Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891

Online ISSN: 2676-5039

Determining the Potential Habitat of *Iris songarica* Schrenk in Torbat Heydarieh County, Using Ecological Niche Factor Analysis

Zahra Abbasi[1], Jalil Farzadmehr[*2], Hamed Sangoony[3]

1. M.Sc. Graduated in Range Manegement, Department of Nature Engineering and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran.
2. Corresponding Author; Associate Prof., Department of Nature Engineering and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran. E-mail: j.farzadmehr@torbath.ac.ir
3. Assistant Prof., of Natural Resources and Watershed Department of Firouzeh city, Razavi Khorasan Province, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

2024; Vol 17, Issue 4

Article history:
Received: 05.05.2023
Revised: 02.10.2023
Accepted: 15.10.2023

Keywords:
Ecological Niche,
Factor Analysis,
Specialization,
Marginality,
Boyce Index.

Abstract

Background and objectives: Successful pasture improvement plans rely on selecting suitable planting locations for each plant species. Identifying the potential habitat of plant species and planting them in appropriate areas significantly increases the plan's success, facilitating environmental restoration. This study aims to model the habitat of Iris songarica Schrenk, commonly known as desert iris, in Torbat Heydarieh County using Ecological Niche Factor Analysis (ENFA).

Methodology: Presence data for Iris songarica were collected from 34 points through field surveys and direct observations, recorded using GPS. These points were considered suitable areas for iris growth. Environmental variables, including physiographic (three variables), soil science (seven variables), and climatic (nineteen variables) data, were incorporated into the ENFA model. Initial mapping of these variables was conducted using ArcGIS software. The ENFA model was then applied, and statistical analyses such as normalization and correlation were performed in Biomapper software to generate the potential habitat map of Iris songarica using the geometric mean method. Habitat map evaluation was conducted using Cross-validation tests and the Boyce index.

Results: Marginality, specialization, and tolerance indices were calculated as 0.536, 10.015, and 0.1, respectively, indicating Iris songarica's preference for central habitat variables and its specialization in tolerating a specific range of environmental conditions. Direction, electrical conductivity, annual temperature range, temperature homogeneity, silt percentage, carbon content, average daily temperature range, and total rainfall of the coldest consecutive quarter were identified as the most influential factors in determining the habitat of Iris songarica. Climatic variables related to temperature had a greater impact on species distribution than those related to rainfall. Out of the four significant climatic variables affecting Iris songarica's distribution, three were temperature-related, while only one was related to rainfall. Approximately 66.16% of the study area was classified as unsuitable habitat, with 14.7% identified as potential habitat. Boyce's index revealed a model accuracy of 94%, indicating its reliability.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]

Conclusion: Ecological Niche Factor Analysis proves effective in predicting Iris songarica's distribution in the study area with satisfactory accuracy. The results can inform various pasture management endeavors, aiding in the protection, utilization, and restoration of Iris songarica habitats.

Cite this article: Abbasi, Z., J. Farzadmehr, H. Sangoony, 2024. Determining the potential habitat of *Iris songarica* Schrenk in Torbat Heydarieh county, using Ecological Niche Factor Analysis. Journal of Rangeland, 17(4): 570-586.

© The Author(s).
DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0
Publisher: Iranian Society for Range Management

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]

مـــرتـــع

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸

شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

تعیین رویشگاه بالقوه گونه زنبق گل‌چمنی *Iris songarica* Schrenk در شهرستان تربت‌حیدریه با استفاده از مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی

زهرا عباسی[۱]، جلیل فرزادمهر*[۲]، حامد سنگونی[۳]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، گروه مهندسی طبیعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت‌حیدریه، تربت‌حیدریه، ایران.

۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی طبیعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت‌حیدریه، تربت‌حیدریه، ایران. رایانامه: j.farzadmehr@torbath.ac.ir

۳. استادیار اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان فیروزه، استان خراسان رضوی، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل – پژوهشی

۱۴۰۲؛ جلد ۱۷، شماره ۴

تاریخ دریافت ۱۴۰۲/۰۲/۱۵
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۲۳

واژه‌های کلیدی:
تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی،
تخصص‌گرایی،
حاشیه‌گرایی،
شاخص بویس.

چکیده

سابقه و هدف: یکی از مهم‌ترین شروط برای موفقیت یک طرح اصلاح مرتع از طریق کاشت گیاهان، انتخاب مکان درست برای کشت هر گیاه خاص است. شناسایی دقیق رویشگاه بالقوه گونه و کاشت آن در مناطق مشابه، می‌تواند تا حدود زیادی موفقیت طرح را تضمین و به این ترتیب شرایط محیط را به شرایط قبل از تخریب نزدیک نماید. هدف از این پژوهش مدل‌سازی رویشگاه گونه زنبق بیابانی با نام علمی *Iris songarica* Schrenk به عنوان یک گونه زینتی و دارویی در شهرستان تربت‌حیدریه با استفاده از مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی است.

مواد و روش‌ها: از طریق پیمایش میدانی ۳۴ نقطه حضور زنبق وحشی با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی ثبت گردید. از داده‌های مکانی حضور این گونه به‌عنوان مکان‌های مناسب بالفعل برای رویش آن در نظر گرفته شد. متغیرهای محیطی مورد استفاده در این پژوهش شامل داده‌های فیزیوگرافی (سه متغیر)، داده‌های خاک‌شناسی (هفت متغیر) و داده‌های اقلیمی (نوزده متغیر) است. در ابتدا نقشه تمام متغیرها در نرم‌افزار Arc GIS تهیه شد. سپس لایه‌های اطلاعاتی در مدل ENFA وارد و با اعمال آنالیزهای آماری نرمال‌سازی و همبستگی در نرم‌افزار Biomapper، نقشه رویشگاه بالقوه گونه *Iris songarica* با استفاده از روش میانگین هندسی تهیه شد. ارزیابی نقشه رویشگاه با استفاده از آزمون Cross - validation و شاخص Boyce انجام گرفت.

نتایج: نمایه‌های حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری به‌ترتیب معادل با ۰/۵۳۶، ۱۰/۰۱۵ و ۰/۱ محاسبه گردید. این مقادیر بیانگر این است که این گونه تمایل به رویش در مرکز متغیرهای زیستگاهی دارد و یک گونه تخصصی است که دامنه خاصی از متغیرهای محیطی را در محدوده منطقه مورد مطالعه تحمل می‌کند. در این پژوهش متغیرهای جهت، هدایت الکتریکی، دامنه سالانه دما، همسانی دما، درصد سیلت، میزان کربن، میانگین دامنه دمای روزانه و مجموع بارندگی سردترین سه‌ماهه متوالی مهم‌ترین عوامل در انتخاب زیستگاه گونه زنبق گل‌چمنی می‌باشند. همچنین در منطقه مورد مطالعه متغیرهای اقلیمی مربوط به دما در پراکنش این گونه مؤثرتر از متغیرهای اقلیمی مربوط به بارندگی هستند. چنان‌که در نتایج مدل دیده می‌شود، از بین چهار متغیر

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]

اقلیمی مهم موثر بر پراکنش گونه زنبق گل‌چمنی در منطقه مورد مطالعه سه متغیر مربوط به دما و تنها یک متغیر مربوط به بارندگی است. از کل مساحت منطقه مورد مطالعه که ۳۶۷۲۰۰ هکتار است، ۲۴۲ هزار و ۹۷۵ هکتار معادل ۶۶/۱۶ درصد از مساحت کل منطقه در کلاس رویشگاهی نامناسب، ۷۳ هزار و ۸۲۵ هکتار معادل ۲۰/۱ درصد از منطقه در کلاس رویشگاهی تناسب کم، ۲۴ هزار و ۲۰۰ هکتار معادل ۶/۶ درصد از کل منطقه در کلاس رویشگاهی تناسب متوسط و ۲۶ هزار و ۲۰۰ هکتار معادل ۷/۱۴ درصد از منطقه به‌عنوان رویشگاه بالقوه گونه زنبق گل‌چمنی کاملاً مناسب است. برای ارزیابی صحت مدل از شاخص بویس استفاده شد که میزان صحت مدل ۹۴ درصد تعیین شد که قابل قبول است.

نتیجه‌گیری: درنهایت می‌توان بیان نمود که مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی با دقت خوبی می‌تواند در پیش‌بینی پراکنش گونه زنبق گل‌چمنی در منطقه مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفته و نتایج حاصله می‌تواند در مطالعات مختلف مدیریت مراتع مورد استفاده قرار گیرد. نتایج این مطالعه می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی برای حفاظت، بهره‌برداری و احیاء گونه زنبق گل‌چمنی مورد استفاده قرار گیرد.

