Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891

Online ISSN: 2676-5039

The Role of nurse plants in moderating climatic impacts and livestock grazing in semi-arid, steppe, and semi-steppe regions

Zeinab Mirshekari[1], Esmaeil Asadi Broujeni*[2], Pejman Tahmasbi[3]

[1.] PhD in Rangeland Science and Engineering, Department of Rangeland and Watershed, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

[2.] Corresponding Author; Associate Prof., Department of Rangeland and Watershed, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran. E-mail: asadi-es@sku.ac.ir

[3.] Associate Prof., Department of Rangeland and Watershed, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

2025; Vol 19, Issue 3

Article history:
Received: 14.05.2025
Revised: 21.07.2025
Accepted: 22.07.2025

Keywords:
Facilitation,
Species Diversity,
Livestock Grazing,
Biological Relationships,
Nurse Species.

Abstract

Introduction and Objective: Understanding the interactions among plants and their influence on the survival of rangeland species is critical for sustainable management and biodiversity conservation in rangeland ecosystems. This study investigated the role of nurse species in sustaining species diversity under varying grazing intensities and climatic conditions. Research was conducted across four climatic regions -Sangsefid (semi-desert), Mouteh (steppe), and Tangsayad and Sabzkouh (semi-steppe)- in the provinces of Isfahan and Chaharmahal and Bakhtiari, to assess the combined effects of livestock grazing and climate on the performance of nurse plants.

Methodology: Within each climatic region, seven sites representing heavy and light grazing intensities were selected. At each site, three 30 m² macroplots were established, each containing four 2 m² microplots: three with nurse species and one control plot in comparable areas lacking nurse species. Nurse species were chosen based on at least one of the following criteria: (1) creating favorable microclimates, (2) possessing effective physical structures, or (3) adapting to harsh environmental conditions. Species diversity indices -including Shannon diversity, Simpson diversity, species richness, Shannon evenness, and Simpson evenness- were calculated. A Repeated Measures test was applied to evaluate differences across climates, grazing intensities, and their interactions. Principal Component Analysis (PCA) was used to assess changes in species diversity and to identify patterns between paired plots. Subsequently, a biological relationship index was calculated for the diversity metrics.

Results: Nurse plants consistently enhanced species richness across all climatic regions through their facilitative effects. However, system responses to high grazing pressure varied by climate: in semi-desert (Sangsefid) and semi-steppe (Sabzkouh) regions, heavy grazing reduced facilitation, whereas in steppe (Mouteh) and semi-steppe (Tangsayad) regions, facilitation was strengthened. In drier climates (semi-desert and steppe), nurse plants decreased diversity and evenness due to competitive interactions, though this competitive effect diminished under high grazing stress. Conversely, in wetter climates (semi-steppe), nurse plants increased species

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

diversity and evenness by amplifying their facilitative role under heavy grazing conditions.

Conclusion: Effective rangeland management must account for the specific climatic context and grazing patterns of each region. The findings demonstrate that the influence of nurse species -and the success of other management interventions- is strongly shaped by these two factors. Consequently, management strategies should remain flexible and grounded in careful local assessments to sustain and enhance rangeland biodiversity.

Cite this article: Mirshekari, Z., E. Asadi Broujeni, P. Tahmasbi, 2025. The role of nurse plants in moderating climatic impacts and livestock grazing in semi-arid, steppe, and semi-steppe regions. Journal of Rangeland, 19(3): 333-353.

© The Author(s).
DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3
Publisher: Iranian Society for Range Management

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

مـــرتـــع

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸

شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

نقش گونه‌های پرستار در تعدیل اثرات اقلیمی و چرای دام در مناطق نیمه‌بیابانی، استپی و نیمه‌استپی

زینب میرشکاری[۱]، اسماعیل اسدی بروجنی*[۲]، پژمان طهماسبی[۳]

۱. دکتری علوم و مهندسی مرتع، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. رایان نامه: asadi-es@sku.ac.ir

۳. دانشیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل – پژوهشی

۱۴۰۴؛ جلد ۱۹، شماره ۳

تاریخ دریافت ۱۴۰۴/۰۲/۲۴
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۴/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۳۱

واژه‌های کلیدی:
تسهیل،
تنوع گونه‌ای،
چرای دام،
روابط زیستی،
گونه پرستار.

چکیده

سابقه و هدف: درک روابط متقابل بین گیاهان و تاثیر آن بر بقای گونه‌های مرتعی، نقش حیاتی در مدیریت پایدار و حفظ تنوع‌زیستی در اکوسیستم‌های مرتعی ایفا می‌کند. این پژوهش با هدف بررسی نقش گونه‌های پرستار در حفظ تنوع گونه‌ای تحت‌تاثیر سطوح مختلف چرا و شرایط اقلیمی متفاوت انجام شد. مطالعه حاضر در چهار منطقه اقلیمی (سنگ‌سفید: نیمه‌بیابانی، موته: استپی، تنگ‌صیاد و سبزکوه: نیمه‌استپی) استان‌های اصفهان و چهارمحال و بختیاری اجرا گردید تا تاثیر چرای دام و اقلیم را بر عملکرد گیاهان پرستار ارزیابی کند.

مواد و روش: در هر منطقه اقلیمی، هفت سایت با سطوح چرای شدید و سبک انتخاب شد. در هر سایت، سه ماکروپلات ۳۰ مترمربعی و در هر ماکروپلات چهار میکروپلات ۲ مترمربعی شامل سه پلات با گونه پرستار و یک پلات شاهد (مناطق مشابه فاقد گونه پرستار) مستقر گردید. گونه‌های پرستار بر مبنای حداقل یکی از معیارهای ایجاد میکروکلیمای مناسب، دارا بودن ساختار فیزیکی موثر یا سازگاری با شرایط محیطی سخت انتخاب شدند. شاخص‌های تنوع گونه‌ای شامل تنوع شانون، تنوع سیمپسون، غنای گونه‌ای، یکنواختی شانون و یکنواختی سیمپسون محاسبه شد. جهت بررسی تفاوت‌ها در اقلیم‌ها، شدت چراها و اثرات ترکیبی آنها بر شاخص‌ها از آزمون Repeated Measure و جهت بررسی تغییرات در تنوع گونه‌ای و شناسایی الگوهای تغییرات بین دو پلات زوجی، از تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA) استفاده گردید. سپس شاخص روابط زیستی برای شاخص‌ها محاسبه شد.

نتایج: نتایج نشان داد که گیاهان پرستار با اثر تسهیل‌کنندگی، غنای گونه‌ای را در تمامی اقلیم‌های مورد مطالعه افزایش می‌دهند. با این حال، پاسخ این سیستم به تنش چرای بالا وابسته به نوع اقلیم بود: در اقلیم‌های نیمه‌بیابانی (سنگ‌سفید) و نیمه‌استپی (سبزکوه)، شدت چرای بالا اثر تسهیل‌کنندگی را کاهش داد، در حالی‌که در اقلیم‌های استپی (موته) و نیمه‌استپی (تنگ‌صیاد) این اثر تقویت شد. همچنین مشاهده شد که در اقلیم‌های خشک‌تر (نیمه‌بیابانی و استپی)، گیاهان پرستار با ایجاد رقابت باعث کاهش تنوع و یکنواختی شدند، اما این اثر رقابتی تحت تنش چرای بالا کاهش یافت. در مقابل، در اقلیم‌های مرطوب‌تر (نیمه‌استپی)، گیاهان پرستار با تقویت اثر تسهیل‌کنندگی خود در شرایط چرای بالا، تنوع گونه‌ای و یکنواختی اکوسیستم را افزایش می‌دهند.

نتیجه‌گیری: مدیریت مراتع باید بر اساس شرایط اقلیمی خاص هر منطقه و الگوی چرای دام طراحی شود. این پژوهش نشان می‌دهد که اثر گونه‌های پرستار و سایر اقدامات مدیریتی به شدت تحت‌تاثیر این دو فاکتور است. بنابراین، برنامه‌ریزی باید انعطاف‌پذیر و مبتنی بر ارزیابی دقیق شرایط محلی باشد تا بتوان به حفظ و بهبود تنوع زیستی مراتع دست یافت.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

استناد: میرشکاری، ز.، ا. اسدی بروجنی، پ. طهماسبی، ۲۰۲۵. نقش گونه‌های پرستار در تعدیل اثرات اقلیمی و چرای دام در مناطق نیمه‌بیابانی، استپی و نیمه‌استپی. مرتع، ۱۹(۲): ۳۳۳-۳۵۳.

DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران

© نویسندگان

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

مقدمه

روابط متقابل بین گیاهان نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌دهی به ساختار و ترکیب جوامع گیاهی طبیعی ایفا می‌کند (۳۳). این روابط معمولا شامل تاثیرات منفی (رقابت و آللوپاتی) و تاثیرات مثبت (تسهیل) هستند (۱۳). هنگامی که گیاهان به یکدیگر نزدیک می‌شوند در صورت غلبه اثرات منفی، این تعامل منجر به رقابت یا تداخل می‌شود (۴) که عبارتست از تمایل گیاهان همسایه، برای استفاده از منابع غذایی مشترک مانند نور، عناصر معدنی، آب و همچنین رقابت بر سر مکان (فضا) (۵۸ و ۲۴). در این حالت، یک گیاه بر بقا، رشد یا تولیدمثل گونه دیگر اثر منفی می‌گذارد (۴۷) و حتی امکان دارد باعث حذف کامل گونه از رویشگاه شود (۴۹). همچنین آللوپاتی تعامل بیوشیمیایی بین گیاهان است که در آن یک گیاه با رهاسازی متابولیت‌های ثانویه خود بر گیاهان همسایه اثر منفی می‌گذارد (۵۱). در مقابل، گیاهان مجاور ممکن است تأثیر مثبتی بر یکدیگر داشته باشند که به آن تسهیل گفته می‌شود (۴). یکی از فرایندهای تسهیل، فرضیه گیاه پرستار است که معمولاً اشاره به نوع گیاهان خاصی از قبیل گیاهان چندساله مانند بوته‌ها، درختچه‌ها و گیاهان بالشتکی دارد (۱۰). این گیاهان می‌توانند به عنوان مهندسین اکوسیستم عمل کرده و با بهبود شرایط زیستگاه، به استقرار، رشد، بقا و تکثیر گونه‌های مختلف گیاهی کمک کنند (۱۶) که این امر می‌تواند منجر به افزایش تنوع گونه‌ای شود (۲۵).

تا دهه ۱۹۹۰، مهمترین عامل اثرگذار بر ساختار جوامع گیاهی رقابت شناخته شده بود که با توجه به اهمیت آن بسیاری از تئوری‌های اکولوژیکی توجیه و تفسیر می‌شدند (۲۴ و ۵۹). اما در این دهه مدل‌های مفهومی متفاوتی توسعه یافتند که پیش‌بینی می‌کردند که فرآیندهای رقابت و تسهیل، هر دو به صورت همزمان در یک جامعه حضور دارند (۹، ۲۹ و ۱۴). علاوه بر این، تعاملات دیگری نیز بین گیاهان وجود دارد؛ از جمله زندگی انگلی که در آن انگل با استفاده از میزبان به زندگی ادامه می‌دهد و همسفرگی که در آن یک گونه از میزبان به عنوان تکیه‌گاه استفاده می‌کند، بدون آنکه تاثیر مثبت یا منفی بر آن بگذارد (۴۴).

