



"مقاله پژوهشی"

تحلیل الگوی نقطه‌ای پراکنش گونه‌های چوبی در جنگل چهلتن ده‌بکری، استان کرمان

میعاد پاکزاد^۱، تیمور رستمی شاهراهی^۲ و رضا ابراهیمی آتانی^۳

^۱- دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشگاه گیلان، (نویسنده مسؤول: miadpak@yahoo.com)

^۲- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

^۳- دانشیار دانشکده فنی، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۰۹

صفحه: ۱۵۲ تا ۱۶۲

چکیده

الگوی پراکنش مکانی یکی از خصوصیات مهم جوامع جنگلی است. در کفرآیندهای نهفته در الگوی مکانی جوامع درختی یک هدف مهم در بوم‌شناسی جنگل است. الگوی پراکنش مکانی گونه‌های مختلف جنگل بر فرآیندهای اکولوژیک اکوسیستم‌های جنگلی تأثیر می‌گذارد و در شناخت پویایی بوم‌سازگان جنگل اهمیت دارد. این پژوهش باهدف تعیین الگوی پراکنش مکانی گونه‌های درختی و درختچه‌ای بنه، کیکم، بادام کوهی، دافنه، زرشک، شیرخشت و کیش در رویشگاه جنگلی چهل تن ده‌بکری شهرستان بهم در استان کرمان انجام شد. برای این منظور موقعیت مکانی و نوع گونه‌های تمامی درختان و درختچه‌ها در یک قطعه ۱۵ هکتاری ثبت شد. سپس الگوی پراکنش مکانی هر یک از گونه‌ها به تفکیک و نیز کل درختان و درختچه‌ها با سه روش نزدیک‌ترین همسایه،تابع K راپیلی و تابع O-ring تعیین شد. نتایج نشان داد الگوی پراکنش مکانی گونه‌های چوبی در این ناحیه کهای است، اگرچه شدت کپهای بودن پراکنش گونه‌ها متفاوت بود. بر اساس نتایج نزدیک‌ترین همسایه، از بین گونه‌های مورد بررسی، الگوی پراکنش گونه زرشک تصادفی و الگوی پراکنش سایر گونه‌ها کهای بود. نتایج این پژوهش بیانگر توانمندی شاخص‌های بررسی شده در تعیین الگوی مکانی گونه‌های چوبی در منطقه مورد مطالعه است و می‌تواند اطلاعات مفیدی به منظور تشریح پایداری این اکوسیستم با ارزش و پایش اقدامات حفاظتی و احیایی ارائه دهد. با توجه به هدف و امکانات قابل دسترس، از هر کدام از شاخص‌ها می‌توان در مطالعات آینده استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: الگوی پراکنش مکانی، تابع K راپیلی، O-ring، تابع K راپیلی، ده‌بکری، همسایه

مقدمه

می‌دارد عوامل مورفو‌لوزیکی، عوامل جامعه‌شناسی گیاهی (اثر مقابل بین گونه‌ای) و عوامل محیطی از جمله عوامل مؤثر در ایجاد الگوی یک گونه می‌باشند. وجود اجتماعات گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک ناشی از فرآیندهای مختلفی چون اثر تسهیل‌کننده یک گیاه بر استقرار گیاه دیگر، نوع پراکنش بذر و یا ناهمگنی‌های محیطی است. ممکن است تشکیل اجتماعات بوجود آمده از گیاهان یک گونه به کنش‌های متقابل درون گونه‌ای مربوط باشد که باعث ایفای نقش پرستار در گیاهان بزرگ‌تر برای گیاهان کوچک‌تر از همان گونه می‌شود. در زیر تاج گیاه پرستار شرایط برای استقرار و رشد گیاهان کوچک‌تر فراهم است و بدین ترتیب اجتماعاتی از گیاهان شکل می‌گیرند (۳۲). روش‌ها و شاخص‌های متعددی برای تفسیر توزیع‌های مکانی ارائه شده است که این روش‌ها بر اساس نوع داده موردنیاز به سه گروه عمده روش کوادرات، روش نزدیک‌ترین فاصله و روش داده‌های نقشه‌برداری شده طبقه‌بندی می‌گردد (۲). در بین روش‌های برداشت داده، روش نقشه‌کش تمامی افراد مورد مطالعه کامل‌تر است و تحلیل داده‌ها با استفاده از شاخص‌هایی مانند تابع K راپیلی است (۳۰). برای مطالعه نحوه پراکنش گیاهان در یک عرصه و همچنین بررسی کنش‌های متقابل درون گونه‌ای آن‌ها تنها استفاده از یک آماره اختصاری کافی نیست و باید مجموعه‌ای مناسب از آن‌ها را بکار برد (۱۵). در این مطالعه از روش داده‌های نقشه‌برداری شده، استفاده شده است. به این صورت که مختصات هر نقطه درخت و درختچه ثبت شد. این اطلاعات برای تعیین الگوی

یکی از آشکارترین جنبه‌های ساختاری یک توده جنگلی، الگوی پراکنش مکانی یا نحوه توزیع درختان در آن است (۲۰). الگوی پراکنش بر نحوه اختصاص مکان یا توزیع افراد دلالت دارد که گویای نحوه قرارگیری افراد در فضای افقی است (۳۰). گیاهان در هر منطقه جغرافیایی یا در هر رویشگاه به صورت تصادفی یا غیر تصادفی پراکنده شدند که پراکنش غیر تصادفی به دو شکل یکنواخت (منظمه) و تجمعی (کپهای، خوش‌های) تقسیم می‌شوند (۱۳). الگوهای تصادفی به همگنی محیطی و یا به الگوهای رفتاری گزینش نشده اشاره می‌کند. از طرف دیگر، الگوهای غیر تصادفی (کپهای و منظم) بیانگر وجود برخی محدودیت‌ها در جمعیت است (۷). الگوی کپهای بیان می‌کند که افراد در قسمت‌های مساعدتر رویشگاه جمع می‌شوند، در حالی که الگوی منظم از کنش‌های متقابل منفی مانند رقابت برای غذا یا فضای بین افراد به دست می‌آید (۷). بررسی الگوی پراکنش از نخستین مشاهده‌هایی است که در بررسی هر جامعه‌ای صورت می‌گیرد و نقش مهمی در تعیین روش‌های مناسب برای اندازه‌گیری خصوصیات کمی مانند پراکنش و تراکم دارد. همچنین در ارزیابی یکنواختی و نبود یکنواختی محیطی، نوع تکثیر و تولید مثل و الگوهای رفتاری گیاهان نقش مهمی ایفا می‌کند (۱۶). الگوی پراکنش مکانی یک گونه توسط فرآیندهای متعددی تعیین می‌شود و فرآیندهای کلیدی تعیین کننده بر حسب گونه متفاوت‌اند (۱۴). لو و همکاران (۲۳) اشاره می‌نماید که نحوه زادآوری، موقعیت مکانی یک گونه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. داله (۶) بیان

