کاربرد شاخص‌های مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه در بررسی ساختار گونه‌های زالزالک و کیکم در جنگل‌های زاگرس

بابک پیله‌ور [۱،*]، زهرا میرآزادی [۲]، وحید علی‌جانی [۳]، حمزه جعفری سرابی [۴]

[۱] استادیار گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان
[۲] دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان
[۳] دانشجوی دکتری جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
[۴] دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان
*پست الکترونیک نویسنده مسئول: pilehvar.b@lu.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۰۷)

چکیده

با توجه به اهمیت ساختار جنگل و روابط متقابل بین گونه‌های درختی، در این تحقیق به بررسی و مقایسه موقعیت مکانی، آمیختگی و ابعاد گونه‌های زالزالک و کیکم نسبت به درختان همسایه پرداخته شد. در جنگل‌های سامان عرفی پرک قلعه گل، تعداد ۳۰ پایه زالزالک و کیکم شناسایی و ازنظر ساختاری بررسی شدند. نتایج حاصل از شاخص زاویه یکنواخت برای دو گونه زالزالک و کیکم به ترتیب برابر با ۰/۷۴۴ و ۰/۷۳۳ محاسبه شد که نشان‌دهنده چیدمان کپه‌ای دو گونه مذکور نسبت به درختان همسایه می‌باشد. ازنظر آمیختگی، دو گونه زالزالک و کیکم با داشتن میانگین شاخص آمیختگی ۰/۸۸۷ و ۰/۹۵۵ اختلاط گونه‌ای بالایی را از خود نشان می‌دهند. همچنین میانگین دو شاخص اختلاف ابعاد و چیرگی ابعاد به ترتیب برای زالزالک برابر با ۰/۵۸۲ و ۰/۳۲۲ و برای کیکم برابر با ۰/۴۲۰ و ۰/۶۵۶ محاسبه شد. این میانگین‌ها بیان می‌کنند که گونه زالزالک دارای اختلاف زیاد و نسبت به سایر همسایگان حالت مغلوب دارد؛ درحالی‌که کیکم دارای اختلاف متوسط و نسبت به سایر همسایگان خود غالب می‌باشد. میانگین فاصله تا سه همسایه زالزالک و کیکم به ترتیب برابر با ۷/۳۷۴ و ۶/۲۷۸ متر محاسبه شد. نتایج حاصل از الگوریتم اختلاف مطلق (AD) نشان‌دهنده اختلاف زیاد در شاخص آمیختگی دو گونه زالزالک و کیکم نسبت به سایر شاخص‌های مورد بررسی می‌باشد. به‌طورکلی نتیجه‌گیری می‌شود که کیکم ازنظر ابعاد در کل جنگل نسبت به زالزالک برتری دارد و همچنین به علت اینکه دو گونه مزبور در منطقه از فراوانی کمی برخوردار هستند دارای شاخص آمیختگی گونه‌ای بالایی می‌باشند.

کلمات کلیدی: جنگل‌های زاگرس، زالزالک، ساختار جنگل، کیکم، نزدیک‌ترین همسایه

مقدمه

رشته‌کوه زاگرس که از غرب تا جنوب غربی ایران گسترش‌یافته، به علت جذب رطوبت ابرهای باران‌زا از نواحی غربی با مبدأ دریای مدیترانه موقعیت لازم را برای استقرار و گسترش پوشش جنگلی به وجود آورده است (باتوبه و همکاران، ۱۳۹۲). این جنگل‌ها نقش مؤثر و قابل‌توجهی را در حفاظت از آب و خاک منطقه دارند (حسینی، ۱۳۹۰). متأسفانه، از آنجایی که جنگل‌های زاگرس از دیرباز به دلیل شرایط خاص اجتماعی، اقتصادی و زندگی کشاورزی و دامداری مردم منطقه، مورد بهره‌برداری و آسیب‌های شدید قرارگرفته‌اند (امیدی و همکاران، ۱۳۸۸)، بسیار حساس و شکننده‌اند و به علت تأثیر عوامل طبیعی و غیرطبیعی سیر قهقرائی را طی می‌کنند (حسینی،

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-09]

۱۳۹۰). این عوامل بر روی ساختار و ترکیب جنگل نیز تأثیر می‌گذارند.

یکی از آشکارترین جنبه‌های ساختاری یک توده جنگلی، الگوی مکانی یا نحوه توزیع درختان در آن است. فرایندهای بوم‌شناختی در بوم‌سازگان‌های جنگلی به‌طور مستقیمی از الگوی مکانی درختان و محدودیت‌های محیطی مانند توپوگرافی و اقلیمی تأثیر می‌پذیرند (نوری، ۱۳۹۰).

