Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891

Online ISSN: 2676-5039

A Fuzzy-Based Multi-Criteria Decision Framework for Evaluating Rangeland Suitability for Beekeeping and Validating with Field Apiary Patterns

Hamid Siroosi[*1], Gholamali Heshmati[2], Abdolrasoul Salman Mahini[3]

[1]. Corresponding Author, PhD in Rangeland Science, Department of Rangeland Management, Faculty of Range and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-Mail: h.siroosi@gmail.com

[2]. Prof., Department of Rangeland Management, Faculty of Range and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

[3]. Prof., Department of Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

2026; Vol 20, Issue 4

Article history:
Received: 16.10.2025
Revised: 09.10.2026
Accepted: 12.10.2026

Keywords:
Suitability assessment, multi-criteria model, beekeeping, fuzzy logic, Jahan-Nama.

Abstract

Background and Objective: Rangelands in Iran have been degraded in recent years due to various factors, including drought, overgrazing, and inadequate management, and consequently provide limited economic returns from livestock production. Under these conditions, alternative uses of rangelands that maintain ecological sustainability while improving the livelihoods of local users are essential. Beekeeping, as a low-cost, employment-generating, and environmentally friendly activity, is considered a suitable option for the multiple-use management of rangelands. The objective of this study was to develop a comprehensive model for assessing rangeland suitability for beekeeping using fuzzy logic and to evaluate its agreement with the actual spatial distribution of apiaries.

Methodology: This study was conducted in the Jahan-Nama Protected Area, Golestan Province, Iran. First, the criteria affecting beekeeping suitability, including environmental, conservation, and accessibility factors, were identified based on scientific literature and expert knowledge. The environmental indicators included the percentage of nectar- and pollen-producing plants, flowering period, plant attractiveness, wind, temperature, humidity, and aspect. The conservation-related indicators included flood risk, distance from livestock husbandry sites, distance from tourism sites, distance from rivers, distance from power transmission lines, and soil erodibility. Distance from roads, water sources, and villages was considered in the accessibility category. Fuzzy logic was used to standardize the criteria, while Boolean logic was applied to impose constraints. The criteria were weighted using the Analytic Hierarchy Process (AHP), and the final suitability map was generated using the Weighted Linear Combination (WLC) method. Vegetation data were derived from field surveys and high-resolution satellite imagery. Existing apiary locations were also recorded through field surveys and compared with the suitability map. The Receiver Operating Characteristic (ROC) analysis was used to evaluate the spatial agreement between existing apiary locations and the predicted suitability map.

Results: The results showed that environmental criteria had the greatest influence on beekeeping suitability assessment. The sub-criterion of the "percentage of nectar- and pollen-producing plants," with a final weight of 0.196, was identified

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

as the most important factor. Of the total 15,136 ha of rangelands in the study area, approximately 366 ha were classified as highly suitable for beekeeping. The vegetation types *Onobrychis cornuta–Thymus kotschyanus* and *Festuca ovina–Onobrychis cornuta* showed the highest potential for beekeeping. The vegetation types *Juniperus excelsa–Onobrychis cornuta–Astragalus sp.* and *Stipa barbata–Onobrychis cornuta–Festuca ovina* had the largest areas classified as unsuitable, covering 5,584.77 ha and 1,095.75 ha, respectively. Comparison of existing apiary locations with the suitability map showed that approximately 74% of the apiaries were located within areas classified as highly suitable. This level of spatial agreement indicates a considerable correspondence between the model results and the actual spatial distribution of apiaries in the study area.

Conclusion: The proposed model, based on fuzzy logic and the integration of field-based and expert-derived data, provides a practical framework for sustainable rangeland planning and the development of beekeeping as an alternative livelihood. The flexibility of fuzzy logic in modifying membership functions and criterion weights enables the framework to be adapted and applied to other regions and provinces of Iran while accounting for regional ecological and management differences. Therefore, the proposed framework can serve as a useful decision-support tool for sustainable rangeland management and beekeeping development.

Cite this article: Siroosi, H., Gh. Heshmati, A. Salman Mahini, 2026. A Fuzzy-Based Multi-Criteria Decision Framework for Evaluating Rangeland Suitability for Beekeeping and Validating with Field Apiary Patterns. Journal of Rangeland, 20(4): 352-373.

© The Author(s).

DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8

Publisher: Iranian Society for Range Management

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

مـــرتـــع

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸

شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

ارائه مدل چندمعیاره فازی برای تعیین تناسب زنبورداری در مراتع و بررسی انطباق آن با الگوی زنبورداران

حمید سیروسی*[۱]، غلامعلی حشمتی[۲]، عبدالرسول سلمان ماهینی[۳]

[۱] نویسنده مسئول، دکتری علوم مرتع، گروه مدیریت مرتع، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایان‌نامه: h.siroosi@gmail.com

[۲] استاد گروه مدیریت مرتع، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

[۳] استاد گروه محیط‌زیست، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل – پژوهشی

۱۴۰۵؛ جلد ۲۰، شماره ۴

تاریخ دریافت ۱۴۰۴/۰۷/۲۴
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۵/۰۷/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۷/۲۰

واژه‌های کلیدی:
ارزیابی تناسب،
مدل چندمعیاره،
زنبورداری،
منطق فازی،
جهان‌نما.

چکیده

سابقه و هدف: مراتع کشور در سال‌های اخیر به‌دلیل عوامل مختلفی چون خشکسالی، چرای بی‌رویه و ضعف مدیریتی دچار تخریب شده‌اند و بازده اقتصادی مناسبی برای دامداری ندارند. در این شرایط، بهره‌برداری جایگزین از مراتع با هدف حفظ پایداری اکولوژیکی و ارتقاء معیشت بهره‌برداران ضروری است. زنبورداری به‌عنوان فعالیتی کم‌هزینه، اشتغال‌زا و دوستدار محیط‌زیست، یکی از گزینه‌های مناسب برای استفاده چندمنظوره از مراتع محسوب می‌شود. هدف این پژوهش، ارائه مدلی جامع برای ارزیابی تناسب زنبورداری در مراتع با استفاده از منطق فازی و بررسی انطباق آن با الگوی واقعی زنبورداران است.

مواد و روش: این مطالعه در منطقه حفاظت‌شده جهان‌نما استان گلستان انجام شد. ابتدا معیارهای مؤثر در تناسب زنبورداری شامل عوامل محیطی، حفاظتی و دسترسی، از منابع علمی و نظر خبرگان استخراج گردید. شاخص های محیطی شامل درصد گیاهان شهدزا و گرده‌زا، دوره گلدهی، جذابیت گیاهان، باد، دما، رطوبت و جهت می‌شوند. در دسته عوامل حفاظتی شاخص های ریسک سیلاب، فاصله از دامداری ها، فاصله از سایت های گردشگری، فاصله از رودخانه ها، فاصله از خطوط انتقال برق و فرسایش پذیری خاک انتخاب شدند. فاصله از جاده، فاصله از منابع آب و فاصله از روستاها نیز برای معیار دسترسی مد نظر قرار گرفتند. برای استانداردسازی معیارها از منطق فازی و برای محدودیت‌ها از منطق بولین استفاده شد. وزن‌دهی معیارها با روش تحلیل سلسله مراتبی (Analytic Hierarchy Process) و ترکیب نهایی با روش ترکیب خطی وزن‌دارشده (Weighted Linear Combination) انجام شد. داده‌های پوشش گیاهی از طریق پیمایش میدانی و تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا استخراج گردید. همچنین مکان‌های واقعی زنبورداری با پیمایش صحرایی ثبت و با نقشه تناسب مقایسه شد. برای سنجش انطباق، از آماره ROC (Receiver Operating Characteristic) استفاده شد.

نتایج: نتایج نشان داد معیارهای محیطی بیشترین تأثیر را در ارزیابی تناسب مرتع برای زنبورداری دارند. زیرمعیار "درصد گیاهان شهدزا و گرده‌زا" با وزن نهایی ۰/۱۹۶ به‌عنوان مهم‌ترین عامل از دید کارشناسان خبره انتخاب شد. از مجموع ۱۵۱۳۶ هکتار مرتع موجود، حدود ۳۶۶ هکتار دارای تناسب بالا برای زنبورداری تعیین شد. تیپ‌های گیاهی *Onobrychis cornuta –Thymus kotschyanus* و *Festuca ovina* *Onobrychis cornuta* بیشترین پتانسیل را برای زنبورداری داشتند. تیپ‌های *Juniperus excelsa-Onobrychis cornuta* - *Astragalus sp.* و *Stipa barbata_Onobrychis cornuta -Festuca ovina* به‌ترتیب با ۵۵۸۴/۷۷ هکتار و ۱۰۹۵/۷۵هکتار بیشترین مساحت "بدون تناسب" را داشتند. بررسی انطباق مکان‌های فعلی زنبورداری با

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

نقشه تناسب نشان داد که حدود ۷۴ درصد از زنبورستان‌ها در مناطق با تناسب بالا قرار دارند. این میزان انطباق نشان‌دهنده همخوانی نسبتاً بالای نتایج مدل پیشنهادی با الگوی واقعی استقرار زنبورستان‌ها در منطقه مورد مطالعه است.

نتیجه‌گیری: مدل ارائه‌شده با بهره‌گیری از منطق فازی و تلفیق داده‌های میدانی و تخصصی، ابزاری کارآمد برای برنامه‌ریزی پایدار در مراتع و توسعه زنبورداری به‌عنوان معیشت جایگزین معرفی می‌شود. مدل ارائه‌شده به‌دلیل بهره‌گیری از منطق فازی، از انعطاف‌پذیری بالایی در بازنگری توابع عضویت و وزن معیارها برخوردار است. این ویژگی، امکان بومی‌سازی و تعمیم چارچوب این مدل را به سایر مناطق و استان‌های کشور (با لحاظ کردن تفاوت‌های اکولوژیک و مدیریتی هر منطقه) فراهم آورده و آن را به ابزاری کارآمد برای تصمیم‌گیری در مدیریت پایدار مراتع تبدیل می‌کند.

استناد: سیروسی، ح.، غ. حشمتی، ع. سلمان ماهینی، ۱۴۰۵. ارائه مدل چند معیاره فازی برای تعیین تناسب زنبورداری در مراتع و بررسی انطباق آن با الگوی زنبورداران. مرتع، ۲۰(۴): ۳۵۲-۳۷۳.

DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران

© نویسندگان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

مقدمه

مراتع به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بوم‌سازگان‌های خشکی، بخش گسترده‌ای از سطح خشکی‌های جهان را دربرمی‌گیرند و در تأمین خوراک دام و حیات‌وحش، حفظ تنوع زیستی، ترسیب کربن و پشتیبانی از معیشت جوامع محلی نقش دارند (۱۸، ۴۳ و ۴۴). ازاین‌رو، مدیریت پایدار مراتع مستلزم آن است که کارکردهای اقتصادی و اکولوژیکی این بوم‌سازگان‌ها به‌صورت هم‌زمان در تصمیم‌گیری لحاظ شود. در بسیاری از عرصه‌های مرتعی، کاهش کیفیت پوشش گیاهی، فشار چرای دام، تغییر کاربری، خشکسالی و ضعف در مدیریت می‌تواند به کاهش ظرفیت تولیدی و تشدید تخریب منجر شود (۱۰، ۴۳ و ۴۴). در چنین شرایطی، بهره‌برداری سنتی از اکوسیستم‌های مرتعی نه‌تنها سود اقتصادی قابل‌توجهی برای بهره‌برداران به همراه ندارد، بلکه زمینه را برای تغییر کاربری یا افزایش فشار بر عرصه‌های طبیعی فراهم می‌سازد. به‌عبارت دیگر، زمانی که مرتع به‌عنوان منبع تغذیه دام‌ها بازده اقتصادی مطلوبی نداشته باشد، بهره‌برداری‌های غیراصولی یا جایگزینی کاربری‌ها در سطح مرتع افزایش می‌یابد. بنابراین، ضروری است تا الگوهای بهره‌برداری جدیدی طراحی شوند که ضمن حفظ پایداری اکولوژیکی و منابع طبیعی در بلندمدت، منافع اقتصادی مناسبی نیز برای بهره‌برداران فراهم آورند. یکی از راهکارهای مؤثر در این زمینه، بهره‌برداری چندمنظوره از مراتع است؛ رویکردی که با استفاده از ظرفیت‌های نهفته اکوسیستم، هم به حفظ پایداری کمک می‌کند و هم فشار وارده بر منابع را کاهش می‌دهد. در واقع، بهره‌برداری چندمنظوره نه‌تنها موجب افزایش صرفه اقتصادی می‌شود، بلکه می‌تواند زمینه‌ساز موفقیت طرح‌های احیایی و حفاظتی نیز باشد (۴۰).

