

تحلیل شاخص‌های فاصله‌ای برآورد الگوی پراکنش مکانی گونه‌های دارویی *Artemisia absinthium* و *Lychnis coronaria* در مراتع شمال غرب بجنورد

علی محمد اسعدی^{*۱}

*۱- دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد
ایمیل نویسنده مسئول: am-asaadi@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۱

چکیده

برنامه‌ریزی‌های مدیریتی در جهت حفاظت، احیاء و بهره‌برداری مناسب از گونه‌های دارویی نیازمند اطلاع از ویژگی‌های بوم‌شناختی مورد نیاز آن گیاهان می‌باشد. آفسنتین و نینگ‌سرخ جزء گیاهان دارویی هستند که در رویشگاه‌های طبیعی در نواحی کوهستانی و مرتفع در مراتع شمال غرب بجنورد یافت می‌شوند. نینگ‌سرخ یکی از ذخایر ارزشمند ژنتیکی و جزء گونه‌های کمیاب و نادر در سطح کشور و رویشگاه آن در منطقه است. این پژوهش با هدف مطالعه شاخص‌های فاصله‌ای تعیین الگوی پراکنش گونه‌های آفسنتین و نینگ‌سرخ در مراتع لنگر-گودالی صلاح بجنورد انجام شد. نمونه‌برداری پوشش گیاهی به روش منظم-تصادفی انجام شد، از این رو در هر واحد کاری ۵ ترانسکت ۱۰۰ متری مشخص شد. برای جمع‌آوری داده‌ها از رویشگاه، از روش فاصله‌ای نزدیک‌ترین گونه و نزدیک‌ترین همسایه استفاده شد. با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای ابرهات، هینز، پیلو، مربع‌تی، هاپکینز، هولگیت و جانسون و زیرم ارزیابی انجام شد. نتایج نشان داد که اکثر شاخص‌ها مورد مطالعه الگوی پراکنش کپه‌ای را مورد تایید قرار می‌دهند، بنابراین می‌توان گفت که الگوی پراکنش مکانی آفسنتین و نینگ‌سرخ به صورت کپه‌ای است. همچنین نتایج نشان داد که شاخص‌های هاپکینز و پیلو الگوی یکنواخت و شاخص‌های هینز و مربع‌تی الگوی تصادفی برای گونه آفسنتین معرفی نمودند. همچنین شاخص هاپکینز برای گونه نینگ‌سرخ الگوی تصادفی متمایل به سمت کپه‌ای برآورد نمود. به‌طور کلی، بررسی الگوهای پراکنش گیاهان نقش بسیار مهمی در ارزیابی یکنواختی و عدم یکنواختی محیطی، نوع تکثیر و تولیدمثل، انتشار، رقابت و الگوهای رفتاری گیاهان و تعیین روش‌های مناسب و دقیق برای اندازه‌گیری خصوصیات کمی گیاهان مانند پوشش و تراکم دارد.

کلمات کلیدی: الگوی پراکنش مکانی، شاخص‌های فاصله‌ای، آفسنتین، نینگ‌سرخ، مراتع.

۱- مقدمه

جذام، بواسیر و بهبود بریدگی و جراحت مورد استفاده قرار می‌گیرد (Chandra and Rawat, ۲۰۱۵).

بین گیاهان و رویشگاه کنش و واکنش‌های وجود دارد که پراکنندگی گیاهان محصول تعامل بین گیاهان و محیط‌زیست آنها است (Antonellini and Mollema, ۲۰۱۰; Tauqeer et al., ۲۰۲۲).

تغییرات در رویشگاه‌ها و محیط اطراف از طریق تغییرات کمی در افراد، جمعیت‌ها و جوامع خود واکنش نشان می‌دهند (Huckelbridge et al., ۲۰۱۰). همزمان، گیاهان تأثیر خاصی بر محیط اطراف در طول دوره فرآیند رشد دارند بنابراین ویژگی‌های کمی پوشش گیاهی در زیستگاه‌های مختلف و پاسخ آن به عوامل محیطی از مسائل مهم در پژوهش‌های بوم‌شناختی است. الگوی مکانی یک جمعیت گیاهی به ساختار توزیع واقعی آن در یک فضا اشاره دارد که ناشی از تعامل طولانی مدت گیاهان با محیط است. الگوی مکانی جمعیت گیاهی یک ویژگی مهم است که بستگی دارد به نیچ‌های منابع گیاهی، رقابت و سازش‌پذیری محیطی گیاهان که منعکس‌کننده سازگاری بوم‌شناختی و انعطاف‌پذیری جمعیت‌های گیاهی است (Yang and Yang, ۲۰۱۴; Fatahi Nafchi et al., ۲۰۲۱; Chen et al., ۲۰۲۲). در یک محیط خاص، استفاده مناسب از منابع و

آفسنتین (*Artemisia absinthium* L.) گیاهی است چندساله و علفی از خانواده کاسنی (Asteraceae) با ارتفاع ۵۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر که دارای برگ‌ها و ساقه‌های نقره‌ای رنگی می‌باشد. گلچه‌های زرد کوچک زبانه‌ای و لوله‌ای شکل در این گیاه به فرم گل‌آذین کاپیتول (کلاپرک) دیده می‌شوند. میوه‌اش فندقه‌ای به رنگ قهوه‌ای روشن می‌باشد. از برگ و سرشاخه‌های گلدار آن بعنوان آرامبخش اعصاب، رفع کم‌خونی، کم‌خوابی، اختلالات قاعدگی و تسکین درد مفاصل، مقوی معده، ضد تب و ضد کرم مورد استفاده قرار می‌گیرد (زرگری، ۱۹۸۹).

Lychnis coronaria (نینگ‌سرخ) یکی از گونه‌های دارویی نادر و ارزشمند است که در رویشگاه‌های طبیعی در نواحی شرقی جنگل گلستان در خراسان شمالی یافت می‌شود. نینگ‌سرخ گیاهی است چندساله و علفی از تیره میخک (Caryophyllaceae) که به ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر و عرض ۴۵ سانتی‌متر رشد می‌کند، با برگ‌های نمدی و کرکدار با آرایش متقابل و بدون دمبرگ هستند. گل‌های سرخ رنگ منفرد و درخشان که پشت سر هم تولید می‌شوند. میوه کپسول و دارای ۵ برجستگی بزرگ و ۵ برجستگی کوچک است (قهرمان، آخانی، ۲۰۰۵). در طب سنتی به عنوان ضدالتهاب، اسهال،

