Research Article

Iranian Journal of Range and Desert Research DOI: 10.22092/ijrdr.2023.129901
Vol. 30, No. 2, Page 261-280 (2023) :DOR 20.1001.1.17350875.1402.30.2.6.6

The study of habitat properties and response pattern of (Artemisia specigera C.Koch.) to environmental factors in rangelands of Mazandaran province

H. Ghelichnia[1*], H. Mirdavoodi[2] and A. Cherati Araie[3]

1*- Corresponding author, Associate Professor, Forest and Rangeland Research Department. Mazandaran Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran, E mail: H.ghelichnia@areeo.ac.ir.
2- Associate Professor, Forest and Rangeland Research Department. Markazi Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Arak, Iran
3- Assistant Professor, Soil and Water Research Department. Mazandaran Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran

Received: 08/28/2022 Accepted: 06/10/2023

Abstract

Background and objective

Today, predictive models of plant species distribution play a crucial role in assessing, restoring, protecting, and developing rangeland ecosystems. It is one of the most important tools to learn about species distribution and habitat suitability. This research determined ecological factors affecting plant composition, species response to environmental factors changes, and the potential of the target species in the study area using multivariate analysis. Based on this, with a better understanding of the ecological niche of this plant, the necessary recommendations can be made for using the species in rangeland improvement programs in similar habitats.

Methodology

Vegetation sampling was done by a systematic-random method during 2016-2018. Vegetation studies were carried out, including the percentage of canopy cover of species and the density of species inside the plots. Also, the percentage of litter, bare soil, stones, and pebbles was determined in each plot. For this purpose, five transects with the same distance were used. Then, six plots (with 2 x 2 meters dimensions) were established on each with the same distance. To investigate the effect of environmental factors on the distribution of the studied species, three soil samples were taken from each plot at a depth of 0 to 30 cm, and their physical and chemical properties were measured in the laboratory. Climatic factors such as average rainfall and annual temperature were collected using data from weather stations near the study area. To investigate the relationship between effective and significant environmental variables and vegetation and to choose the appropriate linear and non-linear method, DCA was performed on the vegetation data, and the gradient length was determined. A generalized additive model predicted plant species' response to environmental changes. Canoco software version 4.5 was used to analyze the data in this section.

Results

The results of conventional comparative analysis showed that environmental factors such as clay percentage, geographical direction, acidity, sand, saturated moisture percentage, organic matter percentage, average annual temperature and soil lime percentage in the studied habitats, respectively 10.3, 4.4, 3.3, 3.3, 1.6, 1.4, 1.4 and 1.3 percent of the variance in plant composition, play an important role in changes in vegetation in the habitats. It showed that A.specigera species

Copyright: © 2023 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by Research Institute of Forests and Rangelands (http://ijrdr.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

respond to the amount of phosphorus, percentage of organic matter, electrical conductivity, percentage of nitrogen, percentage of clay, percentage of organic carbon, and altitude. This is following the monotonic decrease model. The response pattern of this species to the percentage of silt, percentage of sand, average annual temperature, average annual rainfall, the direction of slope, acidity, potassium, the apparent specific gravity of soil, percentage of soil saturation and percentage of slope follows the bell model (Unimodal) and limit its growth optimum for each of these factors is 21%, 60%, 16°C, 400mm, for eastern and southern slopes, 8, 650mg/liter, 1.4g/cm3, 39% and 40-50%.

Conclusion

The generalized incremental model provides valuable information to determine species' ecological needs. This information can be used in vegetation management and rangeland improvement operations in similar areas using the data from this research. Forage production is high in the studied species, suggesting its potential for increasing rangeland vegetation cover.

Keywords: *Artemisia specigera*, classification, ecological factors, generalized collective model, species response curve, ecological properties.

بررسی ویژگیهای رویشگاهی و پاسخ درصد پوشش گونه مرتعی درمنه سنبله‌ای (*Artemisia specigera* C.Koch.) به عوامل محیطی در مراتع استان مازندران

حسن قلیچ‌نیا [۱*]، حمیدرضا میرداودی [۲] و علی چراتی آرایی [۳]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران. پست الکترونیک: H.ghelichnia@areeo.ac.ir

۲-دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۰

چکیده

سابقه و هدف

امروزه استفاده از مدل‌های پیش‌بینی پراکنش گونه‌های‌گیاهی، نقش برجسته‌ای در ارزیابی، احیا، حفاظت و توسعه اکوسیستم‌های‌مرتعی، ایفا می‌کنند و از ابزارهای مهم جهت کسب اطلاعات درباره علل پراکنش گونه‌ها و تناسب رویشگاه برای گونه‌های‌گیاهی محسوب می‌شوند. در این تحقیق، با استفاده از آنالیزهای چندمتغیره، ضمن تعیین عوامل اکولوژیک مؤثر بر تغییرات ترکیب گیاهی در رویشگاه‌های آن، به بررسی پاسخ گونه گیاهی به تغییرات عوامل‌محیطی و تعیین پتانسیل گونه مورد نظر در شرایط رویشگاه مورد مطالعه، پرداخته شد. تا بدینوسیله ضمن شناخت بهتر آشیان اکولوژیکی این گیاه، بتوان توصیه‌های لازم برای استفاده در برنامه‌های اصلاح مراتع و در رویشگاههای مشابه آن انجام داد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از پوشش‌گیاهی به روش سیستماتیک- تصادفی طی سالهای ۱۳۹۸-۱۳۹۶ انجام شد. مطالعات پوشش گیاهی شامل درصد تاج پوشش گونه‌ها و تراکم گونه‌ها در داخل پلاتها انجام شد. همچنین در هر پلات، درصد لاشبرگ، خاک لخت و سنگ و سنگریزه نیز تعیین گردید. برای این منظورتعداد پنج ترانسکت با فاصله یکسان نسبت به هم بکار برده شد. سپس بر روی هر یک از آنها، شش پلات (به ابعاد ۲ در ۲ متر) با فواصل یکسان، مستقر گردید. به‌منظور بررسی اثر عوامل‌محیطی بر پراکنش گونه مورد پژوهش، از هر یک از پلات‌ها، یک نمونه خاک با سه از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری سطح خاک برداشت گردید و در آزمایشگاه، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها اندازه‌گیری شد. عوامل اقلیمی مثل میانگین بارندگی و دمای سالانه، با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی نزدیک به منطقه مورد مطالعه، جمع‌آوری گردید. جهت بررسی ارتباط متغیرهای محیطی اثرگذار و معنی‌دار با پوشش‌گیاهی و انتخاب روش مناسب خطی و غیرخطی، آنالیز تطبیقی قوس‌گیری شده (DCA) بر روی داده‌های پوشش‌گیاهی، انجام و طول گرادیان مشخص گردید. برای پیش‌بینی پاسخ گونه‌های‌گیاهی به تغییرات عوامل‌محیطی از مدل افزایشی‌تعمیم‌یافته استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در این بخش، از نرم‌افزار Canoco نسخه 4.5، استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از آنالیز تطبیقی متعارفی نشان داد که عوامل محیطی مثل درصد رس، جهت جغرافیایی، اسیدیته، شن، درصد رطوبت اشباع، درصد ماده آلی، متوسط درجه حرارت سالیانه و درصد آهک خاک در رویشگاههای مورد مطالعه، به‌ترتیب با بیان ۱۰/۳، ۴/۱، ۳/۳، ۳/۳، ۱/۶،

۱/۴، ۱/۴ و ۱/۳ درصد از واریانس موجود در ترکیب گیاهی، نقش مهمی در تغییرات پوشش گیاهی در رویشگاه‌های مورد مطالعه داشتند. نتایج نشان داد که پاسخ گونه A.specigera به میزان فسفر، درصد ماده آلی، هدایت الکتریکی، درصد ازت، درصد رس، درصد کربن آلی و ارتفاع از سطح دریا از مدل کاهشی (Monotonic decrease) پیروی می‌کند. الگوی پاسخ این گونه به درصد سیلت، درصد شن، میانگین درجه حرارت سالانه، میانگین بارندگی سالانه، جهت شیب، اسیدیته، پتاسیم، وزن مخصوص ظاهری خاک، درصد اشباع خاک و درصد شیب از مدل زنگوله‌ای (Unimodal) پیروی کرده و حد بهینه رشد آن برای هر یک از این عوامل به ترتیب ۲۱ درصد، ۶۰ درصد، ۱۶ درجه سانتی‌گراد، ۴۰۰ میلی‌متر، جهت شیبهای شرقی و جنوبی، ۸، ۶۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب، ۳۹ درصد و ۵۰-۴۰ درصد، بوده است.

نتیجه‌گیری

مدل افزایشی تعمیم‌یافته، اطلاعات ارزشمندی برای تعیین نیازهای اکولوژیکی گونه ارائه می‌دهد که می‌توان با استفاده از داده‌های این تحقیق، در مدیریت پوشش‌گیاهی و عملیات اصلاح مراتع (مرتعکاری) در مناطق مشابه از آن بهره گرفت. گونه مورد مطالعه از لحاظ تولید بالای علوفه، قابل توجه بوده و به عنوان یکی از گونه‌های مناسب برای افزایش پوشش گیاهی مراتع منطقه، پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: گونه کلهر، رسته‌بندی، عوامل اکولوژیک، مدل‌جمعی تعمیم‌یافته، منحنی‌پاسخ گونه، ویژگیهای اکولوژیک.