استناد: عباسی، ز.، ج. فرزادمهر، ح. سنگونی، ۱۴۰۲. تعیین رویشگاه بالقوه گونه زنبق گل‌چمنی *Iris songarica* Schrenk در شهرستان تربت‌حیدریه با استفاده از مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی. مرتع، ۱۷(۴): ۵۷۰-۵۸۶.

DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران

© نویسندگان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]

مقدمه

ساختار و پراکنش هر جامعه گیاهی تا میزان زیادی تحت کنترل عوامل محیطی قرار دارد؛ به بیانی دیگر عوامل محیطی موجب استقرار انواع مختلف گونه‌های گیاهی در رویشگاه‌های مختلف و یا مانع استقرار پوشش گیاهی در یک مکان می‌گردند (۲۲ و ۲۸). حضور و پراکنش گیاهان در اکوسیستم‌های مرتعی تصادفی نبوده، بلکه عوامل اقلیمی، خاکی، پستی و بلندی و زیستی در حضور و عدم حضور آن‌ها نقش اساسی دارند. هرگونه گیاهی با شرایط رویشگاهی خاصی سازگاری دارد و با تغییر آن شرایط، وفور و الگوی پراکنش گیاهان دچار تغییر خواهد شد (۶). گونه‌ها تحت شرایط اکولوژیکی مشخصی رشد، تکثیر و بقا می‌یابند؛ بنابراین حضور یک گونه گیاهی در یک رویشگاه به معنی تأمین نیازهای آن از نظر عناصر غذایی، رطوبت، دما، نور و غیره است (۲۴). مطالعه پوشش گیاهی در حل مسائل اکولوژیکی مانند حفاظت زیستی و مدیریت منابع طبیعی و ارزیابی شرایط زیست‌محیطی مفید بوده و بر اساس نتایج حاصل از آن می‌توان روند تغییرات آینده را پیش‌بینی کرد (۲ و ۸). رویشگاه بالقوه محلی است که شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک مورد نیاز یک‌گونه خاص را تأمین کند و اجازه استقرار و تولید مثل این‌گونه را بدهد (۷). با توجه به نقش مهم گیاهان در تعادل اکوسیستم و استفاده‌های همه‌جانبه انسان‌ها از آن‌ها، شناخت روابط بین گیاهان و عوامل محیطی برای مدیریت گونه‌های در معرض خطر، ارزیابی موفقیت گونه‌های غیر بومی در محیط جدید، نحوه عملکرد گونه به تغییرات محیطی و در کل ثبات و پایداری آن‌ها ضرورت دارد (۴).

به‌منظور مدیریت مؤثر یک گونه و گونه‌هایی که به نوعی با این گونه در ارتباط هستند، نیاز به شناسایی زیستگاه‌هایی با مطلوبیت بالا برای گونه هدف است تا با حفظ آن زیستگاه‌ها و برنامه‌ریزی برای مدیریت صحیح آن‌ها، جمعیت هدف را مورد حفاظت قرار دهیم (۳ و ۹). مدل‌سازی توزیع گونه‌ای یک روش رایج برای درک روابط میان یک گونه و محیط اطرافش است و برای پیش‌بینی تغییرات در توزیع، همگام با تغییرات محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۵). این مدل‌ها با بهره‌گیری از مجموعه‌ای از متغیرهای محیطی در یک منطقه مشخص، پراکنش گونه معرف را به‌عنوان تابعی از این متغیرها برآورد می‌کنند و تناسب آن منطقه را برای گونه‌های مورد بررسی مشخص می‌کنند (۱ و ۱۱). نقشه‌های واقعی توزیع بالقوه گونه‌ها یا تناسب زیستگاه برای بسیاری از جنبه‌های تحقیقات زیست‌محیطی، مدیریت منابع و برنامه‌ریزی حفاظت مورد نیاز است. این کاربردها شامل ارزیابی تنوع زیستی، طراحی ذخایر بیولوژیکی، مدیریت و احیای زیستگاه، طرح‌های حفاظت از گونه‌ها و زیستگاه‌ها، تجزیه و تحلیل جمعیت، ارزیابی خطرات زیست‌محیطی، مدیریت گونه‌های مهاجم، مدل‌سازی جامعه و اکوسیستم و پیش‌بینی اثرات تغییرات محیط زیست جهانی بر روی گونه‌ها و اکوسیستم‌ها است (۱۰).

هر یک از روش‌های مدل‌سازی قابلیت‌ها و محدودیت‌های متفاوتی دارد؛ بنابراین لازم و ضروری است که قابلیت استفاده از هر یک از این روش‌ها مشخص شود و با آشکارسازی میزان خطا و عدم قطعیت هر یک از روش‌ها، روش‌هایی که می‌توانند با استفاده از حداقل متغیرهای محیطی پیش‌بینی‌ها را با خطای کمتری انجام دهند، شناسایی شود. این امر در مدیریت مراتع منجر به شناسایی دقیق رویشگاه‌هایی با بالاترین میزان تناسب برای گونه‌های مختلف گیاهی می‌شود و درنتیجه باعث صرفه‌جویی در هزینه و زمان و درنهایت حفظ این منابع با ارزش شود (۱۶). ولی روش‌هایی صرفاً با داده‌های حضور، از جمله مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی، درجه اطمینان بسیار بالایی دارند (۱۴). تکنیک‌های مدل‌سازی پیش‌بینی کننده با استفاده از داده‌های صرفاً حضور، توجه بیشتری را به خود جلب کرده است؛ زیرا این روش‌ها می‌توانند اطلاعاتی در مورد توزیع گونه‌ها و زیستگاه بالقوه آن‌ها برای حفاظت و مدیریت اکوسیستم ارائه دهند (۱۳). مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA, Ecological Niche Factor Analysis) یک رویکرد چند متغیره جدید برای مطالعات پراکنش جغرافیایی گونه‌ها در مقیاس بزرگ، فقط بر پایه داده‌های حضور است که به‌طور گسترده در مدیریت حیات‌وحش، ارزیابی رویشگاه گونه‌های گیاهی و پیش‌بینی رویشگاه آن‌ها کاربرد دارد (۲۶).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]

سنگونی (۲۰۱۱) با استفاده از دو روش فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی رویشگاه بالقوه‌ی گون سفید (*Astragalus gossypinus* Fischer) را در استان اصفهان به‌صورت نقشه درآورد. شاخص Boyce برای نقشه تولید شده به روش میانگین هارمونیک برابر با ۰/۸۴ بود که با توجه به وسعت بسیار زیاد منطقه مطالعاتی صحت مدل بسیار خوب ارزیابی می‌شود. در پژوهشی صفائی و ترکش (۲۰۱۳) به بررسی تأثیر اندازه نمونه، بر دقت پیش‌بینی مدل‌های رگرسیون لجستیک (LR) و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) پرداختند. نتایج نشان داد که مدل ENFA در اندازه نمونه‌های پایین نتایج قابل قبولی می‌دهد و نیاز به صرف هزینه‌های سنگین برای تولید داده در اندازه نمونه‌ی بزرگ ندارد. پژوهشی دیگر را نیز زارع‌چاهوکی و عباسی (۲۰۱۷)، برای تعیین مطلوبیت رویشگاه گونه *stipa barbata* با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در مراتع طالقان میانی انجام دادند. صحت مدل با استفاده از شاخص Boyce مقدار ۸۷/۵ درصد بود که نشان‌دهنده دقت بالای نتایج مدل است. بهمنش و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی نحوه پراکنش گونه‌های *Thymus kotschyanus* Boiss و *Achillea millefolium* را به‌عنوان گیاهان دارویی ارزشمند در منطقه چهارباغ استان گلستان با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی و رگرسیون لجستیک مدل‌سازی کردند. نتایج بیانگر این است که روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی دارای دقت بیشتری نسبت به روش رگرسیون لجستیک است. برنا و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی به پیش‌بینی الگوی پراکنش رویشگاه گونه *Artemisia aucheri* با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در مراتع ییلاقی بلده‌نور استان مازندران پرداختند. درستی مدل با استفاده از شاخص Boyce ارزیابی گردید که این میزان برای نقشه تولید شده به روش الگوریتم حداقل فاصله برابر با ۰/۹۱ تعیین شد که با توجه به وسعت زیاد منطقه، صحت مدل بسیار خوب ارزیابی می‌شود.

