

## تعیین الگوی مکانی و رقابت بین گونه‌ای توده آمیخته سرخدار در جنگل‌های افراتخته علی‌آبادکتول

عارف حسابی<sup>۱</sup>، سیدجلیل علوی<sup>۲\*</sup> و امید اسماعیل‌زاده<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران، ایران. (aref.hesabi@modares.ac.ir)

۲- دانشیار، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران، ایران. (j.alavi@modares.ac.ir)

۳- دانشیار، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران، ایران. (oesmailzadeh@modares.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۱۵

### چکیده

الگوی پراکنش و نحوه اجتماع‌پذیری درختان گونه‌های مختلف ارتباط مستقیمی با پویایی و روابط بین گونه‌ای درختان در بوم‌سازگان‌های طبیعی جنگل دارد. هدف از این پژوهش، تعیین الگوی مکانی درختان سرخدار، ممرز و لور و همچنین تحلیل رقابت بین درختان سرخدار با دو گونه دیگر در ذخیره‌گاه سرخدار افراتخته شهرستان علی‌آبادکتول بود. پس از جنگل‌گردشی، توده مورد نظر انتخاب شده و موقعیت مکانی گونه‌ها با استفاده از دستگاه فاصله‌یاب لیزری، TP360 به روش فاصله و آزیموت ثبت شد. در مجموع ۳۶۶ پایه سرخدار، ۴۷ پایه ممرز و ۷۱ پایه لور مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج تابع تک متغیره همبستگی جفتی نشان داد که پراکنش مکانی سه گونه از الگوی تصادفی پیروی می‌کند. بررسی رقابت بین گونه‌ها با استفاده از تابع دو متغیره همبستگی جفتی نشان داد که بین درختان سرخدار با درختان ممرز و لور رقابتی وجود نداشته یا بسیار کم است. میانسال‌بودن توده و رسیدن به مرحله بلوغ از عوامل مهم شکل‌گیری الگوی تصادفی برای سه گونه سرخدار، ممرز و لور است. سرشت نوری درختان جنگلی، وجود تغذیه متفاوت درختان گونه‌های مختلف و رشد درختان در عرصه‌های پرشیب و کم‌شیب با بسترهای مختلف خاکی هم می‌تواند دلیلی بر نبود رقابت منفی بین گونه‌ها باشد. بنابراین برای احیاء این گونه با ارزش باید تلاش شود که سرخدار در عرصه‌های کم‌شیب و با عمق زیاد خاک استقرار پیدا کند.

واژه‌های کلیدی: اجتماع‌پذیری، پراکنش، تابع همبستگی جفتی  $g(r)$ ، لور، ممرز.

## مقدمه

همان‌طور که اشاره شد یکی از عوامل مؤثر بر الگوهای مکانی درختان، رقابت است. رقابت یک فرآیند بوم-شناختی بنیادی است که پویایی، زنده‌مانی و رشد گونه-های یک جمعیت را تنظیم می‌کند. الگوی پراکنش درختان در توده جنگلی نیز یکی از تبعات و اثرات رقابت در جنگل است (Harvey et al., 2002). در واقع، تحلیل الگوی مکانی و نحوه اجتماع‌پذیری درختان در جنگل‌های طبیعی اطلاعات مناسبی در ارتباط با فرآیندهای مختلف بوم‌شناختی مانند روند رویش، مقدار زی‌توده، رقابت و مرگ و میر برای شبیه-سازی، احیاء و توسعه جنگل‌ها در اختیار قرار می‌دهد (Kazempour Larsary et al., 2017). تحلیل الگوی پراکنش درختان یکی از مهم‌ترین تکنیک‌های ارزیابی و پیش‌بینی ویژگی‌های آتی جنگل بوده که در ارتباط تنگاتنگ با رقابت، کانون زادآوری و پراکندگی درختان در بوم‌سازگان‌های طبیعی جنگل است (Harvey et al., 2002). با استفاده از تحلیل‌های الگوی مکانی و اجتماع-پذیری، توزیع مکانی درختان هر یک از گونه‌های مختلف، ویژگی‌های آشیان‌های بوم‌شناختی و فیزیولوژیکی و سهم عوامل مختلف رویشگاهی در ارتباط با الگوی پراکنش و نحوه اجتماع‌پذیری درختان شناسایی خواهد شد.

سرخدار (*Taxus baccata* L.) معروف به English yew یا common yew متعلق به خانواده Taxaceae بوده که جزء بازدانگان همیشه‌سبز بدون مجاری رزین است (Thomas and Polwart, 2003). سرخدار در جنگل‌های شمال ایران در ارتفاعات نسبتاً زیاد دیده می‌شود که اغلب به‌صورت پراکنده است ولی در بعضی نقاط مانند جنگل‌های ترک‌جهان نما، افراخته و سیاه‌رودبار واقع در دره زرین‌گل علی‌آباد کتول به‌صورت انبوه و تقریباً خالص دیده می‌شود (Esmailzadeh, 2003). سرخدار در گذشته گسترش

بدون شک یکی از اولین مراحل دستیابی به یک برنامه‌ریزی جامع در خصوص مدیریت جنگل، بررسی نحوه پراکنش گونه‌ها و الگوی مکانی آن‌ها است. الگوی مکانی یکی از شاخص‌های کمی جمعیت‌ها بوده و مهم‌ترین شاخص برای تشریح ساختار توده جنگلی است. موقعیت مکانی یک گونه حاصل عوامل مختلف زیستی و غیرزیستی یک توده جنگلی است و این ویژگی نه تنها یک مشخصه مهم مکانی بوده، بلکه یکی از مشخصات کمی اصلی درختان در جنگل نیز محسوب می‌شود. الگوی مکانی و روابط متقابل میان درختان نشان‌دهنده یکپارچگی ساختار جوامع جنگلی، پویایی و پایداری آن‌ها است که ممکن است در مراحل مختلف رشد درختان متفاوت باشد (Xu et al., 2014). شناخت ساختار مکانی یکی از مراحل مهم در درک فرآیندهای بوم‌شناختی است که پراکنش و الگوی مکانی درختان در جنگل را به‌وجود می‌آورد. تحلیل الگوی مکانی درختان یکی از راه‌های مناسب در بررسی ساختار افقی آن‌ها و درک نحوه ارتباط آن‌ها با یکدیگر است. همچنین از نتایج این تحلیل می‌توان به فرآیندهایی پی‌برد که با مشاهدات میدانی قادر به شناسایی نیستند و چنین دستاوردی در رویشگاه‌ها و گونه‌هایی که داده‌های اندکی در مورد آن‌ها وجود دارد، بسیار باارزش است (Xu et al., 2014).

بررسی‌ها نشان داده‌اند که الگوی مکانی و اندازه درختان در جوامع جنگلی به‌هم وابسته بوده و به‌طور معمول تحت تأثیر رقابت و ناهمگنی رویشگاه هستند (Chen et al., 2011). از مسائل مهمی که ذهن پژوهشگران این حوزه را به‌خود مشغول کرده این است که چگونه رقابت سبب تعیین الگوی مکانی گونه‌ها خواهد شد و تغییرات توزیع مکانی درختان در طول فرآیند توالی در جنگل به چه صورتی خواهد بود.

وسیی در نیمکره شمالی داشته است اما متأسفانه امروزه رویشگاه‌های طبیعی آن بسیار کوچک و کم شده است. درخت سرخدار به دلیل دیرزیستی بسیار بالای آن همانند یک فسیل زنده بوده و تمامی ویژگی‌های رویشگاه خود را نشان می‌دهد. این درخت به دلیل داشتن ماده‌ای در اندام‌های خود به نام تاکسول که از آن برای درمان سرطان استفاده می‌شود بسیار حائز اهمیت بوده و در چندین کشور در فهرست گونه‌های قرمز و بسیار باارزش قرار دارد (Thomas and Polwart, 2003).

