Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891

Online ISSN: 2676-5039

Determining Factors Influencing the Distribution of *Ferulago armena* (DC.) Bernardi in Mountain Pastures of Baneh, Kurdistan Province

Bakhtiar Fattahi[*1], Boshra Gorgani[2]

1. Corresponding author; Assistant Prof., Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Malayer University, Malayer, Iran. E-mail: fattahi_b@yahoo.com

2. Graduated M.Sc. of Rangeland Science, Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Malayer University, Malayer, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

2024; Vol 18, Issue 1

Article history:
Received: 04.10.2023
Revised: 31.05.2024
Accepted: 24.06.2024

Keywords:
Ferulago armena,
Distribution,
Apiaceae,
Mountain Rangelands,
Baneh.

Abstract

Background and objectives: Plant species performance and productivity in rangeland ecosystems depend on their interactions with environmental factors. Understanding these interactions helps predict species distribution and guides rangeland management practices. This study aimed to identify the environmental factors influencing the distribution of Ferulago armena (DC.) Bernardi in Kileh Shin and Gardneh Khan pastures of Baneh, Kurdistan province. This knowledge can inform strategies for protection, restoration, and potential uses of F. armena in mountain rangeland management.

Methodology: Stratified random sampling was employed to collect soil and vegetation data within vegetation types containing F. armena. Two transects of 50 meters each were established, containing 120 plots of 1.75 m². Soil samples were collected within plots to a depth of 30 cm. Plant characteristics, soil properties (acidity, electrical conductivity, nitrogen content, organic matter), and topographical features (elevation, slope, direction, coordinates) were recorded for each plot. Principal Component Analysis (PCA) identified the most influential factors for F. armena distribution. Multiple regression analysis further explored the relationships between species and environmental variables.

Results: The typical habitat of F. armena had a 44.22% slope facing north (northwest to northeast), an average elevation of 2095 meters, and a species cover of 43%. Plant species richness reached 10.3, while diversity was 1.946. Dry forage production averaged 513 kg/ha. Soil characteristics included a pH of 6.4, 18.6% gravel cover, an electrical conductivity of 0.13 dS/m, approximately 0.20% nitrogen, and 2% organic matter. Soil depth averaged 36 cm, with a texture dominated by sand (over 50%). Deep gravel content measured 54%. PCA analysis revealed that the first axis explained over 78% of the variation in F. armena plant traits. Species cover and production exhibited a positive and significant relationship ($p < 0.05$) with organic matter, slope, clay content, nitrogen, elevation, calcium, litter cover, and pebbles. Stepwise multiple regression identified the most influential factors for cover percentage estimation as direction and elevation ($R^2 = 0.905$ and 0.952, respectively). For production estimation, the most significant factors were direction and soil depth ($R^2 = 0.845$ and 0.873, respectively) ($p < 0.01$).

Conclusion: The study found that F. armena had the highest cover percentage at an elevation range of 2200-2400 meters. Northwesterly and northerly aspects

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]

supported higher cover and production. Areas with higher gravel cover (18.6%) and deep gravel content (54%), lighter soil texture (loamy sand), and accumulated plant litter on top of stones and debris provided the most suitable habitat for production and cover of this species. These findings suggest that such locations offer the optimal conditions for the presence and distribution of F. armena within the study region.

Cite this article: Fattahi, B., B. Gorgani, 2024. Determining Factors Influencing the Distribution of Ferulago armena (DC.) Bernardi in Mountain Pastures of Baneh, Kurdistan Province. Journal of Rangeland, 18(1): 85-101.

© The Author(s).
DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1
Publisher: Iranian Society for Range Management

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]

مـــرتـــع

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸

شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

تعیین عوامل تاثیرگذار بر پراکنش گونه *Ferulago armena* (DC.) Bernardi در مراتع کوهستانی بانه - کردستان

بختیار فتاحی*[۱]، بشری گرگانی[۲]

۱. نویسنده مسئول، استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران. رایانامه: fattahi_b@yahoo.com

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل – پژوهشی

۱۴۰۳؛ جلد ۱۸، شماره ۱

تاریخ دریافت ۱۴۰۲/۰۷/۱۲
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۳/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۰۴

واژه‌های کلیدی:
Ferulago armena،
پراکنش،
چتریان،
مراتع کوهستانی،
بانه.

چکیده

سابقه و هدف: عملکرد و بهره‌وری اکوسیستم‌های مرتعی صرفا وابسته به فعالیت گونه‌های گیاهی است. گیاهان نیز برای بقا خود مجموعه گسترده‌ای از روابط و سازگاری با عوامل محیطی را نشان می‌دهند که به آن‌ها اجازه رشد در شرایط مختلف محیطی مانند تنش خشکی، شوری، فقر خاک را می‌دهد. عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی که یک گونه برای فعالیت‌های طبیعی خود (تغذیه، رشد، تولیدمثل) به آن نیاز دارد توصیفی از عوامل موثر بر پراکنش گونه هستند و محدوده پراکنش هر گونه حاصل کنش‌های گونه با سایر گونه‌ها و عوامل محیطی غیرزنده اکوسیستم است. تحقیق حاضر به بررسی ارتباط گونه *Ferula*go *armena* (DC.) Bernardi با عوامل محیطی در مراتع کیله‌شین و گردنه خان بانه در استان کردستان با هدف شناخت نیازهای اکولوژیک این گونه و کاربرد احتمالی آن در طرح‌های حفاظت، اصلاح و احیاء مراتع کوهستانی پرداخته است.

مواد و روش: برای این منظور، نمونه‌برداری به روش تصادفی طبقه‌بندی شده از خاک و پوشش گیاهی در تیپ‌های رویشی گونه مورد مطالعه با استفاده از ترانسکت و پلات (دو ترانسکت ۵۰ متری، ۱۲۰ پلات ۱/۷۵ متر مربعی و نمونه‌برداری از خاک به‌صورت ترکیبی و تا عمق ۳۰ سانتی‌متری انجام شد. نمونه‌برداری خاک و اندازه‌گیری خصوصیات گیاهی در داخل قطعات نمونه (پلات‌ها) انجام شد و خصوصیات توپوگرافی (ارتفاع، شیب، جهت، مختصات) محل استقرار پلات‌ها نیز یادداشت گردید. برای شناسایی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر گونه‌های مورد مطالعه از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد. و برای تعیین شدت ارتباط و همبستگی گونه‌ها و عوامل محیطی از آنالیز رگرسیون چندگانه استفاده شد.

نتایج: رویشگاه گونه *F. armena* شیب عمومی ۴۴/۲۲٪، جهت دامنه محدوده شمالی (شمال‌غربی تا شمال-شرقی)، ارتفاع متوسط ۲۰۹۵ متر دارد. پوشش گونه ۴۳ درصد، غنا ۱۰/۳ و تنوع گونه‌ای ۱/۹۴۶، تولید علوفه خشک ۵۱۳ کیلوگرم در هکتار، اسیدیته ۶/۴، پوشش سنگریزه ۱۸/۶ درصد، هدایت الکتریکی ۰/۱۳ دسی زیمنس بر متر مربع، نیتروژن حدود ۰/۲۰ درصد و مواد آلی حدود ۲ درصد دارد. عمق خاک حدود ۳۶ سانتیمتر و بافت آن بیش از ۵۰ درصد شن دارد و مقدار سنگریزه عمقی آن ۵۴ درصد است. براساس نتایج PCA، محور اول بیش از ۷۸ درصد تغییرات صفات گیاهی *F. armena* را توجیه می‌کند. متغیرهای پوشش و تولید گونه ارتباط مثبت و قوی با فاکتورهای ماده آلی، شیب، رس، نیتروژن، ارتفاع، کلسیم، لاشبرگ و سنگریزه داشتند (Sig.<0.05). نتایج رگرسیون چندگانه گام به گام نشان داد که فاکتورهای جهت و ارتفاع به‌ترتیب با مقادیر

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]

R، ۰/۹۰۵ و ۰/۹۵۲ مدل برآورد درصد پوشش و فاکتورهای جهت و عمق خاک با مقادیر R، ۰/۸۴۵ و ۰/۸۷۳ مدل برآورد تولید گونه *F. armena* را ایجاد کردند (Sig.<0.01).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج بدست آمده، گونه مورد مطالعه در ارتفاع ۲۲۰۰-۲۴۰۰ بیشترین درصد پوشش را دارد. در جهت شمال غربی و شمال تراکم، درصد پوشش و تولید بیشترین است. قسمتهایی از سایت که سنگریزه بیشتری دارد (پوشش سنگریزه ۱۸/۶٪ و مقدار سنگریزه عمقی ۵۴٪) و بافت خاک سبک است (شنی-لومی) و لاشبرگ گیاهان در لابه‌لای سنگها و واریزه‌ها تجمع کرده‌اند، بهترین مکان برای تولید و درصد پوشش و تراکم این گونه هستند، به عبارت دیگر بهترین رویشگاه را برای حضور و پراکنش این گونه در منطقه محسوب می‌شوند.

