

ویژگی‌های کمی و ساختار گونه‌های درختی در دو وضعیت متفاوت حفاظتی در جنگل‌های ارسباران

سجاد قنبری^{۱*}، غلامحسین مرادی^۲ و وحید نصیری^۳

*۱- نویسنده مسئول، استادیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، ایران. پست الکترونیک: ghanbarisajad@gmail.com

۲- استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کورشناسی، دانشگاه یزد، ایران

۳- دانشجوی دکتری، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۰۵

چکیده

تجزیه و تحلیل ساختار گونه‌های درختی، اطلاعات کاملی از ترکیب، اندازه و توزیع مکانی آن‌ها ارائه داده و به درک بسیاری از مسایل بوم‌شناختی و جنگل‌شناسی به‌منظور مدیریت بهینه بوم‌سازگان‌های جنگلی کمک می‌کند. هدف اصلی این پژوهش، بررسی رویشگاه‌های با سابقه حفاظتی متفاوت (کلاله و وایقان با سابقه حفاظت طولانی‌مدت و کورن با سابقه حفاظت کوتاه‌مدت) از نظر ترکیب و ساختار درختان موجود در این توده‌ها بود. ابتدا ۹ هکتار (با قطعه‌نمونه‌های یک هکتاری) در سه رویشگاه به‌روش صددرصد آماربرداری شد. سپس، مشخصه‌های گونه، فاصله و آزیموت هر پایه، قطر برابر سینه و ارتفاع درختان اندازه‌گیری شدند. تعیین الگوی پراکنش درختان با استفاده از تابع K ریلی انجام شد. بر اساس نتایج، ۱۴ گونه در سه منطقه مورد مطالعه مشاهده شدند. چهار گونه ممرز (۶۸ درصد)، کرب (هشت درصد)، سرخدار (هفت درصد) و اوری (۵/۲ درصد)، حدود ۸۸ درصد از تراکم درختان موجود در کل منطقه را تشکیل می‌دادند. مناطق کلاله و کورن به‌ترتیب بیشترین (۱۵/۲۹ متر مربع) و کمترین (۰/۲۶ متر مربع) رویه زمینی را به‌خود اختصاص دادند. رویشگاه‌های کلاله و وایقان، دامنه وسیعی از طبقه‌های قطری را در مقایسه با رویشگاه کورن داشتند. بررسی الگوی پراکنش با استفاده از تابع L نشان داد که به‌تقریب تمامی گونه‌ها در توده‌های مطالعه‌شده، پراکنش کپه‌ای داشته و فقط ممرز در رویشگاه کورن پراکنش تصادفی داشت، بنابراین پیشنهاد می‌شود که هر نوع دخالت با هدف اصلاح، احیا و غنی‌سازی توده‌های مورد مطالعه با رعایت درصد آمیختگی و حفظ الگوی پراکنش کپه‌ای گونه‌ها انجام شده و از جنگل‌کاری با گونه خالص خودداری شود تا هم تنوع زیستی و هم پایداری توده‌ها تضمین شود.

واژه‌های کلیدی: ارسباران، پراکنش کپه‌ای، تابع K ریلی، ترکیب گونه‌ای.

مقدمه

درک بسیاری از مسایل بوم‌شناختی و جنگل‌شناسی و اثرپذیری گونه‌های موجود در توده از همدیگر و گونه‌های دیگر کمک می‌کند (Karimi et al., 2012). کمی‌سازی ویژگی‌های ساختاری و الگوی مکانی توده‌های جنگلی توسط پژوهشگران داخلی و خارجی مورد توجه قرار گرفته است. Amirghasemi و همکاران (۲۰۰۱)

ساختار جنگل‌های طبیعی یکی از اهداف اولیه طرح‌های مدیریتی جنگل است که می‌تواند تحت تأثیر دخالت‌های انسانی قرار گیرد. کیفیت کارکردهای بوم‌سازگان جنگل متأثر از الگوی پراکنش مکانی و ساختار جنگل است (Nouri et al., 2013). بررسی الگوی ساختار مکانی به

وضعیت آلودگی درختان ولیک به بیماری لیسه را با استفاده از بررسی الگوی پراکنش مکانی آنها با تابع K ریلی مطالعه کردند. این پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که درختان آلوده پراکنش تصادفی داشتند، اما درختان سالم دارای الگوی پراکنش کپه‌ای بودند. علاوه بر این، در تحقیقات دیگر در اروپا نیز به اهمیت حفاظت تأکید شده است (Devaney *et al.*, 2015; Casals *et al.*, 2014). نتایج پژوهشی در مورد اثرات ساختار توده بر جمعیت توده سرخدار در سه ذخیره‌گاه سرخدار اروپایی در لهستان نشان داد که سرخدار در توده آمیخته و زیراشکوب ظاهر شده و به دلیل توانایی رقابت ضعیف آن، حفاظت توده بهترین راهبرد حفظ این گونه پیشنهاد شد (Dobrowolska *et al.*, 2017).

با توجه به اهمیتی که موضوع حفاظت در رویشگاه‌های خاص و حساس جنگلی دارد و در مطالعات مختلف نیز به آن اشاره شده است، در پژوهش پیش‌رو سعی بر این بود که تفاوت‌ها و تشابه‌های رویشگاه‌های با سابقه حفاظتی متفاوت از نظر ترکیب گونه‌ای و ساختار مکانی درختان بررسی شود. علاوه بر این، مشخصه‌های ساختاری این رویشگاه‌ها در دو وضعیت متفاوت حفاظتی ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

سه منطقه کلاله، وایقان و کورن با ویژگی‌های متفاوت حفاظتی در ارسباران به منظور بررسی وضعیت کمی و کیفی، ترکیب و ساختار توده‌های جنگلی انتخاب شدند (شکل ۱ و جدول ۱). میانگین بارندگی در این مناطق بین ۳۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر در نوسان بوده و میانگین درجه حرارت از پنج تا ۱۴ درجه سانتیگراد در ارتفاعات مختلف متغیر است (Sagheb-Talebi *et al.*, 2014). کمترین و بیشترین ارتفاع از سطح دریا در سه رویشگاه مورد مطالعه بین ۸۲۰ تا ۱۶۰۰ متر متغیر است (شکل ۲).