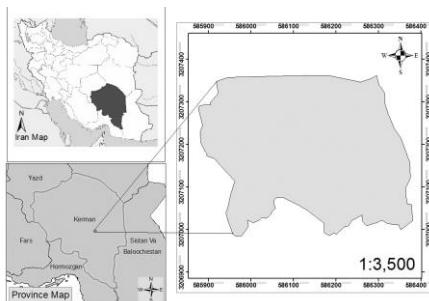
این صورت که گونه بلوط ایرانی با افزایش فاصله از درختان الگوی مکانی از کپهای به تصادفی و گونه بنه از تصادفی به یکنواخت تغییر می‌کند. مطالعات صورت گرفته در خارج از کشور بسیار زیاد بوده و می‌توان به تعدادی از آن‌ها اشاره داشت. الگوهای پراکنش درختان نوئل و نراد در شمال شرق ایلات متعدد آمریکا با استفاده از روش‌های نزدیک‌ترین همسایه، تابع k راپلی و تابع همبستگی جفتی بررسی شده‌اند (۲۲). ونگ و همکاران (۳۱) با استفاده از تابع همبستگی زوجی الگوی مکانی و اجتماع‌پذیری ۱۵ گونه درختی را در جنگلهای پیش رسته معتدل در شمال شرقی چین، مورد مطالعه قراردادند و به این نتیجه رسیدند که تمامی گونه‌های مورد مطالعه دارای الگوی کپهای می‌باشند. پژوهش‌های انجام شده در مورد تعیین الگوی پراکنش مکانی گونه‌های چوبی در استان کرمان بسیار محدود است. آگاهی از الگوی پراکنش مکانی و اثرات متقابل گونه‌های جنگلی می‌تواند یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های دستیابی به توان رویشگاه، نحوه بازسازی و احیاء و همچنین انتخاب روش‌های مناسب آماربرداری و مدیریتی باشد. تحلیل الگوی پراکنش مکانی عناصر جنگل موجب می‌شود که شناخت عمیق‌تری از ساختار و رشد افراد به دست آمده و مشکلات نحوه تخصیص مکان به جنگل‌کاری و بهره‌برداری از جنگل حل شود (۱۲). بنابراین هدف از این تحقیق، بررسی الگوی پراکنش مکانی گونه‌های چوبی در جنگل طبیعی و کمتر دست‌خورده منطقه چهل‌تن دهکری در استان کرمان است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه جنگلی چهل‌تن دهکری در ۱۸۰ کیلومتری جنوب شرقی مرکز استان کرمان و در ۶۰ کیلومتری غرب شهرستان بهم در مسیر جیرفت در رشته‌کوه جبال بارز و در مجاورت روستای دهکری قرارگرفته است. این منطقه حدفاصل ۵۳/۶۶ تا ۲۸° ۵۹' ۵۹/۲۵ تا ۱۲/۲۸° ۵۳' ۵۷" طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). بررسی‌های انجام گرفته و مطابق آمار بلندمدت نزدیک‌ترین ایستگاه کلیماتولوژی، میزان بارش ۱۷۶/۲ میلی‌متر در سال است. منطقه مورد مطالعه بر اساس روش دومارتن جزو اقلیم خشک محسوب می‌شود. این منطقه از نظر تنوع یک رویشگاه منحصر به فرد در استان کرمان است، بهطوری که درختان سوزنی و پهن‌برگ و درختچه‌های متعدد (مانند ارس، بنه، کیکم، دافنه، بادام، زرشک، تمشک، کیش، شیرخشت) مجموعه‌ای از پوشش گیاهی را فراهم کرده است.

مکانی با استفاده از روش‌های نزدیک‌ترین همسایه، تابع k راپلی و تابع O-ring مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعات متعددی در کشور ایران در رابطه با تحلیل الگوی مکانی گونه‌های گیاهی با استفاده از روش‌های بالا صورت گرفته است که به تعدادی از آن‌ها که در راستای این پژوهش است، می‌توان اشاره داشت. اخوان و همکاران (۲) الگوی مکانی درختان را طی مراحل تحولی جنگل در توده‌های دست‌خورده راش با استفاده از تابع k راپلی بررسی نمودند نتایج این پژوهش نشان داد در مراحل تحولی توده‌ها از مراحل اولیه به سمت پوسیدگی در مقاطعی، الگوی پراکنش از بهشت کپهای به سمت تصادفی میل می‌کند. اخوان و همکاران (۱) الگوی پراکنش ارس در مراحل رویشی مختلف با استفاده از آماره اورینگ در جنگلهای لاین استان خراسان رضوی بررسی نمودند که نتایج نشان داد الگوی پراکنش پایه‌های ارس در بیشتر موارد تا فاصله ۲۵ متری کپهای است و پس از آن با بزرگ شدن مقیاس بررسی، به سمت تصادفی میل می‌کند. فلاخ چای و خوش‌منظر (۹) الگوی پراکنش گونه افرا پلت را در سری دو ناو اسلام بررسی کردند، نتایج بدست آمده از شاخص‌های مختلف پراکنش، الگوی مکانی برای این گونه را در دو توده بالا و پایین ۸۰۰ متر از سطح دریا به شکل یکنواخت، حداکثر یکنواختی تا تصادفی نشان داد. علی‌جانی و فقهی (۳) با استفاده از شاخص‌های مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه به بررسی ساختار مکانی گونه ملچ در جنگل خیروود نوشهر پرداختند و به این نتیجه رسیدند که گونه ملچ دارای الگوی مکانی تصادفی متمایل به کپهای است. نوری و همکاران (۲۵) با استفاده از تابع k راپلی و مقایسه آن با شاخص نزدیک‌ترین همسایه نشان دادند که الگوی مکانی گونه‌های راش، ممز، پلت و توسکا در جنگل خیروود از نوع کپهای است. در تحقیق دیگری، الگوی پراکنش مکانی گونه برودار در زاگرس با استفاده از روش نزدیک‌ترین همسایه بررسی و یکنواخت تعیین شد (۷). الگوی مکانی سه گونه بلوط (ایرانی، ویول و دارمازو) در جنگلهای چناره مربیوان توسط پوریابایی و همکاران (۲۷) مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد هر سه گونه الگوی تصادفی دارند. در پژوهشی دیگر الگوی پراکنش درختی برودار یا بلوط ایرانی، مازودار، ویول و زالزالک در جنگلهای قامیشه مربیوان توسط بصیری و همکاران (۴) بررسی شده است. در این تحلیل الگوی پراکنش مکانی کپهای برای گونه‌های مورد بررسی گزارش شد. کریمی و فلاخ (۱۷) با استفاده از تابع K2 گونه‌های بلوط ایرانی و بنه در جنگلهای قلاچه کرمانشاه را بررسی کردند، نتایج نشان داد که این گونه‌ها دارای الگوی مختلط هستند به



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه از جنگل چهل تن ده بکری در استان کرمان
Figure 1. Geographical location of the study area of Chel-tan Dehbakri forest in Kerman province