زنبورداری نیز یکی از فعالیت‌هایی است که می‌تواند در چارچوب بهره‌برداری چندمنظوره از مراتع مطرح شود و در مطالعات اخیر به‌عنوان گزینه‌ای برای تنوع‌بخشی به معیشت مورد توجه قرار گرفته است (۱۰ و ۴۲). با توجه به حمایت نهادهای متولی از توسعه زنبورداری به‌عنوان صنعتی اشتغال‌آفرین، این فعالیت در صورت دارا بودن شرایط تناسب محیطی و ظرفیت برد اکولوژیک، می‌تواند به‌عنوان یکی از گزینه‌های بهره‌برداری چندمنظوره در برنامه‌های مدیریت پایدار مراتع مورد مطالعه و ارزیابی قرار گیرد. البته در این راه شناسایی پتانسیل عرصه از اهمیت بالایی برخوردار است و می‌توان گفت گام اول در ایجاد و پیشنهاد کاربری‌ها در عرصه است.

برای دستیابی به بهره‌برداری پایدار از مراتع، نخست باید ظرفیت‌ها و قابلیت‌های اکولوژیکی هر عرصه به‌درستی شناسایی شود و سپس برنامه‌ریزی بهره‌برداری بر اساس این پتانسیل‌ها صورت گیرد. در این مسیر، تعیین تناسب یا ارزیابی توان سرزمین که در حوزه مرتع‌داری تحت عنوان تعیین شایستگی شناخته می‌شود، روشی معتبر و قابل اتکاست. شایستگی مرتع به معنای آن است که بتوان از عرصه به گونه‌ای بهره‌برداری کرد که نه‌تنها منافع فعلی تأمین شود، بلکه امکان استفاده پایدار و بلندمدت نیز حفظ گردد، بدون آن‌که منابع طبیعی دچار آسیب یا محدودیت شوند (۳۳). مطالعات انجام‌شده در ایران نشان داده‌اند که ارزیابی شایستگی زنبورداری عمدتاً بر تلفیق اطلاعات پوشش گیاهی، عوامل محیطی و منابع آب استوار بوده است. فدایی و همکاران (۲۰۱۴) در مراتع طالقان با استفاده از روش پیشنهادی فائو و GIS، سه زیرمدل پوشش گیاهی، عوامل محیطی و منابع آب را تلفیق کردند. در این مطالعه، کاهش پوشش گیاهان شهدزا و گرده‌زا، کوتاهی دوره گلدهی، جذابیت پایین گونه‌ها و در برخی تیپ‌ها جاده و خاک از مهم‌ترین عوامل محدودکننده شایستگی بودند، در حالی که منابع آب، دما و ارتفاع از عوامل مطلوب‌تر گزارش شدند؛ در نهایت حدود ۲۱ درصد عرصه در طبقات شایستگی عالی تا خوب قرار گرفت. امیری و ارزانی (۲۰۱۲) نیز در قره‌آقاج سمیرم با استفاده از AHP و سه گروه پوشش گیاهی، عوامل محیطی و منابع آب، تفاوت قابل توجه شایستگی تیپ‌های گیاهی را نشان دادند و وزن شاخص پوشش گیاهی را بیش از عوامل محیطی و منابع آب گزارش کردند (۴). در مطالعه آریاپور و همکاران (۲۰۱۵) در مراتع سراب سفید بروجرد، با مشاهده مستقیم و اندازه‌گیری زمان حضور و تعداد زنبورها، ۱۶۰ گونه گیاهی شناسایی شد که ۲۹ گونه شهدزا، ۲۸ گونه گرده‌زا و ۱۰۴ گونه دارای هر دو کارکرد بودند؛ همچنین گونه‌ها از نظر جذابیت در چهار طبقه قرار گرفتند. در یک مطالعه فارسی جدیدتر، فدایی و ارزانی (۲۰۲۴) نیز با توسعه زیرمدل پوشش گیاهی و

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

ترکیب دانش بومی و نظر کارشناسی، ۸۰ گونه مورد استفاده زنبورعسل را در حوزه آبخیز طالقان شناسایی کردند و حدود ۲۱ درصد عرصه را دارای شایستگی عالی تا خوب گزارش نمودند. این مطالعات، اهمیت منابع غذایی و شرایط محیطی را در تعیین شایستگی نشان می‌دهند، اما ساختار معیارها و روش تلفیق آن‌ها در مناطق مختلف یکسان نیست.

در مطالعات جدیدتر خارجی، روش‌های چندمعیاره و فازی با اعتبارسنجی مکانی توسعه یافته‌اند. تیاناکون و همکاران (۲۰۲۳) در Queensland استرالیا، با استفاده از Fuzzy-AHP و تلفیق فازی، معیارهای محیطی، اقلیمی، توپوگرافی و اجتماعی را برای مکان‌یابی سایت زنبورستان ارزیابی کردند و نشان دادند که اطلاعات مربوط به منابع گیاهی از مهم‌ترین اجزای ارزیابی تناسب است (۵۳). سارویا و همکاران (۲۰۲۳) در شمال‌غرب ایتالیا با استفاده از ابزارهای GIS و پنجره مکانی ۳×۳ کیلومتر، پتانسیل شهدزایی و ظرفیت بالقوه تولید عسل را برآورد کردند و از نقشه‌ها برای شناسایی مناطق جدید مناسب و کاهش تراکم نامطلوب زنبورستان‌ها استفاده کردند (۴۹). روگیو و همکاران (۲۰۲۴) در سه ناحیه تحت مدیریت انجمن‌های زنبورداری پرتغال، با استفاده از AHP و GIS، معیارهایی مانند پوشش/کاربری زمین، شبکه آبراهه، راه‌ها، تابش خورشیدی و منابع تشعشع الکترومغناطیسی را ارزیابی کردند؛ پوشش/کاربری زمین و دسترسی به آب به‌ترتیب ۴۴ و ۲۴ درصد اهمیت داشتند و حدود ۶۰ درصد زنبورستان‌های موجود در پهنه‌های با پتانسیل بالا قرار گرفتند (۴۶). فتوسو کامگا و همکاران (۲۰۲۴) نیز در Québec کانادا یک سامانه استنتاج فازی سلسله‌مراتبی را با تلفیق دانش منابع، دانش زنبورداران و داده‌های مکانی به‌کار بردند و نشان دادند که متغیرهای منظر، به‌ویژه سطح اراضی کشاورزی و مرتعی، بیشترین اثر را بر تغییرات وزن کندو در طول فصل داشتند؛ بارش و رطوبت نسبی نیز با وضعیت زنبورداری ارتباط نشان دادند (۲۹). در مطالعه جدید مرکان و آسیبوکا (۲۰۲۵) در استان Mardin ترکیه، ۹ عامل محیطی، اقلیمی، توپوگرافی، لجستیکی و اجتماعی با AHP و FUCOM تلفیق و با ۶۱۵ موقعیت واقعی کندو اعتبارسنجی شد؛ ۸۳ درصد موقعیت‌ها در طبقات تناسب متوسط یا بالاتر قرار گرفتند و مقادیر AUC برای AHP و FUCOM به‌ترتیب ۰/۷۷۴ و ۰/۷۵۴ گزارش شد (۳۴). مجموعه این مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از روش‌های چندمعیاره، فازی و GIS می‌تواند معیارهای ناهمگون را در یک چارچوب مکانی تلفیق و امکان اعتبارسنجی با مکان‌های واقعی را فراهم کند.

با وجود این پیشرفت‌ها، در مطالعات داخلی مورد بررسی، ساختار ارزیابی بیشتر بر سه محور پوشش گیاهی، عوامل محیطی و منابع آب متمرکز بوده است؛ در مقابل، در برخی مطالعات جدید خارجی معیارهای اجتماعی، لجستیکی و دسترسی نیز به‌طور صریح وارد مدل شده‌اند (۳۴، ۴۶، ۵۳). بااین‌حال، در چارچوب مطالعاتی که در این مرور بررسی شد، ترکیب هم‌زمان معیارهای محیطی، حفاظتی و دسترسی با تعریف مستقل شاخص‌هایی مانند ریسک سیلاب، فاصله از دامداری و سایت‌های گردشگری، فاصله از خطوط انتقال برق و حساسیت خاک به فرسایش، کمتر به‌صورت یکپارچه گزارش شده است. از سوی دیگر، صرف استفاده از مکان‌های فعلی زنبورستان برای قضاوت درباره تناسب می‌تواند فقط الگوی استفاده موجود را بازتاب دهد؛ ازاین‌رو، اعتبارسنجی فضایی نقشه تناسب با داده‌های میدانی، در کنار توجه به مناطقی که هنوز مورد بهره‌برداری قرار نگرفته‌اند، اهمیت دارد (۳۴و ۴۶). بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف ارائه یک چارچوب چندمعیاره فازی برای تعیین تناسب مکانی زنبورداری در مراتع منطقه حفاظت‌شده جهان‌نما انجام شد. در این چارچوب، معیارهای محیطی، حفاظتی و دسترسی با توابع عضویت فازی استاندارد، با روش AHP وزن‌دهی و با روش WLC تلفیق شدند و نقشه حاصل با مکان‌های واقعی زنبورستان‌های منطقه با استفاده از AUC-ROC اعتبارسنجی شد. نوآوری اصلی پژوهش در خودِ استفاده از فازی یا AHP نیست، بلکه در تلفیق صریح این سه گروه معیار، وارد کردن ملاحظات حفاظتی در کنار تناسب تولیدی و دسترسی، و آزمون عملکرد نقشه حاصل در برابر الگوی واقعی استقرار زنبورستان‌هاست.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

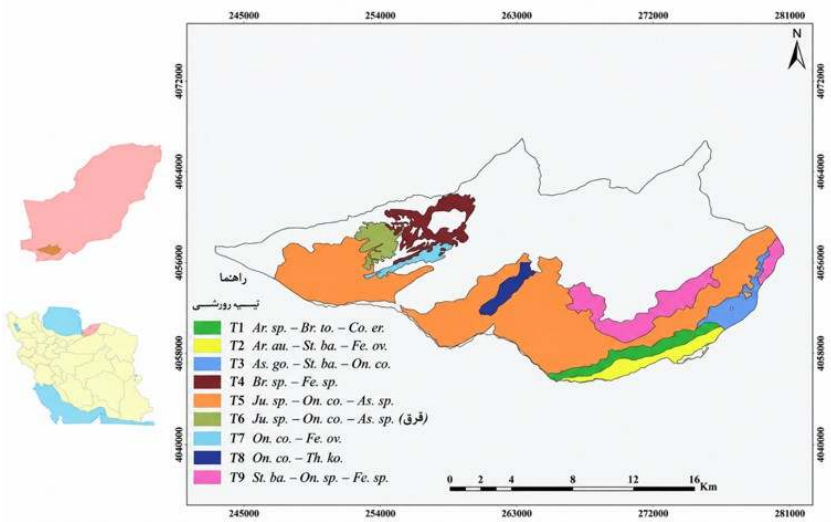
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مطالعه حاضر در مراتع منطقه حفاظت‌شده جهان‌نما واقع در استان گلستان انجام شده است. این منطقه در جنوب‌شرقی شهرستان کردکوی قرار دارد و از نظر توپوگرافی، ارتفاع آن بین ۶۰۰ تا ۳۰۰۰ متر از سطح دریا متغیر است. موقعیت جغرافیایی منطقه در عرض ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه شمالی و طول ۵۴ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی ثبت شده است. الگوی بارندگی در این منطقه متنوع بوده و میانگین بارش سالانه در بخش‌های شرقی حوضه بین ۳۰۰ تا ۳۵۰ میلی‌متر و در نواحی شمالی و غربی حدود ۶۳۰ میلی‌متر گزارش شده است. خاک منطقه عمدتاً از نوع واریزه‌ای است و در برخی نواحی به‌صورت خاک‌های آبرفتی مشاهده می‌شود. میانگین دمای هوا در دوره دامداری حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد و میانگین شیب اراضی حدود ۴۰ درصد برآورد شده است. عرصه دارای ۹ تیپ مرتعی (جدول ۱) به مساحت ۱۵۱۹۶/۹۹ هکتار است که تیپ *Juniperus sp. – Onobrychis cornuta – Astragalus sp* به مساحت ۵۲۵/۲۴ هکتار به‌دلیل کشت گونه‌های درختی قرق است (شکل ۱).