در بررسی ساختار تجدید حیات توده‌های جوان در حوضه آبخیز ستن‌چای جنگل‌های ارسباران گزارش کردند که بیشتر توده‌ها شاخه و دانه‌زاد بودند. علاوه بر این، تیپ‌های عمده موجود در منطقه سه تیپ بلوط، ممرز و بلوط-ممرز بیان شد. بررسی دیگری از وضعیت تنوع زیستی در دو منطقه حفاظتی و غیرحفاظتی نشان داد که مدیریت مبتنی بر حفاظت باعث افزایش تنوع گونه‌ای گیاهان چوبی در توده‌های جنگلی منطقه ارسباران شد (Alijanpour *et al.*, 2009a). Ghanbari Sharafeh و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که در منطقه کلاله جنگل‌های ارسباران، سرخدار به همراه گونه‌های پهن‌برگ مانند ممرز، بلوط و افرا حضور داشتند. همچنین، ذکر کردند که در گذشته سرخدار به‌طور وسیعی تخریب شده و بر حفاظت منطقه مذکور تأکید کردند. Mohammadzadeh و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی وضعیت تنوع زیستی گونه‌های گیاهی حوزه ایلگنه‌چای منطقه ارسباران پرداختند و ۲۶ گونه چوبی و ۸۱ گونه علفی را شناسایی کردند. بلوط سفید (۹۳/۸ درصد)، ممرز (۶۷/۷ درصد) و زغال‌اخته (۶۵ درصد) بیشترین درصد حضور را نسبت به گونه‌های دیگر در قطعه‌نمونه‌ها داشتند. Nouri و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از تابع K ریلی الگوی پراکنش مکانی گونه‌های راش، ممرز، پلت و توسکا را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها، الگوی مکانی گونه‌های مذکور را کپه‌ای نشان داد. Alavi و همکاران (۲۰۱۴) کاربرد تابع K ریلی را در تعیین الگوی مکانی ملج در جنگل‌های خیرود نوشهر بررسی کردند. آنها گزارش کردند که طبقه‌های کم‌قطر دارای الگوی تجمعی بودند و با افزایش طبقه قطری، الگوی مکانی تمایل به تصادفی شدن داشت. Sohrabi (۲۰۱۴) الگوی پراکنش مکانی گونه‌های چوبی در ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق اردل را با تابع K ریلی بررسی کرد. در این ذخیره‌گاه، الگوی مکانی گونه‌های چوبی اغلب کپه‌ای بود و کپه‌ای بودن در گونه‌های درختی بیشتر از درختچه‌ای مشاهده شد. Shariati Najaf Abadi و همکاران (۲۰۱۶)،



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی و برخی از ویژگی‌های مناطق مورد مطالعه

رویشگاه	مختصات جغرافیایی (عرض و طول)	سابقه حفاظت	تیپ جنگل	فرم رویشی	میانگین ارتفاع از سطح دریا (متر)	میانگین شیب (درصد)	جهت عمومی
کاله	۳۸° ۵۶ و ۴۶° ۴۵	۴۲ سال	ممرز- بلوط- سرخدار	دانه و شاخه‌زاد	۱۴۹۲	۳۵	شمالی
وایقان	۳۸° ۵۵ و ۴۶° ۴۴	۴۲ سال	ممرز- سرخدار	دانه و شاخه‌زاد	۱۰۳۴	۲۲	جنوبی
کورن	۳۸° ۵۶ و ۴۷° ۲۶	۸ سال	بلوط- ممرز- سرخدار	شاخه‌زاد	۱۵۰۹	۳۰	شمالی

روش پژوهش

سه قطعه نمونه مربعی شکل یک هکتاری در هر سه منطقه (در مجموع ۹ هکتار) انتخاب و با استفاده از روش آماربرداری صددرصد، مشخصه‌های درختان شامل گونه، فاصله و آزیموت هر پایه با پایه پیشین، قطر برابر سینه قطورترین جست و ارتفاع درخت اندازه‌گیری شدند. حد شمارش درختان به دلیل قطر به نسبت کم درختان و سن کم توده، ۷/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (Alijanpour et al., 2009b; Alijanpour et al., 2011). به منظور ثبت مختصات درختان موجود در قطعه‌نمونه‌ها یک هکتاری از روش فاصله آزیموت استفاده شد. به این صورت که موقعیت نقطه شروع در هر قطعه نمونه با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شد. سپس فاصله و آزیموت درخت بعدی نسبت به این نقطه برداشت شد. دوباره فاصله و آزیموت درختان بعدی به ترتیب از همدیگر

اندازه‌گیری شدند. با توجه به این‌که برخی از درختان شاخه‌زاد بودند، موقعیت این درختان با قطر بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متر مشابه درختان دیگر در فاصله و آزیموت‌های جداگانه ثبت شدند. در نهایت، فاصله و آزیموت تمام پایه‌های موجود در منطقه نسبت به درخت پیشین اندازه‌گیری شدند. سپس با استفاده از روابط مثلثاتی (رابطه‌های ۱ و ۲) مقادیر برداشت شده به مختصات دکارتی (X,Y) تبدیل شد.

$$x^n = d \times (\sin(\text{Radian}) + x) + x^{n-1} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$y^n = d \times (\cos(\text{Radian}) + y) + y^{n-1} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن‌ها: d فاصله تا نقطه شاخص یا درخت پیشین است. Radian از رابطه $(Azimuth \times 3.14) / 180$ محاسبه

مطالعه شامل ممرز (*Carpinus betulus* L.)، اوری (*Q. petraea*)، بلوط سفید (*Quercus macranthera* L.)، کرب (*Acer campestre* L.)، سرخدار (*Taxus* L.)، آلوچه (*Prunus* sp.)، داغداغان (*baccata* L.)، زغال‌اخته (*Cornus mas* L.)، سیب وحشی (*Malus sieversii* Ledeb. M. Roem.)، گردو (*Juglans regia* L.)، گلابی جنگلی (*Pyrus* sp.)، گیلاس وحشی (*Cerasus avium* L.) و ون (*Fraxinus excelsior* L.) بودند. پس از محاسبه فراوانی نسبی گونه‌های موجود مشخص شد که چهار گونه ممرز (۶۸ درصد)، کرب (هشت درصد)، سرخدار (هفت درصد) و اوری (۵/۲ درصد)، حدود ۸۸ درصد از کل درختان موجود در منطقه را تشکیل می‌دادند. تعداد و درصد گونه‌های موجود در سه منطقه متغیر بود، به طوری که ۹ گونه در منطقه کلاله، ۱۲ گونه در منطقه وایقان و سه گونه در منطقه کورن مشاهده شد (شکل ۳).

ترکیب گونه‌ای و مشخصه‌های کمی توده‌ها در رویشگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است. ممرز در دو منطقه کلاله و وایقان و بلوط در منطقه کورن درصد فراوانی به نسبت زیادی داشتند. میانگین ارتفاع درختان در دو منطقه کلاله (۹/۷ متر) و وایقان (۹/۵ متر) بیشتر از میانگین این مشخصه در منطقه کورن (۴/۲ متر) بود. منطقه کلاله با ۱۵/۲۹ متر مربع و کورن با ۰/۲۶ متر مربع به ترتیب بیشترین و کمترین رویه زمینی را به خود اختصاص دادند.

میانگین مشخصه‌های کمی قطر و ارتفاع درختان در سه رویشگاه با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه مقایسه آماری شد. نتایج این تحلیل نشان داد که در بین سه رویشگاه مورد مطالعه، مشخصه‌های قطر برابر سینه ($F = ۱۲۹/۵$; $df = ۲$; $p < ۰/۰۰۰$) و ارتفاع ($F = ۶۹/۶$; $df = ۲$; $p < ۰/۰۰۰$) درختان تفاوت معنی‌داری داشتند.