نقطه معین تا نزدیکترین همسایه اش را در نظر می گیرد، در روش رایپلی فاصله های بین تمام جفت نقاط موجود در سطح مورد بررسی در نظر گرفته می شود (۲۶). اینتابع برای یک الگوی نقطه ای مشخص به صورت زیر محاسبه می شود (رابطه ۱).

$$k_{(r)} = \frac{\bar{n}(r)}{\rho} \quad (\text{رابطه } 1)$$

به طوری که $\bar{n}(r)$: میانگین تعداد درختان همسایه ای است که به ساعت r از یک درخت قرار گرفته اند و ρ تراکم (تعداد در واحد سطح) است. در یک الگوی کاملاً تصادفی با تراکم ρ ، رابطه $k_r = \pi r^2 / \rho$ برقرار است؛ بنابراین در الگوی تجمعی که در آن تعداد همسایه ها بیشتر از حالت تصادفی است، آن یعنی تابع L که توسط بساگ (۵) ارائه شد استفاده می شود که حالت خطی تابع k بوده و نیز واریانس k را تثبیت می نماید. همچنین نمایش و تفسیر تابع L نسبت به k ساده تر است (رابطه ۲). رابطه این تابع به صورت زیر است:

$$L(d) = \sqrt{\frac{A \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N K(i,j)}{\pi N(N-1)}} \quad (\text{رابطه } 2)$$

که در آن، A : مساحت منطقه مورد مطالعه (مترمربع)، N : تعداد نقاط (درختان)، d : فاصله (متر) و $K(I, j)$: فاکتور وزن است که اگر فاصله بین دو درخت I و J کوچکتر یا مساوی d باشد برابر یک و اگر بیشتر باشد برابر صفر است. در روش رایپلی برای آزمون معنی دار بودن تفاوت الگوی مشاهده شده با الگوی تصادفی (فرض صفر) حدود اعتماد با استفاده از آزمون مونت کارلو محاسبه و ترسیم می گردد، به طوری که اگر تابع L در داخل این محدوده قرار گیرد، الگوی پراکنش مشاهده شده با الگوی پراکنش تصادفی تفاوت معنی داری نخواهد داشت اما اگر تابع L بالاتر از این محدوده قرار گیرد، نشانه وجود الگوی کپه ای و اگر پایین تر از این محدوده واقع شود، نشان دهنده الگوی منظم است (۲۳).

تابع $O\text{-ring}$: این تابع با تابع k رایپلی و تابع روابط جفتی g ارتباط دارد که به جای اندازه گیری تعداد نقاط در دایره های با شاعر r نقاط داخل حلقه ای با عرض معین، ساعت r و مرکز تصادفی شمارش می شوند (رابطه ۳).

$$O(r) = \lambda g(r) \quad (\text{رابطه } 3)$$

روش پژوهش

در این منطقه مساحتی به وسعت ۱۵ هکتار تعیین شد و مختصات مکان همه گونه های چوبی موجود در این منطقه آماربرداری صد درصد شدند. برای تعیین محل پایه ها مختصات جغرافیایی (Y, X) پایه های درختی با قطر برابر سینه بزرگتر از پنج سانتی متر و همچنین نقطه وسط تاج درخت چه ها و درختان چند شاخه یا جست گروه به عنوان مکان درخت ثبت شد. مختصات جغرافیایی در سیستم مختصات UTM به وسیله دستگاه موقعیت یاب جهانی GPS تعیین شد. کلیه اطلاعات در محیط نرم افزار ArcGIS وارد شد و درنهایت اطلاعات ثبت شده به یک لایه نمایشی نقطه ای تبدیل شد. در مورد جست گروهها مرکز جست گروه (و نه هر یک از جست ها) به عنوان مکان و کل جست گروه یک فرد در نظر گرفته شد. همچنین درختان شاخه زاد که مانند درخت دانه زاد به صورت تک پایه بودند، به عنوان یک فرد در نظر گرفته شد. برای بررسی الگوی پراکنش در این تحقیق از سه روش نزدیکترین همسایه، تابع k رایپلی و تابع L استفاده گردید.

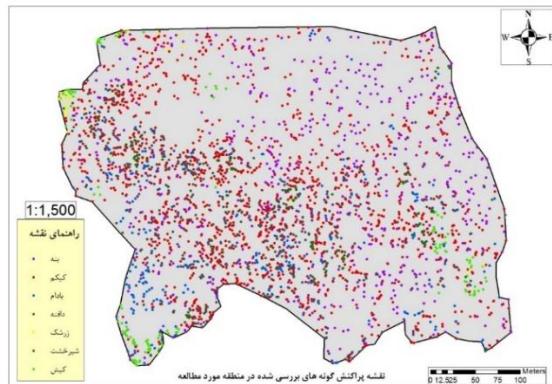
شاخص نزدیکترین همسایه: این روش مبتنی بر اندازه گیری فاصله تک تک درختان تا نزدیکترین همسایه شان بوده و در تعیین هم گرایی و واگرایی گونه های مختلف نیز کاربرد دارد. در این روش شاخص نزدیکترین همسایه بر اساس میانگین فاصله هر درخت تا نزدیکترین همسایه اش محاسبه می شود. فرض صفر این است که درختان به صورت تصادفی پراکنده شده اند. شاخص نزدیکترین همسایه به صورت نسبت میانگین فاصله مشاهده شده به فاصله مورد انتظار بیان می شود. فاصله مورد انتظار درواقع میانگین فواصل درختان در حالت پراکنش کاملاً تصادفی است. اگر شاخص محاسبه شده کمتر از یک باشد الگو کپه ای است، اگر بیشتر از یک باشد یکنواخت و اگر برابر یک باشد الگو تصادفی است. در این روش درنتیجه تجزیه و تحلیل کمیت Z به دست می آید که اگر مقدار آن بین $+1/96$ و $-1/96$ باشد، اختلاف معنی داری بین توزیع مشاهده شده و توزیع تصادفی وجود ندارد. در غیر این صورت توزیع تجمعی یا یکنواخت خواهد بود (۲۱).

تابع k رایپلی: این تابع بر اساس تعداد نقاط موجود در یک شاعر مشخص (r) به بررسی الگوهای مکانی می پردازد. برخلاف روش نزدیکترین همسایه که فقط فاصله از یک

پس از بررسی محدوده ۱۵ هکتاری منطقه پژوهش در مجموع ۹ گونه چوبی مشاهده شد، گونه ارس و تمشک به دلیل فراوانی کم از تحلیل‌ها کثار گذاشته شدند. در مجموع ۳۴۴۰ پایه شامل گونه‌های بنه، کیکم، بادام‌کوهی، دافنه، زرشک، کیش و شیرخشت برداشت و الگوی مکانی آن‌ها بررسی شد (شکل ۲). در بین گونه‌های درختی، بیشترین تراکم در هکتار مربوط به کیکم بود. در بین گونه‌های درختچه‌ای، دافنه بیشترین و زرشک کمترین فراوانی را داشتند (جدول ۱).

