Research Article

Iranian Journal of Forest and Poplar Research Vol. 32 No. 2, 2024
Vol. 32, No. 2, Page 132-147 (2024)
DOI: 10.22092/ IJFPR.2024.365041.2150

The most important factors affecting the distribution of wild almond (*Prunus scoparia* (Spach) C.K.Schneid.) in Razavi and South Khorasan provinces, Iran

R. Yari [1*], M. Rostampour [2] and S. M. Mirmiran [3]

1*- Corresponding author, Assistant Prof., Khorasan-e-razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran. Email: yarireza1364@gmail.com
2- Assistant Prof., Department of Rangeland and Watershed Management and Research Group of Drought and Climate Change, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran
3- Assistant Prof., Khorasan-e-Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

Received: 10. 12.2023 Accepted: 6.4.2024

Abstract

Background and objectives: The presence of plant species in each region is influenced by the environmental and biological factors of that region. Therefore, to establish the coverage and distribution of plant species and the factors affecting their growth and development, it is necessary to research the ecological requirements of the species and the environmental characteristics of the studied area. This information can be used for planning and implementing basic management plans for the restoration and modification of habitats and the protection of water and soil resources. This research aims to identify the habitat conditions of *Prunus scoparia* (Spach) C.K.Schneid.

Methodology: This research was conducted in Razavi and South Khorasan provinces across six habitats: Qaen, Bajestan, Ferdows, Khaf, Bardaskan, and Sarayan. In each representative area, a site was selected, and three transects of 100 meters were established, each with a distance of 20 meters. Along each transect, 10 plots of four square meters were established (a total of 30 plots in each habitat). In each plot, the percentage of canopy cover, density of a single plant species, litter percentage, and bare soil percentage with pebbles were determined. Additionally, for each habitat, two soil samples were collected from the beginning and end of each transect, resulting in a total of 36 soil samples. The soil texture, electrical conductivity, saturation moisture, pH, total nitrogen, phosphorus, potassium, sodium, calcium, magnesium, chlorine, lime, organic carbon, and organic matter were analyzed using conventional methods. After collecting all the climate, soil, topography, and vegetation data related to the six habitats of wild almond in Khorasan province, the scope of the ecological expansion of the studied species based on the studied factors was first determined. Then, using principal component analysis (PCA), the environmental factors affecting the distribution of wild almond species were identified.

Results: The results showed that the Ferdows habitat exhibited the highest percentage of vegetation cover, while Bardaskan had the highest canopy cover percentage, density, and mean height for wild almond. The lowest percentage of vegetation cover, canopy cover, and density of the species was found in Bajestan, and the lowest mean height of the species was recorded in Khaf. Soil physical properties, such as soil texture components including the percentage of clay, sand, slope, and calcium, showed the largest contribution to explaining the variance of axis 1 and are more important than soil chemical properties. In the Bardaskan habitat, calcium and slope had a positive effect on the distribution of wild almond, but the percentage of clay showed a negative effect. Organic carbon is effective in the species distribution in this habitat. Altitude and rainfall are effective in the distribution of wild almond in Qaen. In general, clay, calcium, slope, sand, and maximum temperature play the biggest role in the distribution of the species in all the studied areas. There are many variations in the soil properties of the habitats. The two habitats of Khaf and Bardaskan are similar to each other in terms of soil characteristics, and wild almond is distributed in these habitats with high slopes and a high percentage of sand and calcium. In general, considering all the climatic, soil, and altitude characteristics, wild almond habitats are placed in three clusters. Khaf and Bardaskan habitats were in the first group, Sarayan and Bajestan habitats were in the second group, and Qaen and Ferdows habitats were in the third group.

Conclusion: The range of distribution of wild almond in the studied areas was around 1480 to 1700 meters above sea level, generally in southern directions, with slopes ranging from 10% to 66%, and annual rainfall between 130 to 187 mm. The soil texture of the habitats is loamy to sandy-loam, and the soil is non-saline. Among the studied factors, soil calcium, soil texture, slope percentage, and maximum temperature had the most significant effects on the distribution of wild almond in the studied areas. Considering the distribution of this plant in a wide range of environmental conditions, including climate, physiography, and soil, and its positive effect on controlling soil erosion on slopes, it is recommended to cultivate this species in degraded mountainous areas.

Keywords: Edaphic factors, environmental conditions, Principal Component Analysis, species distribution.

Copyright: © 2024 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by Research Institute of Forests and Rangelands (https://ijfpr.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکنش درختچه بادامشک (*Prunus scoparia* (Spach) C.K.Schneid.) در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی

رضا یاری *[۱]، مسلم رستم‌پور [۲] و سیده محبوبه میرمیران [۳]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
پست الکترونیک: yarireza1364@gmail.com

۲- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری و گروه پژوهشی خشک‌سالی و تغییر اقلیم، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۳- استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۱۸

چکیده

سابقه و هدف: ظهور گونه‌های گیاهی در هر منطقه تحت تأثیر عوامل محیطی و زیستی آن منطقه قرار دارد، بنابراین برای تعیین پوشش و پراکنش گونه‌های گیاهی و عوامل مؤثر بر رشدونمو آن‌ها، انجام پژوهش‌هایی در زمینه نیازهای بوم‌شناختی گونه‌ها و خصوصیات محیطی منطقه مورد مطالعه ضروری است. از نتایج این پژوهش‌ها می‌توان برای هر نوع برنامه‌ریزی در اجرای طرح‌های بنیادی مدیریتی به‌منظور احیا و اصلاح رویشگاه‌ها و حفاظت از منابع آب وخاک استفاده کرد. پژوهش پیش‌رو با هدف شناسایی شرایط رویشگاهی بادامشک (*Prunus scoparia* (Spach) C.K.Schneid.) انجام شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در دو استان خراسان رضوی و جنوبی در شش رویشگاه (شهرستان‌های قاین، بجستان، فردوس، خواف، بردسکن و سرایان) انجام گرفت. در منطقه معرف هر رویشگاه، یک قطعه یک هکتاری انتخاب و سه ترانسکت ۱۰۰ متری با فاصله ۲۰ متری در آن مستقر شد. در امتداد هر ترانسکت، ۱۰ قطعه‌نمونه چهار مترمربعی مستقر شد (درمجموع، ۳۰ قطعه‌نمونه در هر رویشگاه). در هر قطعه‌نمونه، درصد متغیرهای پوشش و تراکم گونه‌های گیاهی، لاش‌برگ، سنگ و سنگ‌ریزه و خاک لخت اندازه‌گیری شد. همچنین، دو نمونه خاک از ابتدا و انتهای هر ترانسکت و درمجموع، ۳۶ نمونه خاک برداشته شد. بافت خاک، هدایت الکتریکی، رطوبت اشباع، اسیدیته، ازت کل، فسفر، پتاسیم، سدیم، کلسیم، منیزیم، کلر، آهک، کربن آلی و ماده آلی با استفاده از روش‌های مرسوم اندازه‌گیری شدند. پس از جمع‌آوری همه اطلاعات اقلیمی، خاک، توپوگرافی و پوشش گیاهی مربوط به شش رویشگاه بادامشک در استان‌های مورد مطالعه، ابتدا دامنه گسترش بوم‌شناختی گونه مورد مطالعه براساس عامل‌های مورد مطالعه مشخص شد. سپس با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش بادامشک بررسی شد.