الگوی پراکنش و تأثیر آن در پویایی جمعیت و بوم‌سازگان دو موضوع اساسی در علم بوم‌شناسی است. علاوه بر تأثیر تخریب بر ساختار جنگل، گونه‌های مختلف درختی با توجه به خصوصیات ذاتی خود و یکنواختی یا عدم یکنواختی شرایط محیطی و بوم‌شناختی رویشگاه، نحوه پراکنش و ساختار مختلفی پیدا می‌کنند. شناخت الگوهای پراکنش و ساختاری هر یک از گونه‌ها می‌تواند در زندگی اجتماعی‌شان استفاده‌های زیادی از جنبه‌های بوم‌شناختی و جنگل‌شناسی کاربردی به‌منظور مدیریت بهینه آن‌ها داشته باشد (حسینی، ۱۳۹۱). تاکنون شاخص‌های متعددی به‌منظور بررسی ساختار جنگل توسعه یافته‌اند؛ اما اخیراً مجموعه‌ای از شاخص‌های تک‌درختی مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه توسط گروه تحقیقاتی مؤسسه مدیریت جنگل دانشگاه گوتینگن آلمان توسعه یافته است. این شاخص‌ها با دارا بودن عملکردی شبیه به ساختار مولکول‌های شیمیایی به بررسی همسایه‌های هر درخت یا نقطه معین در توده جنگلی می‌پردازد (Pommerening, 2006). در نظریه نزدیک‌ترین همسایه، فرض بر این است که فاصله هر درخت تا نزدیک‌ترین درخت به آن به نحوه الگوی پراکنش درختان حساس است و بر روابط بوم‌شناختی آن‌ها با یکدیگر تأثیر می‌گذارد (Illian *et al*., 2008). به‌علت دارابودن ویژگی‌هایی ازجمله آسانی اندازه‌گیری، ارزان بودن و صحت بالا (علی جانی و همکاران، ۱۳۹۲) موردتوجه محققین خارجی قرارگرفته است (Aguirre *et al*., 2003; Kint *et al*., 2000; Pastorella & Paletto, 2013; Pommerening, 2002; Pommerening, 2006; Puprecht *et al*., 2010). همچنین در ایران نیز این شاخص‌ها در تحقیقاتی مورد استفاده و بررسی قرارگرفته است (عرفانی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۲؛ علی جانی و همکاران، ۱۳۹۲؛ فرهادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ کاکاوند، ۱۳۹۲؛ مریدی،۱۳۹۳؛ نوری، ۱۳۹۰).

ساختار توده جنگلی (الگوی مکانی) نقش مهمی در شناخت و توصیف بوم‌سازگان‌های جنگلی، توسعه و تحول جنگل و تنوع زیستی مناطق جنگلی، ایفا می‌نماید (نوری، ۱۳۹۰). شاخص‌های مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه این امکان را برای محققین فراهم آورده‌اند که با کم‌ترین هزینه و زمان به بررسی ساختار گونه‌های نادر بپردازند؛ امری که با بسیاری از شاخص‌ها و توابع به‌راحتی امکان‌پذیر نیست.

به‌رغم تنوع بالای گونه‌های درختی و درختچه‌ای در جنگل‌های زاگرس به دلیل اینکه درصد زیادی از ترکیب گونه‌ای این جنگل‌ها را گونه‌های مختلف بلوط تشکیل می‌دهد؛ بیشتر مطالعات ساختاری انجام‌شده به گونه‌های بلوط اختصاص‌یافته و توجه کمتری به سایر گونه‌ها که مطمئناً دارای اهمیت زیادی در این بوم‌سازگان‌ها هستند، شده است. ازجمله مهم‌ترین گونه‌های باارزش جنگل‌های زاگرس که نقش مهمی را در بهبود تنوع زیستی و ساختار این جنگل‌ها ایفا می‌کنند گونه‌های زالزالک (*Cerataegus meyeri*) و کیکم (*Acer monspesulanum*) می‌باشند. لذا در این تحقیق سعی شده تا با به‌کارگیری شاخص‌های مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه‌ها به بررسی تنوع موقعیت مکانی، تنوع آمیختگی و تنوع ابعاد گونه‌های زالزالک و کیکم پرداخته شود.

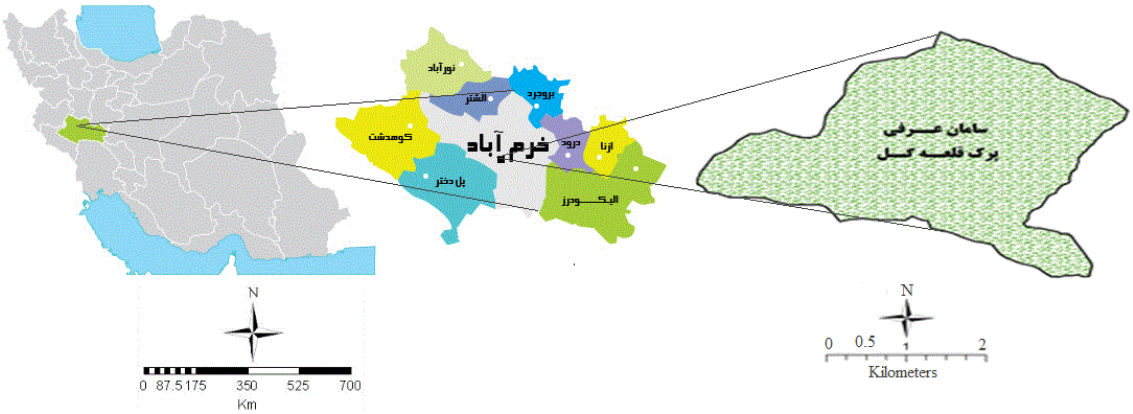
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در سامان عرفی پرک قلعه گل که در ۳۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان خرم‌آباد در استان لرستان قرار دارد انجام شده است (شکل ۱). درختان این منطقه عمدتاً دارای فرم رویشی شاخه‌زاد و تک‌اشکوبه هستند. همچنین حداقل و حداکثر ارتفاع از سطح دریا در این منطقه به‌ترتیب برابر با ۱۴۹۳ و ۲۰۸۰ متر و میانگین بارندگی سالانه آن در حدود

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-09]

۷۲۵/۲۴ میلی‌متر می‌باشد. در منطقه قلعه گل حدود ۱۳۰ گونه درختی، درختچه‌ای و علفی وجود دارد و از گونه‌های درختی غالب در منطقه می‌توان بلوط ایرانی، بادام، زالزالک، کیکم و گلابی وحشی را نام برد. در این سامان همانند دیگر قسمت‌های زاگرس از دیرباز بهره‌برداری‌ها و برداشت‌هایی جهت تعلیف دام و جمع‌آوری بذور درختان و سرشاخه‌زنی پایه‌ها صورت گرفته است. از آثار و نشانه‌های تخریب در این منطقه می‌توان به شاخه‌زاد بودن اکثر پایه‌های دانه‌زاد، کاهش سطح جنگل، کمبود لکه‌های تجدیدحیات بذری، تنک بودن توده‌های جنگلی، کاهش حاصلخیزی و فرسایش سطحی خاک و کشت دیم در داخل جنگل اشاره کرد (بی‌نام، ۱۳۹۱). در شکل یک موقعیت جغرافیایی منطقه موردبررسی مشاهده می‌گردد.