در پژوهشی Ebady andomidvar (2011) اثر برخی از عوامل اکولوژیکی در چگونگی پراکنش درختان سرخدار در جنگل‌های ارسباران را مورد پژوهش قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که سرخدار دامنه ارتفاعی ۱۲۰۰-۱۳۰۰ متری، شیب‌های ۵۱-۷۲ درصد و جهت‌های شمالی را بیشتر ترجیح می‌دهد. (Ghanbari et al. 2019) ویژگی‌های ساختاری و ترکیب جوامع جنگلی سرخدار در سه توده در جنگل-های ارسباران را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که ۴ گونه ممرز، افرا، سرخدار و بلوط سیاه حدود ۸۸ درصد از تراکم درختان موجود در توده‌ها را تشکیل می‌داد، همچنین پایه‌های سرخدار تعداد در هکتار و سطح مقطع پایینی نسبت به دیگر گونه‌ها در توده‌های مورد بررسی داشتند. (Jafari Afrapoly et al. 2019) در پژوهشی که در جنگل‌های افراخته انجام دادند به این نتیجه رسیدند که الگوی پراکنش درختان سرخدار با استفاده از شاخص زاویه یکنواخت و کلارک ایوانز به صورت تصادفی است. همچنین با استفاده از شاخص آمیختگی دریافتند که سرخدار با دیگر گونه‌ها به صورت آمیخته درآمده است. شاخص فاصله و شاخص تمایز قطر و ارتفاع نیز نشان دهنده اختلاف کم در قطر و ارتفاع این گونه بود. نتایج پژوهش (2017)

Kazempour Larsary et al. در بررسی الگوی پراکنش، رقابت و اجتماع‌پذیری در مراحل تحولی مختلف درختان راش و ممرز نشان داد که الگوی مکانی این توده در مراحل اولیه، بلوغ و پوسیدگی به ترتیب کپه‌ای شدید، کپه‌ای ضعیف و تصادفی معرفی شد. همچنین تفاوت در ساختار، تنوع سرشت اکولوژیکی و تفاوت در واکنش گونه‌های مختلف نسبت به متغیرهای محیطی از عوامل مؤثر بر رقابت بین درختان راش و ممرز معرفی شد. در بررسی Miao et al. (2018) مشخص شد که اثرات فاصله درختان از هم و اندازه و ابعاد آن‌ها نقش مهمی در تعیین الگوی مکانی درختان ایفا می‌کند. در پژوهشی Hesabi et al. (2019) با بررسی اثر متقابل درون گونه‌ای سرخدار با استفاده از آماره O-ring در جنگل‌های افراخته به این نتیجه رسیدند که اثر متقابل منفی بین درختان بالغ و زادآوری سرخدار وجود دارد به طوری که امکان زادآوری سرخدار بسیار کم و غیر-ممکن شده است که از عوامل مؤثر این رقابت اثرات سمی تاکسول موجود در درختان سرخدار که موجب سمی شدن زیرآشکوب و محیط اطراف درختان سرخدار شده است. (Omidvar Hosseini et al. 2015) با استفاده از آماره O-ring رقابت درون گونه‌ای درخت بلندمازو (*Quercus castaneifolia C.A.Mey*) را در جنگل‌های نکا تعیین کردند. مشخص شد که درختان بلندمازو دارای اثرات رقابتی مثبت و منفی متفاوتی در طبقه‌های مختلف قطری نسبت به هم هستند که در فاصله‌های متفاوتی با توجه به اندازه درختان اتفاق می‌افتد که متأثر از نورپسندی، محدودیت پراکنش بذر و رقابت درون گونه‌ای این گونه است. در پژوهشی (Vahedi et al. 2016) الگوی مکانی درختان سفیدپلت را در پارک جنگلی نور مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحلیل الگوی مکانی با استفاده از تابع او-رینگ نشان داد که الگوی پراکنش درختان سفیدپلت در مرحله

در دو ذخیره‌گاه افراخته و گزو به ترتیب در طبقات ارتفاعی ۱۲-۱۶ و ۱۸-۲۴ متر بودند. در رویشگاه گزو بیشترین فراوانی درختان قطور و بلند تا ارتفاع ۱۰۰۰ متری از سطح دریا و در دامنه‌های متوسط با شیب ۴۰ تا ۵۰ درصد بود. درحالی‌که در افراخته درختان قطور و بلند در ارتفاع ۱۶۰۰-۱۶۲۰ متر از سطح دریا و در مناطق رو به شرق با شیب ۵۵-۶۵ بودند. همچنین نرخ مرگ و میر در کلاسه‌های سنی اول بیشترین مقدار را داشته است. نتایج این پژوهش نشان داد که باید از زادآوری گروهی سرخدار به وسیله عملیاتی مانند تنک کردن، برداشت برخی درختچه‌ها و حذف گونه‌های دیگر درختان حمایت کرد. هر چند در پژوهش‌های گذشته، از توابع و آماره‌های متعددی برای تحلیل الگوهای مکانی گونه‌های درختی و اثرات متقابل آن‌ها انجام شده است، با این وجود پژوهش‌های اندکی روی الگوی پراکنش و رقابت بین گونه‌ای گونه سرخدار انجام شده است؛ از این رو این پژوهش با تحلیل الگوی مکانی و اثرات متقابل گونه‌های همراه و سرخدار می‌تواند اطلاعات مناسبی را در خصوص این گونه با ارزش ارائه دهد.

با توجه به این که گونه سرخدار جزء گونه‌های در معرض خطر انقراض است، کسب اطلاعات کمی مناسب در شرایط طبیعی به منظور حفظ و گسترش این گونه کاملاً ضروری به نظر می‌رسد (Alavi et al., 2020). بنابراین بررسی الگوی مکانی درختان و اثرات متقابل آن‌ها در توده جنگل، ابزار مناسبی برای درک صحیح‌تر رویدادهایی است که در گذشته توده اتفاق افتاده و از این رو می‌تواند گامی مؤثر در مدیریت توده‌های جنگلی باشد. نتایج این پژوهش می‌تواند در برنامه‌ریزی برای احیا و گسترش این گونه و همچنین جلوگیری از انقراض آن در آینده مورد استفاده محققین و سازمان‌های مربوطه قرار گیرد. تعیین الگوی پراکنش

صعودی و اوج در برخی فواصل محدود به صورت کپه-ای و در بقیه فواصل با توجه به تراکم پراکنش در محدوده مونت کارلو به صورت تصادفی است. در پژوهشی دیگر (Zabiolahi et al. 2015) الگوی پراکنش مکانی گونه‌های درختی در جنگل‌های هواره-خول شهرستان بانه را مورد تحلیل قرار دادند. نتایج این بررسی نشان داد که الگوی پراکنش درختان به صورت کپه‌ای است، از دلایل شکل‌گیری این الگو می‌توان به شغل اصلی جنگل‌نشینان که دامداری است و فعالیت‌های آنان مانند سرشاخه زنی، چرای دام و... اشاره کرد که الگو را از حالت طبیعی خارج کرده و به سمت کپه‌ای برده است. در پژوهشی (Kang et al. 2017) الگوی مکانی و وضعیت رقابت درون و بین گونه‌ای دو جنگل بلوط را در مراحل رویشی مختلف مورد پژوهش قرار دادند. در این پژوهش از تابع تک و دومتغیره O-ring استفاده شد. نتایج نشان داد که رقابت شدیدی بین درختان کاج و بلوط، وجود دارد که متأثر از سنگینی بذور دو گونه است. (Erfanifard et al. 2018) رقابت بین درختان نر و ماده گونه بنه، را در یک توده ۳۵ هکتاری با استفاده از توابع همبستگی جفتی و همبستگی نشان‌دار مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در فواصل کم درختان یکدیگر را جذب می‌کنند به عبارتی درختان بنه بدون هیچگونه رقابتی در کنار هم رشد می‌کنند و با افزایش فاصله این حالت جذب رفته‌رفته کم می‌شود. این ممکن است به دلیل شرایط ناهمگن محیط باشد. همچنین (Ahmadi et al. 2020) در پژوهشی ساختار رویشگاه سرخدار در دو منطقه گزو و افراخته را مورد بررسی قرار دادند، در این پژوهش سه ویژگی نام گونه، قطر برابر سینه و ارتفاع تمامی درختان اندازه‌گیری شد. مقایسه توزیع قطر در کلاسه‌های قطری در دو ذخیره‌گاه نشان داد که هیچ اختلاف آماری بین دو جمعیت وجود ندارد. بیشترین تعداد درختان سرخدار