با توجه به اینکه در ایران مطالعه درباره مطلوبیت زیستگاه گونه‌ها در جهت اهداف مدیریتی، حفاظتی و تهیه نقشه زیستگاهی، با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی کمتر مورد توجه قرار گرفته است، چنین مطالعاتی می‌تواند الگویی برای کاربرد روش‌های نوین مدیریتی باشد که در آن محدوده رویشگاه‌های با اهمیت بالا برای گونه‌ها تعیین می‌شود. بنابراین لازم است که برای پرورش و به‌کارگیری گونه زنبق گل‌چمنی *Iris songarica* Schrenk، با توجه به اهمیت آن در مسائل مختلف مدیریت مرتع و حوزه آبخیز شناخت کاملی نسبت به رویشگاه‌های بهینه این گونه با استفاده از روش‌های مفید و کارآمد داشت. در تحقیقات مدل‌سازی آشیان بوم‌شناختی با استفاده از مدل مورد استفاده (مدل مورد استفاده در این پژوهش مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی است) و اعمال آن بر روی لایه‌های اطلاعاتی مورد نظر در سیستم اطلاعات جغرافیایی، می‌توان نقشه تناسب رویشگاه را برای گونه مورد مطالعه تهیه کرد و از آن در مدیریت مراتع منطقه مورد مطالعه بهره برد. از این رو اهداف تحقیق حاضر ۱- ارزیابی و بررسی مطلوبیت روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در شهرستان تربت‌حیدریه، ۲- تعیین رویشگاه بالقوه گونه زنبق گل‌چمنی در تربت‌حیدریه با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی و ۳- شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب زیستگاه گونه زنبق گل‌چمنی در منطقه مورد مطالعه است.

مواد و روش‌ها

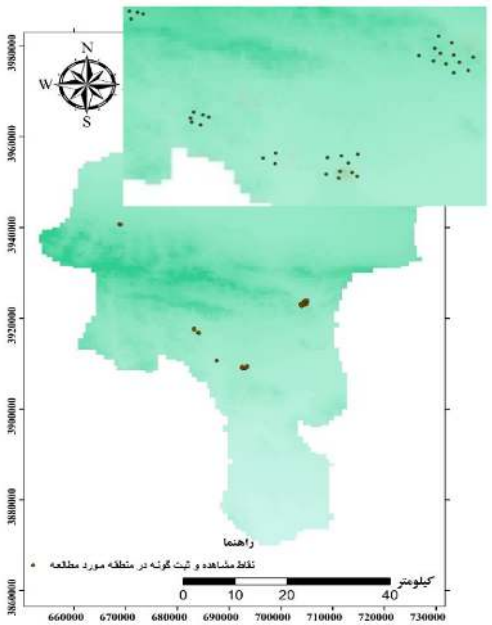
ثبت نقاط حضور گونه زنبق گل‌چمنی

پژوهش حاضر در شهرستان تربت حیدریه صورت گرفته است و از تجارب کارشناسان مرتع‌داری شهرستان و همچنین تجارب افراد محلی در بخش‌های اطراف شهرستان تربت‌حیدریه، جهت شناسایی گونه زنبق گل‌چمنی استفاده گردید. این گونه در نقاط مختلفی از شهرستان عمدتاً در مناطق کوهستانی مشاهده شده است. حضور گونه در این نقاط از طریق پیمایش میدانی و مشاهدات مستقیم، در ۳۴ نقطه شناسایی شد و درنهایت موقعیت نقاط حضور گونه با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت گردید. سپس اطلاعات حضور ثبت شده از گونه به‌صورت طول و

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]

عرض جغرافیایی وارد نرم‌افزار Microsoft Excel شد و به فرمت مورد نیاز برای ورود به مدل تبدیل شد. شکل (۱) نقشه نقاط ثبت شده از گونه را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل ۱: نقاط مشاهده و ثبت گونه در منطقه مورد مطالعه

زنبق گل‌چمنی (*Iris songarica*)

گیاهی چند ساله علفی ریزوم‌دار است که به‌طور گسترده در ایران، افغانستان، پاکستان، قزاقستان، تاجیکستان، ترکمنستان، ازبکستان و شمال چین پراکنده شده است. تیره زنبق شامل بیش از ۳۰۰ گونه است و گیاهان دارویی آن در طب سنتی ایران به ایرسا معروف هستند. طبق یک کتاب معروف سنتی طب ایرانی، زنبق وحشی برای کبد و طحال تجویز شده است. این گونه از قدیم به‌عنوان یک گیاه زینتی و دارویی مورد توجه بوده است، ولی امروزه جنبه زینتی آن بیشتر مورد توجه می‌باشد. از این گیاه به عنوان علوفه زمستانه هم استفاده می‌شود (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۰). زنبق صحرایی به دلیل ارزش زیباشناختی حاصل از گل‌های رنگارنگ و زیبای آن پتانسیل زینتی مطلوبی دارد و می‌توان از آن در فضای سبز نیز استفاده کرد (جیو و همکاران، ۲۰۱۳). در ازبکستان گزارش‌های مربوط به خوش‌طعم بودن گیاه زنبق گل‌چمنی ارائه شده است. گوسفندان، گاوها و اسب‌ها معمولاً برگ‌های خشک این گونه را می‌خورند. گوسفندان به‌خصوص کپسول‌های بذر این گیاه را ترجیح می‌دهند. برخی از چوپانان این گیاه را در حالت سبز سمی می‌دانند. برگ‌های خشک آن اغلب برای ایجاد بستری خشک برای گاوها در انبارها برداشت می‌شوند. گاهی اوقات به عنوان یک گیاه مهاجم در نظر گرفته می‌شود که مناطق خشک وسیع یا مزارع متروکه خشک، دارای مواد مغذی کم را پوشش می‌دهد (۱۴).

اطلاعات متغیرهای محیطی مورد استفاده

متغیرهای محیطی مورد استفاده در این پژوهش شامل داده‌های فیزیوگرافی (سه متغیر)، داده‌های خاک‌شناسی (هفت متغیر) و داده‌های اقلیمی (نوزده متغیر) است که در جدول (۱) نام متغیرهای محیطی و علائم اختصاری آن‌ها آمده است. به‌منظور مدل‌سازی رویشگاه بالقوه گونه زنبق گل‌چمنی در شهرستان تربت‌حیدریه، به بررسی متغیرهای محیطی تأثیرگذار بر انتشار جغرافیایی گونه مورد نظر با استفاده از تهیه نقشه این متغیرها در نرم‌افزار Arc GIS پرداخته شد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]

جدول ۱: متغیرهای محیطی مورد استفاده در این پژوهش همراه با علائم اختصاری‌شان

متغیر	علامت اختصاری	متغیر	علامت اختصاری
جهت	Aspect	حداکثر دمای سردترین ماه	BIO۶
شیب	Slope	دامنه سالانه دما	BIO۷
ارتفاع	Elevation	دمای متوسط پربارش‌ترین سه‌ماهه متوالی	BIO۸
شن	Sand	دمای متوسط کم‌بارش‌ترین سه‌ماهه متوالی	BIO۹
سیلت	Silt	دمای متوسط گرم‌ترین سه‌ماهه متوالی	BIO۱۰
رس	Clay	دمای متوسط سردترین سه‌ماهه متوالی	BIO۱۱
هدایت الکتریکی	EC	مجموع بارندگی سالانه	BIO۱۲
رطوبت اشباع خاک	Sp	مجموع بارندگی پربارش‌ترین ماه	BIO۱۳
میزان اسیدیته	PH	مجموع بارندگی کم‌بارش‌ترین ماه	BIO۱۴
کربن آلی	OC	تغییرات فصلی بارندگی	BIO۱۵
میانگین دمای سالانه	BIO۱	مجموع بارندگی پربارش‌ترین سه‌ماهه متوالی	BIO۱۶
میانگین دامنه دمای روزانه	BIO۲	مجموع بارندگی کم‌بارش‌ترین سه‌ماهه متوالی	BIO۱۷
همسانی دما	BIO۳	مجموع بارندگی گرم‌ترین سه‌ماهه متوالی	BIO۱۸
تغییرات فصلی دما	BIO۴	مجموع بارندگی سردترین سه‌ماهه متوالی	BIO۱۹
حداکثر دمای گرم‌ترین ماه	BIO۵		

داده‌های فیزیوگرافی

در مدل‌سازی برای تهیه نقشه‌های شیب، جهت و طبقات ارتفاعی نیاز به نقشه DEM است. نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع استخراج شده از مدل رقومی ارتفاع به‌عنوان متغیرهای پیش‌بینی کننده پراکنش پوشش گیاهی در مدل استفاده می‌شوند. در این پژوهش نقشه مدل رقومی ارتفاع از سایت داده‌های اقلیم جهان اخذ شد و با استفاده از آن در نرم‌افزار ARC-MAP$_{Ver.10.5}$ نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع تهیه گردید.