تنوع گونه‌ای نقش بسیار مهمی در ساختار و عملکرد اکوسیستم دارد (۳۶ و ۳۱) زیرا در جوامع با تنوع بالاتر، در صورت حذف یک یا چند گونه بر اثر تغییرات محیطی، گونه‌های مشابه از نظر عملکردی جایگزین آن‌ها می‌شوند. این امر منجر به حفظ عملکرد در طول زمان شده و در نتیجه پایداری اکوسیستم را تامین می‌کند (۵۵). این تنوع متشکل از دو مولفه غنا و یکنواختی است. غنا، به تعداد گونه‌های مختلف در یک جامعه و یکنواختی به سهم حضور یکسان گونه‌های مختلف در جامعه اشاره دارد (۴۲). به طور کلی در اکوسیستمی که گونه‌ها دارای تعداد افراد (وفور) برابر باشند یکنواختی گونه‌ای بالا و اکوسیستمی که شامل چند گونه غالب (وفور زیاد) و سایر گونه‌ها با وفور کم باشد از یکنواختی گونه‌ای پایینتری برخوردار است (۲۶). هر چه توزیع گونه‌ها یکنواخت‌تر باشد (تعداد افراد یا وفور گونه‌ها یکسان باشد) میزان پایداری و ثبات بیشتر بوده در نتیجه تنوع زیستی بیشتر خواهد بود (۵). در اکوسیستم‌های خشک، یکنواختی معمولا پایین است، زیرا منابع محدود (آب و خاک) منجر به غلبه گونه‌های مقاوم می‌شود (۵۲).

در اکثر سیستم‌های مرتعی، چرا و بارش از مهمترین عوامل تعیین‌کننده تنوع گونه‌ها و عملکرد اکوسیستم هستند (۶۵، ۲۸ و ۱). چرای دام می‌تواند تعاملات گیاهی، تنوع و ساختار جامعه را تحت تاثیر قرار دهد و این امر ناشی از رابطه دوطرفه بین گیاه و دام است. در این رابطه، گیاهان مکانیسم‌هایی را برای جلوگیری یا کاهش از دسترسی دام‌ها به خود ایجاد می‌کنند که به دو دسته موانع داخلی (تغییرات در مورفولوژی و اندازه گیاه، تغییرات زمانی در فنولوژی گیاه، تغییرات در مزه و بو و تغییرات شیمیایی در ویژگی‌های آللوپاتی و خوشخوراکی) و موانع خارجی (سیستم دفاعی فیزیکی مانند خار، تاج‌پوشش گسترده، آزادسازی مواد غیرساختاری مانند توکسین‌ها) تقسیم می‌شوند، در این شرایط این گیاهان می‌توانند گیاهان زیراشکوب را از چرا شدن محافظت کنند (۳۵، ۴۱ و ۱۲). از طرف دیگر، گیاهان به دلیل نوسانات محیطی اغلب با کمبود آب مواجه می‌شوند (۶۰) که در این صورت گیاهان تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند. در این شرایط، گیاهان پرستار با ایجاد تاج پوشش گسترده، اثرات تنش را به طور چشمگیری کاهش می‌دهند. این گیاهان از طریق کاهش تبخیر و تعدیل دمای خاک و

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

هوا، افزایش رطوبت زیراشکوب خود و حفظ بقای نهال‌ها در دوره‌های خشکی به عنوان پناهگاه‌های حیاتی برای گونه‌های حساس عمل می‌کنند (۳ و ۲۰).

افزایش سطح تنش مانند چرای دام و خشکی موجب تغییر تعاملات بین گیاهان از حالت منفی (رقابت) به مثبت (تسهیل) می‌شود (۲۹ و ۱۴). این نظریه به عنوان فرضیه گرادیان تنش Stress-gradient hypothesis (SGH) شناخته می‌شود که بیان می‌کند در محیط‌های پربارتر تعاملات رقابتی رایج است، در حالی‌که با افزایش تنش‌ها و اختلالات محیطی (کاهش دسترسی به مواد مغذی یا در دسترس بودن آب، دمای بسیار پایین و فشار زیاد مصرف‌کننده)، رقابت جای خود را به تسهیل می‌دهد (۲۷، ۹ و ۶). با این حال برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهند که تحت تنش‌ها، روابط غیرخطی انتظار می‌رود؛ به این معنی که تسهیل بین گونه‌های گیاهی ممکن است در انتهای گرادیان تنش کاهش یابد (۳۵ و ۳۷) و حتی در مکان‌ها یا دوره‌هایی با بارندگی بسیار کم به رقابت تغییر کند (۱۱، ۵۰ و ۴).

اسپینوسا و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای تاثیر ترکیبی اقلیم (دما و بارش متاثر از ارتفاع) و فشار چرای دام را بر اثر پرستاری در جوامع خشکی‌پسند بوته‌ای در اکوادور مورد بررسی قرار دادند، یافته‌های آنها نشان داد که گونه *Croton wagner* موجب افزایش ۱/۵ برابری غنای گونه‌ای و ۵ برابری پوشش گیاهی در زیراشکوب می‌گردد. در مناطق بدون چرا، اثرات مثبت پرستاری با افزایش ارتفاع کاهش یافته و در ارتفاعات بالا به رقابت تبدیل می‌شود، حال آنکه در مناطق تحت چرا، اثرات پرستاری در تمام سطوح ارتفاعی مثبت باقی مانده و نقش حفاظتی خود را حفظ می‌کند. در مطالعه دیگری ورویجمرن و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی تأثیر ترکیبی تنش چرای دام و خشکسالی بر روابط گیاهان پرستار (*Artemisia herba-alba*) و ذینفع (*Anthyllis cytisoides*) در منطقه‌ای نیمه‌خشک در جنوب شرقی اسپانیا پرداختند نتایج نشان داد که گونه پرستار در مناطق بدون چرا پیش از خشکسالی اثر خنثی (نه مثبت و نه منفی) داشت، اما بعد از خشکسالی برای نهال‌ها مضر شد. اثرات این گیاه در چرای کم بز مثبت، در چرای شدید بز همراه با خشکسالی کاملا تضعیف شد (منفی) و در چرای خرگوش قبل از خشکسالی مفید بود اما بعد از خشکسالی به حالت خنثی تغییر کرد. لیان کورت و همکاران (۲۰۱۷) اثر گونه بالشتکی *Caragana versicolor* را بر غنای گونه‌ای در سه منطقه اقلیمی آلپی، استپی و بیابانی در شمال غربی هند مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که غنای گونه‌ای زیراشکوب این گیاه، در کمربند آلپی بیشترین میزان را دارد. به طوری‌که در ارتفاعات بالا (مناطق آلپی) تعاملات تسهیل مشهود است اما در ارتفاعات پایین (بیابانی) تسهیل کاهش می‌یابد و رقابت جایگزین آن می‌شود دلیل آن کاهش اثر مثبت گیاه پرستار با افزایش تنش (افزایش دما و خشکسالی) است. در تحقیقی دیگر، محمدآبادی و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی اثر تسهیل بوته‌های مرتعی (*Astragalus chrysostachys Boiss.*) و (*Artemisia kopetdaghensis* (Poljakov) Y.R.Ling) بر تنوع گونه‌ای گیاهی در گرادیان چرای دام در مراتع بهارکیش قوچان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که شاخص‌های تنوع گونه‌ای با افزایش شدت چرا در زیراشکوب و فضای باز کاهش یافت، اما تنوع و غنای زیراشکوب همواره بیشتر از فضای باز بود. در اغلب شدت‌های چرا، تنوع زیراشکوب درمنه بیشتر از گون بود، اما تحت چرای بسیار شدید، اثر حفاظتی درمنه به شدت کاهش یافت و اثر تسهیل گون پایدار ماند. در تحقیقی دیگر، پاراجولی و همکاران (۲۰۲۱) اثر تسهیل گونه *Berberis angulosa* بر تنوع گیاهی در هیمالیا را مورد ارزیابی قرار دادند، نتایج آن‌ها نشان داد غنای گونه‌ای در زیراشکوب گونه به طور قابل توجهی بیشتر از فضای باز بود و تسهیل این گونه باعث افزایش تنوع گیاهی بدون در نظر گرفتن فصل و ارتفاع می‌شود. با این حال، اختلافات بیشتر در غنای گونه‌ای در طول فصل خشک و ارتفاع زیاد، نشان‌دهنده افزایش شدت تسهیل در شرایط تنش‌زا است. رحمانیان و همکاران (۲۰۲۱) به تحلیل اثرات خشکی و چرای دام بر رابطه بین *Artemisia kopetdaghensis* و گیاهان زیراشکوب در شمال شرقی ایران پرداختند، نتایج نشان داد که این گونه بیشترین اثر تسهیلگری را در شرایط تنش شدید (خشکی بالا و چرای شدید) داشته است و در شرایط با تنش کم (خشکی کم و چرای سبک) تعاملات به رقابت تبدیل شده است. همچنین، یاری و همکاران (۲۰۲۴) به بررسی تاثیر تسهیل گونه‌های *Astragalus gossipinus* و *Acantholimon*

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

raddeanum Czerniak بر تنوع گونه‌ای مراتع بهارکیش خراسان رضوی پرداختند. نتایج نشان داد شاخص غنای گونه‌ای و تراکم گیاهی در هر سه عرصه با مدیریت‌های مختلف، در زیر تاج پوشش گونه‌های پرستار نسبت به فضای باز بیشتر بود. بیشترین مقادیر در زیر تاج پوشش گونه گون کتیرا و در مکان‌های با مدیریت قرق+کپه‌کاری و کمترین در فضای باز و چرای شدید دام در کلاه میرحسن مشاهده شد. همچنین، شاخص‌های تنوع گونه‌ای در زیر تاج پوشش به‌طور معنی‌داری بالاتر بود و گون کتیرا نقش حمایتی قویتری نسبت به کلاه میرحسن داشت. مقایسه سه سایت نشان داد که چرای شدید دام تنوع گونه‌ای را کاهش می‌دهد، در حالی‌که بین قرق و قرق+کپه‌کاری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

گرچه تقابلات گیاهی نظیر رقابت و تسهیل از مکانیسم‌های کلیدی در جوامع گیاهی محسوب می‌شوند، اما پژوهش‌های موجود اغلب به‌صورت مجزا و محدود به یک گونه خاص یا یک منطقه اقلیمی خاص انجام شده‌اند. نکته حائز اهمیت آنکه تاثیر متقابل و همزمان عوامل استرس‌زای محیطی (مانند چرای دام و نوسانات اقلیمی) نیز بر پویایی این روابط کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این در حالی است که چنین مطالعاتی می‌توانند نقش تعیین‌کننده‌ای در انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب برای اصلاح و احیای مناطق تخریب‌شده داشته باشند.