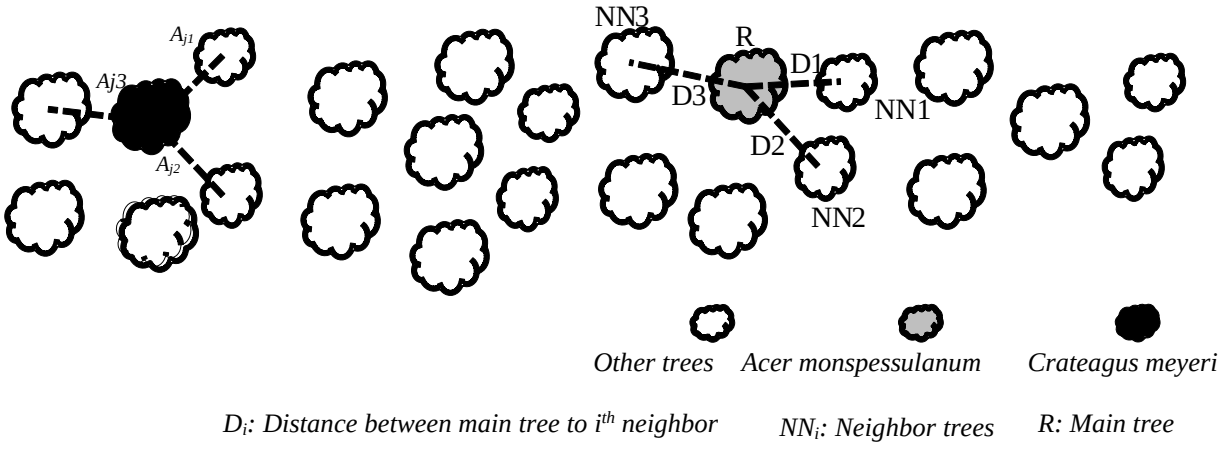
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Geographical location of the study area

روش بررسی

در این تحقیق به‌منظور بررسی ساختار گونه‌های زالزالک و کیکم، ابتدا در جنگل‌های سامان عرفی پرک مناطقی با دست‌خوردگی و تخریب کمتر تعیین گردید و با توجه به اینکه دو گونه مذکور دارای تراکم بسیار کمی در منطقه موردمطالعه می‌باشند؛ با استفاده از جنگل‌گردشی و بازدیدهای میدانی تعداد ۳۰ پایه زالزالک و ۳۰ پایه کیکم شناسایی شد. پس از اندازه‌گیری ابعاد تاج پایه‌های زالزالک و کیکم، هرکدام از آن‌ها یک‌بار به‌عنوان درخت مرجع انتخاب و ویژگی‌هایی ازجمله آزیموت و فاصله تا نزدیک‌ترین سه درخت همسایه و همچنین نوع گونه و ابعاد تاج درختان همسایه اندازه‌گیری شد. در شکل ۲ نمایی شماتیک از مطالعه صورت‌گرفته ارائه شده است.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-09]



شکل ۲- نمایی شماتیک از بررسی ساختار گونه‌های زالزالک و کیکم

Figure 2. Schematic view of hawthorn and maple structure

پس از اتمام عملیات میدانی، با استفاده از شاخص‌های ارائه‌شده در جدول ۱ ساختار و موقعیت مکانی گونه‌های زالزالک و کیکم در ارتباط با درختان همسایه مورد بررسی قرار گرفت.

شاخص زاویه یکنواخت (W) به بررسی درجه منظم بودن توزیع مکانی موقعیت درختان در جنگل می‌پردازد. اندازه‌گیری این شاخص نیازمند تعیین زاویه بین درختان است، بدین منظور فاصله درخت مرجع تا درختان همسایه با متر اندازه‌گیری شد و با استفاده از قطب‌نما نیز آزیموت بین درختان تعیین گردید، سپس بر اساس فاصله و آزیموت بین درختان، زاویه بین آن‌ها محاسبه شد.

ارزش این شاخص برای یک گروه ساختاری و همچنین تمام گروه‌های ساختاری از یک گونه به ترتیب بر اساس روابط ۱ و ۲ قابل محاسبه هست.

رابطه ۱: $$W_i = \frac{1}{k}\sum_{j}^{k} = 1^{wij}$$

رابطه ۲: $$W_i = \frac{1}{n}\sum_{j}^{n} = 1^{wi}$$

در رابطه فوق اگر زاویه بین درختان همسایه (αj) کمتر از ۱۲۰ درجه باشد w_{ij} ارزشی برابر با ۱ و اگر بزرگ‌تر یا مساوی با ۱۲۰ درجه باشد برابر با صفر خواهد شد. همچنین n برابر است با تعداد کل درختان مرجع از یک گونه که در این مطالعه ۳۰ می‌باشد و k برابر با سه درخت همسایه‌ی درخت مرجع است. همان‌گونه که در رابطه ۱ مشخص است این شاخص بر اساس زاویه بین درختان محاسبه می‌شود. اطلاعات بیشتر در رابطه با این شاخص در جدول ۱ ارائه شده است.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-09]

جدول ۱- شاخص‌های ساختاری مورد بررسی در این تحقیق (Pastorella & Paletto, 2013).