در این رابطه ۲: تراکم نقاط در الگوی مورد بررسی است. مقدار این تابع برای یک الگوی تصادفی برابر تراکم نقاط است. بیشتر بودن این تابع از تراکم پراکنش مکانی یکنواخت کپهای و کمتر بودن آن نشان‌دهنده الگوی مکانی یکنواخت است. تحلیل الگوی پراکنش مکانی برای هر یک از گونه‌های درختی و درختچه‌ای و همچنین کل گونه‌ها با استفاده از روش نزدیکترین همسایه و تابع K راپلی در نرم‌افزار Programmita 2010 و تابع O-ring PAST در نرم‌افزار O-ring نتایج را بدست آورند.

نتایج و بحث



شکل ۲- نقشه موقعیت مکانی گونه‌های بررسی شده در منطقه مورد مطالعه
Figure 2. Location map of investigated species in the study area

جدول ۱- فراوانی و تعداد پایه در هکتار گونه‌های چوبی منطقه مورد مطالعه

Table 1. Frequency per hectare of woody species in the study area

شیرخشت Cotoneaster Kotschyi	کیش Nerium oleander	زرشک Berberis integerri ma	دافنه Daphne mucrona ta	بادام‌کوهی Amygdal us scoparia	کیکم Acer monspes sulanum	بنه Pistacia mutica	کل درختچه‌ها	کل درختان	کل عناصر چوبی
۱۲۰	۱۴۴	۴۷	۷۵۲	۲۸۰	۱۲۷۶	۷۲۳	۱۳۴۲	۲۰۹۷	۳۴۰
۲/۴۹	۴/۱۹	۱/۳۷	۲۱/۸۶	۸/۱۴	۳۹/۹۴	۲۱/۰۲	۳۹/۰۴	۶۰/۹۶	۱۰۰
۸	۹/۶	۳/۱۳	۵۰/۱۳	۱۸/۶۷	۹۱/۰۶	۴۸/۲	۸۹/۵۳	۱۳۹/۸	۲۲۹/۳۳

لرستان نشان دادند که بر اساس شاخص نزدیکترین همسایه، الگوی پراکنش همه گونه‌های موجود در منطقه (بلوط، کیکم، زالزالک، گلابی، شن و بادام‌کوهی) از الگوی کپهای برخوردار بوده که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. در پژوهشی دیگر، پیلهور و همکاران (۲۶) با استفاده از شاخص نزدیکترین همسایه نشان دادند که الگوی پراکنش گونه‌های زالزالک و کیکم به صورت کپهای است که همسو با نتایج پژوهش حاضر است.

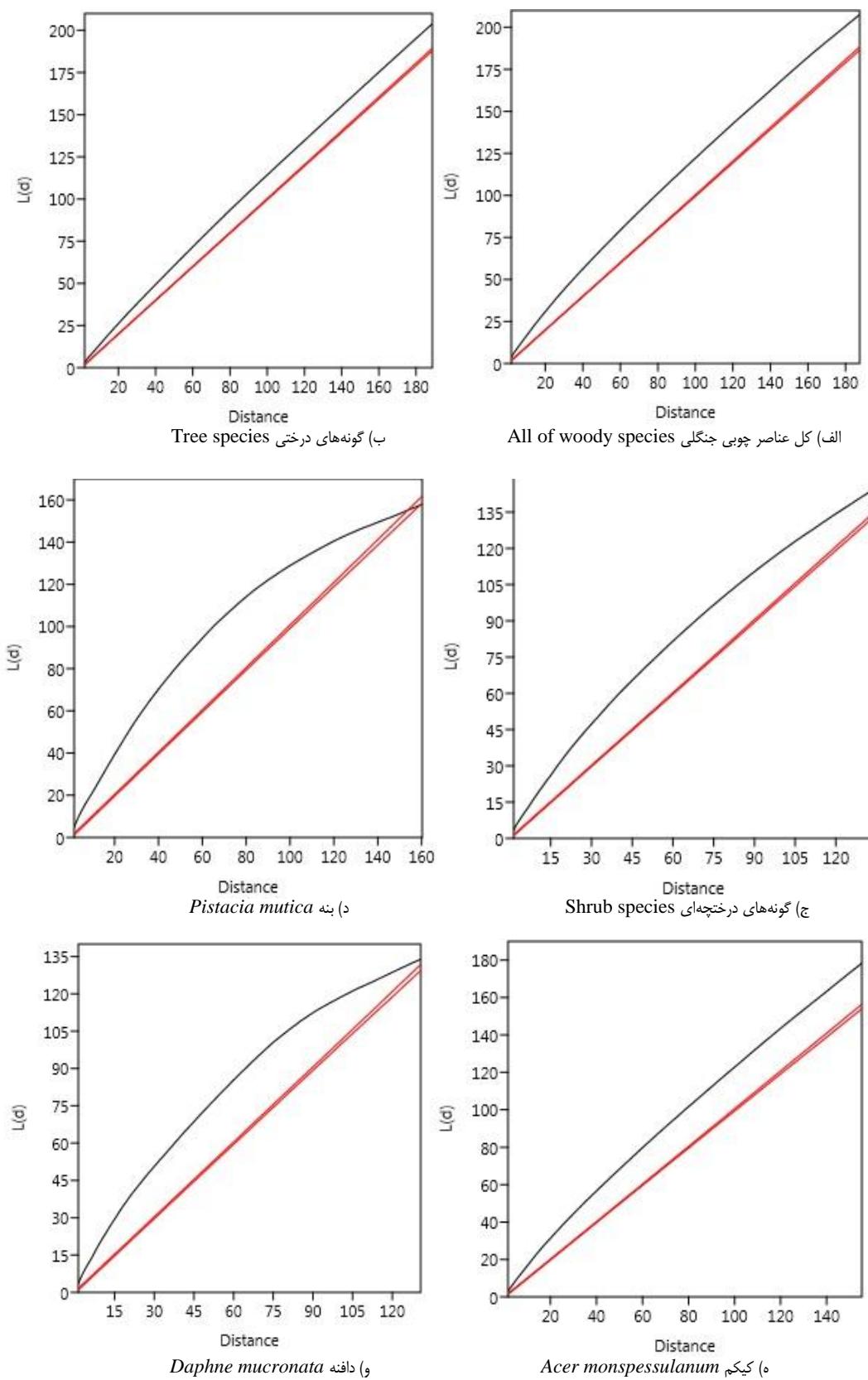
شاخص نزدیکترین همسایه: مقادیر ۲ برای همه گونه‌های چوبی به دست آمد. بر اساس نتایج به دست آمده از این شاخص همه گونه‌های مورد مطالعه الگوی پراکنش کپهای دارند به جز گونه زرشک که دارای الگوی پراکنش تصادفی است (جدول ۲). عرفانی فرد و مهدیان (۸) در جنگل‌های بنه استان فارس بیان کردند که الگوی پراکنش درختان بنه بر اساس شاخص مذکور، کپهای بوده که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. فرهادی و همکاران (۱۰) در منطقه پرک قلعه گل استان