تفسیر عکس‌العمل گیاهان به عملیات مختلف مدیریتی، اندازه‌گیری پوشش، تعیین ترکیب گونه‌ای، تخمین تولید و بیوماس دارای نقش مهمی است (سعادت فر و همکاران، ۲۰۰۷). در مورد ارزیابی شکل‌های رویشی و نیز ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی در طول زمان به سهولت می‌توان از کمیت تراکم استفاده کرد. مقایسه انواع شکل‌های زیستی در یک جامعه گیاهی و بررسی اهمیت نسبی گونه‌ها در جوامع گیاهی، با پارامتر تراکم به آسانی انجام می‌شود. همچنین بررسی نحوه توزیع افراد در یک جمعیت یا نحوه توزیع گونه‌ها و افراد مربوط در یک جامعه گیاهی از طریق بررسی کمیت تراکم امکان‌پذیر است. برآورد دقیق و سریع تراکم یک جمعیت یا جمعیت‌های مختلف مدنظر در یک جامعه گیاهی، این امکان را فراهم می‌سازد که با برقراری رابطه تجربی بین تراکم و سایر پارامترها و صفات قابل اندازه‌گیری پوشش، بتوان پارامتر مورد نظر را به خوبی و با سهولت بیشتر برآورد کرد. بهترین شاخص عددی برای مقادیر کمی یک جامعه گیاهی تراکم است (مقدم، ۲۰۰۱). برای اندازه‌گیری تراکم گونه‌های گیاهی از روش شمارش گیاهان در داخل پلات و یا روش‌های فاصله‌ای استفاده می‌شود (مقدم، ۲۰۰۵؛ Bonham, ۱۹۸۹). به علت مشکل تعیین سطح و شکل مناسب پلات برای برآورد تراکم، استفاده از روش‌های فاصله‌ای در دهه ۱۹۵۰ گسترش پیدا کرد (Bonham, ۱۹۸۹). در زمینه الگوی پراکنش گیاهی پژوهش‌های زیادی در داخل و خارج از کشور انجام شده است. یافته‌های هان و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که الگوی پراکنش تیپ‌های رویشی درختان، بوته‌ایها و گیاهان علفی در حوضه تاریخ چین با استفاده از شاخص‌های گوناگون کپهای بود. نتایج چن و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که الگوی پراکنش *Tamarix chinensis* در منطقه بوهای بای چین کپهای است. ذوالفقاری و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیقی در استان بوشهر الگوی پراکنش مکانی توده‌های انارشیطان را به شکل کپهای برآورد 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 احتمالاً به دلیل شرایط خشک و کمبود رطوبت آن بیان نمودند. زارع چاهوکی و طویلی (۲۰۰۸) نیز از چند روش فاصله‌ای در تعیین الگوی پراکنش گیاهان مرتعی در جنوب استان یزد بهره‌بردند و به این نتیجه رسیدند که شاخص‌های فاصله‌ای بهتر از شاخص‌های کوادراتی هستند. میرزایی و همکاران (۲۰۱۶) اثر عوامل فیزیوگرافیک روی الگوی پراکنش درختان بلوط را مورد پژوهش قرار دادند نتایج آنها نشان داد که شاخص‌های هایپکینز، هینز، ابرهات و C الگوی پراکنش درختان بلوط را به صورت کپهای مورد تأیید قرار دادند. اسعدی (۲۰۲۴) با مطالعه‌ای در مراتع شمال غرب بجنورد الگوی پراکنش گیاه دارویی مرزنجوش با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای هایپکینز، هولگیت، پیلو و ابرهات به صورت کپهای مورد تأیید قرار داد. آگاهی از الگوهای پراکنش مکانی گیاهان در هر ناحیه و رویشگاه از گام‌های نخستین و ضروری ارزیابی و تحلیل پوشش گیاهی به حساب می‌آید، در این پژوهش توزیع پراکنش مکانی دو گونه آفسنطین و نینگ‌سرخ که از گیاهان دارویی نواحی خشک هستند، با استفاده از

فضا توسط جمعیت‌های گیاهی در دستیابی به استقرار مکانی ایده‌آل کمک می‌کند (Mcintire and Fajardo, ۲۰۰۹) الگوی توزیع فضایی جمعیت‌های گیاهی نه تنها به ویژگی‌های بیولوژیکی گونه‌ها و رقابت بین جمعیت‌ها بستگی دارد بلکه ارتباط نزدیکی در رویشگاه گونه‌ها بین شرایط خاک، توپوگرافی و شکل زمین وجود دارد. (Liu, ۲۰۱۷; Javadinejad et al., ۲۰۲۱; Ostad-Ali-Askari and Shayannejad, ۲۰۲۱). توصیف و بررسی الگوی پراکنش گیاهان از مهمترین ابزار برای انتخاب روش‌های نمونه‌برداری در مطالعات بوم‌شناسی است (Legendre, ۲۰۰۲). الگوی پراکنش گیاهان می‌تواند در تعیین روش صحیح برآورد تراکم جوامع گیاهی مؤثر باشد (Odum, ۱۹۸۶; Kerbs, ۱۹۹۹). به طور کلی سه نوع الگوی پراکنش شامل کپهای، تصادفی و یکنواخت وجود دارد. در الگوی پراکنش تصادفی هر عضو مستقل و تأثیرناپذیر از سایر اعضاست و در واقع حضور یک فرد بر حضور فرد دیگر تأثیر ندارد. این الگو بر تشابه محیطی و یا الگوهای رفتاری غیرانتخابی دلالت دارد اما در پراکنش یکنواخت، افراد با فواصل منظم در کنار هم قرار گرفته و این الگو نشان‌دهنده تأثیر منفی بین افراد مانند رقابت در یافتن غذا یا آشیان است ولی پراکنش کپهای زمانی اتفاق می‌افتد که بیشتر یا تمام افراد جمعیت تمایل دارند در قسمت‌های به خصوصی از محیط حضور داشته باشند، بنابراین به نظر می‌رسد تکثیر غیرجنسی و بذریزی فراوان دو عامل اصلی تجمع گیاهان باشد (مقدم، ۲۰۰۱). بنابراین این الگوها ناشی از تأثیر عوامل محیطی، رفتار بین گونه‌ای و یا خصوصیات فردی گونه‌های گیاهی است. تجزیه و تحلیل ویژگی‌های پوشش گیاهی نقش مهم و بنیادی در بوم‌شناسی و مدیریت پوشش گیاهی در رویشگاه‌های طبیعی دارد. تصمیم‌گیری‌های آگاهانه نیازمند بررسی و ارزیابی دقیق از منابع تحت مدیریت و برنامه‌ریزی است و در گام اول جهت مدیریت صحیح و علمی زیست‌بوم‌های طبیعی، شناخت و کسب اطلاعات دقیق از عوامل تشکیل‌دهنده آن است. گونه‌های گیاهی از جمله منابع ضروری مرتع بوده که تمامی برنامه‌ریزی‌ها و مدیریت‌ها در جهت حراست و بهره‌برداری مطلوب از آن می‌باشد (کرمی و همکاران، ۲۰۰۲). الگوی پراکنش مکانی گیاهان از جنبه‌های اساسی و کاربردی بوم‌شناسی گیاهی است که ارزیابی آن در جوامع گیاهی، به منظور درک و شناخت این جوامع ضروری است (Dale, ۱۹۹۸; Jayaraman, ۱۹۹۹; Ludwing & Reynolds, ۱۹۸۸) و به معنای آرایش فضایی و چگونگی قرار گرفتن افراد یک گونه یا گونه‌های مختلف نسبت به هم در یک منطقه می‌باشد. بررسی الگوهای پراکنش گیاهان نقش بسیار مهمی در ارزیابی یکنواختی و عدم یکنواختی محیطی، نوع تکثیر و تولیدمثل، انتشار، رقابت و الگوهای رفتاری گیاهان و تعیین روش‌های مناسب و دقیق برای اندازه‌گیری خصوصیات کمی گیاهان مانند پوشش و تراکم دارد (Johnson & Zimmer, ۲۰۰۵; Maesture et al., ۲۰۰۲; Miller et al., ۱۹۸۵). روشهای کمی تحلیل گیاهان اساس توصیف و تجزیه جامعه گیاهی بشمار می‌روند و تراکم به عنوان یکی از مشخصه‌های مهم جهت ارزیابی مراتع برای تشریح خصوصیات و تغییر جوامع گیاهی در دوره‌های مختلف،

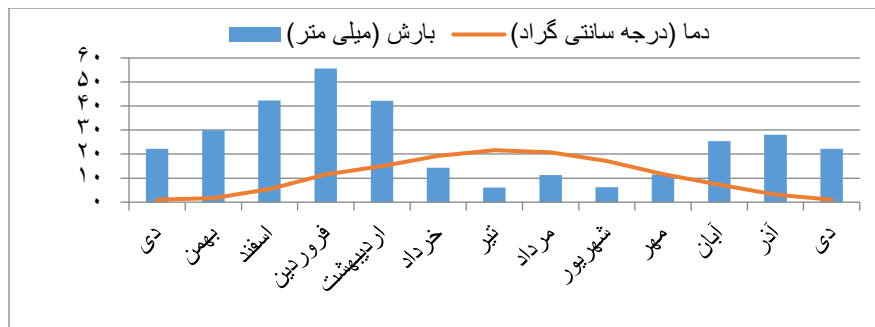
شاخص‌های فاصله‌ای الگوی پراکنش تعیین و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند.

۲- مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در مراتع لنگر-گودالی سلاخ صورت گرفته است. منطقه مورد مطالعه در ۲۰ کیلومتری شمال غربی شهرستان بجنورد از توابع استان خراسان شمالی قرار دارد. بر اساس اطلاعات موجود این منطقه در محدوده طول جغرافیایی ۷° ۵۷' تا ۱۵' ۵۷° شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳° ۳۷' الی ۳۶' ۳۷° شمالی قرار گرفته است. ارتفاع رویشگاه گونه‌ها از سطح دریا ۱۲۰۰-۱۸۰۰ متر می‌باشد. بر اساس آمار موجود، میانگین بارندگی منطقه

۲۹۵ میلی‌متر است. متوسط دمای سالانه منطقه ۱۱/۲۸ درجه سانتیگراد است. بر اساس روش آمبرژه، اقلیم منطقه نیمه‌خشک سرد می‌باشد (شکل ۱). از نظر ویژگی‌های پوشش گیاهی منطقه، تیپ گونه‌های گیاهی غالب و همراه رویشگاهی که گونه آفسنتین و نینگ‌سرخ در آن حضور دارد درختچه‌زار بوده و شامل گونه‌های *Artemisia absinthium*, *Sanguisorba minor*, *Dactylis glomerata*, *Origanum vulgare* and *Ziziphora clinopodioides* می‌باشد. گونه‌ها مورد بررسی در جهت شیب دامنه شمالی پراکنش یافته است. خاک منطقه مورد مطالعه آهکی با بافت سنی لومی می‌باشد.