Table 1. Structural indices used in this study

نام شاخص Indices name	خصوصیات استفاده شده Used characteristic	دامنه شاخص‌ها Rang of indices	مشخصات Categories
Uniform angle index (W)	Diversity of comparing spatial	(0-1)	W<0/3 :Regular pattern 0/3≤W<0/4 :Random pattern W≥0/4 :Clumped pattern
Mingling index (M)	Mingling of species	(0-1)	M<0/3 :Low species mixture 0/3≤M<0/5 :Midway species mixture M≥0/5 :High species mixture
Crown canopy differentiation (TM)	Dimensions of Diversity	(0-1)	TM<0/3 :Low dimension variation :Midway dimension variation 0/3≤TM<0/5 TM≥0/5 :High
Dimension crown canopy (TD)	Dimensions of Diversity	(0-1)	Low dimension :0/3<TD 0/3≤TD<0/5 :Midway dimension TD≥0/5 :High dimension variation
Distance to other neighbors (D)	Density	-	-

دومین شاخص استفاده شده در این تحقیق، شاخص آمیختگی (M) می‌باشد. ارزش این شاخص برای یک گروه ساختاری و همچنین تمامی گروه‌های ساختاری به ترتیب از روابط ۳ و ۴ قابل‌محاسبه می‌باشد (Pastorella & Paletto, 2013).

رابطه ۳:
$$M_i = \frac{1}{k}\sum_{j}^{k} = 1^{Vij}$$

رابطه ٤:
$$M_i = \frac{1}{n}\sum_{j}^{n} = 1^{Mi}$$

بر اساس معادلات فوق، اگر درخت مرجع (i) و همسایه (j) از گونه‌های مختلف باشند، Vij ارزشی برابر با ۱ و در غیر این صورت ارزش صفر خواهد گرفت. همچنین n برابر با تعداد درختان مرجع از یک گونه و k برابر با سه درخت همسایه درخت مرجع است. ارزش این شاخص همانند شاخص زاویه یکنواخت بین صفر تا ۱ متغیر می‌باشد و ارزش‌های نزدیک به صفر نشان‌دهنده آمیختگی کم و ارزش‌های نزدیک به ۱ نشان‌دهنده آمیختگی بالا می‌باشد. اطلاعات بیشتر در رابطه با این شاخص در جدول ۱ ارائه شده است.

شاخص اختلاف ابعاد (TM) استفاده شده در این تحقیق برای اولین بار توسط Fuldner (1995) تشریح و برای ویژگی قطر برابر سینه درختان مورد استفاده قرار گرفت. ولی در این تحقیق با توجه به شرایط جنگل‌های زاگرس از ویژگی مساحت تاج به‌جای قطر برابر سینه استفاده شد. ارزش این شاخص برای یک گروه ساختاری و همچنین تمامی گروه‌های

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-09]

ساختاری با استفاده از روابط ۵ و ۶ نشان داده شده است.

رابطه ۵: $$TM_i = \frac{1}{k}\sum_{j}^{k} = 1^{(1-dij)}$$

رابطه ۶: $$TM_i = \frac{1}{n}\sum_{j}^{n} = 1^{(1-dij)}$$

که در آن، d_{ij} نسبت بین کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین ویژگی موردبررسی (در این تحقیق مساحت تاج) در جفت درختان همسایه موردبررسی می‌باشد. همچنین n برابر با تعداد درختان مرجع از یک گونه و k برابر با سه درخت همسایه درخت مرجع است. محدوده و طبقات این شاخص در جدول ۱ نشان داده شده است (Pastorella & Paletto, 2013).

شاخص چیرگی ابعاد (TDi) نیز همانند شاخص اختلاف ابعاد به بررسی تنوع ابعاد درختان می‌پردازد. این شاخص نشان می‌دهد که آیا درخت مرجع نسبت به سایر همسایگان خود ازنظر ویژگی موردبررسی غالب است یا مغلوب. ارزش این شاخص برای یک گروه ساختاری و همچنین تمامی گروه‌های ساختاری به ترتیب با استفاده از روابط ۷ و ۸ قابل محاسبه است:

رابطه ۷: $$TD_i = \frac{1}{k}\sum_{j}^{k} = 1^{Vij}$$

رابطه ۸: $$TD_i = \frac{1}{n}\sum_{j}^{n} = 1^{TDi}$$

در جدول ۱ اطلاعات بیشتری به‌خصوص در مورد محدوده و طبقات این شاخص ارائه گردیده است. ازآنجایی‌که شاخص‌های فوق بدون درنظر گرفتن فاصله یا به عبارتی تراکم درختان به بررسی ساختار می‌پردازند، نیاز است که شاخص فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه‌ها نیز به‌طور مکمل با شاخص‌های قبلی مورداستفاده قرار گیرد. روابط ۹ و ۱۰ نحوه محاسبه این شاخص را برای یک گروه ساختاری و همچنین تمامی گروه‌های ساختاری نشان می‌دهد.

رابطه ۹: $$D_i = \frac{1}{k}\sum_{j}^{n} = 1^{Sij}$$

رابطه ۱۰: $$D_i = \frac{1}{n}\sum_{j}^{n} = 1^{Di}$$

که در این رابطه، s_{ij} عبارت از فاصله بین درخت مرجع تا jامین همسایه آن است (Ruprecht *et al.*, 2010).

شاخص‌های ساختار مکانی در یک جنگل باید با یک مبنا یا مرجع مقایسه شود. بدین منظور از شبیه‌ساز رایانه‌ای به‌منظور مقایسه مشخصات مکانی جنگل موردنظر با جنگل شبیه‌سازی‌شده استفاده می‌گردد؛ بنابراین پس از کمی‌سازی ساختار دو گونه زالزالک و کیکم به‌منظور مقایسه ساختار دو گونه مذکور از الگوریتم اختلاف مطلق (AD) استفاده شد. از مزایای این روش این است که از مشخصات جنگل مشاهده‌شده به‌منظور تهیه جنگل شبیه‌سازی‌شده استفاده می‌شود و نه از مشخصات جنگلی دیگر (رابطه ۱۱).