نتایج: بیشترین درصد پوشش گیاهی در رویشگاه ترشیزوک در شهرستان فردوس و بیشترین درصد پوشش تاجی، تراکم و ارتفاع متوسط بادامشک در لسک در شهرستان بردسکن مشاهده شد. کمترین درصد پوشش گیاهی و درصد پوشش تاجی و تراکم بادامشک در قاسم‌آباد از شهرستان بجستان و کمترین ارتفاع متوسط گونه نیز در خردگرد از توابع شهرستان خواف به‌دست آمد. خصوصیات فیزیکی خاک مانند اجزای بافت خاک شامل درصد رس، شن و شیب زمین و نیز کلسیم (به‌عنوان یک متغیر شیمیایی خاک) بیشترین سهم را در تبیین واریانس محور ۱ در PCA تشکیل دادند. این ویژگی‌ها نسبت به خصوصیات شیمیایی خاک، اهمیت بیشتری داشتند. کلسیم و درصد شیب، تأثیر مثبت و درصد رس، تأثیر منفی بر پراکنش بادامشک در رویشگاه بردسکن داشتند. کربن آلی در پراکنش این گونه در رویشگاه بردسکن نیز مؤثر بود. همچنین، پراکنش بادامشک در رویشگاه قاین تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا و بارندگی بودند. به‌طورکلی، درصد رس، کلسیم، شیب، درصد شن، بیشینه درجه‌حرارت بیشترین سهم را در پراکنش بادامشک در کل مناطق مورد مطالعه ایفا کردند. تغییرات زیادی بین خصوصیات خاک در رویشگاه‌های مورد مطالعه مشاهده شد. دو رویشگاه خواف و بردسکن ازنظر خصوصیات خاک مشابه یکدیگر بودند. بادامشک در این رویشگاه‌های پرشیب و با درصد شن و کلسیم زیاد خاک پراکنش داشت. درمجموع، با در نظر گرفتن همه خصوصیات اقلیمی، خاکی و پستی و بلندی، رویشگاه‌های

بادامشک در ۳ خوشه جایی می‌گیرند. رویشگاه‌های خواف و بردسکن در گروه اول، رویشگاه‌های سرایان و بجستان در گروه دوم و رویشگاه‌های قاین و فردوس نیز در گروه سوم قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری کلی: بادامشک در مناطق مورد مطالعه در دامنه ارتفاعی ۱۴۸۰ تا ۱۷۰۰ متر از سطح دریا، اغلب در جهت‌های جنوبی و شیب ۱۰ تا بیشینه ۶۶ درصد و بارندگی سالانه ۱۳۰ تا ۱۸۷ میلی‌متر پراکنش داشت. رویشگاه‌های مورد مطالعه، خاک غیرشور با بافت لومی تا شنی- لوم داشتند. از بین متغیرهای محیطی مورد مطالعه، کلسیم خاک، بافت خاک، درصد شیب و بیشینه درجه‌حرارت مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکنش بادامشک در رویشگاه‌های مورد مطالعه بودند. کشت این گونه در مناطق تخریب‌یافته کوهستانی، متناسب با شرایط بوم‌شناختی آن ازنظر دامنه ارتفاعی، درصد شیب و متوسط بارندگی مشابه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پراکنش گونه، تجزیه مؤلفه‌های اصلی، شرایط محیطی، عوامل ادافیکی.

مقدمه

منابع طبیعی و پوشش گیاهی جنگلی در هر کشوری از مهم‌ترین سرمایه‌های ملی محسوب می‌شوند. حفظ، نگهداری، احیا و توسعه اقتصادی این بوم‌سازگان‌ها با شناخت شرایط رویشگاهی و عوامل محیطی مؤثر بر رشد، گسترش و رویش گیاهان در مناطق مشابه امکان‌پذیر است. پراکنش و استقرار گیاهان تحت تأثیر شرایط محیط و خصوصیات گیاهی قرار دارند (Enright *et al.,* 2005; Sharifian Bahraman *et al.,* 2022). امروزه، مدل‌سازی تعیین عوامل محیطی مؤثر بر رشد و پراکنش گونه‌های گیاهی، نقش برجسته‌ای در ارزیابی، احیا، حفاظت و توسعه بوم سازگان‌های طبیعی ایفا می‌کنند. این مدل‌ها از ابزارهای مهم برای کسب اطلاعات درباره علل پراکنش گونه‌ها و تناسب رویشگاه برای گونه‌های گیاهی محسوب می‌شوند (Abasi *et al.,* 2021; Hajebi *et al.,* 2022; Moridpour *et al.*, 2023).

عوامل متعددی بر رشدونمو گیاه در طبیعت مؤثر هستند. تعدادی از این عوامل مربوط به شرایط خاک، اقلیم، توپوگرافی و برخی از عوامل نیز مربوط به خود گیاه هستند (Austin, 2002; Azarnivand & Zare Chahouki, 2012; Khajei *et al.*, 2024). Yilmaz و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که ترکیبی از عوامل محیطی از جمله متغیرهای آب‌وهوایی، خاکی، توپوگرافی و گیاهی بر استقرار و توسعه گونه‌های گیاهی مؤثر هستند. بررسی عوامل مؤثر بر رشد و پراکنش سماق (*Rhus Coriaria* L.) در رویشگاه‌های طبیعی خانیک در شهرستان گناباد نشان داد که درصد شن و شن‌ریزه، مقدار فسفر خاک، دمای متوسط سالانه و بارندگی سالانه، مهم‌ترین عامل‌های مؤثر بر رشد و پراکنش این گونه هستند (Gheisari *et al.*, 2022). ارزیابی عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش و رشد اسکنبیل کرمانی (*Calligonum bungei* Boiss.) در مراتع استان کرمان نشان داد که این گونه در دامنه ارتفاعی بین ۱۴۰۰ تا ۱۷۵۰ متر، شیب بین یک تا ۱۸/۴ درصد و در همه جهت‌های جغرافیایی حضور دارد (Kharazmi *et al.*, 2023). بررسی شرایط رویشگاهی گونه مرتعی کلهر (*Astragalus retamocarpus* Boiss.) در مراتع استان مازندران نشان داد که این گونه در دامنه ارتفاعی ۲۴۰۰ تا ۲۷۰۰ از سطح دریا، خاک با هدایت الکتریکی ۰/۹۸ تا ۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر، اسیدیته معادل ۷/۳ تا ۷/۷۵، آهک ۱/۶ تا ۲/۶ درصد، کربن آلی ۲/۰۱ تا ۶/۸۵ درصد، ازت ۰/۲۸ تا ۰/۵۴ درصد و بافت شنی- لوم پراکنش دارد (Ghelichnia *et al.*, 2023). مقایسه مدل‌های پراکنش پسته وحشی (*Pistacia vera* L.) در رویشگاه‌های

طبیعی استان خراسان رضوی نشان داد که از بین عوامل اقلیمی، مقدار متوسط بارندگی و از بین عوامل خاکی، بافت خاک و درصد شن، مهم‌ترین ویژگی‌های محیطی مؤثر بر پراکنش این گونه هستند (Momeni Damaneh *et al.*, 2023).

بادامشک (*Prunus scoparia* (Spach) C.K.Schneid.) درختچه‌ای از خانواده گل‌سرخیان (Rosaceae) با ارتفاع شش متر، شاخه‌های متعدد، ایستاده و بدون کرک، سبزرنگ و استوانه‌ای، برگ‌ها خطی و خزان‌کننده و میوه شفت کروی یا تخم‌مرغی است (Mozaffarian, 2005). این گونه در مناطق مختلفی از کشور مانند جنگل‌های زاگرس و نواحی ایرانی تورانی رویش دارد (Mozaffarian, 2005). گونه مذکور در اراضی آبرفتی، سنگلاخی، صخره‌ای و واریزهای ارتفاعات کوهستانی نیمه‌خشک رشد می‌کند. به‌علاوه، بادامشک به‌عنوان یکی از گونه‌های شاخص استپ- جنگل در نواحی مرکزی ایرانی تورانی، مهم‌ترین درختچه بومی این ناحیه رویشی به‌شمار می‌آید. بادامشک در ایران بین کمینه ارتفاع ۶۰۰ (بندرعباس) تا بیشینه ۲۷۰۰ متر از سطح دریا (ارتفاعات شیرکوه یزد) پراکنش دارد. متوسط بارندگی سالانه در اغلب رویشگاه‌های طبیعی بادامشک در ارتفاعات کرکس در شهرستان کاشان بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر گزارش شد (Batooli, 2020). شیوه زادآوری طبیعی این گیاه در رویشگاه‌ها از طریق پراکنش بذر در محیط پیرامونی گیاه است، اما کشت نهال آن در گلدان از موفقیت بسیار بیشتری برخوردار است (Batooli, 2020). به‌دلیل سازگاری زیاد بادامشک نسبت به تنش‌های محیطی مانند گرما، خشکی و کم‌آبی، از این گونه درختچه‌ای می‌توان برای منظرسازی اراضی آبرفتی پارک‌های جنگلی در اطراف مسیر جاده‌های ورودی و خروجی شهرها و دامنه‌های صخره‌ای و سنگلاخی ارتفاعات کوهستانی استفاده کرد (Sagheb-Talebi *et al.*, 2012).