جدول ۱: نام‌گذاری، اختصار و وسعت تیپ‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه

کد تیپ گیاهی	نام کامل تیپ گیاهی	اختصار برای نقشه	وسعت (هکتار)
T1	*Artemisia sp. – Bromus tomentellus – Cousinia eryngioides*	*Ar. sp. – Br. to. – Co. er.*	۷۶۶/۸۹
T2	*Artemisia aucheri – Stipa barbata – Festuca ovina*	*Ar. au. – St. ba. – Fe. ov.*	۷۱۹/۱۹
T3	*Astragalus gossypinus – Stipa barbata – Onobrychis cornuta*	*As. go. – St. ba. – On. co.*	۶۱۹/۲۹
T4	*Bromus sp. – Festuca sp.*	*Br. sp. – Fe. sp.*	۱۰۱۹/۸۷
T5	*Juniperus sp. – Onobrychis cornuta – Astragalus sp.*	*Ju. sp. – On. co. – As. sp.*	۹۲۶۵/۵
T6	*Juniperus sp. – Onobrychis cornuta – Astragalus sp.*	*Ju. sp. – On. co. – As. sp.*	۵۲۵/۲۴
T7	*Onobrychis cornuta – Festuca ovina*	*On. co. – Fe. ov.*	۲۷۵/۴
T8	*Onobrychis cornuta – Thymus kotschyanus*	*On. co. – Th. ko.*	۳۶۷/۹۲
T9	*Stipa barbata – Onobrychis sp. – Festuca sp.*	*St. ba. – On. sp. – Fe. sp.*	۱۶۳۷/۶۹
	جمع وسعت تیپ‌ها		۱۵۱۹۶/۹۹



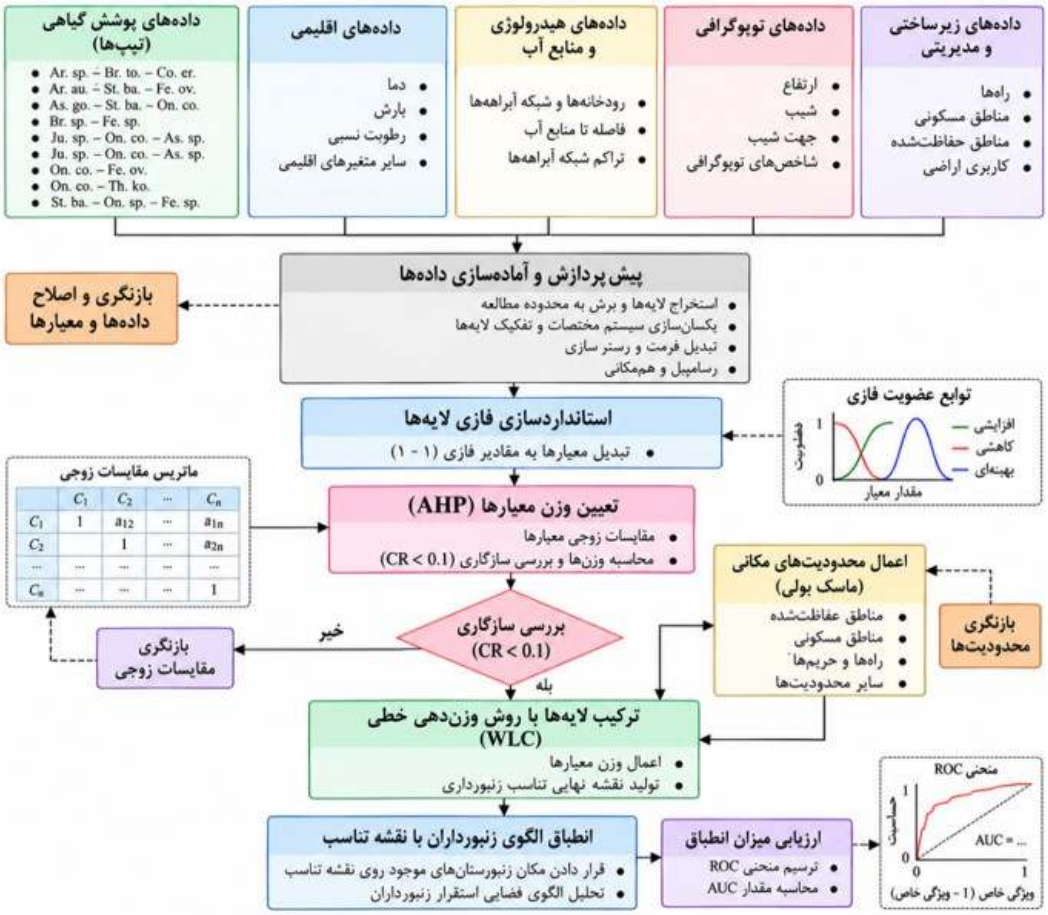
شکل ۱: موقعیت تیپهای مختلف مراتع در منطقه‌ی حفاظت‌شده جهان‌نما استان گلستان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

روش تحقیق

برای ارزیابی تناسب یک کاربری، مجموعه‌ای از معیارهای قابل اندازه‌گیری در چارچوب ارزیابی چندمعیاره بررسی می‌شوند (۶). در این پژوهش، هدف ارزیابی، تعیین تناسب مکانی عرصه برای استقرار زنبورستان‌ها بود. چارچوب کلی فرآیند شامل انتخاب معیارها، استانداردسازی، وزن‌دهی، تلفیق و بررسی انطباق بین الگوی زنبورداران و طرح تناسب می‌شود (شکل ۲).



شکل ۲: فلوچارت کلی فرآیند انتخاب معیارها، استانداردسازی، وزن‌دهی، تلفیق و اعتبارسنجی مدل

در مرحله انتخاب معیارها، معیارهای مؤثر بر تناسب یک منطقه برای کاربری موردنظر شناسایی و به دو گروه فاکتورها و محدودیت‌ها تقسیم می‌شوند. فاکتورها معیارهایی هستند که به‌صورت پیوسته اندازه‌گیری شده و می‌توانند میزان تناسب را افزایش یا کاهش دهند، در حالی‌که محدودیت‌ها با تعیین نواحی مجاز و غیرمجاز، دامنه انتخاب را محدود می‌کنند؛ به‌گونه‌ای که در محیط GIS معمولاً نواحی مجاز با مقدار ۱ و نواحی غیرمجاز با مقدار ۰ نمایش داده می‌شوند (۱۴).

معیارهای ارزیابی به سه گروه اصلی محیطی، حفاظتی و دسترسی طبقه‌بندی شدند. معیارهای محیطی شامل درصد گیاهان شهدزا و گرده‌زا، طول دوره گلدهی، جذابیت گیاهان، باد، دما، رطوبت نسبی، جهت و شیب بودند. معیارهای حفاظتی شامل ریسک سیلاب، فاصله از محل نگهداری دام‌ها، فاصله از سایت‌های گردشگری، فاصله از

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

رودخانه‌ها، فاصله از خطوط انتقال برق و حساسیت خاک به فرسایش بودند. معیارهای دسترسی شامل فاصله از جاده‌ها، منابع آب و مناطق مسکونی بودند. این معیارها بر اساس مرور مطالعات مرتبط با زنبورداری، منابع منطقه‌ای و نظر خبرگان انتخاب شدند و دامنه‌های مناسب آن‌ها با توجه به شرایط منطقه تنظیم شد (جدول ۲). لازم به ذکر است دامنه‌های ارائه شده مخصوص شرایط منطقه مطالعه هستند و نباید بدون بازکالیبراسیون به سایر مناطق تعمیم داده شوند.

جدول ۲: معیارهای استفاده شده و دامنه پیشنهادی برای مدل ارزیابی تناسب زنبورداری

معیار	دامنه‌ی منتخب	مرجع
فاصله از منابع آبی	حداقل ۳۰ متر و حداکثر ۲۰۰۰ متری	۴، ۵، ۱۲، ۱۷، ۲۸، ۳۲، ۳۶، ۳۷
فاصله ازجاده ها	فاصله مطلوب از جاده‌ها شامل حداقل ۱۰۰ متر برای جاده‌های اصلی، حداقل ۳۰ متر برای جاده‌های خاکی و فرعی، و حداکثر ۳/۵ کیلومتر برای تمامی انواع جاده‌ها در نظر گرفته شده است.	۴، ۱۲، ۱۷، ۳۶
باد	حداکثر ۱۲ کیلومتر بر ساعت	۲، ۱۵، ۲۷
رطوبت نسبی	حداکثر میزان قابل‌قبول برای رطوبت نسبی ۸۰ درصد در نظر گرفته شده است، در حالی که دامنه مطلوب برای فعالیت زنبورداری بین ۳۰ تا ۶۰ درصد رطوبت نسبی می‌باشد.	۳۸
فاصله از نزدیکترین منطقه مسکونی	حداقل ۳۵۰ متر	۲۹، ۳۷
فاصله از محل نگهداری و آبشخور دام‌ها	حداقل ۳۰۰ متر	۲۹
فاصله از سایت های گردشگری	حداقل ۳۰۰ متر	۲۹
جهت	شرقی و جنوبی مطلوبترین	۲۹
شیب	حداکثر ۴۵ درصد	۴، ۲۶، ۳۸
فاصله از رودخانه ها	حداقل ۶۰ متر	۱۱
حساسیت خاک به فرسایش	در شاخص مدل جهانی معادله فرسایش خاک، هرچه مقدار محاسبه‌شده کمتر باشد، نشان‌دهنده حساسیت پایین‌تر خاک به فرسایش بوده و در نتیجه، مطلوبیت عرصه برای زنبورداری افزایش می‌یابد.	پیشنهادی توسط تیم پژوهش
دما	دامنه قابل‌قبول برای دمای محیط بین ۱۰ تا ۳۷ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شده است، در حالی که دمای مطلوب برای فعالیت زنبورداری حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.	۴، ۵، ۱۵، ۱۷
درصد گیاهان شهدزا و گرده‌زا	حداقل مقدار قابل‌قبول برای درصد گیاهان شهدزا و گرده‌زا ۲۵ درصد در نظر گرفته شده است، در حالی که مقدار مطلوب یا اپتیمم برای این شاخص ۷۵ درصد و بالاتر می‌باشد.	۱۷
فاصله از خطوط انتقال برق	حداقل ۱۵۰ متر	۱۲، ۲۹
فاصله از مناطق سیل گیر	حداقل ۳۵۰ متر	۱۲، ۲۹
جذابیت گونههای گیاهی	کلاس بندی جذابیت گونه‌های گیاهی در چهار طبقه	۱۷
طول دوره گلدهی	طول دوره گلدهی باید حداقل ۲۵ روز باشد.	۱۷