جدول ۲- نتایج حاصل از شاخص نزدیک ترین همسایه برای گونه های مورد نظر در منطقه مورد مطالعه
Table 2. Results of the nearest neighbor index for the species in the study area

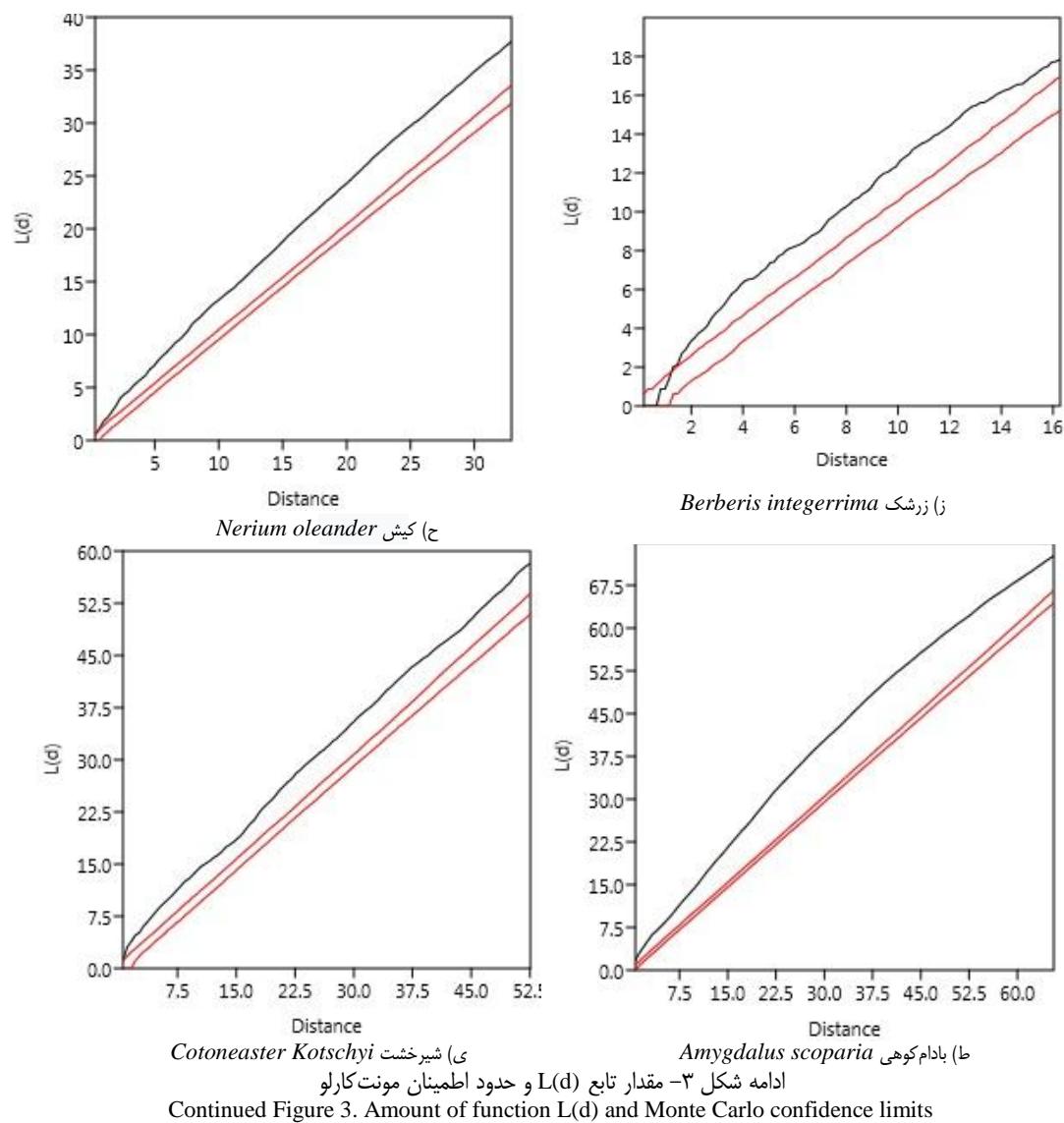
نوع الگوی مکانی Spatial pattern	z مقدار z amount	r مقدار r amount	میانگین فاصله موردنظر Average expected distance	میانگین فاصله مشاهده شده Average observed distance	گونه specie
کپهای Clumped	-۲۹/۲۱	.۰/۷۳	۲/۴۶	۲/۵۶	کل گونه های چوبی All of woody species
کپهای Clumped	-۲۸/۴۰	.۰/۶۷	۴	۲/۷	گونه های درختی Tree species
کپهای Clumped	-۳۲/۴۱	.۰/۵۳	۴/۴۲	۲/۳۷	گونه های درختچه ای Shrub species
کپهای Clumped	-۱۹/۵۱	.۰/۷۵	۳/۸	۲/۷۵	کیکم Acer monspessulanum
کپهای Clumped	-۲۵/۹۵	.۰/۴۹	۵/۲۸	۲/۶۱	بنه Pistacia mutica
کپهای Clumped	-۹/۶۱	.۰/۶۹	۳/۴۲	۲/۳۹	بادام کوهی Amygdalus scoparia
کپهای Clumped	-۲۶/۸۲	.۰/۴۸	۴/۸۱	۲/۳۵	دافنه Daphne mucronata
تصادفی Random	.۰/۵۲	۱/۰۴	۱/۷۵	۱/۸۲	زرشک Berberis integerrima
کپهای Clumped	-۳/۶۴	.۰/۸۴	۲/۳	۱/۹۳	کیش Nerium oleander
کپهای Clumped	-۴/۲۶	.۰/۷۹	۴/۱۴	۳/۳	شیرخشت Cotoneaster Kotschy

شاخص مذکور از نوع کپهای بیان می کند که همسو با نتایج پژوهش حاضر است. سه رابی (۳۰) از تابع k رایلی به منظور بررسی الگوی پراکنش ۱۲ گونه درختی و درختچه ای (برودار، بنه، زالزالک، ارس، محلب، کیکم، زبان گنجشک، بادام، شن، شیرخشت، رانس و دافنه) در جنگل های چهار طاق اردل استفاده کردند و نشان دادند که الگوی همه گونه های درختی و درختچه ای از الگوی کپهای برخوردار بوده که همسو با نتایج این پژوهش است. کریمی و فلاح (۱۷) با استفاده از تابع K2 به بررسی الگوی پراکنش گونه بنه در جنگل های قلاچه کرمانشاه پرداختند و بیان کردند الگوی پراکنش این گونه از تصادفی به یکنواخت تغییر می کند که به دلیل متفاوت بودن نوع شاخص های مورد استفاده با نتایج پژوهش پیش رو همخوانی ندارد. همچنین از دیگر دلایل تفاوت نتایج، تنوع گونه های درختی و درختچه ای و تراکم گونه بنه در دو منطقه است؛ به طوری که در پژوهش حاضر فراوانی گونه بنه ۷۲۳ اصله (۳۴/۴۷) درصد گونه های درختی) بود در حالی که در پژوهش کریمی و فلاح (۱۷) فراوانی گونه بنه برابر ۳۱۳ اصله ۹/۷ درصد گونه های درختی) بود.