شد. همچنین، X_{n-1} مختصات طولی درخت پیشین و Y_{n-1} مختصات عرضی درخت پیشین است.

در رویشگاه کورن که فرم غالب شاخه‌زاد بود، برای محاسبه رویه زمینی، قطر برابر سینه قطورترین جست در محاسبات وارد شد. به منظور مقایسه آماری سه رویشگاه مورد مطالعه، از نظر وجود تفاوت بین دو مشخصه اصلی قطر و ارتفاع از تجزیه واریانس یک‌طرفه در محیط نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

برای تعیین الگوی پراکنش درختان از تابع اصلاح‌شده K رییلی استفاده شد. به دلیل دشواری تفسیر این تابع، بر روی این تابع اصلاحاتی انجام شد که شکل اصلاح‌شده آن تابع L نامیده شده است (رابطه ۳). تابع L نسبت به تابع K رییلی از نظر نمایش و تفسیر ساده‌تر است (Hou et al., 2004).

$$L(r) = \sqrt{\frac{k(r)}{f-r}} \quad \text{رابطه (۳)}$$

تابع L فاصله میان گونه‌های مختلف درختی یا فاصله‌های بین درختان یک گونه با ابعاد مختلف را در یک نقشه توزیع مکانی درختان در نظر می‌گیرد (Alavi et al., 2014). در این تابع، معیار تعیین الگوی پراکنش مکانی، مقایسه الگوی مشاهده‌شده با الگوی تصادفی (فرض صفر) است که از طریق آزمون مونت کارلو محاسبه و ترسیم می‌شود. به طوری که اگر تابع L در داخل این محدوده قرار گیرد، الگوی پراکنش مشاهده‌شده تصادفی خواهد بود، اما اگر تابع L کمتر یا بیشتر از این محدوده باشد، به ترتیب نشان‌دهنده الگوی منظم (یکنواخت) و کپه‌ای است (Salas et al., 2006). در این پژوهش، محاسبات مربوط به تابع L و حدود مونت کارلو با استفاده از نرم‌افزار ProgramitaJulio 2006 انجام شد.

نتایج

ترکیب گونه‌ای

گونه‌های درختی اصلی مشاهده‌شده در مناطق مورد



شکل ۳- فراوانی نسبی گونه‌های موجود در مناطق مورد مطالعه با وضعیت حفاظتی متفاوت

جدول ۲- ترکیب گونه‌ای و مشخصه‌های کمی توده‌ها در قطعه‌نمونه‌های یک هکتاری در مناطق مورد مطالعه

رویشگاه	گونه	تعداد در هکتار	فراوانی نسبی (درصد)	میانگین ارتفاع (متر)	میانگین قطر برابر سینه قطورترین جست (سانتی‌متر)	رویه زمینی (متر مربع در هکتار)
کلاله	بلوط*	۵۲	۹/۳	۸/۶	۱۷/۷	۱/۲۸
	ممرز	۴۱۲	۷۲/۳	۱۰/۶	۲۰	۱۲/۹۳
	سایر گونه‌ها***	۱۰۵	۱۸/۴	۷/۶	۱۵	۱/۸۵
	کل	۵۶۹	۱۰۰	۹/۷	۱۸/۵	۱۵/۲۹
وایقان	بلوط	۴	۱/۲۵	۸/۹	۲۲/۳	۰/۱۶
	ممرز	۲۰۴	۶۴/۱۵	۱۰/۲	۲۴/۸	۹/۸۵
	سایر گونه‌ها***	۱۱۰	۳۴/۶	۸/۳	۲۰/۳	۳/۵۶
	کل	۳۱۸	۱۰۰	۹/۵	۲۳/۲	۱۴/۵۷
کورن	بلوط	۱۸	۵۱/۴	۴/۴	۹/۷	۰/۱۳۶
	ممرز	۶	۱۷/۱۵	۴/۲	۱۰/۴	۰/۰۵۳
	سرخدار	۱۱	۳۱/۴	۴	۹/۵	۰/۰۷۸
	کل	۳۵	۱۰۰	۴/۲	۹/۷	۰/۲۶

* منظور از بلوط مجموع دو گونه اوری و بلوط سفید است.

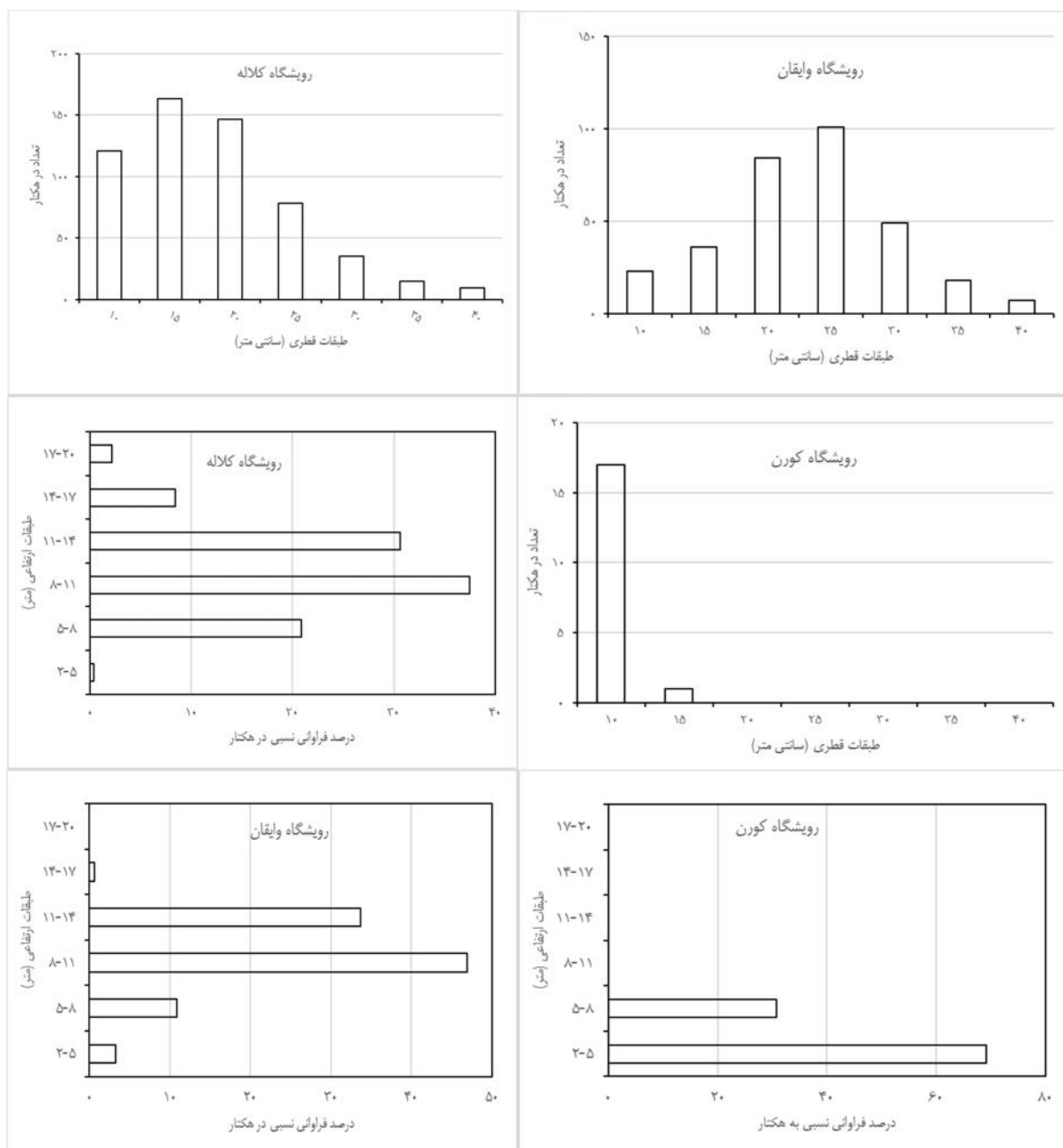
** گونه‌های دیگر شامل کرب، آلوده، زغال‌اخته، سرخدار، شفت، گلایی جنگلی و گیلاس وحشی بود.

