Original Article, Vol. 12, No. 1, Spring, 2024, pp 85-100

Desert Management
www.isadmc.ir

Iranian Scientific Association of Desert Management and Control

Habitat Characteristics and The Species Response of *Astragalus Curvirostris* Boiss. To the Environmental Factors in Lorestan Rangelands

R. Siahmansour[1]*, N. Kamali[2], H. R. Mirdavoodi[3], J. Motamedi[2]

1. Associate Prof., Forests and Range Lands Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran.
2. Associate Prof, Research institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
3. Associate Prof., Forests and Range Lands Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Arak, Iran.
* Corresponding Author: siahmansour191@gmail.com

Received date: 19/02/2024 **Accepted date: 18/03/2024**

doi 10.22034/JDMAL.2024.2023327.1455

Extended Abstract

Introduction

To analyze complex ecological data, it is necessary to employ flexible and robust analytical methods that can handle non-linear relationships, interactions, and missing data control. The generalized additive model is a simple method for investigating species' reactions to environmental variables, and the results can be easily interpreted. Multivariable regressions such as the Monotonic increase model can play a role in expressing the ecological niche of a particular species. In this ecological domain, non-living and living factors have mutual effects, but the relative importance of living factors, such as species competition, is unclear when compared to non-living factors. More research is necessary for this issue. The response curve studies only investigate the behavior of the species along an environmental gradient, if multiple factors come together to determine the distribution and behavior of the species, it is important to take this into account. The comparison between the findings of researchers in different regions on the species *Astragalus curvirostris* Boiss consistently shows the extreme effectiveness of the species in terms of environmental factors or their combination. Understanding the relationship between plants and environmental factors and how plants respond to changes in environmental factors is one of the important topics in plant ecology. Unfortunately, in recent years, disturbances such as livestock grazing, changes in land use, and climate change have caused the destruction of *A. curvirostris* habitats. Many pastures and forests throughout Iran experience vegetation destruction, loss of biodiversity, and soil erosion due to these threats. To restore degraded pastures in steppe and semi-steppe areas, it is necessary to understand *A. curvirostris*' response to environmental variables and model its distribution. Comprehending the positive and negative effects of environmental factors, as well as the factors that inhibit and support the growth, establishment, and distribution of *Astragalus curvirostris* Boiss., it became possible to use it for the restoration and modification of appropriate and similar pasture ecosystems.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Original Article, Vol. 12, No. 1, Spring, 2024, pp 85-100

Desert Management
www.isadmc.ir

Iranian Scientific Association of Desert Management and Control

Material and Methods
The habitat of *A. curvirostris* was selected in a way that includes a wide range of abundance of the studied species. Therefore, according to the 40-hectare enclosure range in the research site of Zaghe rangelands plants in Lorestan province, this habitat was selected as a study site. Then, according to the gradient of environmental changes, five transects with a length of 400 meters and distances of 100 meters were used. Each of them had six plots with dimensions of 4 meters by 4 meters set up according to the species' sizes, with equal distances. The ecological unit consisted of 30 plots and recorded the geographic location, quantitative and qualitative vegetation amounts in each plot. Additionally, the Lorestan Meteorological Department provided climatic parameters. In order to investigate the effect of environmental factors on species distribution, a soil sample with three replicates (0-30 cm) was taken from each of the plots and their physical and chemical characteristics including soil texture, acidity, percentage of neutralized substances, absorbable phosphorus, absorbable potassium, organic carbon and total nitrogen were measured. Considering the importance of species in fodder production and soil protection in pastures, the canonical correspondence analysis was used to determine the factors affecting changes in the species composition. To investigate the changes in the performance of this species along the slope of the environmental factors from the Generalized Additive Models was used. A random-systematic method was used to sample environmental and plant characteristics from 2016 to 2018.

Discussion and Conclusion
The forward selection method in conic ranking was used to select 4 variables from 19 primary variables while investigating the effect of a set of environmental factors on vegetation changes in communities. The geographical direction of the range was determined by the percentage of organic carbon, clay, acidity, and litter on the soil surface, as well as the topographic group. Investigating the correlation between the percentage of *A. curvirostris* vegetation and the studied ecological factors showed that distribution of this species has positive correlation with factors such as the percentage of O.C and N. Applying the GAM with Poisson error distribution showed that the variables, height above sea level, percentage of organic matter and soil nitrogen, as well as the percentage of stone are effective on the yield of the species. Investigating the performance of the species in relation to the variable of height above sea level, and the percentage of stones and pebbles from the Monotonic decrease model and vice versa, the response of this species along the slope of changes in the amount of organic carbon, soil nitrogen and the percentage of soil litter from the Monotonic increase model mathematical expression of relationships between environmental variables and biological and biophysical characteristics is only an aid for interpreting field observations. The ecological needs of the species are depicted in this model, which can be useful for natural resource managers in improving pastures in similar areas. Corrective and pasture management programs can use forecasting models that have adequate accuracy to suggest species that are compatible with the region's conditions. Therefore, it is important to include disturbances as predictors in regression-based distribution modeling. In summary, the dynamic of biological factors in grassland ecosystems makes it impossible to definitively assume even the strongest correlations, both in static and dynamic studies, in grassland ecosystems. This information, along with the field investigation, provides the appropriate information.

Keywords: Akaike Information Criterion; Monotonic decrease; Monotonic increase; Plant species; Generalized Additive Models

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

مقاله پژوهشی، سال دوازدهم، شماره اول، بهار ۱۴۰۳، صفحات ۸۵ تا ۱۰۰

نشریه مدیریت بیابان

www.isadmc.ir

انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران

عوامل حامی و بازدارنده مؤثر در حضور *Astragalus curvirostris* Boiss. مطالعه موردی مراتع نیمه استپی زاغه لرستان

رضا سیاه منصور[۱*]، نادیا کمالی[۲]، حمیدرضا میرداوودی[۳]، جواد معتمدی[۲]

۱. نویسنده مسئول، دانشیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران.

۲. دانشیار، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۳. دانشیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران.

* نویسندهٔ مسئول: siahmansour191@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۸

10.22034/JDMAL.2024.2023327.1455

چکیده

پردازش و تحلیل اطلاعات درهم‌تنیده بوم‌شناختی نیاز به شیوه‌های تحلیلی منعطف دارد تا به‌تواند رابطه‌های غیرخطی بین عملکرد گونه گیاهی و عوامل محیطی را به‌خوبی نشان دهد. در این بررسی انتخاب رویشگاه *Astragalus curvirostris* به شکلی صورت گرفت که دامنه وسیعی از فراوانی گونه را در بر داشته باشد. این مطالعه در منطقه زاغه در ۳۵km جاده خرم‌آباد به بروجرد با ارتفاع ۱۹۶۵m از سطح دریا انجام شد. جهت ارزیابی پنج ترانسکت با طول ۴۰۰m و فاصله ۱۰۰m بکار برده شد. بر روی هر یک از آن‌ها با توجه به ابعاد گونه‌های همراه، شش پلات به ابعاد $4\times4m^2$ با فواصل یکسان، مستقر شد. از هر پلات، یک نمونه خاک با سه تکرار به عمق صفر تا ۳۰cm برداشت شد. بررسی تأثیر مجموعه‌ای از عوامل محیطی بر تغییرات پوشش گیاهی در جوامع، با استفاده از روش انتخاب روبه‌جلو در رسته‌بندی کانیک، موجب انتخاب ۴ متغیر از بین ۱۹ متغیر اولیه شد. همبستگی بین درصد پوشش گیاهی گونه و عوامل اکولوژیک موردمطالعه، نشان داد پراکنش گونه با عواملی مانند TOC و N٪ خاک همبستگی مثبت دارد. مدل جمعی تعمیم‌یافته با توزیع خطا پوآسون، نشان داد، ارتفاع از سطح دریا، درصد بقایای گیاهان و موجودات زنده و نیتروژن خاک و همچنین درصد سنگ و سنگریزه بر حضور گونه مؤثرند. بررسی حضور گونه با پارامتر ارتفاع از سطح دریا و درصد سنگ از مدل کاهشی و پاسخ در امتداد شیب تغییرات کربن آلی، نیتروژن و درصد بقایای گیاهی سطح خاک از مدل افزایشی پیروی کرده است. این مدل، نیازهای بوم‌شناختی گونه را ارائه و می‌تواند در عملیات اصلاح مراتع در مناطق مشابه، استفاده شود. البته، به‌دلیل عدم ثبات عوامل زیستی، حتی مؤثرترین رابطه‌های همبستگی نمی‌توانند قطعی تلقی شوند؛ اما بررسی این روابط همراه با بررسی میدانی اطلاعات مناسبی ارائه می‌دهند.