رابطه ۱۱: $$AD = \frac{1}{2}\sum_{i}^{n} = 1|p_{1i} - p_{2i}|$$
$$AD = \in [0,1]$$

در رابطه فوق، P_i عبارت است از فراوانی نسبی ارزش‌های جمعیت اول (جنگل شبیه‌سازی‌شده) در طبقات ۱ تا n توزیع و p_{2i} فراوانی نسبی ارزش‌های جمعیت دوم (جنگل موردبررسی) در طبقات ذکرشده می‌باشد. مقدار AD بیان‌کننده درصد نسبتی است که باید بین طبقات توزیع اول مبادله شود تا این توزیع مشابه توزیع جمعیت دوم شود. اگر مقدار AD برابر با صفر باشد، بیانگر شباهت مطلق بین دو توزیع مورد مقایسه (جنگل مورد بررسی و جنگل شبیه‌سازی‌شده) می‌باشد، درحالی‌که اگر مقدار این الگوریتم برابر با ۱ محاسبه شود بیانگر این است که دو توزیع دارای هیچ طبقه مشترکی با یکدیگر نمی‌باشند (Pastorella & Paletto, 2013).

نتایج

در جدول ۲ نتایج حاصل از بررسی‌های اولیه بر روی داده‌های جمع‌آوری‌شده ازجمله حداقل، حداکثر، میانگین و ضریب تغییرات تاج گونه‌های زالزالک و

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-09]

کیکم ارائه شده است. همان‌گونه که در جدول ۲ نشان داده شده است درصد ضریب تغییرات سطح تاج پوشش گونه زالزالک ۲/۳۶ برابر درصد ضریب تغییرات سطح تاج پوشش گونه کیکم است.

جدول ۲- مشخصات کمی دو گونه زالزالک و کیکم در منطقه مورد مطالعه

Table 2. Quantitative characteristics of two species of hawthorn and maple in the study area

گونه Species	ضریب تغییرات Coefficient of Variation (%)	متوسط تاج پوشش Average of crown canopy (m^2)	حداکثر تاج پوشش Maximum of crown canopy (m^2)	حداقل تاج پوشش Minimum of crown canopy (m^2)	تعداد درختان Tree numbers
Cerataegus meyeri	120.73	10.59	49.46	0.39	30
Acer monspesulanum	51.12	19.48	43.96	3.92	30

پس از بررسی‌های اولیه بر روی داده‌های جمع‌آوری‌شده، شاخص‌های زاویه یکنواخت، آمیختگی، اختلاف ابعاد، چیرگی ابعاد و همچنین فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه‌ها برای هر کدام از گروه‌های ساختاری (یک درخت مرجع که یکی از گونه‌های زالزالک و کیکم بوده و سه درخت همسایه آن) به تفکیک دو گونه مذکور محاسبه شد. در جدول ۳ میانگین این شاخص‌ها ارائه شده است.

جدول ۳- میانگین شاخص‌های ساختاری برای دو گونه زالزالک و کیکم در منطقه مورد مطالعه

Table 3. Average of structural parameters for two species of hawthorn and maple in the study area

گونه Species	Di	TDi	TM	Mi	Wi
Cerataegus meyeri	7.374	0.322	0.582	0.887	0.744
Acer monspesulanum	6.278	0.656	0.42	0.955	0.733

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-09]

به‌طور مکمل با شاخص اختلاف ابعاد به بررسی جنبه سوم ساختار (تنوع ابعاد) می‌پردازند، نشان می‌دهد که هر دو گونه دارای اختلاف ابعاد متوسط هستند و گونه کیکم چیرگی بیشتری از زالزالک دارد (جدول ۳)، بر اساس جدول ۳ مغلوبیت نسبی گونه زالزالک (به‌طور متوسط گونه زالزالک مرجع دارای تاج وسیع‌تر از یکی از همسایه‌ها و تاج کوچک‌تر از دو همسایه دیگر می‌باشد) و غالبیت نسبی گونه کیکم (به‌طور متوسط گونه کیکم دارای تاج وسیع‌تر از دو همسایه و تاج کوچک‌تر از یکی از همسایه‌ها می‌باشد)

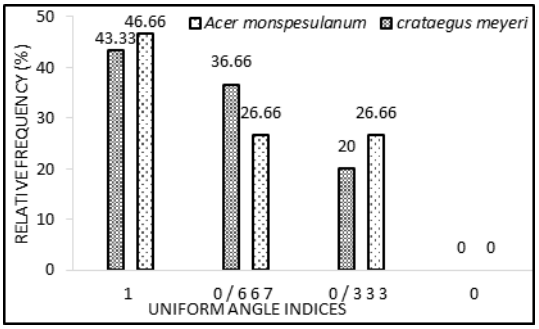
بر اساس نتایج حاصل از جدول ۳ و بر اساس طبقه‌بندی ارائه‌شده در جدول ۱ که از Pastorella و Paletto (۲۰۱۳) اقتباس شده، مقادیر میانگین شاخص زاویه یکنواخت (Wi) نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین دو گونه ازنظر این شاخص وجود ندارد و هر دو گونه نسبت به سه همسایه خود چیدمان کپه‌ای دارند. البته مقدار شاخص زاویه یکنواخت برای گونه زالزالک اندکی بیشتر است (شکل ۳ الف). همچنین بر اساس جدول ۳ و طبقه‌بندی ارائه‌شده در جدول ۱، دو گونه زالزالک و کیکم آمیختگی گونه‌ای بالایی را نشان می‌دهند. نتایج این شاخص نشان‌دهنده آمیختگی بیشتر گونه کیکم می‌باشد، حضور پایه‌هایی از گونه‌های بلوط، گلابی و بادام در اطراف پایه‌های کیکم و زالزالک موجب افزایش آمیختگی این دو گونه گردیده است (شکل ۳ ب) و اما نتایج حاصل از دو شاخص چیرگی ابعاد که