استناد: فتاحی، ب.، ب. گرگانی، ۱۴۰۳. تعیین عوامل تاثیرگذار بر پراکنش گونه *Ferulago armena* (DC.) Bernardi در مراتع کوهستانی بانه - کردستان. مرتع، ۱۷(۱): ۸۵-۱۰۱.

DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران © نویسندگان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]

مقدمه

گونه‌های گیاهی مهم‌ترین نقش را در عملکرد و بهره‌وری اکوسیستم‌های مرتعی ایفا می‌کنند. این گیاهان مجموعه گسترده‌ای از سازگاری را نشان می‌دهند که به آن‌ها اجازه می‌دهد در شرایط مختلف محیطی مانند خشکی، خاک‌های فقیر از مواد مغذی و الگوهای آب‌وهوایی متغیر رشد کنند (۱۲ و ۱۶). محدوده تحمل یک گونه به شرایط زیستی و غیرزیستی اکوسیستم (عوامل محیطی)، تعیین‌کننده دامنه پراکنش آن گونه خواهد بود (۸). عوامل محیطی تاثیرگذار بر پراکنش یک گونه شامل عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی لازم برای یک گونه است (۱). عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی که یک گونه برای فعالیت‌های طبیعی خود (تغذیه، رشد، تولیدمثل) در یک اکوسیستم به آن نیاز دارد تا بتواند زنده بماند و زیست بهتر داشته باشد توصیفی از عوامل موثر بر پراکنش گونه و تعیین‌کننده آشیان اکولوژیکی آن گونه هستند (۱۴، ۹ و ۳).

متغیرهای محیطی متعدد و گرادیان تغییرات آنها در عین پیچیدگی دارای در هم آمیختگی نیز هستند به همین دلیل گونه‌های گیاهی به صورت مجزا به تک‌تک متغیرهای محیطی پاسخ نمی‌دهند بلکه واکنش آنها به ترکیب و اپتیمم بهینه عوامل محیطی است (۳). هر گونه گیاهی در بخش‌های محدود و مشخصی از گرادیان عوامل محیطی عمل می‌کند (۱۰) و هنگامی‌که شرایط بهینه رشد برای گیاه فراهم باشد می‌تواند در این محدوده مناسب باقی بماند. در این حالت بیشترین عملکرد و قدرت زادآوری را دارد، جمعیت بزرگی را به‌وجود می‌آورد و به حداکثر فراوانی ممکن دست می‌یابد (۱۵). علاوه بر عوامل محیطی غیرزنده، حضور گونه‌های گیاهی دیگر نیز از طریق رقابت باعث تغییر در دامنه پراکنش و انتشار گونه می‌شوند (۲). معمولا گونه‌ای را نمی‌توان یافت که در حال رقابت با گونه دیگری نباشد؛ بنابراین محدوده پراکنش هر گونه حاصل کنش‌های گونه با سایر گونه‌ها و عوامل محیطی غیر زنده اکوسیستم است. شناخت و بررسی عوامل موثر بر پراکنش و حضور گونه‌ها، از جمله موارد مهم در مدیریت و حفاظت موثر اکوسیستم‌های مراتع است که هدف آن دستیابی به اطلاعاتی دقیق در مورد شرایط رویشگاهی و نیازهای اکولوژیک گیاهان است که مهم‌ترین پیش‌نیاز عملیات‌های بیولوژیکی احیا و اصلاح مراتع است. حضور، توزیع، پراکنش و فراوانی گونه‌ها به فراهم بودن و میزان مطلوبیت عوامل محیطی موثر بر رشد آنها بستگی دارد (۹، ۲۲). بر همین اساس می‌توان با حضور یک‌گونه در یک رویشگاه به‌طور غیر مستقیم شرایط رویشگاهی آن را تخمین زد (۵، ۱۹ و ۴). آگاهی از حد بهینه (مطلوب) هریک از متغیرهای محیطی به‌منظور مطلوبیت رویشگاه‌های مرتعی برای گونه‌های گیاهی در مدیریت مراتع اهمیت بسیار زیادی دارد. مقدار تخصصی بودن گونه در محدوده منابع مورد استفاده در هر رویشگاه و درجه تحمل‌پذیری گونه‌های گیاهی نسبت به متغیرهای محیطی در هر رویشگاه، مسئله و ضرورتی مهم در احیاء و اصلاح مراتع محسوب می‌شود. در شرایطی که تنوع گونه‌ای رویشگاه‌های مرتعی در اثر بهره‌برداری نادرست و خارج از توان تولید رویشگاه، رو به کاهش است؛ مدیریت مراتع باید افزایش کمی و کیفی گونه‌های با ارزش دارویی، علوفه‌ای و صنعتی را در ترکیب گیاهی مرتع مورد توجه قرار دهد؛ بنابراین ضرورت دارد مهم‌ترین عوامل محیطی در تعیین مطلوبیت رویشگاه‌های مرتعی برای گونه‌های گیاهی مشخص گردد و با استناد به نتایج حاصل، نسبت به افزایش آن‌ها در عرصه‌های مرتعی اقدام نمود. مطالعات زیادی روابط پیچیده بین گیاهان و محیط آن‌ها را روشن کرده است و جنبه‌های مختلف استفاده از منابع و تعاملات رقابتی آن‌ها را آشکار کرده است. به‌عنوان مثال فتاحی و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی ارتباط پوشش و تراکم گون سفید با مهم‌ترین عوامل محیطی پرداختند و نتایج آنها نشان داد، دامنه جنوبی، شیب ۳۰-۲۰٪ و طبقه ارتفاعی ۲۳۰۰-۲۱۰۰ متر، اسیدیته، پتاسیم، شن و سیلت بیشترین نقش را در تراکم گون دارند. میردیلمی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای عنوان داشتند عوامل جهت جغرافیایی، شیب، اسیدیته، هدایت الکتریکی، بافت و آهک خاک به‌ترتیب بیش‌ترین همبستگی و تأثیر را در پراکنش گروه‌های اکولوژیک منطقه مورد مطالعه آن‌ها دارند. فرج‌الهی و همکاران (۱۳۹۱) به این نتیجه رسیدند که درصد رس، سیلت، شن، سنگ‌ریزه، آهک، ارتفاع و شیب مهم‌ترین خصوصیات مؤثر بر پراکنش اجتماعات گیاهی منطقه مورد پژوهش آنها بودند. پارسامهر و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]

ارتباط جوامع گیاهی و برخی خصوصیات خاک به این نتیجه رسیدند که بافت خاک، آهک، پتاسیم و هدایت الکتریکی بیشترین نقش را در گسترش جوامع گیاهی دارند. در مطالعه دیگری، فتاحی و همکاران (۱۳۹۷) پژوهشی با عنوان تغییرات گروه گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل محیطی و مدیریتی در مراتع کوهستانی بانه، توسط آنالیز PCA، به این نتیجه رسیدند که توپوگرافی، فاکتورهای فیزیکی خاک، نیتروژن و مواد آلی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در پراکنش گروه گونه‌های گیاهی هستند. همچنین برنا و همکاران (۱۴۰۰)، در بررسی مدل‌سازی مطلوبیت رویشگاه گونه *Onobrychis cornuta* (L.) Desv. با روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در مراتع بلده نور دریافتند که این گونه تمایل به زندگی در زیستگاه حاشیه‌ای دارد. همچنین ارزیابی مدل با استفاده از روش اعتبارسنجی متقابل (۰/۸) نشان‌دهنده دقت بالا و خوب مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی برای گونه مورد نظر در منطقه مورد مطالعه بود. نونس و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از روش آنالیز تشخیص در مطالعه خود نشان دادند که بافت خاک، دمای آب، رطوبت نسبی هوا، عمق لاشبرگ و دمای هوا مؤثرترین عوامل محیطی در شکل‌گیری گروه-های بیولوژیکی در تپه‌های ساحلی بوده‌اند. کوین و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از دو مدل Maxent و GARP به مدلسازی و پیش‌بینی رویشگاه (آشیان اکولوژیک بالقوه) گونه مهاجم *Wedelia trilobata* (L.) Hitchc. در دو مقیاس محلی و جهانی پرداختند. نتایج آنها به این صورت بود که هر دو روش مدل‌سازی پیش‌بینی‌های قابل اعتمادی را از وسعت رویشگاه این‌گونه در هر دو مقیاس جغرافیایی ارائه کردند. ماتور و همکاران (۲۰۲۳) نیز با بررسی مدل‌سازی آشیان اکولوژیکی گونه‌ای در معرض خطر انقراض *Commiphora wightii (Arn.) Bhandari* با استفاده از متغیرهای زیست‌اقلیمی و غیر زیست‌اقلیمی به این نتیجه رسیدند که ویژگی‌های غیر زیست‌اقلیمی، به استثنای شیب و جهت زمین، دقت مدل را کاهش داد.