داده‌های خاک‌شناسی

در این پژوهش از اطلاعات پروفیل‌های خاک موجود در اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خراسان رضوی و جهاد کشاورزی شهرستان استفاده گردید. اطلاعات مربوط به ۱۲۷ پروفیل خاک جمع‌آوری شد که با انجام میان‌یابی‌های مناسب نقشه‌های مربوط به متغیرهای خاک‌شناسی تهیه گردید. متغیرهای خاک وارد شده در این پژوهش شامل درصد شن، درصد سیلت، درصد رس، میزان اسیدیته خاک، درصد کربن آلی خاک، هدایت الکتریکی و درصد رطوبت اشباع خاک است. جهت میان‌یابی از روش کریجینگ استفاده شد و به‌منظور انتخاب بهترین روش میان‌یابی از شاخص‌های میانگین قدرمطلق خطا (MAE)، میانگین انحراف خطا (MBE) و خطای مجذور میانگین (RMSE) استفاده گردید که فرمول‌های مربوط به این شاخص‌ها در روابط زیر درج گردیده است.

رابطه (۱):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n}(Z^*(X_i) - Z(X_i))^2}$$

رابطه (۲):

$$MAE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n}|(Z^*(X_i) - Z(X_i))|$$

رابطه (۳):

$$MBE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n}(Z^*(X_i) - Z(X_i))$$

در رابطه‌های فوق $Z^*(X_i)$ مقدار پیش‌بینی‌شده، $Z(X_i)$ مقدار واقعی و n تعداد داده‌ها می‌باشد.

MAE معرف دقت روش و مقدار متوسط خطا است که هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد، بهتر است. MBE نشانگر میانگین انحراف خطا است و هر چه کمتر باشد بهتر است. به‌طورکلی هر قدر مقدار این دو معیار و همچنین مقدار RMSE کمتر باشد، صحت روش بیشتر است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]

داده‌های اقلیم

لایه‌های اقلیمی مورد استفاده در این پژوهش شامل نوزده متغیر است که از سایت داده‌های اقلیم جهان به دست آمده است. داده‌های موجود در این پایگاه به شکل رستری و با قدرت تفکیک مکانی جغرافیایی ۳۰ آرک-ثانیه در دسترس هستند. پس از دریافت اطلاعات اقلیمی مورد نیاز، این اطلاعات به سیستم مختصات مکانی UTM تبدیل شدند و سپس ابعاد پیکسل آن‌ها از حالت جغرافیایی به مکانی (اندازه پیکسل ۵۰۰ متر) تبدیل گردید.

مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی

تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی یک مدل آماری است که توسط نرم‌افزار Biomapper اجرا می‌شود. این نرم‌افزار قادر است که وضعیت تمام متغیرها را در تمامی نقاط حضور گونه با یکدیگر مقایسه کرده و درنهایت مطلوب‌ترین وضعیت را در نظر گرفته و بخش‌هایی از منطقه را به‌عنوان بهترین رویشگاه (رویشگاه بالقوه) برای گونه مورد نظر به‌صورت نقشه ارائه دهد (۱۷). در این بخش لایه‌های محیطی آماده ورود به نرم‌افزار Biomapper جهت اجرای مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی می‌باشند.

پس از ورود لایه‌های محیطی به نرم‌افزار Biomapper که شامل ۲۹ متغیر محیطی و ۳۴ نقطه حضور است، در گام اول، این لایه‌ها برای اطمینان از نرمال بودن و یکنواخت بودن توزیع‌شان مورد آزمون قرار گرفتند. زیرا روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی تا حد زیادی به نرمال بودن داده‌های اولیه نیازمند است و رعایت نکردن این اصل باعث بروز خطا در نتایج نهایی و کاهش دقت و صحت مدل می‌شود. در گام بعدی، همبستگی میان متغیرها به‌وسیله نرم‌افزار Biomapper مورد آزمون قرار گرفت؛ زیرا Biomapper به متغیرهایی نیاز دارد که همبستگی بالایی با یکدیگر نداشته باشند. در غیر این صورت، متغیرهایی که همبستگی بالاتر از ۸۵ درصد با یکدیگر دارند با یک وزن وارد مدل می‌شوند و یکی از دو متغیر باید از تجزیه و تحلیل حذف شود. در نرم‌افزار Biomapper از تابع Correlation Matrix برای اجرای ماتریس همبستگی استفاده می‌شود.

روش‌های اعتبارسنجی و ارزیابی مدل‌ها

روش‌های آماری مختلفی برای اعتبارسنجی مدل‌های تناسب زیستگاه وجود دارد؛ مانند نمودار ROC، آماره کاپا و شاخص بویس. در این پژوهش که با استفاده از مدل ENFA صورت می‌گیرد، ارزیابی با استفاده از آزمون Cross validation - و با استفاده از شاخص Boyce انجام می‌گیرد. در این قسمت توضیحات مختصری درباره این روش‌ها بیان می‌گردد.

برای محاسبه شاخص بویس از آزمون Cross-validation استفاده می‌شود. این آزمون مجموعه داده‌های حضور گونه را به k زیرمجموعه با اندازه یکسان تقسیم می‌کند. ۱۰ زیرمجموعه نمونه‌گیری می‌شوند و آخرین زیرمجموعه برای ارزیابی نتایج استفاده می‌شود. از این ۱۰ زیرمجموعه تعداد سلول‌هایی که در هر طبقه (bin) می‌افتد، محاسبه می‌شود. هر bin بخشی از مساحت نقشه (A_i) و بخشی از سلول‌های موجود برای معتبرسازی (N_i) که همان نقاط حضور هستند را شامل می‌شود. برای سلول‌های فراوانی تنظیم شده بر اساس سطح که در هر طبقه (bin) قرار می‌گیرد، $F_{i=\frac{N_i}{A_i}}$ محاسبه می‌شود. همبستگی با روش اسپیرمن بین F_i و i (هر یک از bin ها) مقدار نمایه Boyce را محاسبه می‌کند که مهم‌ترین شاخص ارزیابی نقشه تولید شده می‌باشد. مقدار شاخص Boyce بین ۱+ و ۱- متغیر است.

نتایج

در این پژوهش به‌منظور مدل‌سازی رویشگاه بالقوه گونه زنبق گل‌چمنی در شهرستان تربت‌حیدریه، به بررسی متغیرهای محیطی تأثیرگذار بر انتشار جغرافیایی گونه مورد نظر با استفاده از تهیه نقشه این متغیرها در نرم‌افزار Arc GIS پرداخته می‌شود. در این مطالعه از ۲۹ متغیر محیطی استفاده گردید. در این فصل از پژوهش نقشه‌های متغیرهای محیطی مورد استفاده در مدل ارائه می‌گردد.

با اجرای آنالیز ENFA خروجی‌های مختلفی به دست می‌آید که ماتریس همبستگی به‌عنوان اولین خروجی است که پس از حذف متغیرهایی که دارای بیش از ۸۵ درصد همبستگی بودند، ماتریس نهایی مطابق جدول ۲ ارائه

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]

گردید. در جدول ماتریس همبستگی از علائم اختصاری متغیرهای باقیمانده در مدل (در جدول ۱ نام متغیرهای محیطی و علائم اختصاری آن‌ها ذکر شده) استفاده گردید. چنانچه اشاره گردید متغیرهایی که دارای بیش از ۸۵ درصد همبستگی بودند، از فرآیند مدل‌سازی حذف شدند. یکی دیگر از خروجی‌های این مدل ماتریس امتیازات است که در جدول ماتریس امتیازات یعنی جدول (۳) متغیرهای محیطی بر اساس اهمیت نشان داده شده‌اند. این جدول سهم هر متغیر را در توزیع جغرافیایی گونه زنبق گل چمنی در شهرستان تربت‌حیدریه نشان می‌دهد. در جدول ماتریس امتیازات مربوط به گونه زنبق گل چمنی اولین ستون فاکتور حاشیه‌گرایی است. سایر ستون‌ها برابر با فاکتورهای تخصص‌گرایی هستند. ردیف‌ها در این ماتریس بیانگر میزان اهمیت متغیرهای زیست‌محیطی در ساخت فاکتورها هستند.