شکل ۱- توزیع ماهانه بارش و دما در سطح منطقه پراکنش گیاه آفسنتین و نینگ‌سرخ

هولگیت، مربع‌تی، هینز و پیلو استفاده شد (جدول ۱). سپس مقادیر عددی حاصله از هر یک از شاخص‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد با استفاده از آزمون آماری مربوط به همان شاخص مورد آزمون قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل و تعیین الگوی پراکنش از نرم افزارهای SPSS و Excel استفاده شد.

در جدول ۲ مقادیر عددی هر یک از شاخص‌های ابرهارت، هاپکینز، جانسون و زیمر، هولگیت، مربع‌تی، هینز و پیلو برای برآورد الگوی پراکنش گونه‌های آفسنتین و نینگ‌سرخ ارائه شده است.

روش تحقیق

بعد از انتخاب منطقه مورد مطالعه در محدوده مراتع حوضه لنگر-گودالی شهرستان بجنورد، در مناطقی که گونه‌های آفسنتین و نینگ‌سرخ گسترش چشم‌گیری داشت، انتخاب و بررسی‌ها انجام شد. نمونه‌برداری پوشش گیاهی به روش سیستماتیک- تصادفی انجام شد، از این رو در هر واحد کاری ۵ ترانسکت ۱۰۰ متری (در راستای شیب و عمود بر شیب) مشخص شد. سپس بر روی هر ترانسکت به فاصله ۱۰ متری نقاط نمونه‌برداری تعیین گردید. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات مکانی مربوط به نحوه پراکنش گونه‌های آفسنتین و نینگ‌سرخ از شاخص‌های ابرهارت، هاپکینز، جانسون و زیمر،

جدول ۱- شاخص‌های فاصله‌ای مورد استفاده جهت تعیین الگوی پراکنش گونه‌های آفسنتین و نینگ‌سرخ

نام شاخص	معادله	آزمون شاخص‌ها	علایم اختصاری
ابرهارت (۱۹۹۹) (Krebs)	$I_E = \left(\frac{\sum x_i^2}{N}\right) + 1$	جدول هینز	S: انحراف معیار فواصل \bar{x} : میانگین فواصل اندازه گیری
هاپکینز (۱۹۹۹) (Krebs)	$H = \frac{\sum_{i=1}^N x_i^2}{\sum_{i=1}^N x_i^2 + \sum_{i=1}^N r_i^2}$	$h = \frac{\sum(x_i^2)}{\sum(r_i^2)}$	X_i : فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه r_i : فاصله نزدیک ترین گیاه تا گیاه اول
جانسون و زیمر (Ludwing and Reynolds, ۱۹۸۸)	$I = (N+1) \frac{\sum_{i=1}^N (d_i^2)^2}{[\sum_{i=1}^N (d_i^2)]^2}$	$Z = \frac{l-2}{\sqrt{2(N-1)/(N+1)(N+3)}}$	d: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه N: تعداد نقاط تصادفی
هولگیت (۲۰۰۰) (McMurry)	$A = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{d_i^2}{d_i^2}}{N} - 0.5$	$t = \frac{ A }{\sqrt{n/n^2}}$	d: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه d': فاصله نقطه تصادفی تا دومین گیاه نزدیک N: تعداد نقاط تصادفی
مربع تی (Ludwing and T) (Reynolds, ۱۹۸۸)	$C = \sum_{i=1}^N \frac{(x_i^2 / (x_i^2 + y_i^2))}{N}$	$Z = \frac{C - 0.5}{\sqrt{1/(2N)}}$	X_i : فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه Y_i : فاصله نزدیک ترین گیاه تا نزدیک ترین همسایه N: تعداد نقاط تصادفی
هینز (۱۹۹۹) (Krebs)	$h_T = \frac{n[\sum_{i=1}^N (x_i^2) + \sum_{i=1}^N (z_i^2)]}{[\sqrt{2} \sum_{i=1}^N (x_i) + \sum_{i=1}^N (z_i)]^2}$	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 (۲۰۱۳) (Kiani et al)	$P = \pi D \left(\frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}\right)^2$	$D = 2\pi \lambda \sum x_i^2$	X_i : فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه، D: تراکم π : عدد بی N: تعداد نقاط تصادفی

جدول ۲- مقادیر مورد انتظار در شاخص‌های فاصله‌ای تعیین الگوهای پراکنش گیاهان آفسنتین و نینگ‌سرخ

الگوی پراکنش	ابرهارت (مقدم، ۱۳۸۰)	هاپکینز (مقدم، ۱۳۸۰)	جانسون و زیمر (Ludwing and Reynolds, ۱۹۸۸)	هولگیت (Mohebi and Mirzaei, ۲۰۲۱)	مربع تی (Ludwing and Reynolds, ۱۹۸۸)	هینز (Krebs, ۱۹۹۹)	پیلو (Mohebi and Mirzaei, ۲۰۲۱)
کپه‌ای	$I_E > 1/27$	$I_h > 0.5$	$I > 2$	$A > 0$	$C > 0.5$	$h_T > 1/27$	$P > 1$
تصادفی	$I_E = 1/27$	$I_h = 0.5$	$I = 2$	$A = 0$	$C = 0.5$	$h_T = 1/27$	$P = 1$
یکنواخت	$I_E < 1/27$	$I_h < 0.5$	$I < 2$	$A < 0$	$C < 0.5$	$h_T < 1/27$	$P < 1$

۳- نتایج

شاخص (۱/۲۷) بیشتر بود بنابراین الگوی پراکنش مکانی این گونه به صورت کپه‌ای است. آزمون این شاخص بر اساس جدول هینز در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با ۱/۳۳۷۹ بود که از مقدار مشاهده شده شاخص ابرهارت کمتر است و نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری بین مقدار محاسبه شده و مقدار جدول بوده در نتیجه، الگوی پراکنش کپه‌ای مطابق شاخص ابرهارت قابل پذیرش است. نتایج جدول ۳ نشان داد که مقدار شاخص هاپکینز در گونه آفسنتین عدد ۰/۳۹۳۴ را نشان می‌دهد که از مقدار مبنای ۰/۵ برای این شاخص، کمتر بوده بنابراین الگوی پراکنش به صورت یکنواخت خواهد بود، اما محاسبه شاخص h و سپس آزمون F به منظور ارزیابی نتیجه این شاخص در تعیین الگوی پراکنش مکانی نشان داد که شاخص h برابر با ۰/۶۴۸۵ 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 ۳ مقدار شاخص هاپکینز برای گونه نینگ‌سرخ را ۰/۵۵۱۴ نشان می‌دهد که چون این عدد از مقدار مبنای ۰/۵ بیشتر است، طبق قرار دارد الگوی پراکنش تصادفی متمایل به کپه‌ای تأیید می‌شود. همچنین به منظور آزمون آماری این

بر اساس فرمول‌های مربوط به هر یک از شاخص‌ها و آزمون‌های آماری، مقدار عددی تعیین و یافته‌های بدست آمده از شاخص‌های فاصله‌ای برای کمی کردن الگوی پراکنش در جدول ۳ آورده شده است. بر اساس یافته های جدول ۳، برای گیاه آفسنتین مقدار عددی شاخص ابرهارت برابر با ۱/۵۷۹ می‌باشد. این مقدار محاسبه شده، از مقدار مبنای برای این شاخص (۱/۲۷) بیشتر بود بنابراین الگوی پراکنش مکانی این گونه به صورت کپه‌ای است. آزمون این شاخص بر اساس جدول هینز در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با ۱/۳۳۷۹ بود که از مقدار محاسبه شده شاخص ابرهارت کمتر است و نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری بین مقدار محاسبه شده و مقدار جدول بوده و به این ترتیب مقدار محاسبه شده شاخص ابرهارت می‌تواند ملاک مناسبی در تعیین الگوی پراکنش باشد. بر این اساس، الگوی پراکنش کپه‌ای بر اساس شاخص ابرهارت قابل پذیرش است. همچنین یافته‌های این تحقیق بر اساس شاخص ابرهارت، در گونه نینگ‌سرخ مقدار عددی شاخص ابرهارت برابر با ۱/۵۳۱ مشاهده شد. این مقدار مشاهده شده، از مقدار مبنای برای این