نسبت به همسایگان خود متوسط می‌باشد (شکل ۳ ج). همچنین شاخص اختلاف ابعاد نشان داد که گونه زالزالک نسبت به سه همسایه خود دارای اختلاف زیادی ازنظر سطح تاج بوده درحالی‌که کیکم دارای اختلاف متوسطی می‌باشد، بر اساس نتایج جدول ۳ کیکم دارای درجه بیشتری از چیرگی نسبت به گونه زالزالک است. نتایج شاخص فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه‌ها که در جدول ۳ ارائه شده است نشان‌دهنده فاصله کمتر بین پایه‌های کیکم نسبت به درختان مجاور خود می‌باشد. اما نتایج حاصل از الگوریتم اختلاف مطلق به ترتیب برای شاخص زاویه یکنواخت، آمیختگی و چیرگی ابعاد برابر با ۰/۱، ۰/۱۷ و ۰/۴۷ محاسبه شد که نشان‌دهنده اختلاف ۱۰، ۱۷ و ۴۷ درصدی بین توزیع دو گونه با توزیع جنگل شبیه‌سازی‌شده می‌باشد. بر اساس این الگوریتم بیشترین اختلاف مربوط به ویژگی تنوع ابعاد بین دو گونه بوده و پس از آن تنوع آمیختگی و تنوع موقعیت مکانی بین دو گونه دارای اختلافات کمتری می‌باشند.

بحث

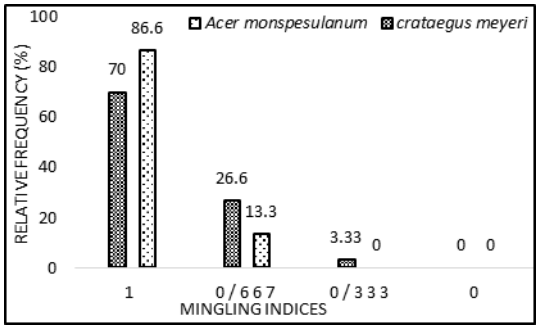
الگوهای مکانی در شناخت و حل مسائل بوم شناختی و ارائه راه‌کارهای مدیریتی دارای نقش قابل‌توجهی هستند. نتایج حاصل از مطالعات تنوع موقعیت مکانی دو گونه زالزالک و کیکم نشان‌دهنده چیدمان کپه‌ای هر دو گونه نسبت به همسایگان خود که عمدتاً از گونه بلوط هستند بود. بصیری و همکاران (۱۳۸۵) نیز الگوی پراکنش گونه زالزالک را کپه‌ای توصیف نمودند و دلیل آن را هم قطع درختان برای مصارف مختلف، خورده شدن بذرها توسط دام و عدم زادآوری طبیعی این گونه دانستند (بصیری و همکاران، ۱۳۸۵). درصد ضریب تغییرات سطح تاج پوشش زالزالک ۲/۳۶ برابر بیشتر از گونه کیکم است. به‌عبارت‌دیگر پایه‌های زالزالک ازنظر مساحت ابعاد تاج پوشش متفاوت‌تر و مختلف‌تر از پایه‌های کیکم هستند، در توجیه این امر می‌توان بیان نمود که شکل و مساحت تاج پوشش درختان یا تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و یا تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد، با توجه به اینکه گونه زالزالک به دلیل داشتن میوه مورداستفاده و بهره‌برداری توسط مردم قرار می‌گیرد، می‌توان این امر را دلیلی بر تفاوت ابعاد و مساحت تاج پوشش پایه‌های آن دانست.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-09]



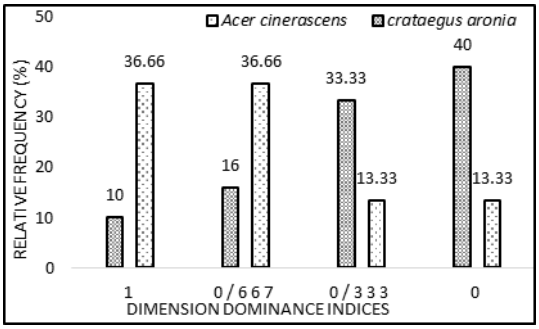
الف) نمودار توزیع مقادیر شاخص‌های زاویه یکنواخت

A: Diagram of distribution value of uniform angle indices



ب) نمودار توزیع مقادیر شاخص‌آمیختگی

B: Diagram of distribution value of mingling indices



الف) نمودار توزیع مقادیر شاخص چیرگی ابعاد

C: Diagram of distribution value of dimension dominance indices

شکل ۳- نمودارهای توزیع مقادیر شاخص‌های زاویه یکنواخت (الف)، آمیختگی (ب) و چیرگی ابعاد (ج) گونه‌های زالزالک و کیکم

Figure 3. Diagrams of distribution value of uniform angle (A), mingling (B) and dimension dominance (C) indices for hawthorn and maple

بر اساس مطالعات بصیری و همکاران (۱۳۸۵)، همچنین صفری و همکاران (۱۳۸۹) الگوی موقعیت مکانی گونه بلوط به شکل کپه‌ای می‌باشد که با توجه به سنگینی بذر بلوط قابل توجیه است. در این تحقیق نیز از آنجایی‌که همسایگان گونه‌های زالزالک و کیکم را غالباً بلوط تشکیل داده‌اند، وجود چیدمان کپه‌ای برای درختان همسایه قابل توجیه می‌باشد (بصیری و همکاران، ۱۳۸۵؛ صفری و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین بر اساس مطالعه فرهادی و همکاران (۱۳۹۲) که با استفاده از شاخص زاویه یکنواخت انجام شد، بیان گردید که بر اثر تخریب توسط جوامع محلی موقعیت مکانی درختان بلوط از حالت کپه‌ای به حالت مابین تصادفی و کپه‌ای تغییر یافته است (فرهادی و همکاران، ۱۳۹۲). در این تحقیق نیز قطعاً تأثیر جوامع محلی در منطقه موردمطالعه و تخریبی که در نتیجه حضور آن‌ها ایجاد می‌گردد ازجمله عوامل مهم تغییر در موقعیت مکانی درختان است، این مطالعات نیز در جنگل‌های زاگرس انجام شده‌اند که در هر سه منطقه موردبررسی آثار تخریب‌های طبیعی و انسانی به چشم می‌خورد. در پژوهش ابراهیمی و پوربابایی (۱۳۹۲) نیز الگوی پراکنش گونه‌های درختی در دو منطقه حفاظت‌شده و حفاظت‌نشده مقایسه گردید و در هر دو منطقه الگوی پراکنش درختان کپه‌ای تعیین شد. به‌طورکلی در جوامع جنگلی الگوی پراکنش بسیاری از گونه‌ها به‌صورت کپه‌ای است، دلیل این امر نیز روابط متقابل درختان با سایر عوامل محیطی است (Manabe, 2000). نتیجه به‌دست‌آمده در این تحقیق با برخی مطالعات دیگر ازجمله پژوهش

