FANPAYA
Knowledge Based Company
(PUBLISHERS)

Journal of Environmental Sciences Studies (JESS)
Volume 10, Number 3, Autumn, (2025)

Journal Homepage: www.jess.ir
Print ISSN: 2588-6851 Online ISSN: 2645-520X

Survey of distance indices to estimate the spatial distribution pattern of Ephedra major and Hymenocrater calycinus medicinal species in southwest rangelands of Bojnord

Ali Mohammad Asaadi[1*]

[*]1. Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Shirvan Agriculture Faculty, University of Bojnord, Bojnord, Iran.
[*]Email Address: am-asaadi@um.ac.ir

Article Info

Article Type:
Research Paper

Article History:

Received Date:
2025/09/17
Revised Date:
2025/10/10
Accepted Date:
2025/11/11
Published Date:
2025/11/26

Keywords:
Ephedra major,
Distribution pattern,
Distance indices,
Hymenocrater calycinus,
Rangelands,

ABSTRACT

Ephedra major and Hymenocrater calycinus are among the bushy and shrub plants resisting to drought conditions. These species have a very important role in soil protection, medicinal and forage value in arid areas. This research was conducted in order to investigate the distance indices to determine the species spatial distribution pattern of Ephedra major and Hymenocrater calycinus in the southwest rangelands of Bojnord. Vegetation sampling was done by systematic-random method, therefore, 5 transects of 100 meters were determined in each working unit. To collect information from the habitat, the nearest species and nearest neighbor distance method was used. Evaluation was done by using distance indices of Eberhart, Hinez, Pielou, T-square, Hopkins, Holgate and Johnson and Zimmer. The findings showed that most of the investigated indices accepted the clumped distribution pattern, so it can be said that the spatial distribution pattern of Ephedra major and Hymenocrater calycinus is clumped. Results showed the uniform pattern of Holgate and Pielou indices for Ephedra major species and Hopkins, Holgate and Pielou indices for Hymenocrater calycinus species. In general, the use of plant distribution patterns plays a significant role in choosing the appropriate sampling method, ecological interpretations and providing management approaches.

Cite this article: Ali Mohammad Asaadi (2025).Survey of distance indices to estimate the spatial distribution pattern of Ephedra major and Hymenocrater calycinus medicinal species in southwest rangelands of Bojnord,Journal of Environmental Sciences Studies, 10(3), Pages 10705-10718.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Ephedra major is dioecious and evergreen bushy and shrubs growing to 20-200 cm tall; woody stems well developed, erect or mostly procumbent, thick; herbaceous branchlets are slender, striate, smooth, bluish-green or grayish-green, 1-1.5 mm in diameter, internodes short, 1-3 cm × 1-1.5 mm, finely furrowed. Leaves are opposite, leathery, greenish or brownish, 1.5-3 mm, connate for ca. 3/4 their length, free part bluntly triangular. Ephedra has long been used as a medicinal plant to reduce fever, initiate perspiration, manage asthma, and treat coughing. Hymenocrater calycinus (Boiss.) Benth. is one of medicinal herbs in Lamiaceae family of Iran and it is growing natural habitats in the north east of Iran. In traditional medicine, this plant use for diuretic, flu treatment, antifungal, antibacterial and antioxidant. Knowledge of the spatial distribution pattern of plant communities is essential for understanding many questions in ecology and management of natural ecosystems. Ephedra major and Hymenocrater calycinus are among plants resistant to drought conditions and play a very important role in soil protection, medicinal and fodder value in dry areas. This survey was conducted in order to investigate the distance indices to determine the distribution pattern of Ephedra major and Hymenocrater calycinus species in the mountainous shrub rangelands in the southwest of Bojnord with an area of about 9300 hectares.

Materials and Methods

Vegetation sampling was done by systematic-random method, therefore, 5 transects of 100 meters were determined in each work unit (north and south slopes). To collect data from the site, the nearest species and nearest neighbor distance method was used. Evaluation was done using Eberhart, Hinez, Pielou, T-square, Hopkins, Holgate and Johnson and Zimmer distance indices.

Results and Discussion

The findings showed that among the distance indices, Eberhart, Hopkins, Johnson and Zimmer, T-square and Hinez indices with values of 2.205, 0.53, 6.178, 0.653 and 2.603 respectively for Ephedra major species and Eberhart, Johnson and Zimmer, T-square and Hinez indices with the values of 1.687, 4.632, 0.547 and 1.643, respectively, for Hymenocrater calycinus species, the pattern of distribution in the studied habitat is clumped. The results showed that the indices of Holgate and Pillow with the values of -0.473 and 0.374 respectively and Hopkins, Holgate and Pillow with the values of 0.43, -0.485 and 0.798 respectively for Ephedra major and Hymenocrater calycinus species showed a uniform distribution pattern. Because most of the examined indicators accepted the clumped pattern, therefore, for the management plans of the region using these plants, the clumped pattern must be considered. Generaly, the use of spatial patterns of plants in providing management solutions can contain an important point for those involved in the executive departments of natural ecosystems renovation that successful plans for the renovation and improvement of rangelands follow the natural patterns which are usually clustereds.

Conclusion

In conclusion in the investagte, the results showed that most of the surveyed indicators accepted the clumped distribution pattern, so it can be said that the spatial distribution pattern of Ephedra major and Hymenocrater calycinus is clumped in the survey sites. Based on the findings obtained from the study of other researchers, the clumped type is the most commonly observed plants spatial pattern in natural ecosystems. Spatial patterns of plants play a significant role in recognizing and solving ecological problems and introducing management strategies.

مجله مطالعات علوم محیط زیست
جلد ۱۰ ، شماره ۳
Journal Homepage:www.jess.ir
شاپای چاپی: 2588-6851 شاپای الکترونیکی: 2645-520X

FANPAYA
Knowledge Based Company
(PUBLISHERS)

بررسی شاخص‌های فاصله‌ای برآورد الگوی پراکنش مکانی گونه‌های دارویی Ephedra major و Hymenocrater calycinus در مراتع جنوب غرب بجنورد

علی محمد اسعدی[1*]

[*]۱- استادیار، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی شیروان ،دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران،
[*]ایمیل نویسنده مسئول: am-asaadi@um.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله علمی پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۴/۰۶/۲۶
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۴/۰۷/۱۸
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۰۸/۲۰
تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۰۹/۰۵

کلید واژه ها:
افدرا،
الگوی پراکنش،
شاخص‌های فاصله‌ای،
گل‌ارواته،
مراتع.

چکیده

افدرا و گل ارواته از جمله گیاهان درختچه ای و بوته ای مقاوم به شرایط خشکی هستند. این گونه ها نقش بسیار مهمی در حفاظت خاک، ارزش دارویی و علوفه ای در نواحی خشک ایفا می نمایند. این تحقیق به منظور بررسی شاخص های فاصله ای تعیین الگوی پراکنش گونه ای افدرا و گل ارواته در مراتع جنوب غرب بجنورد انجام شد. نمونه برداری پو شش گیاهی به روش سیستماتیک- تصادفی انجام شد، از این رو در هر واحد کاری ۵ ترانسکت ۱۰۰ متری مشخص شد. با استفاده از شاخص های فاصله ای ابرهارت، هینز، پیلو، مربع T ، هاپکینز، هولگیت و جانسون و زیمر ارزیابی انجام شد. یافته ها نشان داد که غالب شاخص ها مورد بررسی الگوی پراکنش کپه ای را پذیرفتند، بنابراین می توان گفت که الگوی پراکنش مکانی افدرا و گل ارواته به صورت کپه ای است. نتایج نشان داد که شاخص های هولگیت و پیلو برای گونه افدرا و هاپکینز، هولگیت و پیلو برای گونه گل ارواته الگوی پراکنش مکانی را به صورت یکنواخت معرفی نمودند. به طورکلی، کاربرد الگوهای مکانی گیاهان در ارایه راهکارهای مدیریتی می‌تواند حاوی نکته‌ای مهم برای دست‌اندرکاران بخش‌های اجرایی احیای زیست‌بوم‌های طبیعی باشد که طرح‌های موفق احیا و اصلاح مراتع از الگوهای طبیعی که معمولا کپه‌ای است پیروی نمایند.