مقدمه

شناخت ویژگی‌های اکولوژیکی گونه‌های‌گیاهی و چگونگی پاسخ آنها به عوامل محیطی، اطلاعات ارزشمندی برای معرفی گونه‌های مناسب جهت اصلاح مراتع، تولیدعلوفه، مدیریت پوشش‌گیاهی و همچنین اعمال رویکرد حفاظتی از مراتع را در مناطق مشابه، فراهم می‌نماید (Jaberalansar *et al.*, 2021). امروزه استفاده از مدل‌های پیش‌بینی پراکنش گونه‌های‌گیاهی، نقش برجسته‌ای در نظارت، ارزیابی، احیا، حفاظت و توسعه اکوسیستم‌های‌مرتعی، ایفا می‌کنند و از ابزارهای بالقوه جهت کسب اطلاعات درباره علل پراکنش گونه‌ها و تناسب رویشگاه برای گونه‌های‌گیاهی محسوب می‌شوند (Austin, 2002). مدل‌سازی پیش‌بینی پراکنش گونه‌های‌گیاهی براساس ارتباط بین داده‌های حضور یک گونه و متغیرهای‌محیطی، تعریف می‌شود (Shahsavarzadeh *et al.*, 2016). در این مدل‌ها، احتمال رخداد گونه‌های‌گیاهی از پراکنش مکانی متغیرهای‌محیطی، قابل پیش‌بینی است. در دهه‌های اخیر، تلاش‌های زیادی برای تعیین ارتباط بین عملکرد گونه‌ها با فاکتورهای محیطی صورت گرفته است. آنالیز رگرسیون، متداول‌ترین روشی است که عمدتاً برای تعیین عوامل مؤثر بر پاسخ گونه‌ها و تعیین مقدار بهینه و دامنه اکولوژیک آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Jongman *et al.*, 1995). پاسخ گونه‌های‌گیاهی در امتداد گرادیان تغییرات‌محیطی، به‌صورت منحنی عملکرد گونه تعریف می‌شود که ممکن است متقارن و تک‌نمایی (Gauch *et al.*, 1981; Ter Braak, 1985; Oksanen & Minchin, 2002)، دو نمایی (Kent, 2011)، افزایشی، یا کاهشی باشد (Jongman *et al.*, 1995). از مهمترین روش‌هایی که برای تجزیه و تحلیل عکس‌العمل گونه‌های‌گیاهی در ارتباط با عوامل‌محیطی، کاربرد بیشتری دارند، می‌توان به آنالیز تطبیقی‌متعارفی (CCA) و مدل‌جمعی تعمیم‌یافته (GAM) اشاره کرد (Austin ; Kleyer *et al.*, 2012, Zhang *et al.*, 2021 *et al.*, 2006). مطالعات اخیر در زمینه رسته‌بندی جوامع گیاهی نشان داده است که آنالیز تطبیقی‌متعارفی (CCA) یکی از ابزار کاربردی در این زمینه می‌باشد (Bashir *et al.*, 2016; Gulshad *et al.*, 2016; Yousaf *et al.*,) 2016; Yüce and Gönülol, 2016)

تحقیقات Traore و همکاران (۲۰۱۲)، نشان داد که مدل‌جمعی تعمیم‌یافته، برای مطالعه پاسخ گونه‌های‌گیاهی به عوامل‌محیطی، مناسب است. مدل‌جمعی تعمیم‌یافته، ضمن کاهش میانگین مربعات خطا، با ارائه اطلاعات بیشتری از روابط بین متغیرها، کیفیت پیش‌بینی پاسخ را به حداکثر

می‌رساند و با توجه به مزایای مدل‌جمعی تعمیم‌یافته نسبت به سایر مدل‌های بررسی پاسخ گونه‌ها به عوامل محیطی، استفاده از این مدل، روز به روز در حال توسعه است (Vazirinasab *et al.*, 2012). جنس درمنه یکی از جنسهای خانواده Asteraceae است که به دلیل پراکنش وسیع، یکی از مهم‌ترین جنس‌های گیاهی در فلور ایران محسوب می‌شود و در بسیاری از مناطق، برخی از گونه‌های آن از جمله دو گونه درمنه دشتی و کوهی از مهمترین گیاهان علوفه‌ای مراتع محسوب می‌شوند و همچنین نقش عمده‌ای در حفاظت خاک و آب و کاربردهای دارویی دارند (Azarnivand *et al*, 2003. Molaei و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقات خود بر روی عوامل تاثیرگذار بر روی گونه *Artemisia auceri* در کوه سبلان به این نتیجه رسیدند که ارتفاع از سطح دریا، بارندگی، دما، اسیدیته، شیب، درصد رس، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، جهت جغرافیایی، هدایت الکتریکی، رس قابل انتشار و میزان لاشبرگ، ۵۲ درصد از تغییرات تراکم گونه مورد نظر را توجیه می‌کنند. نتایج تحقیقاتJafari Parizi و همکاران (۲۰۱۳) بر روی عوامل تاثیرگذار بر پراکنش گونه *Artemisia aucheri*در استان اصفهان نشان داد که از بین عوامل محیطی بررسی شده، ارتفاع، میزان سنگریزه، اسیدیته، هدایت الکتریکی، شوری و درصد رطوبت وزنی، مؤثرترین عوامل در پراکنش این گونه بودند. نتایج تحقیقات Zare Hesari و همکاران (۲۰۱۳) در مورد عوامل بوم‌شناختی مؤثر بر پراکنش گونه *Artemisia fragrans* در دامنه‌های جنوب شرقی سبلان، نشان داد که درصد شیب، مواد آلی، رس، سیلت، سنگ و سنگریزه، شن، فسفر، پتاسیم، کربنات کلسیم، pH، هدایت الکتریکی، جهت شیب، بارندگی، دما و لاشبرگ از عوامل تأثیرگذار در انتشار ا ین گونه در مکانهای مورد مطالعه بوده‌اند. Borna و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقات خود بر روی عوامل مهم تاثیرگذار بر روی گونه *Artemisia aucheri* با استفاده از روش رگرسیون لجستیک در منطقه بلده استان مازندران، به این نتیجه رسیدند که نسبت جذب سدیم، متوسط دمای سالانه، درصد شیب، سیلت و اسیدیته، از عوامل مهم تاثیرگذار بر پراکنش این گونه می‌باشد. نتایج بررسی‌های Abdollahi and Naderi (۲۰۱۳)، برروی پارامترهای مؤثر خاکی بر پراکنش گونه *Artemisia sieberi* در مراتع استپی ندوشن یزد نشان داد که درصد رطوبت اشباع، میزان سدیم، مجموع کلسیم و منیزیم و بافت خاک، بیشترین تأثیر را داشتند.Fahimipour و همکاران (۲۰۱۰) هم درمطالعه خود درمراتع طالقان میانی به این نتیجه رسیدند که بین پراکنش پوشش گیاهی و عوامل محیطی رابطه وجود دارد و از بین عوامل مورد بررسی، شیب، ارتفاع از سطح دریا، بافت خاک، عمق خاک، فسفر و ازت خاک، بیشترین تأثیر را بر پراکنش گونه‌ها دارند. نتایج تحقیق Mokhtari Asl و همکاران (۲۰۰۸) که از روش آنالیز تطبیقی متعارفی استفاده کردند، نشان داد که از بین عوامل خاکی مورد بررسی، میزان یون سدیم، درصد املاح محلول و هدایت الکتریکی خاک، مهم‌ترین عوامل در پراکنش و استقرارگونه‌های گیاهی شاخص در مراتع قرخلار مرند، می‌باشند. Vogiatzakis و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهشی روابط بین عوامل محیطی پراکنش جوامع گیاهی را در مناطق مدیترانه‌ای یونان، بررسی کردند. نتایج تجزیه چند متغیره نشان داد که ارتفاع از سطح دریا، اسیدیته، ماده آلی، شیب و درصد پوشش سنگی لخت، کنترل کننده الگوی پراکنش گیاهان در شیب‌های تند است. Li, W.Q و همکاران (۲۰۰۸)، اسیدیته، درصد رطوبت اشباع خاک و نیتروژن را مهمترین فاکتورهای مؤثر بر پراکنش پوشش گیاهی در شمال چین، معرفی نمودند. Lu و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی مشاهده کردند که ماده آلی، اسیدیته و مقدار رطوبت خاک عواملی هستند که پراکنش گونه‌ها را در اشکوبهای مختلف در حوضه آبخیز رودخانه مینچیانگ در فلات تبت، توجیه می‌کنند. تحقیقات Molaei و Ghorbani (۲۰۲۱) بر روی دو گونه *Artemisia melanolepis* و*Artemisia aucheri* در کوه سبلان نشان داد که عوامل فیزیوگرافی بیشتر از عوامل خاکی در پراکنش این گونه‌ها مؤثر هستند.

گیاه درمنه سنبله‌ای (*Artemisia specigera* C.Koch..)یکی از گونه‌های مهم در حفاظت خاک و تولید علوفه در مراتع استان مازندران می‌باشد. گونه *Artemisia*

specigera از گونه‌های مهم دارویی بوده و همانند بسیاری از گونه‌های جنس درمنه دارای ترکیبات شیمیایی متنوعی بوده و حاوی ترکیبات فنلی و اسانس‌ها می‌باشد که در درمان بیماریها و بهداشت مواد غذایی نقش عمده‌ای دارد (Bisht و همکاران، ۲۰۲۱). این گونه از گیاهان بومی ترکیه و ایران بوده (Roskov, 2018) و پراکنش آن در مناطق شمال غرب و شمال ایران می‌باشد (Atri et *al*., 2012). با توجه به کمبود اطلاعات در مورد این گونه در نواحی نیمه‌خشک و همچنین اهمیت این گونه از نظر سطح مناطق پراکنش، تولید، نقش آن در حفاظت خاک و ارزش غذایی مطلوب برای دام‌های اهلی در مراتع زمستانه، در این تحقیق، با استفاده از آنالیزهای چندمتغیره، ضمن تعیین عوامل اکولوژیک مؤثر بر تغییرات ترکیب گیاهی در رویشگاه‌های آن، به بررسی پاسخ گونه به تغییرات عوامل‌محیطی و تعیین پتانسیل گونه مورد نظر در شرایط مختلف اکولوژیکی، پرداخته شد. تا بدینوسیله ضمن شناخت بهتر آشیان اکولوژیکی این گیاه، بتوان توصیه‌های لازم برای استفاده در برنامه‌های مدیریت و اصلاح مراتع استان مازندران و در رویشگاههای مشابه آن انجام داد. رویشگاه این گونه به عنوان مراتع پاییزه و زمستانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این رو و با توجه به ارزش حفاظت خاک این گونه، آگاهی از ویژگیهای اکولوژیک و رویشگاهی این گونه می‌تواند در احیای رویشگاههای مشابه در این مناطق برای استفاده از این گونه، مفید و مؤثر باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

انتخاب محدوده مورد مطالعه در هر یک از مکان‌های معرف، به‌نحوی در نظر گرفته شد که دامنه وسیعی از پراکنش و حضور گونه مورد پژوهش را در بر داشته باشد. برای این منظور تعداد سه رویشگاه به شرح ذیل در مراتع کوهستانی استان مازندران انتخاب گردید (شکل ۱).