جدول۲: ماتریس همبستگی

bio۱۴	bio۱۹	bio۷	bio۸	Clay	bio۱	bio۱۲	bio۱۵	bio۲	bio۳	bio۴	Elevation	Aspect	OC	Sand	Sp	EC	PH	Slope Silt
۱																		
-۰/۳۸	۱																	
۰/۵۸	-۰/۵۸	۱																
-۰/۷۴	۰/۳۹	-۰/۵۴	۱															
-۰/۶۴	۰/۵۵	-۰/۴۸	۰/۶۳	۱														
-۰/۷۸	۰/۳۳	-۰/۸	۰/۷۹	۰/۵۹	۱													
۰/۷۶	-۰/۰۴	۰/۴۷	-۰/۷۸	-۰/۵۴	-۰/۸	۱												
-۰/۷۷	۰/۶۲	-۰/۷۳	۰/۷۵	۰/۶۶	۰/۸	-۰/۶۹	۱											
۰/۲۹	-۰/۰۴	۰/۷۳	-۰/۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵	۰/۲۷	-۰/۳۱	۱										
-۰/۵۷	۰/۶۹	-۰/۶۳	۰/۵۳	۰/۷۲	۰/۵۷	-۰/۴۱	۰/۶۷	-۰/۰۹	۱									
-۰/۲۱	-۰/۰۲	۰/۵	۰/۳	۰/۲۵	-۰/۰۳	-۰/۲۹	۰/۰۸	۰/۷۱	۰/۰۱	۱								
۰/۶۹	-۰/۲۱	۰/۸	-۰/۶۷	-۰/۴۴	-۰/۸	۰/۷۸	-۰/۷۱	۰/۷۲	-۰/۴۳	۰/۲۴	۱							
-۰/۱۵	۰/۲۹	-۰/۲۶	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۱۵	-۰/۰۳	۰/۲۲	-۰/۱۱	۰/۲	-۰/۱	-۰/۱۳	۱						
-۰/۳۷	۰/۲۸	-۰/۰۷	۰/۳۵	۰/۶۵	۰/۲۲	-۰/۲۷	۰/۳۱	۰/۱۳	۰/۳۲	۰/۳۸	-۰/۱۲	۰/۱۵	۱					
۰/۶۱	-۰/۴۳	۰/۶	-۰/۷۶	-۰/۷۱	-۰/۷۵	۰/۶۸	-۰/۶۹	۰/۱۶	-۰/۶۲	-۰/۱	۰/۶۲	-۰/۲۳	-۰/۳۵	۱				
-۰/۶۷	۰/۳۵	-۰/۵۷	۰/۸	۰/۵۳	۰/۸	-۰/۷۸	۰/۷۳	-۰/۲	۰/۵۱	۰/۱۹	-۰/۶۹	۰/۱۶	۰/۲۴	-۰/۷۹	۱			
-۰/۶۳	۰/۳۲	-۰/۵	۰/۷۷	۰/۵۹	۰/۷۶	-۰/۷۲	۰/۶۷	-۰/۲۲	۰/۴۸	۰/۲۲	-۰/۶۷	۰/۱۲	۰/۳۲	-۰/۷۷	۰/۷۶	۱		
-۰/۲۷	۰/۳۲	-۰/۴۶	۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۳۱	-۰/۰۷	۰/۳۱	-۰/۵	۰/۱۶	-۰/۲۶	-۰/۳۸	۰/۲۵	۰/۲	-۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۳۳	۱	
-۰/۵۵	۰/۳۱	-۰/۶۲	۰/۶۹	۰/۶۳	۰/۶۳	-۰/۶۳	۰/۶۱	-۰/۲۷	۰/۵۴	-۰/۰۴	-۰/۶۵	۰/۲۲	۰/۲۲	-۰/۸	۰/۷۶	۰/۷۴	۰/۱۵	۱
۰/۳	-۰/۰۱	۰/۵۷	-۰/۲۶	-۰/۰۹	-۰/۵۳	۰/۳۷	-۰/۳۳	۰/۶۸	-۰/۱۲	۰/۴۳	۰/۶۳	-۰/۰۸	۰/۱	۰/۲۲	-۰/۲۵	-۰/۲۷	-۰/۳۲	-۰/۳۱

بر اساس جدول (۳) ماتریس امتیازات، عامل اول در آنالیز ENFA، ۱۰۰ درصد حاشیه‌گرایی و ۷۸ درصد تخصص‌گرایی را نشان می‌دهد. عامل دوم ۱۳ درصد، عامل سوم ۴ درصد، عامل چهارم ۲ درصد، عامل پنجم ۱ درصد، عامل ششم ۱ درصد و عامل هفتم نیز ۱ درصد تخصص‌گرایی گونه را در منطقه نشان می‌دهد. مقادیر مثبت حاشیه‌گرایی (ستون اول) نشان‌دهنده این است که گونه تمایل به زیستن در حدی بالاتر از میانگین آن عامل در محیط را دارد و مقادیر منفی حاشیه‌گرایی بیانگر تمایل گونه به زیستن در مقادیر کمتری از آن عامل در محیط است. با توجه به این جدول متغیرهای آزیموت جهت جغرافیایی، هدایت الکتریکی، دامنه تغییرات سالانه دما، همسانی دما (شاخص Isothermality)، درصد سیلت، میزان کربن، میانگین دامنه دمای روزانه و مجموع بارندگی سردترین سه‌ماهه متوالی مهم‌ترین عوامل در انتخاب رویشگاه گونه زنبق گل‌چمنی در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. با توجه به جدول ۷۸ درصد از تغییرات پوشش گیاهی توسط عامل اول و ۱۳ درصد از این تغییرات توسط عامل دوم قابل توجیه است و درمجموع ۹۱ درصد تغییرات پوشش گیاهی توسط دو مؤلفه اول و دوم قابل توجیه هستند.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]

جدول۳: ماتریس امتیازات حاصل از مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی

عوامل محیطی	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	عامل ششم	عامل هفتم
جهت	-۰/۴۴	-۰/۰۱	-۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۸	-۰/۰۳
هدایت الکتریکی	-۰/۳۵	-۰/۱۶	-۰/۲۶	-۰/۵۴	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۲۰
دامنه سالانه دما	-۰/۳۳	-۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۰۳	-۰/۰۴	۰/۲۰	۰/۴۸
همسانی دما	۰/۳۳	۰/۰۳	-۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۴	-۰/۱۹	۰/۳۶
درصد سیلت	-۰/۳۰	۰/۰۲	-۰/۳۰	۰/۴۹	-۰/۳۵	-۰/۴۰	۰/۱۰
میزان کربن	۰/۲۷	۰	-۰/۰۸	-۰/۰۴	-۰/۰۸	-۰/۰۲	۰/۰۲
میانگین دمای روزانه	-۰/۲۴	-۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۱۷	-۰/۲۱	۰/۰۵	-۰/۱۴
مجموع بارش سردترین سه‌ماهه متوالی	۰/۲۴	-۰/۰۶	۰/۰۷	-۰/۰۲	-۰/۲۰	۰/۰۸	-۰/۱۲
شیب	-۰/۲۴	-۰/۰۲	۰	۰/۰۹	-۰/۰۲	۰/۱۹	۰/۰۸
میانگین دمای سالانه	۰/۰۹	-۰/۸۴	-۰/۲۲	-۰/۰۵	-۰/۷۰	۰/۶۷	۰/۱۲
تغییرات فصلی دما	-۰/۱۸	۰/۱۲	-۰/۰۱	۰/۰۴	-۰/۰۶	-۰/۰۱	۰/۰۲
تغییرات فصلی بارندگی	۰/۱۸	۰/۰۴	-۰/۰۱	۰/۱۲	-۰/۱۲	۰/۲۱	۰/۱۸
رطوبت اشباع خاک	-۰/۱۳	-۰/۰۲	۰/۱۰	-۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱۲	-۰/۲۹
دمای متوسط- پربارش‌ترین سه‌ماهه متوالی	-۰/۰۷	۰/۴۳	۰/۶۱	-۰/۳۲	۰	-۰/۴۳	-۰/۰۳
میزان اسیدیته	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۱۸	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۵
ارتفاع	-۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۰۲	-۰/۱۱	۰/۰۵	-۰/۰۸
مجموع بارندگی- کم‌بارش‌ترین ماه	-۰/۱۰	۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۱۴	-۰/۱۱	-۰/۰۳	-۰/۳۸
درصد شن	۰/۰۶	۰/۰۶	-۰/۳۸	-۰/۱۵	-۰/۲۲	-۰/۰۱	-۰/۱۲
مجموع بارندگی سالانه	۰/۰۳	-۰/۰۴	-۰/۴۱	-۰/۴۱	-۰/۳۳	۰/۰۹	۰/۳۶
درصد رس	۰/۰۱	۰/۱۳	-۰/۲۰	-۰/۱۷	۰/۲۸	۰/۰۳	-۰/۳۵
حاشیه‌گرایی	٪۱۰۰	-	-	-	-	-	-
تخصص گرایی	(٪۷۸)	(٪۱۳)	(٪۴)	(٪۲)	(٪۱)	(٪۱)	(٪۱)

در جدول (۴) مقادیر شاخص‌های حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری منتج از مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی برای گونه زنبق گل‌چمنی در منطقه مورد مطالعه ارائه شده است.