معدود رویشگاه‌های سرخدار جنگل‌های شمال است که در آن درختان سرخدار قطور و تنومند به‌طور انبوه یافت می‌شوند. این ویژگی، رویشگاه سرخدار افراخته را در زمره یکی از رویشگاه‌های منحصراً به‌فرد قرار داد، تا اینکه در سال ۱۳۷۱ به‌عنوان ذخیره‌گاه معرفی شد (Javanshir, 1999).

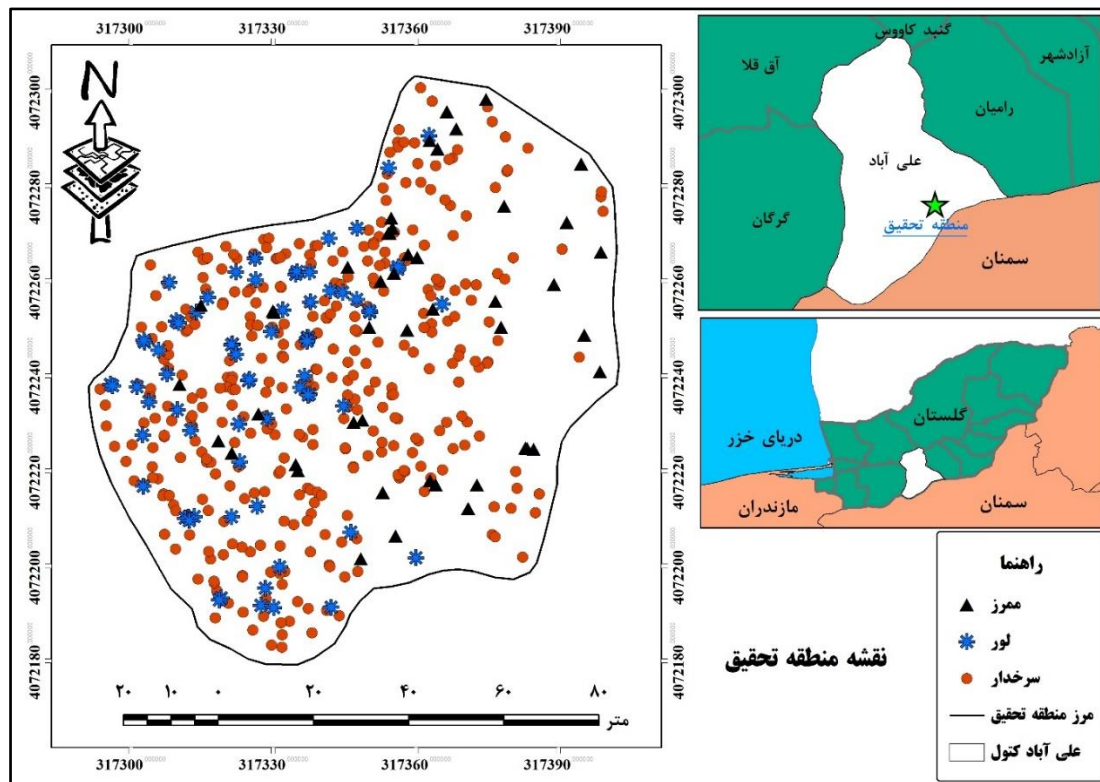
جنگل‌های افراخته در ۲۹ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان علی‌آباد کتول در استان گلستان به مساحت ۳۵۲ هکتار قرار دارد. متوسط بارندگی سالانه حدود ۱۰۰۰ میلی‌متر و متوسط دما سالانه ۱۰/۵ درجه سانتی‌گراد برآورد شده، همچنین محدوده ارتفاعی منطقه ۱۳۵۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا است، شیب عمومی منطقه ۷۵ درصد و جهت جغرافیایی آن عمدتاً شرقی، شمال‌شرقی و شمال‌غربی است (Esmailzadeh, 2003) (شکل ۱).

گونه سرخدار، و رقابت بین دیگر گونه‌ها با گونه سرخدار، که یکی از معدود سوزنی برگان بومی جنگل‌های کشورمان بوده و درخطر انقراض است می‌تواند کمک شایانی به کشف روابط بین درختان و جلوگیری از انقراض این گونه با ارزش بکند. از این‌رو هدف این پژوهش شناخت الگوی مکانی گونه‌های سرخدار، ممرز و لور و تحلیل رقابت بین درختان سرخدار با دو گونه مذکور است.

## مواد و روش‌ها

### منطقه پژوهش

این پژوهش در جنگل‌های آمیخته سرخدار واقع در روستای افراخته شهرستان علی‌آباد کتول در مختصات جغرافیایی  $36^{\circ} 46' 41''$  تا  $36^{\circ} 46' 46''$  درجه عرض شمالی و  $54^{\circ} 57' 22''$  تا  $54^{\circ} 57' 08''$  درجه طول شرقی، انجام شده است. رویشگاه سرخدار افراخته از



شکل ۱- منطقه پژوهش

Figure 1. Study area

## جمع آوری داده

در این پژوهش، پس از جنگل گردشی، توده جنگلی مورد نظر (آمیخته بودن و تعداد کافی درختان سرخدار، ممرز و لور برای تعیین الگوی مکانی و رقابت بین درختان سرخدار با دو گونه دیگر و همچنین کمترین مقدار دست خوردگی ناشی از عوامل انسانی و غیر-انسانی) انتخاب و مرز منطقه مورد بررسی بر اساس عوارض طبیعی جنگل بسته شد (در حدود ۲ هکتار). پس از تعیین محدوده منطقه پژوهش، مختصات اولین درخت با استفاده از دستگاه موقعیت یاب جهانی (GPS) برداشت شد این نقطه نسبت به منطقه در موقعیت شمال شرقی قرار داشت. به دلیل اینکه در جنگل های شمال کشور فاصله درختان از یکدیگر زیاد نیست و دقت GPS هم در بهترین حالت حدود ۴ متر است؛ از این رو برای دقت بیشتر در تعیین موقعیت مکانی، از دستگاه TP360B ( TruePulse 360 B Rangefinder ) و از روش (Laser Rangefinder, Laser Technology) و از روش فاصله-آزیموت استفاده شد. در این روش موقعیت مکانی درختان ممرز و لور با قطر برابر سینه بیش از ۷/۵ سانتی متر و درختان سرخدار با قطر بیش از ۲/۵ سانتی-متر به صورت آماربرداری صددرصد اندازه گیری شد (Casals et al, 2015).