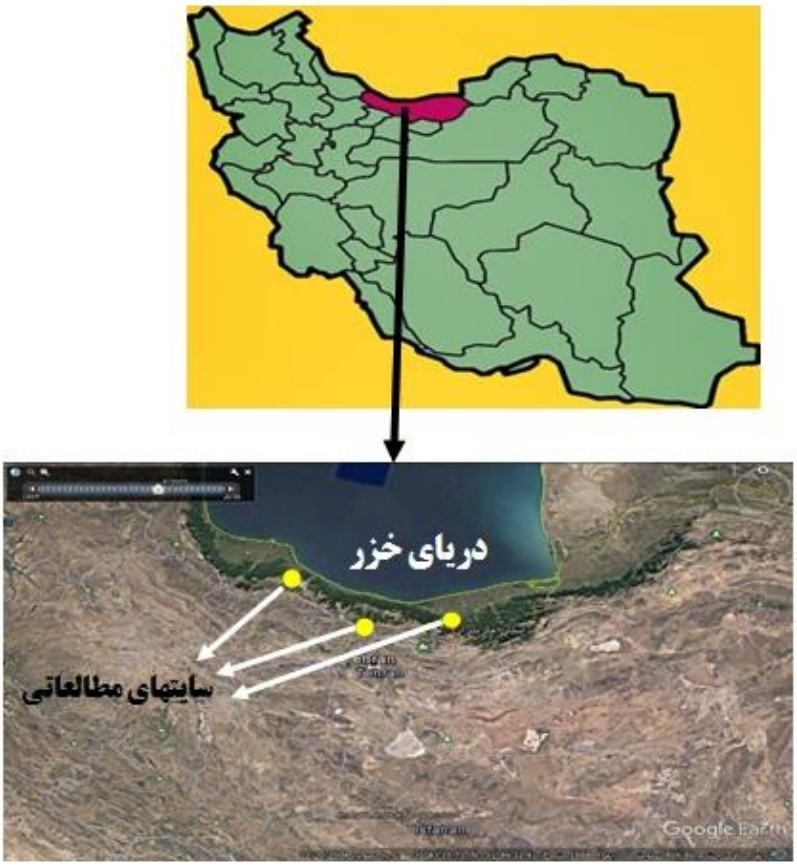
– منطقه رزن در ارتفاعات شهرستان نور با مختصات چغرافیایی ۳۶ درجه ۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی در ارتفاع ۱۸۰۰–۱۵۰۰ متری از سطح دریا با متوسط بارندگی سالانه ۳۲۰–۳۰۰ میلی‌متر و اقلیم نیمه خشک سرد و تیپ گیاهی شامل *Slasola kerneri-Salsola dendroides* می‌باشد.

– منطقه آهنسر در ارتفاعات شهرستان آمل در مختصات چغرافیایی ۳۶ درجه ۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی در ارتفاع ۱۸۰۰ –۱۵۵۰ متری از سطح دریا با متوسط بارندگی سالانه ۳۵۰–۳۰۰ میلی‌متر و اقلیم نیمه خشک سرد و تیپ گیاهی شامل *Slasola kerneri-Artemisia specigera*می‌باشد.

–منطقه سرخ‌آباد در ارتفاعات سوادکوه در مختصات چغرافیایی ۳۵ درجه ۵۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۱ دقیقه طول شرقی در ارتفاع ۱۶۰۰–۱۱۰۰ متری از سطح دریا با متوسط بارندگی سالانه ۳۲۰–۳۰۰ میلی‌متر و اقلیم نیمه خشک تا مرطوب فراسرد و تیپ گیاهی شامل *Slasola kerneri-Salsola dendroides* می‌باشد.

روش تحقیق

نمونه‌برداری از پوشش‌گیاهی به روش سیستماتیک–تصادفی (Arzani & Abedi, 2014)، طی سالهای ۱۳۹۸–۱۳۹۶ انجام شد. مطالعات پوشش گیاهی شامل درصد تاج پوشش گونه‌ها (روش تخمین نظری) و تراکم گونه‌ها (شمارش تعداد پایه گیاهی) در داخل پلاتها انجام شد. همچنین در هر پلات، درصد لاشبرگ، خاک لخت و سنگ و سنگریزه نیز تعیین گردید. برای این منظور، بسته به شیب تغییرات‌محیطی در هر واحد اکولوژیکی (محل پراکنش)، پنج ترانسکت با فاصله یکسان نسبت به هم بکار برده شد. سپس بر روی هر یک از آنها، شش پلات (به ابعاد ۲ در ۲ متر) با فواصل یکسان، مستقر گردید. در مجموع در هر واحد اکولوژیکی، ۳۰ و در مجموع ۹۰ پلات در کل منطقه، بکار برده شد. طول ترانسکت‌ها، متناسب با طول رویشگاه و فاصله آنها نسبت به هم، متناسب با عرض رویشگاه درنظر گرفته شد.



شکل ۱- موقعیت سایتهای مورد مطالعه در استان مازندران

Figure 1- Location of studied sites in Mazandaran province

در رویشگاه رزن طول ترانسکت ۱۲۰۰ متر و فاصله آنها از هم ۳۶۰ متر، در رویشگاه سرخ‌آباد طول ترانسکت ۶۰۰ متر و فاصله آنها از هم ۲۴۰ متر و در رویشگاه آهنسر طول ترانسکت ۶۰۰ متر و فاصله آنها از هم ۴۰۰ متر بوده است. به‌منظور بررسی اثر عوامل‌محیطی بر پراکنش گونه مورد پژوهش، از هر یک از پلات‌ها، یک نمونه خاک با سه تکرار (نمونه مرکب) از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری سطح خاک برداشت گردید و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها اندازه‌گیری شد. بافت خاک (روش هیدرومتری)، اسیدیته (گل اشباع و با استفاده از pH متر)، درصد مواد خنثی‌شونده یا درصد آهک (با استفاده از روش تیتراسیون)، فسفر قابل‌جذب (با استفاده از روش السون)، پتاسیم قابل‌جذب (با استفاده از روش استات‌آمونیوم)، کربن‌آلی (با استفاده از روش والکی- بلاک)، ازت کل (با استفاده از روش کجدال) و وزن مخصوص ظاهری خاک (با روش کلوخه) اندازه‌گیری شد (Ali Ehiaii & Behbahanizadeh, 2003). عوامل توپوگرافی شامل ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب زمین و جهات جغرافیایی هر پلات ثبت گردید. در مورد جهت جغرافیایی در مناطق کوهستانی، با توجه به زاویه‌ای که در هنگام نمونه برداری در منطقه برای هر پلات نسبت به شمال قرائت شده بود (آزیموت جهت) در فرمول زیر قرار داده و عدد به دست آمده از آن برای هر پلات ثبت گردید. پس از تبدیل، داده‌ها طبق معادله ۱، وارد آنالیز شد.

معادله ۱ $A` = Cos (45-A) +1$

که در آن A؛ مقدار آزیموت جهت و A`؛ مقدار تبدیل‌شده جهت می‌باشد (Beers et al., 1966). زوایای

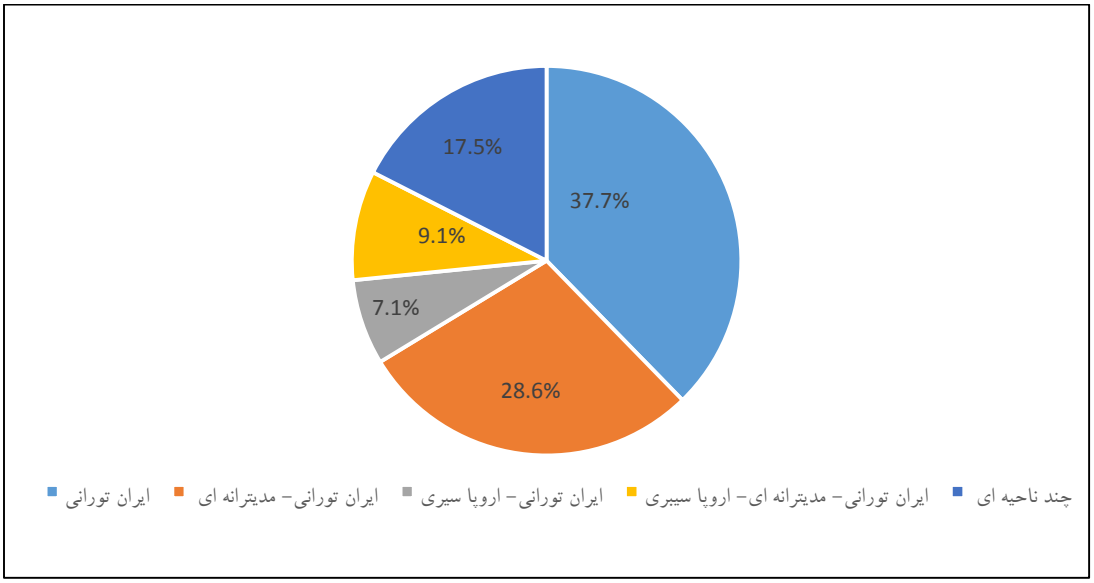
جهت‌های جغرافیایی بر حسب درجه حدوداً بدین شرح است: شمال (۰)، شمال شرق (۴۵ درجه)، شرق (۹۰)، جنوب شرق (۱۳۵)، جنوب (۱۸۰)، جنوب غرب (۲۲۵)، غرب (۲۷۰)، شمال غرب (۳۱۵).

عوامل اقلیمی مثل میانگین بارندگی سالیانه، متوسط دمای سالانه، با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی نزدیک به مناطق مورد مطالعه و با استفاده از مطالعات هواشناسی موجود در استان، نظیر خطوط هم‌بارش و دما، نیز در هر واحد اکولوژیکی مورد مطالعه، مد نظر قرار گرفت. مختصات جغرافیایی محل هر یک از پلاتها نیز با استفاده از دستگاه موقعیت یاب (GPS) مشخص گردید.

جهت بررسی ارتباط متغیرهای محیطی اثرگذار و معنی‌دار با پوشش‌گیاهی و انتخاب روش مناسب خطی و غیرخطی، آنالیز تطبیقی قوس‌گیری شده (Detrended Correspondence Analysis; DCA) بر روی داده‌های پوشش‌گیاهی (داده‌های‌پاسخ)، انجام و طول گرادیان مشخص گردید. با توجه به طول گرادیان محور اول (که بزرگتر از ۴ بود)، از روش آنالیز تطبیقی‌متعارفی (Canonial Correspondence Analaysis; CCA) به‌عنوان روش غیرخطی استفاده شد. در تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از این روش، شیب تغییرات گونه‌ها از طریق شبیه‌سازی داده‌ها، تحت شرایط مختلف فاکتورهای محیطی، بررسی و معنی‌داری رابطه بین ترکیب گونه‌ای و محورهای به‌دست آمده از متغیرهای‌محیطی، با استفاده از آزمون جایگشت (Permutation) مونت کارلو (Monte Carlo) بررسی گردید (Ter Braak, 1987). برای پیش‌بینی پاسخ گونه‌های‌گیاهی به تغییرات عوامل‌محیطی از مدل افزایشی‌تعمیم‌یافته (Generalized Additive Models) استفاده شد (Mackenzie *et al.*, 2002 ; *et al.*, 2002; Bakkenes; Traore *et al.*, 2012 *et al.*, Guisan 2002). آنالیز تابع اتصال لگاریتمی (Log link function) (به دلیل اینکه منحنی‌پاسخ به شکل گوسن برای آن برازش شود) و توزیع خطا پوآسون (Poisson error distribution) برای برازش مدل افزایشی تعمیم‌یافته مورد استفاده قرار گرفت (به‌منظور اجتناب از بیش برازش متغیرهای پیشگو، به‌صورت انفرادی وارد مدل شدند). به‌منظور رتبه‌بندی متغیرهای اثرگذار بر عملکرد گونه‌ها، معیار اطلاعاتی آکائیک (Akaike Information Criterion; AIC)، به‌کار گرفته شد. AIC معیاری برای سنجش نیکویی برازش است. این معیار، با برقرار کردن تعادل میان دقت مدل و پیچیدگی آن، به انتخاب بهترین مدل آماری و معرفی متغیرهای اثرگذار بر عملکرد گونه، کمک می‌کند. هرچه مقدار AIC کوچک‌تر باشد، در نتیجه متغیر مورد نظر، دارای اثرگذاری بیشتر بر عملکرد گونه (درصد پوشش‌تاجی / تولید / ارتفاع) می‌باشد یا اینکه مدل ارائه شده، مناسب‌ترین مدل در برازش منحنی عکس‌العمل گونه می‌باشد (Stewart و همکاران، ۲۰۲۲). برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار Canoco نسخه 4.5، استفاده شد (Ter Braak & Smilauer, 2002).