به‌طور کلی، گیاهان بوته‌ای در سطح مراتع به دلایل مختلف مانند بهره‌برداری مفرط و بی‌رویه از طریق چرای دام، آتش‌سوزی، شخم مراتع و تبدیل آن‌ها به اراضی زراعی و بوته‌کنی در معرض نابودی قرار گرفته‌اند که جهت جلوگیری از تخریب بیشتر این منابع باارزش، لازم است مزایای این گیاهان و نقش کلیدی آن‌ها در حفظ تنوع‌زیستی آشکار شود. از سوی دیگر مراتع تخریب یافته، نیازمند به احیای بیولوژیک هستند، که روش‌های کم هزینه با کارآیی بالا برای کاهش خطر شکست این پروژه‌ها در محیط‌های تنش‌آسا و تقویت عملکرد و خدمات اکوسیستم می‌تواند کارساز باشد. به همین دلیل، هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر گونه‌های پرستار بر حفظ تنوع گونه‌ای تحت تاثیر شیب تغییرات اقلیمی (از نیمه‌بیابانی تا نیمه‌استپی) و سطوح مختلف چرای دام بود. بدین منظور، چهار منطقه با شرایط اکولوژیکی متفاوت در استان‌های اصفهان و چهارمحال و بختیاری انتخاب شدند.

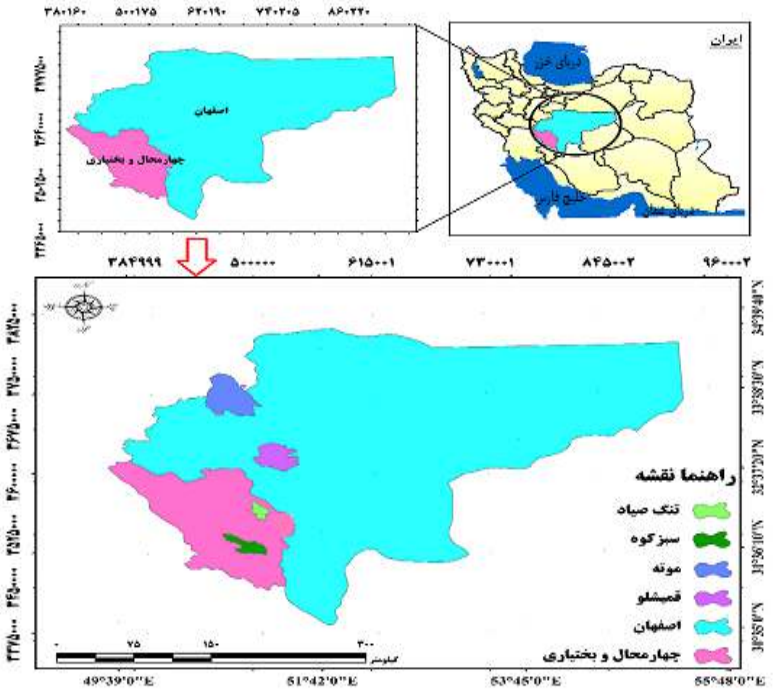
مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه

پژوهش حاضر در چهار منطقه تحت حفاظت در دو استان انجام شد. اقلیم نیمه‌بیابانی سنگ‌سفید و اقلیم استپی موته واقع در استان اصفهان و اقلیم نیمه‌استپی تنگ‌صیاد و سبزکوه واقع در استان چهارمحال و بختیاری (شکل ۱). تمامی اقلیم‌های مورد مطالعه تحت مدیریت مشترک سازمان حفاظت محیط‌زیست و اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری قرار داشته و از الگوی بهره‌برداری مشاعی با نظام چرای مشارکتی تبعیت می‌کنند. طبقه‌بندی اقلیمی مناطق براساس الگوی تغییرات مکانی دما و بارش بوده است (۱۷). تصاویر مناطق مورد مطالعه در شکل (۲) و مشخصات آن‌ها در جدول (۱) نشان داده شده است.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی اقلیم‌های مورد مطالعه در کشور و در دو استان اصفهان و چهارمحال و بختیاری

موته | سنگ‌سفید

سبزکوه | تنگ‌صیاد

شکل ۲: تصاویر مناطق مورد مطالعه

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

جدول ۱: مشخصات اقلیم‌های مورد بررسی

گونه پرستار	تیپ گیاهی	نوع دام چراکننده	میانگین دمای سالانه (درجه سانتی‌گراد)	متوسط بارندگی (میلی‌متر)	حداکثر ارتفاع (متر)	حداقل ارتفاع (متر)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	اقلیم	نام مکان
Anabasis aphylla Artemisia Sieberi	*Anabasis aphylla Artemisia Sieberi Scariola orientalis hertia angustifolia*	گوسفند و بز قوچ و میش کل و بز گاو (محدود) اهو (محدود)	۱۱/۵	۱۳۰	۲۷۶۷	۱۶۷۸	۳۳ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۵۵ دقیقه عرض شمالی	۵۰ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۴۵ دقیقه طول شرقی	نیمه‌بیابانی	سنگ‌سفید
Artemisia Sieberi	*Artemisia Sieberi*	گوسفند و بز قوچ و میش کل و بز گاو (محدود) اهو	۱۳/۴	۲۵۰-۳۰۰	۳۰۰۰	۱۸۰۰	۳۳ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی	۵۰ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲ دقیقه طول شرقی	استپی	موته
Astragalus verus	*Astragalus verus*	گوسفند و بز قوچ و میش کل و بز گاو (محدود) اهو (محدود)	۱۱/۵	۳۵۰	۳۱۳۷	۲۱۶۹	۳۲ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی	۵۰ درجه و ۵۹ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۹ دقیقه طول شرقی	نیمه‌استپی	تنگ‌صیاد
Daphne mucronata Astragalus brachycalyx Astragalus susianus	*Daphne mucronata Astragalus brachycalyx Astragalus susianus*	گوسفند و بز قوچ و میش کل و بز گاو (محدود)	۷	۸۰۰ تا ۴۰۰	۳۹۰۰	۱۹۰۰	۳۱ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۵۴ دقیقه عرض شمالی	۵۰ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۹ دقیقه طول شرقی	نیمه‌استپی	سبزکوه

روش تحقیق

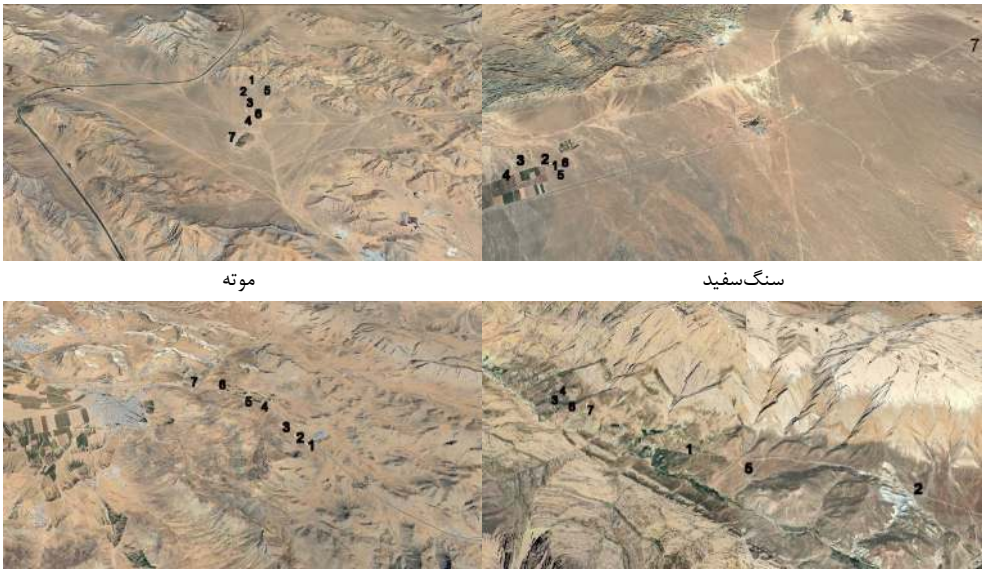
روش نمونه‌برداری از پوشش گیاهی

نمونه‌برداری در اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۱، همزمان با اوج دوره رشد گونه‌های گیاهی انجام گردید. در هر اقلیم ۷ سایت با شرایط اقلیمی، توپوگرافی، خاکی و گیاهان بوته‌ای غالب تقریباً مشابه اما با شدت بهره‌برداری متفاوت (شدت چرای شدید و شدت چرای سبک) انتخاب شده‌اند. در مجموع، ۲۸ سایت مورد بررسی قرار گرفته است. جهت شناسایی سایت‌هایی با گرادیان چرایی، از نظر (۵۴) استفاده شد که بیان می‌کند دام‌ها تمایل بیشتری به چرا در نزدیکی منابع آبی دارند که در بلندمدت باعث تخریب آن می‌شوند. از این رو، با افزایش فاصله از محل اسکان و آبشخور دام، نوعی گرادیان چرایی به وجود می‌آید (۳۲). همچنین جهت شناخت بهتر این مناطق، از دانش و تجربه کارشناسان و بهره‌برداران محلی نیز بهره گرفته شد.

در هر سایت، سه ماکروپلات ۳۰×۳۰ مترمربعی (۳۹ و ۱۷) با فاصله ۵۰ متر از هم مستقر و سپس در هر ماکروپلات ۴ پلات ۲×۲ مترمربعی (۶۴، ۵۶ و ۷) به صورت تصادفی مستقر شد که سه پلات آن با حضور گونه پرستار و یک پلات بدون گونه پرستار به عنوان پلات شاهد در نظر گرفته شد. گونه‌های پرستار در این تحقیق براساس سه معیار اصلی انتخاب شدند. ۱) توانایی ایجاد میکروکلیمای مناسب (تنظیم دما، حفظ رطوبت و ایجاد سایه)، ۲) ساختار فیزیکی مناسب (پوشش تاجی گسترده، وجود سازه های حفاظتی مانند خار، تراکم شاخ و برگ)، ۳) سازگاری با شرایط سخت محیطی (مقاومت به خشکی، شوری و دماهای بسیار بالا یا بسیار پایین) (۱۵، ۱۳ و ۱۹). سپس درصد پوشش گونه‌های گیاهی در هر یک از پلات‌ها ثبت شد. در نهایت از ۳ پلات با حضور گونه پرستار میانگین گرفته شد. شکل (۳) موقعیت جغرافیایی سایت‌های نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]



سنگ‌سفید　　موته

تنگ‌صیاد　　سبزکوه

شکل ۳: موقعیت جغرافیایی سایت‌ها در Google Earth

محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای

شاخص‌های تنوع گونه‌ای ترکیبی از غنای گونه‌ای و یکنواختی می‌باشند. غنا، مربوط به تعداد گونه‌های حاضر در واحد نمونه‌برداری است (۸) و یکنواختی، سهم گونه‌ها در ترکیب گیاهی را نشان می‌دهد (۲۲). این شاخص‌ها بر اساس داده‌های درصد پوشش گونه‌ها محاسبه شده‌اند و روش‌های محاسباتی آنها در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲. شاخص‌های اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای

شاخص‌ها	رابطه	توضیحات
تنوع شانون	$H = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln(p_i)$	Pi: فراوانی نسبی گونه i ام Ln: لگاریتم در پایه n
تنوع سیمپسون	$D = \sum_{i=1}^{S} P_i^2$	Pi: فراوانی نسبی گونه i ام
غنای گونه‌ای	$S = N$	S: غنای گونه‌ای N: تعداد کل گونه‌های موجود در پلات
یکنواختی شانون	$E_H = \frac{H}{H_{max}} = \frac{-\sum_{i=1}^{S} p_i \ln(p_i)}{\ln_S}$	Hmax: ماکزیمم شاخص تنوع
یکنواختی سیمپسون	$E_D = \frac{\frac{1}{D}}{S}$	

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پیش از تحلیل، نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس‌ها بررسی شد. سپس به منظور بررسی تفاوت‌های موجود در اقلیم‌های مختلف و همچنین تفاوت‌های شدت چرای مختلف و اثرات ترکیبی چرای دام و اقلیم بر هر یک از شاخص‌های فوق، از آزمون آماری Repetead measure در نرم‌افزار SPSS در بین پلات با حضور گونه تسهیل‌گر و شاهد استفاده شد. جهت مقایسه این شاخص‌ها در دو پلات زوجی از آزمون t جفتی استفاده شد. همچنین جهت بررسی تغییرات در تنوع گونه‌ای و شناسایی الگوهای تغییرات بین دو پلات زوجی، از تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA) در نرم‌افزار R استفاده گردید. شاخص‌های تنوع گونه‌ای با استفاده از بسته آماری Vegan در نرم‌افزار R محاسبه شد.