تابع همبستگی جفتی  $g(r)$ 

روش های مختلفی برای تعیین و نشان دادن الگوی مکانی درختان در توده های جنگلی وجود دارد. از توابعی که برای تشریح الگوی مکانی می توان از آنها بهره جست توابع  $K$  رایپلی، همبستگی جفتی  $g(r)$  و O-ring هستند که در پژوهش های متعددی مورد استفاده قرار گرفته اند. تابع  $K$  رایپلی و شکل خطی آن یعنی تابع  $L$  به صورت تجمعی هستند، یعنی بیشتر ماهیت کپه ای داشته و در مقیاس کم تفسیر الگو دشوار می شود. برای بهبود کار دو آماره همبستگی جفتی و O-

ring توسعه پیدا کردند. این تابع یکی از مشتقات تابع  $K$  رایپلی است که بیانگر تراکم نقاط در دایره به شعاع  $r$  و مرکز تصادفی در محدوده مورد بررسی است.

$$g(r) = \frac{dK(r)}{(2\pi r)(dr)} \quad \text{رابطه ۱}$$

در رابطه ۱،  $dr$  و  $dK(r)$  مشتق تابع  $r$  و  $K$  هستند. به ترتیب اگر مقدار تابع بیشتر از یک، برابر یک و کمتر از یک شود، الگوی مکانی کپه ای، تصادفی و پراکنده خواهد شد (Illian et al., 2008). در پژوهش های قبل به توانایی این تابع در تشخیص درست الگوی مکانی اشاره شده است (Omidvar Hosseini et al, 2015; Chen et al, 2011). در پژوهش ها فرض صفر برای تحلیل الگوی مکانی را الگوی تصادفی کامل قرار می-دهند. برای تحلیل های دو متغیره از فرض صفر مستقل-بودن دو گروه نسبت به یکدیگر یا به بیان دیگر نبود اثر متقابل استفاده می شود. برای آزمون فرض صفر و بررسی اختلاف معنی داری نتایج حاصل از تابع همبستگی جفتی  $g(r)$ ، از آزمون مونت-کارلو استفاده شد. در صورتی که مقادیر تابع همبستگی جفتی تک و دو متغیره در داخل محدوده مونت-کارلو قرار گیرند، در آن فاصله فرض صفر تأیید و در صورتی که این مقادیر خارج از محدوده مونت-کارلو قرار گیرد، فرض صفر رد می شود. در حالت رد شدن فرض صفر، الگوی مکانی تنها دو حالت کپه ای و پراکنده را می تواند داشته باشد. با توجه به این که شکل قطعه مورد بررسی نامنظم است در این پژوهش برای رفع اثر حاشیه ای که به دلیل کاهش تعداد درختان در نزدیکی مرز منطقه مورد بررسی رخ می دهد از روش تصحیح حاشیه "Plants are not allowed to fall outside" به طور خودکار در نرم افزار Programita فعال می شود استفاده شد (Wiegand, 2006). در این پژوهش فاصله مورد عمل برای تابع تک و دو متغیره همبستگی جفتی ۵۰ متر در

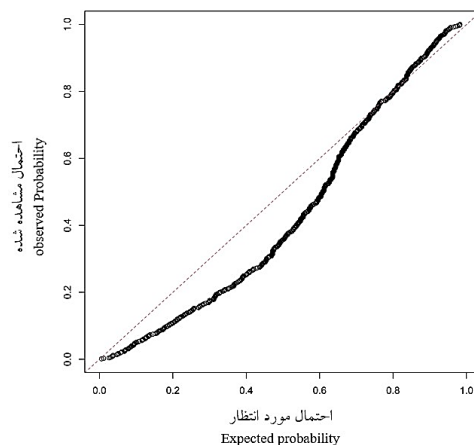
معنی‌دار با توزیع تصادفی در قطعه نمونه‌های آماربرداری شده انتخاب شد. اگر مقدار تابع خارج از محدوده مونت-کارلو باشد معنی‌داری نتیجه در سطح ۰/۰۵ از نظر آماری تأیید می‌شود و اگر مقدار تابع در داخل محدوده مونت-کارلو باشد، از نظر آماری با حالت تصادفی در سطح ۰/۰۵ معنی‌داری ندارد. تمامی محاسبات مربوط به تعیین مقادیر تابع تک متغیره و دو متغیره همبستگی جفتی  $g(r)$  در بررسی حاضر و حدود مونت‌کارلو با ۱۹۹ بار شبیه‌سازی توسط نرم‌افزار Programita نسخه ۲۰۱۴ انجام شد.

### نتایج

#### بررسی همگنی توزیع درختان

نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف به منظور بررسی همگنی پراکنش درختان سرخدار، ممرز و لور نشان داد که درختان از توزیع پواسون ناهمگن ( $D=0.163, p < 0.05$ ) پیروی می‌نمایند (شکل ۲). بنابراین در تحلیل الگوی پراکنش از شکل ناهمگن توابع استفاده خواهد شد. در این پژوهش به منظور تعیین الگوی مکانی سه گونه مذکور و بررسی رقابت بین درختان سرخدار با دو گونه دیگر از تابع تک و دو متغیره همبستگی جفتی  $g(r)$  استفاده شده است.

نظر گرفته شد، چرا که بر اساس پژوهش‌های گذشته انتظار می‌رود که اثر متقابل درختان در فاصله ۵۰ متر به حداقل برسد (Moer, 1993; Salas et al, 2006). لازم به ذکر است در بررسی حاضر به دلیل شکل نامنظم منطقه از قطعات نمونه ثابت با ابعاد مشخص استفاده نشده و کل منطقه به صورت کلی مورد تحلیل قرار گرفته است. همچنین نرم‌افزار مورد استفاده با توجه به فاصله درختان از هم و محدوده منطقه به صورت هوشمند فاصله مورد عمل را انتخاب می‌کند. به منظور جلوگیری از بروز خطا در تحلیل الگوی پراکنش، نیاز است همگنی پراکنش درختان، مورد بررسی قرار گیرد؛ چرا که همگن یا ناهمگن بودن پراکنش داده‌ها، انتخاب نوع تابع برای تحلیل الگوی مکانی را تحت الشعاع قرار می‌دهد. در این پژوهش برآزش توزیع آماری پواسون همگن بر توزیع مکانی درختان انجام شد و معنی‌داری اختلاف این دو توزیع در سطح اطمینان ۹۵ درصد از طریق آزمون نیکویی برآزش کولموگروف-اسمیرنوف ارزیابی شد (Gelfand et al., 2010). برای بررسی صحت نتایج در سطح ۵ درصد، از ۱۹۹ بار تکرار محاسبات آزمون مونت-کارلو استفاده شد. پنجمین حد بالا و پنجمین حد پایین تکرارها به عنوان محدوده بدون اختلاف



شکل ۲- نمودار آزمون نیکویی برآزش کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی همگنی پراکنش