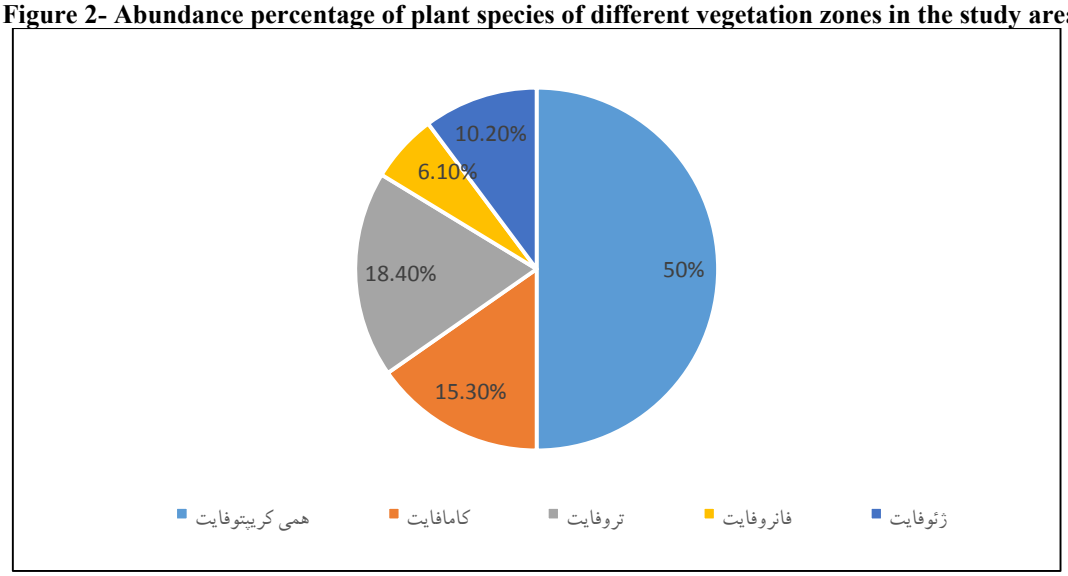
نتایج

مطالعه رستنی‌های موجود در منطقه، وجود ۹۸ گونه گیاه آوندی متعلق به ۶۷ جنس و ۳۲ تیره گیاهی را نشان داد. تعداد ۳۱ گونه گیاهی در پلاتهای مورد مطالعه، مشاهده شد (جدول ۱). در بین گیاهان این مناطق، فراوانی ناحیه رویشی ایران تورانی، ۳۷/۷ درصد، ایران تورانی – مدیترانه‌ای، ۲۸/۶ درصد، ایران تورانی– اروپا– سیبری، ۷/۱ درصد، ایران تورانی– مدیترنه‌ای، اروپا– سیبری، ۹/۱ درصد و چند ناحیه‌ای، ۱۷/۵ درصد می‌باشد. فراوانی تیپ رویشی همی‌کریپتوفایت، ۵۰ درصد، کامافایت، ۱۵/۳ درصد، تروفایت، ۱۸/۴ درصد، ژئوفایت، ۱۰/۲ درصد و فانروفایت، ۶/۱ درصد می‌باشد.



شکل ۲– درصد فراوانی گونه‌های گیاهی ناحیه‌های مختلف رویشی در منطقه مورد مطالعه

Figure 2- Abundance percentage of plant species of different vegetation zones in the study area



شکل ۳– فراوانی تیپهای مختلف رویشی گونه‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه

Figure 3- Frequency of different vegetation types of plant species in the study area

جدول ۱- فهرست گونه‌های ثبت شده در پلاتهای اندازه‌گیری

Table 1- List of species recorded in measurement plots

Scientific name	Nick name	Life form	Life history
Agropyron pectiniforme Roemer & Schultes.	*Ag.pe*	Grass	Perrenial
Alyssum minus (L.) Rothm.	*Al.mi*	Forb	Annual
Artemisia fragrans Willd.	*Ar.fr*	Shrub	Perrenial
Astragalus gossypinus Fisch.	*As.go*	Shrub	Perrenial
Bromus briziformis Fisch. & C.A.Mey.	*Br.br*	Grass	Annual
Bromus stenostachyus Boiss.	*Br.st*	Grass	Perrenial
Bromus tectorum L.	*Br.te*	Grass	Annual
Campanula rapunculus L.	*Ca.ra*	Forb	Perrenial
Carex strigosa Huds.	*Ca.st*	Grass like	Perrenial
Centaurea virgata Lam.	*Ce.vi*	Forb	Perrenial
Coronopus didymus (L.) Sm.	*Co.dy*	Forb	Annual
Cousinia commutate Bunge.	*Co.co*	Forb	Perrenial
Dactylis glomerata L.	*Da.gl*	Grass	Perrenial
Eremopyrum distans (C.Koch) Nevski.	*Er.di*	Forb	Perrenial
Eremostachys macrophylla Montbr. & Auch.	*Er.ma*	Forb	Perrenial
Festuca ovina L.	*Fe.ov*	Grass	Perrenial
Heteropappus altaicus (Willd.) Novopokr	*He.al*	Forb	Perrenial
Kochia prostrate (L.) Schard.	*Ko.pr*	Forb	Perrenial
Nepeta saccharata Bunge.	*Ne.sa*	Forb	Perrenial
Noaea mucronata (Forsk.) Aschers.	*No.mu*	Forb	Perrenial
Onobrychis cornuta (L.) Desv.	*On.co*	Shrub	Perrenial
Phlomis olivieri Benth.	*Ph.ol*	Forb	Perrenial
Pimpinella affinis Ledeb.	*Pi.af*	Forb	Perrenial
Poa bulbosa L.	*Po.bu*	Grass	Perrenial
Salsola dendroides Pall.	*Sa.de*	Shrub	Perrenial
Salsola kerneri (Wol.) Botsch.	*Sa.ke*	Shrub	Perrenial
Stachys inflata Benth.	*St.in*	Forb	Perrenial
Stipa hohenackeriana Trin. & Rupr.	*St.ho*	Grass	Perrenial
Thymus fedtschenkoi Ronniger.	*Th.fe*	Shrub	Perrenial
Verbascum agrimoniifolium (C.Koch) Hub.Mor.	*Ve.ag*	Forb	Perrenial
Ziziphora teniur L.	*Zi.te*	Forb	Annual

جدول ۲، میانگین ویژگی‌های پوشش سطح خاک و مطالعه نشان می‌دهد.
درصد پوشش تاجی گونه *A.specigera* را در مناطق مورد

جدول ۲- میانگین ویژگی‌های پوشش سطح خاک و گونه ***A.specigera*** در مناطق مورد مطالعه در استان مازندران

Table 2- Mean characteristics of soil surface cover and *A.specigera* species in the studied areas in Mazandaran province

Site	Total cover (%)	Litter (%)	Bare soil(%)	Stone (%)	*A.specigera* Species cover (%)
Sorkhabd	40.161	8.7	25.54	25.6	9.6
Razen	32.43	8.6	22.57	36.4	11.06
Ahansar	35.73	5.03	15.14	44.1	6.33

به لحاظ سیمای ظاهری، رویشگاه گونه مورد مطالعه، تپه ماهوری با خاک نسبتاً کم عمق و بیرون زدگی سنگی نسبتاً بالا بوده و عمدتاً از سازندهای آهکی تشکیل شده است. دامنه ارتفاع رویشگاه این گیاه ۱۸۰۰ – ۱۰۰۰ متر از سطح دریا است. مقادیر متغیرهای هدایت‌الکتریکی خاک بین ۶/۸۴ تا ۰/۳۴ دسی زیمنس بر متر، اسیدیته خاک معادل ۷/۵۲ تا ۹/۱، آهک خاک ۱۷/۵–۱ درصد، کربن‌آلی خاک ۱/۴۷–۰/۰۱ درصد ازت ۰/۱۲– ۰/۰۱ درصد و بافت خاک، شنی بوده است. جدول ۳ نشان‌دهنده میانگین عوامل‌محیطی مورد بررسی در رویشگاه گیاه مورد نظر است.

بررسی تأثیر مجموعه‌ای از عوامل‌محیطی بر تغییرات پوشش‌گیاهی در جوامع، با استفاده از روش انتخاب رو به جلو در رسته‌بندی کانونیک، منجر به انتخاب ۱۰ متغیر از بین ۲۲ متغیر اولیه شد. مقدار کل واریانس موجود در پوشش‌گیاهی، که با استفاده از رسته‌بندی کانونیک بیان شده است برابر ۶/۰۴۵ می‌باشد. با درنظر گرفتن تمامی متغیرهای انتخاب شده به‌عنوان متغیر محدوده کننده (Constraining Variable) و درنظر گرفتن همبستگی مکانی به‌عنوان متغیر همراه (Covariates) و حذف تأثیر این متغیر بر تغییرات پوشش‌گیاهی، مدل فوق، ۲۳/۵ درصد از کل این واریانس را بیان می‌نماید. از بین این عوامل، متغیرهای ارائه شده در جدول ۴، از تأثیر بالاتری در تغییرات پوشش گیاهی در مناطق مورد مطالعه برخوردار بوده و معنی‌دار شده‌اند. متغیرهای انتخاب شده شامل درصد شن، درصد رس، جهت جغرافیایی، درصد لاشبرگ، درصد سنگ و سنگریزه آهک، اسیدیته، ماده آلی، آهک، میانگین درجه حرارت سالانه و رطوبت اشباع خاک بوده است.