شاخص، برای h عدد $1/2294$ محاسبه شد که این مقدار به دلیل بیشتر بودن از عدد بدست آمده از جدول F، الگوی پراکنش مکانی به صورت کپه ای تأیید می‌نماید. بر اساس جدول (۳) نتایج نشان داد که برای شاخص جانسون و زایمر مقدار شاخص در گونه آفسنتین، $2/507$ مشاهده شده و چون این مقدار از عدد مبنا ۲ بیشتر است الگوی کپه‌ای تأیید می‌شود. همچنین به منظور آزمون این شاخص عدد $1/7979$ برای Z محاسبه شده که بر اساس مقادیر تعریف شده چون این عدد از $1/96+$ کمتر است، الگوی تصادفی تأیید می‌شود. همچنین در گیاه نینگ‌سرخ یافته‌های بدست آمده از جدول (۳) نشان داد مقدار شاخص جانسون و زایمر، $2/4724$ محاسبه شده و چون این مقدار از عدد مبنا ۲ بیشتر است الگوی کپه‌ای تأیید می‌شود. همچنین نتایج حاصل از آزمون آماری عدد $1/1743$ برای Z محاسبه شده که بر اساس مقادیر تعریف شده چون این عدد از $1/96+$ کمتر است، الگوی تصادفی تأیید می‌شود. بر اساس جدول (۳) یافته‌های بدست آمده از گیاه آفسنتین برای شاخص هولگیت مقدار شاخص A ، $0/761$ محاسبه شده که چون این مقدار از عدد صفر بیشتر است با این شاخص الگوی پراکنش مکانی به صورت کپه‌ای 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 t کمتر است، بنابراین الگوی پراکنش مکانی به صورت کپه‌ای تأیید می‌شود. همچنین نتایج بدست آمده از گیاه نینگ‌سرخ مطابق جدول (۳) برای شاخص هولگیت مقدار شاخص A ، $1/8398$ مشاهده شده که چون این مقدار از عدد صفر بیشتر است بر این اساس شاخص الگوی پراکنش مکانی این گونه به صورت کپه‌ای 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 t کمتر است، بر طبق این الگوی پراکنش مکانی این گونه به صورت کپه‌ای تأیید می‌شود. در گونه آفسنتین نتایج حاصل از مقدار شاخص مربع t در جدول (۳)، عدد $0/510$ را نشان می‌دهد که چون این مقدار از عدد $0/5$ بزرگتر است الگوی پراکنش مکانی این گونه به صورت تصادفی گرایش به سمت کپه‌ای است. همچنین برای آزمون این شاخص عدد $2/417$ برای مقدار Z محاسبه شد که به دلیل کوچکتر بودن عدد محاسبه شده از مقدار تعریف شده $1/96+$ ، الگوی پراکنش مکانی تصادفی تأیید می‌شود. همچنین در گونه نینگ‌سرخ یافته‌های بدست آمده از مقدار شاخص مربع t در جدول (۳)، عدد $0/6574$ را نشان می‌دهد

که چون این مقدار از عدد $0/5$ بزرگتر است الگوی پراکنش مکانی این گونه به صورت کپه‌ای است. اما چون به عدد $0/5$ که نشان‌دهنده الگوی پراکنش تصادفی است نزدیک است، بنابراین الگوی پراکنش مکانی به دست آمده کپه‌ای متمایل به تصادفی است. اما آزمون آماری این شاخص نیز نتیجه را در سطح اطمینان ۹۵ درصد تأیید کرد، زیرا مقدار Z حاصله ($2/3222$) از مقدار Z جدول ($1/96$) بیشتر بوده بنابراین الگوی تصادفی به نفع الگوی غیر تصادفی رد می‌شود و الگوی غیرتصادفی (کپه‌ای) تأیید می‌شود. یافته‌های حاصله نشان داد که در گیاه آفسنتین بر اساس جدول (۳) برای شاخص هینز مقدار شاخص h_T ، $1/275$ محاسبه شده که چون این مقدار نزدیک به عدد $1/27$ است الگوی پراکنش مکانی با این شاخص به صورت تصادفی به دست می‌آید. همچنین به منظور آزمون این شاخص مقدار h_T با عدد استخراج شده از جدول هینز ($1/341$) مقایسه می‌شود و چون مقدار محاسبه شده از عدد جدول کمتر است، بنابراین الگوی پراکنش مکانی به صورت تصادفی تأیید می‌شود. همچنین نتایج نشان داد که در گونه دارویی نینگ‌سرخ بر اساس جدول (۳) برای شاخص هینز مقدار h_T ، $1/6759$ مشاهده شده است. این مقدار از عدد $1/27$ بیشتر است بنابراین الگوی پراکنش مکانی با این شاخص به صورت کپه‌ای به دست می‌آید. همچنین به منظور آزمون این شاخص مقدار h_T با عدد استخراج شده از جدول هینز ($1/341$) مقایسه می‌شود و چون مقدار مشاهده شده از عدد جدول بیشتر است، بنابراین الگوی پراکنش مکانی به صورت کپه‌ای تأیید می‌شود. نتایج حاکی از آن است که شاخص پیلو الگو پراکنش مکانی گونه آفسنتین را یکنواخت نشان داد زیرا مقدار شاخص برابر $0/520$ و کمتر از ۱ بود (جدول ۳). اما آزمون معنی‌داری برای این شاخص بر اساس مقدار کای اسکویر و مقادیر محاسبه شده نشان داد که می‌توان فرض تصادفی بودن را رد کرد. همچنین بر اساس شاخص پیلو، در گونه نینگ‌سرخ مقدار عددی شاخص پیلو برابر با $4/5519$ مشاهده شد. این مقدار مشاهده شده، از مقدار مبنا برای این شاخص (۱) بیشتر بود بنابراین الگوی پراکنش مکانی این گونه به صورت کپه‌ای است. آزمون این شاخص بر اساس جدول کای اسکویر در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با $35/6$ بود که از مقدار مشاهده شده شاخص پیلو کمتر است و نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری بین مقدار محاسبه شده و مقدار جدول بوده در نتیجه، الگوی پراکنش کپه‌ای بر اساس شاخص قابل پذیرش است (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج کاربرد شاخص‌های فاصله‌ای برای تعیین الگوی پراکنش گونه‌های دارویی آفسنتین و نینگ‌سرخ

نام شاخص	Artemisia absinthium		Lychnis coronaria	
	مقدار شاخص	آزمون	مقدار شاخص	آزمون
ابرهارت	۱/۵۷۹	۱/۳۴۱۴	۱/۵۳۰۹	۱/۳۸۷۰
هاپکینز	۰/۳۹۳۴	۰/۶۴۸۵	۰/۵۵۱۴	۱/۲۲۹۴
جانسون و زایمر	۲/۵۰۷	۱/۷۹۷۹	۲/۴۷۲۴	۱/۱۷۴۳
هولگیت	۰/۷۶۱	۰/۳۹۷۳	۱/۸۳۹۸	۱/۴۷۸۱
مربع T	۰/۵۱۰	۰/۲۴۱۷	۰/۶۵۷۴	۲/۳۲۲۲
هینز	۱/۲۷۵	۱/۳۴۱۴	۱/۶۷۵۹	۱/۳۸۷۰
پیلو	۰/۵۲۰	۶۰/۷۶۵۹	۴/۵۵۱۹	۲۴۶/۰۹

فاصله‌های اندازه‌گیری شده گونه‌های آفسنتین و نینگ‌سرخ بر اساس روش نمونه‌گیری نزدیک‌ترین گیاه و نزدیک‌ترین همسایه در منطقه مورد مطالعه نسبت به یکدیگر در جدول ۵ ارایه شده است.