*** گونه‌های دیگر شامل کرب، انگور وحشی، داغداغان، سرخدار، سیب جنگلی، زغال‌اخته، شفت، گردو، ون و گیلاس وحشی بود.

ساختار توده

دو رویشگاه کلاله و ایقان، دامنه وسیعی از طبقه‌های قطری را در مقایسه با رویشگاه کورن به خود اختصاص دادند (شکل ۴). بیشترین تعداد درختان (۵۶۹ اصله در هکتار) و کمترین آن (۳۵ اصله در هکتار) به ترتیب در رویشگاه کلاله و کورن مشاهده شد. بررسی توزیع طبقه‌های ارتفاعی نشان

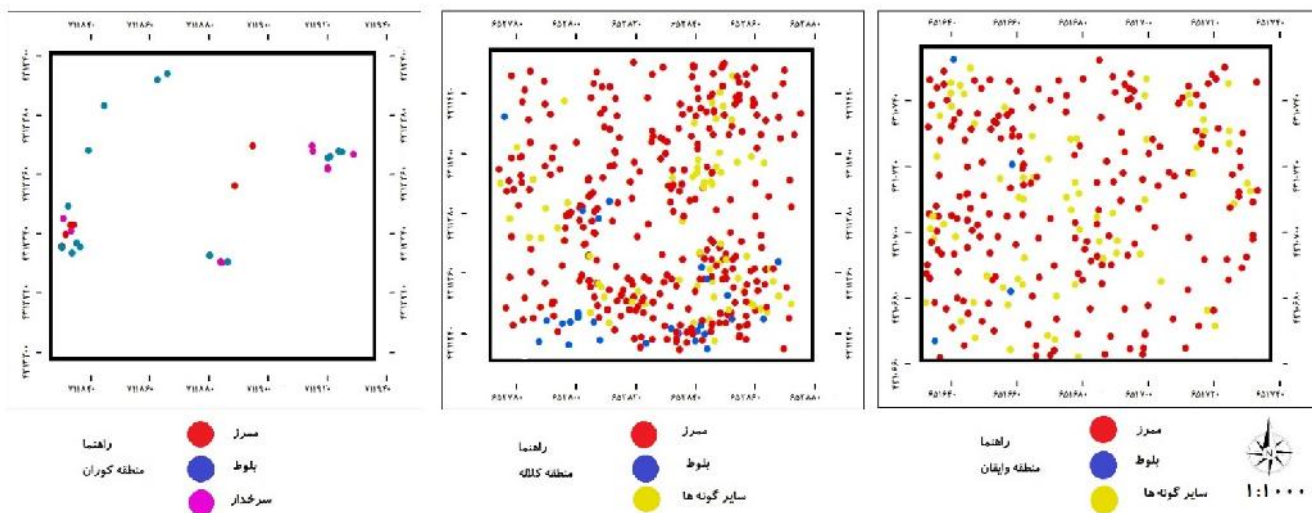
داد که رویشگاه کورن تفاوت زیادی با دو رویشگاه دیگر داشت. در این رویشگاه فقط دو طبقه ارتفاعی مشاهده شد و ارتفاع تمام درختان در طبقه‌های کمتر از هشت متری قرار داشتند، در حالی که ارتفاع درختان در رویشگاه کلاله، دامنه وسیعی را نسبت به بقیه مناطق مورد مطالعه داشت (شکل ۴).



شکل ۴- توزیع گونه‌ها بر حسب طبقه‌های قطری و ارتفاعی در رویشگاه‌های مورد مطالعه با وضعیت حفاظتی متفاوت

بود، اما تعداد بلوط در این رویشگاه بیشتر از رویشگاه وایقان بود. در رویشگاه کورن، تعداد خیلی کمی از گونه‌ها قطر برابر سینه بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متر داشتند. تعداد در هکتار در این رویشگاه خیلی کمتر از دو رویشگاه دیگر بود.

موقعیت مکانی گونه‌های مختلف در سه رویشگاه در شکل ۵ ارائه شده است. در منطقه وایقان، اغلب گونه‌های ممرز و گونه‌های دیگر مشاهده شد. در منطقه کلاله، ممرز نیز مشابه رویشگاه وایقان از درصد حضور زیادی برخوردار