مرور منابع به خوبی نشان‌دهنده جایگاه و اهمیت کاربردی مطالعات مربوط به شناسایی عوامل اکولوژیکی موثر بر رشد گونه‌هاست، زیرا شناخت کافی برای توسعه و گسترش گونه‌ها در پروژهای احیا، اصلاح مراتع و بازسازی زیستگاه‌ها را فراهم می‌کند. در همین راستا تحقیق حاضر به بررسی پراکنش و رشد گونه ارزشمند *Ferulago armena* (DC.) bernardi در ارتباط با گرادیان برخی عوامل محیطی آن در مراتع کوهستانی و ییلاقی بانه در استان کردستان می‌پردازد. این گیاه از خانواده چتریان است و به‌عنوان گونه غالب یا همراه در تشکیل تیپ‌ها و جوامع گیاهی مراتع منطقه نقش دارد و دارای کارکردهای متنوع اکولوژیکی، حفاظت آب و خاک، حیات وحش، چرای دام (به‌صورت برداشت دستی و خشک شده) و دارویی است. تعیین خصوصیات رویشگاهی این گونه برای عملیات‌های احیا و اصلاح مراتع منطقه اهمیت زیادی دارد و بهبود وضعیت اکوسیستم‌های مرتعی و حفظ ذخایر ژنتیکی گونه را نیز فراهم می‌آورد. از طرف دیگر با توجه با اینکه تاکنون هیچ‌گونه مطالعه‌ای در داخل و خارج کشور در ارتباط با این گونه گزارش نشده است، نوآوری، اهمیت و مفید بودن مضاعفی به این مطالعه بخشیده است.

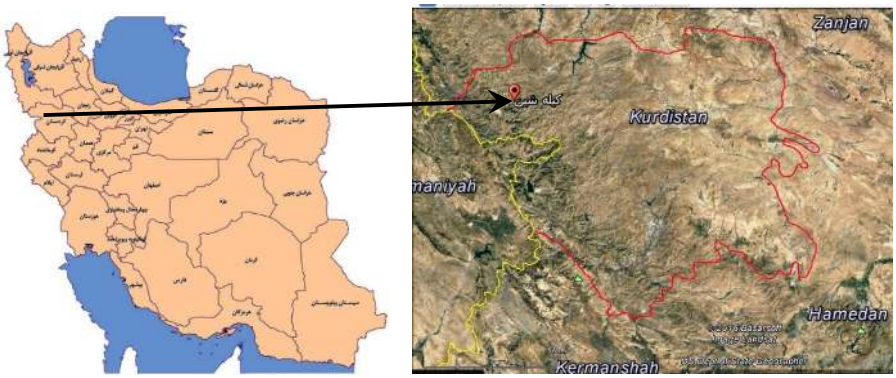
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در بخشی از زاگرس در مراتع کوهستانی منطقه "کیله‌شین" در غرب استان کردستان و در منتهی‌الیه شمال شرق شهرستان "بانه" انجام گردید. روستا و کوهستان‌های کیله‌شین از توابع موکریان، منطقه گورک سقز هستند که نرسیده به تونل گردنه "خان" جاده سقز-بانه (در حدود ۲۰ کیلومتری بانه) قرار دارد. مساحت منطقه مورد مطالعه بیش از ۵۰۰۰ هکتار است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

شکل ۲: گونه مورد مطالعه (*Ferulgo armena*)

- پوشش گیاهی منطقه

پوشش گیاهی منطقه با شرایط آب و هوایی، خاک و توپوگرافی کوهستانی آن در طول زمان و در نتیجه فرایند تکامل و سازگاری، استقرار پیداکرده است. فرم‌های رویشی مختلف از جمله یک‌ساله، علفی، بوته‌ای و درختچه‌ای در منطقه به‌چشم می‌خورد. گیاهان یک‌ساله بیش‌تر متعلق به خانواده‌های گرامینه (Poaceae) و کاسنی (Asteraceae) و گیاهان علفی بیش‌تر متعلق به خانواده‌های چتریان (Apiaceae)، کاسنی (Asteraceae) و نعناعیان (Lamiaceae) هستند. گیاهان بوته‌ای نیز اغلب متعلق به جنس گون از خانواده لگومینوزه هستند. گونه‌های درختچه‌ای نیز متعلق به گلابی وحشی، زالزالک، بادام و رز وحشی هستند. با این حال پوشش گیاهی غالب در منطقه، گون‌های بوته‌ای و علفی‌های چندساله خانواده چتریان هستند که نوع گونه‌های چتریان در ارتفاعات و دامنه‌های مختلف متغیر است. نتایج به‌دست آمده از پیمایش و بازدید میدانی و شناسایی گیاهان نشان داد که در منطقه مورد مطالعه تعداد ۲۹ خانواده، ۱۵۳ جنس و ۲۶۶ گونه وجود دارد. خانواده‌های Asteraceae، Poaceae و Apiaceae دارای بیشترین تعداد گونه بودند.

- گونه مورد مطالعه

یکی از گونه‌های مهم خانواده چتریان (Apiaceae) گونه *Ferulagu armena* است که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفته است. تیره چتریان یکی از بزرگ‌ترین تیره‌های گیاهان گلدار نهاندانه از سری جداگلبرگان با گونه‌های علفی، یکساله، دو یا چندساله و تک‌پایه است. گیاهان این تیره اغلب در نواحی معتدله نیمکره شمالی زمین پراکنش دارند. گونه *F. armena* یکی از گونه‌های مهم خانواده چتریان در مراتع کوهستانی شیب‌دار و تحت آلپی (بالای خط جنگل) ارتفاعات البرز و زاگرس است و در ارتفاع

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]

۱۸۰۰ متر به بالا و نقاط مرطوب و اغلب در جهت‌های محدوده شمالی (شمال‌غربی تا شمال‌شرقی) رشد می‌کند و به‌طور متوسط حدود ۴۳ درصد پوشش گیاهی منطقه حضورش را به خود اختصاص می‌دهد. گیاهی چندساله، به ارتفاع تا حدود ۱۲۰ سانتیمتر، فیلوتاکسی متنوع طوقه‌ای، متناوب و متقابل، برگ‌ها مرکب دارای بریدگی‌های عمیق تا حد ایجاد قطعات مویی، ساقه‌ها (توخالی) متعدد، متراکم و پر برگ که از دور مخمل مانند به نظر می‌رسد. گل‌آذین چتر مرکب، محور گل‌آذین بدون برگ، گل‌ها زرد رنگ، منظم دارای پنج کاسبرگ، پنج گلبرگ، پنج پرچم، تخمدان تحتانی شامل دو برچه به‌هم پیوسته و میوه مریکارپ است (شکل ۲). اغلب در رویشگاه‌هایی که خاک‌های با بافت سبک و سنگریزه زیاد دارند رشد می‌کند. اندام‌های گیاه دارای کیسه‌های ترشحی حاوی اسانس رزین و موسیلاژ است (شکل ۲). این گونه‌گیاهی در حالت تر، کمتر مورد چرای دام قرار می‌گیرد ولی به صورت دستی برداشت شده و بعد از خشک شدن، به‌عنوان علوفه دستی به ویژه در فصل پاییز و زمستان در آغل به دام داده می‌شود. این گیاه اهمیت دارویی بسیار زیادی دارد، از گونه‌های ارزشمند برای زنبورداری است و به‌عنوان سرپناه و منبع تغذیه نقش بسیار مهمی در حفاظت از حیات وحش و تنوع زیستی منطقه دارد. به دلیل کارکردهای اکولوژیکی متنوعی که این گونه دارد، شناخت عوامل موثر رویشگاه و آشیان اکولوژیکی آن از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (گرگانی و فتاحی ۱۳۹۸).

- اقلیم

بر اساس آمار دو ایستگاه هواشناسی سینوپتیک بانه و سقز (دوره آماری ۱۳۹۴-۱۳۴۱) و محاسبه گرادیان ارتفاعی و طول و عرض جغرافیایی منطقه نسبت به دو ایستگاه مذکور و نقشه‌های پهنه‌بندی اقلیمی، فاکتورهای اقلیمی محاسبه شده‌اند. تفاوت میانگین مقدار بارش، در خشک‌ترین (۱/۲۳) و مرطوب‌ترین (۱۰۷/۹) ماه سال (به‌ترتیب مرداد و بهمن) حدود ۱۰۶ میلی‌متر است. نوسان دمای میانگین بین گرم‌ترین (۲۷/۸۳) و سردترین (۰/۶۶) ماه سال (به‌ترتیب مرداد و دی) در درازمدت به بیش از ۲۷ درجه سانتی‌گراد رسیده است. میانگین بارش و دمای سالانه به‌ترتیب ۶۵۵ میلی‌متر و ۱۴ درجه سانتی‌گراد است. همچنین در ماه‌های آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین ماه‌های مرطوب سال ماه‌های تیر، مرداد و شهریور خشک‌ترین ماه‌های سال هستند. برای پهنه‌بندی آب و هواشناسی منطقه، داده‌های بارش، دما، جهت و سرعت وزش باد و ... از ۸ ایستگاه سینوپتیک با دوره آماری ۱۶ ساله (۲۰۱۴-۱۹۹۹) جمع‌آوری شد. سپس پلایگاه اطلاعاتی مربوط به هشت ایستگاه در محیط GIS تهیه شد. فرمت اطلاعاتی لایه شیپ فایل مربوطه به‌صورت نقطه‌ای و در سیستم مختصات جهانی UTM قرار داده شد.