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-09]

حسینی (۱۳۹۰) در تقابل است. آن تحقیق نشان داد گردید که بذر گونه کیکم سبک بوده و به‌راحتی همیشه و به‌ویژه هنگام وزش باد مسافتی را فراتر از محدوده وسعت تاج درخت می‌پیماید، این امر باعث شده که گونه کیکم همواره به‌صورت انفرادی و پراکنده در جنگل حضور یابد؛ بنابراین می‌توان فاکتورهایی مانند اندازه و وزن بذر، شکل و شیب زمین، شرایط جوی منطقه (باد، برف، بارندگی و رواناب ناشی از آن در فصل ریزش بذر) و سرانجام دخالت‌های انسانی را در چگونگی انتشار بذر درختان و در نهایت تأثیر در الگوی پراکنش آن‌ها مؤثر دانست که در بین آن‌ها اندازه و وزن بذر با مسافت انتشار رابطه معکوس داشته و مابقی رابطه مستقیم دارند (حسینی، ۱۳۹۰). Calvino-Cancela (۲۰۰۲) نیز نحوه الگوی پراکنش بذر را از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر الگوی پراکنش مکانی گونه‌ها می‌داند.

نتایج حاصل از شاخص آمیختگی دو گونه زالزالک و کیکم نشان‌دهنده آمیختگی بالای این دو گونه (مخصوصاً کیکم) می‌باشد. آمیختگی گونه‌ای تحت تأثیر موقعیت مکانی درختان قرار دارد (Pommerening, 2002). در جنگل‌های زاگرس و منطقه مورد بررسی گونه‌های زالزالک، کیکم، شن، ارژن و گلابی با توجه به تعداد کم آن‌ها اکثراً با پایه‌های غیر هم‌جنس خود اختلاط دارند درحالی‌که گونه بلوط به دلیل فراوانی بالای خود در منطقه زاگرس دارای آمیختگی کمی می‌باشد (فرهادی و همکاران، ۱۳۹۲). در منطقه موردمطالعه همانند سایر مناطق جنگلی استان لرستان گونه بلوط ایرانی غالب است و در کنار درختان زالزالک و کیکم پایه‌های بلوط هم مشاهده می‌گردند که این امر موجب تنوع درختی بیشتر در اطراف پایه‌های کیکم و زالزالک گردیده و در نتیجه منجر به بالاتر بودن شاخص آمیختگی این دو گونه شده است. همچنین کمبود زادآوری طبیعی در نتیجه تخریب‌های ایجاد شده نیز موجب می‌شود که در کنار اغلب پایه‌های کیکم و زالزالک گونه‌های غیر هم‌جنس بیشتری مشاهده شود. درصورتی‌که در این منطقه زادآوری طبیعی مستقر شود در بیشتر موارد توسط دام چرا شده و از بین خواهد رفت. در سال‌های اخیر خشک‌سالی‌ها و کمبود نزولات جوی در کنار سایر عوامل اکولوژیکی نقش مهمی در کاهش زادآوری درختان مادری داشته است. سومین ویژگی موردبررسی در این تحقیق تنوع ابعاد درختان بود که با استفاده از دو شاخص اختلاف ابعاد و چیرگی ابعاد موردبررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل از این شاخص گونه‌های زالزالک و کیکم به ترتیب دارای اختلاف زیاد و متوسط با گونه‌های همسایه خود می‌باشند. همچنین شاخص چیرگی ابعاد نشان داد که گونه زالزالک نسبت به همسایگان خود حالت مغلوب دارد. در حالی‌که کیکم ازنظر تاج به شکل غالب می‌باشد. همچنین بر اساس نتایج حاصل از الگوریتم اختلاف مطلق بیشترین تفاوت ساختاری بین دو گونه زالزالک و کیکم به ویژگی تنوع ابعاد مربوط می‌شود (اختلاف ۴۷ درصدی). مدیریت جنگل در کنار سن و مراحل تکاملی توده از عوامل تأثیرگذار بر اختلاف ابعاد درختان هستند، (Pommerening, 2002). در جنگل‌های زاگرس بهره‌برداری‌هایی که از جنگل به‌ویژه درختان بلوط ایرانی صورت می‌گیرد موجب گردیده که فضاهای خالی در اطراف برخی از پایه‌های کیکم و زالزالک ایجادشده و این امر شرایط گسترش ابعاد تاج آن‌ها را ایجاد می‌کند. همچنین در قسمت‌هایی از جنگل که زالزالک در کنار بلوط قرارگرفته است، با توجه به اینکه گونه بلوط ایرانی از قدرت جست دهی بالاتری برخوردار است و بخش اعظم بهره‌برداری‌های انجام‌شده در منطقه نیز متوجه این گونه می‌باشند، اغلب پایه‌های بلوط ایرانی حالت چند شاخه دارند و تاج‌های آن‌ها در اغلب موارد درهم تنیده شده و مساحت زیادی به خود اختصاص می‌دهد، این امر موجب می‌گردد که ازنظر چیرگی ابعاد تاج گونه زالزالک نسبت به بلوط ایرانی حالت مغلوب داشته باشد. همچنین می‌توان بیان نمود گونه زبان‌گنجشک به علت سرشت نیمه‌نورپسندی خود در زیر تاج پوشش درختان بلوط قرارگرفته و از این حیث بلوط به دلیل نورپسند بودن توانسته است بر زالزالک غالبیت بیشتری داشته باشد. کیکم به دلیل داشتن