واژگان کلیدی: تحلیل تطبیقی متعارفی؛ مدل کاهشی؛ مدل افزایشی؛ گونه گیاهی؛ مدل جمعی تعمیم‌یافته

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

■ مقدمه

مدیران منابع طبیعی به درک اساسی از ویژگی‌های بوم‌شناختی گونه‌های گیاهی و نحوه واکنش آن‌ها به متغیرهای محیطی و نوع مدیریت نیاز دارند. این نیاز آگاهی از گونه‌های گیاهی سازگار با شرایط محیطی متفاوت برای حفظ زیست‌بوم‌ها و احیای آن‌ها را شامل می‌شود (۱۴). در واقع، عوامل غیرزیستی تأثیر عمده‌ای بر پراکنش و عملکرد گونه‌های گیاهی دارند (۳۲، ۳۵). در اکولوژی، پراکنش جغرافیایی یک‌گونه با کمی کردن رابطه بین گونه و محیط پیش‌بینی می‌شود. بر این اساس، می‌توان فرضیه‌های متعددی را در رابطه با کنترل عوامل محیطی که بر پراکنش گونه تأثیر می‌گذارد، در نظر گرفت (۱۲). مدل‌سازی پیش‌بینی پراکنش گونه‌های گیاهی بر اساس ارتباط بین داده‌های حضور یک گونه و متغیرهای محیطی تعریف می‌شود (۲۸). درک اثرات خاک و عوامل توپوگرافی بر پراکنش گیاهان و استفاده از این اطلاعات برای احیای پوشش گیاهی و بهبود اکوسیستم‌های آسیب‌دیده بسیار مهم است. جنس Astragalus با نزدیک به ۸۵۰ گونه یکی از بزرگ‌ترین جنس‌های فلور ایران است (۲۲).

گونه *Astragalus curvirostris* Boiss. از تیره بقولات، گونه‌ای علفی و چندساله است که انحصاری ایران می‌باشد و در نواحی شمال، شمال‌غرب، غرب و مرکز ایران پراکنش دارد (۱). گون‌ها در بسیاری از مراتع خشک و نیمه‌خشک ایران وجود دارند (۲۴) که علاوه بر جنبه تولید علوفه تغذیه دام‌های اهلی و وحشی، نقش مهمی در حفظ خاک دارند. جنس گون با ۸۴۴ گونه از بزرگ‌ترین جنس‌های گیاهی ایران است که ۶۲۰ گونه آن انحصاری ایران است (۲۴).

با بررسی همبستگی بین مقدار پوشش گیاهی و عوامل بوم‌شناختی در گونه *A. curvirostris* نشان داده شد، پراکنش این گونه با عواملی مانند TOC، Si، N، لاشبرگ، P و K همبستگی مثبت و با وزن مخصوص ظاهری خاک، جهت شیب، خاک لخت و سنگ و سنگریزه همبستگی منفی دارد (۱۱). درحالی‌که (۱)؛ همبستگی مقدار و پراکنش گونه *A. curvirostris* با عوامل محیطی از قبیل، درصد شیب، EC، رس، سنگ و سنگریزه، سیلت و جهت شیب را مثبت و اثر ارتفاع از سطح دریا، شیب بالای ۵۰٪، شوری زیاد و pH بالای ۷ را منفی گزارش نمودند. مقایسه بین یافته‌های محققین در مناطق مختلف بر روی این گونه به‌طور ثابت بیانگر اثرپذیری شدید گونه از عوامل محیطی و یا ترکیب آن‌ها می‌باشد.

متأسفانه، در سال‌های اخیر، آشفتگی‌هایی مانند چرای بیش‌ازحد دام، تغییر در کاربری اراضی و تغییرات آب و هوایی باعث تخریب رویشگاه‌های *A. curvirostris* شده است. همچنین، خشک‌سالی و کاهش بارش در سال‌های متوالی در رویشگاه موردمطالعه باعث تسریع در روند تخریب‌شده است. با این وصف و با توجه به اهمیت گونه در تأمین علوفه و حفاظت خاک، گونه مذکور جهت بررسی انتخاب شد. این تهدیدات با کاهش پوشش گیاهی، از بین بردن تنوع زیستی و افزایش فرسایش خاک در بسیاری از مراتع و جنگل‌های ایران، نقش تخریبی را ایفا نموده است، (۳)؛ بنابراین، آگاهی از پاسخ *A. curvirostris* به متغیرهای محیطی و مدل‌سازی پراکنش این‌گونه، برای استفاده از آن در احیای مراتع تخریب‌شده در مناطق استپی و نیمه استپی ضروری است. برای مدل‌سازی آشیان بوم‌شناختی گونه‌ها، بسیاری از رویکردهای تحلیلی را می‌توان برای پاسخ به این سؤال اساسی استفاده کرد که فاکتورهای بوم‌شناختی تأثیرگذار بر حضور گونه‌ها چه فاکتورهایی می‌باشند؟ (۲۵) تجزیه‌وتحلیل تطبیقی متعارفی[1] و مدل جمعی تعمیم‌یافته[2] ازجمله روش‌هایی هستند که بیشترین استفاده را برای تجزیه‌وتحلیل واکنش گونه‌های گیاهی به عوامل محیطی دارند (۶، ۳۰). لذا هدف پژوهش حاضر بررسی عوامل مؤثر بر پراکنش و عملکرد گونه *A. curvirostris* شامل شاخص‌های تولید، تاج‌پوشش، تراکم و حضور و فنولوژی گونه بود. تا به‌توان پیشنهادهای لازم برای اصلاح و احیای مراتع تخریب‌شده در عرصه‌های نیمه استپی استان لرستان و در رویشگاه‌های مناسب و مشابه رویشگاه مورد مطالعه این گیاه را ارائه کرد. همچنین با توجه به اهمیت مطالعات فنولوژیک در تعیین زمان مناسب استفاده دام از گیاه و بهترین زمان جمع‌آوری بذر، فعالیت‌های حیاتی گیاه نیز مورد مطالعه قرار گرفت.

[1] Canonial Correspondence Analysis; CCA

[2] Generalized Additive Models; GAM

■ مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

انتخاب رویشگاه *A. curvirostris* به شکلی صورت گرفت که دامنه وسیعی از فراوانی گونه موردمطالعه را در بر داشت. لذا با توجه به قرق محصور ۴۰ha در سایت قرق گیاهان مرتعی گردنه زاغه استان لرستان، این رویشگاه و اطراف آن انتخاب شد (شکل ۱). این رویشگاه در ۳۵km جاده خرم‌آباد به بروجرد در مختصات جغرافیایی °۳۳ و ′۲۹ و ″۳۳ تا °۳۳ و′۳۰ و ″۱۲ عرض شمالی و °۴۸ و ′۳۸ و″۵۷ تا °۴۸ و′۴۰ و″۵۶ طول شرقی و با ارتفاع ۱۹۶۵m از سطح دریا می‌باشد. نمونه‌برداری از پوشش طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ انجام شد. برای این منظور، با توجه به شیب تغییرات محیطی در محل پراکنش پنج ترانسکت با طول ۴۰۰m و فاصله ۱۰۰m نسبت به یکدیگر بکار برده شد. سپس بر روی هر یک از آن‌ها، شش پلات مربعی شکل با طول هر ضلع ۴m با توجه به ابعاد گونه با فواصل یکسان، مستقر شد. در مجموع در واحد بوم‌شناختی، ۳۰ پلات بکار برده شد و موقعیت جغرافیایی هر یک از پلات‌ها نیز، ثبت شد. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی به روش سیستماتیک- تصادفی (۵)، در داخل پلات‌های مستقر در امتداد ترانسکت‌های خطی، انجام شد.

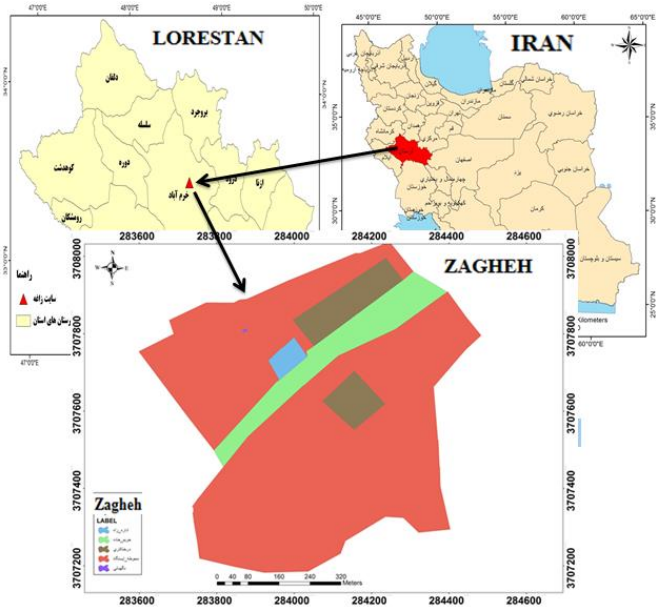
روش کار

پس از استقرار شبکه نمونه‌برداری در هر یک از پلات‌ها، تراکم و درصد پوشش‌تاجی هر یک از گونه‌های واقع در داخل آن‌ها و رشد سال جاری گونه موردپژوهش، اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری کلیه متغیرها در مرحله گلدهی صورت گرفت. تراکم با شمارش تعداد پایه‌ها و پوشش‌تاجی آن‌ها از طریق برآورد نظری، تخمین زده شد. مقدار رشد سال جاری گونه موردپژوهش نیز از طریق قطع و توزین اندازه‌گیری شد. ضمن اینکه در هر پلات، درصدهای پوشش‌تاجی کل، سنگ، خاک بدون پوشش و لاشبرگ نیز برداشت شد (۱۱، ۲۲).