جنگل‌های خراسان در طی سال‌های گذشته توسط عوامل مختلف ازجمله عوامل انسانی به‌شدت تخریب شده‌اند. به‌طوری‌که این بوم‌سازگان‌ها در حال حاضر به رویشگاه‌های جنگلی پراکنده به‌ویژه در مناطق کوهستانی محدود هستند. برخورداری از رویشگاه‌های گونه‌هایی همچون ارس (*Juniperus excelsa* M.Bieb.)، پسته وحشی، درشت‌بنه (*P. atlantica* Desf.)، ریزبنه (*P. khinjuk* Stocks)، سماق و بادامشک به‌صورت خالص و یا آمیخته بیانگر پتانسیل زیاد جنگل‌های مناطق خشک و نیمه خشک این استان‌ها است. در این راستا، بررسی نیاز رویشگاهی گونه‌های جنگلی در مناطق خشک و نیمه‌خشک از نیازهای ضروری اولیه به‌منظور احیا، توسعه و افزایش پتانسیل‌های رویشگاه‌های جنگلی در این مناطق است (Sagheb-Talebi *et al.*, 2012; Azizi *et al.*, 2022). باتوجه‌به اهمیت و ضرورت شناخت خصوصیات بوم‌شناختی و رویشگاهی گونه‌ها و نیز وسعت و اهمیت محیط‌زیستی بادامشک در استان‌های خراسان و کشور، هدف از پژوهش پیش‌رو، بررسی خصوصیات رویشگاهی و تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد و پراکنش درختچه مذکور در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی در شش رویشگاه به‌نام‌های روستای مهیار، ترشیزوک، قاسم‌آباد، خردگرد، لسک و دره‌باز به‌ترتیب در شهرستان‌های قاین، بجستان، فردوس، خواف، بردسکن و سرایان انجام شد.

جدول ۱- ویژگی‌های رویشگاه‌های بادامشک در شهرستان‌های مورد بررسی (**Fayyaz *et al.*, 2013**)

Table 1. Characteristics of wild almond habitats in the investigated counties (Fayyaz *et al.*, 2013)

County	Habitat	The location of the habitat relative to the county center	Altitude (m.a.s.l)	Slope direction	Mean slope (%)	Mean rainfall (mm)
Qaen	Mahyar village	35 kilometers northwest	1700	Southern	27.5	185
Bajestan	Ghasemabad	15 kilometers northwest	1480	South west	12.5	150
Ferdows	Tershizuk	25 kilometers northeast	1570	South west	25.5	147.6
Khaf	Khargard	20 kilometers east	1539	Southern	64	130
Bardaskan	Lesk	25 kilometers northeast	1663	Southern	66.1	187
Sarayan	Darebaz	10 kilometers northeast	1543	South west	10.5	155

این شهرستان‌ها دارای آب‌وهوای گرم و خشک هستند و در ناحیه رویشی ایرانی تورانی قرار دارند. متوسط بارندگی سالانه ۳۰ ساله در رویشگاه‌های مورد بررسی ۱۳۰ تا ۱۸۷ میلی‌متر و متوسط درجه‌حرارت سالانه نیز بین ۱۰/۹ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد هستند (جدول ۱).

روش پژوهش

در منطقه معرف هر رویشگاه، یک قطعه یک هکتاری انتخاب شد. منظور از منطقه معرف، منطقه‌ای است که معرف رویشگاه گونه مورد بررسی باشد، تعداد قابل قبولی پایه از گونه مورد نظر در آن حضور دارند و به آشفتگی‌های محیطی و انسانی نزدیک نباشد. در هر قطعه یک هکتاری، سه ترانسکت ۱۰۰ متری با فاصله ۲۰ متری انتخاب شد. در امتداد هر ترانسکت ۱۰ قطعه‌نمونه چهار مترمربعی مستقر شد (درمجموع، ۳۰ قطعه‌نمونه در هر رویشگاه). در هر قطعه‌نمونه، درصد پوشش و تراکم گونه گیاهی، درصد لاشبرگ، درصد سنگ و سنگ‌ریزه و خاک لخت اندازه‌گیری شد (Thimonier *et al.*, 2011). ارتفاع و قطرهای بزرگ و کوچک تاج بادامشک در هر قطعه‌نمونه نیز اندازه‌گیری شد. همچنین، دو نمونه خاک از ابتدا و انتهای هر ترانسکت برداشت شد (برای هر رویشگاه، شش نمونه خاک و درمجموع، ۳۶ نمونه خاک). در هر نقطه برداشت خاک با استفاده از GPS، مختصات جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا ثبت شد. سپس، با استفاده از نقشه توپوگرافی و نرم‌افزار گوگل ارث، شیب متوسط و جهت جغرافیایی آن نقطه مشخص شد. نمونه‌های خاک پس از الک کردن با الک دو میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل شدند. آن‌ها در آزمایشگاه ازنظر بافت (با روش هیدرومتری)، هدایت الکتریکی (هدایت‌سنجی)، رطوبت اشباع (روش تهیه گل اشباع)، اسیدیته (با استفاده از دستگاه pH متر)، ازت کل (با استفاده از روش کجلدال)، فسفر (روش اسپکتروفتومتری)، پتاسیم (روش فلیم‌فتومتری)، سدیم (روش فلیم‌فتومتری)، کلسیم (روش تیتراسیون یا EDTA)، منیزیم (روش تیتراسیون یا EDTA)، کلر (روش فلیم‌فتومتری)، آهک، کربن آلی و ماده آلی (روش والکی بلاک) اندازه‌گیری شدند.

برای هر رویشگاه در طول یک دوره آماری ۳۰ ساله (۱۳۷۰ تا ۱۴۰۰) میانگین سالانه متغیرهای بارندگی و کمینه، متوسط و بیشینه دما از ایستگاه‌های هواشناسی نزدیک به هر رویشگاه جمع‌آوری و محاسبه شد. پس از گردآوری همه اطلاعات اقلیمی، خاک، توپوگرافی و پوشش گیاهی مربوط به شش رویشگاه بادامشک در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی، ابتدا دامنه گسترش بوم‌شناختی بادامشک

بر اساس عامل‌های مورد مطالعه در مناطق مورد بررسی مشخص شد. سپس، ارتباط بین استقرار و پراکنش این گونه با عوامل محیطی به روش رسته‌بندی با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) بررسی شد. برای تعیین تعداد بهینه مؤلفه یا محور از نمودار عصای شکسته یا سنگ‌ریزه‌ای (Scree plot) استفاده شد. معیار انتخاب نیز رسیدن به درصد واریانس تجمعی ۸۰ درصد یا محل انحنای نمودار Scree plot بود (Legendre & Legendre, 2012; Wildi, 2017).

به‌منظور بررسی اثر رویشگاه بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از آزمون تجزیه یک طرفه (ANOVA) و برای مقایسه میانگین از آزمون توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. به‌منظور خوشه‌بندی مناطق مورد مطالعه براساس خصوصیات محیطی از آنالیز خوشه‌ای (فاصله اقلیدوسی و اتصال گروهی Ward) استفاده شد. همه تحلیل‌های آماری در محیط R انجام گرفت.

جدول ۲- ویژگی‌های بادامشک در رویشگاه‌های مورد بررسی

Table 2. The characteristics of the wild almond in the study habitats

County	Habitat	Vegetation cover (%)	*Prunus scoparia* (Spach) C.K.Schneid.				
			Canopy cover (%)	Density (individual/ha)	Average of the largest crown diameter (cm)	Average of the smallest crown diameter (cm)	Mean height (cm)
Qaen	Mahyar village	31.2	12.1	42	131.7	99.3	105.1
Bajestan	Ghasemabad	24.5	9.89	33	134.2	112.7	109.7
Ferdows	Tershizuk	42.1	10.7	50	123.8	92.3	102.3
Khaf	Khargard	35.5	12.1	80	112.75	94.25	99.2
Bardaskan	Lesk	37.5	13.5	80	145.8	136.8	119.2
Sarayan	Darebaz	32.5	9.9	40	123.2	101.2	102.8

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار عوامل محیطی در رویشگاه‌های مورد بررسی

Table 3. Mean and standard deviation (sd) for environmental variables measured in the study habitats