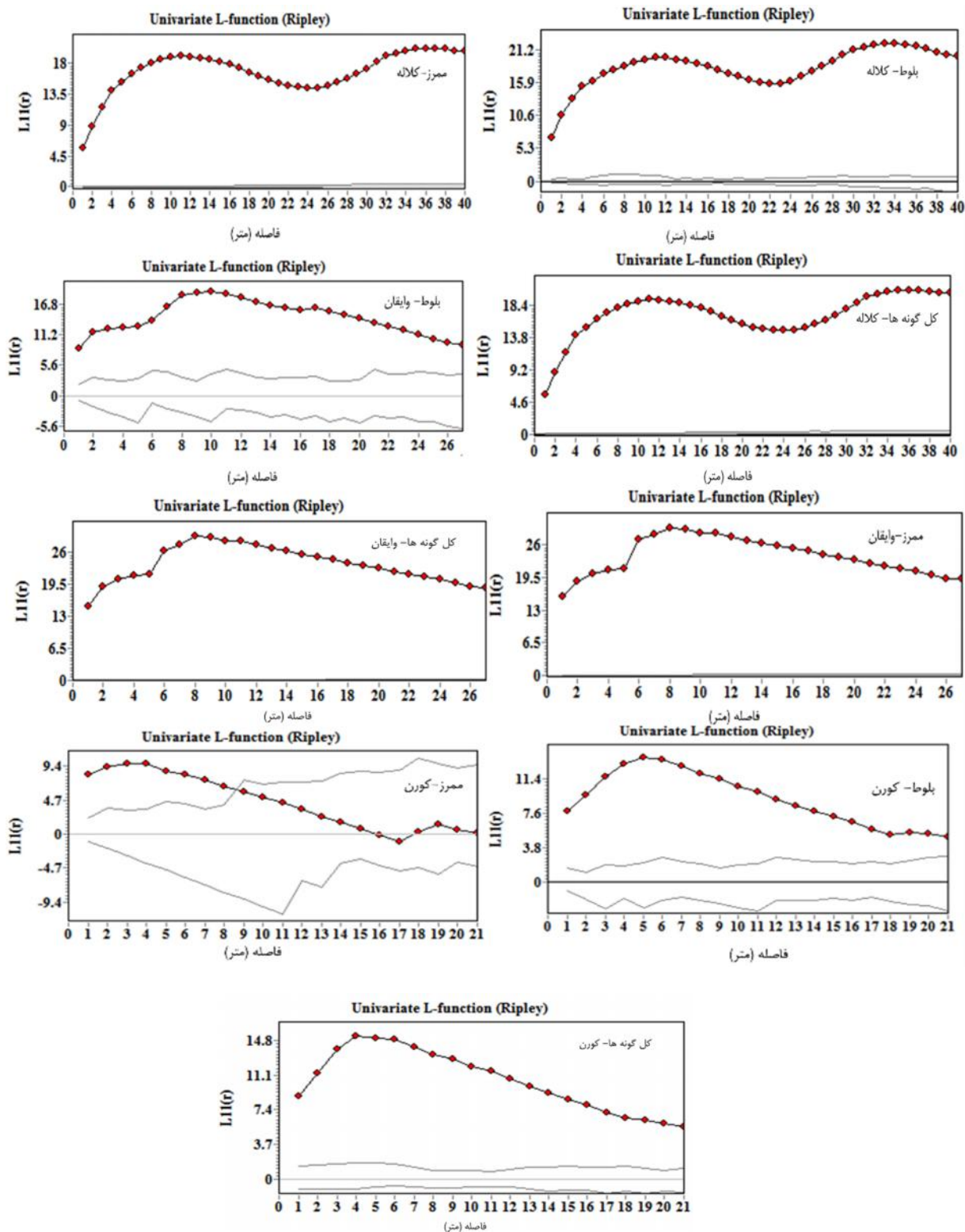
شکل ۵- موقعیت مکانی گونه‌ها در سه رویشگاه مورد مطالعه (منظور از بلوط مجموع دو گونه اوری و بلوط سفید است)

ممرز در رویشگاه کورن، در فاصله بین ۹ تا ۲۱ متر در داخل محدوده قرار داشت و نشان‌دهنده پراکنش تصادفی این گونه بود.

بحث

بر اساس نتایج این پژوهش، ۱۴ گونه در سه منطقه مورد مطالعه مشاهده شد. دو گونه بلوط و ممرز در منطقه کلاله (۸۱/۶ درصد)، وایقان (۶۵/۴ درصد) و در منطقه کورن (۶۸/۵۵ درصد)، درصد حضور زیادی داشتند و از نظر ویژگی‌های کمی دیگر نیز مقادیر زیادی را در توده‌ها به خود اختصاص دادند. میانگین قطر و ارتفاع درختان در رویشگاه کورن با سابقه حفاظتی کمتر (حدود هشت سال) خیلی کمتر از دو رویشگاه کلاله و وایقان با سابقه حفاظتی طولانی (حدود ۴۲ سال) بود.

در این پژوهش، الگوی پراکنش مکانی برای هر یک از گونه‌ها تا شعاع ۲۶ متری بررسی شد. نتایج آزمون مونت کارلو در تابع L نشان داد که به تقریب تمام گونه‌ها در رویشگاه‌های مطالعه‌شده، بیشتر از حدود اطمینان مونت‌کارلو قرار داشتند و پراکنش کپه‌ای را نشان دادند (شکل ۶). ممرز در وایقان و کل گونه‌ها در وایقان، بلوط در کورن و کل گونه‌ها در کورن، الگوی پراکنش مشابهی داشتند. در مورد دو گونه بلوط و ممرز در کلاله به نسبت الگوی مشابهی مشاهده شد. گونه‌های موجود در رویشگاه کلاله تا فاصله ۱۴ متری پراکنش کپه‌ای افزایشی داشتند. سپس با یک تمایل به سمت تصادفی شدن، دوباره حالت کپه‌ای در پیش گرفتند، در حالی که در رویشگاه وایقان تا فاصله حدود هشت متری حالت کپه‌ای را نشان دادند و بیشتر از هشت متری تمایل به تصادفی شدن داشتند. بلوط و کل گونه‌ها تا فاصله چهار متری دارای پراکنش کپه‌ای بودند و سپس تمایل به تصادفی شدن پیدا کردند، اما فقط تابع برای



شکل ۶- مقادیر تابع L و حدود اطمینان مونت کارلو برای گونه‌های اصلی و کل گونه‌ها در رویشگاه‌های مورد مطالعه

به نظر می‌رسد که حفاظت از جنگل باعث ایجاد فرصت رشد قطری و ارتفاعی برای مناطق با وضعیت حفاظتی بهتر شده باشد. این امر ضرورت افزایش اقدامات حفاظتی در منطقه را نشان می‌دهد. در این زمینه، مشخصه‌هایی مانند تراکم توده، حاصل‌خیزی خاک و رقابت می‌تواند بین دو وضعیت مورد توجه قرار گیرد. در این پژوهش از بین سه عامل ذکر شده، تراکم توده بررسی شد که این مشخصه در دو رویشگاه کلاله و وایقان بیشتر از کورن بود. نتایج نشان داد که مقادیر شاخص‌های تراکم، میانگین قطر برابر سینه و ارتفاع درختان در دو رویشگاه کلاله و وایقان با حفاظت طولانی‌مدت نسبت به رویشگاه کورن بیشتر بود که می‌تواند به سابقه حفاظتی این رویشگاه‌ها مرتبط باشد. در مطالعات دیگر نیز به اثر حفاظت در بهبود شاخص‌های کمی توده‌های جنگلی اشاره شده است (Ghanbari Sharafeh *et al.*, 2010; Devaney *et al.*, 2014; Casals *et al.*, 2015; Dobrowolska *et al.*, 2017; Jafari Afrapoly *et al.*, 2018). آشفستگی‌های با منشاء انسانی همواره باعث تغییر در ساختار و ترکیب توده‌های جنگلی شده است و تجدید حیات طبیعی را در بیشتر موارد با مشکل مواجه می‌کند (Mishra *et al.*, 2004). اقدامات حفاظتی می‌تواند با کاهش شدت آشفستگی‌های با منشاء انسانی، مسیر تحول توده را به سمت تکامل سوق دهد و باعث بازگشت بوم‌سازگان به مسیر طبیعی خود شود (Dhar *et al.*, 2007).