عوامل اقلیمی از قبیل متوسط بارش و دمای سالانه با استفاده از داده‌های ایستگاه هواشناسی در ۲km منطقه مورد مطالعه و با استفاده از منابع اقلیمی موجود در استان، نظیر خطوط هم‌بارش و هم‌دما تعیین شد. مختصات جغرافیایی محل هر یک از پلات‌ها نیز با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب GPS[1] مشخص و ویژگی‌های توپوگرافی از قبیل ارتفاع از سطح آب‌های آزاد، مقدار شیب به درصد و جهت جغرافیایی برای هر پلات ثبت گردید. متغیر جهت جغرافیایی بر اساس چهار جهت اصلی ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ درجه، برداشت و پس از تبدیل داده‌ها، (رابطه ۱) وارد تحلیل شد (۸).

$$A' = \mathrm{Cos}(45 - \mathrm{A}) + 1 \qquad (۱)$$

در این رابطه، A مقدار آزیموت جهت و ´A، مقدار تبدیل‌شده جهت جغرافیایی است.



شکل ۱. موقعیت لرستان و ایستگاه موردبررسی در کشور

[1] Global Positioning System, GPS

به‌منظور بررسی تأثیر عوامل محیطی بر پراکنش گونه، از هر یک از پلات‌ها، یک نمونه خاک با سه تکرار به‌صورت نمونه مرکب تا عمق ریشه دوانی گیاه ۳۰cm-صفر برداشت شد و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها شامل بافت خاک به روش هیدرومتری، اسیدیته با گل اشباع و با استفاده از pH متر، درصد مواد خنثی‌شونده یا درصد آهک به روش تیتراسیون، فسفر قابل‌جذب به روش السون، پتاسیم قابل‌جذب به روش استات‌آمونیوم، کربن‌آلی به روش والکی- بلاک، ازت کل به روش کجدال، اندازه‌گیری شد (۱، ۱۱، ۲۲). برای بررسی ارتباط متغیرهای محیطی اثرگذار و معنی‌دار با پوشش گیاهی و انتخاب روش مناسب خطی و غیرخطی، تحلیل تطبیقی قوس‌گیری شده[1] بر روی داده‌های پوشش گیاهی یا اطلاعات پاسخ انجام و طول گرادیان مشخص شد. با توجه به طول گرادیان محور اول بزرگ‌تر از ۴ بود، از روش تحلیل تطبیقی متعارفی[2] به‌عنوان روش غیرخطی استفاده شد. در تجزیه‌وتحلیل اطلاعات با استفاده از این روش، شیب تغییرات گونه‌ها از طریق شبیه‌سازی داده‌ها، تحت شرایط مختلف فاکتورهای محیطی، بررسی و معنی‌داری رابطه بین ترکیب‌گونه‌ای و محورهای حاصله از متغیرهای رویشگاهی، با روش آزمایشی جای‌گشت[3] مونت‌کارلو تبیین شد (۳۰). برای پیش‌بینی پاسخ گونه‌های گیاهی به تغییرات عوامل محیطی از مدل افزایشی تعمیم‌یافته استفاده شد (۶) در این راستا پارامترهای تولید، تاج‌پوشش و فراوانی به مدل وارد شد. تحلیل تابع اتصال لگاریتمی[4] برای برازش منحنی پاسخ به شکل گوسن و توزیع خطا پوآسون[5] برای برازش مدل افزایشی تعمیم‌یافته، مورد استفاده قرار گرفت و به‌منظور اجتناب از بیش‌برازش متغیرهای پیشگو، به‌صورت انفرادی وارد مدل شدند (۳۲). به‌منظور رتبه‌بندی متغیرهای اثرگذار بر حضور گونه‌ها، سنجش اطلاعاتی آکاییک[6] استفاده شد (۲). هرچه مقدار AIC کوچکتر باشد، درنتیجه متغیر موردنظر، دارای اثرگذاری بیشتر بر پراکنش گونه و شاخص‌های درصد تاج‌پوشش، تولید و وفور گونه می‌باشد. یا اینکه مدل ارائه‌شده، مناسب‌ترین مدل در برازش منحنی عکس‌العمل گونه خواهد بود (۲۹). برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار Canoco نسخه 4.5 استفاده شد (۳۱). برای بررسی فعالیت‌های حیاتی گیاه، در فواصل مختلف زمانی طی سال‌های ۱۳۹۶ الی ۱۳۹۸، به رویشگاه گونه مورد بررسی، مراجعه و مراحل مختلف رشد شامل؛ آغاز و خاتمه مرحله رویشی، آغاز و خاتمه مرحله گلدهی، آغاز و خاتمه مرحله رسیدن بذر، ریزش بذر و خشک شدن گیاه و مرحله رکود و خواب زمستانه، ثبت شد (۱۱، ۲۲).

■ نتایج

مطالعه رستنی‌های موجود در منطقه که به روش پیمایش میدانی، شناسایی در عرصه، جمع‌آوری و شناسایی نمونه در آزمایشگاه و هرباریوم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی لرستان صورت پذیرفت، حضور ۵۵ گونه مرتبط به ۴۳ جنس و ۱۰ تیره‌گیاهی را نشان داد (جدول ۱).

نتایج حاصل از آماربرداری‌های پوشش سطح خاک رویشگاه موردمطالعه نشان داد که پوشش گیاهی با بیش از ۷۴٪ از بین سایر عوامل سهم و نقش بیشتری در بین عوامل حفاظتی دارد. در واقع کمتر از ۶٪ از سطح خاک بدون محافظت در برابر عوامل فرساینده قرار دارد هرچند در کل با احتساب بقایای گیاهی و مواد آلی برجای‌مانده حاصل از کنش و واکنش گیاهان با یکدیگر و سایر عوامل و عناصر محیطی و پوشش سطح خاک بالغبر ۹۴٪ می‌باشد (شکل ۲ الف).

در بین گیاهان این منطقه، گندمیان و پهن‌برگان یکساله با درصد نسبی ۴۹/۴۲، فرم‌رویشی غالب را تشکیل داده است و بعدازآن، علفی‌های چندساله، گندمیان چندساله، بوته‌ای‌ها و درختچه‌ای‌ها قرار داشتند، (شکل ۲ ب). همچنین از ۱۰۰٪ پوشش گیاهی این رویشگاه نزدیک به ۳۰٪ آن مربوط به گیاهان کاملاً خوش‌خوراک است. گونه *A. curvirostris* نیز در این دسته با تولید ۸۳kgr/ha قرار دارد. این شرایط در مقایسه با وضع موجود غالب مراتع کشور مقدار مناسبی است که از پتانسیل مطلوب رویشگاه حکایت دارد و نشان می‌دهد که در صورت مدیریت صحیح این رویشگاه‌ها می‌توان به ترکیب مناسب برای بهره‌برداری بهینه از منابع دست یافت، (شکل ۳ الف).

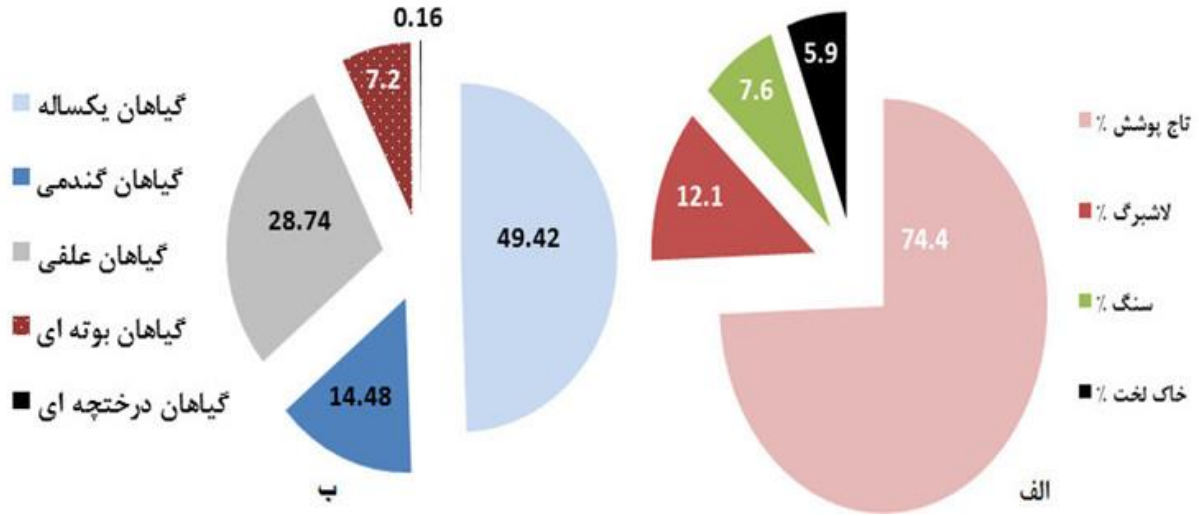
[1] Detrended Correspondence Analysis; DCA
[2] Canonial Correspondence Analysis; CCA
[3] Permutation
[4] Log link function
[5] Poisson error distribution
[6] Akaike Information Criterion; AIC