ناشر: انتشارات فن پایا

DOI: 10.22034/jess.2025.547738.2407

۱- مقدمه

Ephedra major (ارمک ، ریش بز) از خانواده Ephedraceae می‌باشد و از گیاهان ارزشمند علوفه‌ای، دارویی (به‌خصوص برای بز) و حفاظتی در زیست‌بوم بیابانی و خشک است که از زمان‌های گذشته در منابع خارجی و داخلی و کتب مورد توجه پژوهشگران بوده‌است. ۱۲ گونه از این جنس در ایران گزارش گردیده است (Zargari, 1989). این گیاه با نام محلی شویشک و رج شناخته می‌شود. این گیاه ضد سرفه، ضد آسم، اثر بازکننده برونش، و ضد تب دارد. علاوه بر خواص دارویی، دارای کاربرد علوفه‌ای برای دام (به‌ویژه بز) در زمان خشکسالی و هنگام پاییز نیز می‌باشد. Ephedra major گیاهی درختچه‌ای، به ارتفاع تا دو متر، دارای شاخه‌های نازک و ظریف و ساقه بند بند و به طول تا ۳ سانتی‌متر، برگهای تحلیل رفته و فلسی در محل بند می‌باشند. گلهای آنها عمدتاً به شکل شاتونهای نر و ماده بر روی دو پایه جدا از هم تشکیل می‌شوند. اندام مورد مصرف دارویی این گیاه اندام‌های سبز می‌باشد (شکل۳). مواد مؤثره آن افدرین و پسودوافدرین می‌باشد. شکل کلریدرات افدرین در مداوای بیماری آسم استعمال می‌گردد و میزان آن به تناسب مکان رویش گیاه تغییر می‌نماید. همچنین پژوهش‌های متعددی که بر روی خاصیت دارویی افدرا صورت گرفته است بیانگر این است که گونه دو قسم آلکالوئید به نام‌های پزودوافدرین و افدرین تولید می‌کند که بااهمیت‌ترین پی‌آمد دارویی آنها دربرگیرنده آلرژی‌های تنفسی و کاهش احتقان بینی، افزایش فشارخون، کاهش جریان خون در کلیه‌ها و امحا و افزایش آن در کرونر مغز- عضلات بوده و کاربرد قابل توجه گیاه فراهم کردن داروهای کاهش وزن از آن می‌باشد (Shabani, 1985). جنس دوای شیخ علی یا گل‌اروانه (Hymenocrater) از جمله گیاهان زینتی و دارویی تیره نعناعیان است (Satil et al., 2007; Rechinger, 1982). بیش از ۱۲ گونه پایا و بوته‌ای این جنس در جهان دارد و ناحیه ایران و تورانی به عنوان رویشگاه اصلی آن شناخته شده‌است (Shahriari et al., 2013). گل‌اروانه دارای ۹ گونه مختلف است که در رویشگاه‌های سراسر ایران رویش دارد (Jamzad, 2013). دوای شیخ علی با نام محلی بادرنجبویه، سیوتالک و کیالمه در طب قدیمی ایران کاربرد دیرینه دارد. گل‌اروانه گونه‌ای بوته‌ای- درختچه‌ای است. به ارتفاع ۳۰-۶۰ سانتی‌متر، چوبی، پر ساقه و ایستاده است. برگ‌ها بزرگ، دارای دمبرگی کوتاه به طول ۱۰ میلیمتر، پهنک برگ دارای ابعاد ۲۵-۲۰ میلیمتر در قاعده تقریبا قلبی شکل، گل‌ها نسبتا بزرگ، صورتی- ارغوانی و دارای دمگل کوتاه مجتمع در گرزن‌های دمگل‌دار و پر گل ولی فاصله‌ای است. (شکل۳) میوه سیاه و پوشیده از برجستگی‌های زگیلی شکل است (Ghahreman, 1975-2002). از سرشاخه‌های گلدار و برگها گل‌اروانه به شکل دم شده به‌عنوان معالجه کننده نشانه‌های سرماخوردگی، مدر، معطر کننده دهان و جهت خوشبو کردن بدن به صورت موضعی استعمال می‌شود (Daryaei, 2014). مواد موثره گل اروانه، اسانس حاصل از تقطیر سرشاخه‌های گلدار و برگها با ترکیبی از مواد شیمیایی گوناگون بوده (Barazandeh, 2006) و دارای خاصیت ضد قارچ، ضد باکتری و آنتی‌اکسیدان می‌باشد (Chatterjee, 2002). تجزیه و تحلیل ویژگی‌های پوشش گیاهی نقش مهم و بنیادی در بوم‌شناسی و مدیریت پوشش گیاهی در رویشگاه‌های طبیعی دارد. تصمیم گیری‌های آگاهانه نیازمند بررسی و سنجش صحیح از منابع مدیریتی و مورد برنامه‌ریزی است و در مرحله اول جهت مدیریت دقیق و علمی رویشگاه‌های طبیعی، آگاهی و بدست آوردن دانستنی‌های دقیق از عوامل تشکیل دهنده آن است. گونه‌های گیاهی از جمله منابع ضروری مرتع بوده که تمامی برنامه‌ریزی‌ها و مدیریت‌ها در جهت حراست و بهره‌برداری مطلوب از آن می‌باشد (Karami et al., 2002). الگوی پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی از خصوصیات کاربردی و بنیادی بوم شناسی گیاهی است که سنجش آن در رویشگاه گیاهی، با هدف ادراک و فهم این جوامع ضروری است (Ludwing and Reynolds, 1988; Jayaraman, 1999; Dale, 1998) و به مفهوم آرایش فضایی و طرز واقع شدن افراد یک گونه گیاهی یا گونه‌های مختلف نسبت به هم در یک رویشگاه می‌باشد. برآورد الگوهای پراکنش گیاهان اثر خیلی زیادی در سنجش یکنواختی و عدم‌یکنواختی رویشگاه، انتشار، رقابت، نوع تکثیر و تولیدمثل و الگوهای رفتاری گیاهان و تعیین شیوه های دقیق و مناسب برای سنجش ویژگی‌های کمی گیاهان مانند پوشش و تراکم دارد (Chen et al., 2022; Mohebi and Mirzaei, 2021; Maesture et al., 2005; Miller et al., 2002; Johnson and Zimmer, 1985).توصیف و بررسی الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی از عمده‌ترین وسیله برای گزینش شیوه‌های نمونه‌گیری در بررسی‌های بوم‌شناسی گیاهی است (Legendre, 2002). الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی در تشخیص و تعیین شیوه درست ارزیابی تراکم جوامع گیاهی می تواند تاثیرگذار باشد (Odum, 1986; Krebs, 1999). به طورکلی سه نوع الگوی پراکنش همگن، تصادفی و کپه‌ای وجود دارد. در الگوی پراکنش تصادفی هر عضو به صورت تأثیرناپذیر و مستقل از سایر اجزاست و همانا حضور یک عضو بر حضور سایر اعضا تأثیر ندارد. این روش بر همانندی پیرامونی و یا الگوهای رفتاری غیرگزینشی اشاره دارد لیکن در الگوی پراکنش همگن، افراد با فاصله های منظم در مجاور هم قرار گرفته و این الگو حاکی از تأثیر منفی بین افراد مثل رقابت در دریافت مواد غذایی و محل رویش است اما الگوی پراکنش کپه‌ای موقعی رخ می‌دهد که غالب یا کل افراد جوامع گرایش دارند در بخش‌های ویژه‌ای از محیط استقرار داشته باشند، از این رو به نظر می‌رسد بذرریزی زیاد و