- توپوگرافی، خاک‌شناسی و زمین‌شناسی

شیب عمومی منطقه ۳۷ درصد است. تمامی جهت‌های اصلی و فرعی جغرافیایی در منطقه قابل مشاهده هستند. علی‌رغم وجود شیب‌های تند (به‌غیر از مناطقی که دارای رخنمون سنگی هستند)، در کلیه دامنه‌ها پوشش گیاهی مناسبی استقرار پیدا کرده است. مرتفع‌ترین نقطه حوزه نوک قله‌ای در جنوب غربی حوزه با ۲۶۷۶ متر ارتفاع است. پست‌ترین نقطه نیز در محل خروج رودخانه از حوزه با ۱۷۰۰ متر ارتفاع است. بر اساس نقشه لیتولوژی استان کردستان، سازند زمین‌شناسی منطقه شامل ماسه‌سنگ و کنگلومرا، شیست و شیل است و بر اساس نقشه زمین‌شناسی ایران (برپایه نوع سنگ) سنگ‌های پوسته زمین از نوع دگرگونی هستند.

- ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی (بهره‌برداری از منطقه)

روستای کیله‌شین که در منطقه مورد مطالعه قرار گرفته از توابع بخش مرکزی شهرستان سقز است. تعداد ۱۲۵ خانوار و جمعیتی حدود ۵۰۰ نفر دارد. شغل عمده مردم روستا دامداری است، دام چراکننده رایج در منطقه، گوسفند و بز است و در بخش‌های مسطح و کم شیب منطقه گاو نیز دیده می‌شود. علاوه‌بر این زنبورداری و بهره‌برداری از گیاهان دارویی نیز در منطقه رایج است.

روش تحقیق

- بازدید میدانی و تهیه نقشه‌ها

با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵/۰۰۰ منطقه و گوگل ارث محدوده منطقه مورد مطالعه مشخص گردید. سپس، به مدت چند روز پیمایش صحرایی در منطقه و عبور از همه دامنه‌ها، دره‌ها و ارتفاعات منطقه، رویشگاه‌ها، تیپ‌های گیاهی، پراکنش و تکرار آن‌ها شناسایی شدند و

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]

محدوده آن‌ها بر روی نقشه تعیین شد؛ و با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS، نقشه DEM (شامل شیب، جهت و ارتفاع) منطقه بدست آمد و موقعیت پلات‌های نمونه‌برداری و حضور و عدم‌حضور گونه مورد مطالعه روی آن مشخص گردید (شکل ۴).

- نمونه‌برداری پوشش گیاهی

پلات‌گذاری در تیپ‌های رویشی گونه مورد مطالعه و هم‌چنین در منطقه عدم‌حضور گونه در امتداد دامنه با در نظر گرفتن طبقات ارتفاعی، شیب و جهت، نمونه‌گیری از خاک و پوشش گیاهی به‌صورت تصادفی-سیستماتیک انجام شد. تغییرات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه حدود ۱۰۰۰ متر است (۲۶۷۶-۱۷۰۰)، و گونه *F. armena* از ارتفاع ۲۰۳۸ تا ۲۶۴۲ متر قابل مشاهده است. منطقه به ۵ طبقه ارتفاعی ۲۰۰ متری تقسیم گردید. طبقه ارتفاعی اول آن (۱۹۰۰-۱۷۰۰) که شدیدا تحت تاثیر فعالیتهای مختلف مسکونی، جاده‌سازی، کشاورزی، باغداری، دامداری، چرای سنگین، خاک‌ورزی و ... بود و طبقه آخر (۲۶۷۶-۲۵۰۰) نیز به دلیل سنگلاخی و صعب‌العبور بودن و علاوه بر آن عمق کم خاک و دمای پایین و وزش باد، پوشش غالب بوته‌ای گون از از فرآیند نمونه برداری حذف شدند؛ بنابراین ۳ طبقه ارتفاعی و ۴ جهت اصلی جهت نمونه‌برداری در نظر گرفته شد به طوریکه در هر طبقه ارتفاعی در هر دامنه، یک سایت انتخاب شد (در مجموع ۱۲ سایت). دامنه‌های جنوبی و متمایل به آن، که *F. armena* در آنها مشاهده نشد به‌عنوان مناطق عدم‌حضور گونه و دامنه‌های شمالی و متمایل به آن که گونه مورد مطالعه با تراکم‌ها و درصد پوشش‌های متفاوتی در آنها حضور داشت به‌عنوان مناطق حضور گونه در نظر گرفته شدند. نمایی از سایتهای حضور و عدم‌حضور گونه *F. armena* در منطقه به‌ترتیب در اشکال (A-۴) و (B-۴) نشان داده شده است.

شکل ۴: نمایی از حضور (سمت چپ) **و عدم حضور** (سمت راست) **گونه *F. armena* در منطقه**

نمونه‌برداری پوشش گیاهی با استفاده از پلات انجام شد، برای این منظور در هر سایت تعداد ۲ ترانسکت ۵۰ متری (با توجه به شیب‌دار بودن منطقه یک ترانسکت در جهت شیب و دیگری عمود بر شیب) و در امتداد هر ترانسکت تعداد ۵ پلات (در هر سایت، ۱۰ پلات) به صورت سیستماتیک با فواصل ۱۰ متر مستقر گردید. به عبارت دیگر در مجموع ۱۲۰ پلات برای نمونه‌برداری استفاده شد (۱۲۰= ۴ جهت * ۳ ارتفاع * ۱۰ پلات). سطح پلات به روش سطح حداقل، ۱/۷۵ متر مربع تعیین شد و با توجه به فرم رویشی گونه‌های غالب و الگوی پراکنش گونه‌ها شکل پلات، مستطیلی در نظر گرفته شد. در هر پلات، درصد پوشش گیاهی کل، درصد پوشش، حضور و عدم‌حضور و تراکم گونه *F. armena*، لاشبرگ، سنگ و سنگ‌ریزه و خاک لخت محاسبه گردید. تولید هر یک از گونه‌ها به ویژه گونه *F. armena* به‌طور جداگانه از سطح زمین با قیچی

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]

باغبانی قطع شد و در پاکت‌های کاغذی ریخته شد و مشخصات لازم یادداشت گردید.

درصد شیب و جهت دامنه در هر پلات به‌ترتیب توسط شیب‌سنج و قطب‌نما ثبت گردید. برای تبدیل جهت پلات از حالت کیفی (مقیاس اسمی) به کمی (مقیاس نسبتی)، از عامل جنوبیت (SA) استفاده شد که در رابطه (۱) نشان داده شده است (McCune, 2002 و فتاحی، ۱۳۹۶).

رابطه (۱)

$$Southness\ Aspect = \frac{(1 - \cos(\theta - 45))}{2}$$

که در آن θ ، آزیموت جهت بوده و مقدار (SA) آن بر مبنای ۳۶۰ درجه است. عدد بدست آمده از رابطه فوق بین صفر تا یک متغیر است. با نزدیک شدن به عدد ۱، جهت جنوبی‌تر می‌شود و با نزدیک شدن به عدد صفر، جهت شمالی‌تر می شود. در هر یک از پلاتها جهت دامنه از طریق رابطه فوق، به صورت کمی در آمد.

- نمونه‌برداری خاک

در هر سایت به‌صورت تصادفی در مرکز تعداد ۵ پلات (از ۱۰ پلات هر سایت) پروفیل نمونه برداری متناسب با عمق خاک و ریشه دوانی گیاهان حفر گردید. نمونه‌برداری از خاک به‌صورت ترکیبی و تا عمق ۳۰ سانتیمتری انجام شد (شکل ۵). نمونه خاک‌های برداشت شده در هوای آزاد خشک و برای اندازه‌گیری پارامترهای مورد مطالعه به آزمایشگاه انتقال داده شدند. بافت خاک به روش هیدرومتری، درصد کربن آلی با استفاده از روش والکی بلک، اسیدیته خاک (pH) و هدایت الکتریکی (EC) به روش اولسن و به‌ترتیب با دستگاه‌های pH متر EC متر، نیتروژن کل با دستگاه کجلدال، فسفر به روش اسپکت، آهک و کلسیم به روش تیتراسیون، سدیم و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شدند.