جهت بررسی اهمیت نسبی روابط بین گونه‌ای گیاهان و تعیین محدوده تسهیل و رقابت بین گونه‌های پرستار و گونه‌های زیراشکوب، از شاخص روابط زیستی (RII) در

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

سطح سایت استفاده شد. میزان این شاخص در بازه ۱+ تا ۱- است، عدد ۱+ نشان‌دهنده تسهیل، عدد ۱- رقابت و عدد صفر نشان‌دهنده روابط زیستی خنثی بین گیاهان است (۳۸).

رابطه (۱)

$$RII = \frac{x_{\text{بیرون بوته}} - x_{\text{داخل بوته}}}{x_{\text{بیرون بوته}} + x_{\text{داخل بوته}}}$$

x میزان شاخص‌های تنوع گونه‌ای که در پلات زوجی با هم مقایسه شده‌اند. جهت مقایسه روابط زیستی در دو شدت چرای سبک و شدید از آزمون t مستقل استفاده شد.

نتایج

درصد پوشش و سهم گونه‌های پرستار در هفت سایت مطالعاتی

بررسی پوشش گونه‌های پرستار در هفت سایت مطالعاتی نشان داد که سهم این گونه‌ها از حداقل ۲ درصد در مناطق نیمه‌بیابانی سنگ‌سفید تا حداکثر ۲۸ درصد در منطقه نیمه‌استپی سبزکوه متغیر است (جدول ۳).

جدول ۳: شاخص‌های اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای

سایت	سنگ‌سفید	موته	تنگ‌صیاد	سبزکوه
۱	۲/۵	۶/۴۸	۴/۴۸	۱۴/۵۳
۲	۳	۸/۸۹	۸/۳۴	۲۸/۱۷
۳	۸/۳۷	۱۱/۳۱	۳/۵۶	۱۲/۱۷
۴	۳/۷۸	۱۲/۸۶	۵/۳۹	۶/۷۹
۵	۱۷/۲۸	۴/۰۸	۶/۳۳	۸/۹۲
۶	۷/۵۸	۷/۹۲	۵/۵۹	۱۳/۶۳
۷	۲/۸۴	۱۴/۴۴	۸/۰۹	۱۳/۱۴

بررسی تاثیر تسهیل، شدت چرا و اقلیم بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای

بررسی داده‌ها نشان داد که حضور گونه پرستار تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های تنوع سیمپسون، غنای گونه‌ای، یکنواختی شانون و یکنواختی سیمپسون دارد، در حالی‌که تاثیر آن بر شاخص تنوع شانون معنی‌دار نبود (جدول ۴). از میان عوامل مورد بررسی، شدت چرا تنها بر شاخص غنای گونه‌ای تاثیر معنی‌داری نشان داد. تفاوت‌های بین اقلیم‌ها بر کلیه شاخص‌های تنوع تاثیر معنی‌داری داشت. هیچ یک از شاخص‌ها تحت‌تاثیر اثر ترکیبی تسهیل و شدت چرا قرار نگرفتند. اثر ترکیبی تسهیل و اقلیم‌ها بر کلیه شاخص‌ها معنی‌دار بود، که نشان‌دهنده وابستگی پاسخ جوامع گیاهی به گونه‌های پرستار در اقلیم‌های مختلف است. اثر ترکیبی شدت چرا و اقلیم‌ها بر هیچ یک از شاخص‌ها تاثیر معنی‌داری نشان نداد. اثر سه گانه تسهیل، شدت چرا و اقلیم‌ها تنها بر شاخص غنای گونه‌ای تاثیر معنی‌داری داشت، که حاکی از تعامل پیچیده این سه عامل بر تعداد گونه‌هاست (جدول ۴).

جدول ۴: نتایج آزمون چندعاملی (Repetead measure) جهت بررسی تاثیر تسهیل، شدت چرا و اقلیم بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای

تسهیل × شدت چرا × اقلیم			شدت چرا × اقلیم			تسهیل × اقلیم			تسهیل × شدت چرا			اقلیم			شدت چرا			تسهیل			
Sig	F	df	Sig	F	df	Sig	F	df	Sig	F	df	Sig	F	df	Sig	F	df	Sig	F	df	شاخص‌ها
۰/۸۴۶	۰/۲۷۱	۳	۰/۳۲۵	۱/۲۳۳	۳	۰/۰۰۳	۶/۵۴۷	۳	۰/۳۰۰	۱/۱۳۵	۱	۰/۰۰۰	۹/۷۶۶	۳	۰/۰۶۰	۴/۰۰۰	۱	۰/۳۱۵	۱/۰۶۶	۱	تنوع شانون
۰/۸۶۳	۰/۲۴۷	۳	۰/۹۳۶	۰/۱۳۸	۳	۰/۰۰۲	۷/۰۱۵	۳	۰/۱۵۳	۲/۲۱۶	۱	۰/۰۰۱	۸/۴۸۱	۳	۰/۲۱۱	۱/۶۷۳	۱	۰/۰۳۹	۴/۸۹۱	۱	تنوع سیمپسون
۰/۰۰۹	۵/۱۲۹	۳	۰/۱۱۹	۲/۲۱۶	۳	۰/۰۰۰	۱۲/۶۳۰	۳	۰/۷۴۶	۰/۱۰۸	۱	۰/۰۰۳	۶/۶۲۲	۳	۰/۰۳۷	۵/۰۴۴	۱	۰/۰۰۰	۲۵۰/۸۶۹	۱	غنای گونه‌ای
۰/۹۲۳	۰/۱۵۸	۳	۰/۴۱۰	۱/۰۱۱	۳	۰/۰۰۳	۶/۸۴۳	۳	۰/۳۳۸	۰/۹۶۶	۱	۰/۰۰۱	۸/۹۹۳	۳	۰/۱۲۷	۲/۵۵۱	۱	۰/۰۰۰	۲۴/۵۳۳	۱	یکنواختی شانون
۰/۷۸۴	۰/۳۵۸	۳	۰/۶۲۲	۰/۶۰۲	۳	۰/۰۰۱	۸/۰۳۴	۳	۰/۲۳۱	۱/۵۳۰	۱	۰/۰۴۲	۳/۳۲۶	۳	۰/۷۲۵	۰/۱۲۷	۱	۰/۰۰۰	۴۸/۸۸۸	۱	یکنواختی سیمپسون

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

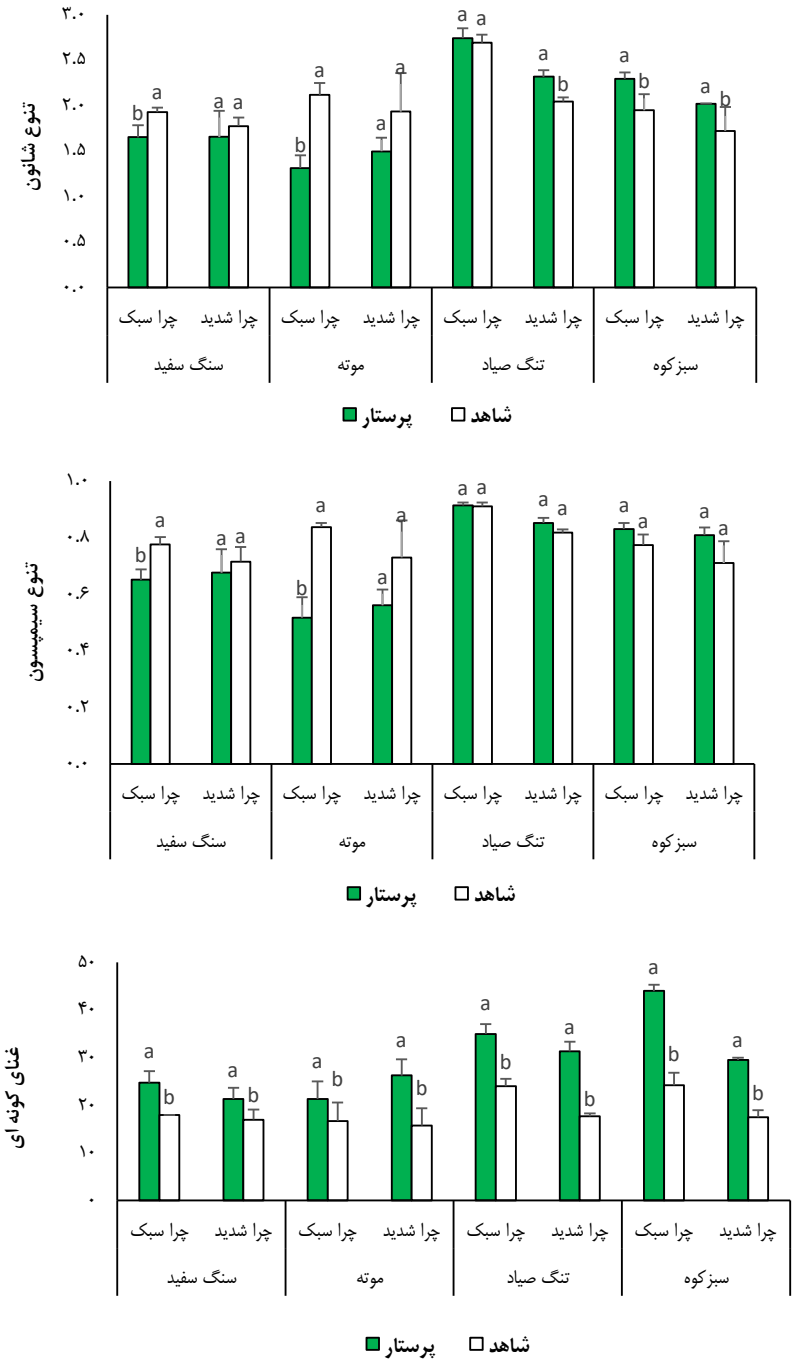
[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