زادآوری غیرجنسی دو عامل عمده متراکم شدن گونه‌های گیاهی باشد (Moghadam, 2001). بدین گونه این نوع الگوها متاثر از عوامل محیطی، رقابت بین گونه‌ای و یا ویژگی‌های فردی گیاهان است. شیوه‌های کمی تحلیل گیاهان شالوده تشریح و تجزیه جوامع گیاهی به حساب می‌آیند و انبوهی به عنوان یکی از خصوصیات با اهمیت در راستای سنجش مراتع برای توصیف مشخصه‌های و دگرگونی جامعه‌های گیاهی در دوره‌های متفاوت، تشریح و تفسیر واکنش گونه‌های گیاهی به عملیات‌های گوناگون مدیریتی، تعیین ترکیب گونه‌ای، آنالیز و ارزیابی پوشش، برآورد تولید و زیست توده نقش مهمی ایفا می نماید (Saadatfar et al., 2007). در مورد سنجش شکل‌های رویشی بوته‌ای و درختی و نیز سنجش تغییرات پوشش گیاهی در طی گذر زمان به آسانی از کمیت انبوهی و تراکم می‌توان بهره برد. در قیاس اقسام شکل‌های زیستی در جوامع گیاهی و مطالعه اهمیت نسبی گیاهان در رویشگاه گیاهی، با پارامتر تراکم به سهولت قابل اجرا می‌باشد. بعلاوه مطالعه چگونگی اشاعه افراد در یک جمعیت یا چگونگی اشاعه گونه‌ها و افراد مرتبط با جامعه گیاهی از مسیر مطالعه کمیت تراکم میسر می‌باشد. تخمین سریع و دقیق تراکم یک جمعیت یا جمعیت‌های گوناگون موردتوجه در یک جامعه گیاهی، این فرصت را مهیا می‌نماید که با برقراری رابطه تجربی بین تراکم و سایر صفات و پارامترها قابل سنجش پوشش گیاهی، بتوان خصیصه‌های مد نظر را با شایستگی و آسانی بیشتر تخمین نمود. مناسب‌ترین شاخص عددی مربوط به مقادیر کمی یک جامعه گیاهی بویژه در جهت سنجش جوامع بوته‌ای، درختچه‌ای و درختی، تراکم است (Moghadam, 2001). به منظور سنجش تراکم گیاهان از شیوه شمارش گونه‌های گیاهی در داخل قاب و یا شیوه‌های فاصله‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (Moghadam, 2005; Bonham, 1989). به دلیل دشواری تعیین شکل و سطح مناسب قاب به منظور تخمین تراکم، استعمال شیوه‌های فاصله‌ای در دهه ۱۹۵۰ توسعه یافت. شیوه‌های فاصله‌ای برای تخمین تراکم گونه‌های بوته‌ای، درختچه‌ای و درختی مناسب است و در مورد سایر گونه‌های گیاهی زمانی که پوشش گیاهی همانند گندمیان کلاف مانند غیرانبوه بوده باشد و همچنین استفاده از قاب با دشواری‌هایی همراه گردد نیز مورد بهره‌برداری واقع می‌شود (Kent and Coker, 1992; Cottam and Curtis, 1956). این شیوه‌ها بر این قاعده قرار دارند که با افزایش تراکم، فاصله بین گیاهان کم می‌شود و سنجش فاصله بین گیاهان شالوده انجام این متدها است (Mesdaghi, 2006). در این متدها تعداد گونه‌های گیاهی در واحد سطح از مسیر فاصله بین دو گیاه یا یک نقطه و یک گیاه تخمین می‌گردد. در این شرایط معکوس فاصله محاسبه شده به عنوان تراکم برآورد می‌گردد (Kent and Coker, 1992; Muller –Dombois and Ellenberg, 1974). در ارتباط با الگوی پراکنش مکانی گیاهان پژوهش‌های متعددی در داخل و خارج از کشور اجرا شده است. Zolfaghari و همکاران (2022) در پژوهشی در استان بوشهر الگوی پراکنش مکانی توده‌های انارشیطان را به صورت کپه‌ای محاسبه نمودند و آنها اظهار داشتند که تابع G بیشترین جزئیات را در مقایسه با دیگر توابع در رابطه با الگوی پراکنش مکانی نشان داده و وجود الگوی کپه‌ای در توده‌های انارشیطان احتمالا به دلیل کمبود رطوبت و شرایط خشک آن اعلام نمودند. در پژوهشی Musaei Sanjarei و Bassiri (2007) کارایی چند تا از شاخص‌ها به منظور تعیین الگوی پراکنش در رویشگاه های طبیعی استان یزد مورد مطالعه قرار دادند و یافته‌ها دلالت کننده بر این بود که شاخص‌های هولگیت و مربع T قابلیت زیادی در مجزاکردن توده‌های کوچک و تک بوته‌ها داشته و شاخص گرین بیشترین دقت را در بین شیوه‌های اندازه‌گیری فاصله دارد. Zarea Chahooki و Tavili (2008) هم از چندین شیوه فاصله‌ای در تعیین الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی در رویشگاه مرتعی در جنوب استان یزد استفاده کردند و یافته‌های آنها نشان داد که شاخص‌های فاصله‌ای از شاخص‌های کوادراتی بهتر هستند. Abedi و Ostad Hashemi (2020) به برآورد کارایی شاخص‌های فاصله‌ای در ارزیابی الگوی پراکنش مکانی توده‌های آمیخته جنگل ارسباران مطالعه نمودند مشاهدات آنها نشاندهنده این است که شاخص فاصله همسایگی بین درختان، متوسط فواصل محاسبه شده ۴/۲ متر و طبقه ۴ تا ۶ متر دارای بالاترین وفور در بین فاصله‌های اندازه‌گیری شده بود. شاخص ابرهارت، شاخص هاپکینز و شاخص پراکنش جانسون–زایمر الگوی پراکنش درختان را به صورت یکنواخت تأیید نمودند. Mirzaei و همکاران (۲۰۱۶) اثر عوامل فیزیوگرافیک روی الگوی پراکنش درختان بلوط را مورد پژوهش قرار دادند نتایج آنها نشان داد که شاخص‌های هاپکینز، هینز، ابرهارت و C الگوی پراکنش درختان بلوط را به صورت کپه‌ای مورد تأیید قرار دادند. از آن جهت که پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی یکی از خصیصه‌های با اهمیت بوم‌شناسی گیاهی است. اطلاع از الگوهای پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی در هر ناحیه از ضروریات و مقدمات مطالعه و سنجش پوشش گیاهی به شمار می‌آید، در این پژوهش الگوی پراکنش دو گونه،Ephedra major و Hymenocrater calycinus که از گیاهان دارویی، علوفه‌ای و حفاظتی نواحی خشک هستند، با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای الگوی پراکنش تعیین و مورد بررسی قرار گرفت.

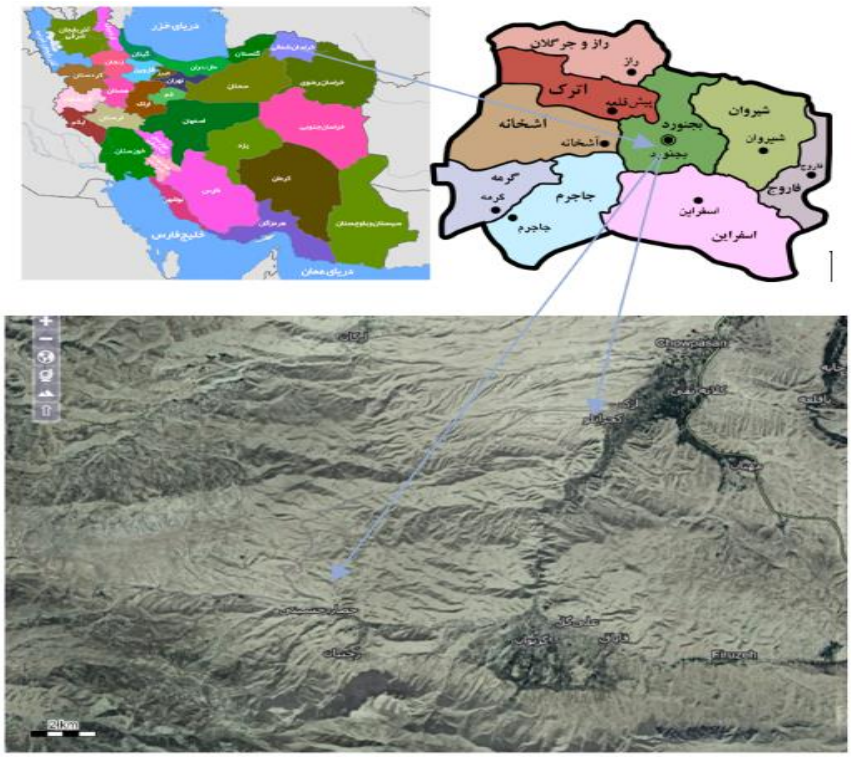
۲- روش انجام تحقیق

رویشگاه مورد مطالعه

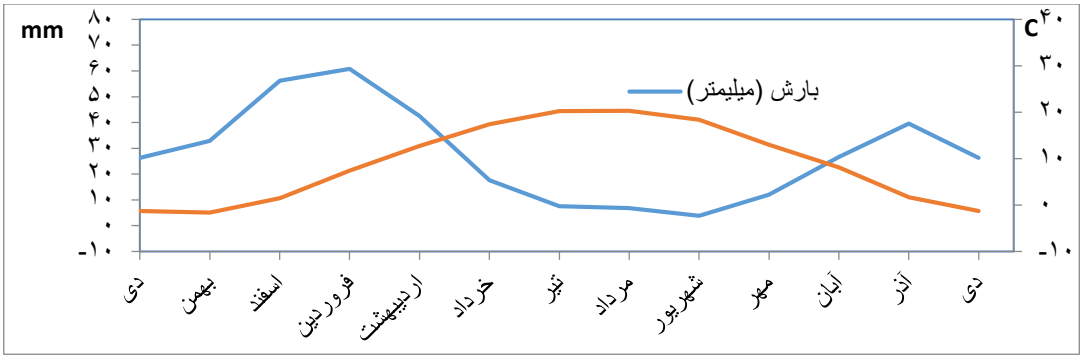
این پژوهش در مراتع کوهستانی حصار حسینی- کچرانلو صورت گرفته‌است. رویشگاه مورد بررسی از توابع استان خراسان شمالی و در ۲۰ کیلومتری جنوب شهرستان بجنورد واقع شده‌است (شکل۱). بر اساس داده های موجود این رویشگاه دارای مساحتی حدود ۹۳۰۰ هکتار بوده که در محدوده عرض جغرافیایی ´۱۸ °۳۷ الی ´۲۳ °۳۷ شمالی و طول جغرافیایی ´۸ °۵۷ تا ´۱۳ °۵۷ شرقی قرار گرفته‌است. ارتفاع از سطح دریای رویشگاه پراکنش گونه‌ها ۱۴۰۰- ۲۵۲۰ متر می باشد. جهت مطالعه ویژگی‌های آب و هوایی از آمار و داده‌های ایستگاه های هواشناسی فیروزه و اسدلی که واقع در رویشگاه گونه است، مورد بهره‌برداری قرار گرفت. بر مبنای داده‌های موجود، متوسط بارش رویشگاه ۳۳۲/۹ میلی‌متر است. مقدار بارش ماهیانه در رویشگاه نشان می‌دهد که حداکثر بارش در فروردین و اسفندماه به ترتیب در محدوده ۶۰ و ۵۶ میلی‌متر است و حداقل آن متعلق به شهریورماه که ۳/۸ میلی‌متر می‌باشد. میانگین حرارت سالانه منطقه ۹/۸۲ درجه سلسیوس است. مطالعات دمایی حاکی از آن است که متوسط بیشترین دما در تیرماه، ۳۱/۷۵ درجه سلسیوس و متوسط کمترین دما در بهمن‌ماه ۱۳/۰۲- درجه سلسیوس است. با استفاده از روش آمبرژه، اقلیم رویشگاه نیمه‌خشک سرد تا اقلیم ارتفاعات است (جدول۱). دوره خشکی رویشگاه مورد بررسی از اواسط خردادماه آغاز و تا نیمه مهرماه ادامه می‌یابد و دوره‌ای که مرطوب محسوب می‌گردد حدود ۲۴۰ روز می‌باشد (شکل۲). از نظر ویژگی‌های پوشش گیاهی منطقه، تیپ گونه‌های گیاهی غالب و همراه رویشگاهی که گونه افدرا و گل‌اروانه در آن حضور دارد بوته‌زار بوده و شامل گونه‌های *Artemisia aucheri, Artemisia kopetdaghensis, Phlomis cancellata, Festuca ovina* می‌باشد. گونه‌ها مورد بررسی در جهت شیب غالب منطقه که به صورت دامنه‌های شمالی و جنوبی بوده پراکنش یافته است. در رویشگاه مورد مطالعه خاک بسیار کم عمق و دارای بافت شنی لومی، درصدسنگریزه ۵۶، pH=۷/۷۵، EC=۵۵/۸۸ میکرو زیمنس بر سانتیمتر و آهکی می‌باشد.