جدول ۳- میانگین خصوصیات رویشگاهی گونه ***A.specigera***

Table 3- Mean habitat characteristics of *A.specigera* species

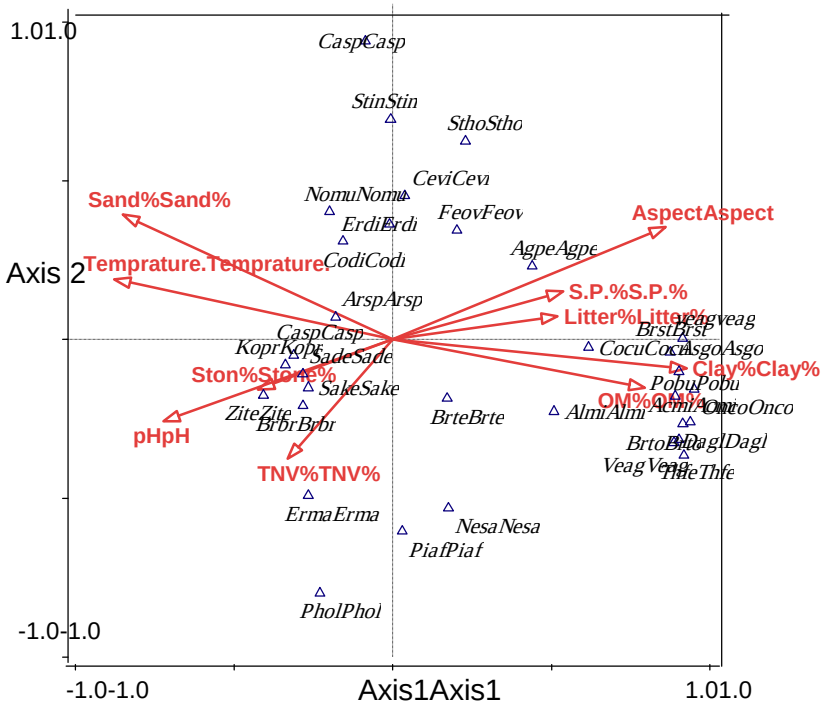
Habitat Charactristics	Ahansar	Razen	Sorkhabad
Sand (%)	66.5 ±6.5	68.1±1.02	75.1±5.3
Silt (%)	24.6 ±6.9	25.5±1.4	16.5±5.6
Clay (%)	8.9 ±1.01	6.4±0.9	8.4 ±0.84
pH	8.7 ±0.7	8.3 ±0.31	8.4±0.46
Ec(ds/m)	2.47 ±2	2.1 ±0.95	1.3±0.71
Lime (%)	4.8 ±4.2	5.4 ±3.2	2.3 ±1
Organic carbon (%)	0.52 ±0.34	0.8 ±0.3	0.42 ±0.2
Nitrogen (%)	0.04 ±۰0.02	0.06 ±0.02	0.02 ±0.025
Saturation (%)	39.2 ±0.7	39.4 ±0.45	39.3±0.51
Bulk density	1.33 ±0.02	1.27 ±0.03	1.3±0.04
Aspect	1.74 ±0.1	1.72 ±0.17	0.7±0.4
Slope (%)	56.4 ±17.6	39.6 ±16.6	42.1±15.3
Elevatiom (m)	1575 ±124	1128 ±63	1316±61.4
Organic matter (%)	1.07 ±0.6	1.37 ±0.57	0.64±0.32
Potassium (ppm)	376.6 ±279	289.3 ±131	323.2±187.4
Phosphorus (ppm)	3.2 ±1.5	4.3 ±1.9	2.08±1.2
Mean annual precipitation (mm)	302 ±42	292 ±4.7	298.2±49.9
Mean annual temperature (ċ)	12 ±0.4	14.5±0.4	13.1±0.31

جدول ۴- متغیرهای مهم و اثرگذار بر تغییرات پوشش‌گیاهی در رویشگاه گونه ***A.specigera***

Table 4- Important and affecting variables in plant cover changes *in A.specigera* habitat

Selected variables	P*	F*	Explained variance
Sand (%)	0.002**	3.3	2.8
Clay (%)	0.002**	11.1	10.3
Aspect	0.002**	4.5	4.1
Lime (%)	0.04*	1.6	3.2
Organic matter (%)	0.04*	1.8	1.8
pH	0.03*	1.7	1.7
Litter (%)	0.01**	1.7	1.4
Saturation (%)	0.006**	1.7	1.6
Mean annual temperature (ċ)	0.01**	1.4	3.6

**، معنی‌داری در سطح یک درصد، *، معنی‌داری در سطح پنج درصد



شکل ۲- توزیع گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل اکولوژیک (علامت اختصاری گونه‌ها در جدول ۱ آمده است)

Figure 2- Distribution of plant species in relation to ecological factors (the abbreviation of the species is given in Table 1)

Aspect(جهت جغرافیایی)، S.P(رطوبت اشباع خاک)، Litter(لاشبرگ)، Clay (رس)،Sand (شن)، O.M(ماده آلی)، Stone(سنگ و سنگریزه)، TNV(آهک)، pH(اسیدیته خاک)، Temperature (دمای متوسط سالانه).

, P,K,aspect,slope%,bulk density, Ec,clay, silt, sand, altitude, annual mean emperature, annual mean precipitation,,, N,OM,OC. pH and SP.

نتایج حاصل از رسته‌بندی تطبیقی‌متعارفی (CCA) بر اساس محورهای اول و دوم و عوامل مهم مشخص شده در روش انتخاب رو به جلو، در شکل ۱ ارائه شده است. محور اول با مقدار ویژه ۰/۵۹۱، مقدار ۷/۰۸ درصد و محور دوم با مقدار ویژه ۰/۵۴۲، مقدار ۶/۵۸ درصد از کل تغییرات پوشش‌گیاهی را توجیه می‌کنند.

بر اساس آنالیز CCA (شکل ۲)، گونه‌هایی که در سمت منفی محور اول واقع شده‌اند تحت تأثیر درصد شن، سنگ و سنگریزه، آهک، میانگین دمای سالانه و اسیدیته خاک قرار گرفته‌اند. گونه‌های که در سمت مثبت محور اول واقع شده‌اند تحت تأثیر جهت جغرافیایی، لاشبرگ، درصد رطوبت اشباع خاک، رس و ماده آلی خاک قرار گرفته‌اند. گونه‌های *Phlomis olivieri, Bromus brizaformis,Ziziphora teniur, Kochia prostrate Artemisia specigera* تحت تأثیر اسیدیته خاک، آهک و سنگ و سنگریزه قرار دارند. گونه‌های *Stipa hohenackeriana, Cousinia commutata,Astragalus gossypinus, Centaurea virgata,Festuca ovina, Agropyron pectiniforme* و *Bromus stenostachyus* تحت تأثیر جهت جغرافیایی، لاشبرگ و درصد رطوبت اشباع خاک قرار دارند. گونه‌های *Bromus tectorum,Nepeta sacchrata, Pimpinella affinis,Alyssum minus, Achillea millefolium Onobrychis cornuta,Bromus tementellus,Dactylis glomerata* و *Thymus fedtschenkoi* بیشتر تحت تأثیر ماده آلی و رس و کمتر تجت تأثیر آهک قرار دارند. بکارگیری مدل‌جمعی تعمیم‌یافته با توزیع خطا پوآسون، برای هر یک از متغیرهای‌محیطی، نشان داد که اکثر متغیرهای مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد بر درصد پوشش گونه *A.specigera* تأثیر معنی‌داری داشته‌اند (جدول ۵).

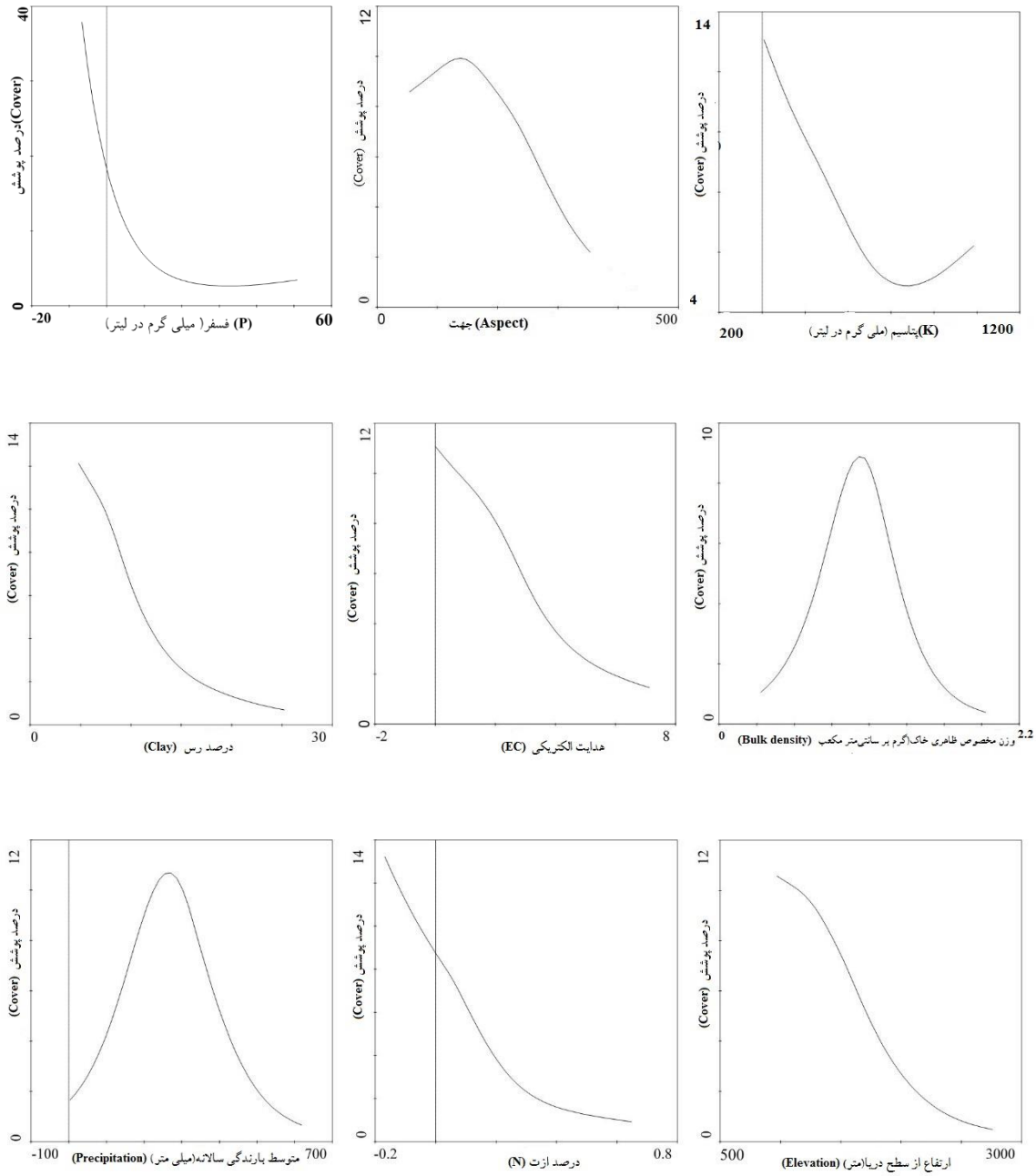
جدول ۵- نتایج برازش مدل‌جمعی تعمیم‌یافته نسبت به هر یک از متغیرهای تبیینی معنی‌دار