جدول ۱. لیست گونه‌های موجود در رویشگاه موردبررسی

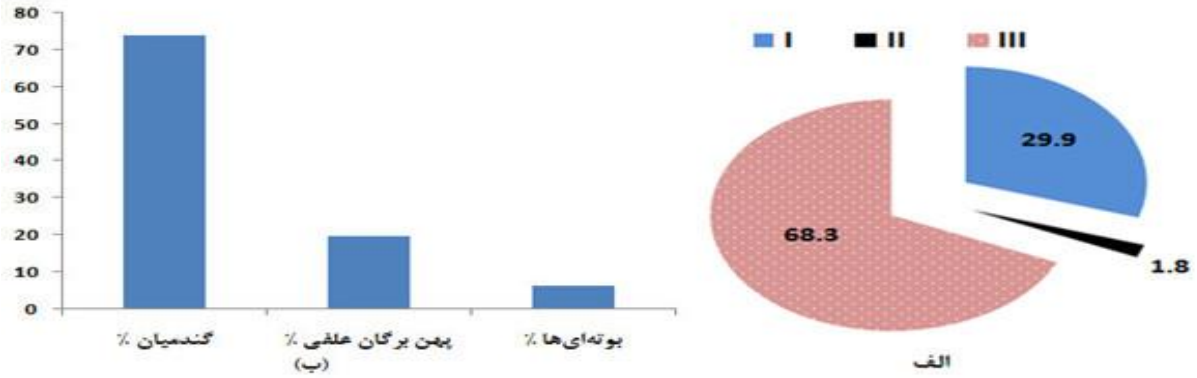
ردیف	تیره	نام گونه	دیرزیستی
۱		*Nonea pulla* (L.) DC.	چندساله
۲	Boraginaceae	*Onosma macrophyllum* Bomm.	چندساله
۳		*Rochelia bungei* Trauty.	علفی یک‌ساله
۴		*Silene elymatica* Boiss.	یک‌ساله
۵	Caryophyllaceae	*Vaccaria pyramidata* Boiss.	یک‌ساله
۶		*Minuartia weisneri* (Stapt) Schisck	علفی یک‌ساله
۷		*Vaccaria oxyodonata* Boiss.	علفی یک‌ساله
۸	Chenopodiaceae	*Noaea mucronata* (Forsk.) Aschers. Et Schweinf	چندساله، خاردار
۹	Cistaceae	*Helianthemum ledifolium* (L.) Miller.	یک‌ساله
۱۰		*Achillea wilhelmsii* C. Koch.	چندساله
۱۱		*Anthemis odontostephana* Boiss.	یک‌ساله
۱۲		*bracteosum* (L.) DC. *Cirsium*	چندساله
۱۳		*Centaurea virgata* Lam.	چندساله
۱۴		*Cirsium arvense* DC.	چندساله
۱۵	Asteraceae	*Echinops endotrichus* Rech.f.	چندساله
۱۶		*Cirsium hydrophilum* var. hydrophilum.	دوساله
۱۷		*Matricaria recutita* L.	علفی یک‌ساله
۱۸		*Centaurea aucheri* DC.	چندساله
۱۹		*Centaurea iberica* Rech.f.	یک‌ساله
۲۰		*Centaurea virgata* var. squarrosa.	چندساله
۲۱		*Picris strigosa* M. Bieb.	چندساله
۲۲		*Descurinia sophia* (flixweed)	علفی یک‌ساله
۲۳	Brassicaceae	*Diplotaxis erucoides* - (L.) DC.	علفی یک‌ساله
۲۴		*Thlaspi perfoliatum* L.	یک‌ساله
۲۵	Hypericaceae	*Hypericum perforatum* L.	چندساله
۲۶		*Stachys lavandulifolia* Vahl.	چندساله
۲۷		*Teucrium polium* L.	چندساله
۲۸		*Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas.	چندساله
۲۹		*Marrubium vulgare* L.	چندساله
۳۰	Lamiaceae	*Phlomis olivieri* Benth.	چندساله
۳۱		*Salvia syriaca* L.	چندساله
۳۲		*Salvia multicaulis* Vahl.	چندساله
۳۳		*Stachys pilifera* Benth.	چندساله
۳۴		*Ziziphora tenuior* L	یک‌ساله
۳۵	Papaveraceae	*Glaucium grandiflorum* Boiss & Huet.	چندساله
۳۶		*Papaver argemone* L.	علفی یک‌ساله
۳۷		*Astragalus curvirostris* Boiss.	چندساله
۳۸	Papilionaceae	*Lens orientalis* (Boiss.) Popov.	علفی یک‌ساله
۳۹		*Medicago polymorpha* L.	علفی یک‌ساله
۴۰		*Vicia hyrcanica* Fisch.	علفی یک‌ساله
۴۱		*Vicia peregrina* L.	علفی یک‌ساله
۴۲	Papilionaceae	*Vicia sepium* L.	یک‌ساله
۴۳		*Onobrychis bungei* Boiss.	چندساله، علفی
۴۴		*Onobrychis melanotricha* Boiss.	چندساله، علفی

ادامهٔ جدول ۱. لیست گونه‌های موجود در رویشگاه موردبررسی

ردیف	تیره	نام گونه	دیرزیستی
۴۵		*Trigonella monspeliaca* L.	یک‌ساله
۴۶		*Astragalus gossypinus* Fisch.	چندساله، تیغ‌دار
۴۷		*Agropyron tauri* Boiss. & Balansa.	چندساله
۴۸		*Festuca ovina* L.	چندساله
۴۹		*Poa bulbosa* L.	چندساله
۵۰		*Secale montanum* Guss.	چندساله، علفی
۵۱	Poaceae	*Aegilops cylindrica* Host.	علفی یک‌ساله
۵۲		*Boissiera squarrosa* Banks & Sol.	یک‌ساله
۵۳		*Danthonia decumbens* (L.) DC.	یک‌ساله
۵۴		*Bromus tomentolus* Bioss.	چندساله
۵۵		*Poa annua* L.	علفی یک‌ساله



شکل ۲. درصد پوشش پارامترهای سطح خاک (الف) و فراوانی نسبی فرم‌های رویشی در رویشگاه موردمطالعه (ب)



شکل ۳. درصد پوشش گیاهی بر پایهٔ خوش‌خوراکی (الف) و تراکم نسبی فرم‌های رویشی عمده (ب) I گونه‌های کاملاً خوش‌خوراک، II با خوش‌خوراکی متوسط و III گونه‌های با خوش‌خوراکی کم یا دارای محدودیت چرایی

بیشترین تراکم نسبی با گندمیان چندساله از قبیل *Hordeum bolbosum, Agropyron trichophorum, tomentellus Festuca ovina, Bromus* و *Poa bulbosa* و پهن‌برگان علفی غالبا با گونه‌های *As. curvirostris, Astragalus bungei Onobrychis melanotricha,* و *Picris strigosa* می‌باشد. همچنین گونه‌های متفاوتی از

جنس‌های *Centaurea Stachys, Phlomis, Tragopogon* و با تراکم کمتر سایر جنس‌های این فرم رویشی را در رویشگاه شامل می‌شوند، (شکل ۳ ب). همچنین مقادیر میانگین تاج پوشش و تراکم گیاهان پرتکرار در پلات‌ها در رویشگاه موردمطالعه خلاصه‌شده است (جدول ۲). ازنظر سیمای سرزمین، این رویشگاه کوهستانی با خاک کم‌عمق و نسبتاً عمیق همراه با بیرون‌زدگی سنگی نسبتاً زیاد می‌باشد و بیشتر از سازندهای آهکی و دولومیت آسماری-شهبازان دوران سوم زمین‌شناسی، تشکیل‌شده است. دامنه ارتفاعی رویشی گونه ۲۴۵۰m تا ۱۴۵۰m از سطح آب‌های آزاد است. مقادیر متغیرهای هدایت‌الکتریکی خاک معادل Ec(ds/m) ۰/۰-۳۹/۳۴، اسیدیته خاک معادل ۷/۱ تا ۷/۵، آهک ۲-۷/۹ درصد، کربن‌آلی خاک ۱/۴-۲/۵ درصد، نیتروژن ۰/۱۲-۰/۲۴٪ و بافت‌خاک، لومی-رسی و درصد بیرون‌زدگی سنگی ۴۰- صفر٪ بوده است. جدول ۳ نشان‌دهنده میانگین عوامل خاکی موردبررسی در رویشگاه گیاه موردنظر است. یافته‌های حاصل از تعیین حدود ویژگی‌های بوم‌شناختیی موردمطالعه، پایین‌ترین و بالاترین مقدار عامل بوم‌شناختی در رویشگاه *A. curvirostris* با توجه به حضور گونه موردمطالعه در آن، در جدول ۴ نشان داده شده است. این جدول دامنه تغییرات عوامل بوم‌شناختی گونه را نشان می‌دهد. بررسی تأثیر مجموعه‌ای از عوامل محیطی بر تغییرات پوشش گیاهی در جوامع، با استفاده از روش انتخاب روبه‌جلو در رسته‌بندی کانونیک، منجر به انتخاب ۴ متغیر از بین ۱۹ متغیر اولیه شد. متغیرهای انتخاب‌شده از گروه خاک؛ T.O.C%، درصد رس، pH و درصد لاشبرگ سطح خاک و از گروه توپوگرافی جهت جغرافیایی دامنه بودند، (جدول ۵).