جدول ۱. اقلیم منطقه بر اساس اقلیم نمای آمبرژه

شماره	ارتفاع (به متر)	نوع اقلیم
۱	۱۴۰۰ تا ۱۸۰۰	نیمه خشک سرد
۲	۱۸۰۰ تا ۲۱۰۰	نیمه مرطوب سرد
۳	۲۱۰۰ تا ۲۵۲۰	اقلیم ارتفاعات



شکل ۱. نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه



شکل ۲. منحنی توزیع ماهانه بارش و دما منطقه مورد مطالعه

تمامی ساختار زمین شناسی رویشگاه از نوع رسوبی بوده که مربوط به دوران سنوزوئیک و مزوزوئیک می‌باشند که در این میان، سازندهای دوره کرتاسه و ژوراسیک قسمت عمده ساختار زمین‌شناسی رویشگاه گونه‌های مورد بررسی را به خود اختصاص داده‌اند. ارتفاعات رویشگاه را عموما ساختار آهکی ژوراسیک تشکیل می‌دهند. همچنین نهشته‌های دوران چهارم به صورت پادگانه‌های آبرفتی و رسوبات کوهپایه‌ای مشاهده می‌شوند. ساختار زمین‌شناسی رویشگاه به شدت چین‌خورده‌اند و به شکل نواحی مرتفع در آمده‌اند. علاوه بر این گسل‌های زیادی در واحدهای زمین‌شناسی شکل گرفته‌اند (Asaadi and Khoshnod yazdi, 2018).

روش بررسی

بعد از انتخاب رویشگاه مورد بررسی در قلمرو مراتع حصار حسینی- کچرانلو شهرستان بجنورد، در نواحی که گونه‌های افدرا و گل‌اروانه وفور فراوانی داشت، بررسی‌ها صورت گرفت. نمونه‌برداری پوشش گیاهی به روش نظام- تصادفی با شروع تصادفی انجام شد، بنابراین در هر واحد کاری (دامنه شمالی و جنوبی) ۵ ترانسکت ۱۰۰ متری به فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر (در راستای شیب و عمود بر شیب) تعیین شد. پس از آن بر روی هر ترانسکت با شروع تصادفی و با فاصله ۱۰ متری نقاط نمونه‌برداری مشخص گردید. برای جمع‌آوری داده‌ها از رویشگاه، از روش فاصله‌ای نزدیکترین گونه و نزدیکترین همسایه استفاده شد. برای تشریح و تجزیه داده‌های مکانی مرتبط با طرز پراکنش گونه‌های افدرا و گل اروانه از شاخص‌های ابرهارت، هاپکینز، جانسون و زیمر، هولگیت، مربع تی، هینز و پیلو استفاده شد (جدول۲). پس از آن مقادیر عددی بدست آمده از هر یک از شاخص‌ها با استفاده از آزمون آماری مربوط به همان شاخص در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد آزمایش قرار گرفت. با هدف تحلیل و تجزیه و مشخص نمودن الگوی پراکنش از نرم افزارهای SPSS و Excel استفاده شد.

جدول ۲. شاخص‌های فاصله‌ای مورد استفاده جهت تعیین الگوی پراکنش گونه‌های افدرا و گل اروانه

نام شاخص	معادله	آزمون شاخص ها	علایم اختصاری
ابرهارت (Krebs, 1999)	$I_E=(\frac{S}{\bar{x}})^2+1$	جدول هینز	S: انحراف معیار فواصل $\bar{x}$: میانگین فواصل اندازه گیری
هاپکینز(Krebs, 1999)	$H=\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2+\sum_{i=1}^{n} r_i^2}$	$h=\frac{\sum(x_i^2)}{\sum(r_i^2)}$	x_i: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه r_i: فاصله نزدیک ترین گیاه تا گیاه اول
جانسون و زیمر (Ludwing and Reynolds, 1988)	$I=(N+1)\frac{\sum_{i=1}^{N}(d_i^2)^2}{[\sum_{i=1}^{N}(d_i^2)]^2}$	$Z=\frac{I-2}{\sqrt{4(N-1)/(N+2)(N+3)}}$	d: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه N: تعداد نقاط تصادفی
هولگیت (Mcmurry, 2000)	$A=\frac{\sum_{i=1}^{N}\frac{d_i^2}{d_i'^2}}{N}-0/5$	$t=\frac{\lvert A\rvert}{\sqrt{n/12}}$	d: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه d': فاصله نقطه تصادفی تا دومین گیاه نزدیک N: تعداد نقاط تصادفی
مربع تی (T) Ludwing (and Reynolds, 1988)	$C=\sum_{i=1}^{N}\frac{\left(X_i^2/\left(X_i^2+\frac{1}{2}Y_i^2\right)\right)}{N}$	$Z=\frac{C-0/5}{\sqrt{1/(12N)}}$	X_i: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه Y_i: فاصله نزدیک ترین گیاه تا نزدیک ترین همسایه N: تعداد نقاط تصادفی
هینز (Krebs, 1999)	$h_T=\frac{2n[2\sum_{i=1}^{N}(x_i^2)+\sum_{i=1}^{N}(z_i^2)]}{[\sqrt{2}\sum_{i=1}^{N}(x_i)+\sum_{i=1}^{N}(z_i)]^2}$	جدول هینز	X_i: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه Z_i: فاصله نزدیک ترین گیاه تا نزدیک ترین همسایه N: تعداد نقاط تصادفی
پیلو (Kiani et al, 2013)	$P=\pi D\left(\frac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N}\right)^2$	$D=2\pi\lambda\Sigma x_i^2$	x_i: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه، D: تراکم π : عدد پی N: تعداد نقاط تصادفی

در جدول ۳ مقادیر عددی هر یک از شاخص‌های ابرهارت، هاپکینز، جانسون و زیمر، هولگیت، مربع تی، هینز و پیلو برای برآورد الگوی پراکنش گونه‌های افدرا و گل اروانه ارایه شده است.

جدول ۳. مقادیر مورد انتظار در شاخص‌های فاصله‌ای تعیین الگوهای پراکنش گیاهان افدرا و گل اروانه

الگوی پراکنش	ابرهارت (مقدم، ۱۳۸۰)	هاپکینز (مقدم، ۱۳۸۰)	جانسون و زیمر (Ludwing and Reynolds, 1988)	هولگیت (Mohebi and Mirzaei, 2021)	مربع تی (Ludwing and Reynolds, 1988)	هینز (Krebs, 1999)	پیلو (Mohebi and Mirzaei, 2021)
کپه‌ای	$I_E > ۱/۲۷$	$I_h > ۰/۵$	I>۲	A>۰	C >۰/۵	$h_T > ۱/۲۷$	P>۱
تصادفی	$I_E = ۱/۲۷$	$I_h = ۰/۵$	I=۲	A=۰	C =۰/۵	$h_T = ۱/۲۷$	P=۱
یکنواخت	$I_E < ۱/۲۷$	$I_h < ۰/۵$	I<۲	A<۰	C <۰/۵	$h_T < ۱/۲۷$	P<۱

شکل ۳. تصویر گل‌اروانه و افدرا در منطقه مورد مطالعه

۳- نتایج و بحث

پراکنش گونه‌های گیاهی در زیست بوم طبیعی متأثر از عوامل محیطی و اکولوژیکی است. گیاهان در رویشگاه با توجه به وضعیت و احتیاجات بوم‌شناختی خود در مناطقی توسعه می‌یابند که با مناسب شدن خصوصیات زیستی گسترش‌یافته و ضمن استفاده از مناسب‌ترین نهاده‌های ر شد به اوج تو سعه و انبوهی خود د ست می‌یابند و سپس با فا صله گرفتن از و ضعیت ایده‌آل، بتدریج از تراکم و ارتفاع آنها کم می‌شود (Asaadi, 2022). گیاهانی که در نواحی خشک و نیمه‌خشک به سر می‌برند از نظر دارا بودن توانایی سازگاری بسیار با وضعیت د شوار محیطی و بردباری در برابر و ضعیت خاص بوم شنا سی و نیز ارزش تغذیه‌ای، دارویی و حفاظتی بالا از اهمیت زیادی برخوردارند. در نواحی کوهستانی، محیط فیزیکی با تنوع توپوگرافی آن اغلب به عنوان یک عامل مهم کنترل کننده پراکنش مکانی گیاهان در نظر گرفته می‌شود. بر مبنای فرمول‌های مرتبط به هر یک از شاخص‌ها و آزمون‌های آماری، مقدار عددی مشخص و یافته‌های بدست آمده از شاخص‌های فاصله‌ای برای کمی کردن الگوی پراکنش در جدول ۴ ذکر شده است.