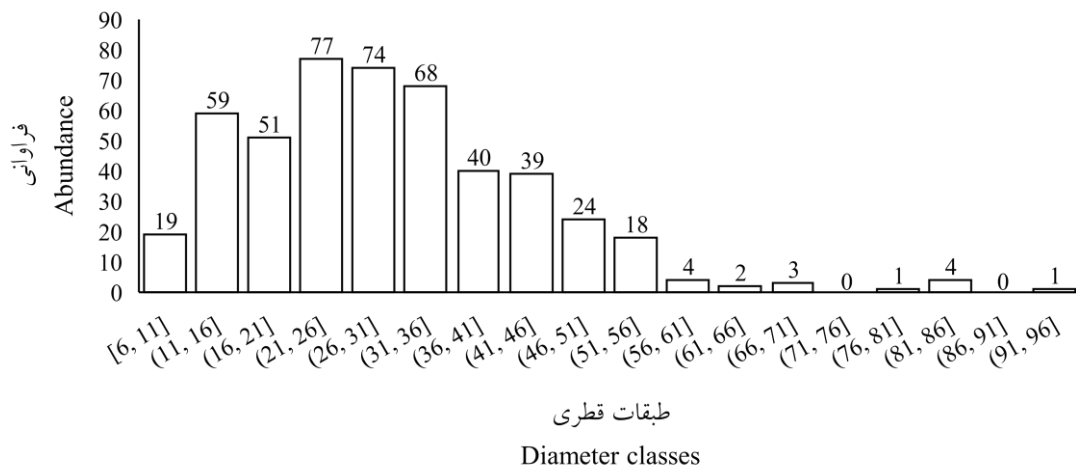
Figure 2. Kolmogorov-Smirnov Goodness of fit test for Investigation of distribution homogeneity

در جدول ۱ مشخصات کمی توده و در شکل ۳ سینه ۳۶۶ درخت سرخدار، ۴۷ پایه ممرز و ۷۱ پایه لور نیز فراوانی قطر درختان منطقه پژوهش آورده شده است. همچنین در مجموع موقعیت مکانی و قطر برابر

جدول ۱- مشخصات کمی توده

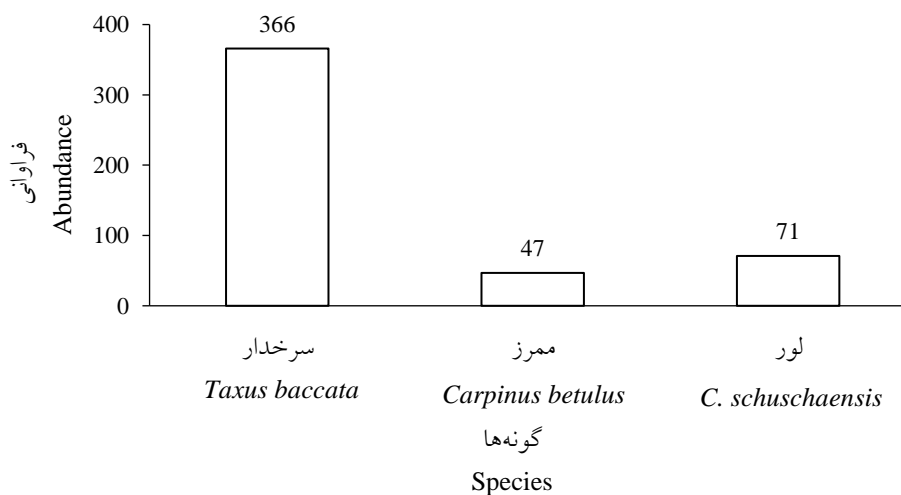
Table 1. Quantitative Specifications of the stand

ضریب تغییرات قطر Coefficient of variation diameter	انحراف معیار قطر Standard deviation diameter	بیشینه قطر (cm) Maximum diameter (cm)	متوسط قطر (cm) Medium diameter (cm)	کمینه قطر (cm) Minimum diameter (cm)
0.45	13.78	95	30.4	6



شکل ۳- فراوانی در طبقات قطری درختان منطقه پژوهش

Figure 3. Frequency at DBH classes in the study area



شکل ۴- نمودار فراوانی گونه‌ها

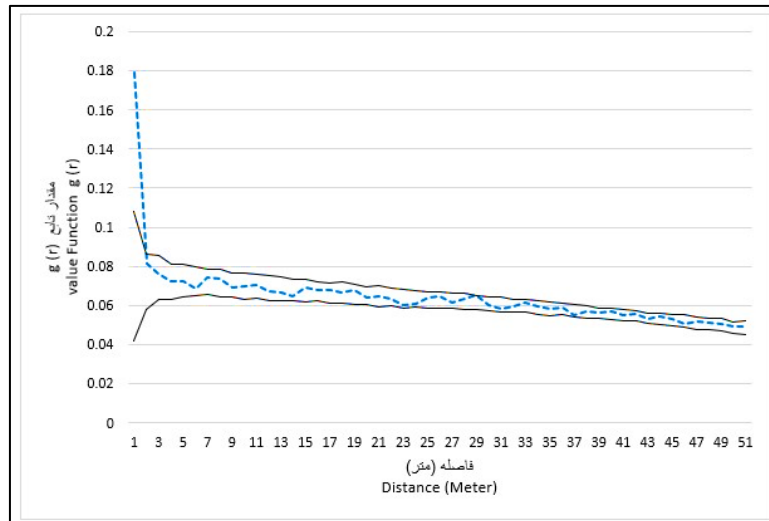
Figure 4. Chart of species abundance

در شکل ۵ نتیجه الگوی مکانی درختان سرخدار با استفاده از تابع همبستگی جفتی آمده است. همان‌طور که از شکل پیداست منحنی تابع در تمامی فواصل کاملاً در محدوده مونت-کارلو قرار گرفته است که نشان‌دهنده



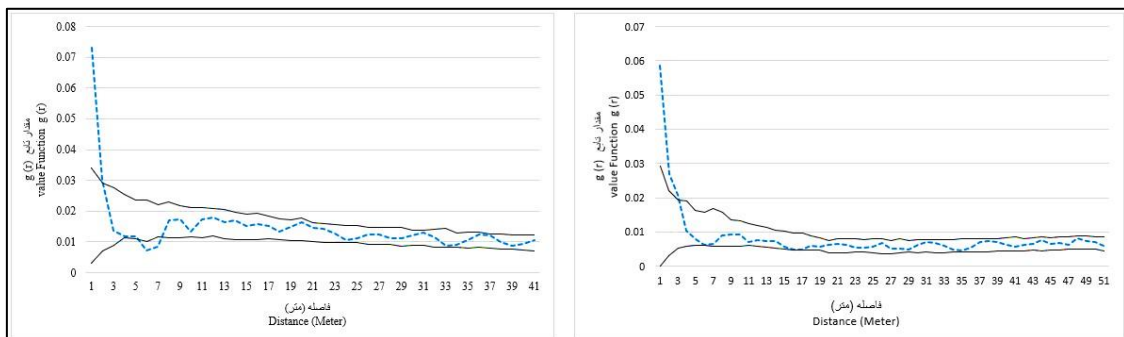
می‌توان نتیجه گرفت که الگوی پراکنش دو گونه در منطقه پژوهش به صورت تصادفی بوده، زیرا منحنی کاملاً در محدوده مونت-کارلو قرار گرفته است.