نتایج مطالعه رویشگاهی مربوط به میانگین صفات مورفولوژیکی شامل پوشش تاجی، قطرهای تاج پوشش، ارتفاع گونه و تراکم گونه‌های آفسنتین و نینگ‌سرخ در جدول ۴ آمده است. نتایج بدست آمده از مقادیر توصیفی جدول ۴- میانگین صفات مورفولوژیکی گونه‌های آفسنتین و نینگ‌سرخ در سطح رویشگاه

Lychnis coronaria	Artemisia absinthium	میانگین صفات مورفولوژیکی
۷۰۶	۱۷۶۶۲	حداکثر پوشش تاجی ^۲ (cm)
۳۹۷	۱۲۵۶	حداقل پوشش تاجی ^۲ (cm)
۴۰	۱۵۰	حداکثر قطر بزرگ تاج پوشش (cm)
۲۵	۶۰	حداقل قطر بزرگ تاج پوشش (cm)
۳۰	۱۱۰	حداکثر قطر کوچک تاج پوشش (cm)
۲۰	۴۰	حداقل قطر کوچک تاج پوشش (cm)
۷۵	۱۴۰	حداکثر ارتفاع گیاه (cm)
۶۰	۷۰	حداقل ارتفاع گیاه (cm)
۲۱۱۳۳	۲۸۳۰۰	تراکم (پایه در هکتار)

جدول ۵- مقادیر توصیفی فاصله اندازه‌گیری شده پایه‌های گونه‌های گیاهی آفسنتین و نینگ‌سرخ

نام گونه	متوسط فاصله بر حسب متر (میانگین ± اشتباه معیار)	انحراف معیار	بیشینه (متر)	کمینه (متر)	پارامتر مورد نظر
Artemisia absinthium	۰/۰۳۷ ± ۰/۴۲۰	۰/۲۴۳	۱/۱۰	۰/۱۰	نزدیک‌ترین گیاه
	۰/۰۳۸ ± ۰/۵۴۸	۰/۲۵۲	۱/۲۰	۰/۲۰	نزدیک‌ترین همسایه
Lychnis coronaria	۰/۱۵۳ ± ۰/۸۸۹	۰/۶۴۸	۲	۰/۲۵	نزدیک‌ترین گیاه
	۰/۱۵۷ ± ۰/۷۳۹	۰/۶۶۶	۲/۷	۰/۲۰	نزدیک‌ترین همسایه

۴- بحث و نتیجه گیری

مطالعه ساختار فضایی افراد یک گیاه و محیط اطراف آنها در یک فضای کوچک می‌تواند به طور دقیق استراتژی‌های تخصیص منابع مورد نیاز گونه‌ها در زیستگاه‌های ناهمگن را توضیح دهد (Nguyen et al., ۲۰۱۴; Cai et al., ۲۰۱۷). الگوی مکانی به نحوی توزیع و قرارگیری افقی گیاهان در یک رویشگاه اشاره دارد که رابطه بین افراد گیاهی در یک فضای افقی را منعکس می‌کند. این ویژگی اثر چندگانه ویژگی‌های بیولوژیکی جمعیت، رابطه درون و برون گونه‌ای و شرایط محیطی را نشان می‌دهد و بعنوان یکی از مهمترین و بنیادی‌ترین ویژگی‌های کمی جمعیت است. توزیع گونه‌های گیاهی بازتابی از تأثیر عوامل مختلف از جمله آب و هوا همراه با اثرات خاک است که در توزیع گیاهان در مناطق و چشم‌اندازها می‌باشند. هرگونه گیاهی جزئی از محیط و وابسته به آن می‌باشد و وجود آن خارج از محیط قابل تصور نیست (کوچکی و همکاران، ۲۰۱۳). اقلیم یکی از مهمترین عامل‌های اثرگذار در توسعه گیاهان است (Vallejo et al., ۱۹۹۸). گیاهان نسبت به شرایط اقلیمی حاکم بر رویشگاه از طریق عکس‌العمل‌های تحمل به رطوبت و دما و یا به وسیله بعضی از سازگاربهایی تکاملی با آن مقابله می‌کنند (مصدقی، ۲۰۰۶). ارتفاع از سطح دریا نقش حیاتی در رشد و نمو گیاهان در رویشگاه‌ها و زیست‌بوم‌های طبیعی دارد (مهدوی و همکاران، ۲۰۱۳؛ اسعدی و خشنود، ۲۰۲۰). با کاهش و افزایش ارتفاع از سطح دریا سبب تغییر دما، رطوبت نسبی، سرعت باد، میزان آب قابل دسترس ریشه گیاه و مقدار نور خورشید دریافتی می‌شود در نتیجه واکنش اکوفیزیولوژیکی گیاهان را تغییر می‌دهد (اسعدی، ۱۴۰۰).

نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص‌های فاصله‌ای در معرفی الگوهای گوناگون به صورت هماهنگ و یکسان عمل نمی‌کنند و با هم متفاوت هستند. براساس نتایج حاصله از شاخص‌های ابرهارت، جانسون و زیمر و هولگیت در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت، می‌توان اظهار نمود که الگوی پراکنش مکانی گونه آفسنتین کپه‌ای است. در حالیکه شاخص‌های هاپکینز و پیلو برای اینگونه الگوی پراکنش مکانی را به صورت یکنواخت معرفی نمودند. شاخص مربع تی الگوی پراکنش مکانی آفسنتین تصادفی با گرایش به سمت کپه‌ای و هینز تصادفی تایید نمودند. همچنین بر اساس یافته‌های بدست آمده از رویشگاه نینگ‌سرخ شاخص‌های فاصله‌ای ابرهارت، پیلو، هولگیت، جانسون و زیمر، مربع تی و هینز الگوی پراکنش را به صورت کپه‌ای نشان دادند. در حالیکه شاخص هاپکینز الگوی پراکنش مکانی را به صورت تصادفی با گرایش به سمت کپه‌ای معرفی نمودند. با توجه به اینکه غالب شاخص‌ها الگوی پراکنش کپه‌ای را پذیرفتند، می‌توان گفت که الگوی پراکنش مکانی آفسنتین و نینگ‌سرخ به صورت کپه‌ای است. بر اساس مطالعات پیلو (۱۹۷۷)، اودوم (۱۹۸۷)، کربس (۱۹۹۹) و ذوالفقاری و همکاران (۲۰۲۲) الگوی پراکنش کپه‌ای رایج‌ترین الگوی قابل مشاهده در رویشگاه‌های طبیعی است. دلایل اصلی که می‌تواند هدایت کننده یک الگوی کپه‌ای در یک جمعیت باشد، مربوط به ویژگی گونه‌ها، روابط بین آنها و تغییرات محیطی هستند (Kershaw, ۱۹۷۳; Chen et al., ۲۰۲۲). مطالعات نشان داده‌است که شرایط نامساعد آشیان بوم‌شناختی، خشکی و بارندگی کم می‌تواند در مناطقی که از شرایط رویشگاهی مناسبی برخوردار است باعث تشکیل الگوی کپه‌ای شود (Zhang et al., ۲۰۲۲).