مقایسه میانگین تنوع گونه‌ای در دو پلات زوجی در اقلیم‌ها و شدت‌های مختلف چرایی

نتایج نشان داد که پلات‌های پرستار تاثیر متفاوتی بر شاخص تنوع شانون در اقلیم‌های مختلف داشتند. در اقلیم نیمه‌بیابانی و استپی سنگ‌سفید و موته، میزان تنوع شانون در پلات‌های پرستارکاهش یافت اما در اقلیم نیمه‌استپی تنگ‌صیاد و سبزکوه این شاخص روند افزایشی داشته است (شکل ۴). در اقلیم نیمه‌بیابانی و استپی سنگ‌سفید و موته تحت چرای سبک، در اقلیم نیمه‌استپی تنگ‌صیاد تحت چرای شدید و در اقلیم نیمه‌استپی سبزکوه در هر دو شدت چرایی اختلاف معنی‌داری بین پلات‌های پرستار و شاهد مشاهده شد. به طوری که در اقلیم نیمه‌بیابانی و استپی سنگ‌سفید و موته تحت چرای سبک، تنوع شانون به‌ترتیب ۱۴ و ۳۸ درصد در پلات‌های پرستار کاهش یافت. در اقلیم نیمه‌استپی تنگ‌صیاد تحت چرای شدید، افزایش ۱۳ درصدی و در اقلیم نیمه‌استپی سبزکوه نیز در هر دو نوع چرای سبک و شدید، افزایش ۱۷ درصدی در پلات پرستار گزارش شد. همچنین در اقلیم نیمه‌بیابانی و استپی سنگ‌سفید و موته میزان شاخص تنوع سیمپسون در پلات‌های پرستار روند نزولی داشته است در حالی‌که در اقلیم‌های نیمه‌استپی تنگ‌صیاد و سبزکوه روند صعودی داشته است. در اقلیم نیمه‌بیابانی و استپی سنگ‌سفید و موته تحت چرای سبک، اختلاف معنی‌داری بین زوج پلات‌ها وجود دارد به طوری که کاهش ۱۶ و ۳۸ درصدی در پلات پرستار مشاهده شد (شکل ۴). بررسی غنای گونه‌ای نشان داد که این شاخص در اقلیم‌های مورد بررسی و در سطوح مختلف چرایی در پلات‌های پرستار به صورت معنی‌داری افزایش یافته است. با این حال، درصد تغییرات بین پلات‌های پرستار و شاهد در اقلیم‌های مختلف یکسان نبوده است. به طوری که میانگین درصد تغییرات در اقلیم نیمه‌بیابانی و استپی سنگ‌سفید و موته کمتر از ۴۸ درصد و در اقلیم‌های نیمه‌استپی تنگ‌صیاد و سبزکوه بیشتر از ۶۲ درصد است (شکل ۴). شاخص یکنواختی شانون و یکنواختی سیمپسون در تمامی اقلیم‌های تحت مطالعه در پلات‌های پرستار کاهش یافته است اما این کاهش در سطوح مختلف چرایی و اقلیم‌های مختلف یکسان نبوده است. به طوریکه در شاخص یکنواختی شانون اختلاف معنی‌داری بین پلات پرستار و شاهد در اقلیم نیمه‌بیابانی سنگ‌سفید تحت چرای سبک کاهش ۲۲ درصدی مشاهده می‌شود. همچنین در اقلیم استپی موته تحت چرای سبک و شدید به‌ترتیب کاهش ۴۴ و ۳۵ درصدی ثبت شده است. در مورد شاخص یکنواختی سیمپسون، اختلاف معنی‌داری بین پلات پرستار و شاهد در اقلیم نیمه‌بیابانی سنگ‌سفید تحت چرای سبک با کاهش ۲۴ درصدی، در اقلیم استپی موته تحت چرای سبک و شدید به‌ترتیب با کاهش ۴۴ و ۳۶ درصدی و همچنین در چرای سبک و شدید اقلیم نیمه‌استپی تنگ‌صیاد، به‌ترتیب کاهش ۱۱ و ۱۳ درصدی در پلات پرستار وجود دارد (شکل ۴).

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

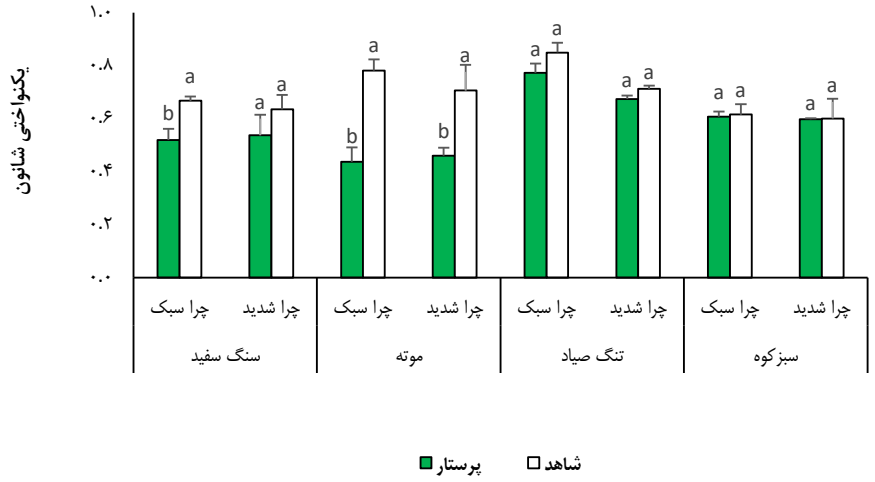
[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

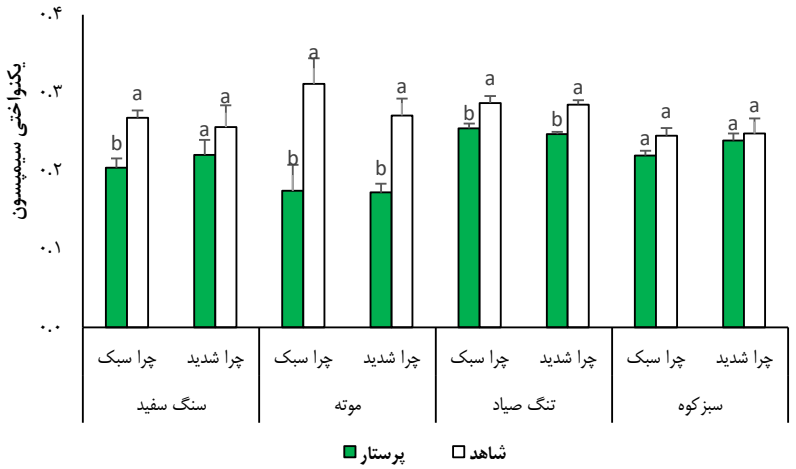


شکل ۴: نتیجه مقایسه میانگین تنوع گونه‌ای در دو پلات زوجی در اقلیم‌های مختلف

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]





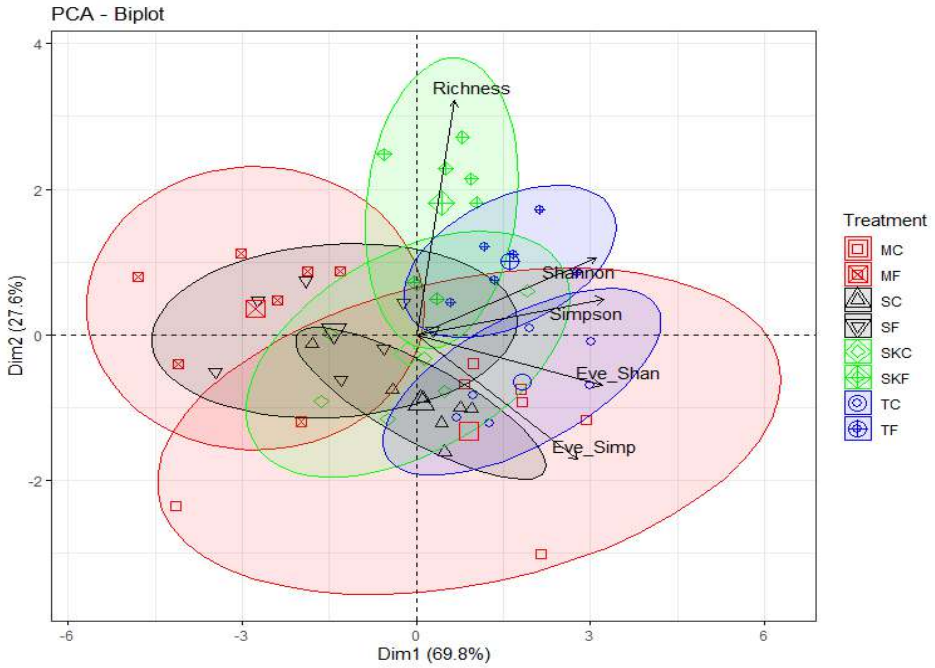
ادامه شکل ۴

تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) شاخص‌های تنوع گونه‌ای در اقلیم‌های مختلف

بررسی مقدار واریانس توجیه شده توسط محورهای اول تا دهم نشان داد که بیش از ۹۷ درصد واریانس توجیه شده مربوط به دو محور اول (۶۹/۸ درصد) و محور دوم (۲۷/۶ درصد) است. محور اول دارای بیشترین ارتباط معنی‌دار با شاخص‌های تنوع سیمپسون، یکنواختی شانون و تنوع شانون بود در حالی‌که در محور دوم غنای گونه‌ای دارای بیشترین همبستگی بود. نتایج بررسی گرافیکی آنالیز PCA نشان داد که بر اساس مقادیر شاخص‌های تنوع گونه-ای، تفکیک مشخصی بین تیمارهای تسهیل و شاهد در هر اقلیم وجود دارد (شکل ۵). بیشترین همپوشانی بین تیمارهای تسهیل و شاهد مربوط به اقلیم استپی موته (MC و MF) و نیمه‌بیابانی سنگ‌سفید (SC و SF) بود در حالی‌که کمترین همپوشانی در اقلیم نیمه‌استپی تنگ‌صیاد (TC و TF) بود. بر اساس نتایج، شاخص غنای گونه‌ای بیشترین تاثیر را در تفکیک تیمار شاهد در اقلیم نیمه‌استپی سبزکوه (SKF) داشت در حالی‌که در اقلیم نیمه‌استپی تنگ‌صیاد، برای دو تیمار تسهیل و شاهد (TC و TF) به‌ترتیب تنوع شانون و یکنواختی شانون بیشترین تاثیر را داشتند (شکل ۵).