Environmental variable	Qaen		Bajestan		Ferdows		Khaf		Bardaskan		Sarayan	
	mean	sd	mean	sd	mean	sd	mean	sd	mean	sd	mean	sd
Sand (%)	40.5	0.5	65.25	0.75	67.5	0.5	62.55	0.45	65.25	0.75	45	1
Silt (%)	42.65	0.35	32.37	0.63	21.6	0.4	32.88	0.38	32.37	0.63	32.5	2.5
Clay (%)	17.35	0.65	2.73	0.47	10.9	0.1	4.6	0.15	2.73	0.47	22.5	3.5
EC (dS/m)	1.66	0.06	1.36	0.15	2.7	0.1	1.44	0.06	1.36	0.15	0.95	0.01
SP (%)	22.5	0.5	26.9	0.1	25.9	4.7	29.93	0.28	26.9	0.1	27.75	0.25
Gravel (%)	20.1	0.1	7.73	0.13	24.1	0.2	26.1	0.2	7.73	0.13	36.1	0.2
pH	7.82	0.02	7.87	0.02	8.27	0.01	7.81	0.01	7.87	0.02	7.72	0.02
N (%)	0.03	0	0.09	0.01	0.01	0	0.07	0	0.09	0.01	0.97	0.01
P (mg/kg)	7.15	0.05	15.55	0.15	5.79	0.01	8.75	0.15	15.55	0.15	6.05	0.02
K (mg/kg)	196.5	1.5	350.5	1.5	293.5	1.5	184.5	2.5	350.5	1.5	192.8	2.8
Na (meq/lit)	2.77	0.02	1.15	0.01	1.77	0.02	1.16	0.01	1.15	0.01	1.5	0.02
Ca (meq/lit)	3.15	0.05	8.75	0.15	5.74	0.01	9.81	0.01	8.75	0.15	2.52	0.02
Mg (meq/lit)	1.65	0.05	4.22	0.02	2.65	0.05	4.64	0.03	4.22	0.02	1.41	0.01
Cl (meq/lit)	4.3	0	15.1	0.2	14.5	0.1	13.8	0.1	15.1	0.2	10.64	0.14

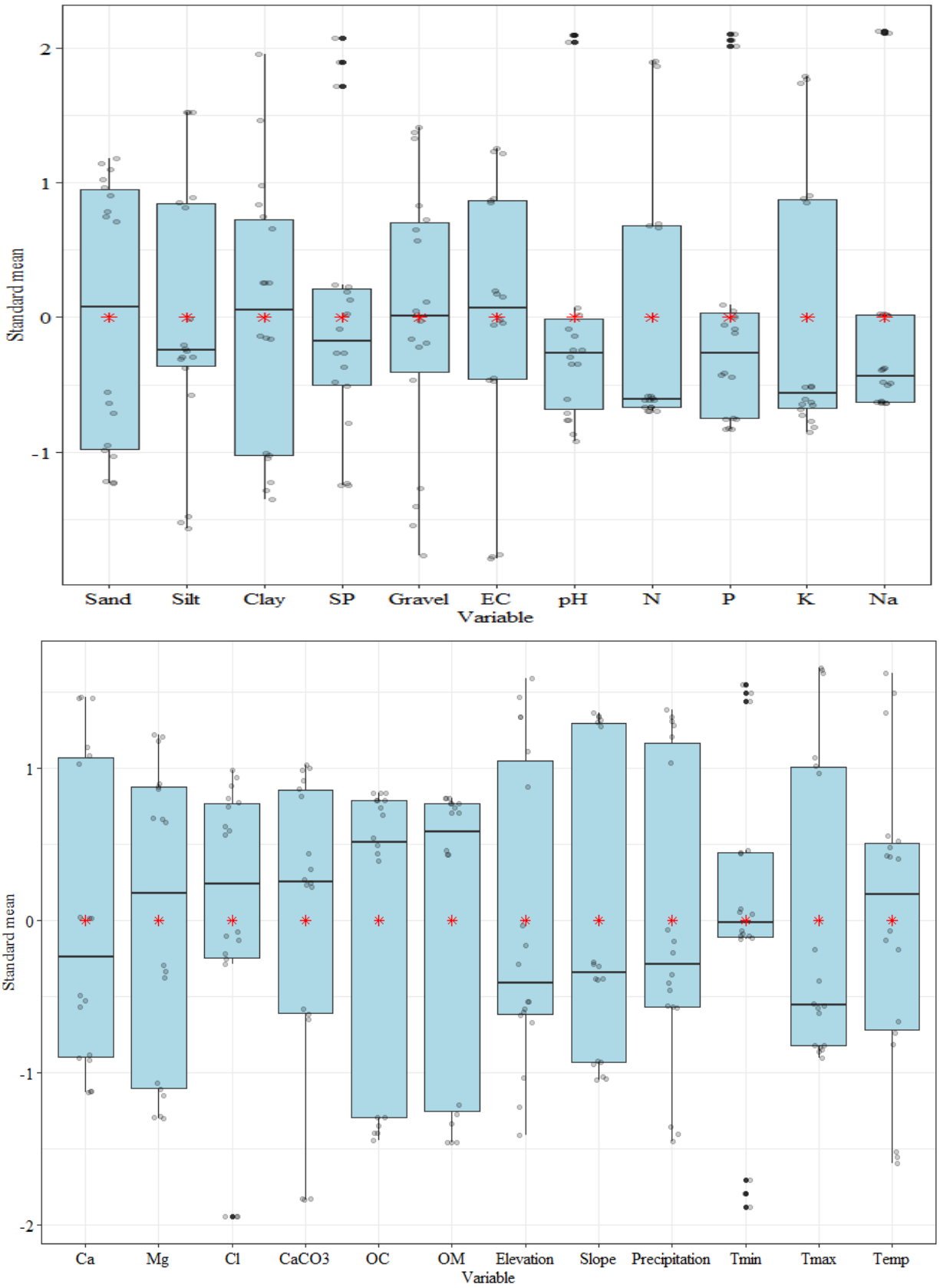
CaCO3 (%)	15.15	0.05	13.2	0.3	12.93	0.08	14.75	0.15	13.2	0.3	6.85	0.02
Organic carbon (%)	0.58	0.01	0.56	0.03	0.14	0.01	0.51	0.01	0.56	0.03	0.16	0.01
Organic matter (%)	0.93	0.01	0.92	0.02	0.2	0	0.81	0.01	0.92	0.02	0.26	0.02
Altitude (m)	1710	10	1681	18.5	1580	10	1544	5.5	1681.5	18.5	1546.5	3.5
Slope (%)	27.75	0.25	65.56	0.56	25.45	0.05	64.75	0.75	65.56	0.56	10.3	0.2
Annual rainfall (mm)	185.5	0.5	183.5	3.5	147.8	0.2	131	1	183.5	3.5	156.5	1.5
Minimum temperature	-11.5	0.5	6.6	0.3	-1.3	0.1	-2.25	0.05	6.6	0.3	-2.1	0.1
Maximum temperature	38.5	0.5	20.6	0.4	44.45	0.15	23.45	0.15	20.6	0.4	25	2

نتایج

جدول ۲ ویژگی‌های بادامشک در رویشگاه‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. براساس نتایج به‌دست‌آمده، بیشترین و کمترین درصد پوشش گیاهی به‌ترتیب متعلق به رویشگاه ترشیزوک فردوس (۴۲/۱ درصد) و قاسم‌آباد بجستان (۲۴/۵ درصد) بودند. همچنین، بیشترین و کمترین درصد پوشش تاجی بادامشک به‌ترتیب با ۱۳/۵ و ۹/۸۹ درصد در رویشگاه‌های لسک بردسکن و قاسم‌آباد بجستان مشاهده شد. کمترین پایه بادامشک (۳۳ پایه در هکتار) در رویشگاه قاسم‌آباد بجستان و بیشترین تراکم آن در رویشگاه‌های لسک بردسکن و خردگرد خواف (۸۰ پایه در هکتار) محاسبه شد. همچنین، بیشترین و کمترین ارتفاع متوسط گونه مورد بررسی به‌ترتیب به شهرستان‌های بردسکن (۱۱۹/۲ سانتی‌متر) و خواف (۹۹/۲ سانتی‌متر) تعلق داشت.

میانگین و انحراف معیار خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک و عوامل توپوگرافی و اقلیمی در رویشگاه‌های مورد بررسی در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نمودار جعبه‌ای برای مقدار استاندارد ویژگی‌های محیطی مورد مطالعه نشان می‌دهد که اغلب خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در رویشگاه‌های بادامشک، فاقد داده پرت هستند. هدایت الکتریکی، اسیدیته، فسفر، سدیم و کمینه درجه‌حرارت، یک داده پرت داشتند. تغییرات برخی از خصوصیات خاک مانند رطوبت اشباع (SP) و درصد سنگ‌ریزه (Gravel) با یکدیگر مشابه هستند. همچنین، چگونگی پراکندگی داده‌های ازت و پتاسیم نیز شبیه یکدیگر است.

تحلیل مؤلفه‌های اصلی نشان می‌دهد که از بین محورهای PCA، سه محور اول درمجموع، حدود ۸۱ درصد پراکندگی و واریانس داده‌ها را توضیح می‌دهند. در جدول ۴، درصد واریانس و نسبت واریانس بیان‌شده توسط عوامل هر محور ارائه شده است. نمودار Scree plot در شکل ۲ نیز نشان می‌دهد که مجموع درصد واریانس تجمعی سه محور اول به ۸۰ درصد رسیده است. شکستگی منحنی نمودار نیز در آنجا واضح است، بنابراین سه محور اول به عنوان مهم‌ترین محورهای PCA انتخاب شدند.