جدول ۲. میانگین تاج‌پوشش و تراکم گونه‌های تکرارشونده در پلات‌ها در رویشگاه موردبررسی

نام گونه‌ها	تاج پوشش (٪)	تراکم (m^2/تعداد)
Annual species (spp)	۳۱/۷۷	-
Agropyron trichophorum	۸/۸	۱۵/۰۷
Bromus tomentellus	۴/۹	۱/۷
Festuca ovina	۳/۸۳	۰/۹۳
Hordeum bulbosum	۶/۷	۲/۴
Poa bulbosa	۰/۱	۰/۱۳
Astragalus curvirostris	۲/۹۳	۰/۸۷
Astragalus bungei	۲	۱
Onobrychis melanotricha	۱/۹۷	۰/۷۷
Picris strigosa	۶/۵۳	۲/۲
Echinops endotrichus	۰/۰۶	۰/۰۷
Tragopogon collinus	۰/۲	۰/۱
Tragopogon sp	۲/۷	۲/۶۳
Centaurea virgata	۰/۵	۰/۱۷
Pimpinella saxifraga	۰/۳۳	۰/۲۷
Cousinia bakhtiaricha	۰/۱	۰/۰۳
Salvia sp	۰/۴۷	۰/۳
Taucrium polium	۰/۲۳	۰/۱
Astragalus gossipinus	۰/۲	۰/۰۷
Astragalus adscendense	۱/۵۷	۰/۲

جدول ۳. میانگین ویژگی‌های رویشگاهی گونه *Astragalus curvirostris*

متغیر	مقدار	متغیر	مقدار
درصد مواد آلی خاک (O. M)	۲/۲۷	Sand%	۱۲/۲
pH	۷/۴	Silt%	۴۲/۸
EC (dS/m)	۰/۳۳	Clay%	۴۱/۳
Elevation (m)	۱۹۵۰ -۲۴۰۰	آهک T.N.V%	۳/۸
مکان/ رویشگاه Habitat	ارتفاعات و بلومان (زاغه)	Organic carbon%	۱/۹
پتاسیم قابل‌جذب K(av.) P.P.m	۴۱۴/۷۵	فسفر قابل‌جذب P(av.) P.P.m	۶/۲۳
بارندگی سالیانه سال زراعی ۹۷-۹۶(mm)	۶۹۰		

جدول ۴. کمینه و بیشینه مقدار عوامل محیطی در رویشگاه مورد بررسی با توجه به حضور گونه *Astragalus curvirostris* در آن

عوامل محیطی	پایین‌ترین مقدار	بالاترین مقدار	عوامل محیطی	پایین‌ترین مقدار	بالاترین مقدار
درصد شن	۶	۱۸	فسفر خاک (ppm)	۲/۴	۱۰/۸
درصد سیلت	۳۶	۴۹	پتاسیم خاک (ppm)	۳۸۲	۴۹۴
درصد رس	۳۸	۴۸	ارتفاع از سطح دریا (m)	۱۹۵۰	۲۴۰۰
EC (dS/m)	۰/۳۱	۰/۴	درصد کربن آلی O.C.	۱	۵/۶
pH	۷/۱۵	۷/۵۰	شیب زمین ٪	۸	۱۴
درصد آهک	۲	۷/۹	درصد خاک بدون پوشش	صفر	۲۸
رطوبت اشباع ٪	۷/۳۹	۷/۵۰	سنگ ٪	صفر	۴۰
کربن‌آلی خاک ٪	۱/۴	۲/۵	بقایای گیاهان ٪	۵	۲۳
ازت کل ٪	۰/۱۲	۰/۲۴	درصد پوشش گیاهی	۱	۹۵

جدول ۵. متغیرهای مهم و اثرگذار بر تغییرات پوشش گیاهی در رویشگاه گونه *Astragalus curvirostris*

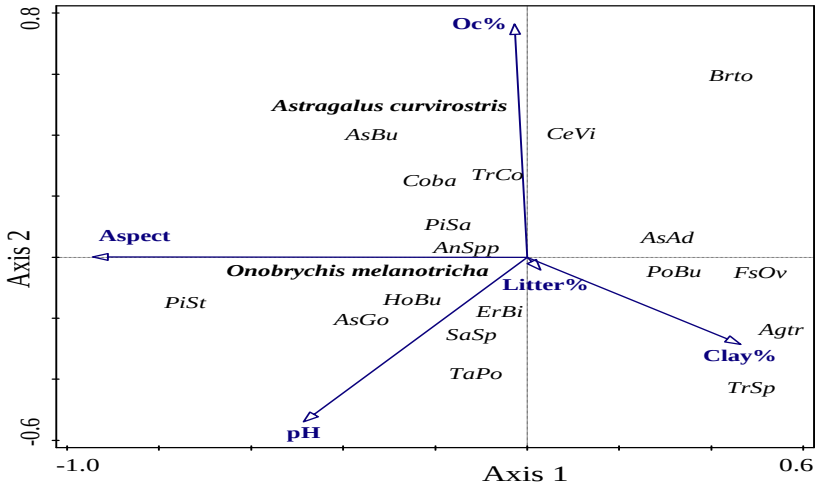
متغیرهای انتخاب‌شده	درصد واریانس بیان‌شده	F*	P* (p≤.05)
جهت جغرافیایی	۱۶/۵	۵/۵	۰/۰۰۲
کربن آلی ٪	۶/۴	۲/۲	۰/۰۰۸
لاشبرگ ٪	۵/۱	۱/۸	۰/۰۲۶
اسیدیته	۴/۹	۱/۸	۰/۰۱۸
رس ٪	۴/۳	۱/۷	۰/۰۵

F آماره آزمون محاسبه‌شده برای معنی‌داری محورهای کانونی، *P* مقدار سطح احتمال به‌دست‌آمده از آزمون جایگشت مونت‌کارلو (با ۹۹۹ جایگشت تصادف)

مقدار کل واریانس موجود در پوشش گیاهی که با استفاده از رسته‌بندی کانونیک بیان شد برابر ۲/۲۷ می‌باشد. با در نظر گرفتن تمامی متغیرهای انتخاب‌شده به‌عنوان متغیر محدوده کننده و در نظر گرفتن همبستگی مکانی به‌عنوان متغیر همراه و حذف تأثیر این متغیر بر تغییرات پوشش گیاهی، مدل فوق ۳۷/۲ درصد از کل این واریانس را بیان می‌نماید که این مقدار با توجه به پیچیدگی‌های موجود در جوامع طبیعی، مطلوب به نظر می‌رسد (۲۲). محور اول با مقدار ویژه ۰/۱۸۰۷، ۱۸/۰۷٪ و محور دوم با مقدار ویژه ۰/۰۸۵، ۸/۵٪ از کل تغییرات پوشش گیاهی را توجیه می‌کنند. نتایج حاصل از رسته‌بندی تحلیل تطبیقی متعارفی بر اساس محورهای اول و دوم و عوامل مهم مشخص‌شده در روش انتخاب روبه‌جلو، در شکل ۴ ارائه شده است. مقدار فاصله نقطه‌ها از محورهای افقی و عمودی، حکایت از قدرت یا تقلیل رابطه دارد. در این روابط همبستگی بین متغیرها و گیاهان با افزایش طول بردار رابطه مستقیم و با افزایش زاویه بردارها با محور معکوس می‌باشد. به‌عبارتی‌دیگر افزایش طول بردار همبستگی بیشتر و قوی‌تری بین متغیرهای رویشگاهی و فاکتورهای معرف آن‌ها برقرار می‌نماید. بررسی همبستگی بین درصد پوشش گیاهی *A. curvirostris* و عوامل بوم‌شناختی مورد مطالعه، نشان داد که پراکنش این گونه با عواملی مانند درصد کربن‌آلی و ازت خاک همبستگی مثبت دارد. به‌کارگیری مدل جمعی تعمیم‌یافته با توزیع خطا پوآسون، برای هر یک از متغیرهای محیطی، نشان داد که متغیرهایی مثل ارتفاع از سطح دریا، درصد مواد آلی و ازت خاک و همچنین درصد سنگ و سنگریزه، درصد لاشبرگ و درصد خاک بدون پوشش به همراه درصد شیب زمین بر مقدار تاج‌پوشش *A. curvirostris* مؤثر هستند (جدول ۶). با توجه به عکس‌العمل معنی‌دار گونه *A. curvirostris* در رابطه با عوامل فوق‌الذکر در منطقه مورد مطالعه، منحنی پاسخ این‌گونه نسبت به هر یک از متغیرهای محیطی اثرگذار، مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۵). بررسی عملکرد گونه گون از لحاظ درصد پوشش گیاهی در رابطه با فاکتور ارتفاع از سطح آب‌های آزاد و سنگ سطح خاک نشان داد که پاسخ این‌گونه نسبت به تغییرات مقادیر این عوامل از مدل کاهشی[1] پیروی کرده و با افزایش این عامل، حضور و درصد پوشش‌گیاهی در محدوده موردمطالعه، کاهش‌یافته است، (شکل ۵، الف و پ). برعکس، پاسخ این‌گونه در امتداد شیب تغییرات مقدار کربن‌آلی، نیتروژن خاک و مقدار ٪ لاشبرگ سطح خاک از مدل افزایشی[2] پیروی کرده و با افزایش مقادیر مذکور، فراوانی و درصد پوشش گیاهی آن نیز در محدوده موردمطالعه، بیشتر شد، (شکل ۵، ب و ت).