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]



شکل ۵: پراکنش متغیرهای مختلف تنوع گونه‌ای و نمونه‌های مورد بررسی روی محور اول و دوم آنالیز PCA در اقلیم‌های مختلف Richness: غنای گونه‌ای، Shannon: تنوع شانون، Simpson: تنوع سیمپسون، Eve-Shan: یکنواختی شانون، Eve-Simp: یکنواختی سیمپسون MC: موته شاهد، MF: موته تسهیل؛ SC: سنگ‌سفید شاهد، SF: سنگ‌سفید تسهیل؛ SKC: سبزکوه شاهد، SKF: سبزکوه تسهیل؛ TC: تنگ‌صیاد شاهد، TF: تنگ‌صیاد تسهیل

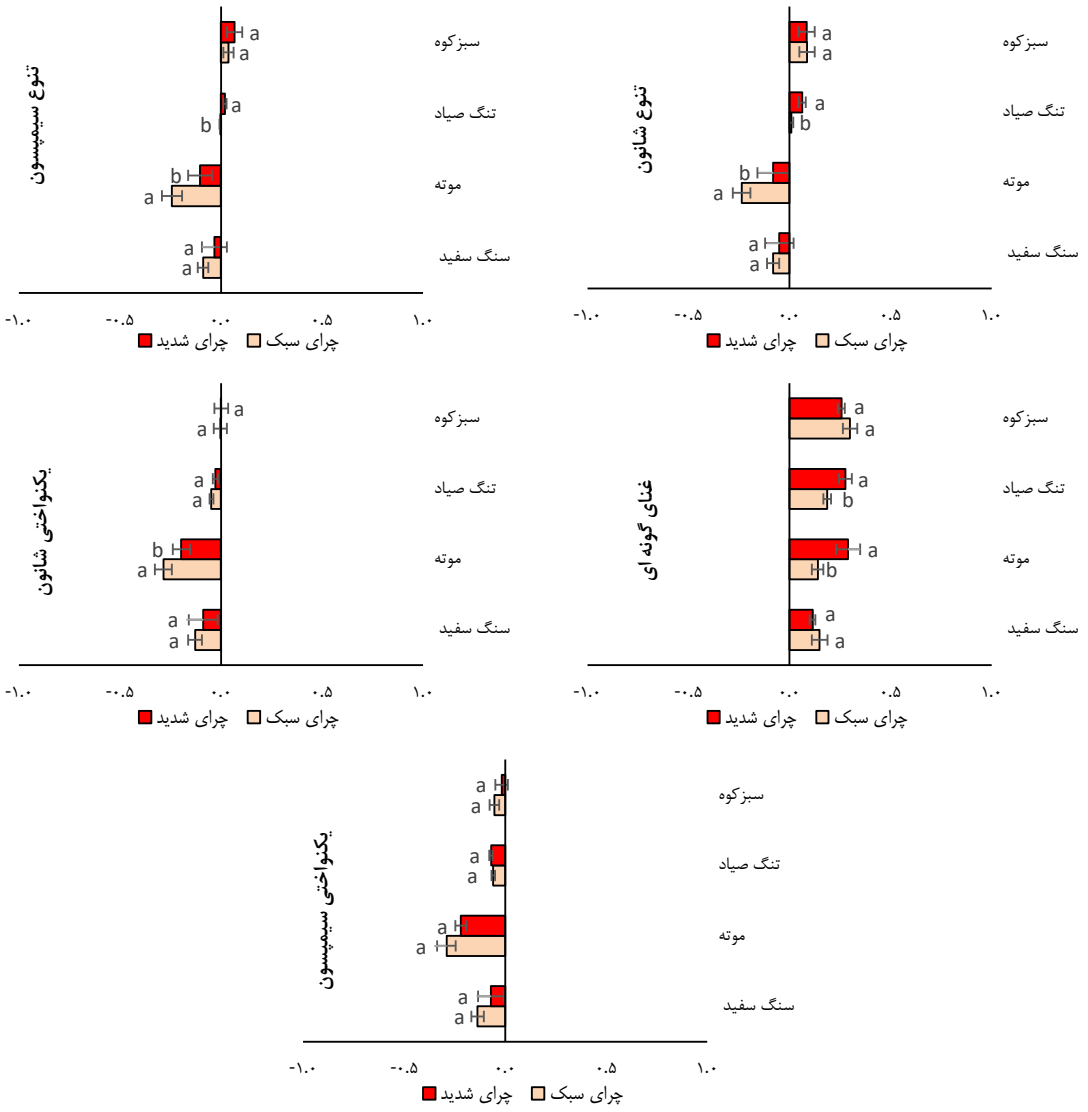
بررسی اثر شاخص روابط زیستی بر تنوع گونه‌ای در اقلیم‌ها و شدت‌های مختلف چرایی و مقایسه میانگین‌ها

نتایج بررسی شاخص‌های تنوع شانون و تنوع سیمپسون نشاندهنده گرایش تعاملات به سمت رقابت در اقلیم‌های نیمه‌بیابانی و استپی سنگ‌سفید و موته است (شکل ۶). در این اقلیم‌ها، با افزایش شدت چرا، کاهش رقابت مشاهده شد که این کاهش تنها در اقلیم استپی موته از نظر آماری معنی‌دار بود (به‌ترتیب ۶۶ و ۵۷ درصد کاهش در شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون). همچنین بررسی تنوع شانون نشان داد که در اقلیم نیمه‌استپی تنگ‌صیاد و سبزکوه تعاملات به سمت تسهیل پیش رفته است. افزایش شدت چرا در هر دو اقلیم منجر به تشدید این روند شد، به طوری که در اقلیم نیمه‌استپی تنگ‌صیاد، میزان تسهیل افزایش معنی‌دار ۵۹۸ درصدی را تجربه کرد. بررسی تنوع سیمپسون نیز نشان داد که در اقلیم نیمه‌استپی تنگ‌صیاد، با افزایش شدت چرا، الگوی تعاملات از حالت خنثی به تسهیل تغییر معنی‌داری یافته است، به طوری که در شدت‌های بالای چرا، افزایش قابل توجه ۷۱۳ درصدی در میزان تسهیل مشاهده گردید. در اقلیم نیمه‌استپی سبزکوه، روند تعاملات در تمامی سطوح چرا به سمت تسهیل بوده و با افزایش شدت چرا، بر میزان تسهیل افزوده شده است (شکل ۶). بررسی غنای گونه‌ای نشان داد که در تمامی اقلیم‌ها و سطوح شدت چرا، الگوی تعاملات به صورت مثبت و در جهت تسهیل بوده است. در اقلیم استپی و نیمه‌استپی موته و تنگ‌صیاد، افزایش شدت چرا منجر به افزایش معنی‌دار تسهیل به‌ترتیب ۱۰۷ و ۴۸ درصد گردید. در مقابل، در اقلیم نیمه‌بیابانی سنگ‌سفید و نیمه‌استپی سبزکوه، افزایش شدت چرا با کاهش غیرمعنی‌دار در میزان تسهیل همراه بود. نتایج حاصل از یکنواختی شانون بیانگرآن است که در اقلیم‌های نیمه‌بیابانی، استپی و نیمه‌استپی سنگ‌سفید، موته و تنگ‌صیاد، تعاملات به صورت رقابتی بوده و با افزایش شدت چرا از شدت این رقابت کاسته شده است. این کاهش تنها در اقلیم استپی موته از نظر آماری معنی‌دار بود (کاهش ۴۱ درصدی). به طور خاص در اقلیم

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

نیمه‌استپی سبزکوه الگوی تعاملات در حالت خنثی قرار داشت، هر چند افزایش شدت چرا موجب تغییر جزئی از رقابت به سمت تسهیل گردید (شکل ۶). بررسی یکنواختی سیمپسون نیز نشان داد که کلیه تعاملات در اقلیم‌های مورد مطالعه به سمت رقابت گرایش داشتند. در اقلیم‌های نیمه‌بیابانی، استپی و نیمه‌استپی سنگ‌سفید، موته و سبزکوه، افزایش شدت چرا منجر به کاهش نسبی شدت رقابت شد، در حالی‌که در اقلیم نیمه‌استپی تنگ‌صیاد، افزایش شدت چرا با تشدید رقابت همراه بود. با این حال، تفاوت‌های مشاهده شده بین سطوح مختلف شدت چرا در هیچ یک از اقلیم‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبوده‌اند (شکل ۶).



شکل ۶: بررسی اثر شاخص روابط زیستی بر تنوع گونه‌ای در اقلیم‌ها و شدت‌های مختلف چرایی و مقایسه میانگین‌ها

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان می‌دهد که گونه‌های پرستار و شدت چرا تأثیرات پیچیده و گاه متفاوتی بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای (شانون، سیمپسون، غنای گونه‌ای و یکنواختی) دارند. این تأثیرات به شدت وابسته به شرایط محیطی (اقلیم، خاک، منابع) و ویژگی‌های گونه‌های پرستار (رقابتی یا تسهیل‌گر بودن) است. گیاهان پرستار اثر معنی‌داری بر شاخص‌های تنوع سیمپسون، غنای گونه‌ای، یکنواختی شانون و یکنواختی سیمپسون دارند، به طوری که باعث بهبود شرایط زیستی، افزایش تعداد گونه‌ها و تغییر در توزیع نسبی گونه‌ها می‌شوند. شدت چرا تنها بر غنای گونه‌ای از طریق تغییر در تعداد و ترکیب گونه‌ها در جامعه، اثر معنی‌دار داشته است. اقلیم‌های مورد مطالعه تاثیر قابل توجهی بر تمامی شاخص‌های تنوع گونه‌ای داشته‌اند، که این امر نشاندهنده اهمیت تفاوت‌های محیطی و اکولوژیکی بین اقلیم‌ها در شکل‌گیری، حفظ و تغییرپذیری تنوع گونه‌ای است. اثر ترکیبی تسهیل و شدت چرا و همچنین اثر ترکیبی شدت چرا و اقلیم‌ها، بر هیچکدام از شاخص‌ها اثر معنی‌داری نگذاشته است. در مقابل، اثر ترکیبی معنی‌دار تسهیل و اقلیم‌ها بر تمامی شاخص‌ها نشان می‌دهد گونه پرستار شرایط را برای افزایش تنوع گونه‌ای در اقلیم‌های مختلف مهیا می‌کند که دلیل آن ایجاد شرایط مناسبتر برای استقرار و رشد گونه‌های دیگر است. علاوه بر این، اثر ترکیبی تسهیل، شدت چرا و اقلیم‌ها تنها بر غنای گونه‌ای تاثیر معنی‌داری داشت. تاثیر گونه پرستار بر این شاخص‌ها در شدت‌های مختلف چرایی و اقلیم‌های مختلف متفاوت است. به عنوان مثال در برخی اقلیم‌ها و تحت شدت‌های خاص چرا، گونه پرستار ممکن است با ایجاد شرایط مطلوبتر (مانند بهبود رطوبت خاک، کاهش تنش‌های دمایی و افزایش دسترسی به منابع غذایی) موجب افزایش تعداد گونه‌ها گردد.