جدول ۴: نتایج نمایه‌های مدل تحلیل عاملی آشیان

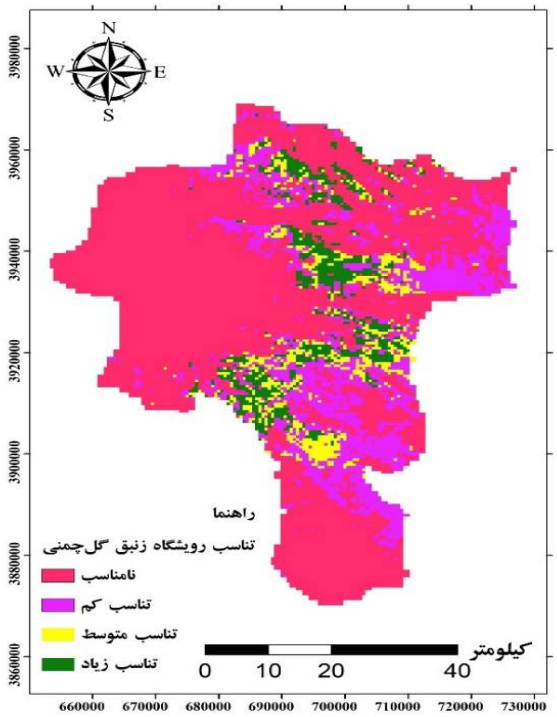
عامل	امتیاز
حاشیه‌گرایی	۰/۵۳۶
تخصص‌گرایی	۱۰/۰۱۵
تحمل‌پذیری	۰/۱

نقشه تناسب رویشگاه زنبق گل‌چمنی

پس از انجام مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی نقشه مطلوبیت زیستگاه گونه زنبق گل‌چمنی با استفاده از الگوریتم میانگین هندسی فاصله به دست آمد. این نقشه به‌صورت یک فایل رستری که حاوی مقادیر صفر تا صد بود، تهیه شد. سپس به‌منظور درک بهتر، نقشه تهیه شده به چهار طبقه نامناسب، تناسب کم، تناسب متوسط و تناسب زیاد طبقه‌بندی شد. شکل (۲) نقشه تناسب رویشگاه گونه زنبق گل‌چمنی را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. مساحت طبقات تناسب رویشگاه بر اساس میزان تناسب برای گونه زنبق گل‌چمنی در منطقه مورد مطالعه در جدول (۵) آمده است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]



شکل ۲: نقشه تناسب رویشگاه گونه زنبق گل‌چمنی در منطقه مورد مطالعه

جدول ۵: تفکیک مساحت طبقات تناسب رویشگاه بر اساس میزان تناسب برای گونه زنبق گل‌چمنی

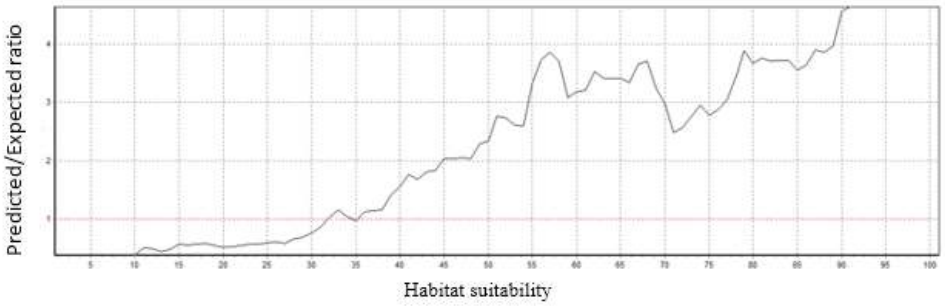
طبقات	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
نامناسب	۲۴۲۹۷۵	۶۶/۱۶
تناسب کم	۷۳۸۲۵	۲۰/۱
تناسب متوسط	۲۴۲۰۰	۶/۶
تناسب زیاد	۲۶۲۰۰	۷/۱۴

ارزیابی صحت مدل

در این پژوهش صحت نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه با استفاده از آزمون Cross-validation و با استفاده از شاخص Boyce انجام گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که نقشه تولید شده با میانگین هندسی فاصله دارای بالاترین صحت است و شاخص بویس برای نقشه تولید شده به روش میانگین هندسی فاصله برابر با ۰/۹۴ بود که درنتیجه صحت مدل بسیار خوب ارزیابی می‌شود. چنانچه ذکر شد نقشه تولید شده با میانگین هندسی فاصله دارای بالاترین صحت است پس از آن نقشه‌های تولید شده‌ی الگوریتم هارمونیک فاصله و الگوریتم حداقل فاصله بهترتیب با شاخص‌هایی برابر با ۰/۷۹ و ۰/۶۷ قرار می‌گیرند. برای بررسی اعتبار مدل‌های مطلوبیت زیستگاه مبتنی بر داده‌های فقط حضور از نمودار فراوانی تنظیم شده بر اساس سطح و شاخص پیوسته بویس استفاده شد. شکل (۳) منحنی به‌دست آمده از روش میانگین هندسی فاصله را نمایش می‌دهد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]



شکل ۳: منحنی P/E (مقادیر پیش‌بینی شده به قابل انتظار) حاصل از الگوریتم میانگین هندسی فاصله

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب زیستگاه زنبق گل‌چمنی بود تا به وسیله آن بتوان نقشه رویشگاه بالقوه گونه زنبق گل‌چمنی را در شهرستان تربت‌حیدریه با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی تهیه کرد. با استفاده از مدل‌سازی با روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی عوامل مؤثر بر انتخاب زیستگاه زنبق گل‌چمنی تعیین و همچنین نقشه رویشگاه بالقوه این گونه تهیه گردید؛ به بیانی دیگر نتایج این پژوهش نشان داد که مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی با وجود آنکه تنها از داده‌های حضور استفاده می‌کند، می‌تواند روش مفیدی جهت پیش‌بینی رویشگاه مطلوب گونه زنبق گل‌چمنی در شهرستان تربت‌حیدریه باشد. با توجه به اینکه در این پژوهش شاخص بویس برای نقشه مطلوبیت رویشگاه زنبق گل‌چمنی برابر با ۰/۹۴ به‌دست آمد. درنتیجه می‌توان بیان نمود که مدل‌های توزیع گونه با دقت قابل قبولی کارایی لازم را در برآورد پراکنش گونه داشته است. دقت مدل‌سازی در روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در مقایسه با روش‌های وابسته به داده‌های حضور و عدم حضور نظیر مدل خطی تعمیم‌یافته، مدل افزایشی تعمیم‌یافته و رگرسیون درختی بیشتر است؛ چرا که در پاره‌ای اوقات، نظیر زمانی که مشاهده حضور گونه دشوار است و یا بنا به دلایل تاریخی حتی در صورت مناسب بودن زیستگاه، گونه حضور ندارد و یا اینکه زیستگاه حقیقتاً برای گونه نامساعد است، استفاده از داده‌های عدم حضور می‌تواند در نتایج اریب ایجاد کند و درنتیجه استفاده از روش‌هایی مبتنی بر نقاط حضور، نتیجه مطلوب‌تری خواهد داشت (۲۹).

در این پژوهش میزان عامل حاشیه‌گرایی برای گونه زنبق گل‌چمنی ۰/۵۳۶ محاسبه شد که نشان‌دهنده این است که گونه تمایل به رویش در مرکز متغیرهای زیستگاهی دارد و تمایلی به رویش در زیستگاه‌های کرانه‌ای ندارد؛ به عبارت دیگر گونه تمایل دارد در شرایط میانگین منطقه مورد مطالعه زیست کند و هیچ تفاوتی بین میانگین زیستگاه موجود و زیستگاه گونه وجود ندارد. دومین عامل آشیان بوم‌شناختی عامل تخصص‌گرایی است که مقدار تخصصی بودن گونه را در محدوده منابع مورد استفاده خود در محیط نشان می‌دهد. مقدار تخصص‌گرایی از یک تا بی‌نهایت متغیر است. مقدار عامل تخصص‌گرایی گونه زنبق گل‌چمنی در این پژوهش ۱۰/۰۱۵ است که مقدار زیاد آن بیانگر این مطلب است که این گونه یک گونه تخصصی است و نسبت به شرایط خاصی از متغیرهای محیطی تخصص پیدا کرده است و گونه در شرایط خاصی از محیط قادر به زیستن است. با توجه به مقدار تحمل‌پذیری کل در مورد گونه زنبق گل‌چمنی که ۰/۱ به‌دست آمد نشان‌دهنده این است که گونه زنبق گل‌چمنی بردباری بوم‌شناختی محدودی نسبت به تغییر شرایط محیطی منطقه مورد مطالعه را دارا است و یا گونه‌ای است که دارای میدان اکولوژیک کم‌عرض است و دامنه خاصی از متغیرهای محیطی را در محدوده منطقه مورد مطالعه تحمل می‌کند.