تابع k رایلی: در گونه های چوبی مورد مطالعه مقدار L(d) محاسبه شد. با توجه به حدود مونت کارلو نوع الگوی پراکنش مشخص شد (شکل ۳). گونه زرشک در فاصله کمتر از دو متر بر اساس حدود مونت کارلو، اختلافی بین الگوی تصادفی و الگوی پراکنش زرشک وجود ندارد، اما با افزایش فاصله الگو به کپهای شدن میل می کند (شکل ۳-ز). در مورد گونه بنه ابتدا با افزایش فاصله، پراکنش کپهای تر می شود، در فاصله ۷۰ متری به بیشترین مقدار خود می رسد، اما این روند کاملاً معکوس شده و با افزایش فاصله، الگو به سمت تصادفی شدن میل می کند و در فاصله بالاتر از ۱۵۰ متر بر اساس حدود مونت کارلو، اختلافی بین الگوی تصادفی و الگوی پراکنش بنه وجود ندارد (شکل ۳-د). تحلیل الگوی پراکنش گونه دافنه در فواصل زیاد به الگوی کپهای نزدیک می شود (شکل ۳-و). عرفانی فرد و مهدیان (۸) به منظور تعیین الگوی پراکنش گونه بنه در جنگل های استان فارس از شاخص k رایلی استفاده کردند و نشان دادند که الگوی گونه بنه، کپهای است که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. پورضا و همکاران (۲۸) الگوی پراکنش گونه بنه در جنگل های کرمانشاه را بر اساس



شکل ۳- مقدار تابع $L(d)$ و حدود اطمینان مونت کارلو
Figure 3. Amount of function $L(d)$ and Monte Carlo confidence limits



یکنواخت معرفی می کند که با نتایج پژوهش پیش رو همخوانی ندارد. از دلایل تفاوت نتایج علاوه بر تراکم متفاوت گونه بنه در دو پژوهش، می توان به دخالت های انجام شده در سطح دو منطقه و همچنین میزان تخریب مناطق مورد مطالعه اشاره کرد؛ به طوری که منطقه مورد مطالعه در این پژوهش، جنگلی طبیعی بوده که فاقد طرح جنگلداری و دارای کمترین میزان تخریب است در حالی که درختان بنه در جنگل های زاگرس برای مصارف مختلفی توسط روس تائیان مورد بهره برداری قرار می گیرد.

آماره تک متغیره O-ring: در گونه های چوبی مورد مطالعه مقدار تابع O-ring محاسبه شد و با توجه به حدود مونت کارلو با ۹۹ شبیه سازی نوع الگوی پراکنش مشخص شد (شکل ۴). نتایج نشان داد در گونه زرشک با افزایش فاصله الگوی پراکنش به سمت تصادفی شدن میل می کند (شکل ۴-ج). در مورد سایر گونه های مورد بررسی با توجه به بالاتر قرار گرفتن آماره محاسبه شده O-ring از حدود مونت کارلو الگوی پراکنش آنها به صورت کپه ای است. کریمی و همکاران (۱۸) بر اساس تابع O-ring، الگوی پراکنش درختان بنه در جنگل های باینگان کرمانشاه را الگوی تصادفی متمایل به