شکل ۵: نمونه‌برداری و خشک کردن خاک

تجزیه و تحلیل داده‌ها

هدف این تحقیق بررسی و شناسایی مهم‌ترین عوامل محیطی تأثیرگذار بر گونه *F. armena* است. برای این منظور درصد پوشش (تاج پوشش) و تولید گونه مورد مطالعه به‌عنوان متغیرهای وابسته (متغیرهای عملکردی پوشش گیاهی)، پارامترهای خاک (درصد سنگ‌ریزه، نیتروژن، ماده آلی، کربن آلی، پتاسیم، فسفر، اسیدیته، هدایت الکتریکی، بافت، کلسیم) و توپوگرافی (جهت، شیب، ارتفاع) به‌عنوان متغیرهای مستقل (متغیرهای ساختاری اکوسیستم)، تعریف شدند. بررسی نرمال بودن داده‌های متغیرهای مختلف از طریق آزمون کولموگراف‌اسمیرنوف صورت گرفت و همگنی واریانس‌ها نیز با استفاده از آزمون لِون بررسی شد. مقایسه میانگین فاکتورهای مختلف در سایت‌های موردبررسی توسط آنالیز واریانس یک‌طرفه و بررسی اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد. خطای استاندارد هر یک از فاکتورها نیز توسط آنالیز

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]

توصیفی داده‌ها محاسبه شد. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از SPSS19 انجام شد. از آنجایی که: ۱) باید دو دسته متغیر مستقل (عوامل محیطی) و وابسته (پوشش و تولید گونه *F.armena*) مورد بررسی قرار می‌گرفت، ۲) جهت شناسایی مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر متغیرهای وابسته در واحدهای کاری، ۳) امکان جابجایی یا تاثیر متقابل متغیرهای مستقل و وابسته از زاویه و شرایطی دیگر، ۴) وجود متغیرهای زیاد، روابط پیچیده و متعدد بین متغیرها و در نتیجه احتمال تکرار، اشتباه و ابهام در قضاوت-های آماری؛ انجام تحلیل‌های چند متغیره را ضروری می-ساخت؛ در نتیجه ابتدا لازم بود تعداد داده‌ها کاهش یابد؛ بنابراین جهت گروه‌بندی و خلاصه سازی متغیرهای مؤثر بر درصد پوشش و تولید گونه مورد مطالعه در سایت‌های مختلف، از روش تحلیل عاملی استفاده شد و شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر درصد پوشش و تولیدگونه نیز به روش تحلیل چند متغیره PCA با استفاده از نرم‌افزار CANOCO صورت گرفت که یکی از روشهای مستقیم در آنالیز رسته‌بندی است که در آن همراه با داده‌های پوشش گیاهی (داده‌های هدف) متغیرهای محیطی نیز اندازه‌گیری شده و به‌طور مستقیم ارتباط بین متغیرهای محیطی و داده‌های هدف صورت می‌گیرد. انتخاب این روش بر اساس طول گرادیان انجام می‌شود (جدول ۱) که در این مطالعه چون مقدار عددی طول گرادیان کمتر از ۳ بود بنابرین روش PCA انتخاب شد.

جدول ۱: تصمیم گیری در مورد انتخاب روش و تکنیک رسته بندی بر اساس طول گرادیان

روش	طول گرادیان		
	کمتر از ۳	بین ۳ و ۴	بزرگتر از ۴
مستقیم	RDA,PCA, PLS, FA	فرقی بین استفاده از روش‌های خطی و غیرخطی نیست.	CCA
غیر مستقیم	استفاده از هر کدام از روش‌های غیر مستقیم اشکالی ایجاد نمی‌کند.	فرقی بین استفاده از روش‌های خطی و غیرخطی نیست.	NMS, CA, DCA
هیبرید	hRDA	فرقی بین استفاده از روش‌های خطی و غیرخطی نیست.	

* طول گرادیان، تقریبی از تنوع بتا در ماتریس داده‌های هدف است. هر چه تنوع بتا بیش‌تر باشد نشان-دهنده نا همگنی بیش‌تری در متغیرهای محیطی می‌باشد درنتیجه طول گرادیان بیش‌تر خواهد بود و برعکس.

نتایج

- ویژگی‌های خاک، توپوگرافی و پوشش گیاهی تیپ گیاهی گونه *F. armena*

تیپ گیاهی منطقه مورد مطالعه -*Ferula armena* *Rhabdosciadium petiolare-Bromus tomentellus* است که گونه *F. armena* به‌عنوان گونه غالب آن محسوب می‌شود. ویژگی‌های تیپ گیاهی، خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک، سازند زمین‌شناسی، عمق خاک و توپوگرافی به‌ترتیب در جداول (۲ تا ۵) ارائه شده است.

جدول ۲: خصوصیات تیپ گیاهی گونه *F. armena*

تیپ گیاهی	غنا	تنوع	تولید (gr/m2)	پوشش گیاهی (٪)	لاشبرگ (٪)	سنگریزه (٪)	خاک لخت (٪)
F. armena- R. petiolare- B. tomentellus	۱۰/۲۹	۱/۹۴۶	۵۱۳/۴۴	۱۰۲/۸۲	۷/۸	۱۸/۶	۴/۷

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]

جدول ۳: میانگین خصوصیات شیمیایی خاک تیپ گیاهی گونه *F. armena*

تیپ گیاهی	اسیدیته	آهک (٪)	کلسیم (meq/L)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	نیتروژن (٪)	هدایت الکتریکی (dsm-1)	مواد آلی (٪)
F. armena-R. petiolare-B. tomentellus	۰/۰۶±۶/۴۲	۰/۱۷±۱/۶۲	۰/۷۳±۶/۷۵	۳/۲±۳۹/۸۲	۴۰/۴±۲۹۴/۵۵	۰/۰۱±۰/۱۹۸	۰/۰۱±۰/۱۲۸	۰/۱۳±۱/۹۸

جدول ۴: میانگین ویژگی‌های فیزیکی خاک تیپ گیاهی گونه *F. armena*

تیپ گیاهی	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	سنگریزه (٪)
F. armena- R. petiolare- B. tomentellus	۳/۲۶±۵۰/۵۸	۲/۱۶±۲۴/۰۵	۲/۴۸±۲۵/۳۷	۱/۹۹±۵۴/۰۹

جدول ۵: سازند زمین شناسی، میانگین عمق خاک، خصوصیات توپوگرافی تیپ گیاهی گونه *F. armena*

تیپ گیاهی	سازند	عمق خاک (cm)	توپوگرافی		
			شیب (٪)	جهت	ارتفاع (m)
F. armena- R. petiolare- B. tomentellus	شیستی	۱/۷±۳۶/۴۲	۵/۳±۴۴/۲۲	۰/۰۳۸±۰/۱۴۶	۴۶/۷۶±۲۰۹۴/۸۵

- شناسایی عوامل مؤثر بر فاکتورهای گیاهی (درصد پوشش و تولید) گونه *F. armena*

به‌منظور بررسی ارتباط متغیرهای گیاهی با عوامل محیطی مورد بررسی، پس از تشکیل ماتریس داده‌های گیاهی و ماتریس عوامل محیطی، جهت تعیین طول گرادیان و انتخاب روش آماری مناسب، آنالیز تطبیقی قوس‌گیری شده (DCA) بر روی داده‌های پوشش گیاهی (داده‌های پاسخ) انجام شد. نتایج (جدول ۶) نشان داد که متوسط طول گرادیان کمتر از سه (۰/۸۵- ۰/۳) است. لذا از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) به‌عنوان روش خطی استفاده شد (جانگ من و همکاران، ۱۹۹۵). نتایج حاصل از انجام آنالیز PCA نیز در جدول (۶) ارائه شده است:

جدول ۶: نتایج آنالیز PCA روی متغیرهای گیاهی *F. armena*

	محور اول (F1)	محور دوم (F2)	محور سوم (F3)	محور چهارم (F4)	محور پنجم (F5)
طول گرادیان	۰/۸۵	۰/۶۶	۰/۶۱	۰/۳۷	۰/۳۰
مقدار ویژه (Eigenvalue)	۱۹/۲۱۴	۵/۴۰۸	۲/۸۱۷	۲/۲۴۴	۱/۰۷۱
تغییرپذیری (٪) (Variability)	۷۸/۲۴۳	۱۱/۴۱۸	۲/۹۳۱	۳/۷۱۵	۳/۶۹۳
تغییرپذیری تجمعی (٪) (Cumulative Variability)	۷۸/۲۴۳	۸۹/۶۶۱	۹۲/۵۹۲	۹۶/۳۰۷	۱۰۰/۰۰