جدول ۴. نتایج کاربرد شاخص‌های فاصله‌ای برای تعیین الگوی پراکنش گونه‌های دارویی افدرا و گل اروانه

شاخص‌های فاصله‌ای	Ephedra major			Hymenocrater calycinus		
	مقادیر مشاهده شده	آزمون	الگوی پراکنش	مقادیر مشاهده شده	آزمون	الگوی پراکنش
ابرهارت	۲/۲۰۵	۱/۳۴۱۴	کپه‌ای	۱/۶۸۷	۱/۳۳۷۹	کپه‌ای
هاپکینز	۰/۵۳۰	۱/۱۲۹	کپه‌ای با گرایش تصادفی	۰/۴۳	۰/۷۶۲	یکنواخت با گرایش تصادفی
جانسون و زیمر	۶/۱۷۸	۱۴/۶۶۴	کپه‌ای	۴/۶۳۲	۳۸/۳۱۹	کپه‌ای
هولگیت	−۰/۴۷۳	۰/۲۴۹۹	یکنواخت	−۰/۴۸۵	۰/۲۳۳	یکنواخت
مربع تی	۰/۶۵۳	۳/۴۷۵	کپه‌ای	۰/۵۴۷	۱/۱۶۵	کپه‌ای با گرایش تصادفی
هینز	۲/۶۰۳	۱/۳۴۱۴	کپه‌ای	۱/۶۴۳	۱/۳۳۷۹	کپه‌ای
پیلو	۰/۳۷۴	۳۵۳/۲۵۸	یکنواخت	۰/۷۹۸	۱۹۶	یکنواخت با گرایش تصادفی

همان‌گونه که در جدول (۴) ملاحظه می‌شود، برای گیاه افدرا مقدار عددی شاخص ابرهارت ۲/۲۰۵ برآورد شد. این مقدار محاسبه شده، از مقدار پایه برای این شاخص (۱/۲۷) بالاتر بود از این رو الگوی پراکنش مکانی این گیاه به فرم کپه‌ای است. بر اساس جدول هینز، آزمون این شاخص در سطح اطمینان ۹۵ درصد مساوی با ۱/۳۴۱۴ بود که از میزان برآورد شده شاخص ابرهارت کمتر است و دال بر اختلاف

معنی‌داری بین مقدار جدول و مقدار محاسبه شده است و به این صورت مقدار محاسبه شده شاخص ابرهارت می‌تواند الگوی خوبی در تعیین نحوی پراکنش باشد. بر این اساس، الگوی پراکنش کپه‌ای بر پایه شاخص ابرهارت قابل قبول است. بعلاوه یافته‌های این پژوهش بر پایه شاخص ابرهارت، در گونه گل اروانه مقدار عددی شاخص ابرهارت مساوی با ۱/۶۸۷ برآورد شد. این مقدار مشاهده شده، از عدد پایه برای این شاخص (۱/۲۷) بالاتر بود از این رو الگوی پراکنش مکانی این گونه به فرم کپه‌ای است. بر اساس جدول هینز، آزمون این شاخص در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با ۱/۳۳۷۹ بود که از عدد مشاهده شده شاخص ابرهارت کمتر است و حاکی از اختلاف معنی‌داری بین مقدار جدول و مقدار محاسبه شده است در نتیجه، الگوی پراکنش کپه‌ای مطابق شاخص ابرهارت قابل قبول است .نتایج نشان داد (جدول ۴) که مقدار شاخص هاپکینز در گونه افدرا عدد ۰/۵۳ را نشان می‌دهد که از مقدار پایه ۰/۵ برای این شاخص، بیشتر بوده بنابراین الگوی پراکنش به صورت کپه‌ای متمایل به تصادفی خواهد بود، اما محاسبه شاخص h و سپس آزمون F با هدف سنجش نتیجه این شاخص در معرفی الگوی پراکنش مکانی حاکی از آن است که شاخص h برابر با ۱/۱۲۹ بوده که این مقدار به دلیل بیشتر بودن از عدد استخراج شده از جدول F الگوی پراکنش را به صورت تصادفی تأیید می‌نماید. همچنین جدول ۴ مقدار شاخص هاپکینز برای گونه گل اروانه را ۰/۴۳ نشان می‌دهد که چون این عدد بین صفر و ۰/۵ قرار دارد الگوی پراکنش یکنواخت متمایل به تصادفی تأیید می‌شود. همچنین به منظور آزمون آماری این شاخص، برای h عدد ۰/۷۶۲ محاسبه شد که این مقدار به دلیل بیشتر بودن از عدد بدست آمده از جدولF، الگوی پراکنش مکانی به صورت یکنواخت تأیید می‌نماید. نتایج نشان داد که بر اساس جدول (۴) برای شاخص جانسون و زایمر مقدار شاخص در گونه افدرا ، ۶/۱۷۸ مشاهده شده و چون این مقدار از عدد پایه ۲ بیشتر است الگوی کپه‌ای تأیید می‌شود. همچنین با هدف آزمون این شاخص عدد ۱۴/۶۶۴ برای Z محاسبه شده که بر اساس مقادیر تعریف شده چون این عدد از ۱/۹۶+ بیشتر است، الگوی تصادفی به نفع الگوی غیر تصادفی عدم پذیرش شده و الگوی کپه‌ای تأیید می‌شود. همچنین در گیاه گل اروانه یافته‌های بدست آمده از جدول (۴) نشان داد مقدار شاخص جانسون و زایمر، ۴/۶۳۲ محاسبه شده و چون این مقدار از عدد پایه ۲ بیشتر است الگوی کپه‌ای تأیید می‌شود. همچنین نتایج حاصل از آزمون آماری عدد ۳۸/۳۱۹ برای Z برآورد شده که بر اساس مقادیر تعریف شده چون این عدد از ۱/۹۶+ بیشتر است، الگوی تصادفی به سود الگوی غیرتصادفی مورد تایید قرار نگرفته و الگوی غیرتصادفی (کپه‌ای) تأیید می‌شود .یافته‌های بدست آمده از گیاه افدرا بر اساس جدول (۴) برای شاخص هولگیت مقدار شاخص A، ۰/۴۷۳− محاسبه شده که چون این مقدار از عدد صفر کمتر است با این شاخص الگوی پراکنش مکانی به صورت یکنواخت است. همچنین نتایج آزمون آماری این شاخص مقدار A با عدد استخراج شده از آزمون آماری t مقایسه می‌شود و چون مقدار محاسبه شده از عدد آزمون تی کمتر است، بنابراین الگوی پراکنش مکانی به صورت یکنواخت تأیید می‌شود. همچنین نتایج بدست آمده از گیاه گل اروانه مطابق جدول (۴) برای شاخص هولگیت مقدار شاخص A، ۰/۴۸۵− مشاهده شده که چون این مقدار از عدد صفر کمتر است بر این اساس شاخص الگوی پراکنش مکانی این گونه به صورت یکنواخت است. نتایج آزمون آماری این شاخص مقدار A با عدد استخراج شده از آزمون آماری t مقایسه می‌شود و چون مقدار محاسبه شده از عدد آزمون تی کمتر است، بر طبق این الگوی پراکنش مکانی این گونه به صورت یکنواخت تأیید می‌شود. در گونه افدرا نتایج حاصل از مقدار شاخص مربع تی در جدول (۴)، عدد ۰/۶۵۳ را برآورد نموده است و نظر به اینکه این مقدار از عدد ۰/۵ بیشتر است الگوی پراکنش مکانی این گونه به صورت کپه‌ای است. همچنین برای آزمون این شاخص عدد ۳/۴۷۵ برای مقدار Z محاسبه شد که به دلیل بیشتر بودن عدد برآورد شده از مقدار تعریف شده ۱/۹۶+، الگوی پراکنش مکانی تصادفی به نفع الگوی پراکنش غیرتصادفی مورد قبول واقع نشده و الگوی پراکنش کپه‌ای (غیر تصادفی) تأیید می‌شود. همچنین در گونه گل اروانه یافته‌های بدست آمده از مقدار شاخص مربع تی در جدول (۴)، عدد ۰/۵۴۷ را ارایه می‌نماید و نظر به اینکه مقدار این عدد از ۰/۵ بیشتر است الگوی پراکنش مکانی این گونه به فرم کپه‌ای است. ولی نظر به اینکه این مقدار به عدد ۰/۵ که معرفی کننده الگوی پراکنش تصادفی است نزدیک است، از این رو الگوی پراکنش مکانی حاصل شده کپه‌ای متمایل به تصادفی است. اما آزمون آماری این شاخص نیز نتیجه را در سطح اطمینان ۹۵ درصدتأیید نکرد، زیرا مقدار z حاصله(۱/۱۶۵) از مقدار z جدول (۱/۹۶) کمتر بوده از این رو الگوی پراکنش مکانی تصادفی قابل پذیرش است. یافته‌های حاصله نشان داد که در گیاه افدرا بر اساس جدول (۴) برای شاخص هینز مقدار شاخص h_T، ۲/۶۰۳ محاسبه شده و نظر به اینکه این مقدار از عدد ۱/۲۷ بزرگتر است الگوی پراکنش مکانی با این شاخص به شکل کپه‌ای مورد پذیرش قرار می گیرد. بعلاوه با هدف آزمون این شاخص مقدار h_T با عدد بدست آمده از جدول هینز (۱/۳۴۱) تطبیق داده می‌شود و نظر به اینکه مقدار برآورد شده از عدد جدول بزرگتر است، از این رو الگوی پراکنش مکانی به شکل کپه‌ای تأیید می شود. همچنین نتایج نشان داد که در گونه دارویی گل اروانه بر اساس جدول (۴) برای شاخص هینز مقدار h_T، ۱/۶۴۳ مشاهده شده است. این مقدار از عدد ۱/۲۷بیشتر است از این رو الگوی پراکنش مکانی با این شاخص به شکل کپه‌ای حاصل می‌شود. بعلاوه با هدف آزمون این شاخص مقدار h_T با عدد بدست آمده از جدول هینز (۱/۳۳۸) تطبیق داده می شود و نظر به اینکه عدد مشاهده شده از مقدار عدد جدول بزرگتر است، از این رو الگوی پراکنش مکانی به شکل کپه‌ای مورد تأیید قرار می‌گیرد. نتایج حاکی از آن است که شاخص پیلو الگو پراکنش مکانی گونه افدرا را یکنواخت نشان داد زیرا مقدار شاخص برابر ۰/۳۷۴ و کمتر از ۱ بود (جدول ۴). اما آزمون معنی‌داری برای این شاخص بر اساس مقدارکای اسکویر و مقادیر محاسبه شده نشان داد که می‌توان فرض تصادفی بودن را رد کرد. همچنین بر اساس شاخص پیلو، در گونه گل اروانه مقدار عددی شاخص پیلو برابر با ۰/۷۹۸مشاهده شد. این مقدار مشاهده شده، از مقدار پایه برای این شاخص (۱) کمتر بود از این رو الگوی پراکنش مکانی این گونه به صورت