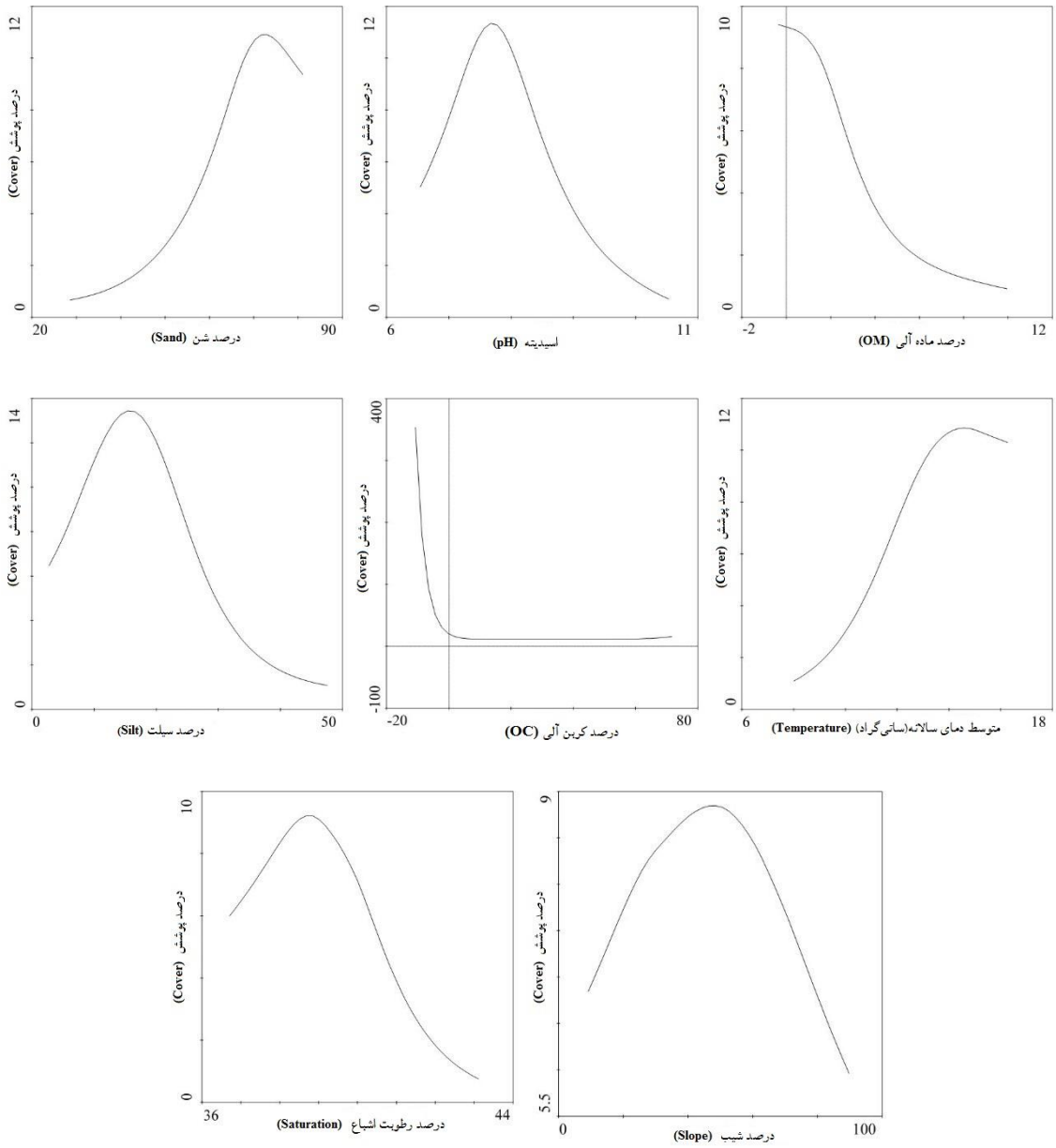
Table 5- The results of finess of generalized additive model with respect to significant explanatory variables

Habitat Charactristics	Akaike information criterion	P*	F*
(Sand%)	972.6	0.0004**	8.5
(Silt%)	902	0.000009**	13.4
(Clay%)	1000.2	0.0002**	6.25
(pH)	936.7	0.00005**	11.19
Ec (ds/m)	1033.4	0.0009**	5
(Organic carbon)	1058.5	0. 03*	3.57
(Nitrogen%)	1039.2	0. 01**	4.46
Bulk density	1065	0.04*	3.23
(Aspect)	2295.1	0.004**	4.8
Eelevation (m)	986	0.001**	7.46
(Oraganic matter%)	1064.5	0. 04*	3.30
Potassium (ppm)	1047.7	0.02*	4.16
Phosphorus (ppm)	1003.7	0.002**	6.63
Mean annual precipitation (mm)	983. 9	0.0009**	7.36
Mean annual temperature (ċ)	1001.8	0.0002**	6.59
Phosphorus(ppm)			
Saturated moisture percentage	1003.7	0.002**	6.63
	1065	0.04*	3.23

**، معنی‌داری در سطح یک درصد، *، معنی‌داری در سطح پنج درصد

با توجه به عکس‌العمل معنی‌دار درصد پوشش گونه *A.specigera* در رابطه با عوامل یاد شده (جدول ۵) در منطقه مورد مطالعه، منحنی پاسخ این گونه نسبت به هر یک از متغیرهای محیطی اثرگذار، به شرح شکل ۳ می‌باشد.





شکل ۳- منحنی‌پاسخ گونه***A.specigera*** به هر یک از متغیرهای تبیینی معنی‌دار، فسفر، پتاسیم، جهت شیب، درصد شیب، وزن مخصوص ظاهری خاک، هدایت الکتریکی، رس، سیلت، شن، ارتفاع از سطح دریا، میانگین دمای سالانه، میانگین بارندگی سالانه، ازت، ماده آلی، کربن آلی، اسیدیته و درصد اشباع خاک

Figure 3- Species response curve to significant explanatory variables, P, K, Aspect, Slope, Bulk density, Ec, Clay, Silt, Sand, Elevation, Average annual temperature, Average annual percipitation, N,OM,OC. pH and Soil saturation percentage.

بررسی عملکرد گونه (درصد پوشش‌گیاهی) مورد مطالعه در ارتباط با متغیر درصد سیلت، درصد شن، درجه حرارت، بارندگی، جهت شیب، اسیدیته، پتاسیم، وزن مخصوص ظاهری خاک، درصد اشباع خاک و درصد شیب، نشان داد که پاسخ این گونه نسبت به تغییرات مقادیر این عوامل به صورت تک‌نمایی (Unimodal) است. بدین ترتیب که با افزایش،

درصد سیلت تا ۲۱ درصد، پاسخ گونه افزایشی و از آن به بعد با افزایش مقادیردرصد سیلت، روند کاهشی داشته است (حداکثر ۱۴ و حداقل ۱/۵ درصد). در مورد جهت شیب، پاسخ گونه به شیب‌های شرقی و تا حدودی جنوبی افزایشی (تا ۱۰ درصد) و در شیب‌های شمال شرق و شمالی، کاهشی بوده است (تا ۲ درصد). پاسخ گونه در مورد عامل اسیدیته تا مقدار ۸، افزایشی و سپس با افزایش مقدار اسیدیته، کاهشی می‌باشد (حداکثر ۱۲ و حداقل ۱ درصد). پاسخ گونه به درصد اشباع خاک تا ۳۹ درصد، افزایشی ۰ تا ۱۰ درصد) و سپس کاهشی می‌باشد (تا ۱ درصد). پاسخ گونه به میزان پتاسیم تا ۶۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، کاهشی (تا ۱/۵ درصد) و سپس افزایشی می‌باشد (تا ۴ درصد). در مورد درصد شن تا میزان ۶۰ درصد به صورت افزایشی (تا ۱۱ درصد) و سپس کاهشی می‌باشد (تا ۱ درصد). با افزایش درجه حرارت سالانه تا ۱۶ درجه سانتی‌گراد، پاسخ گونه به صورت افزایشی (تا ۱۱ درصد) و با افزایش درجه حرارت به صورت کاهشی (تا ۱/۵ درصد) می‌باشد. پاسخ گونه به میزان بارندگی سالانه تا ۴۰۰ میلی‌متر به صورت افزایشی (تا ۱۰ درصد) و سپس کاهشی (تا ۲ درصد) می‌باشد. پاسخ گونه به وزن مخصوص ظاهری خاک تا ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب به صورت افزایشی (تا ۱۱ درصد) و سپس با افزایش مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک به صورت کاهشی می‌باشد ۰ تا ۱ درصد). بررسی پاسخ گونه در مورد درصد شیب نشان داد که حد بهینه رشد در محدوده شیب ۴۰ تا ۵۰ درصد می‌باشد. بررسی پاسخ گونه مورد مطالعه در ارتباط با متغیرهای فسفر، درصد ماده آلی، درصد رس، هدایت الکتریکی، درصد ازت، درصد کربن آلی و ارتفاع از سطح دریا نشان دادکه پاسخ گونه به این متغیرها به‌صورت کاهشی (Monotonic decrease) بوده و با افزایش مقادیر این عوامل، درصد پوشش‌گیاهی گونه، نیز کمتر می‌شود.

بحث

بررسی و تحقیق در زمینه پاسخ گونه‌های‌گیاهی به تغییرات عوامل‌محیطی، اطلاعات ارزشمندی برای تعیین نیازهای اکولوژیکی گونه‌های‌گیاهی، معرفی گونه‌های مناسب جهت احیای مراتع تخریب‌یافته، تولیدعلوفه، مدیریت پوشش‌گیاهی و سایر اهداف مدیریت مراتع، ارائه می‌دهد. نتایج حاصل از برازش مدل افزایش تعمیم‌یافته بر روی گونه *A.specigera*، برای بیان محدودهٔ رویش آن تحت تأثیر متغیرهای مورد بررسی و تعیین شرایط بهینه رویش این گیاه، نشان داد که این گونه بیشتر بر روی خاک‌های شنی- لومی پراکنش دارد. به‌نظر می‌رسد که زهکشی مناسب در این خاک‌ها، از جمله دلایلی است که موجب رشد بیشتر این گونه در این نوع خاک‌ها شده است که با یافته‌های Khalsi Ahvazi و همکاران (۲۰۱۰) همسو می‌باشد. به‌طورکلی، بافت خاک حرکت آب در خاک را تحت تأثیر قرار داده و عامل مهمی در دسترس بودن مواد غذایی و یک عامل در پتانسیل فرسایشی خاک می‌باشد (Alavi *et al*., 2016).