براساس نتایج PCA، دو محور اول ۷۸/۲۴ درصد و دوم ۱۱/۴۲ درصد، در مجموع بیش از ۸۹ درصد از تغییرات صفات گیاهی *F. armena* را توجیه می‌کند جدول (۶). محور اول و دوم بیشترین ارتباط تأثیر عوامل محیطی بر صفات گیاهی این گونه را نمایان می‌کنند که برای نمایش نتایج، این دو محور مورد استفاده قرار گرفت. ضریب بار (بین ۱- تا ۱+ متغیر می‌باشد) هریک از متغیرهای محیطی بر روی محورهای پنج‌گانه در جدول (۷) قابل مشاهده است. این ضریب نشان دهنده میزان بار یا تأثیر هر یک از متغیرها روی محورهای مربوطه است. هرچه میزان این ضریب به یک نزدیک‌تر باشد یعنی تأثیرگذاری آن متغیر و یا بار آن روی محور مربوطه بیش‌تر می‌باشد. علامت مثبت این ضریب نشان دهنده اثر مثبت (افزایشی) و علامت منفی نیز به معنی اثر معکوس (کاهنده) بر روی محور مربوطه است. همان‌طور که در جدول (۷) قابل مشاهده است بخش عمده‌ای از متغیرها بر روی محور اول بارگذاری شده‌اند، بنابراین متغیرهای محور یک دارای بیش‌ترین و قوی‌ترین اثر بر خصوصیات گونه بودند. در محور اول ماده آلی، جهت، شیب، رس، نیتروژن و ارتفاع و در محور دوم خاک لخت، کلسیم و در محور سوم لاشبرگ، پتاسیم و فسفر و در محور چهارم ارتفاع بیش‌ترین تأثیر را در درصد پوشش و تولید *F. armena* دارند. نتایج PCA به خوبی نشان داد که متغیرهای پوشش و تولید ارتباط مثبت و قوی با فاکتورهای ماده آلی، شیب، رس، نیتروژن، ارتفاع، کلسیم، لاشبرگ،

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]

سنگریزه داشتند؛ زیرا این فاکتورها به طور مستقیم بر روی میزان نگه‌داشت رطوبت و مواد غذایی در خاک و فعالیت میکروارگانیسم‌ها و تجزیه مواد آلی و معدنی شدن آن‌ها تأثیرگذار هستند. از طرف دیگر فاکتورهای (جهت، خاک لخت) در جهت عکس تولید و پوشش بوده و ارتباط منفی قوی با آن‌ها دارند.

جدول ۷: ضریب بار متغیرها روی محورهای حاصل از آنالیز PCA

متغیرها	محورها			
	محور اول (F_1)	محور دوم (F_2)	محور سوم (F_3)	محور چهارم (F_4)
لاشبرگ	۰/۵۲۷	۰/۵۲۲	۰/۶۵۷	-۰/۳۲۶
سنگ‌ریزه	۰/۳۳۳	۰/۴۴۹	۰/۰۳۲	۰/۱۷۱
خاک لخت	-۰/۲۵۱	-۰/۶۰۰	-۰/۲۳۹	-۰/۱۳۴
ماده آلی	۰/۷۸۶	-۰/۱۵۶	-۰/۲۹۶	-۰/۰۶۸
کلسیم	۰/۳۹۴	۰/۶۵۷	۰/۴۰۶	-۰/۰۳۵
جهت دامنه	-۰/۹۷۸	-۰/۳۱۸	-۰/۲۰۹	-۰/۰۹۵
سیلت	-۰/۱۰۸	-۰/۱۱۲	-۰/۱۷۴	۰/۱۰۳
شیب	۰/۸۹۳	۰/۵۱۸	۰/۱۷۵	۰/۰۹۰
رس	۰/۶۳۱	۰/۴۱۹	۰/۲۱۷	۰/۰۱۸
شن	۰/۳۰۰	۰/۲۴۹	-۰/۳۰۵	-۰/۲۱۲
اسیدیته	۰/۱۰۵	۰/۰۹۸	-۰/۱۱۵	-۰/۱۱۷
عمق خاک	۰/۸۷۳	-۰/۱۲۸	۰/۱۷۱	-۰/۲۴۴
هدایت الکتریکی	۰/۲۵۷	-۰/۰۳۱	۰/۱۶۷	-۰/۱۶۰
ارتفاع	۰/۹۱۲	۰/۱۲۵	۰/۰۷۳	-۰/۴۳۴
پتاسیم	۰/۴۸۱	۰/۵۴۹	-۰/۳۸۸	-۰/۰۷۶
فسفر	۰/۳۱۸	۰/۲۹۲	-۰/۴۱۰	-۰/۱۵۵

- رابطه درصد پوشش *F. armena* با متغیرهای محیطی

برای برآورد و بررسی رابطه درصد پوشش و تولید گونه *F. armena* (متغیرهای وابسته) با ویژگی‌های خاک، توپوگرافی و برخی متغیرهای پوشش گیاهی (متغیرهای مستقل) از رگرسیون چندگانه گام به گام استفاده شد که در طی آن همه متغیرهای مستقل به صورت هم‌زمان وارد معادله می‌شوند و میزان وابستگی متغیرهای وابسته به متغیرهای مستقل بررسی می‌شود و هم‌چنین تغییرات متغیر وابسته در ارتباط با تغییرات متغیرهای مستقل پیش‌بینی می‌شود. حالت اول از طریق ضریب همبستگی رگرسیون و حالت دوم از طریق تحلیل رگرسیون و ضرایب هر یک از متغیرها انجام می‌شود. نتایج رگرسیون درصد پوشش *F. armena* با سایر فاکتورهای خاکی، توپوگرافی و پوشش گیاهی در جدول (۲) نشان داده شده است. رگرسیون تا دو گام پیش رفته است و فاکتورهای جهت و ارتفاع به‌ترتیب با مقادیر R، ۰/۹۰۵ و ۰/۹۵۲ وارد معادله شدند.

جدول ۲: مدل رگرسیونی گام به گام درصد پوشش *F. armena*

متغیر وابسته	گام/مدل	متغیرهای مستقل	R	R2	R متعادل شده	F
پوشش گونه *F. armena*	۱	جهت	۰/۹۰۵	۰/۸۱۹	۰/۸۰۲	**۱۲/۳۴۲
	۲	ارتفاع	۰/۹۵۲	۰/۹۰۶	.۰/۸۷۶	**۱۰/۲۸۵

** معنی داری رابطه رگرسیون در سطح ۰۱٪

مدل به‌دست آمده با اطمینان ۹۹٪ معنی‌دار می‌باشد، متغیرهای مستقل استفاده شده در معادله رگرسیون، ضریب ثابت معادله و نیز ضرایب B و B استاندارد شده هر یک از متغیرهای مستقل در جدول (۳) ارائه شده‌اند:

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]

جدول ۳: نتایج و ضرایب رگرسیون پوشش *F. armena*

Sig.	t	ضرایب استاندارد شده	ضرایب استاندارد نشده		متغیرهای مستقل	گام/مدل	متغیر وابسته
		Beta	اشتباه معیار	B			
۰/۰۰۰	۵/۰۸۷		۰/۶۰۵	۳۷/۲۹۳	)ضریب ثابت(	۱	پوشش گونه *F. armena*
۰/۰۰۰	-۴/۰۰۳	-۰/۵۱۱	۰/۰۰۲	-۳۰/۰۴۱	جهت		
۰/۰۰۰	۳/۶۱۹		۱/۰۰۹	۲۹/۵۸۷	)ضریب ثابت(	۲	
۰/۰۰۰	-۴/۰۸۱	-۰/۴۷۶	۰/۰۰۲	-۱۱/۷۰۰	جهت		
۰/۰۰۰	۴/۵۳۲	۰/۵۹۱	۰/۰۴۱	۰/۰۰۴	ارتفاع		

براساس مقادیر (جدول۳)، مدل رگرسیونی درصد پوشش *F. armena* در رابطه (۲) ارائه شده‌اند.

رابطه (۲)

(ارتفاع) ۰/۰۰۴+ (جهت) ۱۱/۷۰۰-۲۹/۵۸۷=پوشش *F. armena*

که مدل تولید در دو گام به‌ترتیب فاکتورهای جهت و عمق خاک را با مقادیر R، ۰/۸۴۵ و ۰/۸۷۳ وارد معادله کرده است و مدل‌های ایجاد شده با اطمینان ۹۹٪ معنی‌دار هستند.

- رابطه تولید *F. armena* با متغیرهای محیطی

نتایج رگرسیون تولید *F. armena* با سایر فاکتورهای پوشش گیاهی، خاک و توپوگرافی در منطقه در جداول (۴) نشان می‌دهد

جدول ۴: مدل رگرسیونی گام به گام تولید گونه *F. armena*

F	R متعادل شده	R2	R	متغیرهای مستقل	گام/مدل	متغیر وابسته
**۳۲/۰۱۱	۰/۶۹۷	۰/۷۱۴	۰/۸۴۵	جهت	۱	تولید گونه
**۲۱/۵۶۷	۰/۳۴۹	۰/۷۶۲	۰/۸۷۳	عمق خاک	۲	*F.bernardi*

** معنی‌داری رابطه رگرسیون در سطح ۰۱٪

متغیرهای مستقل استفاده شده در معادله رگرسیون، ضریب ثابت معادله و نیز ضرایب B و B استاندارد شده هر یک از متغیرهای مستقل در جدول(۵) ارائه شده‌اند:

جدول ۵: نتایج و ضرایب رگرسیون تولید *F. armena*

Sig.	t	ضرایب استاندارد شده	ضرایب استاندارد نشده		متغیرهای مستقل	گام/مدل	متغیر وابسته
		Beta	اشتباه معیار	B			
۰/۰۰۰	۱۳/۰۸۱		۱/۲۰۲	۲۳۳/۵۲۳	)ضریب ثابت(	۱	تولید گونه *F. armena*
۰/۰۰۳	۴/۲۸	- ۰/۷۱۲	۰/۰۰۲	-۱۷۲/۰۰۸	جهت		
۰/۰۰۴	۹/۶۱۵		۱/۳۴۲	۱۰۴/۹۴۲	)ضریب ثابت(	۲	
۰/۰۰۶	۲/۳۲۷	-۰/۴۹۵	۰/۰۷	۱۱۶/۸۲	جهت		
۰/۰۰۵	۵/۰۰۷	۰/۳۵۳	۰/۰۶۹	۰/۰۶۵	عمق خاک		

براساس مقادیرجدول (۵)، مدل رگرسیونی تولید *F. armena* در رابطه (۴) ارائه شده‌است.