پایه‌های گونه *Artemisia absinthium* از همدیگر، در روش نزدیک‌ترین گونه از نقاط نمونه‌برداری و نزدیک‌ترین همسایه به ترتیب ۰/۴۲ و ۰/۵۴۸ متر تعیین شد. همچنین متوسط فاصله استقرار پایه‌های گونه *Lychnis coronaria* از همدیگر، در روش نزدیک‌ترین گونه از نقاط نمونه‌برداری و نزدیک‌ترین همسایه به ترتیب ۰/۶۴۸ و ۰/۶۶۷ متر تعیین شد. بیشترین فاصله در روش نزدیک‌ترین گونه از نقاط نمونه‌برداری و نزدیک‌ترین همسایه در گونه آفسنتین به ترتیب ۱/۱ و ۱/۲ و کمترین فاصله ۰/۱ و ۰/۲ متر بود. همچنین بیشترین فاصله در روش نزدیک‌ترین گونه از نقاط نمونه‌برداری و نزدیک‌ترین همسایه در گونه نینگ‌سرخ به ترتیب ۲ و ۲/۷ و کمترین فاصله ۰/۲۵ و ۰/۲ متر بود. در مطالعه حاضر روش‌های نزدیک‌ترین گونه و نزدیک‌ترین همسایه در هر دو گونه آفسنتین و نینگ‌سرخ مقادیر مشابه نزدیک به هم برآورد کرده است. آگاهی از متوسط فاصله استقرار گیاهان نسبت به یکدیگر می‌تواند به عنوان الگویی برای تعیین فاصله کاشت و تعداد نهال مورد نیاز، در صورت استفاده از گیاهان مورد نظر در مناطق با ویژگی مشابه، مورد استفاده قرار گیرد (زارع چاوهکی و همکاران، ۲۰۱۲؛ صفایی و همکاران، ۲۰۱۶). به عنوان نتیجه‌گیری کلی، استفاده از الگوی پراکندگی در یافتن شیوه مناسب نمونه‌برداری، تفسیرهای بوم‌شناسی و تعیین فاصله کاشت مناسب برای گیاهان دارویی در رویشگاه‌های طبیعی مفید است. الگوهای فضایی گیاهان نقش بسزایی در شناخت و حل مشکلات بوم‌شناختی و و ارائه راهکارهای مدیریتی دارند. الگوهای پراکنش در مطالعه ساختار جوامع گیاهی بسیار مهم است و نتایج بدست آمده از برآورد عامل‌های گیاهی ممکن است تحت تاثیر الگوی پراکنش قرار بگیرد. با مطالعه الگوی پراکنش در جوامع گیاه می‌توان آگاهی بسیاری را در باره یکنواختی و عدم یکنواختی رویشگاه، تنوع زیستی، نوع تکثیر و تولید مثل، انتشار گیاهان، رقابت و حفاظت بهتر از بوم‌سازگان به دست آورد. الگوی توزیع گیاهان نیز بر شیوه نمونه‌برداری و به طور حتم بر تعداد نمونه نیاز 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 منجر به نتایج متفاوت شود، بنابراین گزینش یک شاخص 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 تصمیم‌گیرندگان بخش‌های اجرایی جهت احیای زیست‌بوم‌های طبیعی باشد که طرح‌های موفق احیا و اصلاح منابع طبیعی از الگوهای طبیعی که معمولاً کپه‌ای است پیروی می‌نمایند مورد تاکید این پژوهش است. نینگ‌سرخ یکی از ذخایر ارزشمند ژنتیکی و جزء گونه‌های کمیاب و نادر در سطح کشور و رویشگاه آن در منطقه است، این گیاه نیازمند توجه ویژه برای شناخت، توسعه، حفاظت و برنامه‌ریزی مدیریتی در جهت بهبود شرایط آن است.

Reference

۱. Akhiani, H. (۲۰۰۵). The illustrated flora of Goleston National Park, Iran. Tehran University Press. (In Persian).
۲. Antonellini, M. & Mollema, P.N. (۲۰۱۰). Impact of groundwater salinity on vegetation species richness in the coastal pine forests and wetlands of Ravenna, Italy. Ecological engineering, ۳۶ (۹): ۱۲۱۱-۱۲۰۱.

۲۰۰۹). هان و همکاران (۲۰۰۸) بیان می‌دارند که بیشتر گیاهان رویشگاه‌های طبیعی تمایل به الگوی پراکنش کپه‌ای دارند. بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان بیان کرد که الگوی کپه‌ای بیان‌کننده جمع شدن افراد در مکان‌های مساعدتر رویشگاه می‌باشد. الگوی توزیع مکانی جمعیت‌های گیاهی بازتابی جامع و وسیع از انعطاف‌پذیری فنوتیپی و راهبرد تاریخیچه حضور جمعیت‌های گیاهی تحت تاثیر روابط بین گونه‌ای و درون‌گونه‌ای است (Zhang et al., ۲۰۲۲; Jafari et al., ۲۰۰۴). الگوی پراکنش کپه‌ای گونه‌های آفسنتین و نینگ‌سرخ به دلایل مختلف می‌تواند رخ دهد. گونه‌های گیاهی آفسنتین و نینگ‌سرخ از طریق بذرها که در اطراف پایه مادری ریزش کرده شروع به جوانه‌زنی و تکثیر می‌نمایند. برای گونه‌هایی که زادآوری طبیعی آنها از طریق بذر صورت می‌گیرد، الگوی مکانی با نحوه پراکنش بذور آنها ارتباط دارد. افتادن بذرها به صورت خوشه‌ای در زیر تاج پوشش و حاشیه‌های گیاهان می‌تواند علت شکل‌گیری الگوی پراکنش کپه‌ای برای این دسته از گیاهان باشد (ذوالفقاری و همکاران، ۲۰۲۲). 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 (جنت رستمی و همکاران، ۲۰۰۹؛ ذوالفقاری و همکاران، ۲۰۲۲). 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 (Gilbert et al., ۱۹۹۴; Xinmin et al., ۲۰۰۹). 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 سطح، تعداد و شکل قاب و قابل تفکیک بودن پایه‌ها وابسته است. در مناطقی که تراکم گیاهان بسیار کم باشد، در هنگام استقرار قاب‌ها، تعداد زیادی از قاب‌ها بدون فرد و در تعدادی ممکن است یک یا چند فرد جای گیرند، بنابراین واریانس تعداد افراد شمارش شده در قاب‌ها افزایش می‌یابد. ولی شاخص‌های مدل فاصله‌ای به هیچ یک از این موارد وابسته نیستند، بلکه فقط به اندازه‌گیری صحیح فاصله‌ها وابسته هستند (جنت رستمی و همکاران، ۲۰۰۹؛ بیدرنامی و همکاران، ۲۰۱۹; Getzin, ۲۰۰۶). در الگوی پراکنش کپه‌ای افراد به شکل دسته‌هایی در کنار هم قرار می‌گیرند که این الگو می‌تواند ناشی از رفتار اجتماعی و عدم یکنواختی محیط از نظر شرایط رویشگاهی و نوع تکثیر و تولیدمثل گیاهان باشد (Ludwig and Reynolds, ۱۹۸۸) با توجه به یافته‌های این پژوهش در منطقه مورد مطالعه، متوسط فاصله استقرار