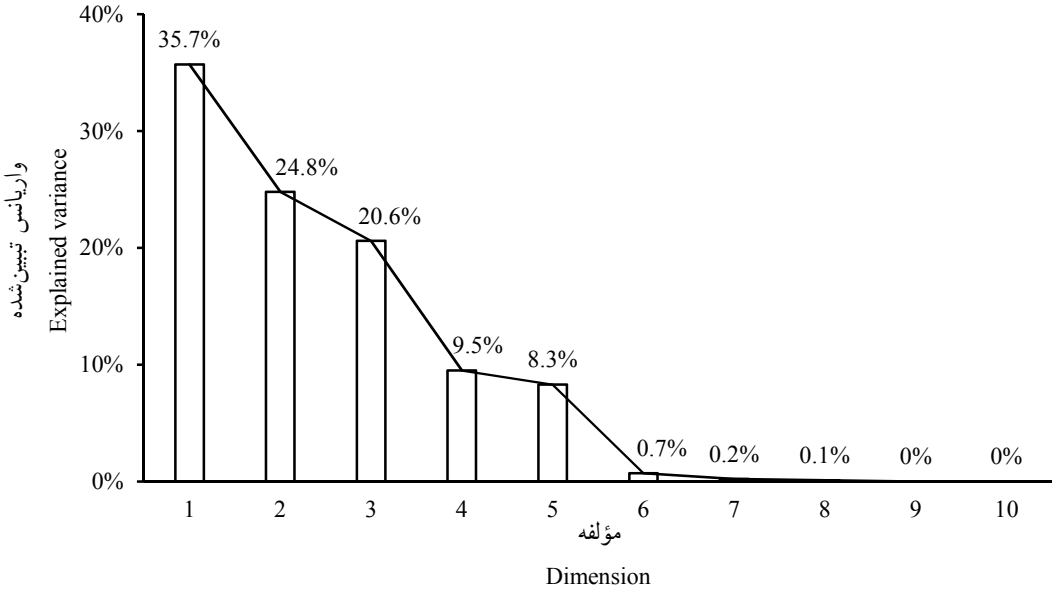
شکل ۱- نمودار جعبه‌ای مقدار استانداردشده متغیرهای محیطی مورد مطالعه

Figure 1. Box plot of standardized values of studied environmental variables

جدول ۴- نتایج حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی در مناطق مورد مطالعه

Table 4. The results of PCA in the studied areas

	Dim 1	Dim 2	Dim 3
Variance	8.21	5.7	4.74
Explained variance (%)	35.69	24.77	20.62
Cumulative variance (%)	35.69	60.46	81.07



شکل ۲- نمودار سنگ‌ریزه‌ای تحلیل مؤلفه‌های اصلی

محور **x** مؤلفه‌های اصلی و محور **y** درصد واریانس تبیین‌شده را نشان می‌دهند.

Figure 2. A scree plot for explained variance and eigenvalues for the ten Principal Components (PCs) from the PCA analysis

The X-axis displays the Principal Components and the Y-axis shows percentage of variance explained.

ضریب‌های همبستگی بین هرکدام از عوامل محیطی با سه محور تحلیل مؤلفه‌های اصلی در جدول ۵ آمده است. از بین خصوصیات مورد مطالعه در رویشگاه‌های بادامشک، کلسیم، شیب و شن به‌ترتیب بیشترین همبستگی مثبت معنی‌دار و رس، بیشترین همبستگی منفی معنی‌دار را با محور اول نشان داد. بیشینه درجه‌حرارت، تنها عاملی بود که همبستگی منفی معنی‌دار را با محور دوم نشان داد. اسیدیته و سنگ‌ریزه نیز سهم زیادی در تبیین واریانس محور ۲ داشتند. بیشترین سهم در بیان تغییرات کل محور ۳ به بارش سالانه تعلق گرفت.

در نمودار دوپلاتی PCA در شکل ۳، رویشگاه‌ها با نقطه و عوامل محیطی هرکدام با خط یا بردار نشان داده شده‌اند. عواملی که طول خط آن‌ها بیشتر و به محور نزدیک‌تر هستند، تأثیرشان بیشتر است. عواملی که نزدیک به‌هم هستند، به‌احتمال زیاد همبستگی مثبت با یکدیگر دارند. همچنین، عاملی که هم X و هم Y مثبت دارد، بیانگر رابطه مثبت بین آن با محورهای یک و دو است. کلسیم خاک و درصد شیب، تأثیر مثبت و درصد رس خاک، تأثیر منفی بر پراکنش بادامشک در رویشگاه بردسکن داشتند. رویشگاه‌هایی که نزدیک به یکدیگر هستند، به‌احتمال زیاد خصوصیات

محیطی مشابهی دارند، بنابراین می‌توان گفت که خواف و بردسکن، مشابه یکدیگر و بجستان و سرایان نیز مشابه هم هستند. ازنظر عوامل محیطی مانند ارتفاع از سطح دریا، درجه‌حرارت و بارندگی سالانه، رویشگاه‌های قاین و فردوس نیز شرایط مشابهی دارند.

به‌منظور بررسی دقیق‌تر گروه‌ها برای صفات درصد شن، رس، کلسیم و شیب به‌عنوان مؤثرترین عوامل بر پراکنش بادامشک، تجزیه واریانس یک‌طرفه به‌صورت جداگانه برای آن‌ها انجام شد. اثر رویشگاه بر این صفات با احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار به‌دست آمد (جدول ۶).

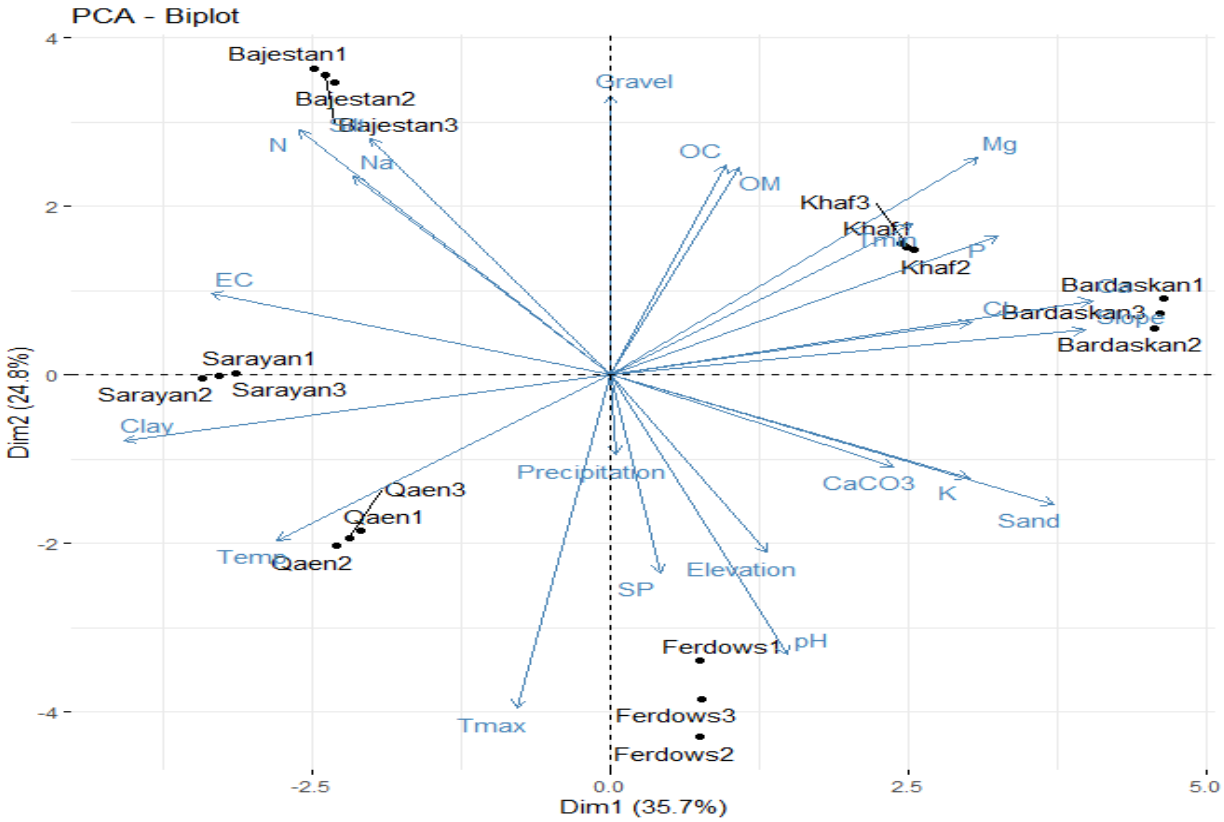
نتایج مقایسه میانگین درصد شن، رس، کلسیم و شیب بین رویشگاه‌های مورد مطالعه براساس آزمون توکی نشان داد که بین رویشگاه‌ها ازنظر این صفات، تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود دارد. بیشترین درصد شن و رس به‌ترتیب در رویشگاه‌های فردوس و سرایان مشاهده شد. بیشینه درصد کلسیم و شیب نیز به رویشگاه‌های خواف و بردسکن تعلق داشت، درحالی‌که کمترین این صفات در سرایان به‌دست آمد (شکل ۴).