پس از تعیین فاکتورها و محدودیت ها برای اینکه معیارهای مختلف مقیاس متفاوتی از یکدیگر دارند نیاز به استاندارد سازی معیارها است. در فرآیند ارزیابی تناسب، به‌منظور استانداردسازی داده‌ها و یکسان‌سازی مقیاس معیارها، از منطق فازی برای فاکتورها و از منطق بولین برای محدودیت‌ها استفاده می‌شود. منطق فازی امکان تحلیل پیوسته و انعطاف‌پذیر معیارهایی را فراهم می‌سازد که به‌صورت تدریجی بر تناسب اثر می‌گذارند، در حالی که منطق بولین برای حذف یا پذیرش مطلق مناطق بر اساس ویژگی‌های خاص به‌کار می‌رود. برای استانداردسازی فاکتورها، روش‌های مختلفی وجود دارد که در این مطالعه از روش مقیاس‌بندی خطی بهره گرفته شده است؛ که معادله آن به شکل زیر است:

معادله ۱ (۱۴):

$$X_i = \frac{(R_i - R_{min})}{(R_{max} - R_{min})} * \ Standardized\ range$$

که در آن

R : نمره خام

Rmin : کمترین نمره

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

Rmax: بیشترین نمره

به‌دلیل اینکه معیارهای مختلف ارزش متفاوتی برای یک هدف خاص دارند نیاز به اولویت بندی و تعیین اهمیت هر کدام است. بدین منظور معیارهای مد نظر برای تعیین تناسب زنبورداری، با استفاده از روش AHP در محیط نرم افزار Expert Choice وزندهی گردیده و در نهایت برای استخراج نقشه ی تناسب با استفاده از روش ترکیب خطی وزن داده شده (WLC) با یکدیگر ترکیب شدند.

مطلوبیت نهایی بر اساس رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید (۱۴).

معادله ۲:

$$S = \Sigma WiXi\Pi cj$$

که در آن:

S: تناسب کاربری

W_i: وزن فاکتور i

X_i: ارزش فازی فاکتور i

C_j: امتیاز معیار محدودیت j

: نمایه حاصل‌ضرب

برای تعیین اولیه حدود تیپ‌های پوشش گیاهی، تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی بالا که در Google Earth Pro قابل مشاهده بودند، به‌صورت بصری تفسیر و حدود تیپ‌ها ترسیم شد. سپس با حضور در منطقه مورد مطالعه، حدود ترسیم‌شده کنترل و در موارد لازم اصلاح شدند. در هر تیپ، سه ترانسکت ۱۰۰ متری در عرصه معرف مستقر و در مجموع ۳۰ پلات در هر تیپ برداشت شد. فهرست گونه‌های گیاهی، تراکم و درصد پوشش هر گونه ثبت و محاسبه شد. Google Earth Pro صرفاً برای مشاهده و تفسیر بصری به‌کار رفت و تشخیص خودکار پوشش گیاهی به آن نسبت داده نشد. با استفاده از منابع اطلاعاتی از جمله Amiri (۲۰۱۶)، Aryapour و همکاران (۲۰۱۵) و Behmanesh و همکاران (۲۰۱۷) منتشر شده علمی گردهزا و شهدزا بودن گونه‌ها استخراج شد و درصد ترکیب این گونه ها در هر تیپ محاسبه شد. از آنجا که درصد ترکیب گونه‌های شهدزا و گرده‌زا نسبت به پوشش گیاهی هر تیپ محاسبه شده است، این درصد به‌تنهایی میزان پوشش واقعی این گونه‌ها را نشان نمی‌دهد. بنابراین، برای تعیین سهم واقعی گونه‌های شهدزا و گرده‌زا، درصد ترکیب آن‌ها با میانگین درصد پوشش کل هر تیپ در نظر گرفته شد.

لایه‌های مکانی مورد نیاز برای معیارهای فاصله‌ای و حفاظتی شامل شبکه رودخانه‌ها، منابع آب، راه‌ها، مناطق مسکونی، محل‌های نگهداری دام، سایت‌های گردشگری و خطوط انتقال برق بودند. لایه منابع آب و محل حضور دام‌ها با بازدید میدانی کنترل و در صورت نیاز اصلاح شدند. سایر لایه‌های رقومی مورد استفاده در مطالعه نیز پیش از ورود به مدل، از نظر مرجع مکانی و مقیاس بررسی و یکسان‌سازی شدند.

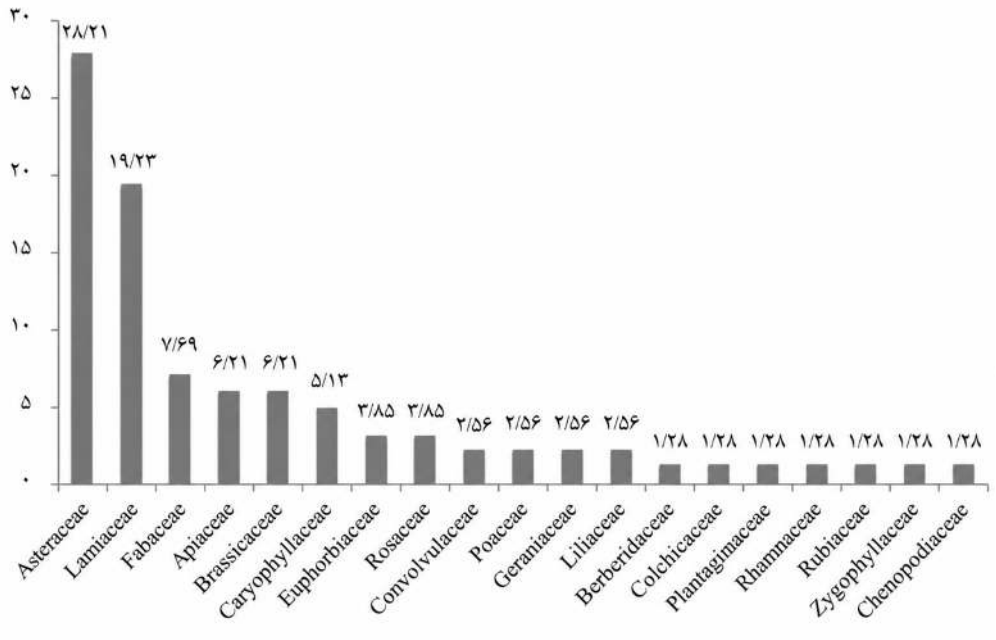
مکان زنبورستان‌های موجود با پیمایش صحرایی ثبت و به لایه نقطه‌ای تبدیل شد. همچنین در مصاحبه با زنبورداران منطقه، معیارهای مؤثر در انتخاب محل استقرار و وزن نسبی آن‌ها استخراج شد تا نقشه تناسب از دیدگاه بهره‌برداران نیز تهیه شود. برای اعتبارسنجی نقشه علمی، ارزش تناسب در مکان‌های ثبت‌شده با سایر نقاط مورد ارزیابی مقایسه و منحنی Receiver Operating Characteristic (ROC) و سطح زیر منحنی (Area Under the Curve; AUC) محاسبه شد.

نتایج

بررسی گونه‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه نشان میدهد تیره Asteraceae و Lamiaceae به ترتیب با ۲۸/۲۱ و ۲۱/۲۳ درصد، تیره‌های با بیشترین گونه گرده‌زا هستند (شکل ۳).

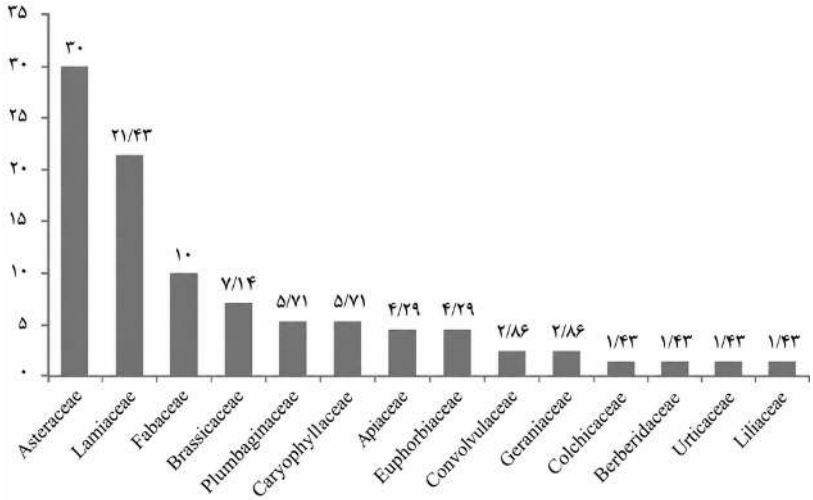
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]



شکل ۳: سهم تیره‌های مختلف گیاهی از میزان گیاهان گرده‌زا در منطقه مورد مطالعه

از نظر شهدزا بودن گونه‌های گیاهی نیز تیره‌های Asteraceae و Lamiaceae به ترتیب با ۳۰ و ۲۱/۴۳ درصد، تیره‌های با بیشترین گونه شهدزا هستند (شکل ۴).

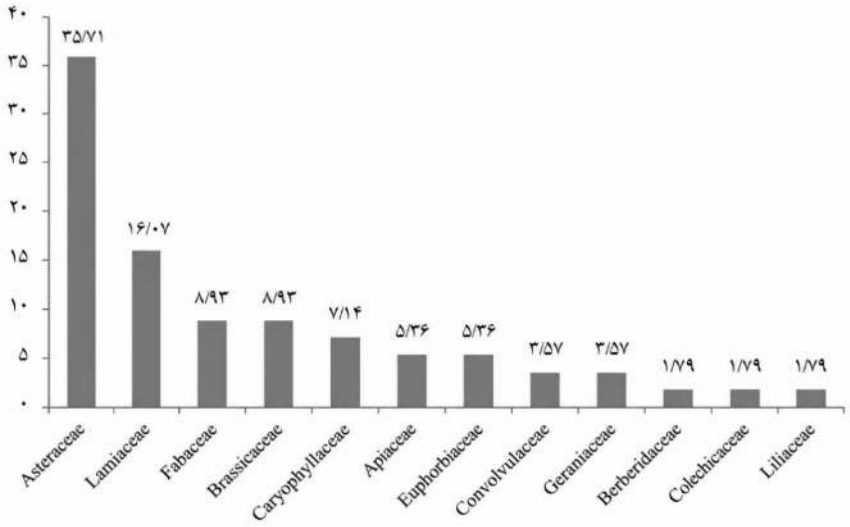


شکل ۴: سهم تیره‌های مختلف گیاهی از گونه‌های شهدزا در منطقه مورد مطالعه

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

نتایج همچنین نشان داد دو تیره Asteraceae و Lamiaceae به‌ترتیب با ۳۵/۷۱ و ۱۶/۰۷ درصد، تیره‌های با بیشترین گونه شهدزا و گرده‌زا هستند (شکل ۵).