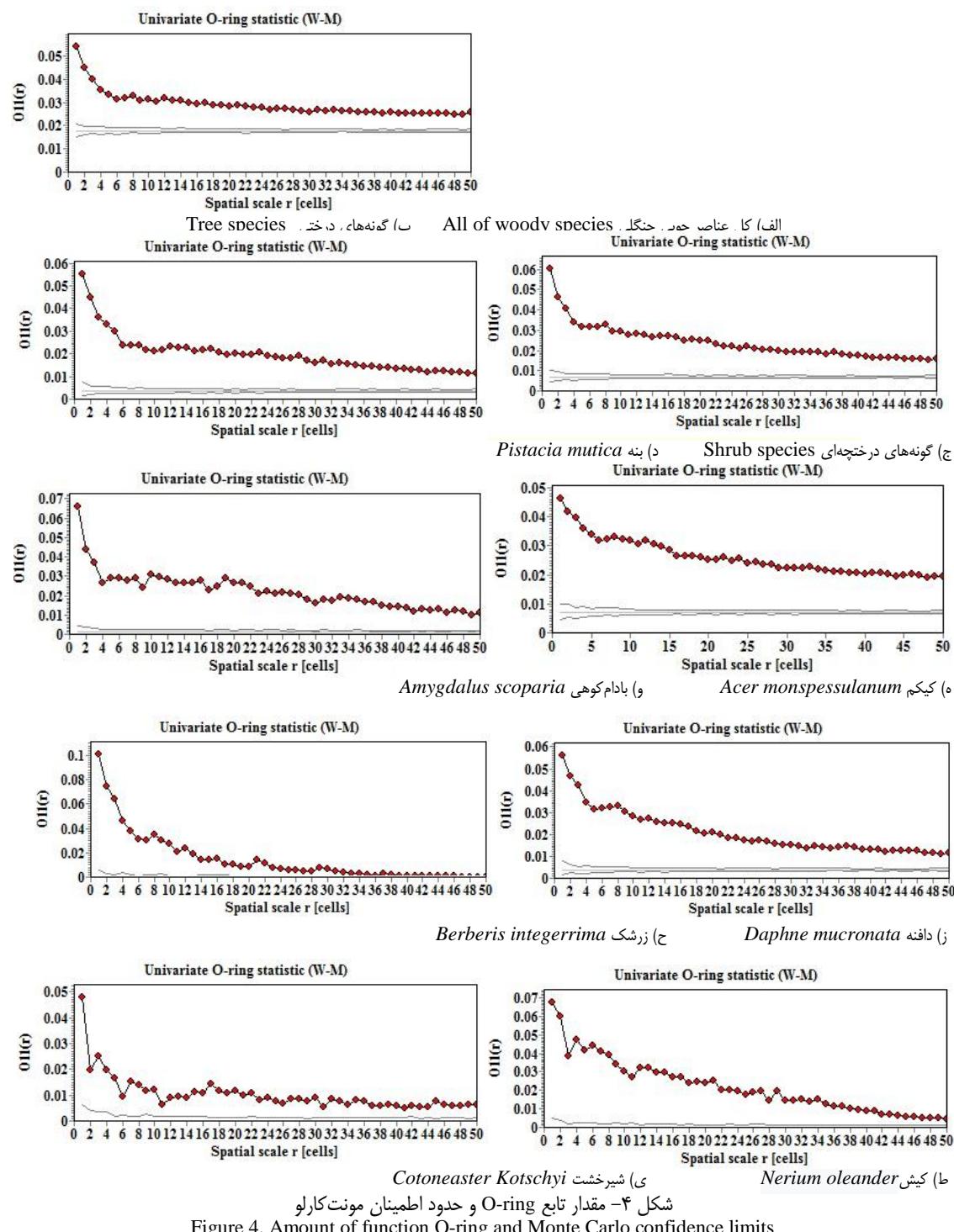


Figure 4. Amount of function O-ring and Monte Carlo confidence limits

الگویی منظم نبود و الگوی تصادفی نیز بهندرت و تنها در فاصله‌های معنی رخ می‌داد. کینت و همکاران (۱۹) بیان می‌دارند توزیع تصادفی در جنگل بهندرت اتفاق می‌افتد. در تحقیق حاضر نیز به جز گونه زرشک در سایر گونه‌ها توزیع تصادفی مشاهده نشد. توزیع بذر در برخی گیاهان ممکن است اجتماعات گیاهی را تشکیل دهن. به عنوان مثال، درختان بنه به علت سنگینی بذر و افتادن آن در پای درختان تشکیل

در این پژوهش الگوی پراکنش مکانی درختان و درختچه‌های منطقه جنگلی چهل تن دهکری با استفاده از سه روش مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج می‌توان بیان نمود که پراکنش کپهای، الگوی غالب در این منطقه است. هی و همکاران (۱۴) بیان می‌کنند که در یک مقیاس معین، الگوی کپهای بسیار عمومی‌تر از الگوهای یکنواخت و تصادفی است. این قاعده کلی در این پژوهش نیز صادق بود؛ زیرا هیچ

که بر استقرار، رویش، رقابت، تجدید حیات، مرگ و میر، استفاده از منابع، ایجاد روشنی و درنهایت توسعه زیرا شکوب جنگل تأثیرگذار است. در این پژوهش از شاخص های نزدیک ترین همسایه،تابع k راپلی و تابع O-ring به منظور بررسی الگوی پراکنش مکانی گونه های درختی و درختچه ای رویشگاه جنگلی چهل تن ده بکری استفاده شد که نتایج همه شاخص ها نشان داد الگوی پراکنش همه گونه های درختی و درختچه ای به استثنای گونه زرشک (الگوی تصادفی) از الگوی پراکنش کپه ای برخوردار هستند. نتایج این تحقیق حاوی نکته ای مهم برای مدیران بخش احیا جنگل در سازمان های اجرایی است. این پژوهش تأکید می کند که طرح های موفق احیا یا جنگل کاری از الگوهای طبیعی که عموماً کپه ای است پیروی کنند. به طور کلی نتایج نشان داد که شاخص های بررسی شده در این پژوهش به منظور تعیین الگوی مکانی گونه های چوبی، از کارایی لازم برخوردار هستند و نتایج یکسانی را ارائه کردند.

کپه هایی را در درختزارهای خشک و نیمه خشک زاگرس می دهند (۲۹). از طرفی دیگر، ناهمگنی های محیطی ناشی از عامل های خارجی نیز ممکن است منجر به توزیع ناهمگن گیاهان در مناطق خشک شود. اگر عامل های محیطی (به عنوان مثال رطوبت و یا مواد غذی خاک) در برخی نقاط منطقه برای گیاه مورد نظر مطلوب باشد، گیاهان تمايل به تشکیل گروه هایی پیدا می کنند که نتیجه آن، الگوی مکانی کپه ای می شود (۱۲). لو و همکاران (۲۳) نیز بیان می کنند که الگوی کپه ای عمومی ترین الگوی پراکنش در جوامع گیاهی است. در مجموع می توان چنین نتیجه گرفت که عموماً الگوی پراکنش مکانی در جنگل های مناطق نیمه خشک و خشک کپه ای است.

نتیجه گیری کلی

درختان در جنگل روابط متقابل دارند و این رابطه مقابل در ساختار مکانی جنگل تأثیر می گذارد. الگوی مکانی درختان جنگل ویژگی مهمی در درک پویایی اکوسیستم جنگل است

منابع

1. Akhavan, R., T. Momeni Moghaddam, M. Akbarinia and S.M. Hoseini. 2017. Spatial patterns and intra-specific competition of Juniper tree in different life stages using O-ring statistic in Layen Forests, Iran. Forest and Wood Products, 70(1): 303-314 (In Persian).
2. Akhavan, R., Kh. Sagheb Talebi, M. Hassani and P. Parhizkar. 2010. Spatial patterns in untouched beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands over forest development stages in Kelardasht region of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(2): 322-336 (In Persian).
3. Alijani, V. and J. Feghhi. 2011. Investigation on the Elm (*Ulmus glabra* Hudson) Spatial Structure to Apply for Sustainable Management (Case Study: Gorazbon district, Kheirud Forest). Journal of Environmental Studied, 60: 35-44 (In Persian).
4. Basiri, R., H. Sohrabi and M. Mozayan. 2006. A statistical analysis of the spatial pattern of trees species in Ghamisheleh Marivan Region, Iran. Journal of the Iranian Natural Resources, 59(3): 579-588 (In Persian).
5. Besag, J. 1977. Contribution to the discussion of Dr. Ripley's paper. Journals of the Royal Statistical Society, 39(2): 193-195.
6. Dale, M.R.T. 1998. Spatial pattern analysis in plant ecology. Cambridge University Press, UK, 326 pp.
7. Erfani fard, S.Y., J. Feghhi, M. Zobeiri and M. Namiranian. 2008. Comparison of two distance methods for forest spatial analysis (case study: Zagros forests of Iran). Journal of Applied Sciences, 8(1): 152-157.
8. Erfanifard, Y. and F. Mahdian. 2012. Comparative investigation on the methods of true spatial pattern analysis of trees in forests, Case study: Wild pistachio research forest, Fars province, Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(1): 62-73.
9. FallahChai, M. and S. Khoshmanzar. 2019. Determination of Spatial Distribution Pattern Analysis of *Acer Velutinum* Species in two Elevation Classes using Distance Sampling Methods (Case Study: Asalem Nav Forests, Series No.2) Ecology of Iranian Forests, 7(13): 83-90 (In Persian).
10. Farhadi, P., J. Soosani, K. Adeli and V. Aljani. 2014. Analysis of Zagros forest structure using neighborhood-based indices (Case study: Ghalehgol forest, Khorramabad). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 22(2): 294-306.
11. Ferrante, D., G.E. Oliva and R.J. Fernandez. 2014. Soil water dynamics, root systems, and plant responses in a semiarid grassland of Southern Patagonia. Journal of Arid Environments, 104: 52-58.
12. Gangying, H, L.I. Li, Z.H.A.O. Zhonghua and D. Puxing. 2007. Comparison of methods in analysis of the tree spatial distribution pattern. Acta Ecologica Sinica, 27(11): 4717-4728.
13. Goreaud, F., B. Courbaud and F. Collinet. 1997. Spatial structure analysis applied to modeling forest dynamics: a few examples. Novas Technologies, 1: 155-172.
14. He, F., P. Legendre and J.V. LaFrankie. 1997. Distribution patterns of tree species in a Malaysian tropical rain forest. Journal of Vegetation Science, 8(1): 105-114.
15. Illian, J., A. Penttilen, H. Stoyan and D. Stoyan. 2008. Statistical Analysis and Modelling of Spatial Point Patterns. John Wiley & Sons Inc., England, 534 pp.