۳. Asaadi, A.M. & Khoshnod Yazdi, A. (۲۰۲۰). An investigation on ecological characteristics of Ephedra major in Bojnourd Rangelands. *Plant Ecophysiology*, ۴۱(۲): ۹۷-۱۰۷. (In Persian).
۴. Asaadi, A.M. (۲۰۲۲). 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*, ۴(۲): ۱۳-۳۲. (In Persian).
۵. Asaadi, A.M. (۲۰۲۴). Determination of Distribution Pattern of *Origanum vulgare* L. medicinal plant in the northwest Rangelands of Bojnord. ۲nd National Conference on Medicinal Plants, Entrepreneurship and Commercialization ۲۱th Feb ۲۰۲۴. University of Jiroft. (In Persian).
۶. Bidarnamani, F., Fahmideh, L. & Shabanipoor. M. (۲۰۱۹). Comparison of Distance-based and Quadrature-based Methods to Determine the Dispersion Methods of *Calligonum polygonoides* in Sistan Province, Iran. *Arid Biome Scientific Journal*, ۹(۱): ۱۱۳-۱۲۳. (In Persian).
۷. Bonham, C.D. (۱۹۸۹). *Measurements for terrestrial vegetation*. John Wiley & sons. Inc. New Yourk.
۸. Cai, J.D., Ye, S.Z., Zhuang, Z.D., Xu, C.Y., Ma, C., Liu, Y. & Shen, C.C. (۲۰۱۷). Population distribution pattern intensity of *Parapenaeus fissuroides* Crosnier in the northeast Fujian sea. *Acta Ecologica Sinica*, ۳۷ (۴): ۲۵۳-۲۵۷.
۹. Chandra, S. & Rawat, D.S. (۲۰۱۵). Medicinal plants of the family Caryophyllaceae: a review of ethno-medicinal uses and pharmacological properties, *Integrative Medicine Research*, ۴: ۱۲۳-۱۳۱.
۱۰. Chen, P., Xia, J., Ma, H., Gao, F., Dong, M., Xing, X. & Li, C. (۲۰۲۲). 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*, ۱۴۰: ۱-۹.
۱۱. Dale, M.R.T. (۱۹۹۸). *Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology*, Cambridge University Press.
۱۲. Fatahi Nafchi, R., Yaghoobi, P., Reaisi Vanani, H., Ostad-Ali-Askari, K., Nouri, J. & Maghsoudlou, B. (۲۰۲۱). Eco-hydrologic stability zonation of dams and power plants using the combined models of SMCE and CEQUALW۲. *Applied Water Science*, ۱۱ (۷): ۱-۷.
۱۳. Getzin, S. (۲۰۰۶). Spatial patterns and competition of tree species in a Douglas-fir chronosequence on Vancouver Island. *Journal Ecography*, ۲۹: ۶۷۱-۶۸۲.
۱۴. Ghahreman A. (۱۹۷۵-۲۰۰۲). *Colored Flora of Iran*. Vol. ۱-۲۶, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.
۱۵. Gilbert, G.S., Hubbell, S.P. & Forest, R.B. (۱۹۹۴). Density and distance-to-adult effects of a canker disease of trees in a moist tropical forest. *Oecologic*, ۹۸: ۱۰۰-۱۰۸.
۱۶. Han, L., Wang, H., Zhou, Z., Li, Z. (۲۰۰۸). Spatial distribution pattern and dynamics of the primary population in a natural *Populus euphratica* forest in Tarim Basin, Xinjiang, China. *Front. For. China*, ۳(۴): ۴۵۶-۴۶۱.
۱۷. Huckelbridge, K.H., Stacey, M.T., Glenn, E.P. & Dracup, J.A. (۲۰۱۰). An integrated model for evaluating hydrology, hydrodynamics, salinity and vegetation cover in a coastal desert wetland. *Ecological engineering*, ۳۶ (۷): ۸۵۰-۸۶۱.
۱۸. Jafari, M., Chahouki, M.Z., Tavili, A., Azarnivand, H. & Amiri, G.Z. (۲۰۰۴). Effective environmental factors in the distribution of vegetation types in Poshtkouh rangelands of Yazd Province (Iran). *Journal of Arid Environments*, ۵۶: ۶۲۷-۶۴۱.
۱۹. Jannat Rostami, M., Zare Chahoki, M.A., Azarnivand, H. & Ebrahimi Dorcheh, K. (۲۰۰۹). Survey and analysis of spatial pattern of plant species in marginal rangelands Hoz-e-Soltan Qom. *Watershed Management Researches (Pajouhesh & Sazandegi)* ۲۲(۳): ۷۲-۸۰. (In Persian).
۲۰. Jayaraman, K. (۱۹۹۹). *A Statistical Manual for Forestry Research*, FORSPA - FAO Publication.
۲۱. Javadinejad, S., Eslamian, S. & Ostad-Ali-Askari, K. (۲۰۲۱). The analysis of the most important climatic parameters affecting performance of crop variability in a changing climate. *International Journal of Hydrology Science and Technology*, ۱۱ (۱): ۱-۲۵.
۲۲. Johnson, R.B. & Zimmer, W.J. (۱۹۸۵). A more powerful test for dispersion using distance measurements. *Ecology*, ۶۶(۵): ۱۶۷۵-۱۶۹۹.
۲۳. Karami, P., Heshmati, G.A. & Mesdaghi, M. (۲۰۰۲). 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*, ۹(۲): ۴۱-۴۸. (In Persian).

۲۴. Kershaw, K.A. (۱۹۷۳). Quantitative and dynamic plant ecology. Edward Arnold, London, UK.
۲۵. Kiani, B., Fallah, A., Tabari, M., Hosseini, S.M. & Iran-Nejad Parizi, M.H. (۲۰۱۳). Comparing Distance-based and Quadrature-based Methods to Identify Spatial Pattern of Saxaul Haloxylon ammodenderon C.A.Mey (SiahKooch Region, Yazd Province), Journal of Natural Environment, Iranian Journal of Natural Resources, ۶۵(۴): ۴۷۵-۴۸۶. (In Persian).
۲۶. Kouchaki, A., Soltani, A. & Azizi, M. (۲۰۱۳). Plant Ecophysiology. The university of Mashhad publications. (In Persian).
۲۷. Krebs, C. J. (۱۹۹۹). Ecological Methodology. ۲nd Edition, Adisson -Welsey Educational Publisher, Inc, Benjamin/Cummings.
۲۸. Legendre, P. (۲۰۰۲). The consequences of spatial structure for the design and analysis of ecological field surveys. Ecography, ۲۵: ۶۰۱-۶۱۵.
۲۹. Liu, M.X. (۲۰۱۷). Spatial distribution and spatial association of *Potentilla fruticosa* populations on different slope aspects in subalpine meadow. Journal of Applied Ecology, ۲۸(۶): ۱۸۱۷-۱۸۲۳.
۳۰. Ludwig, J. A. & Reynolds, J.F. (۱۹۸۸). Statistical Ecology. Wiley -Interscience Publisher, USA.
۳۱. Maesture, F. T., Escudero, A., Martinez, I., Guerra, C. & Rubio, A. (۲۰۰۵). Does spatial pattern matter to ecosystem functioning? Insight from biological soil crusts. Functional Ecology, ۱۹: ۵۶۶-۷۵۳.
۳۲. Mahdavi, M., Jouri, M.H., Mahmoudi, J., Rezazadeh, F. & Mahzooni-Kachapi, S.S. (۲۰۱۳). 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, ۱۱(۵): ۵۵۳-۵۵۹.
۳۳. McIntire, E.J. & Fajardo, A. (۲۰۰۹). Beyond description: The active and effective way to infer processes from spatial patterns. Ecology, ۹۰(۱): ۴۶-۵۶.
۳۴. Mcmurry, M. A. (۲۰۰۰). Population dispersion pattern in Ash juniper. Journal of Biology, ۳۴: ۲۰۸-۲۱۲.
۳۵. Mesdaghi M. (۲۰۰۶). Plant Ecology. Jahad Daneshgahi of Mashhad publications. (In Persian).
۳۶. Miller, T. F., Mladenoff, D. J. & Clayton, M. K. (۲۰۰۲). Old growth northern hardwood forests: Spatial Oikos. Vancouver Island. Ecography, ۲۹: ۶۷۱-۶۸۲.
۳۷. Mirzaei, M., Bonyad, E. & Aziz, J. (۲۰۱۶). Assessing Impact of Physiographic Factors on Spatial Distribution Patterns of Oak Trees in Iran. Forest Research, ۵: ۱۹۰.
۳۸. Moghadam, M, R. (۲۰۰۱). Quantitative plant ecology. University of Tehran Press. (In Persian).
۳۹. Moghadam, M, R. (۲۰۰۵). Ecology of terrestrial plants. University of Tehran Press. (In Persian).
۴۰. Mohebi, Z. & Mirzaei, H. (۲۰۲۱). Biodiversity and integration of ecological characteristics of species in spatial pattern analysis. Global Journal of Environmental Science and Management. ۷(۳): ۴۷۳-۴۸۴.
۴۱. Nguyen, H.H., Kerstin, W. & Stephan, G. (۲۰۱۴). Spatial distributions of tropical tree species in northern Vietnam under environmentally variable site conditions. Journal of Forest Research, ۲۵ (۲): ۲۵۷-۲۶۸.
۴۲. Odum, E.P. (۱۹۸۷). Ecologia Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
۴۳. Ostad-Ali-Askari, K. & Shayannejad, M. (۲۰۲۱). Subsurface drain spacing in the unsteady conditions by HYDRUS-۳D and artificial neural networks. Arabian Journal of Geosciences. ۱۸:۱-۱۴
۴۴. Pielou, E.C. (۱۹۷۷). Mathematical ecology. ۲nd. Wiley, NY.
۴۵. Saadatfar, A., Barani, H. & Mesdaghi, M. (۲۰۰۷). 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, ۱۴(۱): ۱۸۳-۱۹۲. (In Persian).
۴۶. Safaei, M., Bashari, H. & Shirmardi, H. A. (۲۰۱۶). Evaluating the Effects of Study Scale on Spatial Patterns of three Range Plant Species Using Quadrature Indices and Point Pattern Analysis in Chaharmahal- Bakhtirai Province Rangelands. Iranian Journal of Applied Ecology, ۵(۱۷): ۳۷-۴۹. (In Persian).
۴۷. Tauqeer, H.M., Turan, V., Farhad, M. & Iqbal, M. (۲۰۲۲). Sustainable agriculture and plant production by virtue of biochar in the Era of climate change. In: Hasanuzzaman, M., Ahammed, G.J., Nahar, K. (eds) Managing Plant Production Under Changing Environment. Springer, Singapore, pp. ۲۱-۴۲.