[1] Monotonic decrease

[2] Monotonic increase



شکل ۴. حضور گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل اکولوژیک Clay% درصد رس خاک، pH اسیدیته خاک، Litter% درصد لاشبرگ سطح خاک، Aspect جهت جغرافیایی

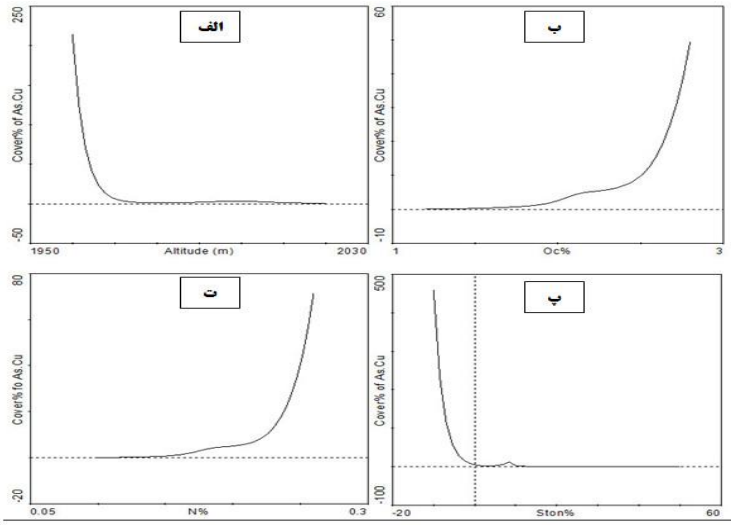
جدول ۶. همبستگی معنی‌دار بین عوامل محیطی با درصد پوشش گیاهی *Astragalus curvirostris*

عوامل محیطی	ضریب همبستگی	سطح معنی‌دار بودن
مقدار کربن آلی در خاک ٪	۰/۴۴۸	۰/۰۱۳
نیتروژن خاک ٪	۰/۴۴۶	۰/۰۱۳

جدول ۷. نتایج برازش مدل جمعی تعمیم‌یافته نسبت به هر یک از متغیرهای تبیینی معنی‌دار (p≤.05)

متغیر محیطی	F*	P*	معیار اطلاعاتی آکائیک
ارتفاع از سطح آب‌های آزاد (m)	۳/۶۳	۰/۰۲۷*	۲۷۸/۵۷
ماده آلی خاک ٪	۴/۰۵	۰/۰۱۷*	۲۶۰/۹۶
ازت کل ٪	۳/۲۲	۰/۰۳۹*	۲۸۵/۳۸
سنگ و سنگریزه سطح خاک ٪	۲/۹۷	۰/۰۵*	۲۹۸/۰۸۸

F آماره آزمون محاسبه‌شده برای معنی‌داری برازش مدل، *P* مقدار سطح احتمال به‌دست‌آمده از آزمون برازش مدل،* معنی‌داری در سطح ۵٪



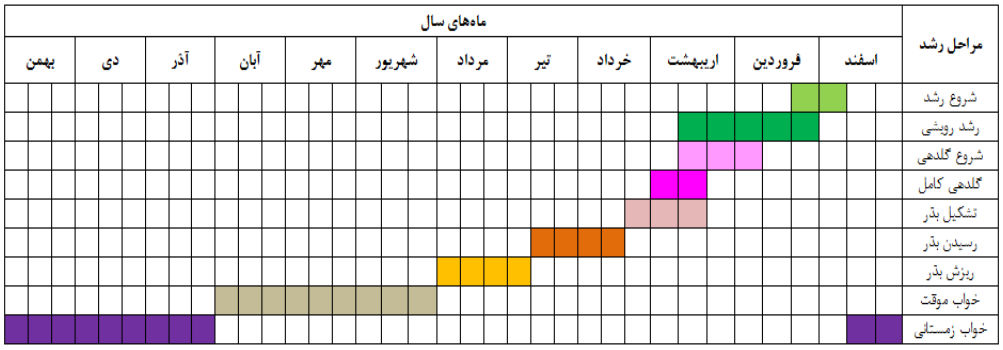
شکل ۵. منحنی پاسخ گونه به هر یک از متغیرهای تبیینی معنی‌دار*A. curvirostris*

نتایج آمار فنولوژی گونه *A. curvirostris*، نشان داد که رویش این گیاه با گرم شدن تدریجی هوا از نیمه دوم اسفند، شروع می‌شود. با توجه به سردی هوا، معمولاً رشد آن تا اواسط فروردین‌ماه، کند می‌باشد ولی رشد رویشی آن از فروردین‌ماه، با بالا رفتن درجه حرارت هوا، سریع‌تر می‌شود. ظهور گل، معمولاً از دهه سوم فروردین‌ماه، آغاز و گلدهی به مدت ۲۵ تا ۳۰ روز ادامه دارد. تشکیل بذر و شیری شدن از دهه اول خردادماه، شروع و تا نیمه دوم خردادماه، رسیدن

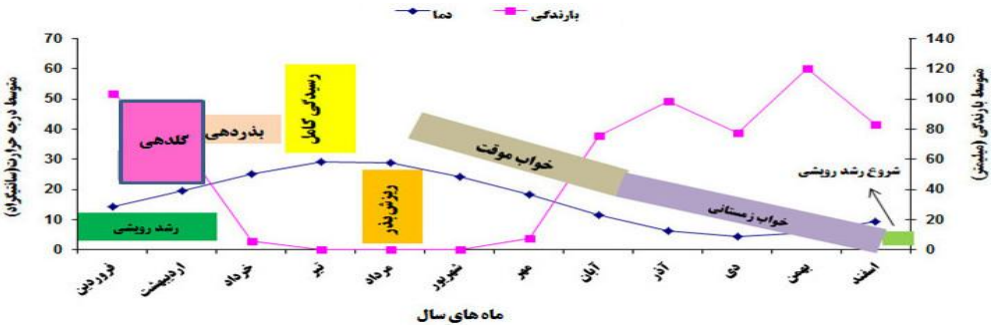
مرحله‌ای بذرها متناسب با طول دوره گلدهی تا اواخر تیر ادامه دارد. ریزش بذر این گیاه معمولاً از اواخر تیرماه، شروع و تا اواخر مرداد، همزمان با رسیدن ادامه دارد. از دهه سوم تیرماه، رشد گیاه به حداقل خود رسیده و بسته به شرایط اقلیمی تا آخر مردادماه خشک می‌شود. در اوایل شهریور به خواب موقت رفته و در صورت وقوع بارش یا دریافت رطوبت مجدداً به شکل مقطعی رشد رویشی مجدد می‌یابد؛ اما در اواخر آبان ماه به خواب زمستانی فرورفته و باوجود رطوبت و افزایش حرارت در اواخر اسفندماه شروع سیکل فوق را از سر می‌گیرد (شکل‌های ۶ و ۷). یکی از مشخصه‌های ویژه در موفقیت گیاهان تطابق رشد در ماه‌های دارای بارندگی و تناسب دمایی است، این ویژگی تضمین‌کننده سازگاری و استقرار گیاه در رویشگاه طبیعی خود به شمار می‌رود. به همین دلیل نمودار تطابق مراحل فنولوژیک گونه *A. curvirostris* با نمودار آمبروترمیک مکان مورد بررسی به شکل زیر ارائه شده است، (شکل ۷).

■ بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تحلیل تطبیقی متعارف نشان داد که جهت شیب ۱۶/۵، T.O.C ۶/۴، لاشبرگ ۵/۱، pH ۴/۹ و مقدار با رس ۴/۳٪ از واریانس موجود در ترکیب گیاهی، نقش مهمی در تغییرات ترکیب گیاهی در رویشگاه مورد مطالعه داشتند، این نتایج با یافته‌های مطالعات مشابه مطابقت داشت (۱، ۱۷، ۲۰، ۲۳). درصد رس خاک به‌عنوان یکی از اجزای اصلی و مؤثر بافت خاک، اثر مهمی در مقدار رطوبت و مواد غذایی در دسترس برای گیاهان و همچنین تهویه خاک و عمق نفوذ ریشه گیاه دارد همچنین در حضور و پراکنش گیاهان، نقش مهمی بر عهده دارد، این یافته با نتایج و یافته‌های مشابه هم‌راستا می‌باشد (۹، ۱۸، ۱۹، ۲۲). این مطالعه همچنین نشان‌داد که *Astragalus spp-Agropyron trichophorum-Bromus tomentellus* به‌عنوان تیپ گیاهی عرصه مورد بررسی بوده و از گونه‌های علفی همراه این تیپ، می‌توان به *Astragalus curvirostris* و *Onobrychis melanotricha* و از گندمیان مهم همراه آن می‌توان به *Festuca ovina, Hordeum spontaneum* و *Hordeum bolbosum* اشاره کرد. نتایج بررسی حاضر، نشان داد که از ۱۹ متغیر محیطی موردمطالعه، ۴ پارامتر بوم‌شناختی بر تغییرات نباتی در عرصه مورد پژوهش تأثیرگذار بودند. همچنین نتایج نشان داد که ۷ متغیر ارتفاع از سطح دریا، میزان مواد آلی و نیتروژن خاک و همچنین مقدار سنگ سطح خاک، بقایای مرده گیاهان و میزان خاک بدون پوشش به همراه درصد شیب زمین بر عملکرد گونه *A. curvirostris*، مؤثر بوده‌اند.