یکنواخت است. آزمون این شاخص بر اساس جدول کای اسکویر در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با ۳۵/۶ بود که از مقدار مشاهده شده شاخص پیلو کمتر است و نشان دهنده اختلاف معنی‌داری بین مقدار محاسبه شده و مقدار جدول بوده در نتیجه، الگوی پراکنش یکنواخت بر اساس این شاخص قابل پذیرش است (جدول ۴). نتایج بدست آمده از مقادیر توصیفی فاصله‌های اندازه‌گیری شده گونه‌های افدرا و گل‌اروانه بر اساس روش نمونه‌گیری نزدیک‌ترین گیاه و نزدیک‌ترین همسایه در رویشگاه مورد بررسی نسبت به یکدیگر در جدول ۵ ارایه شده‌است.

اقلیم یکی از با اهمیت‌ترین فاکتورهای تاثیرگذار در گسترش و توسعه گونه‌های گیاهی است (Vallejo et al., 1998). گیاهان نسبت به شرایط اقلیمی حاکم بر رویشگاه از مسیر واکنش‌های تحمل به رطوبت و دما و یا به وسیله بعضی از سازگاریهای تکاملی با آن مقابله می‌کنند (Mesdaghi, 2006). نقش ارتفاع از سطح دریا در رشد و نمو گیاهان در زیست‌بوم‌ها و رویشگاههای طبیعی حایز اهمیت است (Mahdavi et al., 2013; Asaadi and Khoshnod Yazdi, 2020). با افزایش و کاهش ارتفاع از سطح دریا موجب تغییر میزان آب قابل دسترس ریشه گیاه، درجه حرارت، سرعت باد، رطوبت نسبی و مقدار نور خورشید دریافتی می‌شود بنابراین پاسخ اکوفیزیولوژیکی گیاهان را تغییر می‌دهد (Asaadi, 2022) یافته‌های این پژوهش نشان داد که شاخص‌های فاصله‌ای در معرفی الگوهای گوناگون یکسان عمل نمی‌کنند و با هم متفاوت هستند. براساس نتایج حاصله از شاخص‌های ابرهارت، جانسون و زیمر، مربع تی، هینز و هاپکینزکه در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت، می‌توان اظهار نمود که الگوی پراکنش مکانی گونه افدرا کپه‌ای است. همچنین بر اساس یافته‌های بدست آمده از رویشگاه گل‌اروانه شاخص‌های فاصله‌ای ابرهارت، جانسون و زیمر، مربع تی و هینز الگوی پراکنش را به صورت کپه‌ای نشان دادند. در حالیکه شاخص‌های هولگیت و پیلو برای گونه افدرا و هاپکینز، هولگیت و پیلو برای گونه گل‌اروانه الگوی پراکنش مکانی را به صورت یکنواخت معرفی نمودند. با توجه به اینکه غالب شاخص‌ها الگوی پراکنش کپه‌ای را پذیرفتند، می‌توان گفت که الگوی پراکنش مکانی افدرا و گل‌اروانه به صورت کپه‌ای است که در بعضی از شاخص‌ها این کپه‌ای بودن به سمت الگوی تصادفی تمایل داشت. الگوی پراکنش کپه‌ای رایج‌ترین و فراگیرترین الگوی پراکنش نسبت به دیگر الگوهای همگن و تصادفی در رویشگاه‌های طبیعی برای گونه‌های گیاهی است (Asaadi, 2025, Zolfaghari et al., 2022; Masumi Baba Arabi et al., 2023). مشاهدات نشان می‌دهد که گونه‌های افدرا و گل‌اروانه در منطقه مورد مطالعه به علت مساعد بودن شرایط رویشگاهی در ارتفاعات پایین‌تر، در جهت شیب دامنه شمالی و در ارتفاعات بالاتر در جهت شیب دامنه جنوبی گسترش چشم‌گیری دارد. مطالعات نشان داده است که شرایط نامساعد آشیان بوم‌شناختی، بارندگی کم و خشکی قادر است در نواحی که از وضعیت رویشگاهی مطلوبی برخوردار است سبب استقرار الگوی کپه‌ای شود (Zhang, 2009). Frelich و همکاران (۱۹۹۳) بیان می‌دارند که بیشتر گیاهان در رویشگاه‌های طبیعی تمایل به الگوی پراکنش کپه‌ای دارند. از سوی دیگر، عدم یکنواختی شرایط محیطی ناشی از عناصر بیرونی و خارجی نیزممکن است سبب پراکنش غیریکنواخت گونه های گیاهی در نواحی خشک شود. اگر عوامل محیطی نظیر رطوبت و عناصر غذایی خاک در بخشهای از رویشگاه برای گیاهان مورد نظر مساعد باشد، گونه های گیاهی تمایل به تشکیل گروه‌هایی پیدا می نمایند که سرانجام آن، الگوی مکانی کپه ای است (Pakzad, 2021; Asaadi, 2025). بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان بیان کرد که الگوی کپه‌ای بیان کننده جمع شدن افراد در مکان‌های مساعدتر رویشگاه می‌باشد. الگوی پراکنش کپه‌ای گونه‌های افدرا و گل‌اروانه به دلایل مختلف می‌تواند رخ دهد. برای گونه‌هایی که زادآوری طبیعی آنها از مسیر بذر انجام می‌شود، الگوی مکانی با چگونگی پراکنش بذر مرتبط است. ریزش بذر به اطراف پایه‌های مادری گونه‌های افدرا و گل‌اروانه در این پژوهش می‌تواند عامل برقراری الگوی کپه‌ای در رویشگاه گیاهان باشد. بیشترین بذرهای که در اطراف گیاه مادری ریزش می نمایند سبب رشد و توسعه جمعیت آن گونه در پیرامون گیاه مادری شده و باعث ایجاد الگوی پراکنش کپه‌ای گردد (Zolfaghari et al.,2022; Chen et al., 2022; Liu, 2009). همچنین تجمع نسبی و در کنار هم قرار گرفتن گونه‌های بوته‌ای و درختچه‌ای سبب ایجاد یک خرد اقلیم می‌شود که شرایط مساعدتری از نظر ایجاد سایه، میزان رطوبت و افزایش مواد غذایی خاک شده و در نتیجه باعث حفاظت و بقا یافتن زادآوری گونه‌ها می‌شود (Zolfaghari et al., 2022; Jannat Rostami et al., 2009). در مقیاس کوچک بذور گیاهان تمایل دارند تا نزدیک پایه مادری افتاده و جوانه بزنند، این عمل باعث افزایش حالت کپه‌ای یا انبوهی گیاهان در رویشگاه خواهد شد. در همین رابطه تنوع محیطی نیز سبب می‌شود تا گیاهان دارای نیازهای بوم‌شناختی مشابه نزدیک هم به صورت توده‌ای ظاهر شوند. اما مواردی از قبیل رقابت، آفتها و بیماریها ممکن است باعث از بین رفتن توده‌های گیاهی شوند (Chen et al., 2022; Gilbert, et al., 1994; Xinmin et al., 2009). پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که از لحاظ دقت، شاخص‌های مدل فاصله‌ای در مقایسه با شاخص‌های مدل کوادراتی، دارای دقت بیشتری هستند، زیرا نمونه‌برداری با کوادرات‌ها به عواملی از جمله اندازه، تعداد و شکل قاب و قابل تفکیک بودن پایه‌ها وابسته است. در نواحی که انبوهی گونه‌های گیاهی بسیار اندک باشد، در هنگام استقرار قاب‌ها، تعداد فراوانی از قاب‌ها بدون فرد و در تعدادی ممکن است یک یا چند فرد جای گیرند، از این رو واریانس تعداد افراد شمارش شده در قاب‌ها افزایش می‌یابد. اما شاخص‌های مدل فاصله‌ای به هیچ یک از این موارد وابسته نیستند، بلکه فقط به اندازه‌گیری درست فاصله‌ها وابسته هستند (Jannat Rostami et al., 2009; Getzin, 2006; Bidarnamani et al., 2019).