رابطه (۴)

(عمق خاک) ۰/۰۶۵+(جهت) ۱۱۶/۸۲+۱۰۴/۹۴۲=تولید گونه *F. armena*

بحث و نتیجه‌گیری

عوامل مؤثر بر حضور گونه‌های گیاهی شامل اقلیم (دما، رطوبت/ بارش، خشکی، یخبندان)، توپوگرافی (ارتفاع، شیب، جهت)، خاک (میکروارگانیسم‌ها، ماده آلی، بافت، اسیدیته، نیتروژن، هدایت الکتریکی میزان آب قابل دسترس)، سایر موجودات زنده (علف‌خواران و ماکروفون خاک) و مدیریت (چرای دام، اقدامات اصلاحی و حفاظتی) است. این عوامل فرم رویشی، الگوی پراکنش، ترکیب گونه‌ای، درصد پوشش، تراکم و مقدار تولید (بایومس) گونه‌های گیاهی و فعالیت میکروبی خاک را تعیین

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]

می‌نمایند. شناخت اکولوژیکی گیاهان، عوامل فوق و جایگاه آنها در فرایند مدیریت مراتع به‌ویژه در مراتع کوهستانی از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا امکان مدیریت و راهبردهای حفاظتی بهتر را برای حفظ تنوع زیستی و عملکرد کلی مراتع کوهستانی فراهم می‌کند. هرگونه گیاهی با توجه به نیازهای اکولوژیکی، دامنه بردباری و خصوصیات منطقه رویش، با برخی از عوامل محیطی رابطه دارد. نتایج به‌دست آمده از این ارتباط می‌تواند به مناطقی با شرایط مشابه تعمیم داده شود و از این طریق می‌توان آشیان‌های اکولوژیک بالقوه گونه‌ها را شناسایی نمود که به‌عنوان قسمت مهمی از اطلاعات مورد نیاز در برنامه‌های احیاء، اصلاح مراتع، مانند کپه کاری، بوته کاری، بذرپاشی و ... محسوب می‌شود.

هدف این پژوهش در مرحله اول شناسایی مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر (متغیرها مستقل یا عوامل محیطی) بر متغیرهای درصد پوشش و تولید گونه *F. armena* از طریق تحلیل‌های چندمتغیره بود. در مرحله دوم میزان وابستگی درصد پوشش و تولید گونه *F. armena* (متغیرهای وابسته) به متغیرهای مستقل (عوامل خاکی و توپوگرافی) از طریق ضریب همبستگی رگرسیون بررسی شد و در مرحله سوم تغییرات متغیر وابسته در ارتباط با تغییرات متغیرهای مستقل از طریق تحلیل رگرسیون و ضرایب هر یک از متغیرها پیش‌بینی شد.

براساس نتایج آنالیز PCA، محور اول ۷۸ درصد تغییرات درصد پوشش و تولید *F. armena* را در ارتباط با تأثیر عوامل محیطی بر خصوصیات این گونه توجیه می‌کند. در محور اول به‌ترتیب فاکتورهای جهت، ارتفاع از سطح دریا، شیب، عمق خاک و ماده آلی بیش‌ترین تأثیر را بر درصد پوشش و تولید این گونه دارند. از بین آنها جهت دامنه تاثیر معکوس و ارتباط منفی قوی با درصد پوشش و تولید گونه دارد و سایر فاکتورها تاثیر مستقیم دارند. این یافته‌ها با نتایج فرجالهی و همکاران (۱۳۹۱) که ارتفاع و شیب؛ میردیلمی و همکاران (۱۳۹۱) که جهت و شیب؛ آقایی و همکاران (۱۳۹۱)، که ارتفاع و شیب؛ نادری و همکاران (۱۳۹۲) که مواد آلی؛ قلی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) که عمق خاک و ارتفاع؛ قربانی و اصغری (۱۳۹۳) که ارتفاع، مواد آلی، شیب و جهت و فتاحی (۱۳۹۶) که توپوگرافی، عمق خاک و مواد آلی را به‌عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پوشش گیاهی مناطق مورد مطالعه خود می‌دانستند، مطابقت دارد. در حالیکه با نتایج آقایی و همکاران (۱۳۹۱) که بیان کردند رابطه معنی‌داری بین فاکتورهای خاک و خصوصیات پوشش گیاهی وجود ندارد و زارع چاهوکی و همکاران (۱۳۸۹) که دریافتند فاکتورهای سنگ‌ریزه، بافت، آهک و هدایت الکتریکی خاک از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر پوشش گیاهی هستند مطابقت نداشت. همه آنها از روش PCA برای شناسایی فاکتورهای موثر استفاده کردند و نکته قابل توجه اینکه مطالعاتی که نتایجشان با تحقیق حاضر مطابقت داشت شباهت رویشگاهی به منطقه مورد مطالعه دارند و همگی در مراتع کوهستانی، نیمه‌استپی یا جنگل‌های خشک انجام شده‌اند؛ در حالیکه مطالعاتی که مطابقت نداشتند، در مناطق خشک و نیمه‌بیابانیانجام شده‌اند؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در مناطق کوهستانی عوامل توپوگرافی و عمق خاک و در مناطق خشک و بیابانی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک بیشترین تاثیر را بر شاخص‌های گیاهی دارند.

بر اساس مشاهدات میدانی، گونه مورد مطالعه در محدوده شمالی (شمال‌غرب تا شمال‌شرق) قرار دارد و از ارتفاع ۱۸۰۰ تا ۲۷۰۰ متر دیده می‌شود. نتایج رگرسیون چندگانه درصد پوشش و تولید گونه *F. armena* با فاکتورهای خاکی و توپوگرافی بطور جداگانه نشان داد که هر دو رگرسیون تا دو گام پیش رفته و برای درصد پوشش گونه به‌ترتیب جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا وارد معادله شدند و ضرایب R مدل ایجاد شده برای آنها به‌ترتیب با مقادیر ۰/۹۰۵ و ۰/۹۵۲ به‌ترتیب در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار بود و برای تولید گونه به‌ترتیب جهت دامنه و عمق خاک وارد معادله شدند و ضرایب R مدل ایجاد شده برای آنها به‌ترتیب با مقادیر ۰/۸۴۵ و ۰/۸۷۳ به‌ترتیب در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار بود.

با توجه به ضرایب موجود، درصد پوشش توانسته است نسبت به تولید، رابطه رگرسیونی قوی‌تری با عوامل محیطی ایجاد کند. به نظر می‌رسد که عامل جهت در هر دو معادله رگرسیون نقش تعیین کننده و اصلی را در مورد حضور گونه و خصوصیات آن دارد و ارتفاع در درون جهت دامنه رویشگاه گونه معنی پیدا کرده است. به عبارت دیگر

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]

با وجود دامنه مناسب، ارتفاع می‌تواند به ایفای نقش در درصد پوشش و تولید گونه بپردازد. ضریب بالاتر ارتفاع در مدل رگرسیونی درصد پوشش گونه نیز ناشی از همین مرزبندی ارتفاع برای حضور گونه و کاهش درصد پوشش آن در حد بالایی و پایین ارتفاعات منطقه است که در مشاهدات میدانی نیز قابل تایید بود. در حالیکه در رگرسیون تولید، عمق خاک جایگزین عامل ارتفاع (مدل درصد پوشش) شده است، زیرا کوهستانی بودن منطقه موجب شده است که فاکتور عمق خاک به‌عنوان یکی از خصوصیات مهم خاک در حضور و تامین بستر برای نگهداشت گونه محسوب شود و عملا عناصر و حاصلخیزی خاک نیز که عوامل اصلی مقدار تولید یا بایومس گونه هستند، با وجود این بستر (عمق خاک) قابل تعریف هستند. با توجه به نتایج رگرسیون، نقش عمق تولیدگونه نیز همانند نقش ارتفاع (در درصد پوشش) با وجود جهت دامنه معنی و اهمیت پیدا می‌کند.