در رویشگاه این گونه، درصد ازت و کربن آلی و ماده آلی بسیار کم می‌باشد و با افزایش این عوامل در رویشگاه از حضور این گونه کاسته می‌شود به نحوی که در خارج از این محدوده نیز ترکیب گیاهی متفاوت می‌باشد. به لحاظ ترکیب گیاهی متفاوت و کاهش حضور گونه‌های پهن‌برگ علفی، درصد لاشبرگ درررویشگاه این گونه کم بوده و همچنین به علت فاصله بین گونه‌ها و تنک بودن پوشش گیاهی و شیب‌دار بودن رویشگاه، لاشبرگ با جریانات سطحی خاک از رویشگاه خارج می‌شود. الگوی پاسخ گونه *A.specigera*، در طول گرادیان ارتفاعی، به گونه‌ای است که در ارتفاعات بیشتر از ۲۰۰۰ و کمتر از ۷۵۰ متر، مشاهده نشده و بیشترین حضور آن در دامنه ارتفاعی ۱۸۰۰ –۱۰۰۰ متری از سطح دریا می‌باشد. حضور بیشتر این گونه در این دامنه ارتفاعی را می‌توان به‌دلیل وجود ترکیبی از عوامل زیستی مناسب در این محدوده ارتفاعی دانست که نشان‌دهنده حالت تعادلی جامعه با محیط خود است. بر این اساس این گونه در ارتفاعات ۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ متری از سطح دریا و در اقلیم نیمه‌خشک سرد در دره‌های هراز و تالار دارای بیشترین درصد پوشش است. در این مناطق به‌واسطه شرایط فیزیوتوپوگرافی و اقلیمی رطوبت ناشی از توده‌های آب و هوایی به سمت ارتفاعات

حرکت کرده و ریزش‌ها به طور عمده در ارتفاعات صورت می‌گیرد و شرایط نسبتاً خشک را در این مناطق که دارای سازندهای آهکی می‌باشند، فراهم می‌سازد و بر این اساس جوامع شوربوته (*Salsola* spp)و درمنه‌ها (*Artemisia* spp)، شکل گرفته است. کاهش حضور این گونه در ارتفاعات بیشتر از ۲۰۰۰ متر به سبب محدودیت‌های اکولوژیکی و اقلیمی و ویژگیهای خاک در این مناطق می‌باشد. در مورد عوامل مهم اثرگذار بر پراکنش گونه *A.specigera* در ایران تاکنون تحقیق صورت نگرفته است. نتایج تحقیقات Molaei و همکاران (۲۰۱۷) بر روی عوامل تاثیرگذار بر روی گونه *Artemisia auceri* در کوه سبلان نشان داد که ارتفاع از سطح دریا، بارندگی، دما، اسیدیته، درصد شیب، درصد رس، جهت جغرافیایی و هدایت الکتریکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بوده‌اند که با نتایج این تحقیقات مشابهت دارد ولی از نظر میزان عوامل مورد بررسی کاملاً متفاوت می‌باشند. نتایج تحقیقات Zare Hesari و همکاران (۲۰۱۳) در مورد عوامل بوم‌شناختی مؤثر بر پراکنش گونه *Artemisia fragrans* در دامنه‌های جنوب شرقی سبلان، نشان داد که درصد شیب، مواد آلی، رس، سیلت، سنگ و سنگریزه، شن، فسفر، پتاسیم، کربنات کلسیم، pH، هدایت الکتریکی، جهت شیب، بارندگی و دما از عوامل تأثیرگذار در انتشار این گونه در مکانهای مورد مطالعه بوده‌اند. در رویشگاههای مورد مطالعه در استان مازندران گونه *A. fragrans* نیز دراین محدوده رویش دارد. مجموع عوامل یاد شده در رویشگاههای مازندران نیز عامل تأثیر گذار بر روی گونه *A.specigera*، بوده‌اند ولی دامنه و مقدار عوامل مورد بررسی متفاوت می‌باشد. تایج این تحقیق نشان داده است که این گونه تحت تأثیر ویژگیهای اقلیمی (بارندگی و درجه حرارت) در مناطق مورد مطالعه رویش دارد. بیشترین درصد پوشش این گونه در میانگین دمای سالانه ۱۴ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه ۳۰۰ میلی‌متر بوده است. ویژگی‌های خاک هم در این پراکنش تاثیرگذار بوده است که در منطقه پراکنش این گونه، دارای ویژگیهای متفاوت‌تر از خارج رویشگاه می‌باشد.

پاسخ گونه *A.specigera* به عوامل اسیدیته و هدایت الکتریکی، نشان داده است که افزایش این عوامل موجب کاهش درصد پوشش گونه شده است. وجود املاح در سطح خاک سبب افزایش هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک شده است که این هم به نوبه خود بر درصد پوشش این گونه و کاهش حضور گونه‌های دیگر، تأثیر گذاشته است. املاح محلول موجود در خاک به دلیل ایجاد محدودیت در استقرار و رشد و توسعه پوشش گیاهی، نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای بر روی درصد پوشش گیاهی دارد.

عکس‌العمل گونه *A.specigera*، به جهت‌جغرافیایی، به گونه‌ای است که عمدتاً در جهت‌های جنوب رویش دارد. کاهش حضور و عملکرد این گونه در شیب‌های شمالی می‌تواند تا حدودی به‌دلیل ویژگیهای اکوفیزیولوژیکی نظیر افزایش رطوبت خاک، کاهش درجه حرارت و توان تولید بالای اکوسیستم در این شیب‌های جغرافیایی باشد که به موجب آن ترکیب گیاهی متفاوت شکل گرفته است. در ارتباط با شیب زمین، پاسخ گونه *A.specigera*، نشان داده است که این گونه در اراضی با شیب نسبتاً زیاد پراکنش داشته و در شیب‌های ۴۰-۳۰ درصد، دارای عملکرد بهتری است. Molaeiو همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقات خود بر روی مدل سازی پراکنش گونه *Artemsia frgrans* درمناطق قزل اوزن و خلخال به این نتیجه رسیدند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا از حضور گونه کاسته می‌شود که با نتایج این تحقیق در مورد گونه A.*specigera* مطابقت داشته و با افزایش ارتفاع از سطح دریا از حضور و درصد پوشش این گونه کاسته شده و با افزایش ارتفاع از سطح دریا، گونه *Artemisia aucheri* جایگزین این گونه می‌شود. Gheisari و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیق بر روی پراکنش گونه *Artemsia aucheri* در ارتفاعات گناباد استان خراسان رضوی به این نتیجه رسیدند که درصد شن و فسفر دارای بیشترین تأثیر که با نتایج تحقیقات حاضر مطابقت و درصد رس، اسیدیته و کربن آلی دارای کمترین تأثیر بوده که با نتایج حاضر، مغایرت دارد.

نتایج حاصل از آنالیز تطبیقی متعارفی نشان داد که درصد رس، شن، ماده آلی، کربن آلی، سنگ و سنگریزه، رطوبت اشباع، میانگین دمای سالانه، جهت جغرافیایی، ازت، فسفر،

پتاسیم، هدایت الکتریکی و اسیدیته، نقش مهمی در تغییرات ترکیب‌گیاهی در رویشگاه مورد مطالعه داشتند. یافته‌های این پژوهش با یافته‌های محققینی مثل Molaei و همکاران (۲۰۱۷) در مورد تأثیر اسیدیته، میزان رس، میانگین دمای سالانه، جهت جغرافیایی و هدایت الکتریکی بر پراکنش گونه *Artemia aaucheri*در کوه سبلان Fahimipour و همکاران (۲۰۱۰) در مورد اثرات درصد شیب و میزان فسفر بر تنوع و پراکنش گونه‌ها در طالقان میانی، Asl Mokhtari و همکاران (۲۰۰۸) در مورد تأثیر هدایت الکتریکی خاک در استقرار و پراکنش چهارگونه مرتعی شور پسند در مراتع قرخلار مرند در استان آذربایجان شرقی، Vogiatzakis و همکاران (۲۰۰۳) در مورد تأثیر ارتفاع از سطح دریا و جهت شب بر پراکنش مکانی جوامع گیاهی مدیترانه‌ای در یونان، Li, W.Q و همکـــــاران (۲۰۰۸) در مورد تأثیر اسیدیته، درصد رطوبت اشباع و ازت در پراکنش گیاهان شورروی در شمال چین، Lu و همکاران (۲۰۰۶) در مورد تأثیر ماده آلی و اسیدیته در پراکنش گونه‌های گیاهی در حوضه آبخیز مینچیانگ در فلات تبت، Yari و همکاران (۲۰۱۱) در مورد تأثیر ماده آلی، شیب و درصد شن بر تنوع گونه‌ای در مراتـع سرچاه عماری بیرجند، Shafagh Kolvanagh و Abbasvand (۲۰۱۴) در مورد بیشترین همبستگی بین نیتروژن و پتاسیم خاک با پوشش گیاهی در مراتع خلقت پوشان تبریز، مطابقت داشت. نتایج نشان داد که گونه‌های Salsol*a kerneri,Saaola dendroides, Rhamnus pallassi* از گونه‌های شاخص همراه در رویشگاههای مورد بررسی این گونه در استان مازندران هستند که در هیچیک از رویشگاههای مطالعات یاد شده بالا، رویش ندارد. Zare Chahouki و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی خود در مراتع قره‌باغ اذربایجان غربی، بیان داشتند که بین پراکنش پوشش گیاهی و عوامل محیطی رابطه وجود دارد و از بین عوامل مورد بررسی، بافت، آهک، نیتروژن و پتاسیم خاک بیشترین تأثیر را بر پراکنش پوشش گیاهی دارند. با توجه به نتایج حاصل از مطالعات عکس العمل این گیاه به گرادیان عوامل محیطی، توصیه می‌شود در برنامه‌های اصلاحی مراتع از طریق بذرکاری و بوته کاری در مناطق نیمه استپی استان مازندران با استفاده از این گونه، به خصوصیات رویشگاهی و نیازهای اکولوژیکی آن توجه شود. بنابر این با عنایت به نقش مهم این گونه در تولید علوفه در نیمه دوم سال و همچنین حفاظت خاک، حفظ و توسعه رویشگاههای این گونه در مناطق مستعد با توجه به نیازهای اکولوژیک این گونه، اقدام مناسبی برای اصلاح و توسعه مراتع پاییزه خواهد بود.