شکل ۵: توزیع و فراوانی تیره‌های گیاهی شهدزا و گرده‌زا در تیپ‌های مختلف گیاهی منطقه مورد مطالعه

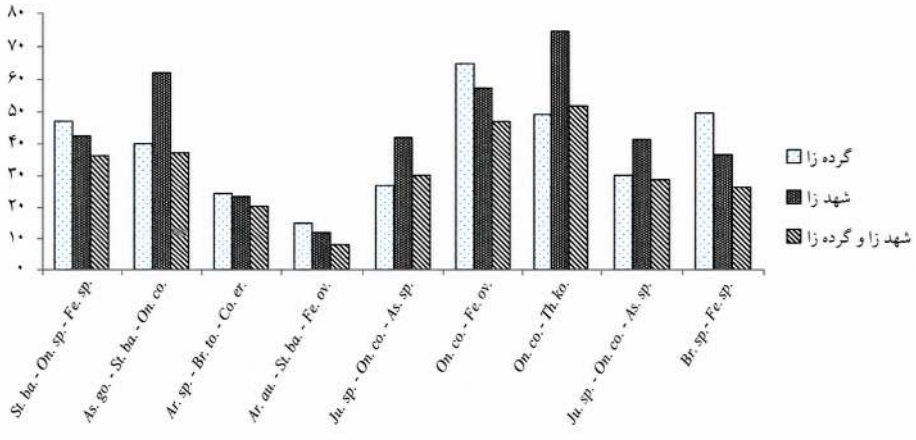
نتایج حاصل از بررسی نسبت گونه‌های شهدزا به کل گونه‌های گیاهی موجود در تیپ‌های مختلف پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه نشان داد که تیپ On. co. – Th. ko. با اختصاص ۷۵ درصد از کل گونه‌های خود به گونه‌های شهدزا، بالاترین میزان را در میان تمامی تیپ‌های مورد بررسی به خود اختصاص داده است. پس از آن، تیپ As. go. – St. ba. – On. co با ۶۳/۸۸ درصد در جایگاه دوم قرار دارد و از نظر غنای شهدزایی، سهم قابل‌توجهی را داراست.

از منظر نسبت گونه‌های گرده‌زا به کل گونه‌های هر تیپ، مجدداً تیپ On. co. – Th. ko. با ۹/۴۹ درصد در صدر قرار گرفته و بیشترین سهم گونه‌های گرده‌زا را در میان تیپ‌های مختلف پوشش گیاهی منطقه به خود اختصاص داده است. در مقابل، تیپ Ar. au. – St. ba. – Fe. ov. با تنها ۱۸/۴۸ درصد، کمترین میزان گونه‌های گرده‌زا را در بین تیپ‌های مورد مطالعه دارا بوده و از این نظر در رتبه پایین‌تری قرار می‌گیرد.

همچنین، در بررسی گونه‌هایی که به‌طور هم‌زمان دارای قابلیت تولید شهد و گرده هستند، یعنی گونه‌هایی که از نظر تغذیه‌ای برای زنبورعسل ارزش دوگانه دارند، نتایج نشان داد که تیپ On. co. – Th. ko. با ۵۳/۵۱ درصد و پس از آن تیپ On. co. – Fe. ov. با ۴۸/۵۱ درصد، به‌ترتیب در رتبه‌های اول و دوم قرار دارند. این یافته‌ها نشان‌دهنده اهمیت این دو تیپ در تأمین منابع غذایی متنوع و پایدار برای زنبورعسل در منطقه حفاظت‌شده جهان‌نما هستند (شکل ۶).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]



شکل ۶: نسبت گونه‌های شهدزا، گرده‌زا، شهدزا و گرده‌زا به کل گونه‌ها در تیپ‌های مختلف گیاهی

به‌طور کلی نتایج نشان داد معیار محیطی نسبت به معیارهای حفاظتی و دسترسی اهمیت بیشتری دارد (جدول ۲). نتایج وزن‌دهی همچنین نشان داد بیشترین وزن نهایی مربوط به زیرمعیار درصد گیاهان شهدزا و گرده‌زا با وزن ۰/۱۹۶ و پس از آن دو زیرمعیار دوره گلدهی و جذابیت با وزن به ترتیب ۰/۱۶۸ و ۰/۱۱۷ می باشد (جدول ۳).

جدول ۳: وزن معیارها و زیرمعیارهای استفاده شده برای تعیین تناسب زنبورداری

معیار	وزن معیار	زیرمعیار	وزن زیرمعیار	وزن نهایی
محیطی	۰/۷۰۲	درصد گیاهان شهدزا و گرده‌زا	۰/۲۸	۰/۱۹۶۵۶
		دوره گلدهی	۰/۲۴	۰/۱۶۸۴۸
		جذابیت گیاهان	۰/۱۶۸	۰/۱۱۷۹۳۶
		باد	۰/۱۰۱	۰/۰۷۰۹۰۲
		دما	۰/۰۷۸	۰/۰۵۴۷۵۶
		رطوبت	۰/۰۷۴	۰/۰۵۱۹۴۸
		جهت	۰/۰۳۲	۰/۰۲۲۴۶۴
		شیب	۰/۰۲۶	۰/۰۱۸۲۵۲
حفاظتی	۰/۱۷۵	ریسک سیلاب	۰/۲۴۷	۰/۰۴۳۲۲۵
		فاصله از دامداری ها	۰/۲۰۹	۰/۰۳۶۵۷۵
		فاصله از سایت های گردشگری	۰/۱۹۴	۰/۰۳۳۹۵
		فاصله از رودخانه ها	۰/۱۴۵	۰/۰۲۵۳۷۵
		فاصله از خطوط انتقال برق	۰/۱۰۸	۰/۰۱۸۹
		فرسایش پذیری خاک	۰/۰۹۸	۰/۰۱۷۱۵
دسترسی	۰/۱۲۳	فاصله از جاده	۰/۴۲۸	۰/۰۵۲۶۴۴
		فاصله از منابع آب	۰/۳۸۹	۰/۰۴۷۸۴۷
		فاصله از روستاها	۰/۱۸۴	۰/۰۲۲۶۳۲

نتایج نشان داد که در مجموع ۸۷۵۸/۱۷ هکتار از منطقه مورد مطالعه برای زنبورداری تناسبی ندارد، در حالی که ۵۹۳/۱ هکتار دارای تناسب ضعیف، ۲۴/۵۶۴۶ هکتار دارای تناسب متوسط و ۳۶۶/۴۸ هکتار دارای تناسب خوب برای زنبورداری است (جدول ۳). از نظر مساحت، بیشترین سطح با وضعیت تناسب خوب به‌ترتیب در تیپ‌های On. co. – Th. ko و On. co. – Fe. ov قرار دارد. همچنین، تیپ‌های Ju. sp. – On. co. – As. sp و St. ba. – On. sp.

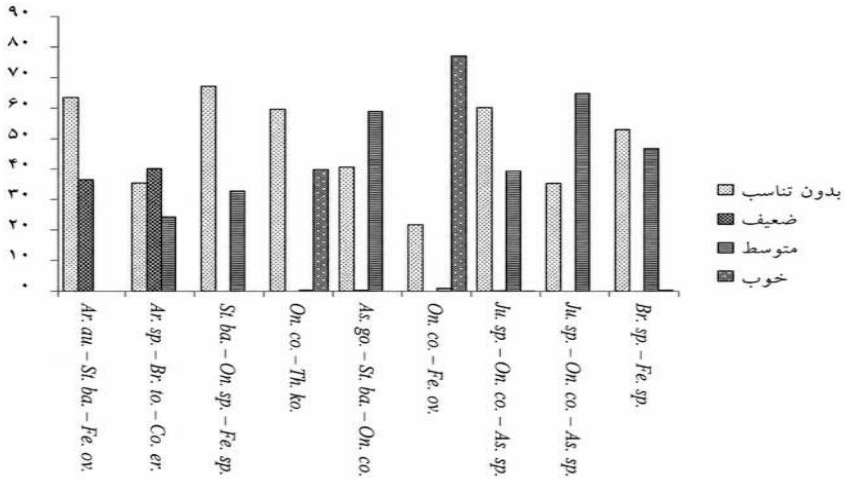
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

Fe. sp –. به‌ترتیب با ۵۵۸۴/۷۷ و ۱۰۹۵/۷۵ هکتار، بیشترین مساحت "بدون تناسب" برای زنبورداری را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۴).

جدول ۴: مساحت طبقات مختلف تناسب در تیپ‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه

تیپ	بدون تناسب	ضعیف	متوسط	خوب
Artemisia-Stipa-Festuca	۴۵۶/۷۵	۲۶۲/۴۴	۰	۰
Artemisia-Bromus-Cousinia	۲۷۲/۹۷	۳۰۶/۹۹	۱۸۶/۹۳	۰
Stipa_Onobrychis-Festuca	۱۰۹۵/۷۵	۰	۵۳۶/۹۴	۰
Onobrychis-Thymus	۲۲۰/۱۴	۰	۱/۲۶	۱۴۶/۵۲
Astragalus-Stipa-Onobrychis	۲۵۲/۳۶	۲/۲۵	۳۶۴/۶۸	۰
Onobrychis-Festuca	۶۰/۱۲	۰	۲/۸۸	۲۱۲/۴
Juniperus cu-Onobrychis-Astragalus	۵۵۸۴/۷۷	۲۱/۴۲	۳۶۵۶/۷	۲/۶۱
Juniperus .sa- Onobrychis-Astragalus(قرق)	۱۸۵/۰۴	۰	۳۴۰/۲	۰
Bromus_Festuca	۶۳۰/۲۷	۰	۵۵۶/۶۵	۴/۹۵
جمع	۸۷۵۸/۱۷	۵۹۳/۱	۵۶۴۶/۲۴	۳۶۶/۴۸

نتایج حاصل از تحلیل درصد مساحت طبقات مختلف تناسب در تیپ‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه نشان داد که بیشترین سهم از مساحت طبقه «فاقد تناسب» مربوط به تیپ St. ba. – On. sp. – Fe. sp. بوده است؛ به‌طوری‌که ۱۱/۶۷ درصد از کل مساحت این تیپ را شامل می‌شود. پس از آن، تیپ‌های Ar. au. – St. ba. – Fe. ov و Ju. sp. – On. co. – As. sp. به‌ترتیب با ۵/۶۳ درصد و ۲۷/۶۰ درصد در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفته‌اند. از سوی دیگر، بیشترین درصد مساحت دارای «تناسب خوب» برای زنبورداری در تیپ On. co. – Fe. ov. مشاهده شد؛ به‌طوری‌که ۱۲/۷۷ درصد از مساحت این تیپ دارای شرایط مناسب و مطلوب برای فعالیت‌های زنبورداری ارزیابی شده است (شکل ۷).

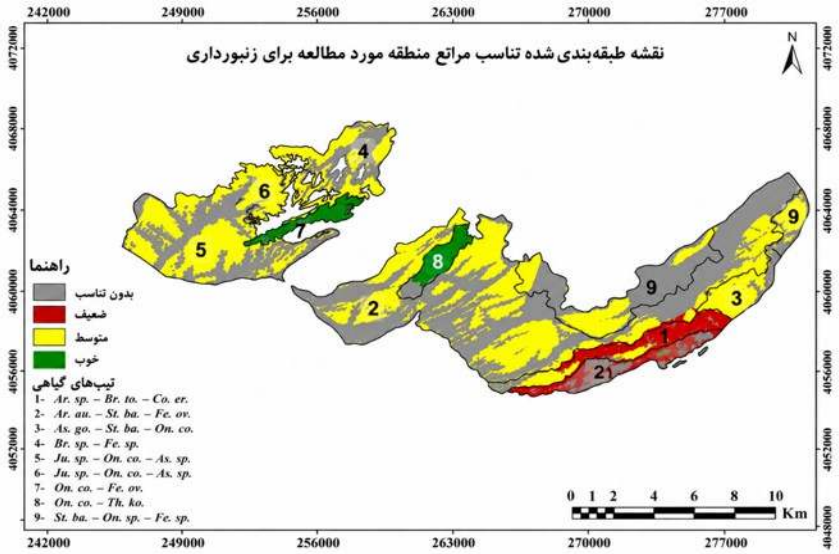


شکل ۷: درصد مساحت طبقات مختلف تناسب در تیپ‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

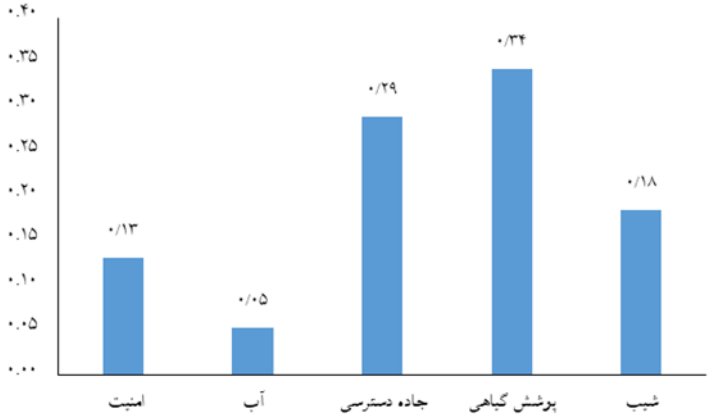
[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

در شکل ۸، وضعیت تناسب تیپ‌های مختلف مرتعی در منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، طبقه تناسب «خوب» تنها در دو تیپ گیاهی شماره ۴ و ۶ مشاهده شد.