جدول ۵- ضریب همبستگی عوامل محیطی با سه محور تحلیل مؤلفه‌های اصلی

Table 5. Correlation coefficients of environmental factors with the three main component analysis axes

Environmental variable	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3
Sand	**0.86***	-0.36	-0.37
Silt	-0.46	0.65	0.56
Clay	**-0.94****	-0.18	-0.01
EC	-0.77	0.22	-0.55
SP	0.1	-0.54	-0.21
Gravel	0.00	**0.76**	-0.49
pH	0.34	**-0.77**	-0.32
N	-0.6	0.67	-0.23
P	0.75	0.38	0.36
K	0.69	-0.28	0
Na	-0.5	0.54	0.08
Ca	**0.93****	0.2	-0.11
Mg	0.71	0.59	-0.11
Cl	0.7	0.14	-0.66
CaCO3	0.55	-0.25	0.51
Organic carbon	0.22	0.57	0.73
Organic matter	0.25	0.57	0.74
Altitude	0.3	-0.49	0.78
Slope	**0.92****	0.12	0.2
Annual rainfall	0.01	-0.22	**0.79**
Minimum temperature	0.58	0.41	-0.4
Maximum temperature	-0.18	**-0.91***	-0.03
Annual temperature	-0.64	-0.45	0.42

**: Significant at p<0.01; *: Significant at p<0.05; ns: non-significant



شکل ۳- نمودار دوپلاتی محورهای یک و دو در تحلیل مؤلفه‌های اصلی

نقطه‌های مشکی نشان‌دهنده رویشگاه‌های مورد مطالعه و بردارهای آبی رنگ بیانگر عوامل محیطی هستند.

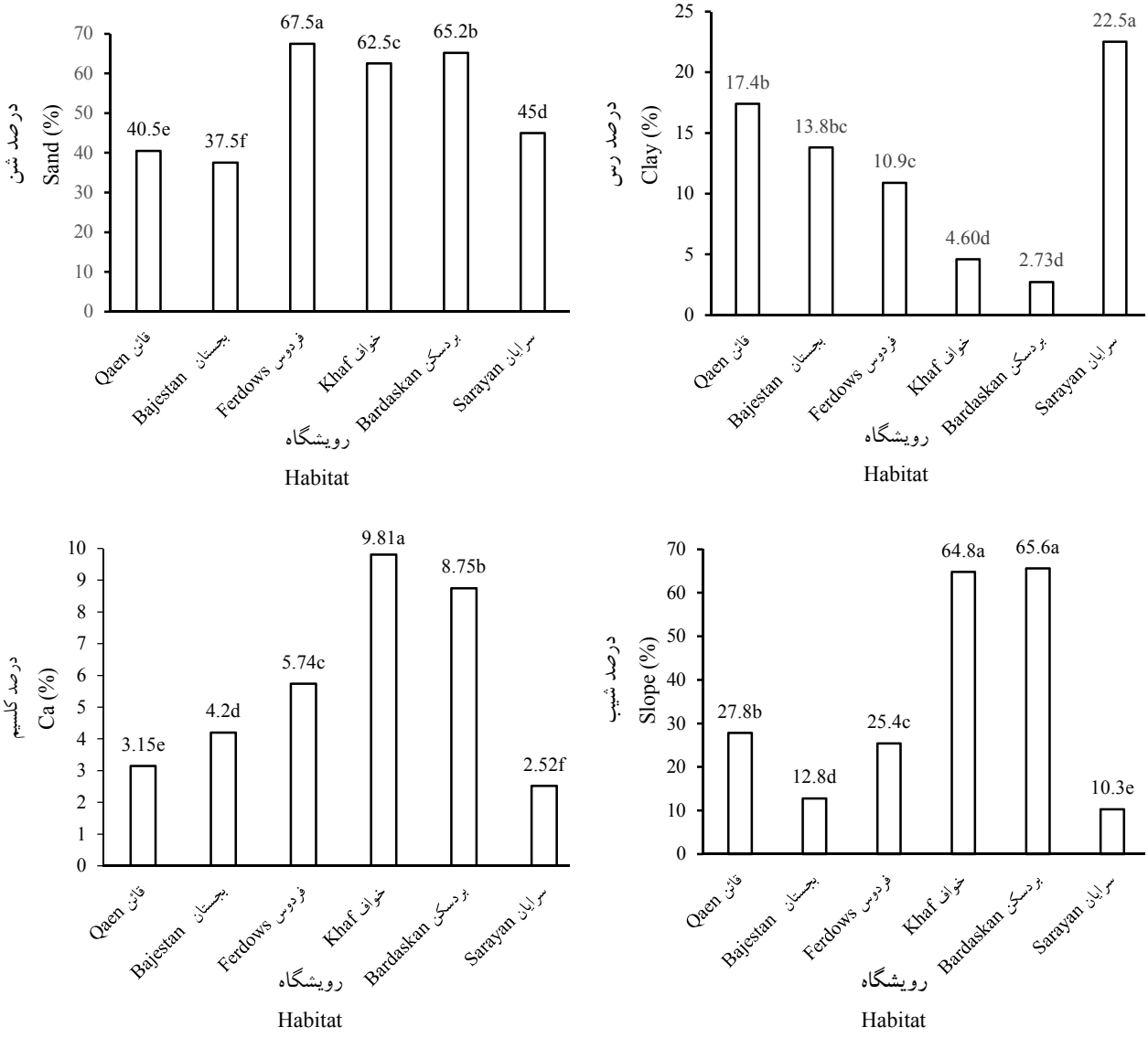
Figure 3. Biplot of PCA Axis 1 vs. PCA Axis 2

Black dots show the study habitats and blue vectors represent environmental factors.

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر رویشگاه بر درصد متغیرهای شن، رس، کلسیم و شیب

Table 6. Analysis of variance of habitat effect on sand, clay, Ca, and slope percentage

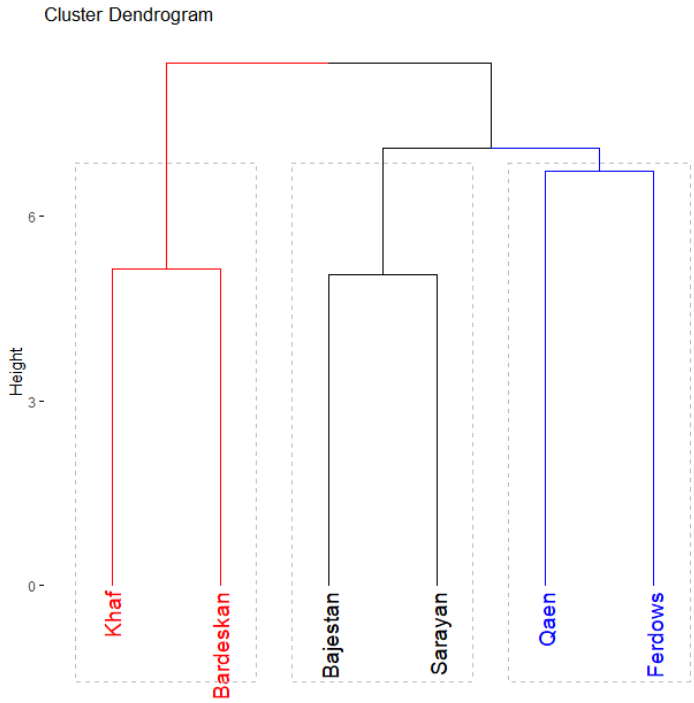
Variable		SS	df	MS	F	Sig.
Sand	Between Groups	2736	5	547.2	1443.17	0.00
	Within Groups	4.55	12	0.38		
	Total	2740.55	17			
Clay	Between Groups	852.3	5	170.46	79.13	0.00
	Within Groups	25.85	12	2.15		
	Total	878.15	17			
Ca	Between Groups	135.25	5	27.05	4580.31	0.00
	Within Groups	0.07	12	0.01		
	Total	135.32	17			
Slope	Between Groups	9197.14	5	1839.43	10632.19	0.00
	Within Groups	2.08	12	0.17		
	Total	9199.22	17			



شکل ۴- مقایسه میانگین درصد شن، رس، کلسیم و شیب در رویشگاه‌های مورد مطالعه

Figure 4. Comparison of sand, clay, calcium and slope percentage in study habitats

درمجموع، با در نظر گرفتن همه خصوصیات اقلیمی، خاکی و پستی و بلندی، رویشگاه‌های بادامشک در سه خوشه قرار می‌گیرند. رویشگاه‌های خواف و بردسکن، مشابه یکدیگر هستند. رویشگاه‌های سرایان و بجستان در یک خوشه قرار می‌گیرند. رویشگاه‌های قاین و فردوس نیز تشابه زیادتری باهم دارند (شکل ۵).