منابع مورد استفاده

- Abdollahi, J. and Naderi, H., 2013. Investigating the effect of topographical variables and soil physico-chemical properties on the performance of parameters affecting the growth of *Artemisia sieberi* in steppe rangelans in Nadoshn. Watershed researchs, No 97, 52-62 (In Persian).
- Alavi, J., Noori, Z. and Zahedi, G.H., 2016. The reaction curve of *Fagus orientalis* to environmental variables using generalized collective model In Khairud forest, Nowshahr. Journal of Wood and Forest Science and Technology Research. 24(1): 29-42 (In Persian summary), https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-41187/v1.
- Ali Ehiaii, M. and Behbahanizadeh, A., 2003. Description of soil chemical methods. Soil and water research institute.129p (In Persian summary).
- Arzani, H. and Abedi, M., 2014. Rangeland assessment, vegetation measurement. Tehran university. 305 P (In Persian).
- Azarnivand, H., Jafari, M., Moghaddam, M.R., Jalili, A. and Zare Chahouki M.A., 2003.The effects of soil characteristics and elevation on distribution of two *Artemisia* species (Case study: Vard avard, Garmsar and Semnan rangelands). Iranian Journal of Natural Resources, 56 (1-2): 93-100. (In Persian)
- Austin, M.P., 2002. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. Ecological Modelling. 157: (2-3), https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00205-3.
- Austin, M.P., Belbinb, J.A., Meyers, M.D., Dohertya. D. and Luotoc, M., 2006. Evaluation of statistical models used for predicting plant species distributions: Role of artificial data and theory. Ecological Modelling, 199(2):197-216, https://doi: 10.1016/j.ecolmodel.2006.05.023.
- Bakkenes, M., Alkemade, J.R.M., Ihle, F., Leemans, R. and Latour, J.B., 2002. Assessing the effects of forecasted climate change on the diversity and

Abbasaim S.H., 2014. The Study if ecological properties of *Artemisia aucheri* in she rangelands in Isfahan.Plant Ecosystem Conservation, 2(4): 79-94 (In Persian).
– Jaberalansar, Z., Borhani, M., Bahreininejad, B. and Mirdavodi, H., 2021. Habitat study of *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Guldenst rangeland response pattern to environmental factors in Isfahan province, Iranian journal of rangeland and desert research, 28(3): 551-563 (In Persian summary, https://doi.org/10.22092/ijrdr.2021.125015.
– Jongman, R.H.G., Terbraak. C.J.F. and Van Tongeren, F.R., 1995. Data analysis in ommunity and lndscape ecology, Cambridge university press, 299 pp.
– Kent, M., 2011. Vegetation description and data analysis: a practical approach. John Wiley and sons, 414 pp.
– Khalsi Ahvazi, L., Zare Chahouki, M.A., Azarnivand, H. and Soltanigard, M., 2010. Modeling *Eurothia ceratoides* habitat using the method of factor analysis of ecological nests in the northeastern rangelands of Semnan. Journal of rangeland, 4(5): 362-373 (In Persian).
– Kleyer, M., Dray, S., Bello, F., Leps, J., Pakeman, R.J., Strauss, B., Thuiller, W. and Lavorel, S., 2012. Assessing species and community functional responses to environmental gradients: which multivariate methods. Journal of vegetation science, 23(5): 805-821. http://dx.doi.org/10.2307/23251318.
– Li, W.Q., Xiao-Jing, L., Khan, M.A. and Gul, B., 2008. Relationship between soil characteristics and halophytic vegetation in coastal region of North China. Pakistan journal of botany, 40(3): 081-90.
– Lu, T., Ma, K.M., Zhang, W.H. and Fu, B.J., 2006. Differential responses of shrubs and herbs present at the upper Minjiang river basin (Tibetan plateau) to several soil variables. Journal of Arid Environments, (67): 373–390, https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.03.011.
– Mackenzie, M.L., Donovan, C.R. and McArdle, B.H., 2005. Regression spline mixed models: a forestry example. Scholarly articles for Journal Agricultural Biol Environmental Statistics. 10(4): 394–410, https://doi.org/10.1198/108571105X80194.
– Mokhtari Asl, M., Mesdaghi, M. and Sadeghimanesh, M., 2008. Effective factor in establishment and distribution of four saline rangeland species in Gharkhlar Marand rangelands in east Azarbaijan province. Journal of Rangeland, 1(2): 116-128 (In Persian).
– Molaei, M., Ghorbani, A., Sefidi, K., Bahrami, B. and Hashemi Majd, K., 2017. Ecological factors on distribution of European higher plants for 2050. Global change biology, 8(4): 390–407, https://doi:.org/10.1046/j.1354-1013.2001.00467.x.
– Bashir, H., Ahmad, S.S., Jabeen, A. and Erum, S., 2016..Multivariate analysis for the assessment of herbaceous roadsides vegetation of Wah Cantonment. The Journal of Animal & Plant Sciences, 26(2):457-464.
– Bisht, D., Kumar, D., Kumar, D., Dua, K. and Chellappan, D.K., 2021. Phytochemistry and pharmacological activity of the genus artemisia. Archives of Pharmacal Research, 44(5): 439-474, https://doi.org/10.1007/s12272-021-01328-4.
– Beers, T.W., Dress, P.E. and Wensel, L.C., 1966. Notes and observations: aspect transformation in site productivity research. Journal of Forestry, 64(10):691-692, https://doi.org/10.1093/jof/64.10.691.
– Borna, F., Tamartash, R., Tatian, M. and Gholami, F., 2020. Determination of the contribution of environmental factors affecting the prediction of the habitat distribution pattern of *Artemisia aucheri* Boiss in Baldeh Noor watershed. Watershed management, 11(21): 129-128 (In Persian summary).
– Fahimipoor, E., Zare Chahouki, M.A.,Tavili, A. and jafari, M., 2010. Investigation of environmental factors affecting species diversity changes in the middle Taleghan rangelands. Journal of Watershed management research, 2(87): 41-47. (In Persian summary).
– Gauch, H.G., Whittaker, R.H. and Singer, S.B., 1981. A comparative study of nonmetric ordinations. Journal of ecology, 69:135-152.
– Gheisari,Y., Heshmati, G.A., and Niknahah, H., 2022. The effect of some of ecological factors in dispersion of Rhus coriaria in compare with *Artemisia aucheri* and *Astragalus gossypinus* (Case study kalat Gonabad), Journal of Plant Ecosystem Conservation 10 (20): 252-225.
– Guisan, A., Edwards, T.C. and Hastie, T., 2002. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene, Ecological medelling, 157(2-3): 89-100, https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00204-1.
– Guisan, A., Theurillat, J.P. and Kienast, F., 1998. Predicting the potential distribution of plant species in an alpine environment. Journal of Vegetation Ecience, 9: 65–74, https://doi.org/10.2307/3237224.
– Gulshad, K., Ahmad, S.S., Bashir, H. and Erum, S., 2016. Differential responses of vegetation along effective soil gradients in Mughal Garden Wah, Pakistan. International Journal of Economic and Environmental Geology, 7(1):36-41.
– Jafari parizi, M., Afsharzadeh, S., Akkafi, H. and

87:144-152, https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2012.07.010.
– Vazirinasab, H., Salehi, M., Khoshgam, M. and Rafati, N., 2012. Application of the generalized additive model in determination of the retinopathy risk factors relation types for Tehran diabetic patients. Razi Journal of Medical Sciences, 19 97): 1-9 (In Persian summary).
– Vogiatzakis, I.N., Griffiths, G.H. and Mannion, A.M., 2003. Environmental factors and vegetation composition, Lefka Ori massife Crete, S. Aegean. Global ecology and biogeography, 12(2): 141-146, https://doi.org/10.1046/j.1466-822X.2003.00021.x.
– Yari, R., Azarnivand, H., Zare Chahouki, M.A. and Farzadmehr, J., 2011. Investigating the relationship between species diversity and environmental factors in Birjand Architectural Rangelands. Iranian journal of Range and Desert Research, 19(1): 95-107.
– Yousaf, A., Shabbir, R., Jabeen, A., Erum, S. and Ahmad, S.S., 2016. Linkage between herbaceous vegetation and soil characteristics along rawal dam Islamabad. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 16 (1):88-100, http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162016005000007.
– Yüce, A.M. and Gönülol, A., 2016.Evaluation of the relationship between epiphytic diatoms and environmental parameters with the Canonical Correspondence Analysis (CCA). Pakistan Journal of Botany, 48(4):1723-1730.
– Zare Chahouki, M.A., Mashgholi, M. and Jafari, H., 2015. Classification of vegetation cover related to environmental factors (Case study: Gharabagh rangelands of (Azarbaijan province). Journal ofr Plant Research, 28(5): 995-1005 (In Persian summary).
– Zare Hesari, B., Ghorbani, A., Azimi Moazzam, F., Hashemi Majd, K. and Asghari, A., 2014. The study of effective factors in dispersion of *Artemisia fragrans* in East of Sabalan. Iranian journal of Range and Desert Research, 3(8): 238-250(In Persian summary).
– Zhang, H., Yu, Y. and Zha, T., 2021. Assessing succession stages and community distribution characteristics on mountainous ecosystem hosting coming winter Olympics games. In EGU general assembly conference abstracts (pp. EGU21-9058), https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-9058.

Artemisia aucheri distribution in the southeastern slope of Sabalan. journal of Rangeland, 11(2):139-151 (In Persian summary).
– Molaei, M., Ghorbani, A., Moameri, M. and Hossainzadeh, A., 2020. Habitat prediction of *Artemisia fragrans* Willd. and *A. chamaemelifolia* Vill. in elevation gradient of Ghezelozan Aghdagh, Khalkhal. Iranian Journal of Range and Desert Research, 27 (3): 325-338. (In Persian summary), https://doi.org/10.22092/ijrdr.2020.127969.1899.
– Molaei, M. and Ghorbani, A., 2021. Effects of ecological factors on the distribution of *Artemisia melanolepis* and *Artemisia aucheri* in Southeast of Sabalan, Iran. Ecopersia, 9(2): 95-104. (In Persian summary), https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.07.050.
– Oksanen, J. and Minchin, P.R., 2002. Continuum theory revisited: what shape are species responses along ecological gradients? Journal of Ecological Modelling, 157(3):119-129, https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00190-4.
– Shafagh Kolvanagh, J. and Abbasvand, E., 2014. Effects of soil nitrogen, phosphorus and potassium on distribution of rangeland species, Weeds and sustainability of species in Khalat Poshan rangelands of Tabriz county. Agricultural Science and Sustainable Production, 24 (2): 73-83 (In Persian summary).
– Roskov, Y., 2018. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life Naturalis, Leiden, the Netherlands.
– Shahsavarzadeh, R., Tarkesh, M., Rahmati, Z. and Ghazizadeh, M., 2016. Potential habitat modelling *Ferula ovina* Boiss. using by genetic algorithms in Ferydoun shahr, Isfahan. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31(6): 977-987 (In Persian summary).
– Stewart, P.S., Stephens, P.A., Hill, R.A., Whittingham, M.J. and Dawson, W., 2022. Model selection in occupancy models: Inference versus prediction. bioRxiv, https://doi.org/10.1101/2022.03.01.482466.
– Ter Braak, C.J.F., 1985. Correspondence analysis of incidence and abundance data: properties in terms of a unimodal response model. Biometrics, 41(4): 859–873, http://dx.doi.org/10.2307/2530959.
– Traore, S., Zerbo, L., Schmidt, M. and Thiombiano, L., 2012. *Acacia* communities and species responses to soil and climate gradients in the Sudano-Sahelian zone of West Africa. Journal of Arid Environments,