الگوی تصادفی برای درختان سرخدار است. همچنین در شکل ۶ الگوی مکانی درختان ممرز و لور با استفاده از تابع تک-متغیره همبستگی جفتی آورده شده است، با توجه به منحنی الگوی مکانی درختان ممرز و لور



شکل ۵- الگوی مکانی درختان سرخدار با بهره‌گیری از تابع تک متغیره همبستگی جفتی  $g(r)$

Figure 5. Spatial pattern of yew trees using univariate pair correlation function  $g(r)$

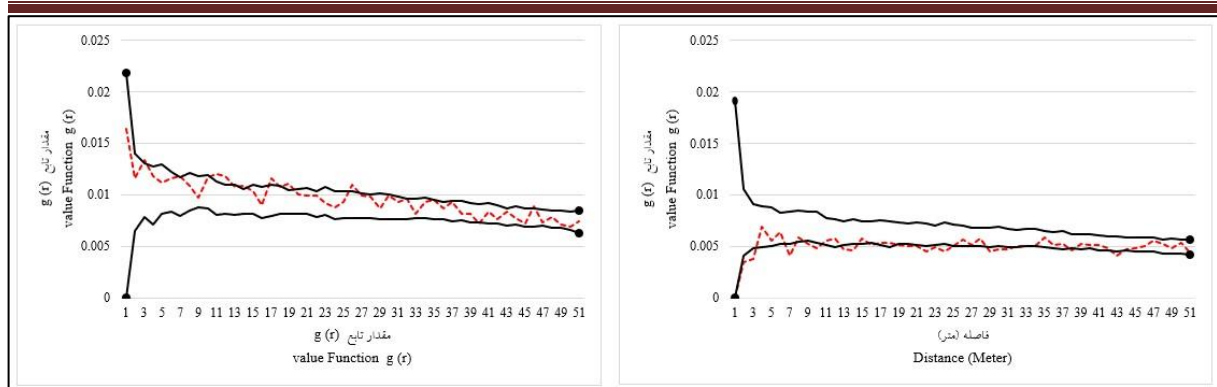


شکل ۶- الگوی مکانی درختان ممرز (سمت راست) و لور (سمت چپ) با بهره‌گیری از تابع تک متغیره همبستگی جفتی  $g(r)$

Figure 6. Spatial pattern of hornbeam trees (right) and Oriental hornbeam (left) using univariate pair correlation function  $g(r)$

محدوده مونت کارلو است. اما با بررسی نتیجه رقابت درختان سرخدار با درختان لور در منطقه پژوهش می‌توان گفت که این دو گونه در محدوده بررسی بدون رقابت با یکدیگر هستند، زیرا منحنی کاملاً در محدوده مونت کارلو قرار گرفته است.

نتایج رقابت بین درختان سرخدار با درختان ممرز و لور در منطقه پژوهش در شکل ۷ نشان داده شده است. با تحلیل نتیجه رقابت بین درختان سرخدار با ممرز می‌توان نتیجه گرفت که رقابت ضعیفی بین این دو وجود دارد، زیرا منحنی در محدوده مونت-کارلو قرار نرفته است و مقداری متمایل به حد پایین



شکل ۷- منحنی رقابت درختان سرخدار با ممرز (سمت راست) و لور (سمت چپ) با بهره‌گیری از تابع دو متغیره همبستگی جفتی  $g(r)$

Figure 7. Figure 7. Competition curve of yew trees with hornbeam (right) and Oriental hornbeam (left) using bivariate pair correlation function  $g(r)$

یکنواختی رویشگاه، محدودیت پراکنش بذر، و یا رقابت بین گونه‌ای اشاره کرد (Hao et al., 2007). رقابت بین گونه‌ای از عوامل مهم در تعیین نوع الگوی است و به‌طور معمول الگوی مکانی پایه‌های جوان نسبت به دیگر سنین کپه‌ای است، به‌طوری که با افزایش قطر یا سن پایه‌ها از میزان کپه‌ای بودن کاسته می‌شود که در راستای نتایج پژوهش حاضر است، زیرا توده مورد پژوهش اغلب از درختان میانسال و مسن تشکیل شده بود و الگو نیز تصادفی معرفی شد (Salas et al., 2006). یکی دیگر از دلایلی که سبب ایجاد الگوی تصادفی می‌شود رسیدن به مرحله بلوغ و عدم نیاز به پایه‌های مادری است که درختان پس از بلوغ برای به‌دست آوردن مواد غذایی با درختان مادری و بعضاً با دیگر درختان رقابت می‌کنند (Hesabi et al., 2019). این رقابت سبب می‌شود که هریک از درختان محیط مشخصی برای خود احاطه کرده و نیازهای خود را تأمین کند بدین ترتیب سبب پراکنش تصادفی درختان در جنگل خواهد شد، که با نتایج این پژوهش سازگار است. در پژوهشی (Fowler et al., 1986) به این نتیجه رسیدند که اثر متقابل منفی بین درختان سبب ایجاد الگوی تصادفی می‌شود، به این صورت که پس از

## بحث

نتایج تابع تک‌متغیره همبستگی جفتی نشان داد که پراکنش مکانی سه گونه سرخدار، ممرز و لور از الگوی تصادفی پیروی می‌کند. عوامل مختلفی در شکل‌گیری الگوهای پراکنش درختان اکوسیستم جنگل دخالت دارند. در منطقه پژوهش بیش از ۸۰ درصد درختان در مرحله رویشی تنومند بودند، با توجه به این موضوع که متوسط سالیانه رویش قطری سرخدار ۰/۲۸ تا ۱/۵۶ میلی‌متر است (Lesani, 1999)، همچنین توزیع درختان در طبقات قطری مختلف نشان دهنده یک جنگل ناهمسال و مسن است (Ahmadi et al, 2020). بررسی در مورد پراکنش درختان در طبقات قطری در توده مورد بررسی نشان دهنده این است که سرخدارهای مورد بررسی همسال هستند که با نتایج Afrapoly (2019) et al. مطابقت دارد. همچنین با بررسی ترکیب و آمیختگی گونه‌ها می‌توان نتیجه گرفت که درختان در مراحل اولیه رویشی نبوده به‌همین دلیل رقابت‌شان بر سر نور، شرایط اکولوژیک و مواد غذایی کم شده و به صورت تصادفی در کنار یکدیگر محیط مشخصی را هرکدام برای خود احاطه کرده‌اند. از عوامل دیگر در شکل‌گیری الگوی پراکنش درختان می‌توان به عدم

بیشتری که از یکدیگر دارند اثر رقابتی آن‌ها کاهش می‌یابد (Salas et al., 2006). سرخدار با لور در شیب‌های تند منطقه با عمق کم خاک حضور می‌یابد (Esmailzadeh and Hosseini, 2007). درختان لور همراه با درختان سرخدار که از تراکم آن‌ها کاسته شده در کنار هم بدون اثر متقابل رشد می‌یابند. شیب تند و پایین بودن عمق خاک و در نتیجه سخت شدن شرایط بوم‌شناختی رویشگاه (فقر عناصر غذایی خاک و کاهش رطوبت خاک) نه تنها سبب می‌شود تا از تراکم درختان سرخدار کاسته شود، بلکه زمینه کاهش مشخصات کمی درختان (قطر و ارتفاع) سرخدار را نیز منجر می‌شود که این مسئله سبب می‌شود تا از غلبه درختان سرخدار و اثر رقابتی آن‌ها در سطح منطقه کاسته شود. کاهش اثر رقابتی سرخدار سبب می‌شود تا نور و فضای کافی برای دیگر گونه‌های همراه سرخدار در این منطقه فراهم شود. لور در شیب‌های تند جنگل‌های هیرکانی به دلیل بردباری به شرایط رویشگاهی سخت (عمق کم خاک و شیب بالا) با تراکم قابل توجه حضور می‌یابد (Esmailzadeh and Nour, 2017). حضور بالای گونه‌های زیراشکوب همیشک، خاس و کوله خاس به همراه انواع مختلف گونه‌های سرخس، بالابودن رطوبت هوا در توده‌های لور-سرخدار مستقر در شیب‌های تند شمالی ذخیره‌گاه سرخدار افراتخته را دلالت می‌کند (Esmailzadeh et al., 2007). بالا بودن رطوبت و در نتیجه مطلوبیت رویشگاهی برای درختان لور سبب شد تا درختان به نسبت قطور از این گونه در سطح منطقه قابل مشاهده باشد. کاهش تراکم درختان سرخدار به دلیل شیب تند از یک سو و از سوی دیگر استقرار درختان قطور و کهن سال لور در توده لور-سرخدار سبب شده است تا مقدار رقابت بین این دو گونه نیز بسیار اندک گزارش شود.