کاهش میزان تنوع شانون و تنوع سیمپسون در پلات‌های پرستار اقلیم‌های نیمه‌بیابانی و استپی مانند سنگ‌سفید و موته نسبت به پلات شاهد، الگوی روابط رقابتی بین گونه‌ها را نشان می‌دهد. این الگو می‌تواند ناشی از مکانیسم‌های رقابتی مانند جذب انحصاری منابع محدود (آب، نور و مواد مغذی) و اثرات آللوپاتیک (ترشح مواد شیمیایی بازدارنده) توسط گونه‌های آناباسیس و درمنه باشد که شرایط نامساعدی برای استقرار و بقای گونه‌های دیگر ایجاد می‌کنند (۴۳ و ۲). چنین فرآیندی در نهایت منجر به تسلط اکولوژیک چند گونه خاص و کاهش تنوع شانون و سیمپسون می‌شود. از طرفی رفتار اجتنابی دام‌ها از چرای مستقیم این گیاهان و گسترش آزادانه آنها تحت چرای سبک، به طور قابل توجهی رقابت تشدید یافته و شاخص‌های تنوع شانون و تنوع سیمپسون را در این اقلیم‌ها کاهش داده‌اند. کاهش شدید رقابت به ویژه در اقلیم استپی موته تحت چرای شدید، نشاندهنده تضعیف نقش رقابتی درمنه و آناباسیس است که ناشی از کاهش تراکم شاخه‌های هوایی، تولید و تاج پوشش در شرایط چرای شدید است. این یافته‌ها با نتایج (۴۵) که گزارش کردند چرای شدید موجب کاهش تولید و تاج پوشش گیاهی درمنه می‌شود، همخوانی دارد. مشاهده الگوی تسهیل در هر دو شاخص در اقلیم نیمه‌استپی تنگ‌صیاد و سبزکوه نشان می‌دهد که گونه‌های پرستار نقش کلیدی در ساختار جوامع گیاهی این اکوسیستم‌ها ایفا می‌کنند. این گونه‌ها با ایجاد میکروکلیمای مناسب (کاهش تابش مستقیم، تعدیل دمای خاک، حفظ رطوبت)، بهبود شرایط تغذیه‌ای خاک از طریق تجمع مواد آلی، حفاظت فیزیکی در برابر عوامل فرساینده (باد، باران، چرای بیش از حد) به واسطه ویژگی‌هایی مانند خاردار بودن و تاج پوشش گسترده شرایط مناسبی را برای استقرار گونه‌های نادر و غالب فراهم می‌کنند که منجر به افزایش تنوع شانون و سیمسپون به ویژه در اقلیم نیمه‌استپی سبزکوه می‌شوند. افزایش میزان تسهیل در چرای شدید در این اقلیم‌ها را می‌توان در چارچوب نظریه فرضیه گرادیان تنشی تفسیر کرد. بر این اساس در محیط‌های با تنش بالا مانند چرای شدید، گونه‌های پرستار با ایجاد سازه‌های حفاظتی و کاهش فشار چرا بر جامعه گیاهی، نقش حیاتی در تعدیل اثرات چرای شدید بر اکوسیستم دارند (۱۹). همانطور که مطالعه (۴۱) نشان داد که گونه *Astragalus verus* با ایجاد میکروکلیمای مساعد و افزایش رطوبت و حاصلخیزی خاک و تسهیل مکانیکی به ویژه در چرای شدید، منجر به افزایش همبستگی مثبت بین گونه‌های گیاهی شد. مطالعات دیگر بیان داشت که گونه *Astragalus brachycalyx* با تاج پوشش چتر مانند

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

خود (۲۱) و گونه *Astragalus chrysostachy*s به سبب خاردار بودن (۴۲) به ویژه در چرای شدید، نقش حمایتی برای گونه‌های زیراشکوب دارد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که نقش گونه‌های پرستار همیشه افزایش تنوع نیست، بلکه به شرایط محیطی (رطوبت، دما، منابع) و ویژگی‌های خود گونه پرستار (رقابتی بودن، آللوپاتی) وابسته است.

گرایش یکسان تمامی اقلیم‌ها به سمت تسهیل در غنای گونه‌ای، نشاندهنده ایجاد شرایط محیطی مناسب توسط گونه‌های پرستار است که محدودیت استقرار را برای گونه‌های همراه کاهش می‌دهد. این نتیجه با تحقیقات (۱۵ و ۳۰) همخوانی دارد. اما این گرایش با شدت‌های متفاوتی مشاهده شد که نشاندهنده وابستگی این اثر به شرایط خاص هر محیط است. در اقلیم نیمه‌بیابانی سنگ‌سفید، گونه‌های درمنه و آناباسیس با تراکم و پوشش کم، تنها تسهیل محدودی از طریق ایجاد سایه‌بان جزئی و تعدیل میکروکلیما ارائه می‌دهند. در چرای شدید، دام مجبور به استفاده از این گیاهان کم خوشخوراک شده و موجب کاهش اثر تسهیل این گیاهان می‌شود که با نتایج (۵۳) همخوانی دارد. در مقابل، در اقلیم استپی موته، جمعیت‌های متراکم درمنه با ایجاد سایه‌بان موثرتر و توانایی رشد جبرانی پس از چرا منجر به افزایش الگوی تسهیلی می‌شود. گونه‌های پرستار در اقلیم نیمه‌استپی تنگ‌صیاد و سبزکوه به دلیل ویژگی‌های ساختاری نظیر خاردار بودن، ساقه‌های چوبی و سخت (۱۳) و همچنین اثرات تسهیلگری (ایجاد پناهگاه و تعدیل شرایط محیطی) توانسته‌اند به طور معنی‌داری غنای گونه‌ای را افزایش دهند. در اقلیم نیمه‌استپی تنگ‌صیاد گونه *Astragalus verus* با ساختار فشرده و مقاومت نسبتا بالا در مقابل چرا، در شرایط چرای شدید نقش تسهیل‌کنندگی خود را حفظ کرده و حتی تقویت کند. در مقابل در اقلیم نیمه‌استپی سبزکوه در شرایط چرای شدید، فشار زیاد بر پوشش گیاهی موجب کاهش توانایی گونه‌های پرستار در ایجاد شرایط مناسب برای سایر گونه‌ها می‌شود و تنها گونه‌های مقاومتر که قادر به تحمل شرایط سخت چرای شدید هستند، باقی می‌مانند. بنابراین نقش تسهیل‌کننده این گونه‌ها کاهش می‌یابد. این فرآیند منجر به کاهش غنای گونه‌ای می‌شود، چرا که گونه‌های حساستر به این شرایط از بین می‌روند یا کاهش می‌یابند.

میزان یکنواختی شانون و سیمپسون در تمامی اقلیم‌ها در پلات پرستار کمتر از پلات شاهد بود. در اقلیم نیمه‌بیابانی مانند سنگ‌سفید و اقلیم استپی مانند موته به دلیل استرس‌های محیطی شدید و محدودیت منابع، گونه‌های پرستار به رقبای تهاجمی تبدیل می‌شوند و تنها گونه‌های بسیار مقاوم باقی می‌مانند، که منجر به ایجاد جامعه گیاهی غیریکنواخت می‌شود. در این اقلیم‌ها به ویژه در اقلیم استپی موته در چرای سبک، گونه پرستار با انحصار منابع محدود و ترشح مواد آللوپاتیک، رقابت را افزایش داده و رقبای خود را حذف کرده و با غلبه خود منجر به کاهش یکنواختی می‌شود. اما در چرای شدید، با حذف بخشی از گیاه و کاهش اثر آللوپاتی و آزاد شدن منابع بیشتری برای گونه‌های همراه، منجر به بهبود یکنواختی می‌شود. در اقلیم نیمه‌استپی تنگ‌صیاد، میزان رقابت کمتر از اقلیم نیمه‌بیابانی و استپی است زیرا گونه *Astragalus verus* با تثبیت نیتروژن و ایجاد ریز اقلیم، رقابت را تعدیل می‌کند، هر چند که به طور کامل آن را حذف نمی‌کند. در چرای شدید، کاهش یکنواختی شانون نشاندهنده این است که تنوع گونه‌ها کمتر یکنواخت شده و برخی گونه‌ها غالب می‌شوند. اما افزایش یکنواختی سیمپسون به این معناست که رقابت میان گونه‌های باقی مانده بیشتر می‌شود و توزیع آنها در اکوسیستم یکنواخت‌تر می‌شود. یعنی رقابت بیشتر، ولی گونه‌های کمتری باقی می‌مانند. در اقلیم نیمه‌استپی سبزکوه در یکنواختی شانون به دلیل تسهیلگری قوی و کاهش رقابت در هر دو شدت چرا تعامل خنثی مشاهده شد. در یکنواختی سیمپسون این اقلیم تعامل رقابتی کمتری نسبت به اقلیم‌های نیمه‌بیابانی و استپی و نیمه‌استپی دارند زیرا پرستارها رقبای اصلی خود را حذف می‌کنند و در نتیجه تعداد گونه‌های غالب کاهش یافته و یکنواختی سیمپسون بهبود می‌یابد. در شرایط چرای شدید، برخی گونه‌ها به دلیل شرایط سخت چرای شدید، کمتر با یکدیگر رقابت می‌کنند و توزیع گونه‌ها در اکوسیستم کمتر یکنواخت می‌شود. بدین معنا که در چرای شدید، گونه‌ها به طور یکنواخت توزیع نمی‌شوند و برخی گونه‌ها بیشتر از دیگران تحت فشار قرار می‌گیرند.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