با توجه به مقادیر β (در هیچ‌کدام از فاکتورها صفر نبود) و B ضریب ثابت متغیرهای مستقل جهت و ارتفاع، معادلات رگرسیونی برای پیش‌بینی درصد پوشش گونه محاسبه شد. علامت مثبت مقادیر β به این معنی هست که با افزایش مقدار متغیر مستقل، مقدار پیش‌بینی شده متغیر وابسته نیز افزایش می یابد (رابطه مستقیم) و ضرایب منفی به این معنی است که با کاهش مقدار متغیر مستقل مقدار پیش‌بینی شده متغیر وابسته افزایش خواهد یافت (رابطه معکوس). بر این اساس در هر دو مدل درصد پوشش و تولید گونه *F. armena* با جهت دامنه رابطه عکس دارد به طوریکه با تغییر جهت از محدوده شمالی به سمت محدوده جنوبی (از هر دو طرف غرب و شرق) درصد پوشش و تولید گونه بطور معنی‌داری کاش می‌یابد و متمایل به صفر می‌شود. در حالیکه ارتفاع با درصد پوشش و عمق خاک با تولید گونه رابطه مستقیم دارد بطوری که در سایتهای مطالعاتی با افزایش ارتفاع از سطح دریا درصد پوشش گونه و با افزایش عمق خاک تولید گونه افزایش می‌یابد. گونه مورد مطالعه، گونه‌ای رطوبت پسند است و درجه حرارت‌های پایین را نسبت به درجه حرارت‌های بالا بهتر تحمل می‌کند. جهت‌های محدوده شمالی به دلیل رطوبت بیشتر، تابش کمتر نور خورشید، دمای متعادل‌تر و عدم وزش بادهای مستقیم (در مقیاس منطقه‌ای) بر درصد پوشش و تولید گونه مورد مطالعه تاثیر مستقیم افزایشی دارد. ارتفاع از سطح دریا با تأثیر بر میزان بارندگی، دما، تبخیر، تعرق، شدت تشعشعات خورشیدی، بر درصد پوشش و تراکم گونه مورد مطالعه تأثیر زیادی دارد و با افزایش ارتفاع از حد پایینی آن به سمت حد بالایی آن، درصد پوشش و تراکم گونه افزایش می‌یابد و در نهایت افزایش این فاکتورها تا حدودی به معنای افزایش تولید نیز خواهد بود هر چند که در افزایش تولید، عمق خاک نقش بیشتری نسبت به ارتفاع از سطح دریا دارد. همچنین با افزایش شیب در منطقه به دلیل دسترسی کمتر انسان و دام و در نتیجه عدم‌وجود فشار بهره‌برداری بر گونه مورد مطالعه، درصد پوشش و تولید آن افزایش می‌یابد. این مطالعه نشان داد که عامل اصلی در پراکنش، درصد پوشش و تولید گونه *F. armena* جهت جغرافیایی است.

به‌طورکلی، این مطالعه نشان داد که اگرچه همه عوامل محیطی بر دو ویژگی مهم درصد پوشش و تولید گونه *F. armena* تاثیر دارند؛ ولی سه فاکتور جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا و عمق خاک بیشترین تاثیر و ارتباط را با ویژگی‌های این گونه دارند به طوری که این گونه در دامنه‌های شرقی و جنوبی حضور ندارد و به تدریج از دامنه‌های غربی، شمال‌غربی و شمال‌شرقی به سمت شمال بر درصد پوشش و تولید این گونه افزوده می‌شود. همچنین این گونه در طبقات ارتفاعی پایین منطقه مورد مطالعه دیده نمی‌شود و از ارتفاع میانی به سمت ارتفاعات بالاتر درصد پوشش و تولید این گونه افزایش می‌یابد. از طرف دیگر در بخش‌هایی از رویشگاه با افزایش عمق خاک که بافت سبک (سنگریزه زیاد همراه با لاشبرگ) نیز دارد درصد پوشش و تولید این گونه افزایش پیدا می‌کند.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]

References

1. Aghaie, R., S. Alvani neZhad, R. Basiri & R. Zolfaghari, 2012. Relationship between Ecological Species Groups and Environmental Factors (Case Study: Vezg Region in Southeast of Yasouj). Iranian Journal of Applied Ecology, 1 (2): 53-63
2. Bando, E. L., L.A. Cavieres, M. A. Molina-montengro & C.L. Quiroz, 2005. Slop aspect influences plant association patterns in the Mediterranean matorral of central chile. Journal of Arial Enviornments. 62: 93-98.
3. D'Antonio, C. M. & P.M. Vitousek, 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. Annual Review of Ecology and Systematics, 23(1): 63-87.
4. Diaz, S., S. Lavorel, F. de Bello, F. Quétier, K. Grigulis & T.M. Robson, 2007. Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(52): 20684-20689.
5. Gegout, J. C. & E. Krizova, 2003. Comparsion of indicator values of forest understory plant species in Western Carpathians (Slovakia) and Vosges Mountains (france), Forest Ecology and Management, 182 (1): 1-11.
6. Hirzel, A. H., J. Hausser, D. Chessel & N. Perrin, 2002. Ecological Niche Factor Analysis: How to compute habitat suitability maps without absence data? Journal of Ecology, 73 (22): 2027-2036.
7. Jafari, M., M.A. Zare Chahouki, A. Tavili, H. Azarinvand & G.Z. Amiri, 2004. Effective environmental factors in the distribution of vegetation types in poshtkouh rangelands of Yazd Province (Iran), Journal of Arid Environments, 56(4): 627-641.
8. Jansen, F. & J. Oksanen, 2013. How to model species responses along ecological gradients–Huisman–Olff–Fresco models revisited. Journal of Vegetation Science, 24 (6): 1108-1117.
9. Khalasi. L., M.A. Zare Chahouki, H. Azarnivand & M. Soltani, 2011. Utility habitat modeling Eurotia ceratoides (L.) C.A.M. Application ENFA Pastures in North East Semnan. Journal of Rangeland, 4: 362-373.
10. Körner, C. (2004). Mountain biodiversity, its causes and function. Ambio, 33(8): 11-17.
11. Kumar, S., L.G. Neven & W.L. Yee, 2014. Evaluating correlative and mechanistic niche models for assessing the risk of pest establishment. Ecosphere, 5(7): 1-23.
12. Lawesson, J.E. & J. Oksanen, 2002. Niche characteristics of Danish woody species as derived from conenochlines. Journal of Vegetation Science, 13(2): 279-290.
13. Moisen, G.G. & T.S. Frescino, 2002. Comparing five modeling teachniques for predicthing forest characteristic, Ecological Modeling, 157(2): 209-225.
14. Oksanen, J. & P.R. Minchin, 2002. Continuum theory revisited: what shape are species responses along ecological gradients? Journal of Ecological Modelling, 157(2): 119-129.
15. Sayre, N. F., M. Stysley & J.L. Schnase, 2013. Species richness and ecological niche modelling: Understanding and managing biodiversity in ecosystems. Ecological Informatics, 17: 44-53.
16. Schoenholtz, S.H., H. van Miegeroet & J.A. Burger, 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. Forest Ecology and Management, 1: 27-6.
17. Small, Ch. J. & B.C. McCarthy, 2005. Relationship of understory diversity to soil nitrogen topographic variation, and stand age in an eastern oak forest, USA, Forest Ecology and Management, 217 (2): 229-243.
18. Thuiller, W. & C.H. Albert, 2013. Predicting global change impacts on plant species' distributions: future challenges. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 15(4): 282-292.
19. Trethowan, P.D., M.P. Robertson & A.J. McConnachie, 2011. Ecological niche modelling of an invasive alien plant and its potential biological control agents. South African Journal of Botany, 77: 137-146.
20. Tsui, Ch-Ch., Ch. Zueng-sang & H. Change- Fu, 2004. Relationships between soil propertis and slop posision in a lawland rain forest of southern Taiwan. Geoderma, 123: 131-142.
21. Xuezhi, W., X. Weihua, O.L. Zhiyun, X.Y. Jianguo & Ch. Youping, 2008. Application of ecological-niche factor analysis in habitat assessment of giant pands. Acta Ecologica Sinica, 28(2): 821-828.
22. Zare Chahouki, M.A., L. Khalasi Ahvazi & H. Azarnivand, 2012. Comparison of three modeling approaches for predicting plant species distribution in mountainous scrub vegetation. Polish Journal of Ecology, 60(2): 277-289
23. Zare Chahouki, M.A., R. Nodehi & Tavili, 2011. Investigation on relationship between plant diversity and environmental factors in Eshtehard rangelands. Journal Management System, 1(2): 41-49.
24. Zuo, X., J. Knops, X. Zhao, H. Zhao, T. Zhang, Y. Li & Y. Guo, 2013. Indirect drivers of plant diversity-productivity relationship in semiarid sandy grasslands. Biogeosciences, 9: 1277-1289.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-07-16]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.5.1]