شکل ۸: وضعیت تناسب مراتع منطقه مورد مطالعه برای زنبورداری

نتایج حاصل از تحلیل اولویت‌بندی پارامترهای مؤثر در انتخاب محل استقرار کلنی‌های زنبورعسل توسط زنبورداران نشان داد که از دیدگاه بهره‌برداران، پوشش گیاهی مناسب و دسترسی به جاده‌های ارتباطی به‌عنوان مهم‌ترین و تأثیرگذارترین معیارها در انتخاب سایت زنبورداری شناخته می‌شوند. این دو عامل به‌دلیل نقش کلیدی در تأمین منابع غذایی و سهولت جابه‌جایی تجهیزات و کندوها، بیشترین وزن را در فرآیند تصمیم‌گیری زنبورداران به خود اختصاص داده‌اند. در مقابل، منابع آب به‌عنوان کم‌اهمیت‌ترین پارامتر از نظر زنبورداران ارزیابی شده است، به‌طوری که وزن اختصاص‌یافته به این معیار تنها ۰/۰۵بوده و نقش محدودی در انتخاب نهایی محل استقرار کلنی‌ها ایفا کرده است (شکل ۹). این یافته‌ها نشان می‌دهد که زنبورداران در منطقه مورد مطالعه، بیش از هر چیز به کیفیت پوشش گیاهی و سهولت دسترسی توجه دارند و سایر عوامل محیطی نظیر منابع آبی در اولویت‌های پایین‌تری قرار دارند.

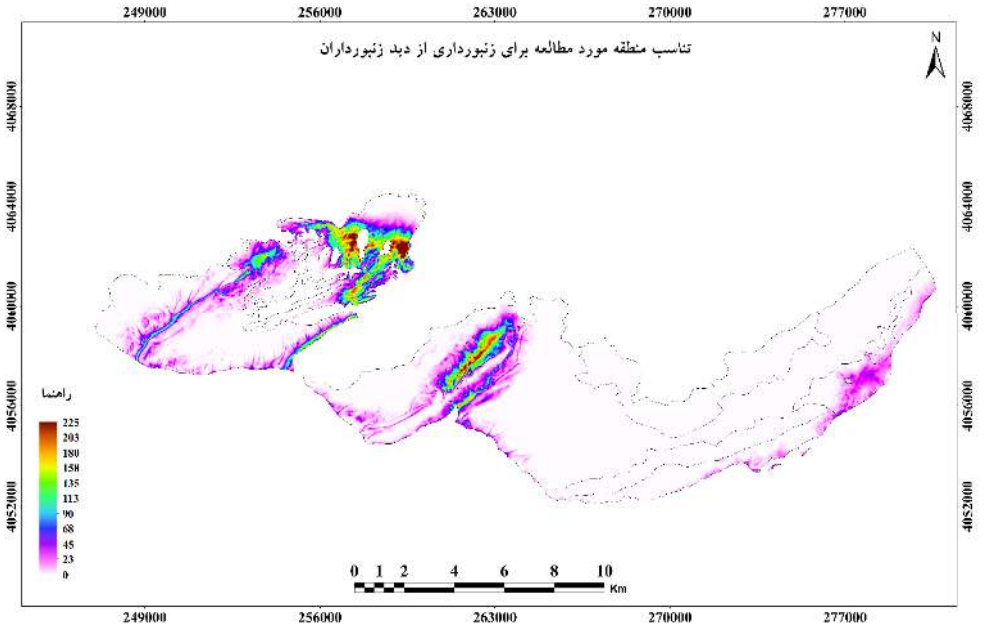


شکل ۹: نتایج وزندهی به معیارهای استقرار سایت توسط زنبورداران

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

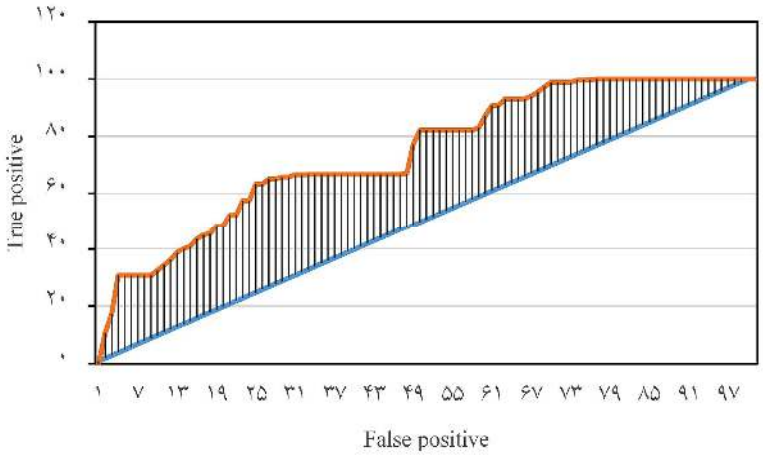
[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

مناطق با بیشترین تناسب در تیپ‌های با پوشش گیاهی بوته ای و نزدیک به جاده ها قرار گرفته اند که در شکل شماره ۱۰ با رنگ تیره نشان داده شده است.



شکل ۱۰: تناسب منطقه مورد مطالعه برای زنبورداری از دید زنبورداران

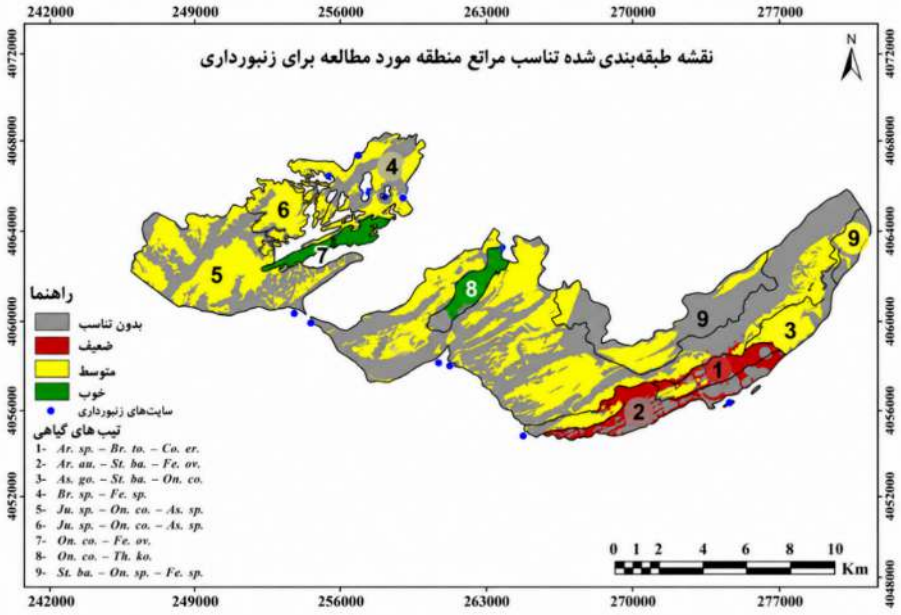
نتایج بررسی انطباق سایت های زنبورداری موجود با نقشه تناسب تهیه شده بر اساس استاندارد های علمی شده نشان داد که میزان ROC برابر ۰/۷۴۲ است که انطباق نسبتا خوبی را نشان میدهد (شکل ۸). از چهارده سایت ثبت شده در منطقه مورد مطالعه، پنج سایت در تیپ شماره چهار با وضعیت خوب مستقر شده‌اند و شش سایت در مراتع با وضعیت متوسط قرار دارند. سه سایت نیز خارج از محدوده مراتع واقع شده‌اند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱: منحنی ROC انطباق زنبورداری‌ها با نقشه تناسب

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]



شکل ۱۲: محل سایت های زنبورداری موجود در عرصه بر روی نقشه تناسب ارایه شده

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های حاصل از این پژوهش، دو تیره گیاهی Asteraceae و Lamiaceae به‌عنوان مهم‌ترین تیره‌ها در تأمین منابع غذایی زنبورعسل شناخته شدند. بخش عمده‌ای از گونه‌های شهدزا و گرده‌زا که مورد توجه زنبورداران و زنبورهای عسل قرار دارند، متعلق به این دو تیره هستند. این گیاهان عمدتاً از نوع بوته‌ای بوده و اغلب دارای اسانس‌های معطر هستند که نقش مؤثری در جذب زنبورعسل ایفا می‌کنند. مطابق نتایج به‌دست‌آمده از نظرات متخصصان و تحلیل‌های انجام‌شده، سه عامل اصلی در تعیین شایستگی اکولوژیکی مراتع برای زنبورداری عبارتند از: میزان حضور گیاهان شهدزا و گرده‌زا، جذابیت گیاهان برای زنبورعسل، و طول دوره گلدهی گونه‌های گیاهی. این عوامل به‌عنوان شاخص‌های کلیدی در ارزیابی تناسب زیستگاه‌ها برای فعالیت‌های زنبورداری در نظر گرفته شده‌اند. در این راستا، دو تیپ گیاهی On.co – Fe.sp و On.co – Th.ko به‌عنوان مناسب‌ترین تیپ‌های گیاهی برای زنبورداری در منطقه مورد مطالعه معرفی شدند. دلیل این انتخاب، حضور گونه‌هایی با جذابیت بالا برای زنبورعسل، غنای شهد و گرده، و همچنین طول دوره گلدهی قابل‌توجه در این تیپ‌ها بوده است. گیاهان بوته‌ای موجود در این تیپ‌ها با داشتن گل‌هایی معطر و ماندگار، شرایط مطلوبی برای تغذیه و فعالیت زنبورها فراهم می‌سازند. در مقابل، تیپ گیاهی Ar.sp - St.ba. -Fe.ov. به‌دلیل پایین بودن تراکم و تنوع گونه‌های شهدزا و گرده‌زا، کمترین میزان تناسب برای زنبورداری را نشان داده است. این یافته با نتایج مطالعات پیشین نیز هم‌خوانی دارد، به‌طوری که در منابع مختلف تأکید شده است که میزان و کیفیت گیاهان شهدزا و گرده‌زا از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در ارزیابی تناسب مراتع برای زنبورداری محسوب می‌شود (۴، ۱۷ و ۴۸). به طور کلی، فقدان یا کمبود گونه‌های شهدزا و گرده‌زا با جذابیت بالا و دوره گلدهی مناسب، منجر به کاهش قابل‌توجه در شایستگی یک منطقه برای استقرار کلنی‌های زنبورعسل می‌شود. در منطقه جهان‌نما، بخش‌هایی که گونه‌های علفی از خانواده Poaceae غالب هستند، به‌دلیل عدم تأمین منابع غذایی کافی، تناسب اندکی برای زنبورداری دارند.