شکل ۶. دیاگرام فنولوژیکی گونه *As. curvirostris* در استان لرستان



شکل ۷. تطابق مراحل فنولوژیک گونه *As. curvirostris* با نمودار آمبروترمیک سایت مورد بررسی

نتایج حاصل بر روی گونه *A. curvirostris* نشان می‌دهد این گیاه، بیشتر بر روی خاک‌های لومی رسی پراکنش دارد. به‌طوری‌که در مقدار زیاد رس و سیلت با ۴۸٪ و درصد کم ماسه خاک با ۱۸٪ بیشترین عملکرد را دارد. به نظر می‌رسد که مواد مغذی و آلی مناسب در این خاک‌ها، ازجمله دلایلی است که موجب رشد بیشتر این‌گونه در این نوع خاک‌ها شده است و با برخی از یافته‌های دیگران همسو می‌باشد (۱، ۱۱، ۱۹). 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 (۴). عکس‌العمل گونه *A. curvirostris* به درصد کربن‌آلی و ازت خاک حاکی از وجود ارتباط مثبت بین عملکرد این گونه با عوامل مزبور است. با افزایش درصد این عوامل، حضور و درصد پوشش گیاهی آن افزایش یافته و از مدل افزایشی پیروی می‌نماید. افزایش نیتروژن در خاک شاخصی بااهمیت در حاصلخیزی است که موجب افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک شده و عمل تجزیه لاشبرگ، سریع‌تر صورت گرفته و درنتیجه رشد گیاه افزایش می‌یابد (۱۳، ۱۵). افزایش فراوانی و عملکرد گیاه در مناطقی با درصد لاشبرگ بالاتر را می‌توان به این دلیل دانست که درصد بالای لاشبرگ، باعث ایجاد بستر مناسب برای بذر و همچنین فراهم نمودن رطوبت لازم برای افزایش جوانه‌زنی و استقرار آن شده است، هرچند در دستیابی به این یافته نقش قرق در انباشت لاشبرگ غیرقابل‌انکار است. برعکس، کاهش حضور این‌گونه در مناطقی با خاک بدون پوشش، با نتایج پژوهش در خصوص سایر گیاهان مطابقت داشت (۱۷). به‌طوری‌که عملکرد *A. curvirostris*، یک ارتباط منفی با درصد خاک بدون‌پوشش داشته و پاسخ آن به این عامل، از مدل کاهشی پیروی کرده است. کاهش حضور و عملکرد این گونه در مناطقی از رویشگاه که درصد خاک بدون‌پوشش آن بالاست، می‌تواند تا حدودی به دلیل کاهش نفوذپذیری و کاهش ذخیره رطوبت خاک، افزایش رواناب و فرسایش خاک باشد. این امر نقش بسیار مهمی بر عدم جوانه‌زنی و استقرار پوشش گیاهی ایفا می‌کند. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های دیگران در مطالعات هم‌راستا تائید شد (۱۷، ۲۱، ۳۴). تطبیق منحنی آمبروترمیک با مراحل رویشی گیاه نشان داد که هرچه دامنه ارتفاعی بیشتر شود به سبب کاهش دمای هوا و تمایل به تغییر شکل رطوبت از مایع به برف و یخ گونه زمان کمتری برای تطابق داشته و رشد آن محدودتر خواهد شد، این موضوع و همچنین نتایج پاسخ گونه نسبت به عامل ارتفاع به‌وضوح از مدل کاهشی پیروی می‌نماید (شکل ۶ و ۷). الگوی پاسخ گونه *A. curvirostris* طول گرادیان ارتفاعی، از مدل کاهشی پیروی کرده و با افزایش این عامل، حضور و درصد پوشش گیاهی، کاهش یافته است. حضور بیشتر این‌گونه در دامنه ارتفاعی ۱۹۶۵ را شاید بتوان به دلیل وجود ترکیبی از عوامل زیستی مناسب در این محدوده ارتفاعی دانست که نشان‌دهنده حالت تعادلی جامعه با محیط خود است. این موضوع توسط سایر محققین نیز مورداشاره قرارگرفته است (۷، ۳۳). کاهش حضور و عملکرد این گونه گون در خارج از این محدوده نیز می‌تواند تا حدودی به دلیل محدودیت‌های اکوفیزیولوژیک نظیر کاهش فصل رشد، کاهش ظرفیت نگهداشت آب، درجه حرارت کم و توان تولید پائین اکوسیستم در ارتفاعات بالاتر و همچنین کمبود بارندگی، افزایش درجه حرارت و تبخیر بالا در ارتفاعات پایین‌تر باشد (۱۰، ۳۳). نتایج پژوهش حاضر که بیان کرد، آشفتگی‌های محیطی یا اقلیمی بر کاهش گونه *A. curvirostris* به‌دلیل ضریب محافظه‌کاری بالا و حساسیت بیشتر به آشفتگی، کاملاً مؤثر است، مطالعه مشابه این نظر را تایید نمود (۱). در ادامه اهم آشفتگی‌های محدوده بررسی را خشک‌سالی، آتش‌سوزی، حرارت زیاد و چرای مفرط دام ابراز نمودند. درواقع در تحقیق آن‌ها افزایش ضریب محافظه‌کاری با میدان بردباری رابطه معکوس دارد.

پاسخ گونه *A. curvirostris* به درصد سنگ و سنگریزه سطح خاک، نیز از مدل کاهشی پیروی کرد و با افزایش این عامل، حضور و درصد پوشش گیاهی، کاهش یافت. در مجموع نتایج این پژوهش، نشان‌داد که مدل افزایشی تعمیم‌یافته، اطلاعات ارزشمندی برای تعیین نیازهای بوم‌شناختی گونه‌ها ارائه می‌دهد که می‌تواند در مدیریت پوشش گیاهی و عملیات اصلاح مراتع و مرتع‌کاری در مناطق مشابه، موردتوجه مدیران منابع طبیعی قرار گیرد. این روش سنجشی، با برقراری معادله بین دقت مدل و ترکیب آن، به انتخاب بهترین روش مدلی آماری و ارائه

پارامترهای مؤثر بر عملکرد گونه، کمک می‌کند (۲۹). ذکر این نکته ضروری است که مدل‌ها و روابط ارائه‌شده برای این گونه، تنها در حیطه ویژگی‌های بوم‌شناختیی محدوده موردتحقیق، صدق می‌نماید و برای به‌کارگیری در مناطق دیگر، باید آن را در رویشگاه‌های دیگر این گونه در چند منطقه سنجش کرد تا به‌توان میزان قابلیت همپوشانی مدل را تعیین کرد. سپس با بهره‌گیری از مدل‌ها، می‌توان محدوده قابل پیش‌بینی رویشگاه گونه *A. curvirostris* را در مقیاس وسیع تهیه کرد. با این وصف، اگر مدل‌های پیش‌بینی، دربرگیرنده دقت بالا باشند، می‌توان آن‌ها را در برنامه‌های اصلاحی و مدیریتی در مرتع جهت تعیین و پیشنهاد گونه‌های گیاهی سازگار با شرایط بوم‌شناختی منطقه، سودمند دانست.

در پایان تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات چند وجهی بوم‌شناختی وابسته به روش‌های برازشی منعطف و قدرتمند است که توانایی کنترل و تحلیل روابط، اثرات مرکب و متقابل و اطلاعات محدودشده را داشته باشد. مدل جمعی تعمیم‌یافته، روش ساده برای بررسی عکس‌العمل گونه‌ها با توجه به متغیرهای محیطی می‌باشد که نتایج حاصله به‌راحتی قابل تفسیر است؛ اما اگرچه رگرسیون‌های چند متغیره نظیر مدل افزایشی تعمیم‌یافته می‌توانند در بیان آشیان بوم‌شناختی یک گونه خاص نقش داشته باشند و این دامنه بوم‌شناختی می‌تواند شامل تأثیرات متقابل عوامل غیرزنده و زنده باشد ولی نقش نسبی فاکتورهای زنده نظیر رقابت گونه‌ها در مقایسه با عوامل غیرزنده مشخص نیست و این از جمله مسائلی است که نیاز به بررسی بیشتری دارد. همچنین دربررسی‌های مرتبط با منحنی پاسخ، رفتار گونه‌ها در طول تنها یک گرادیان محیطی موردبررسی قرار می‌گیرد، درصورتی‌که عوامل متعددی به‌صورت ترکیبی و توأمان پراکنش و رفتار گونه‌ها را تعیین می‌نماید که این مهم نیز باید مدنظر قرار گیرد. علاوه بر این، بسیاری از مراتع و جنگل‌های ایران از بروز اختلالات انسانی و طبیعی مثل چرای دام، آتش‌سوزی، تغییر کاربری اراضی و تکه‌تکه شدن رویشگاه‌های گیاهان مصون نبوده و این موضوع فرض تعادل در این بوم‌سازگانان را بر هم زده است. لذا این محدودیت به‌ویژه برای گونه‌ها یا جوامعی که دوره زندگی کوتاهی دارند یا سریع در برابر تغییرات محیطی، واکنش نشان می‌دهند مانند مناطق ساحلی و چمنزارها، محدودکننده است؛ بنابراین اطلاعاتی مثل آشفتگی‌ها نیز باید در مدل‌سازی توزیع مبتنی بر رگرسیون در نظر گرفته شوند. در خاتمه باید خاطر نشان کرد که بیان ریاضی روابط بین متغیرهای محیطی و مجموع شاخص‌های بیولوژیک، ساختاری و ریختاری، فقط اهرمی برای تفسیر یافته‌ها و مشاهدات عملیات میدانی است. چون در رویشگاه‌های مرتعی بسته به پویایی عناصر زیستی، حتی قوی‌ترین رابطه‌های مبین همبستگی هم در مطالعات استاتیک و دینامیک، فرض بر قطعیت ندارند.

■ سپاسگزاری

این مقاله از پروژه "بررسی نیازهای اکولوژیک گونه مرتعی *Astragalus curvirostris* در استان لرستان"، مصوب موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع ایران استخراج گردید و توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، وابسته به سازمان آموزش و تحقیقات وزارت جهاد کشاورزی و موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع ایران حمایت شده است. لذا بدین‌وسیله از همکاری و مساعدت مسئولین و همکاران گرامی و اساتید ارجمندی که در این راستا ما را یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماییم.