16. Jannat Rostami, M., M.A. Zare Chahoki, H. Azarnivand and Kh. Ebrahimi Dorcheh. 2009. Survey and analysis of spatial pattern of plant species in marginal rangelands Hoz-e-Soltan Qom. Watershed Management Researches (Pajouhesh and Sazandegi), 84(3): 72-80 (In Persian).
17. Karimi, M. and A. Fallah. 2017. Spatial Pattern and Interaction Analysis of *Quercus Brantii Lindl.* and *Pistacia Atlantica* Desf. In Qalajeh Forests of Kermanshah using K2 Function. Ecology of Iranian Forests, 5(9): 9-16 (In Persian).
18. Karimi, M., M.R. PorMajidian, H. Jalilvand and A. Safari. 2012. Preliminary study for application of *O-ring* function in determination of small-scale spatial pattern and interaction species (Case study: Bayangan forests, Kermanshah). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(4): 608-621 (In Persian).
19. Kint, V., N. Lust, R. Ferris and A.F.M. Olsthoorn. 2000. Quantification of forest stand structure applied to Scots Pine (*Pinus Sylvestris L.*) Forests. Forest system, 1: 147-163.
20. Kint, V., D.W. Robert and L. Noel. 2004. Evaluation of sampling methods for estimation of structural indices in forest stands. Ecological Modeling, 180(4): 461-476.
21. Lee, J and D.W.S. Wong. 2001. Statistical Analysis with ArcView GIS. John Wiley and Sons, Inc., USA, 192 pp.
22. Li, F. and L. Zhang. 2007. Comparison of point pattern analysis methods for classifying the spatial distributions of spruce-fir stands in the north-east USA. Forestry, 80(3): 337-349.
23. Lou, Zh., B. Ding, X. Mi, J. Yu, and Y. Wu. 2009. Distribution patterns of tree species in an evergreen broadleaved forest in eastern china. Frontiers of Biology in China, 4(1): 531-538.
24. Moeur, M. 1993. Characterizing spatial patterns of trees using stem- mapped data. Forest science, 39(4): 756-775.
25. Nouri, Z., M. Zobeiri, J. Feghhi and M.R. Marvi Mohajer. 2012. Investigation on the forest structure and trees spatial pattern in *Fagus orientalis* stands of Hyrcanian forests of Iran (Case Study: Gorazbon district of Kheyrud forest). Journal of Natural Environment, 66(1): 113-125 (In Persian).
26. Pilehvar, B., Z. Mirzadi, V. Alijani, H. Jafari Sarabi. 2015. Investigation of Hawthorn and Maple's Stands Structures of Zagros Forest Using Nearest Neighbors Indices. Journal of Zagros Forests Research, 1(2): 1-14.
27. Pourbabaei, H., Sh. Zandi Navgaran and M.N. Adel. 2012. Spatial pattern of three oak species in Chenareforest of Marivan, Kordestan. Journal of Natural Environment, 65(3): 329-339.
28. Pourreza, M., S.M. Hosseini, A.A. Zohrevandi. 2012. Spatial variations of diameter of *Pistacia atlantica* (Desf.) trees in Zagros area (Case Study: Pirkashan, Kermanshah). Journal of Wood & Forest Science and Technology, 19(3): 1-19.
29. Safari, A., N. Shabanian, R.H. Heidari, S.Y. Erfanifard and M. Pourreza. 2010. Investigation of spatial pattern of wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) (Case study: Bayangan Forests, Kermanshah). Iranian Journal of Forest, 2(2): 177-185 (In Persian).
30. Sohrabi, H. 2014. Spatial pattern of woody species in Chartagh forest reserve, Ardal. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 22(1): 27-38 (In Persian).
31. Wang, X., J. Ye, B. Li, J. Zhang, F. Lin and Z. Hao. 2010. Spatial distributions of species in an old-growth temperate forest, northeastern China. Canadian Journal of Forest Research, 40(6): 1011-1019.
32. Xu, G., D. Yu, J. Xie, L. Tang and Y. Li. 2014. What makes *Haloxylon persicum* grow on sand dunes while *H. ammodendron* grows on interdune lowlands: a proof from reciprocal transplant experiments. Journal of Arid Land, 6(5): 581-591.

Determination of Spatial Pattern of Woody Species using Point Pattern Analysis (Case Study: Chehel-tan Dehbakri Forest, Kerman Province)

Miad Pakzad¹, Timur Rostami Shahraji² and Reza Ebrahimi Atani³

1- PhD student in forestry, Guilian University, (Corresponding author: miadpak@yahoo.com)

2- Professor of the Faculty of Natural Resources, University of Guilian

3- Associate Professor, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Guilian University

Received: October 12, 2019 Accepted: December 29, 2020

Abstract

The spatial distribution pattern is an important attribute of forest communities. Comprehending latent processes in the spatial pattern of tree communities is an important aim in forest ecology. Ecological processes in forest ecosystems directly affect the spatial pattern of various forest species. The spatial distribution pattern of species of different forest species affects ecological processes of forest ecosystems and plays an important role in comprehending forest ecosystem dynamics. This study aims to determine the spatial pattern of trees and shrubs, *Pistacia mutica*, *Acer monspessulanum*, *Amygdalus scoparia*, *Cotoneaster Kotschy*i Klotz, *Daphne mucronata*, *Berberis integerrima*, *Nerium oleander* in forest habitat of Cheltan Dehbakri in Bam county, Kerman province. The attributes recorded in the field includes: species type and geographic position for individual trees and shrubs within a 15 ha area. We used three methods, Nearest Neighbor, Ripley's K function and O-ring function for determination of species-specific spatial distribution pattern as well as the spatial pattern of total woody species across the study. Despite existing differences in the intensity of aggregation, the results showed that all woody species are distributed in an aggregated pattern. According to the results of the nearest neighbor method, the distribution pattern of *Berberis integerrima* species is random, but other species are aggregated. Results of this study proved the ability of mentioned indices to determine the true spatial pattern of woody species in the study area and can provide useful information for describing the sustainability of this valuable ecosystem and monitoring conservation and restoration activities. Regarding the goal and available circumstances, can be applied from each one of indices in future studies.

Keywords: Dehbakri, Nearest Neighbor, *O-ring* function, Ripley's *K* function, Spatial distribution pattern