علاوه بر عوامل گیاهی، برخی پارامترهای محیطی نیز در تعیین تناسب اکولوژیکی برای زنبورداری نقش دارند. از جمله این عوامل می‌توان به رطوبت نسبی، سرعت باد، و

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

میزان بارندگی اشاره کرد. مناطقی با رطوبت نسبی بسیار بالا معمولاً شرایط مناسبی برای فعالیت زنبورها فراهم نمی‌کنند، چرا که رطوبت زیاد می‌تواند موجب اختلال در پرواز، تغذیه و تهویه کندوها شود. همچنین، سرعت بالای باد در برخی نواحی باعث کاهش پایداری کلنی‌ها و محدود شدن فعالیت‌های زنبورعسل می‌گردد (۲). در میان عوامل محیطی، شیب زمین نیز به‌عنوان یکی از پارامترهای مؤثر در تعیین محل استقرار کندوها مطرح است. هرچند این عامل تأثیر مستقیمی بر منابع غذایی ندارد، اما از نظر عملیاتی و دسترسی، اهمیت ویژه‌ای دارد. در این مطالعه، وزن اختصاص‌یافته به عامل شیب در مقایسه با سایر عوامل محیطی کمتر بوده و صرفاً در انتخاب مکان مناسب برای استقرار کندوها مدنظر قرار گرفته است (۳۸).

در فرآیند ارزیابی تناسب اکولوژیکی مناطق برای زنبورداری، دو عامل فاصله از جاده و فاصله از منابع آبی به‌عنوان زیرمعیارهای مدل دسترسی، به‌عنوان متغیرهایی کلیدی و تأثیرگذار در انتخاب مکان‌های مناسب برای استقرار کلنی‌های زنبورعسل در نظر گرفته شده‌اند. دسترسی آسان و سریع به محل استقرار کندوها از دیدگاه زنبورداران اهمیت بسیار بالایی دارد، چرا که جابه‌جایی تجهیزات، بازدیدهای دوره‌ای، و مدیریت کلنی‌ها مستلزم وجود مسیرهای ارتباطی مناسب است. بر همین اساس، عدم وجود دسترسی کافی به محل مورد نظر می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل محدودکننده در ارزیابی تناسب منطقه برای زنبورداری تلقی شود (۳۸، ۲۶ و ۲۲). از سوی دیگر، دسترسی به منابع آبی نیز به‌عنوان یکی از پارامترهای مهم در انتخاب مناطق مناسب برای زنبورداری شناخته می‌شود. وجود آب در نزدیکی محل استقرار کندوها نه‌تنها برای تأمین نیازهای مستقیم زنبورعسل ضروری است، بلکه در حفظ رطوبت محیط، خنک‌سازی کندوها، و تسهیل فرآیند تغذیه نیز نقش مؤثری ایفا می‌کند. در این مطالعه نیز بر اهمیت این عامل تأکید شده و نتایج نشان داده‌اند که مناطقی که در مجاورت منابع آبی قرار دارند، از نظر اکولوژیکی برای زنبورداری مناسب‌تر ارزیابی شده‌اند (۲۹، ۳۲، ۳۶ و ۳۷).

در این مطالعه مجموعه‌ای از معیارهای حفاظتی معرفی گردید که رعایت آن‌ها در انتخاب محل مناسب برای استقرار کندوهای زنبورعسل ضروری به نظر می‌رسد. یکی از مهم‌ترین این معیارها، توجه به محل نگهداری دام‌ها در عرصه‌های مرتعی و طبیعی است. در صورتی که کندوها در فاصله‌ای نامناسب و نزدیک به آغل یا محل تجمع دام‌ها قرار گیرند، احتمال بروز آلودگی در کندوها افزایش یافته و در برخی موارد ممکن است برای خود دام‌ها نیز مشکلاتی از جمله تحریک رفتاری یا انتقال بیماری ایجاد شود (۲۹). بنابراین، رعایت فاصله ایمن میان کندوها و محل نگهداری دام‌ها به‌عنوان یک اصل حفاظتی باید مد نظر قرار گیرد. از دیگر معیارهای حفاظتی مورد تأکید در این پژوهش، توجه به موقعیت سایت‌های گردشگری در منطقه مورد مطالعه است. با توجه به حضور گردشگران در این نواحی، ضروری است که زنبورستان‌ها در فاصله‌ای مناسب از این سایت‌ها مستقر شوند تا از بروز مزاحمت یا خطر احتمالی برای بازدیدکنندگان جلوگیری شود. این موضوع نه‌تنها از منظر ایمنی گردشگران اهمیت دارد، بلکه در حفظ وجهه اجتماعی فعالیت‌های زنبورداری نیز مؤثر است (۲۹). یکی از معیارهای نوآورانه‌ای که برای نخستین‌بار در این مطالعه مطرح گردید، عامل حساسیت خاک به فرسایش بود. مناطقی که از نظر ساختار خاکی دارای حساسیت بالا به فرسایش هستند، نباید به‌عنوان مکان‌های مناسب برای استقرار کندوها انتخاب شوند. هرچند این عامل به‌طور مستقیم تأثیری بر عملکرد یا سلامت زنبورعسل ندارد، اما از منظر پایداری اکولوژیکی و حفظ منابع طبیعی، توجه به آن ضروری است. چنین مناطقی صرفاً از جنبه فنی و حفاظتی باید در ارزیابی تناسب مد نظر قرار گیرند، چرا که استقرار کندوها در این نواحی می‌تواند موجب تشدید فرسایش خاک و آسیب به اکوسیستم منطقه شود.

نتایج حاصل از تحلیل مکانی زنبورداری‌های موجود در منطقه مورد مطالعه نشان داد که اغلب این سایت‌ها در حاشیه مسیرهای دسترسی و در نزدیکی راه‌های ارتباطی مستقر شده‌اند. این الگوی استقرار نشان‌دهنده ترجیح زنبورداران برای انتخاب مکان‌هایی با دسترسی آسان و سریع به کندوها است. بررسی تطابق مکانی میان سایت‌های فعلی زنبورداری و نقشه خروجی تناسب اکولوژیکی با استفاده از منحنی ROC نشان داد که میزان انطباق برابر با ۷۴ درصد بوده است که از نظر آماری بیانگر هم‌خوانی نسبتاً

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

مطلوب میان داده‌های میدانی و مدل تحلیلی می‌باشد. در میان ۱۴ سایت زنبورداری بررسی‌شده، حدود شش مورد در مناطقی با تناسب متوسط قرار گرفته‌اند. این موضوع می‌تواند ناشی از تفاوت دیدگاه و ترجیحات فردی بهره‌برداران نسبت به معیارهای علمی ارزیابی تناسب باشد. در واقع، زنبورداران در انتخاب محل استقرار کندوها علاوه بر معیارهای اکولوژیکی، به عوامل اقتصادی و اجتماعی نیز توجه دارند. نزدیکی به روستاها و مسیرهای پرتردد نه‌تنها موجب تسهیل در مدیریت و نظارت بر کندوها می‌شود، بلکه امکان بازاریابی مستقیم محصولات زنبورداری و جذب گردشگران را نیز فراهم می‌سازد. یکی دیگر از دلایل ترجیح بهره‌برداران برای انتخاب این مناطق، موضوع امنیت کندوها است. زنبورداران تمایل دارند کندوهای خود را در مکان‌هایی مستقر کنند که از دید کافی برخوردار بوده و امکان نظارت و مراقبت از آن‌ها فراهم باشد. به همین دلیل، از انتخاب مناطقی که دید محدود دارند یا در نقاط دورافتاده و کم‌تردد قرار گرفته‌اند، اجتناب می‌کنند. این رفتار نشان‌دهنده اهمیت عوامل انسانی و مدیریتی در کنار معیارهای زیست‌محیطی در فرآیند تصمیم‌گیری برای استقرار زنبورستان‌ها می‌باشد.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که روش به‌کاررفته در فرآیند ارزیابی تناسب از انعطاف‌پذیری بسیار بالایی برخوردار است، به‌گونه‌ای که می‌توان بسته به ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه، وزن‌های متفاوتی برای معیارها در نظر گرفت یا ترکیب‌های متنوعی از معیارهای مختلف را به‌کار برد. این ویژگی موجب می‌شود که هیچ‌گونه محدودیتی در استفاده از این روش وجود نداشته باشد و امکان تطبیق آن با شرایط اکولوژیکی، مدیریتی و اجتماعی مناطق مختلف فراهم گردد. روش ارزیابی چندمعیاره در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌عنوان ابزاری قدرتمند در تحلیل تناسب مکانی شناخته می‌شود و نقش مؤثری در تسهیل فرآیند تصمیم‌گیری ایفا می‌کند (۲۴). یکی از ویژگی‌های برجسته این روش، امکان ارزش‌گذاری نسبی برای هر یک از معیارهاست؛ به‌عبارت دیگر، برخلاف روش‌های سنتی که معیارها را در قالب کلاس‌های مجزا و قطعی شایستگی دسته‌بندی می‌کردند، در این روش هر مقدار عددی از یک معیار دارای ارزش خاص خود بوده و در ارزیابی نهایی تأثیر مستقیم دارد. در روش‌هایی که مبتنی بر منطق بولین هستند، تفاوت میان دو مقدار عددی نزدیک می‌تواند منجر به قرارگیری آن‌ها در دو کلاس کاملاً متفاوت از نظر شایستگی شود، که این امر گاه موجب بروز خطا یا ناهماهنگی در تحلیل‌های فضایی می‌گردد. اما در روش ارزیابی چندمعیاره، به‌جای استفاده از مرزبندی‌های قطعی، یک طیف پیوسته از تناسب ارائه می‌شود که امکان تحلیل دقیق‌تر و واقع‌گرایانه‌تری را فراهم می‌سازد. این رویکرد موجب می‌شود که خروجی نهایی مدل تناسب، هم‌خوانی بیشتری با مرزهای طبیعی و زمینی منطقه داشته باشد و از نظر کاربردی نیز قابل اتکاتر باشد (۲۲). در واقع، به‌جای تعریف کلاس‌های ثابت و محدود برای شایستگی، در این روش طیفی از شایستگی معرفی می‌شود که انعطاف‌پذیری بالاتری در تحلیل و تصمیم‌گیری فراهم می‌آورد و امکان تطبیق بهتر با شرایط متغیر محیطی و مدیریتی را فراهم می‌سازد.

در این پژوهش، مدلی ارائه گردید که از انعطاف‌پذیری بالایی برخوردار بوده و قابلیت کاربرد در تمامی مراتع با شرایط و وضعیت‌های اکولوژیکی متفاوت را داراست. طراحی این مدل بر پایه منابع علمی معتبر جهانی و با بهره‌گیری از دیدگاه‌های تخصصی خبرگان حوزه مرتع‌داری و علوم دامی صورت گرفته است، به‌گونه‌ای که بتواند پاسخگوی نیازهای متنوع مدیریتی و بهره‌برداری در مناطق مختلف کشور باشد. با توجه به روند نزولی بهره‌وری در مراتع ایران و چالش‌های ناشی از بهره‌برداری ناپایدار، ضرورت دارد که راهکارهای نوین و پایدار برای ارتقای بازدهی این منابع طبیعی مورد توجه قرار گیرد. در این راستا، زنبورداری می‌تواند به‌عنوان یک کاربری جایگزین و مکمل در عرصه‌های مرتعی مطرح شود؛ به‌ویژه در مناطقی که از نظر تناسب اکولوژیکی شرایط مساعدی دارند. این نوع بهره‌برداری نه‌تنها با اصول حفاظت منابع طبیعی هم‌راستا است، بلکه می‌تواند منبع درآمدی پایدار و قابل اتکا برای جوامع محلی و مرتع‌داران فراهم سازد. البته تحقق این هدف مستلزم آن است که استقرار زنبورستان‌ها بر پایه اصول علمی و با در نظر گرفتن شاخص‌های تناسب مرتع انجام گیرد. همچنین، انجام محاسبات اقتصادی دقیق برای تعیین ظرفیت بهینه هر زنبورستان، متناسب با نیازهای خانوار بهره‌بردار، از اهمیت

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

بالایی برخوردار است. تنها در صورتی که این ملاحظات به‌درستی رعایت شوند، می‌توان انتظار داشت که زنبورداری به‌عنوان یک راهکار اقتصادی و اکولوژیکی موفق در مدیریت پایدار مراتع کشور ایفای نقش کند.