نتایج این مدل نشان می‌دهد که متغیرهای آزیموت جهت جغرافیایی، هدایت الکتریکی، دامنه سالانه دما،

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]

همسانی دما (شاخص ایزوترمالیتی)، درصد سیلت، میزان کربن، میانگین دامنه دمای روزانه و مجموع بارندگی سردترین سه‌ماهه متوالی مهم‌ترین عوامل در انتخاب رویشگاه گونه زنبق گل‌چمنی در منطقه مورد مطالعه هستند. در این پژوهش جهت جغرافیایی به‌عنوان مؤثرترین متغیر محیطی بر رویشگاه زنبق گل‌چمنی معرفی گردید. مطالعات بسیاری مؤید تأثیر جهت جغرافیایی بر پراکنش پوشش گیاهی است (۲۰، ۲۷ و ۶). جهت جغرافیایی بر مقدار آب در دسترس گیاه، درجه حرارت خاک و میزان نور دریافتی توسط گیاه اثرگذار است. از سوی دیگر تفاوت در شدت تابش نور در جهت‌های مختلف یک دامنه، سبب ایجاد تغییرات اقلیمی محلی در آن دامنه می‌شود (۲۰). هدایت الکتریکی در دومین درجه اهمیت توزیع گونه زنبق گل‌چمنی در منطقه مورد مطالعه معرفی گردید. تقریباً در نتایج تمامی مطالعاتی که با روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی انجام شده، متغیر هدایت الکتریکی به‌عنوان یک متغیر مهم در پراکنش گونه‌های گیاهی حضور داشته است. پژوهش‌های بسیاری نیز نشان‌دهنده تأثیر هدایت الکتریکی بر پراکنش پوشش گیاهی است که می‌توان به این موارد اشاره کرد (۶، ۱۸، ۲۰ و ۲۷).

بعد از متغیرهای آزیموت جهت جغرافیایی و هدایت الکتریکی که بهترتیب اولین و دومین عامل تأثیرگذار بر پراکنش گونه زنبق گل‌چمنی در این پژوهش می‌باشند، متغیر اقلیمی دامنه سالانه دما به‌عنوان سومین عامل مؤثر بر پراکنش گونه در شهرستان تربت‌حیدریه است. در پژوهشی که نقی‌پور برج و همکاران (۲۰۱۸) به‌منظور پیش‌بینی اثر تغییر اقلیم بر توزیع جغرافیایی بنه در منطقه زاگرس مرکزی انجام دادند، به این نتیجه دست یافتند که متغیرهای اقلیمی میزان بارش سالیانه (BIO۱۲) و دامنه سالانه دما (BIO۷) با یکدیگر در حدود ۸۱/۸ درصد تغییرات پراکنش گونه بنه را توجیه نمودند و بیشترین سهم را در تعیین مطلوبیت رویشگاه داشتند. سایر متغیرهای اقلیمی تأثیرگذار بر پراکنش گونه زنبق گل‌چمنی بهترتیب شامل همسانی دما، میانگین دامنه دمای روزانه و مجموع بارندگی سردترین سه‌ماهه متوالی است. سنگونی و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی عوامل اقلیمی مؤثر در توزیع جغرافیایی گونه علف پشمکی در منطقه غرب اصفهان پرداختند. این عوامل اقلیمی ۱۹ متغیر بیواقلیمی ذکر شده در جدول ۳ بودند. نتایج نشان داد که متغیرهای میانگین دامنه دمای روزانه (هفتمین عامل مؤثر بر پراکنش گونه زنبق گل‌چمنی) با ۳۷ درصد و همسانی دما (چهارمین عامل مؤثر بر پراکنش گونه زنبق گل‌چمنی) با ۱۲ درصد بر پراکنش گونه علف پشمکی در منطقه غرب اصفهان مؤثر هستند. در واقع دو متغیر بیواقلیمی ۲ و ۳ در کنار هم ۴۹ درصد از چگونگی حضور گیاه علف پشمکی را توجیه می‌کنند.

درصد سیلت خاک دیگر عامل مؤثر بر پراکنش گونه زنبق گل‌چمنی می‌باشد. خلاصی‌اهوازی و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی که با استفاده از روش‌های Maxent و ENFA انجام دادند، درصد سیلت خاک را از عوامل محیطی مؤثر در پراکنش گونه‌های *Artemisia aucheri* و *Artemisia siseberi* در شمال سمنان معرفی کردند که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر پراکنش گونه زنبق گل‌چمنی کربن آلی می‌باشد. در پژوهشی که واله و همکاران (۲۰۱۱) به منظور تعیین زیستگاه مناسب برای گونه *Zostera noltii* با استفاده از مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) و عمق‌سنجی LiDAR (یکی از فناوری‌های سنجش از دور) انجام دادند، یکی از متغیرهای محیطی اصلی در پراکنش گونه *Zostera noltii* را درصد محتوای مواد آلی بیان کردند. در پژوهش دیگری که بیدگاین و همکاران (۲۰۱۵) انجام دادند، محتوای مواد آلی یکی از عوامل مؤثر بر حضور گونه *R.decussatus* شناخته شد. آن‌ها به این نتیجه دست یافته بودند که متغیرهای عمق و سرعت جریان و پس از آن متغیرهای درصد شن، شوری و محتوای مواد آلی در حضور گونه فوق مؤثر بوده‌اند. زارع‌چاهوکی و عباسی (۲۰۱۷) پژوهشی را به منظور تعیین مطلوبیت رویشگاه *stipa barbata* با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در مراتع طالقان میانی انجام دادند که متغیر محیطی ماده آلی از جمله متغیرهای محیطی اصلی شناسایی گردید و بدین ترتیب نتایج آن‌ها با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]

برای ارزیابی دقت مدل پیش‌بینی برای رویشگاه گونه مورد مطالعه از شاخص بویس استفاده گردید که شاخص بویس برای نقشه تولید شده به روش میانگین هندسی فاصله برابر با ۹۴٪ بود که درنتیجه صحت مدل بسیار خوب ارزیابی می‌شود. نتایج این مطالعه می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی برای حفاظت، بهره‌برداری و احیاء گونه زنبق گل‌چمنی مورد استفاده قرار گیرد. درنهایت می‌توان بیان نمود که مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی با دقت خوبی می‌تواند در پیش‌بینی پراکنش گونه زنبق گل‌چمنی در منطقه مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفته و نتایج حاصله می‌تواند در مطالعات مختلف مدیریت مراتع مورد استغاده قرار گیرد.

کمی‌سازی روابط بین گونه و محیط زیست بنیاد مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه می‌باشد. استفاده از روش‌های مدل‌سازی رویشگاه به عنوان روش‌های نوین مدیریتی جهت توصیه مناطق مناسب برای کاشت گونه‌های با ارزش مهم می‌باشد. به دلیل کمبود مطالعات در زمینه شایستگی رویشگاه به منظور تهیه نقشه مطلوبیت رویشگاه، استفاده از روش‌های نوین مدل‌سازی می‌تواند سبب ایجاد رویکردی جدید در مدیریت مراتع شود و از این مطالعات مدل‌سازی می‌توان جهت شناسایی مناطق مستعد جهت احیاء، اصلاح و توسعه مراتع بهره برد. با توجه به وضعیت نامطلوب مراتع و نیاز به انجام اقدامات اصلاحی، می‌توان با استفاده از روش‌های مدل‌سازی زیستگاه مناطق مناسب برای گونه‌های گیاهی را شناسایی کرد و تا حدودی به وضعیت فعلی مراتع سامان بخشید. بدین جهت پیشنهاد می‌شود که در عملیات مدیریت مراتع و مرتع‌داری از روش‌های مدل‌سازی استفاده شود.

تفسیر عوامل حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری در مورد گونه زنبق گل‌چمنی نشان داد که این گونه تمایل به رویش در مرکز متغیرهای زیستگاهی دارد و همچنین یک گونه تخصصی است و نسبت به شرایط خاصی از متغیرهای محیطی تخصص پیدا کرده است و دامنه خاصی از متغیرهای محیطی را در محدوده منطقه مورد مطالعه تحمل می‌کند. تحلیل نتایج نشان داد که متغیرهای آزیموت جهت جغرافیایی، هدایت الکتریکی، دامنه سالانه دما، همسانی دما (شاخص ایزوترمالیتی)، درصد سیلت، میزان کربن، میانگین دامنه دمای روزانه و مجموع بارندگی سردترین سه‌ماهه متوالی مهم‌ترین عوامل در انتخاب رویشگاه گونه زنبق گل‌چمنی در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. در واقع این متغیرها بیشترین تأثیر را بر پراکنش گونه زنبق گل چمنی در شهرستان تربت‌حیدریه دارند. از بین متغیرهای فیزیوگرافی، متغیر جهت جغرافیایی و از متغیرهای خاک، هدایت الکتریکی، درصد سیلت و میزان کربن آلی بیشترین تأثیر را بر پراکنش گونه زنبق گل‌چمنی داشته‌اند. همان‌طور که از نتایج مشخص است در منطقه مورد مطالعه متغیرهای اقلیمی مربوط به دما در پراکنش این گونه مؤثرتر از متغیرهای اقلیمی مربوط به بارندگی هستند. چنان که در نتایج مدل دیده می‌شود، از بین چهار متغیر اقلیمی مهم بر پراکنش گونه زنبق گل‌چمنی در منطقه مورد مطالعه سه متغیر مربوط به دما و تنها یک متغیر مربوط به بارندگی می‌باشد.