توزیع درختان در طبقه‌های قطری و ارتفاعی مختلف به‌طور کامل تحت تأثیر شرایط رویشگاهی است (Taheri *et al.*, 2013). بررسی توزیع طبقه‌های قطری نشان داد که رویشگاه کلاله و وایقان دامنه وسیعی از طبقه‌های قطری را در مقایسه با رویشگاه کورن به‌خود اختصاص دادند. در رویشگاه وایقان، توزیع طبقه‌های قطری به‌دلیل همسال بودن توده، به‌تقریب نرمال بود، اما در رویشگاه کلاله، توده به سمت ناهمگنی قطری تمایل داشت. وقتی توده خالص و همسال باشد، توزیع طبقه‌های قطری به‌تقریب شبیه منحنی نرمال خواهد بود. در این حالت، تراکم درختان در قسمت طبقه‌های میانی بیشتر است (Zobeiry, 2000). با گذشت زمان و رویش درختان، رقابت بین پایه‌ها شروع می‌شود و پایه‌های مطلوب در شرایط بهتری قرار می‌گیرند. در رویشگاه کورن، با توجه به قطر برابر سینه کمتر توده نسبت به رویشگاه‌های مورد مطالعه دیگر، تعداد درختان بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متری خیلی کمتر بود و درختان توده فقط در دو طبقه قطری پراکنش داشتند. Taheri و Abkenar (۲۰۱۳) عامل‌هایی مانند اقلیم، توپوگرافی، نوع خاک، انسان و حضور دام را در نامناسب بودن ساختار قطری جنگل‌ها مؤثر دانستند. با توجه به تعدیل دخالت‌های انسانی از طریق حفاظت جنگل، ساختار قطری توده‌های با حفاظت طولانی‌مدت به‌سوی ساختار ناهمسال با حالت تعادل کم‌شونده پیش می‌رود. بررسی توزیع طبقه‌های ارتفاعی در سه رویشگاه مورد مطالعه نشان داد که بین این رویشگاه‌ها با توجه به شرایط موجود در توده‌ها تفاوت‌هایی وجود داشت. تجزیه واریانس یک‌طرفه برای مشخصه‌های قطر و ارتفاع درختان نشان داد که این مشخصه‌ها بین سه رویشگاه تفاوت معنی‌داری داشتند. توده جنگلی در دو رویشگاه کلاله و وایقان به‌سوی چنداشکوبه بودن پیش می‌رفت. درختان ممرز و بلوط در اشکوب بالا و درختان و درختچه‌های دیگر در اشکوب‌های پایین قرار داشتند، اما در رویشگاه کورن با توجه به سن کمتر توده، فقط یک اشکوب وجود داشت. همچنین، تمام درختان (هر سه گونه بلوط، ممرز و سرخدار) در یک اشکوب واقع شده بودند.

گونه‌های موجود در هر توده، تحت تأثیر شرایط رقابتی بین‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای موجود در توده‌ها قرار دارند. این امر باعث ایجاد تفاوت در نحوه قرارگیری درختان در توده می‌شود. قرار گرفتن تابع L در داخل محدوده مونت‌کارلو، نشان‌دهنده الگوی پراکنش تصادفی است و کمتر یا بیشتر از این محدوده به‌ترتیب الگوی منظم (یکنواخت) و کپه‌ای را نشان می‌دهد (Salas *et al.*, 2006). نتایج آزمون مونت‌کارلو در تابع L نشان داد که به‌تقریب تمام گونه‌ها در توده‌های مطالعه‌شده، بیشتر از محدوده مونت‌کارلو قرار داشتند که نشان‌دهنده پراکنش کپه‌ای بود. فقط ممرز در

به‌طور کامل تحت تأثیر شرایط رویشگاهی است (Taheri *et al.*, 2013). بررسی توزیع طبقه‌های قطری نشان داد که رویشگاه کلاله و وایقان دامنه وسیعی از طبقه‌های قطری را در مقایسه با رویشگاه کورن به‌خود اختصاص دادند. در رویشگاه وایقان، توزیع طبقه‌های قطری به‌دلیل همسال بودن توده، به‌تقریب نرمال بود، اما در رویشگاه کلاله، توده به سمت ناهمگنی قطری تمایل داشت. وقتی توده خالص و همسال باشد، توزیع طبقه‌های قطری به‌تقریب شبیه منحنی نرمال خواهد بود. در این حالت، تراکم درختان در قسمت طبقه‌های میانی بیشتر است (Zobeiry, 2000).

توزیع درختان در طبقه‌های قطری و ارتفاعی مختلف به‌طور کامل تحت تأثیر شرایط رویشگاهی است (Taheri *et al.*, 2013). بررسی توزیع طبقه‌های قطری نشان داد که رویشگاه کلاله و وایقان دامنه وسیعی از طبقه‌های قطری را در مقایسه با رویشگاه کورن به‌خود اختصاص دادند. در رویشگاه وایقان، توزیع طبقه‌های قطری به‌دلیل همسال بودن توده، به‌تقریب نرمال بود، اما در رویشگاه کلاله، توده به سمت ناهمگنی قطری تمایل داشت. وقتی توده خالص و همسال باشد، توزیع طبقه‌های قطری به‌تقریب شبیه منحنی نرمال خواهد بود. در این حالت، تراکم درختان در قسمت طبقه‌های میانی بیشتر است (Zobeiry, 2000).

پیش‌رو با نتایج پژوهش‌های ذکرشده و مطالعه Kint و همکاران (۲۰۰۴) که بیان کردند توزیع تصادفی در جنگل به‌ندرت اتفاق می‌افتد، مطابقت دارد. نحوه پراکنش بذر و نوع زادآوری، مهم‌ترین عامل در ایجاد الگوی کپه‌ای است (Zhang *et al.*, 2012). البته، عامل‌های دیگری مانند نوع خاک، توپوگرافی، رقابت و گذشته توده نیز در نوع پراکنش درختان تأثیرگذار است (Nouri *et al.*, 2013) که در این پژوهش، عامل‌های مذکور بررسی نشد. در مورد بلوط که بذر سنگین‌تری دارد، می‌توان الگوی پراکنش کپه‌ای این گونه را مربوط به این عامل دانست که با توجه به سنگین بودن بذر گونه‌های مورد مطالعه و ریزش بذرها در کنار و زیر درختان و زادآوری آنها از طریق غیرجنسی، این گونه دارای الگوی کپه‌ای است. به‌طوری که این عامل باعث تجمع پایه‌ها در قسمت‌های مساعدتر رویشگاه می‌شود. Zhang و همکاران (۲۰۱۲) سنگینی بذر پیسه‌آ را دلیل الگوی پراکنش کپه‌ای این گونه بیان کردند. Nouri و همکاران (۲۰۱۳) نیز الگوی پراکنش ممرز را به‌صورت کپه‌ای گزارش کردند که با نتایج پژوهش پیش‌رو هم‌خوانی دارد.