References

1. Abou-shaara, H.F., 2015. Suitability of current and future conditions to apiculture in Egypt using geographical information system. Journal of Agricultural Informatics, 6(2): 12–22.
2. Abrol, D.P., 2011. Foraging. In: Hepburn, H.R. & Radloff, S.E. (Eds.), Honeybees of Asia, pp. 257–292. Springer, Berlin, Heidelberg.
3. Amiri, F., 2016. Determination of attractiveness of the apicultural plants using ordination method. Iranian Journal of Range and Desert Research, 23(2): 383–395. doi:10.22092/ijrdr.2016.107039.
4. Amiri, F. & H. Arzani, 2012. Determination of site priority for apiculture by using Analytical Hierarchy Process (AHP) method. Iranian Journal of Rangeland and Desert Research, 19(1): 159–177.
5. Anjos, O., J. Marques, P. Fernandez, J. Neto & D. Alves, 2013. Desenvolvimento de uma metodologia SIG para ordenamento apícola. O Apicultor, 80: 2–9.
6. Ansari, N. & S.J. Seyedakhlaghishal, 2009. Comparison of the opinion of rangeland user and expert about factors influencing natural resources degradation in Iran. Journal of Rangeland, 3(3): 519–532.
7. Aryapour, A., H. Mehrabi & G. Kheradmand, 2015. Identification and attractiveness assessment of rangeland plants used by honey bees (case study: Sarab Sefid rangelands, Borujerd County, Lorestan Province). Journal of Rangeland, 34(2): 21-34.
8. Arzani, H., M. Abedi, E. Shahriyari & M. Ghorbani, 2007. Investigation of soil surface indicators and rangeland functional attributes by grazing intensity and land cultivation (case study: Orazan Taleghan). Scientific Journal Management System, 14(1): 68–79.
9. Behmanesh, B., M.R. Shahraki, N. Gholami & H. Mostajfalou, 2018. Ethnobotany and determination of plant attractiveness for bees in the rangeland and forest areas of Touskestan–Golestan Province. 6(2): 51–64. doi:10.22069/ejang.2019.7240.1211.
10. Bostan, Y., A. Fatahi Ardakani, M. Sadeghinia & M. Fehrestisani, 2022. Estimating the contribution and economic value of various services of pollinator insects in a northern rangeland ecosystem of Iran. Journal of Rangeland Science, 12(3). doi:10.30495/RS.2022.683655.
11. Chitalu, M., S. Garibay & B. Ssebunya, 2011. Organic beekeeping. In: Weidmann, G. & Kilcher, L. (Eds.), African Organic Agriculture Training Manual: A Resource Manual for Trainers, pp. 1–31. Research Institute of Organic Agriculture, Switzerland.
12. Cramp, D., 2008. A Practical Manual of Beekeeping: How to Keep Bees and Develop Your Full Potential as an Apiarist. Little, Brown Book Group.
13. Demir, M., 2026. Identification of beekeeping potential areas in Ardahan province using a GIS-based AHP approach. Uludağ Bee Journal, 26. doi:10.31467/uluaricilik.1811671.
14. Eastman, J.R., 2012. IDRISI Selva: Guide to GIS and Image Processing. Clark University, Worcester, MA.
15. Estoque, R.C. & Y. Murayama, 2011. Suitability analysis for beekeeping sites integrating GIS & MCE techniques. In: Murayama, Y. & Thapa, R.B. (Eds.), Spatial Analysis and Modeling in Geographical Transformation Process: GIS-based Applications, pp. 215–233. Springer, Dordrecht.
16. Fadaei, S. & H. Arzani, 2025. Development of a vegetation sub-model for rangeland suitability assessment in apiculture. Climate and Ecosystem of Arid and Semi-arid Regions, 2(1): 126–137.
17. Fadaie, S., H. Arzani, H. Azarnivand, G.A. Nehzati, S.H. Kaboli & F. Amiri, 2014. A study of range suitability model for apiculture by using GIS (case study: Taleghan rangelands). Journal of RS and GIS for Natural Resources, 5(3): 29–44.
18. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2026. International Year of Rangelands and Pastoralists 2026. FAO, Rome.
19. Fotso Kamga, G.A. et al., 2024. Expert knowledge-based modelling approach for mapping beekeeping suitability area. Ecological Informatics, 80: 102530.
20. Fotso Kamga, G.A. et al., 2025. Beekeeping suitability prediction based on an adaptive neuro-fuzzy inference system and apiary level data. Ecological Informatics, 86: 103015.
21. Gallant, A.L., N.H. Euliss Jr. & Z. Browning, 2014. Mapping large-area landscape suitability for honey bees to assess the influence of land-use change on sustainability of national pollination services. PLOS ONE, 9(6): e99268.
22. Ggeitury, M., N. Ansari, A.A. Sanadgool & M. Heshmati, 2007. The effective factors of destruction in

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

Kermanshah rangelands. Scientific Journal Management System, 13(4): 314–323.
23. Gholasi, S., H. Memarian & R. Moody, 2015. Evaluation of rangeland suitability for sheep grazing using a Fuzzy-AHP approach (case study: Forg-e-Darmiyan rangeland, Southern Khorasan). Journal of Range Management, 2(2): 45–66.
24. Hossain, M.S., M. Sayedur Rahman Chowdhury, N. Das & M. Moshiur Rahaman, 2007. Multi criteria evaluation approach to GIS-based land suitability classification for tilapia farming in Bangladesh.
25. Hunt, E.R. et al., 2024. Remote sensing of rangeland biodiversity. In: Remote Sensing Handbook, Volume III, pp. 419–461. CRC Press.
26. Javadi, A., H. Arzani, A. Salajegheh, M. Farahpoor & G. Zahedi, 2008. Determination of rangeland suitability for camel using GIS.
27. Javadi, S.A., M. Selseleh, H. Arzani & M. Foulad Amoli, 2010. The classification of Lar rangeland suitability for apiculture by geographic information system. Plant and Ecosystem, 5(21): 93–106.
28. Jones, R., S. Commonwealth & A. International Bee Research, 1999. Beekeeping as a Business. International Bee Research Association.
29. Lamb, H., 2005. Guidelines for Rural Beekeeping in Queensland. Department of Primary Industries and Fisheries, Brisbane.
30. Leyton, J., H.M.G. Lattorff, N. Kiatoko & F. Requier, 2025. Climate effects on honey bees can be mitigated by beekeeping management in Kenya. Journal of Environmental Management, 374: 123879.
31. Mabuutt, J.A., 1984. A new global assessment of the status and trends of desertification. Environmental Conservation, 11: 103–113.
32. Martin, C., 1980. Beekeeping in the United States. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C.
33. Mehrabi, H., 2004. Evaluation of factors affecting the degradation of rangelands of Hamedan Province. Forest and Rangeland, 64: 67–78.
34. Mercan, C. & V. Acıbuca, 2025. Utilizing FUCOM and AHP methods to identify the optimal beekeeping lands: A case study from Mardin, Türkiye. PLOS ONE, 20(2): e0335784.
35. Moghadam, M.R., 1998. Rangeland and Range Management. Tehran University Press, Tehran.
36. Mohd Noor, N., S. Mansor, H. Shafri & M. Shafri, 2008. Apicultural site zonation using GIS and multi-criteria decision analysis. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science, 31(2): 147–162.
37. Morimoto, Y., 2009. Practices of traditional beekeeping – cases observed in district of Kitui-Kamba in Eastern Province of Kenya. In: Azuma, H. (Ed.), Development of Beekeeping in Developing Countries and Practical Procedures – Case Study in Africa, pp. 45–49. Japan Association for International Collaboration of Agriculture and Forestry.
38. Movaghari, M., H. Arzani, A. Tavili & A. Movaghari, 2014. Classification of range suitability for beekeeping in Lasem watershed using Geographical Information System (GIS). Journal of Rangeland, 1(4): 46–69.
39. Najafifar, A., M. Mohammadpour & M. Tahmasbi, 2022. Introduction of a fuzzy multi-criteria evaluation (F-MCE) approach for beekeeping suitability assessment in forests. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 30(1): 1-10.
40. Narjisse, H., 2000. Rangelands issues and trends in developing countries. In: Arnalds, O. & Archer, S. (Eds.), Rangeland Desertification, pp. 181–195. Springer, Dordrecht.
41. Pinna, D., A. Pezzuolo, A. Cogato, C. Pornaro, S. Macolino & F. Marinello, 2024. Applications of satellite platforms and machine learning for mapping and monitoring grasslands and pastures: A systematic and comprehensive review. Smart Agricultural Technology, 9: 100571.
42. Pouyafar, A.M., H. Arzani, S.A. Javadi & A. Tahmasebi, 2024. Social capital drives beekeeping as livelihood diversification strategy: A study of pastoralists in Northeast Iran. Journal of Agricultural Science and Technology, 26(2): 287–298.
43. Reeves, M.C. et al., 2024. A global view of remote sensing of rangelands: Evolution, applications, future pathways. In: Remote Sensing Handbook, Volume III, pp. 361–418. CRC Press.
44. Retallack, M. et al., 2023. Remote sensing for monitoring rangeland condition: Current status and development of methods. Environmental and Sustainability Indicators, 19: 100285.
45. Rojas-Briceño, N.B., J.O. Silva-López, B.K. Guzman, M.A. Ix-Balam, J.L. Ramos-Tejeda, M. Oliva-Cruz, J. Veneros & L. García, 2026. Geographic information system applications in bee research. Insects, 17(6): 566.
46. Roque, N., P. Fernandez, C. Silveira, M. Vilas-Boas & O. Anjos, 2024. Using Analytic Hierarchy Process to assess beekeeping suitability in Portuguese controlled areas: A first approach. Insects, 15(2): 91.
47. Sadeghi, J., M.A. Edris & M. Mostajern, 2007. Factors affecting beekeepers income in Khomeinishahr and Najafabad of Isfahan Province. Developement and Efficiency, 2(6): 2–9.
48. Salehi, M., H. Arzani, A. Tavili & M. Ghorbani, 2017. Investigation of rangeland potential for apiculture by

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]

using Analytical Hierarchy Process (AHP) technique. Journal of Range and Management, 7(3): 711–722.
49. Sarvia, F., S. De Petris & E. Borgogno Mondino, 2023. Mapping melliferous potential in productive honey areas through spatial tools: Towards a rationalization of beekeeping. Ecological Informatics, 78: 102362.
50. Satta, A., M. Lezzeri, G. Brundu et al., 2024. How seasonality, semi-natural habitat cover and compositional landscape heterogeneity affect pollen collection and development of Apis mellifera colonies in Mediterranean agro-sylvo-pastoral systems. Landscape Ecology, 39: 26.
51. Shakoori, M., M. Yousefi & M. Salmanpour, 2026. Mapping habitat suitability of managed honey bees and native bumblebees to identify their spatial overlap. Environmental Science and Pollution Research, 33(2): 5105–5120.
52. Squires, V.R., 2009. Range and animal sciences and resources management. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS).
53. Tennakoon, S., A. Apan, T. Maraseni & R.D.D. Altarez, 2023. Decoding the impacts of space and time on honey bees: GIS based fuzzy AHP and fuzzy overlay to assess land suitability for apiary sites in Queensland, Australia. Applied Geography, 155: 102951.
54. Walle, F.M., 2025. Climate-smart apiary site selection in East Africa: GIS-based analysis of current and future climate projections. International Journal of Climate Change Strategies and Management, 17(1): 1243–1270.
55. Yari, R., G. Heshmati & H. Rafiei, 2016. Assessing the potential of beekeeping and determination of attractiveness range plants used bee by using geographic information system in Char-Bagh summer rangelands, Golestan. RS & GIS for Natural Resources, 7(3): 1–17.
56. Zoccali, P., A. Malacrinò, O. Campolo, F. Laudani, G.M. Algeri, G. Giunti, C.P. Strano, G. Benelli & V. Palmeri, 2017. A novel GIS-based approach to assess beekeeping suitability of Mediterranean lands. Saudi Journal of Biological Sciences, 24(5): 1045–1050.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1405.20.4.2.8]