References

1. Alikhah Asl, M., M. Moameri, D. Naseri & S. Meftahi, 2021. Land suitability classification for development of Ziziphora tenuior using ANP Fuzzy at Ardabil province, Iran. Journal of Rangeland, 15(1): 156-167.
2. Azimi, M.H., B. Moradi Ashoor & A. Hosseini Niya, 2011. Genetic Variation and heritability of several traits in wild Iranian Iris species. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 19(1): 153-166.
3. Azizi Kalesar, M., M. Moameri, A. Ghorbani, L. Khalasi Ahvazi, M. Fathi & S. Samadi, 2021. Habitat assessment for Vaccinium arctostaphylos L. by logistic regression method in the rangelands of Namin-Ardabil. Journal of Rangeland, 15(3): 522-533.
4. Bagheri H, Ghorbani A, Zare Chahouki M, Jafari A, Sefidi K. Modelling spatial distribution of Limonium iranicum and Aeluropus littoralis species by logistic regression method: a case study of Meighan playa rangelands. Journal of Rangeland, 13(4): 560-570.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]

5. Behmanesh, B., E. Tabasi, A. Fakhireh & L. Khalasi Ahvazi, 2019. Modeling the distribution of medicinal plant species of Thymus kotschyanus and Achillea millefolium using ENFA and Logistic Regression. PEC, 6(13): 91-120.
6. Bidegain, G., J.F. Barcena, A. Garcia & J.A. Juanes, 2015. Predicting coexistence and predominance patterns between the introduced Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) and the European native clam (*Ruditapes decussatus*). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 152: 162-172.
7. Borna, F., R. Tamartash, M. Tatian & V. Gholami, 2017. Habitat potential modeling of Astragalus gossypinus using ecological niche factor analysis and logistic regression (Case study: summer rangelands of Baladeh, Nour). Journal of RS and GIS for Natural Resources, *7*(4): 45-61.
8. Borna, F., R. Tamartash, M. R. Tatian & V. Gholami, 2020. Predicting distribution habitat of Artemisia aucheri using Ecological Niche Factor Analysis (Case study: Summer Rangeland of Baladeh, Nour). Iranian Journal of Range and Desert Research, 27(1): 98-111.
9. Chytry, M. 2000. Formalized approaches to phytosociological vegetation classification. *Preslia*, 72(1): 1-29.
10. forouzeh M R, Heshmati G, Barani H. Feasibility Study of Preparing Prediction Map of the Possibility of Presence of Some Important Range Species in Zagros Rangeland. Journal of Plant Ecosystem Conservation, 5(10): 53-74.
11. Franklin, J. & J.A. Miller, 2010. Mapping species distributions: spatial inference and prediction. Cambridge University Press, 320 P.
12. Ghafari, S., A. Ghorbani, M. Moameri, R. Mostafazadeh & M. Bidar Lord, 2021. Floristic diversity and distribution patterns along an elevational gradient in the northern part of the Ardabil province rangelands, Iran. Mountain Research and Development, 40(1):R37-R47.
13. Guo, C.X., Y. Zhou, Y.F. Dong, F. Z. Chen, J. Tong, Z. F. Tong, H. L. Xu. & Q. Tan, 2013. Introduction and drought-resistance evaluation of ten iris species. Acta Horticulturae, 977: 75-82.
14. Gintzburger, G. K. N. Toderich, B. K. Mardonov & M. M. Mahmudov, 2003. Rangelands of the arid and semi-arid zones in Uzbekistan: Editions Quae, 426 P.
15. Khalasi Ahwazi, L., M.A., Zare Chahouki & S.Z. Hosseini, 2015. Modeling geographic distribution of Artemisia sieberi and Artemisia aucheri using presence-only modelling methods (MAXENT & ENFA). Journal of Renewable Natural Resources Research, 6(1): 57-74.
16. Li, J. & D.W. Hilbert, 2008. LIVES: a new habitat modelling technique for predicting the distribution of species' occurrences using presence-only data based on limiting factor theory. Biodiversity and Conservation, 17(13): 3079-3095.
17. Liu, C., M. White & G. Newell, 2013. Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. Journal of biogeography, 40(4): 778-789.
18. Naghipour Borj, A.A., M. Haidarian-Aghakhani & H. Sangoony. 2019. Predicting the impact of climate change on the distribution of Pistacia atlantica in the Central Zagros. Predicting the impact of climate change on the distribution of Pistacia atlantica in the Central Zagros, 6(13): 197-214
19. Piri Sahragard, H., & M.A. Zare Chahouki, 2017. Evaluation of artificial neural network capability in preparation of the predictive map of plant habitat distribution (Case study: Poshtkouh rangelands of Yazd province). Journal of Plant Ecosystem Conservation, 5(10) :213-228
20. Rezaei, S., S. Nadert, P. Karami, & Hoshyar, F. 2021. Evaluation Ecological Niche Factor Analysis in Modeling Suitability Habitat of Boar (Sus Scrofa, Linnaeus, 1758) in Arak Jassib Wildlife. Human & Environment, 19(1): 75-87.
21. Safaei M, M. Tarkesh Esfahani, 2013. Investigating the effect of sample size on the prediction accuracy of LR logistic regression models and ENFA ecological nest factor analysis .The first international conference on landscape ecology, 8-10 october, Isfahan university of Tecnology.
22. Safaei M, & M. Tarkesh Esfahani. 2013. Habitat protection of Ferula Ovina Boiss. as a medicine plant using habitat potential modeling (suggested model: ecological niche factor analysis). Journal of Plant Ecosystem Conservation, 1(1): 105-122
23. Sangoony, H., 2011. Determining the potential habitat of Astragalus gossypinus Fisher using ecological nest factor analysis and hierarchical analysis in Isfahan province. Master's thesis, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]

24. Sangoony, H., A. Vahabi, M. Tarkesh & S. Soltani, 2015. Investigating the climatic ecological niche of the Bromus tectorum L. in the western region of Isfahan. The Second National Congress of Biology and Natural Sciences of Iran.
25. Tarnian, F., H. Azarnivand, R. Yazdanparast, M.A. Zare Chahooki, M. Jafari & C. Kumar, 2017. Determining the most important factors affecting the distribution of the species *Daphne mucronata Royle* and modeling its potential habitats. Scientific and research Journal, 11(2): 179-193.
26. Valle, M., A. Borja, G. Chust, I. Galparsoro & J.M. Garmendia. 2011. Modelling suitable estuarine habitats for *Zostera noltii*, using ecological niche factor analysis and bathymetric LiDAR. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 94(2): 144-154.
27. Wang, G.G. 2000. Use of understory vegetation in classifying soil moisture and nutrient regimes. Forest Ecology and Management, 129(1-3): 93-100.
28. Wilson, P.D., 2011. Distance-based methods for the analysis of maps produced by species distribution models. Methods in Ecology and Evolution, 2(6): 623-633.
29. Xuezhi, W., X. Weihua, O. Zhiyun, L. Jianguo, X. Yi, C. Youping, Z. Lianjun & H. Junzhong, 2008. Application of ecological-niche factor analysis in habitat assessment of giant pandas. Acta Ecologica Sinica, 28(2): 821-828.
30. Zare Chahouki, M.A. & M. Abbasi, 2017. Modeling the habitat preference of Stipa barbata species using ecological niche factor analysis (ENFA). Natural Ecosysem of Iran, 7(4): 1-16.
31. Zare, M., A. Ghorbani, M. Moameri, H. Piri Sahragard & R. Mostafazada, 2020. Study of habitat suitability for Dorema ammoniacum establishment in Sabz Dasht rangelands of Bafgh, Yazd province. Journal of Arid Biome, 10(1), 62-77.
32. Zare chahouki, M.A. P. Karami, & Piri Sahragard, H. 2022. Ensemble Modeling Approach to Predict the Potential Distribution of Artemisia sieberi in Desert Rangelands of Yazd Province, Central Iran. Journal of Rangeland Science, 12(4), 326-340.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.5.0]