جدول ۵. مقادیر توصیفی فاصله اندازه‌گیری شده پایه‌های گونه‌های گیاهی افدرا و گل‌اروانه

نام گونه	متوسط فاصله بر حسب متر (میانگین)±اشتباه معیار	انحراف معیار	بیشینه (متر)	کمینه (متر)	پارامتر مورد نظر
Ephedra major	۳/۰۱ ± ۰/۴۹۸	۳/۲۷۱	۱۶	۰/۱	نزدیک‌ترین گیاه
	۲/۳۱۹ ±۰/۵۳۲	۳/۴۹۰	۱۶/۲	۰/۳	نزدیک‌ترین همسایه
Hymenocrater calycinus	۱/۱۶۷ ±۰/۱۳۵	۰/۹۷۴	۵	۰/۱	نزدیک‌ترین گیاه
	۱/۳۹۰ ±۰/۱۴۵	۱/۰۴۷	۵	۰/۲	نزدیک‌ترین همسایه

نتایج مطالعه رویشگاهی مربوط به میانگین صفات مورفولوژیکی شامل پوشش تاجی، قطرهای تاج پوشش، ارتفاع گونه و تراکم گونه‌های افدرا و گل‌اروانه در جدول ۶ آمده‌است.

جدول ۶. میانگین صفات مورفولوژیکی گونه‌های افدرا و گل‌اروانه در سطح رویشگاه

میانگین صفات مورفولوژیکی	*Ephedra major*	*Hymenocrater calycinus*
حداکثر پوشش تاجی $(cm)^2$	۳۰۶۹۳	۵۷۷۰
حداقل پوشش تاجی $(cm)^2$	۶۵۵/۴۱	۱۱۰
حداکثر قطر بزرگ تاج پوشش (cm)	۲۳۰	۱۲۳
حداقل قطر بزرگ تاج پوشش (cm)	۲۶	۱۶
حداکثر قطرکوچک تاج پوشش (cm)	۱۸۰	۷۰
حداقل قطر کوچک تاج پوشش (cm)	۲۳	۱۰
حداکثر ارتفاع گیاه (cm)	۱۲۰	۹۰
حداقل ارتفاع گیاه (cm)	۳۰	۲۲
تراکم (پایه در هکتار)	۳۴۶	۱۷۷۸

در توزیع پراکنش کپه‌ای افراد به شکل دسته‌هایی در مجاورت هم قرار می‌گیرند که این الگو می‌تواند ناشی از رفتار اجتماعی و عدم یکنواختی محیط از دیدگاه وضعیت رویشگاهی و نوع تکثیر و تولیدمثل در گونه‌های گیاهی باشد (Ludwing and Reynolds, 1988) با توجه به یافته‌های این پژوهش در منطقه مورد مطالعه، متوسط فاصله استقرار پایه‌های گونهٔ Ephedra major از همدیگر، در روش نزدیک‌ترین گونه از نقاط نمونه‌برداری و نزدیک‌ترین همسایه به ترتیب۳/۲۷۱ و ۳/۴۹۰ متر تعیین شد. همچنین متوسط فاصله استقرار پایه‌های گونهٔ Hymenocrater calycinus از همدیگر، در روش نزدیک‌ترین گونه از نقاط نمونه‌برداری و نزدیک‌ترین همسایه به ترتیب۰/۹۷۴ و ۱/۰۴۷ متر تعیین شد. بیشترین فاصله در روش نزدیک ترین‌گونه از نقاط نمونه‌برداری و نزدیک‌ترین همسایه در گونه افدرا به ترتیب ۱۶ و ۱۶/۲ و کمترین فاصله ۰/۱ و ۰/۳ متر بود. . همچنین بیشترین فاصله در روش نزدیک‌ترین گونه از نقاط نمونه‌برداری و نزدیک‌ترین همسایه در گونه گل‌اروانه به ترتیب ۵ و ۵ و کمترین فاصله ۰/۱ و ۰/۲ متر بود. در مطالعه حاضر شیوه‌های نزدیک‌ترین گونه و نزدیک‌ترین همسایه در هر دو گونه افدرا و گل‌اروانه مقادیر مشابه نزدیک به هم برآورد کرده است. آگاهی از متوسط فاصله استقرار گیاهان نسبت به یکدیگر می‌تواند به عنوان الگویی برای تعیین تعداد نهال مورد نیاز و فاصلهٔ کاشت، در صورت بکارگیری گیاهان مورد مطالعه در مناطق با ویژگی مشابه، مورد استفاده قرار گیرد (Zare Chahouki et al., 2012; Safaei et al., 2016).

۴- نتیجه‌گیری

به عنوان نتیجه‌گیری کلی، در بهره‌برداری از الگوی پراکنش در گزینش شیوه مناسب نمونه‌برداری، تفسیرهای بوم‌شناسی و مشخص نمودن فاصله کاشت مناسب نهال‌ها برای برنامه‌های اصلاح و احیای رویشگاه‌های طبیعی مفید است. الگوهای مکانی گیاهان در شناخت و حل مشکلات بوم شناختی و معرفی راهکارهای مدیریتی دارای نقش شایان توجهی هستند. الگوهای پراکنش در بررسی شکل‌گیری جوامع گیاهی از اهمیت زیادی برخوردار است و نتایج برآورد عوامل گیاهی حاصله ممکن است تحت تاثیر الگوی پراکنش قرار گیرد. با مطالعه الگوی پراکنش در جوامع گیاهی می‌توان آگاهی بسیاری را در باره یکنواختی و عدم یکنواختی رویشگاه، نوع تکثیر و تولید مثل، تنوع زیستی، انتشار گیاهان، رقابت و حفاظت بهتر از بوم‌سازگان دریافت نمود. الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی همچنین بر روی شیوه نمونه‌برداری و به طور حتم بر روی تعداد نمونه لازم اثرگذار است. باید توجه داشت که نوع گونه‌های گیاهی غالب هر رویشگاه و شرایط خاص گیاهان مورد بررسی، گیاهان با تراکم‌های متنوع و با الگوهای پراکنش گوناگون می‌تواند منتج به یافته‌های متفاوت شود، از این رو انتخاب شاخصی مناسب جهت ارزیابی گیاهان رویشگاه از اهمیت زیادی برخوردار بوده و می‌بایست در اولویت قرار بگیرد. یافته‌های بدست آمده از این پژوهش می‌تواند حاوی نکته‌ای مهم برای دست‌اندرکاران و مدیران بخش‌های اجرایی جهت احیای زیست‌بوم‌های طبیعی باشد که طرح‌های موفق احیا و اصلاح منابع طبیعی از الگوهای طبیعی که معمولا تجمعی است پیروی می نمایند مورد تاکید این پژوهش است.

منابع

- Abedi, R. and Ostad Hashemi, R. 2020. Efficiency Evaluating of Distance Indices in Estimating Trees Spatial Distribution Pattern in Arasbaran Forest. Environmental Researches. Vol. 11(21), P. 85-96. (In Persian).
- Asaadi, A.M. 2022. Study on Ecological Characters and Artificial Revegetation of Dracocephalum Lindbergii Rech.f Medicinal Herb in Godali Salakh Area of Bojnourd. Degradation and Rehabilitation of Natural Land. Vol. 4(2), P. 13-32. (In Persian).
- Asaadi, A.M. 2025. Analysis of distance indices to evaluate the spatial distribution pattern of Artemisia absinthium and Lychnis coronaria medicinal species in northwest rangelands of Bojnord. Journal of Environmental Sciences Studies. Vol. 9(4). P. 9676-9687.
- Asaadi, A.M. and Khoshnod yazdi, A. 2018. Ecological Properties of Medicinal Plant of Hymenocrater calycinus (Boiss.) Benth. in north- eastern Khorasan, Iran. Journal of Medicinal Plants and By-products, Vol. 2, P. 189-198.
- Asaadi, A.M. and Khoshnod Yazdi, A. 2020. An investigation on ecological characteristics of Ephedra major in Bojnourd Rangelands. Plant Ecophysiology. Vol. 41(2), P. 97-107. (In Persian).
- Barazandeh, M.M. 2006. Volatile constituents of the essential oil of Hymenocrater elegans Bunge. Journal of Aromatic Medicinal Plants Research. 13, P. 1-9.
- Bidarnamani, F., Fahmideh, L. and Shabanipoor. M. 2019. Comparison of Distance-based and Quadrate-based Methods to Determine the Dispersion Methods of Calligonum polygonoides in Sistan Province, Iran. Arid Biome Scientific Journal. Vol. 9(1), P. 113-123. (In Persian).
- Bonham, C.D. 1989. Measurements for terrestrial vegetation. John Wiley & sons. Inc. New Yourk, 565p.
- Chatterjee, S.K. 2002. Cultivation of medicinal and aromatic plants in India- a commercial approach. Proceeding of an International Conference on MAP. Acta Horticulture (ISHS). Vol. 576, P. 191-202.
- Chen, P., Xia, J., Ma, H., Gao, F., Dong, M., Xing, X. and Li, C. 2022. Analysis of spatial distribution pattern and its influencing factors of the Tamarix chinensis population on the beach of the muddy coastal zone of Bohai Bay. Ecological Indicators. 140, P. 1-9.
- Cottam, G. and Curtis, J.T. 1956. The use of distance measure in phytosociological sampling. Journal Ecology. Vol. 37(3), P. 45 -60.
- Dale, M.R.T. 1998. Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology, Cambridge University Press, 326 p.
- Daryaei, M. 2014. Miraculous herbal medicine, Sefir Ardahal Publications, 402 pg. (In Persian)
- Frelich, L.E., Calcite, R.R., Davis, M.B. and Pastor, J. 1993.Path formation and maintenance in an old– growth hem-lock hard wood Forest. Journal of Forest Ecology. Vol. 74, P. 513-527.
- Getzin, S. 2006. Spatial patterns and competition of tree species in a Douglas-fir chronosequence on Vancouver Island. Journal Ecography. Vol. 29, P. 671-682.
- Ghahreman, A. 1975-2002. Colored Flora of Iran. Vol. 1-26, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran. (In Persian).
- Gilbert, G.S., Hubbell, S.P. and Forest, R.B. 1994. Density and distance-to-adult effects of a canker disease of trees in a moist tropical forest. Oecologic. Vol. 98, P. 100-108.
- Jamzad, Z. 2013. Survey of Lamiaceae in the flora of Iran. Rostaniha. Vol. 14, P. 59-67.
- Jannat Rostami, M., Zare Chahoki, M.A., Azarnivand, H. and Ebrahimi Dorcheh, K. 2009. Survey and analysis of spatial pattern of plant species in marginal rangelands Hoz-e-Soltan Qom. Watershed Management Researches (Pajouhesh & Sazandegi). Vol. 22(3), P. 72-80. (In Persian).
- Jayaraman, K. 1999. A Statistical Manual for Forestry Research, FORSPA - FAO Publication, 231 pg.
- Johnson, R.B. and Zimmer, W.J. 1985. A more powerful test for dispersion using distance measurements. Ecology. Vol. 66(5), P. 1675 -1699.
- Karami, P., Heshmati, G.A. and Mesdaghi, M. 2002. Determination of optimal plot shape and size for estimation of forage production at semi -steppic grasslands of northeastern of Golestan province. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. Vol. 9(2), P. 41-48. (In Persian).
- Kent, M. and Coker, P. 1992. Vegetation Description and Analysis: a Practical Approach. John Willey & Sons, NewYork. 363p.
- Kiani, B., Fallah, A., Tabari, M., Hosseini, S.M. and Iran-Nejad Parizi, M.H. 2013. Comparing Distance-based and Quadrate-based Methods to Identify Spatial Pattern of Saxaul Haloxylon