ساختار توده جنگلی (الگوی مکانی) نقش مهمی در شناخت و توصیف بوم‌سازگان‌های جنگلی، توسعه و تحول جنگل و تنوع زیستی مناطق جنگلی ایفا می‌کند (Nouri *et al.*, 2013). پژوهش پیش‌رو، سعی در پاسخ به این پرسش داشت که آیا سوابق حفاظت طولانی‌مدت (مناطق کلاله و وایقان) و کوتاه‌مدت (منطقه کورن) تأثیری بر ترکیب و ساختار گونه‌های موجود در توده‌های مورد مطالعه داشته و مقدار این تفاوت‌ها چقدر است؟ همان‌طور که نتایج مربوط به ویژگی‌های کمی مورد مطالعه در سه رویشگاه مورد مطالعه شامل میانگین قطر برابر سینه، ارتفاع و تعداد درختان در هکتار حاکی از آن بود که از نظر این مشخصه‌ها، رویشگاه‌های با حفاظت طولانی‌مدت تفاوت معنی‌داری نسبت به رویشگاه‌های با حفاظت کوتاه‌مدت داشتند، بنابراین می‌توان بیان کرد که مدیریت مبتنی بر حفاظت می‌تواند در بهبود شاخص‌های کمی توده‌های جنگلی ارسباران مفید باشد. با توجه به این موارد، بدیهی است که هر گونه دخالت

رویشگاه کورن پراکنش تصادفی داشت. ممرز در رویشگاه وایقان و بلوط در کورن، الگوی پراکنش مشابهی داشتند. دلیل این امر می‌تواند غالب بودن این گونه‌ها در توده‌های مورد مطالعه باشد. ممرز در وایقان حدود ۶۴ درصد و بلوط در کورن حدود ۵۱ درصد کل گونه‌ها را تشکیل می‌دادند. الگوی پراکنش جمعیت یک گونه می‌تواند تحت تأثیر شرایط رویشگاهی، ویژگی‌های گیاه‌شناختی گونه، تنوع گونه‌ای و دخالت‌های انسانی باشد (Wei-dong *et al.*, 2001). پراکنش منظم درختان در توده یک حالت معمولی پراکنش است، مگر اینکه توده تحت دخالت‌های مصنوعی قرار گیرد (Karimi *et al.*, 2012). با توجه به دخالت‌های پیشین در توده‌های مورد مطالعه، الگوی کپه‌ای در آن‌ها مشاهده شد. البته شاخه‌زاد بودن بخشی از قطعه‌نمونه‌ها نیز ممکن است دلیل دیگری بر کپه‌ای بودن الگوی پراکنش درختان در رویشگاه‌های مورد مطالعه باشد (Pourbabaei *et al.*, 2012). Luo و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که گونه‌های با الگوی پراکنش تصادفی، فراوانی کمتری در جنگل‌های پهن‌برگ منطقه کوهستانی Baishanzu شرق چین داشتند. نتایج پژوهش پیش‌رو نیز نشان داد که سه گونه اوری، بلوط سفید و ممرز به‌عنوان گونه‌های اصلی موجود در توده‌های مورد مطالعه، درصد فراوانی زیادی داشتند. در رویشگاه کورن فراوانی پایه‌های درختی کمتر بود که الگوی پراکنش تصادفی داشتند. این یافته‌ها با نتایج مطالعه Luo و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت. همان‌طور که Alavi و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند، طبقه‌های کم‌قطر دارای الگوی کپه‌ای هستند که این نتایج نیز با یافته‌های پژوهش پیش‌رو هم‌خوانی داشت. بیشتر درختان موجود در توده‌های مطالعه‌شده، قطر برابر سینه کمی داشتند و میانگین قطر برابر سینه درختان در سه توده بین ۹/۷ تا ۲۳/۲ سانتی‌متر متغیر بود. به‌طور کلی، می‌توان بیان کرد که پراکنش کپه‌ای نسبت به بقیه الگوهای پراکنش در جوامع جنگلی مطالعه‌شده بیشتر مشاهده شده و الگوی کپه‌ای، عمومی‌ترین الگوی پراکنش در جوامع گیاهی است (Luo *et al.*, 2009; Vedel- Sørensen *et al.*, 2013). الگوی مشخص‌شده در پژوهش

- Dobrowolska, D., Niemczyk, M. and Olszowska, G., 2017. The influence of stand structure on European yew *Taxus baccata* populations in its natural habitats in central Poland. *Polish Journal of Ecology*, 65(3): 369-384.
- Ghanbari Sharafteh, A., Marvie Mohajer, M.R. and Zobeiri, M., 2010. Natural regeneration of Yew in Arasbaran forests. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(3): 380-389 (In Persian).
- Hou, J.H., Mi, X.C, Liu, C.R. and Ma, K.P., 2004. Spatial patterns and associations in a *Quercus-Betula* forest in northern China. *Journal of Vegetation Science*, 15(3): 407-414.
- Jafari Afrapoly, M., Sefidi, K., Waez-Mousavi, S.M. and Varamesh, S., 2018. Qualitative and quantitative evaluation of dead trees in English yew (*Taxus baccata*) in Afratakhteh Forests, Golestan province, and northeastern Hyrcanian forests. *Journal of Forest Research and Development*, 3(4): 305-316 (In Persian).
- Karimi, M., Pormajidian, M.R, Jalilvand, H. and Safari, A., 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).
- Kint, V., Robert, W.D. and Noël, L., 2004. Evaluation of sampling methods for the estimation of structural indices in forest stands. *Ecological Modelling*, 180(4): 461-476.
- Luo, Z., Ding, B., Mi, X., Yu, J. and Wu, Y., 2009. Distribution patterns of tree species in an evergreen broadleaved forest in eastern China. *Frontiers of Biology in China*, 4(4): 531-538.
- Mishra, B.P., Tripathi, O.P., Tripathi, R.S. and Pandey, H.N., 2004. Effects of anthropogenic disturbance on plant diversity and community structure of a sacred grove in Meghalaya, northeast India. *Biodiversity & Conservation*, 13(2): 421-436.
- Mohammadzadeh, A., Basiry, R., Torahi, A.A., Dadashian, R. and Elahian, M., 2015. Evaluation of biodiversity of plant species in Arasbaran area using non-parametric measures with respect to topographic factor of slope: a case study of aquiferous land of Ilgina and Kaleibar rivers. *Journal of Plant Reseraches*, 27(4): 728-741 (In Persian).
- Nouri, Z., Zobeiri, M., Fegghi, J. and Marvie Mohadjer, M.R., 2013. An investigation on the forest structure and trees spatial pattern in *Fagus orientalis* stands of Hyrcanian forests of Iran (Case study: Gorazbon district of Kheyrod forest). *Journal of Natural Environment (Iranian Journal of Natural Resources)*, 66(1): 113-125 (In Persian).