رسیدن درختان به مرحله بلوغ هر پایه به طور مستقل به صورت تصادفی در منطقه قرار می‌گیرد. همچنین در پژوهشی دیگر (Wang and Liu, 2011) به این نتیجه رسیدند که الگوی مکانی کپه‌ای با افزایش قطر گونه‌ها کاهش می‌یابد.

نتایج تحلیل رقابت گونه سرخدار با گونه‌های ممرز و لور با استفاده از تابع دو متغیره همبستگی جفتی نشان داد سرخدار با گونه ممرز رقابت ضعیفی داشته و با گونه لور بدون اثر متقابل است. در یک بررسی که بر روی چندین گونه درختی توسط (Da Silva et al., 2015) انجام شد به این نتیجه رسیدند که درخت سرخدار تأثیر بسیار منفی روی تجدید حیات خود و دیگر گونه‌ها دارد که به دلیل سایه‌اندازی شدید درختان سرخدار و جلوگیری از نفوذ نور در زیراشکوب جنگل است. سایه شدید و کمبود نور نه تنها یک عامل بازدارنده در جوانه‌زنی بذور درختان پهن‌برگ منطقه و حتی بذور سرخدار می‌شود بلکه از رشد و استقرار معدود نونهال‌های رویش‌یافته نیز جلوگیری می‌شود (Hesabi et al., 2019). نتایج پژوهش حاضر همچنین تصریح می‌کند از آنجایی که طبقات قطری میان‌سال و جوان درختان ممرز در سطح منطقه بسیار اندک بوده و اغلب درختان ممرز در طبقه قطری بالا و مرحله سنی کهن‌سالی قرار دارند از این رو می‌توان اظهار داشت که بین درختان ممرز و سرخدار در منطقه مورد بررسی کنش رقابت وجود ندارد. نتایج این پژوهش از این نظر با نتایج پژوهش (Afrapoly et al., 2019) که در آن رقابت شدیدی بین درختان سرخدار و ممرز گزارش شد، مغایرت دارد. در پایه‌های جوان که در مرحله پایین‌تر از مرحله رویشی تیر هستند، رقابت بین گونه‌ای بیشتر برای جذب نور، دسترسی به منابع آب و عناصر غذایی است؛ این در حالی است که در مراحل رویشی بالاتر از تیر، پایه‌های درختی در سطح منطقه مستقر شده و به دلیل فاصله

رویشگاه برای درختان سرخدار شده و تراکم سرخدار کاهش پیدا می‌کند. در نتیجه درختان لور همراه با درختان سرخدار که از تراکم آن‌ها کاسته شده در کنار هم بدون اثر متقابل رشد می‌یابند. عوامل بوم‌شناختی زیستگاه در مواردی سبب کنترل رقابت بین درختان جنگل شده و درختان به این دلیل نمی‌توانند تمامی حفره‌های موجود در توده را تصاحب کنند (Nguyen et al., 2018). نتایج این پژوهش و مقایسه آن با دیگر پژوهش‌های انجام گرفته در این ذخیره‌گاه نشان داد که سرخدار بیشتر عرصه‌های با شیب کم و عمق زیاد خاک را می‌طلبد، همچنین درختان قطور و تنومند سرخدار در شیب‌های زیاد و عمق خاک کم مشاهده نشدند. برای احیاء این گونه باید سعی شود که بیشتر در شیب‌های کم و با عمق زیاد خاک استقرار پیدا کند.

## References

- Ahmadi, K.; Jalil Alavi, S.; Zahedi Amiri, G.; Mohsen Hosseini, S.; Serra-Diaz, J. M.; Svenning, J. C., Patterns of density and structure of natural populations of *Taxus baccata* in the Hyrcanian forests of Iran. *Nordic Journal of Botany* **2020**, *38* (3), 1-10.
- Alavi, S.; Ahmadi, K.; Hosseini, S.; NOURI, Z., Modeling the potential habitat of English yew (*Taxus baccata* L.) in the Hyrcanian forests of Iran. *Journal of Forest Research and Development* **2020**, *5*(4), 513-525. (In Persian)
- Casals, P.; Camprodon, J.; Caritat, A.; Rios, A. I.; Guixé, D.; Garcia-Marti, X.; Martin-Alcon, S.; Coll, L., Forest structure of Mediterranean yew (*Taxus baccata* L.) populations and neighbor effects on juvenile yew performance in the NE Iberian Peninsula. *Forest Systems* **2015**, *24* (3), e042-e042.
- Chen, J.; Liu, J.; Yang, X.; Wang, Y.; Yu, X., The structure and spatial patterns of three desert shrub communities in the western Ordos Plateau: implications for biodiversity conservation. *Journal of Food, Agriculture & Environment* **2011**, *9* (3/4 part 2), 714-722.

(2016) Nguyen et al. دریافتند که رقابت بین درختان در فاصله‌های کمتر از ۳۰ متر اتفاق می‌افتد. یکی دیگر از دلایل نبود رقابت بین سرخدار و لور وجود تغذیه متفاوت و احتیاجات بوم‌شناختی آن‌ها است. گونه لور جزو گونه‌های بردبار به نور بوده و معمولاً در اشکوب دوم جنگل ظاهر می‌شوند، اما درخت سرخدار برخلاف لور با توجه به اینکه بردبار به سایه بوده می‌تواند در اشکوب اول و جزو درختان آشکوب تاج‌پوشش نیز قرار گیرد، که در نتیجه طبق مشاهدات ما در منطقه، سرخدار جزو درختان آشکوب تاج‌پوشش توده بوده و لور در زیراشکوب سرخدار قرار گرفته بود که نشان می‌دهد این دو گونه رقابتی با هم ندارند (Kazempour Larsary et al., 2017). لور در عرصه‌های پر شیب و با حجم کم خاک رشد پیدا می‌کند، اما پر شیب بودن عرصه سبب کاهش مطلوبیت

- da Silva, J. A. T.; Karimi, J.; Mohsenzadeh, S.; Dobranszki, J., Allelopathic potential of select gymnospermous trees. *Journal of Forest and Environmental Science* **2015**, *31* (2), 109-118.
- Ehady, A.; Omidvar, A., Relationship between some ecological factors and distribution of yew tree (*Taxus baccata* L.) in Arasbaran forests (Case study: Ilganechay and Horand regions). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2011**, *19* (3), 327-339.
- Erfanifard, Y.; Nguyen, H. H.; Schmidt, J. P.; Rayburn, A., Fine-scale intraspecific interactions and environmental heterogeneity drive the spatial structure in old-growth stands of a dioecious plant. *Forest Ecology and Management* **2018**, *425*, 92-99.
- Esamailzadeh, O. Ecological assessment of Afratakhteh yew habitat using GIS. Master Thesis in Forestry, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University **2003**, 173p. (In Persian)
- Esamailzadeh, O., Hoseini, S.M., Tabari Kockaksaraie, M. A phytosociological study of English yew (*Taxus baccata* L.) in Afratakhteh reserve. *Iranian Journal of Research and construction* **2007**, *74* (1), 17-24. (In Persian)