References

1. Adler, P.B. & J.M. Levine., 2007. Contrasting relationships between precipitation and species richness in space and time. Oikos, 116: 221– 232.
2. Adrian, E., J. Maria, J.M. Albert & P. Felix, 2000, nhibitory effects of Artemisia sieberi on the germination of the gypsophyte Helianthemum squamatum. Plant Ecology, 148:71-80.
3. Anthelme, F., R. Michalet & M. Saadou, 2007. Positive association involving the tussock grass Panicum turgidum Forssk. in the Air_Tenere Reserve, Niger, Journal of arid Environment, 68: 348-362.
4. Armas, C. & F. Pugnaire., 2005. Plant interactions govern population dynamics in a semi- arid plant community. Journal of Ecology, (93): 978-989.
5. Barnes, B.V., D.R. Zak, S.R. Denton & S.H. Spurr, 1998. Forest ecology, John Wiley and Sons, Inc., New York.
6. Bertness, M.D. & S.D. Hacker., 1994. Physical stress and positive associations among marsh plants. Am Nat 144: 363-372.
7. Bossuyt, B.D., B. Fre & M. Hoffmann, 2005. Abundance and flowering success patterns in a short-term grazed grassland: early evidence of facilitation. Journal of Ecology, 93: 1104-1114.
8. Brewer, R., 1994. The Science of Ecology. Saunders College Press. (Second Edition). 773p.
9. Brooker, R.W. & T.V. Callaghan., 1998. The balance between positive and negative plant interactions and its relationship to environmental gradients: A model. Oikos, 81: 196-207.
10. Brooker, R.W., F.T. Maestre, R.M. Callaway, C.L. Lortie, L.A. Cavieres, G. Kunstler, P. Liancourt, K. Tielborger, J.M. Travis & F. Anthelme, 2008. Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. Journal of Ecology, 96(1): 18-34.
11. Butterfield. B.J., J.B. Bradford, C. Armas, I. Prieto & F.I. Pugnaire, 2016. Does the stress-gradient hypothesis hold water? Disentangling spatial and temporal variation in plant effects on soil moisture in dryland systems. Journal of Functional Ecology, 30 :10–19.
12. Callaway, R.M., Z. Kikvidze & D. Kikodze, 2000. Facilitation by unpalatable weeds may conserve plant diversity in overgrazed meadows in the Caucasus Mountains. Journal of Oikos, 89: 275-282.
13. Callaway, R.M., 2007. Indirect mechanisms for facilitation. Positive interactions and interdependence in plant communities, pp. 117–177. Springer, Dordrecht.
14. Callaway, R.M. & L.R. Walker., 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. Journal of Ecology, 78(7): 1958-1965.
15. Cavieres, L.A. & E.I. Badano., 2009. Do facilitative interactions increase species richness at the entire community level? Journal of Ecology, 97: 1181–1191.
16. Cavieres, L.A., R.W. Broojer, B.J. Butterfield, B. B.J. Cook, Z. Kikvidze, C.J. Lortie, R. Michalet, F.I. Pugnaire, C. Schob, S. Xiao, F. Anthelme, R.G. Bjork, K.J.M. Dickinson, B.H. Cranston, R. Gavilan, A. Gutierrez-Giron, R. Kanka, J. Maalouf , A.F. Mark, J. Noroozi, R. Parajuli, G.K. Phoenix, A.M. Reid, W.N. Ridenour, C. Rixen, S. Wipf, L. Zhao, A. Escudero, B.F. Zaitchik, E. Lingua, E.T. Aschehoug & R.M. Callaway, 2014. Facilitative plant interactions and climate simultaneously drive alpine plant diversity. Journal of Ecology Letters, 17: 193–202.
17. Espinosa, C.I., A.L. Luzuriaga, M. de la Cruz & A. Escudero, 2013. Climate and grazing control nurse effects in an Ecuadorian dry shrubby community. Journal of Tropical Ecology, 30(1): 23-32.
18. Fakhimi, A., H.A. Shirmardi & M. Asadi, 2023. Monitoring vegetation indices and species diversity under exclosure management in semi-steppe rangelands of Chaharmahal and Bakhtiari province (Case study: Qal'e Ghark summer rangelands). Journal of Rangeland, 17(3): 382–397. (In Persian)
19. Flores, J. & E. Jurado., 2003. Are nurse-protege interactions more common among plants from arid environments? Journal of Vegetation Science, 14(6): 911-916.
20. Forbis, T.A., 2003. Seedling demography in an alpine ecosystem. American Journal of Botany, 90(8): 1197-1206.
21. Gholami, P., H.A. Shirmardi & H. Mousavi, 2018. Protective effect of *Astragalus brachycalyx* Fisch. on soil seed bank of understory plants in semi-steppe rangelands of Zagros. Proceedings of the 7th National Conference on Rangeland and Rangeland Management of Iran. (In Persian)
22. Gosselin, F., 2006. An assessment of the dependence of evenness indices on species richness. Journal of Theoretical Biology, 242(3): 591-597.
23. Graff, P. & M.R. Aguiar., 2011. Testing the role of biotic stress in the stress gradient hypothesis. Processes and patterns in arid rangelands. Oikos, 120: 1023-1030.
24. Grime, J.P., 2001. plant strategies, vegetation procceses and ecosystem properties. John Wiley and Sons, Inc.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

25. Hacker, S.D. & S.D. Gaines., 1997. Some implications of direct positive interactions for community species diversity. Journal of Ecology, 78:1990– 2003.
26. Harrison, I., M. Laverty & E. sterling, 2004. Species diversity. pp:1-7.
27. He, Q., M.D. Bertness & A.H. Altieri, 2013. Global shifts towards positive species interactions with increasing environmental stress. Journal of Ecology Letters, 1: 695–706.
28. Herrero-Jauregui, C. & M. Oesterheld., 2018. Effects of grazing intensity on plant richness and diversity: A meta-analysis. Journal of Oikos, 127: 757–766.
29. Holmgren, M., M. Scheffer & M.A. Huston, 1997. The interplay of facilitation and competition in plant communities. Journal of Ecology, 78: 1966-75.
30. Holzapfel, C., K. Tielbo, H.A. Parag, K. Jaime & M. Sternberg, 2006. Annual plant–shrub interactions along an aridity gradient. Journal of Basic and Applied Ecology, 7 :268-279.
31. Hooper, D.U., F. Chapin Iii, J.J. Ewel, A. Hector, P. Inchausti, S. Lavorel, J.H. Lawton, D. Lodge, M. Loreau & S. Naeem, 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. Journal of Ecological Monographs, 75: 3-35.
32. Jangjo, M., 2009. Rangeland rehabilitation and development. Mashhad University Jihad Publications. Original work published in 1388 SH, 240 pp. (In Persian)
33. Jangju, M., H. Ejtehadi & H. Hassanpour, 2019. Spatial association between shrub plants and perennial grasses in rangelands. Rangeland Journal, 4(1): 12–22. (In Persian)
34. Liancourt, P., Y. Le Bagousse-Pinguet, C. Rixen & J. Dolezal, 2017. SGH: Stress or strain gradient hypothesis? Insights from an elevation gradient on the roof of the world. Journal of Annals of Botany, 120: 29-38.
35. Maestre, F.T., R.M. Callaway, F. Valladares & C.J. Lortie, 2009. Refining the stress-gradient hypothesis for competition and facilitation in plant communities. Journal of Ecology, 97:199–205.
36. McCann, K.S. & G. Gellner., 2020. Theoretical ecology: Concepts and applications. Oxford University Press.
37. Michalet, R., 2007. Highlighting the multiple drivers of change in interactions along stress gradients. New Phytologist, 173:3–6.
38. Michalet, R. S. Chen, L. An, X. Wang, Y. Wang, P. Guo, C. Ding & S. Xiao, 2014. Communities: are they groups of hidden interactions? Journal of Vegetation Science, 26(2): 207–218.
39. Mihoc, M.A.K., L. Gimenez-Benavides, D.S. Pescador, A.M. Sanchez, L.A. Cavieres & A. Escudero, 2016. Soil under nurse plants is always better than outside: a survey on soil amelioration by a complete guild of nurse plants across a long environmental gradient. Journal of Plant and Soil, 408(1-2): 31-41.
40. Milchunas D.G. & I. Noy-Meir., 2002. Grazing refuges, external avoidance of herbivory and plant diversity. Oikos, 99: 113-130.
41. Mohajer, N., M.H. Jouri, M. Mahdavi, N. Mohajer & M. baghestani far, 2013. Investigating the role of nurse plants in conserving palatable rangeland species under three grazing management systems (heavy, moderate, and exclosure) in Saraliabad summer rangelands, Gorgan. Journal of Plant Research, 8(2):1-10. (In Persian)
42. Mohammadabadi, F., M. Farzam & H. Ejtehadi, 2019. The effect of facilitation by rangeland shrubs (*Astragalus* and *Artemisia*) on plant species diversity along a livestock grazing gradient. Journal of Applied Ecology, 8(1): 17-29. (In Persian)
43. Moghimi Njad, F., R. Yari, Y. Ghasemi-Aryan, A. Tavili & H. Shakib, 2013. Allelopathic effects of Artemisia aucheri on seedling emergence, vigor, and reated characteristics of Festuca arundinaceae. Journal of Seed Science and Technology, 2(2): 127-134. (In Persian)
44. *Mosaei Sanjerehei, M., 2011. General Ecology. Yazd: Islamic Azad University, Yazd Branch.* (In Persian)
45. Nikoo, Sh. & M. Rahimi dehcheraghi., 2016. Effects of different grazing intensities on quantitative and qualitative characteristics of *Artemisia sieberi* aerial parts (Case study: Ghousheh and Lukeh regions, Semnan Province). Journal of Rangeland, 10(3): 282-291. (In Persian)
46. Parajuli, R.M., B.I. Timilsina, F. Pugnaire, C.K. Schob & S. Ghimire, 2021. Facilitation by a dwarf shrub enhances plant diversity of human-valued species at high elevations in the Himalayas of Nepal. Journal of Basic and Applied Ecology, 54: 23-36.
47. Pugnaire, F. & F. Valladares., 1999. Handbook of functional plant ecology: CRC Press.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]

48. Rahmanian, S., H. Ejtehadi, M. Farzam, M. Hejda, F. Memariani & P. Py sek, 2021. The effects of aridity and grazing on the relation between the dominant shrub *Artemisia kopetdaghensis* and plants under its canopy. Journal of Ecology and Evolution, 11(20): 14115-14124.
49. Roux, P.C., J.D. Shaw & S.L. Chown, 2013. Ontogenetic shifts in plant interactions vary with environmental severity and affect population structure. New Phytologist, 200(1): 241-250.
50. Saccone, P., S. Delzon, P. Jean-Philippe, J.J. Brun & R. Michalet, 2009. The role of biotic interactions in altering tree seedling responses to an extreme climatic event. Journal of Vegetation Science, 20: 403.
51. Schandry, N. & C. Becker, 2019. Allelopathic Plants: Models for Studying Plant -Interkingdom Interactions. Trends in Plant Science.
52. Shachak, M., S. Pickett, J. Gosz & A. Perevolotski. 2005. Biodiversity in Drylands. Oxford University Press. Pp 53.
53. Smit, C., C. Vandenberghe, J. Ouden & H. Muller-Scharer, 2007. Nurse plants, tree saplings and grazing pressure: changes in facilitation along a biotic environmental gradient. Journal of Oecologia, 152: 265-273.
54. Squires, V., 1981. Livestock management in the arid zone. Inkata Press. Melbourne, Sydney and London.
55. Tahmasebi, P., 2015. Ecology of Plant Communities. Shahrekord: Shahrekord University. 270 pp.
56. Tahmasebi, P., A. Ebrahimi & N. Yarali, 2012. Determining the most suitable plot shape and size for estimating multiple rangeland variables in semi-steppe rangelands.
57. Tarald, O.K., 2024. Diversity analysis: Richness versus evenness. Journal of Ecology and Evolution. 14(9).
58. Tilman, D., 1982. Resource Competition and Community structure. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
59. Tilman, D., 1988. Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. Princeton university press, Princeton.
60. Verslues, P.E., M. Agarwal, S. Katiyar-Agarwal, J. Zhu & J.K. Zhu, 2006. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. Plant Journal, 45: 523–539.
61. Verwijmeren, M., S. Christian, B. Susana , W. Martin & M. Rietkerk, 2019. Combined Grazing and Drought Stress Alter the Outcome of Nurse: Beneficiary Interactions in a Semi-arid Ecosystem. Journal of Ecosystems, 22: 1295-1307.
62. Yan, H., C. Liang, Z. Li, Z. Liu, B. Miao, C. He & L. Sheng, 2015. Impact of precipitation patterns on biomass and species richness of annuals in a dry steppe. PLoS One, 10: e0125300.
63. Yari, R., M. Mir-Miran, J. Motamedi & Gh. Hosseini-Bamrood, 2024. The facilitation effect of *Astragalus gossipinus* and *Acantholimon raddeanum* Czerniak on species diversity in rangeland habitats of Baharkish, Binalood, Razavi Khorasan. Journal of Rangeland, 18(2): 342-354. (In Persian)
64. Zhang, G. & W. Zhao., 2014. Species-specific traits determine shrub-annual interactions during a growing season. Journal of Arid Land, 7(3): 403-413.
65. Zhang, R., Z. Wang, G. Han, M.P. Schellenberg, Q. Wu & C. Gu, 2018. Grazing induced changes in plant diversity is a critical factor controlling grassland productivity in the Desert Steppe, Northern China. Agriculture. Journal of Ecosystems and Environment, 265: 73–83.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.6.3]