با هدف اصلاح، احیا و غنی‌سازی در توده‌های مورد مطالعه باید با رعایت درصد آمیختگی و حفظ الگوی پراکنش کپه‌ای گونه‌ها انجام شده و از جنگل‌کاری تک‌گونه‌ای خودداری شود تا هم تنوع زیستی و هم پایداری توده‌ها تضمین شود.

References

- Alavi, S.J., Zahedi Amiri, Gh., Nouri, Z. and Marvi Mohajer, M.R., 2014. Application of Ripley's *K*-function in detecting spatial pattern of wych elm species in Kheyrod forests, north of Iran. *Journal of and Wood & Forest Science and Technology*, 20(4): 21-39 (In Persian).
- Alijanpour, A., Eshaghi Rad, J. and Banej Shafiei, A., 2009a. Comparison of woody plants diversity in protected and non-protected areas of Arasbaran forests. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17(1): 125-133 (In Persian).
- Alijanpour, A., Eshaghi Rad, J. and Banj Shafiei, A., 2009b. Investigation and comparison of two protected and non-protected forest stands regeneration diversity in Arasbaran. *Iranian Journal of Forest*, 1(3): 209-217 (In Persian).
- Alijanpour, A., Eshaghi Rad, J. and Banej Shafiei, A., 2011. Effect of physiographical factors on qualitative and quantitative characteristics of *Cornus mas* L. in Arasbaran forests. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19(3): 396-407 (In Persian).
- Amirghasemi, F., Saghebalebi, Kh. and Dargahi, D., 2001. The study of natural regeneration structure in Arasbaran forest (Sotanchi region). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 6(1): 1-62 (In Persian).
- Casals, P., Camprodon, J., Caritat, A., Rios, A.I., Guixé, D., Garcia-Martí, X., Martín-Alcón, S. and Coll, L., 2015. Forest structure of Mediterranean yew (*Taxus baccata* L.) populations and neighbor effects on juvenile yew performance in the NE Iberian Peninsula. *Forest Systems*, 24(3): 10p.
- Devaney, J.L., Jansen, M.A. and Whelan, P.M., 2014. Spatial patterns of natural regeneration in stands of English yew (*Taxus baccata* L.); Negative neighbourhood effects. *Forest Ecology and Management*, 321(1): 52-60.
- Dhar, A., Ruprecht, H., Klumpp, R. and Vacik, H., 2007. Comparison of ecological condition and conservation status of English yew population in two Austrian gene conservation forests. *Journal of Forestry Research*, 18(3): 181-186.

- and growth characteristics of Judas tree (*Cercis siliquastrum* L.) in sites, Pol-dokhtar and Shineh Lorestan province. Iranian Forest Ecology Journal, 1(1): 16-29 (In Persian).
- Vedel-Sørensen, M., Tovarante, J., Bøcher, P.K., Balslev, H. and Barfod, A.S., 2013. Spatial distribution and environmental preferences of 10 economically important forest palms in western South America. Forest Ecology and Management, 307: 284-292.
 - Wei-dong, H., Xiu-mei, G., Lin-feng, L. and Chang-yi, L., 2001. Spatial pattern of dominant tree species of the secondary monsoon rain forest in Lianjiang, Guangdong Province. Journal of Forestry Research, 12(2): 101-104.
 - Zhang, Y., Jimei, L., Chang, S., Xiang, L. and JianJiang, L., 2012. Spatial distribution pattern of *Picea schrenkiana* population in the Middle Tianshan Mountains and the relationship with topographic attributes. Journal of Arid Land, 4(4): 457-468.
 - Zobeiry, M., 2000. Forest Inventory (Measurement of Tree and Stand). Second edition, University of Tehran Press, 401p (In Persian).
 - Pourbabaei, H., Zandi Navgaran, Sh. and Adel, M.N., 2012. Spatial pattern of three oak species in Chenare forest of Marivan, Kordestan. Journal of Natural Environment (Iranian Journal of Natural Resources), 65(3): 329-339 (In Persian).
 - Sagheb-Talebi, Kh., Sajedi, T. and Pourhashemi, M., 2014. Forests of Iran; A treasure from the Past, a Hope for the Future. Springer, 152p.
 - Salas, C., LeMay, V., Núñez, P., Pacheco, P. and Espinosa, A., 2006. Spatial patterns in an old-growth *Nothofagus obliqua* forest in south-central Chile. Forest Ecology and Management, 231(1-3): 38-46.
 - Shariati Najaf Abadi, H., Soltani, A. Saeidi, Z. and Gorjestani Zadeh, Sh., 2016. Study of spatial distribution of the Hawthorn (*Crataegus monogyna*) trees attacked by orchard Ermine (*Yponomeuta padella*) in Bazoft forests of Chaharmahal and Bakhtiari province. Iranian Journal of Applied Ecology, 14: 39-48 (In Persian).
 - 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).
 - Taheri Abkenar, K., Toulabi, N. and Sotoudeh Foumani, B., 2013. A Comparison of silvicultural

Quantitative characteristics and structure of tree species in two different conservation situations in Arasbaran Forests

S. Ghanbari ^{1*}, Gh. Moradi ² and V. Nasiri ³

1* - Corresponding author, Assistant Prof., Department of Forestry, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Ahar, Iran. E-mail: ghanbarisajad@gmail.com

2- Assistant Prof., Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran

3- Ph.D. Student, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Received: 03.07.2018

Accepted: 27.09.2018

Abstract

Analysis of the structure of tree species provides a complete information on species diversity, composition, spatial distribution in mixed natural forests. It helps to better understanding of many ecological and silvicultural issues in order to optimal management of the ecosystem. The main objective of this research is to investigate the differences and similarities of sites with different conservation history (Kalale and Vaygan Sites with a long-term conservation history and Kuran Sites with a short-term conservation history) in terms of diversity and composition of the tree structure in Arasbaran forests. For this purpose, nine hectares with one-hectare sample plot were inventoried with full-calliper method. The measured characteristics were type of species, distance and azimuth of each tree from the last tree, diameter at breast height (DBH), tree height. The spatial pattern of trees was determined by the modified *K*-Ripley function. Based on the results, 14 species were observed in the three study areas. Four species of hornbeam (68 %), maple (8 %), yew (7 %) and persian oak (2.5 %) composed of about 88% of the total density of trees. Kalale site (15.29 m²) and Kuran (0.26 m²) had the highest and lowest basal-area per hectare, respectively. Kalale and Vaygan sites had a wide range of diameter classes in comparison with the Kuran site. *L* function showed that almost all species had cluster distribution and only hornbeam had a random distribution in Kuran site. Therefore, every intervention in order to tending reclamation and enrichment of the studied stands should be based on making species mixture and keeping clustered spatial pattern and also it should be avoided pure species reforestation to ensure both biodiversity and sustainability of stands.

Keywords: Arasbaran, clumped distribution, *K*-Ripley function, species composition.