- Esamailzadeh, O., Nour mohammadi, k. Introduction of total indicator value model (TIVM) in vegetaion classification. *Iranian Journal of Plant Researches* **2017**, 30(2), 244-258. (In Persian)
- Esmailzadeh, O. and Hosseini, S. A phytosociological study of English yew (*Taxus baccata* L.) in Afratakhteh reserve. *Journal of Pajouhesh Sazandegi* **2007**, 68, 75-66. (In Persian)
- Fowler, N., The role of competition in plant communities in arid and semiarid regions. *Annual review of ecology and Systematics* **1986**, 17 (1), 89-110.
- Gelfand, A. E.; Diggle, P.; Guttorp, P.; Fuentes, M., *Handbook of spatial statistics*. CRC press: 2010.
- Ghanbari, S.; Sefidi, K.; Fathizadeh, O., Composition and structure of English yew forest stands (*Taxus baccata* L.) in different conservation systems of Arasbaran forests, Iran. *Journal of Wood and Forest Science and Technology* **2019**, 26 (2), 31-49. (In Persian)
- Hao, Z.; Zhang, J.; Song, B.; Ye, J.; Li, B., Vertical structure and spatial associations of dominant tree species in an old-growth temperate forest. *Forest Ecology and Management* **2007**, 252 (1-3), 1-11.
- Harvey, B. D.; Leduc, A.; Gauthier, S.; Bergeron, Y., Stand-landscape integration in natural disturbance-based management of the southern boreal forest. *Forest ecology and management* **2002**, 155 (1-3), 369-385.
- Hesabi, A., Alavi, S.J., Esmailzadeh, O. Studying the interaction between English yew (*Taxus baccata* L.) adult trees and its regeneration in Afratakhteh Forest Reserve, Golestan province. *Iranian Journal of Forest* **2019**, 11 (2), 165-177. (In Persian)
- Illian, J.; Penttinen, A.; Stoyan, H.; Stoyan, D., *Statistical analysis and modelling of spatial point patterns*. John Wiley & Sons: 2008; Vol. 70.
- Jafari Afrapoly, M., Sefidi, K., Varamesh, S. and Waez-Mousavi, S.M. Structural Characteristic of English Yew (*Taxus baccata* L.) Stands in the Afratakhteh Forests Reserve. *Journal of Ecology of Iranian Forests* **2019**, 7 (13), 11-19. (In Persian)
- Javanshir, K. History of Natural Resources Sciences of Iran. Agricultural Research, Education and Extension Organization, 1999, P 470. (In Persian)
- Kang, H.; Zheng, Y.; Liu, S.; Chai, Z.; Chang, M.; Hu, Y.; Li, G.; Wang, D., Population structure and spatial pattern of predominant tree species in a pine-oak mosaic mixed forest in the Qinling Mountains, China. *Journal of Plant Interactions* **2017**, 12 (1), 78-86.
- Kazempour, L. M., Taheri, A. K., Akhavan, R., Pourbabaei, H., & Amanzadeh, B. Spatial patterns, competition and spatial association of trees from different development stages in mixed beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands. *Journal of Forest and Wood Products* **2017**, 70 (2), 303-314. (In Persian)
- Lesani, M. *Taxus baccata*. Published by Research Institute of Forests and Rangelands **1999**. (In Persian)
- Miao, N.; Xu, H.; Moermond, T. C.; Li, Y.; Liu, S., Density-dependent and distance-dependent effects in a 60-ha tropical mountain rain forest in the Jianfengling Mountains, Hainan Island, China: Spatial pattern analysis. *Forest Ecology and Management* **2018**, 429, 226-232.
- Moeur, M., Characterizing spatial patterns of trees using stem-mapped data. *Forest science* **1993**, 39 (4), 756-775.
- Nguyen, H. H.; Erfanifard, Y.; Pham, V. D.; Le, X. T.; Petritan, I. C., Spatial Association and Diversity of Dominant Tree Species in Tropical Rainforest, Vietnam. *Forests* **2018**, 9 (10), 615.
- Nguyen, H. H.; Uria-Diez, J.; Wiegand, K., Spatial distribution and association patterns in a tropical evergreen broad-leaved forest of north-central Vietnam. *Journal of vegetation science* **2016**, 27 (2), 318-327.
- Omidvar Hosseini, F., Akhavan, R., Kia-Daliri, H., & Mataji, A. Spatial patterns and intra-specific competition of Chestnut-leaved oak (*Quercus castanifolia* CA Mey.) using O-ring statistic (Case study: Neka Forest, Iran). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2015**, 23 (2), 294-306. (In Persian)
- Salas, C.; LeMay, V.; Núñez, P.; Pacheco, P.; Espinosa, A., Spatial patterns in an old-growth *Nothofagus obliqua* forest in south-central Chile. *Forest ecology and management* **2006**, 231 (1-3), 38-46.
- Thomas, P.; Polwart, A., *Taxus baccata* L. *Journal of Ecology* **2003**, 91 (3), 489-524.
- Vahedi, A., Bijani, A., Khatib-Nia, E. Spatial analysis and long-term dynamics for above-ground biomass of Caspian poplar (*Populous capsica* Bornm.) in developmental stages of

- natural stands in Nour Forest Park. *Journal of Forest Research and Development* **2016**, 2 (3), 257-271. (In Persian)
- Wang, G.; Liu, F., The influence of gap creation on the regeneration of *Pinus tabuliformis* planted forest and its role in the near-natural cultivation strategy for planted forest management. *Forest Ecology and Management* **2011**, 262 (3), 413-423.
- Wiegand, T.; Kissling, W. D.; Cipriotti, P. A.; Aguiar, M. R., Extending point pattern analysis for objects of finite size and irregular shape. *Journal of Ecology* **2006**, 94 (4), 825-837.
- Xu, G.; Yu, D.; Xie, J.; Tang, L.; Li, Y., 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* **2014**, 6 (5), 581-591.
- Zabiolahi, S., Shabaniyan, N., Namiranian, and M., Heudari, M. Spatial distribution of wooden species in Northern Zagros forests (Case study: Havare-khol forests). *Journal of Forest Research and Development* **2015**, 1 (1), 17-29. (In Persian)

## Determination of spatial pattern and Interspecific competition in mixed yew stand in Afratakhteh Forest of Aliabad

A. Hesabi<sup>1</sup>, S. J. Alavi<sup>\*2</sup> and O. Esmailzadeh<sup>3</sup>

1- MSc Student of Forest Management, Department of Forest Science, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Nur, Mazandaran, I. R. Iran. (aref.hesabi@modares.ac.ir)

2- Associate Professor, Department of Forest Science, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Nur, Mazandaran, I. R. Iran. (j.alavi@modares.ac.ir)

3- Associate Professor, Department of Forest Science, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Nur, Mazandaran, I. R. Iran. (oesmailzadeh@modares.ac.ir)

Received: 04.01.2021      Accepted: 11.05.2021

### Abstract

The distribution pattern and the association of trees of different species have a direct correlation with the dynamics and tree species relationships in the forest ecosystems. The purpose of the present Research was to determine the spatial pattern of Yew, Hornbeam and Oriental Hornbeam trees and also to analyze the competition between Yew trees with two other species in Afratakhteh yew reserve of Aliabad katul city. After forest surveying, intended stand selected and the location of the species was recorded using the TP360 Laser Rangefinder machine by distance and azimuth method. Overall, of 366 yews, 47 hornbeams and 71 Oriental Hornbeams were measured. The results of Single variable pair correlation function showed that spatial distribution of three species follows a random pattern. Investigating the competition between species using a bivariate pair correlation function showed that there was no or a little difference between yew trees with hornbeam and Oriental Hornbeams competition. Middle aged stand, Intra-specific competition and reaching the stage of puberty are important factors for the formation of a random pattern for three species of Yew, Hornbeam and Oriental Hornbeam. The optical nature of forest trees, the existence of different nutrition of different species trees and the growth of trees in steep and sloping arenas with different soil beds can be a reason for the absence of negative competition between species. Therefore, in order to revive this valuable species, must be tried the yew will be established in low-slope areas with great soil depth.

**Keywords:** Association, Distribution, hornbeam, Oriental Hornbeam, Pair correlation function  $g(r)$ .

---

\* Corresponding author

Tel: +989111580097