۴۸. Yang, C. & Yang, Z.S. (۲۰۱۴). The spatial patterns of plant population distribution at the barren slopes in the arid valley along the upper reaches of Minjiang River. *Advanced Materials Research*, ۱۰۱۰-۱۰۱۲, ۱۲۰۲-۱۲۰۸.
۴۹. Vallejo, V.R., Serrasolses, I., Cortina, J., Seva, J.P., Valdecantos, A. & Vilagrosa. A. (۱۹۹۸). Restoration strategies and actions in Mediterranean degraded lands. Project report of EC Environment and Climate Programme (ENV۴-CT۹۷-۰۶۸۲ REDMED, Climate and Natural Hazards), Spain.
۵۰. Xinmin, T., Lio, R., Tian, B. & Lio, J. (۲۰۰۹). Karyological studies of *Parapteropyrum* and *Atraphaxis* (Polygonaceae). *Caryologia*, ۶۲(۴): ۲۶۱-۲۶۶.
۵۱. Zarea Chahooki, M.A. & Tavili, A. (۲۰۰۸). Evaluation of distance indices to determine spatial pattern of some rangeland species of dry areas. *Journal of Rangeland*, ۲(۲): ۱۰۱-۱۱۰. (In Persian).
۵۲. Zare Chahouki, M. A., Imani, J. & Arzani, H. (۲۰۱۲). Comparison of the efficiency of quadrat 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*, ۹۵: ۶۵-۷۱. (In Persian).
۵۳. Zargari, A. (۱۹۸۹). Medicinal plants. Tehran University Publication. (In Persian).
۵۴. Zhang, Q., Zhang, Y., Peng, S., Yirdaw, E. & Wu, N. (۲۰۰۹). Spatial structure of Alpine trees in mountain Baima Xueshan on the southeast Tibetan plateau. *Silva Fennica*, ۴۳: ۱۹۷-۲۰۸.
۵۵. Zhang, L., Gao, Y., Li, J., Zhang, C., Li, M., Hu, Z., Cui, X., (۲۰۲۲). Effects of grazing disturbance of spatial distribution pattern and interspecies relationship of two desert shrubs. *Journal of Forestry Research*, ۳۳(۲): ۵۰۷-۵۱۸.
۵۶. Zolfaghari, Z., Moradi, M., Basiri, R. & Ghasemi, A. (۲۰۲۲). Evaluation of *Tecomella undulata* R. spatial distribution pattern in Bushehr province. *Journal of Environmental Science and Technology*, ۲۴(۳): ۱۳۱-۱۴۳. (In Persian).

Analysis of distance indices to evaluate the spatial distribution pattern of *Artemisia absinthium* and *Lychnis coronaria* medicinal species in northwest rangelands of Bojnord

Ali Mohammad Asaadi*^۱

^۱* Assistant Professor, Shirvan Faculty of Agriculture, University of Bojnord, Bojnord, Iran.

Email: am-asaadi@um.ac.ir

Abstract

Introduction

Artemisia absinthium commonly known as wormwood, is a medicinal and aromatic plant belonging to the Asteraceae family and the *Artemisia* genus. It is a perennial shrubby plant. This grows from ۶۰ to ۱۲۰ cm in height with a woody, hardy rosette and high bearing stem. The aerial parts of *A. absinthium* possess an extended history of use in folk medicine. In previous studies, it has been reported that *A. absinthium* possesses many pharmacological properties, mainly antibacterial, anti-parasitic, antiplasmodial, antidiabetic, hepatoprotective and neuroprotective properties. It is worth to note that the ethno pharmacological literature has supported the use of *A. absinthium* for muscle complications, antiseptic activity and relieving the signs of depression. *Lychnis coronaria* is a species of flowering plant in the family Caryophyllaceae. The literature study determines that different components of *Lychnis coronaria* have been utilized as a traditional medicine for healing different illnesses similar disease of inflamed wounds and heal cuts, leprosy, diarrhea, liver and lungs and also as a therapy for Beriberi. Decoction of the roots has been utilized for liver and lung disorders, and for infraction of the mesentery and the lymph glands. The herb extract was found to possess anti-inflammatory traits. Hot aqueous extract from the aerial parts of the herb has been utilized for the therapy of hemorrhoids. It is a perennial growing to ۸۰ cm tall by ۴۰ cm wide, with grey felted leaves and single, bright magenta flowers produced in succession around July. Though short-lived, the herb readily self-seeds in desirable places. It is sometimes grown as a biennial. *Lychnis coronaria* is a rare native species in the east of the Golestan Park of Iran. This species is apperceived from Darkesh in the west of the north Khorasan province. Plants contributes precious ecosystem services to different terrestrial ecosystems, such as soil conservation, protection of genetic resources, water resource regulation, fodder provide, and carbon sequestration. Survey of the spatial pattern of an herb population is useful to define the population's biological attributes, ecological priority and relations with environmental agents. So, the survey of the spatial distribution pattern of herb populations has always been a main focus for environmental investigate. Spatial pattern survey of plants could be an important tools for stability, biodiversity, designing proper management plans, and Reclamation and Rehabilitation operations of terrestrial ecosystems. The spatial distribution pattern of herb populations represents scale dependency, e.g. a species can indicate a clumped distribution at one spatial scale and may modify to a random or regular distribution at a various scale. The purpose of this present survey were to evaluate spatial distribution patterns of *Artemisia absinthium* and *Lychnis coronaria* medicinal species in northwest rangelands of Bojnord.

Methodology

Goodali Salakh is a region located in the northwestern part of the city of Bojnord, which is a district of North Khorasan province. According to topographic maps (۱:۵۰۰۰۰), this region covers an area of about ۵۳۰۰ hectares and has an elevation of ۱۲۰۰ to ۱۹۰۰ meters above sea level. Its geographical coordinates range from ۵۷° ۷' to ۵۷° ۱۵' east longitude and from ۳۷° ۳۲' to ۳۷° ۳۶' north latitude. To determine the annual precipitation, annual temperature, and climate type of the studied region, the gradients of precipitation and temperature of nearby stations at different elevations were used. The average annual precipitation in the region is ۲۹۰ millimeters. Monthly precipitation in the area shows that the highest rainfall occurs in April with ۵۵,۶ millimeters and the lowest rainfall occurs in July with ۶ millimeters. The annual average temperature in this region is ۱۱,۲۸°C. The average maximum temperature is ۲۶,۱°C in July and minimum temperature is

-۶,۸ °C in January. According to the Emberger method, the climate of the region is considered as semi-cold and semi-arid. Based on the Embrothermic diagram, the dry period in the study area starts from late April and ends in early November, while the wet period lasts for about ۲۰۰ days.

In the present research, Vegetation sampling was done by systematic-random method, so, ۰ transects of ۱۰۰ meters were selected in each working unit. To collect information from the habitat, the nearest species and nearest neighbor distance method was used. Finally, Evaluation was done by using distance indices of Eberhardt, Hines, Pielou, T-square, Hopkins, Holgate and Johnson and Zimmer and the findings were tested at ۰% level.

Results

Based on the results of this study, the Eberhardt, Johnson, Zimmer and Holgate indicators showed a clumped pattern of *A. absinthium* in the study sites. While the Hopkins and Pielou indices showed a regular pattern for this species in the study sites. The T-square index confirmed the spatial distribution pattern of random with a tendency toward clumped and Hines index was random. Also, based on the findings obtained from the *Lychnis coronaria* in habitat, the distance indices of Eberhardt, Pielou, Holgate, Johnson and Zimmer, T-square and Hines showed a clumped pattern. While the Hopkins index introduced the spatial pattern in a random with tendency to be clumped.

Conclusion

In conclusion, in this survey, the findings indicated that most of the investigated indicators accepted the clumped distribution pattern, so it can be said that the spatial distribution pattern of *Artemisia absinthium* and *Lychnis coronaria* is clumped in the study sites. Based on the results obtained from the study of other researchers, the clumped type is the most commonly observed plants spatial pattern in natural ecosystems. The major reasons that can lead to a clumped pattern in a population of plant species are the attributes of the plant, the relationship between them, and with the environmentally changes. There are three types of spatial distributions for herbs in nature, as follows, clumped distribution, random distribution and regular distribution. The spatial pattern of herb populations is a plenary reflectance of the phenotypic plasticity and life past strategies of herb populations under the efficacy of intraspecific and interspecific relationships. In general, the utilization of herb distribution patterns plays a main role in choosing the appropriate sampling technique, stability, biodiversity, designing proper plans, Reclamation and Rehabilitation, ecological interpretations and providing management approaches.

Key words

Spatial distribution pattern, Distance indices, *Artemisia absinthium*, *Lychnis coronaria*, Rangelands.