■ References

1. Aghajanlou, F., Mirdavoudi, H., Shojaee, M., MacSweeney, E., Mastinu, A., & Moradi, P. (2021). Rangeland management and ecological adaptation analysis model for *Astragalus curvirostris* Boiss. *Horticulturae, 7*(4), 1-14. DOI: https:// doi.org/10.3390/horticulturae7040067.
2. Akaike, H. A. (1974*). New look at the statistical model identification*. IEEE Trans. Autom. Control, *19*, 716–723.
3. Akhani, H., Mahdavi, P., Noroozi, J., & Zarrinpour, V. (2013). Vegetation patterns of the Irano-Turanian steppe along a 3000 m al-titudinal gradient in the Alborz Mountains of Northern Iran. *Folia Geobotanica., 48*, 229–255. DOI: https://doi.org/10.1007/s12224-012-9147-8.

4. Alavi, J., Zahedi Amiri, G., Rahmani, R., Marvi Mohajer, M,. Muys, B., & Fathi, J. (2011). 'Extracting ecological optimum and amplitude of *Fagus orientalis* along environmental gradients in Kheyrud forest, Nowshahr', *Journal of Natural Environment, 64*(4), pp. 399-415.
5. Arzani, H. & Abedi, M. (2014). *Rangeland assessment, vegetation measurement*. Tehran University. 305p. [In Persian].
6. Austin, M. P., Belbinb, J.A., Meyers, M., Dohertya, M.D., & 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. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2006.05.023.
7. Balent, G., & Stafford Smith, D. M. (1991). *Conceptual model for evaluating the consequences of management practices on the use of pastoral resources*. In Proceedings of the fourth International Rangeland Congress, Montpellier, France, 22–26.
8. Beers, T.W., Dress, P.E., & Wensel, L. C. (1966). Aspect trans-formation in site productivity research. Journal of Forestry. *64*, 691–692. DOI: https://doi.org/10.1093/jof/64.10.691.
9. Esfanjani, J., Zare Chahouki, M. A., Rouhani, H., Esmaeli, M. & Behmanesh, B. (2016). Suitibility habitat modeling species using ecological niche factor analysis (ENFA) in rangelands Chaharbagh of Golestan province, Iran', Iranian *Journal of Range and Desert Research, 23*(3), pp. 516-526. DOI: https://doi.org/10.22092/ijrdr.2021.107608. [In Persian].
10. Haghian, I., & Sharafatmandrad, M. (2019). Identification of physical and chemical soil factors effects on medical plants distribution with use ordination method (Case Study: Deraseleh rangeland, Savadkouh, Mazandaran Province*). Journal of Agroecology, 11*(4), 1327-1341. DOI: https://doi.org/10.22067/-JAG.V11I4.61976 [In Persian].
11. Ghelichnia, H., Mirdavoodi, H., & Cherati, A. (2023). The study of habitats properties and response pattern of *Astragalus retamocarpus* Boissier & Hohen. to environmental factors in rangelands of Mazandaran province. *Journal of Rangeland*, *17*(2), 216-231. DOI: 20.1001.1.20080891.1402.17.2.4.5. [In Persian].
12. Gogina, M. (2010). *Investigation of Interrelations between Sediment and Near-Bottom Environmental Parameters and Macrozoobenthic Distribution Patterns for the Baltic Sea*. Ph.D. Thesis, Ernst Moritz Arndt University of Greifswald, Greifswald, Germany.
13. Guisan, A., Edwards, T. C., & Hastie, T. (2002). Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological medelling*, *157*(2-3), 89-100. DOI: 10.1016/s0304-3800(02)00204-1
14. Hosseini, A. (2012). The study of quality and quantity some of foage Astragalus species in Golestan national park. *Journal of Protection and Exploitation of Natural Resources*, *1*(2), 45-56. [In Persian].
15. Jaberalansar, Z., Borhani, M., Bahreininejad, B., & 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. DOI: https://doi.org/-10.22092/ijrdr.2021.125015. [In Persian].
16. Jafari, M., Chahouki, M.A.Z., Tavili, A., Azarnivand, H. & Amiri, G.Z. (2004). Effective environmental factors in the distribution of vegetation types in Poshtkouh rangelands of Yazd Province (Iran). *Journal of Arid Environments. 56*, 627–641. DOI: https://doi.org/10.1016/S0140-1963(03)00077-6.
17. Jayaraman, S., Sahu, M., Sinha, N.K., Mohanty, M., Chaudhary, R.S., Yadav, B., Srivastava, L.K., Hati, K.M., Patra, A.K., & Dalal, R.C. (2022). Conservation agricultural practices impact on soil organic carbon, soil aggregation and greenhouse gas emission in a Vertisol. *Agriculture, 12*(7), 1004. DOI: https://doi.org/-10.3390/agriculture12071004

18. Kamali, P., Heshmati, G., Sepehri, A., & Ahmadi, V. (2017). 'Effects of nanoclay particles contained-acrylic resin and plant mulch on morphological characteristics of pistachio (Pistaciavera L.) in Gorgan rangeland, Esfarāyen', *Natural Ecosystems of Iran*, *8*(2), pp. 101-113. [In Persian].
19. Khalasi Ahvazi, L., Zare Chahouki, M. A., & Ghorbannezhad, F. (2013). Comparing discriminant analysis, ecological niche factor analysis and logistic regression methods for geographic distribution modelling of *Eurotia ceratoides* (L.) C. A. Mey. *Journal of Rangeland Science*, *3*(1), 45-57. DOI: 20.1001.1.20089996.2013.3.1.6.2.
20. Khoury, C. K., Greene, S., Wiersema, J., Maxted, N., Jarvis, A. & Struik, P. C. (2013). An inventory of crop wild relatives of the United States. *Crop Science. 53*, 1496–1508. DOI: 10.2135/cropsci2012.10.0585
21. Laris, P., & Wardell, D. A. (2006). Good, bad or 'necessary evil'? Reinterpreting the colonial durning experiment in savanna landscapes of West Africa. *Geographical Journal*, *172*, 271–290.
22. Mahmoodian Chooplu, A., Dianati Tilaki, G., & Alavi, S. J. (2017). Investigating *Aeluropus lagopoides* and *Salsola turcomanica* response curves to some environmental gradients using HOF function in Inchehboroun rangelands. *Journal of Rangeland, 10*(3), 268-281. DOI: 20.1001.1.20080891.1395.10.3.3.7 [In Persian]
23. Masoumi, A.A., (2005). *The Genus Astragalus in Iran*, Research institute of forest and rangeland [In Persian].
24. Masoumi, A.A., (2016). The role of Astragalus in ecosystem equilibrium. *Iran Nature, 1*(1), 47-41. DOI: 10.22092/IRN.2016.107529. [In Persian].
25. Moisen, G. G., & Frescino, T. S. 2002. Comparing five modelling techniques for predicting forest characteristics. *Ecological Modelling, 157*, 209–225. DOI: https://doi.org/10.1016/S03043800(02)00197-7
26. Mukaro, E., Nyakudya, I. W. & Jimu, L. (2017). Edaphic conditions, aboveground carbon stocks and plant diversity on nickel mine tailings dump vegetated with *Senegalia polyacantha* (Willd.) Seigler & Ebinger. *Land Degrad. Dev. 28*, 1641–1651. DOI: 10.1002/ldr.2696
27. Pourbabaei, H., Rahimi, V. & Adel. M. N. (2015). Effect of environmental factors on rangeland vegtation distribu-tion in Divan-Darre area, Kurdistan. *Iranian Journal of Applied Ecology*, *4*(11), 27-39. DOI: 10.18869/acadpub.ijae [In Persian].
28. Shahsavarzadeh, R., Tarkesh, M., Rahmati, Z., & Ghazizadeh, M. (2016). Potential habitat modelling *Ferula ovina* Boiss. using by genetic algorithms in Ferydoun shahr, Isfahan. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, *31*(6), 977-987. DOI: 10.22092/ijmapr.2016.105887 [In Persian].
29. Stewart, P. S., Stephens, P. A., Hill, R. A., Whittingham, M. J., & Dawson, W. (2022). Model selection in occupancy models: Inference versus prediction. *BioRxiv*. DOI: https://doi.org/10.1002/ecy.3942.
30. 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. DOI: https://doi.org/10.2307/2530959.
31. Ter Braak, C. J. F., & Smilauer, P. (2002). *Canoco, reference manual and Cano draw for windows user's guide: Software for Canonical Community Ordination, version 4.5; Microcomputer Power: Ithaca,* Greece.
32. Traore, S., Zerbo, L., Schmidt, M., & 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*, *87*, 144-152. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2012.07.010.
33. Wang, G., Yang, Y., Kong, Y., Ma, R., Yuan, J., & Li, G. (2022). Key factors affecting seed germination in phytotoxicity tests during sheep manure composting with carbon additives. *Journal of Hazardous Materials*, *421*, 126809. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126809.
34. Wassie, A., Sterck, F. JTeketay, D., & Bongers, F. (2009). Effects of livestock exclusion on tree regeneration in church forests of Ethiopia. *Forest Ecology and Management. 257*, 765–772. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.07.032.
35. Whittaker, R.H. (1973). *Direct Ggradient Analysis. Handbook of vegetation science 5: Ordination and classification of communities*; Whittaker, R.H., Ed.; Junk Publishers: Hague, The Netherlands, pp. 19–50.