شکل ۵- دندوگرام آنالیز خوشه‌ای رویشگاه‌های مورد مطالعه براساس عوامل محیطی

گروه‌بندی با استفاده از فاصله اقلیدوسی و اتصال گروهی **Ward** انجام شد.

Figure 5. Dendrogram of the cluster analysis of the study habitats based on environmental factors
Grouping was performed using Euclidian distance and the Ward method.

بحث

در پژوهش پیش‌رو، عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش بادامشک در شش شهرستان از توابع استان‌های خراسان رضوی و جنوبی بررسی شد. محدوده پراکنش این گونه در مناطق مورد مطالعه در دامنه ارتفاعی ۱۴۸۰ تا ۱۷۰۰ متر از سطح دریا، اغلب در جهت‌های جنوبی و شیب ۱۰ تا بیشینه ۶۶ درصد مشاهده شد. ازنظر بارندگی سالانه نیز بادامشک در محدوده ۱۳۰ تا ۱۸۷ میلی‌متر پراکنش دارد. بافت خاک رویشگاه‌های مورد مطالعه، لومی تا شنی- لوم بودند. خاک رویشگاه‌ها، غیرشور با بیشینه هدایت الکتریکی ۲/۶ دسی‌زیمنس بر متر است. بادامشک در منطقه مورد مطالعه در خاک‌های فقیر از ازت و کربن آلی (کمتر از ۰/۵ درصد) رشد می‌کند.

ارزیابی توان بوم‌شناختی بادامشک در استان خوزستان نشان داد که این گونه در ارتفاعات ۶۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا پراکنش دارد (Jozi & Moradi Majd, 2020). محدوده پراکنش بادامشک در استان‌های قم، مرکزی و چهارمحال و بختیاری به‌ترتیب ۱۵۰۰ تا ۱۷۰۰، ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ و ۱۸۰۰ تا ۱۹۰۰ متر از سطح دریا گزارش شده است (Piri Sahragard *et al.*, 2017; Goodarzi *et al.*, 2012). Shirzadi و همکاران (۲۰۲۳) با مطالعه اکوتیپ‌های مختلف بادامشک، پراکنش این گونه را در ارتفاعات ۱۲۰۰ تا ۲۷۰۰ متر از سطح دریا گزارش کردند. بادامشک در برابر شرایط نامساعد محیطی شامل خشک‌سالی، نوسان‌هایی شدید دمایی، شوری خاک و انواع اقلیم‌ها، مقاوم است. همچنین، این گونه در خاک‌های فقیر، رسی و شنی نیز رشد می‌کند (Jozi & Moradi Majd, 2020; Shirzadi *et al.*, 2023)، بنابراین بادامشک در نواحی کوهستانی مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، نقش مهمی در کنترل فرسایش خاک ایفا می‌کند (Haidarian Aghakhani *et al.*, 2017).

به‌علاوه، این گونه می‌تواند سبب بهبود کربن آلی، نیتروژن کل، کلسیم، پتاسیم و فسفر خاک شود (Karamian *et al.,* 2023).

نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی در پژوهش پیش‌رو نشان داد که از بین ۲۲ عامل محیطی مورد مطالعه، درصدهای کلسیم، شن و شیب، بیشترین تأثیر مثبت و درصد رس و بیشینه درجه‌حرارت، بیشترین تأثیر منفی را بر پراکنش بادامشک داشتند. هم‌راستا با نتایج پژوهش پیش‌رو، Tavakoli Neko و همکاران (۲۰۱۱)، اثر کربن آلی را در مؤلفه سوم تحلیل PCA در پراکنش بادامشک در مراتع استان قم مؤثر دانست، اما درصد شن، تأثیر منفی بر پراکنش این گونه نشان داد که با نتایج پژوهش پیش‌رو همخوانی ندارد. رس، کربن آلی و آهک به‌عنوان مؤثرترین عوامل بر پراکنش بادامشک در مراتع نهبندان استان خراسان جنوبی گزارش شد (Javidfar *et al.*, 2017). در پژوهش مذکور، رس در برخی از رویشگاه‌ها، تأثیر مثبت و در برخی دیگر، اثر منفی بر پراکنش بادامشک داشت. ازاین‌رو، به‌طور قطعی نمی‌توان گفت که کدام جزء بافت خاک، تأثیر مثبت بر پراکنش بادامشک دارد. در راستای نتایج پژوهش پیش‌رو، مدل‌سازی پراکنش بادامشک در مراتع منطقه تفتان در استان سیستان و بلوچستان بیانگر افزایش احتمال حضور این گونه در خاک‌های با شن و آهک بیشتر بود (Piri Sahragard & Ajorlo, 2016).

به‌نظر می‌رسد که از بین صفات محیطی مورد مطالعه در پژوهش پیش‌رو و پژوهش‌های دیگر انجام‌شده در کشور، عوامل فیزیوگرافیک (ارتفاع و جهت جغرافیایی)، سازندهای زمین‌شناسی و خصوصیات فیزیکی خاک، تأثیر بیشتری بر پراکنش بادامشک نسبت به خصوصیات شیمیایی خاک داشته باشند (Goodarzi *et al.,* 2012; Piri Sahragard & Ajorlo, 2016, Haidarian Aghakhani *et al.,* 2017; Piri Sahragard *et al.,* 2017; *Jafari & Rostampour,* 2019). در پژوهش‌هایی که اثر معنی‌دار مقدار کربن و مواد آلی خاک نیز بر پراکنش این گونه گزارش شده است، می‌توان گفت که مواد آلی خاک در افزایش کلوئیدهای آلی و ظرفیت نگهداری آب و به‌طورکلی، بهبود شرایط فیزیکی خاک نقش دارند (Goodarzi *et al.,* 2012).

از بین عوامل فیزیوگرافی مورد مطالعه در پژوهش پیش‌رو، شیب، بیشترین تأثیر را بر پراکنش بادامشک دارد. این گونه اغلب به شیب‌های تند و هموار سازگاری دارد و در شکاف دامنه‌های سنگی نیز رشد می‌کند (Jozi & Moradi Majd, 2020; Shirzadi *et al.,* 2023). Jafareiyan و همکاران (۲۰۱۷) تأثیر مثبت شیب و ارتفاع از سطح دریا بر پراکنش بادامشک در جنگل‌های استان ایلام را گزارش کردند.

براساس نتایج پژوهش پیش‌رو، پراکنش بادامشک در جهت جغرافیایی جنوبی، بیشتر از جهت‌های دیگر بود. دامنه‌های جنوبی، شرایط مساعدتری را ازنظر نور فراهم می‌کنند، بنابراین می‌توان به‌نوعی استدلال کرد که این گونه آفتاب‌پسند است. از یک طرف، پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی، نتیجه اثرات متقابل عوامل محیطی مؤثر بر مراحل فنولوژیک گیاه هستند. ازطرف دیگر، رویشگاه‌ها در مقیاس خُرد در ارتباط با منابع غذایی در دسترس، ناهمگن هستند. ازاین‌رو می‌توان گفت که پراکنش و خصوصیات ظاهری یک گونه گیاهی بسته به مراحل مختلف فنولوژیک و خصوصیات مختلف محیطی، واکنش‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهد (Goodarzi *et al.,* 2012). از آنجایی که بادامشک در طیف وسیعی از شرایط محیطی اعم از اقلیمی، فیزیوگرافی و خاکی پراکنش دارد و تأثیر مثبتی بر بهبود شرایط خُرداقلیم، خاک زیراشکوب، کنترل فرسایش خاک، تثبیت دامنه‌ها و تولید محصولات دارویی و صنعتی دارد، بنابراین کشت این گونه در مناطق تخریب‌شده کوهستانی پیشنهاد می‌شود. همچنین،

به‌منظور حفاظت بیشتر از این گونه بومی ایرانی، ایجاد ذخیره‌گاه‌های ژنتیکی در مناطق مورد مطالعه به‌شدت توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه بیرجند که در اجرای این پژوهش مساعدت نمودند، کمال تشکر را داریم.

