Arzani, H., and Farzadmehr, J. 2015. Investigation of the role of temporal distribution of precipitation on forage production value of the rangeland. Journal of Range and Watershed Management, 68(4): 885-899. doi: 10.22059/jrwm.2015.56970. (In Persian)
– Azarnivand, H. and Zare Chahoki, M. A., 2012. Range Improvement. University of Tehran Press. Tehran, Iran. 354 p (In Persian).
– Brown, J.R., 2010. Ecological Sites: Their History, Status, and Future. Rangelands, 32(6): 5-8. doi: 10.2111/RANGELANDS-D-10-00089.1
– Dyksterhuis, E. J., 1949. Condition and management of rangeland based on quantitative ecology. Journal of Range Management 2:104-115. oai:repository.arizona.edu:10150/648220.
– Dyksterhuis, E. J., 1985. Follow-up on range sites and condition classes as based on quantitative ecology. Rangelands, 7(4): 172-173. url: http://hdl.handle.net/10150/638591
– Ejtehadi, H., Sepehri, A. and Akafi, H.R., 2009. Biodiversity measurement methods. Ferdowsi University Press, Mashhad, 228p (In Persian).
– Eslami, H., Motamedi (Torkan), J., Nazarnejad, H., and Sheidaye Karkaj, E., 2019. Investigating the relationship between range condition of plant types and species diversity. Iranian Journal of Range and Desert Research, 26(3):613-628. doi: 10.22092/ijrdr.2019.120003. (In Persian).
– Gholi Nejad, B., 2015. Assessment of plant diversity variation in different condition in Mouchesh rangelands of Kurdistan province, Iran. Iranian Journal of Range and Desert Research, 22(2): 298-307. doi: 10.22092/ijrdr.2015.101654. (In Persian).
– Goebel, C. J., and Cook, W. C., 1960. Effect of range condition on plant vigor, production, and nutritive value of forage. Journal of Range Management, 13(6): 307-313. doi:10.2307/3894056.
– Hossain, M. L., Li, J., Hoffmann, S. and Beierkuhnlein, C., 2022. Biodiversity showed positive effects on resistance but mixed effects on resilience to climatic extremes in a long-term grassland experiment. Science of the Total Environment. 25; 827:154322. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.154322.
– Jiang, K., Tan, Z., He, Q., Wang, L., Zhao, Y., Sun, X., Hou, W., Long, W. and Zhang, H., 2020. Strong positively diversity-productivity relationships in the natural sub-alpine meadow communities across time are up to superior performers. Scientific Reports, 10(1):13353. doi:10.1038/s41598-020-70402-6
– Krebs, C.J., 2014. Ecological Methodology, 3rd ed. Benjamin/Cummings. 745p. url: https://www.zoology.ubc.ca/~krebs/books.html
– Magurran, A. E., 2004. Ecological diversity and its measurement. By Princeton University Press, New Jersey. 179p. doi: 10.1007/978-94-015-7358-0.
– Manoochehri, E., Bashari, H., Bassiri, M., and Saeedfar, M., 2014. Evaluating the performance of six range condition assessment approaches in semi-steppe rangelands of Central Zagros. Journal of Rangeland, 7(4):344-355. (In Persian). http://rangelandsrm.ir/article-1-241-en.html
– Mansouri, Z., Arzani, H., Moghaddamnia, A., Motamedi, J., and Khalighi Sigaroudi, S. 2022. Evaluation of meteorological factors in estimating forage production in steppe and semi-steppe rangelands of Iran. Journal of Rangeland Science, 12(1), 63-76. doi: 10.30495/rs.2022.681732
– Moetamedi, J. and Toupchizadegan, S., 2016.

Persian)
- Rostampour, M., Mashgani, M. and Akbari, H., 2019. A Study of Floristic, Functional, and Relative Diversity of Plant Families in Darmian and Sarbisheh Protected Area. Taxonomy and Biosystematics, 11(39): 75-96. doi: 10.22108/tbj.2020.119935.1101. (In Persian)
- Sanaei, A., Ali, A. and Zare Chahouki, M.A., 2018. The positive relationships between plant coverage, species richness, and aboveground biomass are ubiquitous across plant growth forms in semi-steppe rangelands. Journal of Environmental Management, 205:308-318. doi: 10.1016/j.jenvman.2017.09.079.
- Sayre, N.F., 2017. The Politics of Scale, a History of Rangeland Science. University of Chicago Press, Chicago, 288p. url: https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/P/bo16762107.html
- Shannon, C.E. and Weaver, W., 1949. The Mathematical Theory of Communication. Urbana, IL: The University of Illinois Press, 1-117.
- Simpson, E.H., 1949. Measurement of Diversity. Nature, 163: 688-702. doi: 10.1038/163688a0.
- Stevens, C. J., 2018. Recent advances in understanding grasslands. 7(F1000 Faculty Rev):1363 .doi: 10.12688/f1000research.15050.1.
- Toranjzar, H., Abedi, M., Ahmadi, A. and Ahmadi, Z. 2009. Assessment of rangeland condition (health) in Meyghan desert of Arak. Journal of Rangeland, 3 (2):259-271. dor: 20.1001.1.20080891.1393.8.3.6.6. (In Persian)
- Veen, G. F., van der Putten, W. H. and Bezemer, T. M., 2018. Biodiversity-ecosystem functioning relationships in a long-term non-weeded field experiment. Ecology, 99(8):1836-1846 doi:10.1002/ecy.2400.
- Zeynivand, R., Ajorlo, M. and Ariapour, A., 2020. The Effect of grazing intensity livestock on Invader's species plant diversity in Kabirkuh foot (Slope) dareshar town. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 32(4): 776-787. dor: 20.1001.1.23832592.1398.32.4.3.2 .(In Persian).

Allowable use of plant types in mountainous rangelands of Hendovan in West Azerbayjan. Iranian Journal of Range and Desert Research, 23(3):527-542. doi: 10.22092/ijrdr.2016.107610. (In Persian).
- Moghaddam, M.R., 2007. Range and range management. 4th ed. University of Tehran Press, Tehran, 470 p (In Persian).
- Mohammadi Moghaddam, S., Mosaedi, A, Jangju, M., and Mesdaghi, M., 2014. Modeling plants yield based on climatic factors and drought indices in selected sites of the provinces of Markazi and Qom in Iran. Water and Soil, 27(6):1190-1206. doi: 10.22067/jsw.v0i0.21057. (In Persian)
- Moshgani, M. and Rostampour, M., 2019. The survey of population dynamics of wild sheep in Darmian and Sarbisheh protected area and wild got in Shaskouh Protected Area, South Khorasan. Final report. Environmental Protection Agency of South Khorasan (in Persian).
- Naseri, S., Arastoo, B. and Parvaneh, T., 2021. Influence of climatic factors on forage production and Vegetation Cover of Iran's Upland Rangeland (Jashloobar Rangeland, Semnan Province). Journal of Rangeland Science, 11(4), 386-401.dor: 20.1001.1.20089996.2021.11.4.3.1
- Parker, K. W., 1954. Application of ecology in the determination of range condition and trend. Journal of Range Management, 7(1):14-23.doi: 10.2307/3894620
- Pielou, E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theoretical Biology, 13: 131-144. doi: 10.1016/0022-5193(66)90013-0.
- R Core Team, 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.
- Rigi, M. and Fakhireh, A., 2013. Study of grazing intensities on plant species richness and diversity indices for preserving the ecosystems of Taftan’s rangelands. Journal of Plant Ecosystem Conservation; 1(3):105-118. url: http://pec.gonbad.ac.ir/article-1-73-en.html. (In