ammodenderon C.A.Mey (SiahKooh Region, Yazd Province). Iranian Journal of Natural Resources. Vol. 65(4), P. 475-486. (In Persian).
- Krebs, C. J. 1999. Ecological Methodology. 2nd Edition, Adisson -Welsey Educational Publisher, Inc, Benjamin/Cummings, 620p.
- Legendre, P. 2002. The consequences of spatial structure for the design and analysis of ecological field surveys. Ecography. Vol. 25, P. 601-615.
- Liu, F. Q., Wang, Y. P., Yang, Y., Xu, J. W. and Wang, H. T. 2009. Spatial distribution pattern of Tamarix chinensis in Yellow River Delta. Journal of Northwest Forestry University. Vol. 24(3), P. 7-11.
- Ludwing, J. A. and Reynolds, J.F. 1988. Statistical Ecology. Wiely -Interscience Publisher, USA, 337p.
- Maesture, F. T., Escudero, A., Martinez, I., Guerro, C. and Rubio, A. 2005. Does spatial pattern matter to ecosystem functioning? Insight from biological soil crusts. Functional Ecology. Vol. 19, P. 566-753.
- Mahdavi, M., Jouri, M.H., Mahmoudi, J., Rezazadeh, F. and Mahzooni-Kachapi, S.S. 2013. Investigating the altitude effect on the quantity and quality of the essential oil in Tanacetum polycephalum Sch. - Bip. polycephalum in the Baladeh region of Nour, Iran. Chinese Journal of Natural Medicines. Vol. 11(5), P. 553–559.
- Masumi Baba Arabi, M., Basiri, R., Moradi, M. and Kiani, B. 2023. Spatial pattern of Populus euphratica Oliv. using K, L, G and J functions in Maroon, Behbahan. Journal of Environmental Science and Technology. Vol. 9(25), P. 21-35. (In Persian).
- Mcmurry, M. A. 2000. Population dispersion pattern in Ash juniper. Journal of Biology. Vol. 34, P. 208-212.
- Mesdaghi, M. 2006. Plant Ecology. Jahad Daneshgahi of Mashhad publications, 187p. (In Persian).
- Miller, T. F., Mladenoff, D. J. and Clayton, M. K. 2002. Old growth northern hardwood forests: Spatial Oikos. Vancouver Island. Ecography. Vol. 29, P. 671-682.
- Mirzaei, M., Bonyad, E. and Azizi, J. 2016. Assessing Impact of Physiographic Factors on Spatial Distribution Patterns of Oak Trees in Iran. Forest Research. Vol. 5(4), P. 1-4.
- Moghadam, M, R. 2001. Quantitative plant ecology. University of Tehran Press. 285p. (In Persian).
- Moghadam, M, R. 2005. Ecology of terrestrial plants. University of Tehran Press. 701p. (In Persian).
- Mohebi, Z. and Mirzaei, H. 2021. Biodiversity and integration of ecological characteristics of species in spatial pattern analysis. Global Journal of Environmental Science and Management. Vol. 7(3), P. 473-484.
- Muller -Dombois, D. and Ellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, New York. 547p.
- Musaei Sanjarei, M. and Bassiri, M. 2007. Comparison and Evaluation of Indices of Dispersion Patterns of Plants on Artemisia Sieberi Shrublands in Yazd Province. Journal of Crop Production and Processing. Vol. 11 (40), P. 483-495. (In Persian).
- Odum, E.P. 1986. Ecologia Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
- Pakzad, M., Rostami Shahraji, T. and Ebrahimi Atani, R. 2021. Determination of Spatial Pattern of Woody Species using Point Pattern Analysis (Case Study: Chehel-tan Dehbakri Forest, Kerman Province). Ecology of Iranian Forests. Vol. 9(17), P. 152-162. (In Persian).
- Rechinger, K.H. 1982. Flora Iranica. Graz, Austria: Akademische Druck- U.Verlagsanstalt.
- Saadatfar, A., Barani, H. and Mesdaghi, M. 2007. An investigation on comparison of eight distance methods of density measurement in shrublands of Zygophyllum eurypterum in Bardsir -Sirjan region. Journal of Agriculture and Natural Resources Sciences. Vol. 14(1), P. 183 -192. (In Persian).
- Safaei, M., Bashari, H. and Shirmardi, H. A. 2016. Evaluating the Effects of Study Scale on Spatial Patterns of three Range Plant Species Using Quadrate Indices and Point Pattern Analysis in Chaharmahal- Bakhtirai Province Rangelands. Iranian Journal of Applied Ecology. Vol. 5(17), P. 37-49. (In Persian).
- Satil, F., Unal, M. and Hopa, E. 2007. Comparative morphological and anatomical studies of Hymenocrater bituminosus Fisch. & C.A.Mey. (Lamiaceae) inTurkey. Turkish Journal of Botany. Vol. 31, P. 269–275.
- Shabani, A. 1985. Phytochemical study of ephedra of Semnan province and phytochemical study of 175 plant species of Iran, Ph.D. thesis, Faculty of Pharmacy, University of Tehran. (In Persian).

- Shahriari, S., Khanahmadi, M. and Tahvilian, R. 2013. The study of essential oil of Hymenocrater longiflorus Benth growing in Paveh. Journal of Reports in Pharmaceutical Sciences. Vol. 2, P. 111–115.
- Vallejo, V.R., Serrasolses, I., Cortina, J., Seva, J.P., Valdecantos, A. and Vilagrosa. A. 1998. Restoration strategies and actions in Mediterranean degraded lands. Project report of EC Environment and Climate Programme (ENV4-CT97-0682 REDMED, Climate and Natural Hazards), Spain.
- Xinmin, T., Lio, R., Tian, B. and Lio, J. 2009. Karyological studies of Para pteropyrumand Atraphaxis (Polygonaceae) Caryologia. Vol. 62(4), P. 261-266.
- Zare Chahouki, M. A., Imani, J. and Arzani, H. 2012. Comparison of the efficiency of quadrate and spatial index for determination of distribution pattern for Bromus tomentellus, Festuca ovina and Prangos ferulacea. (Case study: Saral rangeland in Kordestan province). Pajouhesh and Sazandegi. Vol. 95, P. 65-71. (In Persian).
- Zarea Chahooki, M.A. and Tavili, A. 2008. Evaluation of distance indices to determine spatial pattern of some rangeland species of dry areas. Journal of Rangeland. Vol.2 (2), P. 101-110. (In Persian).
- Zargari, A. 1989. Medicinal plants. Tehran University Publication. (In Persian)
- Zhang, Q., Zhang, Y., Peng, S., Yirdaw E. and Wu, N. 2009. Spatial structure of Alpine trees in mountain Baima Xueshan on the southeast Tibetan plateau. Silva Fennica. Vol. 43, P. 197-208.
- Zolfaghari, Z., Moradi, M., Basiri, R. and Ghasemi, A. 2022. Evaluation of Tecomella undulata R. spatial distribution pattern in Bushehr province. Journal of Environmental Science and Technology. Vol. 24(3), P.131-143. (In Persian)