منابع مورد استفاده

- Azizi, N., Yari, R. and Mirmiran, S.M., 2022. Investigating the habitat conditions of *Prunus chorassanica* (Pojark.) A.E.Murray in the natural habitats of the Khorasan Razavi Province, Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 30(3): 277-287 (In Persian with English summary).
- Abasi, M., Bagheri, H., Abasi, A. and Zare Chahouki, M., 2021. *Astragalus gossypinus* habitat suitability assessment with ENFA model in middle Taleghan Rangelands. Journal of Rangeland, 15(3): 434-447 (In Persian with English summary).
- Austin, M.P., 2002. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. Ecological Modelling, 157(2-3): 101-118.
- Azarnivand, H. and Zare Chahouki, M.A., 2012. Range Improvement. University of Tehran Press, Tehran, Iran, 354p (In Persian).
- Batooli, H., 2020. The use of several species of native plants in the Iranian-Turani vegetation zone for cultivation in the green spaces of hot and dry regions of Iran. Technical instruction, Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, 59p (In Persian).
- Enright, N., Millere, B.P. and Akter, R., 2005. Desert vegetation and vegetation-environment relationships in Kirthar National Park, Sindh, Pakistan. Journal of Arid Environment, 61: 397-418.
- Fayyaz, M., Tavakkoli, H., Tabatabaei, M., Pezhman, H. and Hosseini Bamrod, Gh.R., 2013. The Ecological Regions of Iran (Khorasan). Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, 181p (In Persian).
- Gheisari, Y., Heshmati, Gh.A. and Niknahad Ghermaker, H., 2022. Investigation of some ecological factors affecting habitat distribution Sumac (*Rhus Coriaria* L.) in rangeland ecosystems (Case study: Kalat rangelands of Gonabad). Journal of Plant Ecosystem Conservation, 10(20): 225-252 (In Persian with English summary).
- Ghelichnia, H., Mirdavoodi, H. and Cherati, A., 2023. Ecological factors and response pattern of *Astragalus retamocarpus* Boissier & Hohen. in Mazandaran Province rangelands. Journal of Rangeland, 17(2): 216-231 (In Persian with English summary).
- Goodarzi, Gh.R., Sagheb-Talebi, Kh. and Ahmadloo, F., 2012. The study of effective factors on almond (*Amygdalus scoparia* Spach.) distribation in Markazi province. Iranian Journal of Forest, 4(3): 209-220 (In Persian with English summary).
- Haidarian Aghakhani, M., Tamartash, R., Jafarian, Z., Tarkesh Esfahani, M. and Tatian, M.R., 2017. Forecasts of climate change effects on *Amygdalus scoparia* potential distribution by using ensemble modeling in Central Zagros. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, *8*(3): 1-14 (In Persian with English summary).
- Hajebi, A.H., Mirdavoodi, H.R. and Soltanipoor, M.A., 2022. Investigation of soil characteristics and physiographic factors affecting the establishment of the exclusive species of *Platychaete aucheri* (Boiss.) Boiss. in Hormozgan Province. Journal of Rangeland, 16(1): 284-298 (In Persian with English summary).
- Jafareiyan, N., Mirzaei, J., Moradi, M. and Heydari, M., 2017. Environmental characteristics and ordination of woody plant species and their relation with environmental factors in Ilam forest. *Journal of Wood and Forest Science and Technology, 24*(3): 81-94 (In Persian with English summary).
- *Jafari,* M. and *Rostampour*, M., 2019. *Soil-Plant* Relationships: Ecology, Statistics and Analysis, Vol. 1. University of Tehran Press, Tehran, Iran, 468p (In Persian).
- Javidfar, A., Rouhi-Moghaddam, E. and Ebrahimi, M., 2017. Some ecological conditions of *Amygdalus scoparia* Spach in Nehbandan, Eastern Iran. Ecopersia, 5(1): 1655-1667.
- Jozi, S.A. and Moradi Majd, N., 2020. Evaluation of ecological capability of *Amygdalus scoparia* habitat in south Zagros region by using of MCDM method. *Environmental Researches*, *11*(21): 73-84 (In Persian with English summary).
- Karamian, M., Mirzaei, J., Heydari, M., Kooch, Y. and Labelle, E.R., 2023. Seasonal effects of native and non-native woody species on soil chemical and biological properties in semi-arid forests, western Iran. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 23: 4474-4490.
- Khajei, N., Etemad, V. and Bazrafshan, J., 2024. Predicting climate change impacts on distribution of Brant's oak trees (*Quercus brantii* Lindl.) in the Zagros forests, Fars Province. Iranian Journal of Forest, 15(4): 393-409 (In Persian with English summary).
- Kharazmi, H., Kalantari, S., Sadeghinia, M. and Ghaneei Bafghi, M.J., 2023. Investigation of environmental factors affecting the distribution of *Calligonum bungei* species in rangelands of Kerman Province. Journal of Rangeland, 17(2): 285-298 (In Persian with English Summary).
- Legendre, P. and Legendre, L., 2012. Numerical Ecology, 3rd Edition. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 990p.
- Momeni Damaneh, J., Tajbakhsh, S.M., Ahmadi, J. and Safdari, A.A., 2023. Comparison of species distribution models in determining the habitat landscape of *Pistacia vera* L. specie in Razavi Khorasan province. Water and Soil Management and Modeling, 3(4): 77-92 (In Persian with English summary).
- Moridpour, A., Namiranian, M., Alavi, S.J. and Etemad, V., 2023. Identifying the most important factors affecting the distribution of Ash (*Fraxinus excelsior* L.) and detect potential habitats areas in Kherudkanar Nowshahr forest. Iranian Journal of Forest, 15(1): 69-85 (In Persian with English summary).
- Mozaffarian, V., 2005. Trees and Shrubs of Iran. Farhang Moaser, Tehran, Iran, 1082p (In Persian).
- Piri Sahragard, H. and Ajorlo, M., 2016. Predicting the distribution of plant species habitats using maximum entropy model (A case study in rangelands of western Taftan, Southeastern Iran). Soil and Environment, 35(2): 224-234.
- Piri Sahragard, H., Zare Chahouki, M.A., Ajorlo, M. and Nohtani, M., 2017. Predictive habitat distribution

modeling of *Amygdalus scoparia* Spach in Moshakieh rangelands of Qom Province. Journal of Forest and Wood Product, 69(4): 725-734 (In Persian with English Summary).
- Sagheb-Talebi, Kh., Ramezani, M.F., Momeni, T., and Khosrojerdi, A., 2012. Investigating the habitat requirements of some Iranian forest trees (*Amygdalus scoparia*) in Razavi Khorasan province. Final report of research project, Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, 45p (In Persian).
- Sharifian Bahraman, A., Sepehry, A. and Barani, H., 2022. Soil physiochemical characteristics of *Lycium depressum* Stocks. habitat in saline and alkaline rangelands in north of Golestan Province, Iran. Journal of Plant Ecosystem Conservation, 9(19): 47-62 (In Persian with English Summary).
- Shirzadi, I., Yavari, A. and Hadadinejad, M., 2023. Evaluation of morphological diversity of different ecotypes of Amygdalus scoparia Spach: A medicinal plant resistant to hard environmental conditions. Journal of Medicinal Plants and By-products, 12(2): 125-133.
- Tavakoli Neko, H., Pourmeydani, A., Adnani, S.M. and Sagheb-Talebi, Kh., 2011. Impact of some important ecological factors on presence of Mountain Almond (Amygdalus scoparia Spach.) in Qom province, Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(4): 523-542 (In Persian with English summary).
- Thimonier, A., Kull, P., Keller, W., Moser, B. and Wohlgemuth, T., 2011. Ground vegetation monitoring in Swiss forests: comparison of survey methods and implications for trend assessments. Environmental Monitoring and Assessment, 174: 47-63.
- Wildi, O., 2017. Data Analysis in Vegetation Ecology. CABI, Wallingford, Oxfordshire, England, 306p.
- Yilmaz, H., Yilmaz, O.Y. and Akyuz, Y.F., 2017. Determining the factors affecting the distribution of *Muscari latifolium*, an endemic plant of Turkey, and a mapping species distribution model. Ecology and Evolution, 7(4): 1112-1124.