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-09]

ارتفاع کمتر و به دلیل اینکه اشکوب دوم جنگل‌های منطقه است توانسته تاج خود را گسترش بیشتری دهد. در نهایت باید خاطرنشان کرد الگوی توزیع و پراکنش گونه‌های درختی که خود متأثر از مجموعه عوامل متعددی است بر دیگر جنبه‌های ساختار گونه‌های درختی تأثیرگذار است. همچنین بهره‌برداری‌های متوالی، چرای دام به‌صورت گسترده، تضعیف و فرسایش خاک در جنگل‌های زاگرس همواره وجود داشته و کمتر منطقه‌ای را می‌توان در زاگرس مشاهده کرد که به‌صورت کاملاً بکر و دست‌نخورده باشد. همچنین برنامه‌های مدیریتی مختلف و اغلب کوتاه‌مدتی که در جنگل‌های زاگرس اجرا شده‌اند که استفاده از این شاخص‌ها برای بررسی ساختار جنگل می‌تواند به ارزیابی این فعالیت‌های مدیریتی نیز کمک نماید.

نتیجه‌گیری

درختان در جنگل روابط متقابل دارند و این رابطه متقابل در ساختار مکانی جنگل تأثیر می‌گذارد، با به‌کارگیری شاخص‌های مبتنی بر نزدیک‌ترین همسایه، علاوه بر تشریح وضعیت فعلی توده‌های جنگلی و گونه‌های موجود در آن می‌توان به بررسی تغییرات ایجادشده در طی زمان و مکان و همچنین به بررسی تأثیر فعالیت‌های مدیریتی بر روی ساختار گونه‌ها پرداخت و نیاز است که پس از شناخت الگوهای ساختاری مشاهده‌شده در گونه‌های مختلف، به بررسی دلایل بوم‌شناختی ایجاد چنین الگوهایی پرداخت.

منابع

امیدی، ح.، اکبری‌نیا، م.، حسینی، س. م و مهدوی، ع. ۱۳۸۸. تأثیر عوامل فیزیو گرافی و خاک بر زادآوری طبیعی گونه‌های چوبی منطقه کوشک در ایلام. انجمن جنگلبانی ایران، سومین همایش ملی جنگل. ایران، ص ۶-۱.

باتوبه، س. پ.، اخوان، ر.، پورهاشمی، م و کیادلیری، ه. ۱۳۹۲. تعیین حداقل سطح مناسب بررسی الگوی پراکنش مکانی برودار (*Quercus brantii* Lindl.) در توده‌های کمتر دخالت شده جنگل‌های مریوان با استفاده از تابع K رایپلی. مجله جنگل و فراورده‌های چوب، ۶۶(۱): ۳۸-۲۷.

بصیری، ر.، سهرابی، ه و مزین، م. ۱۳۸۵. تحلیل آماری الگوی پراکنش مکانی گونه‌های درختی در منطقه قامیشله مریوان. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۹(۳): ۵۸۸-۵۷۹.

بی‌نام. ۱۳۹۱. طرح جنگلداری سامان عرفی پرک قلعه گل، گروه جنگلداری دانشگاه لرستان، ۱۰۴ ص.

حسینی، آ. ۱۳۹۰. انتشار بذر و استقرار طبیعی زادآوری جنسی گونه‌های درختی بلوط ایرانی، بنه و کیکم در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: جنگل‌های میان تنگدر استان ایلام). اکوسیستم‌های طبیعی ایران، ۱(۳): ۷۴-۶۵.

حسینی، آ. ۱۳۹۱. الگوی پراکنش گونه‌های درختی کیکم و شن در رابطه با توپوگرافی و فرم توده در جنگل‌های کارزان، ایلام. اکوسیستم‌های طبیعی ایران، ۳(۲): ۲۷-۳۷.

صفری، آ.، شعبانیان، ن.، عرفانی‌فرد، س. ی.، حیدری، ر. ح و پور رضا، م. ۱۳۸۹. بررسی الگوی پراکنش مکانی گونه بنه (مطالعه موردی: جنگل‌های باینگان استان کرمانشاه). مجله جنگل ایران، ۲(۲): ۱۸۵-۱۷۷.

عرفانی‌فرد، س. ی.، زارع، ل و فقهی، ج. ۱۳۹۲. کاربرد شاخص‌های نزدیک‌ترین همسایه در شاخه زادهای بلوط ایرانی (*Quercus brantii* var. *persica*) جنگل‌های زاگرس. مجله بوم‌شناسی کاربردی، ۲(۵): ۲۴-۱۵.

علی‌جانی، و.، ثاقب طالبی، خ و اخوان، ر. ۱۳۹۲. کمی سازی ساختار توده‌های دست‌نخورده راش در مراحل مختلف تحولی (مطالعه موردی: منطقه کلاردشت، مازندران). مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱(۳): ۳۹۶-۴۱۰.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-09]

فرهادی، پ.، سوسنی، ج.، عادلی، ک و علی‌جانی، و. ۱۳۹۲. بررسی تغییرات موقعیت مکانی و تنوع گونه‌ای جنگل‌های زاگرس بر اثر تخریب جوامع محلی (مطالعه موردی: جنگل‌های قلعه گل خرم‌آباد). مجله علوم و فناوری چوب و جنگل، ۲۰(۴):۸۰-۶۱.

کاکاوند، م. ۱۳۹۲. ترکیب و تنوع ساختاری توده‌های آمیخته راش در مرحله بینابینی توالی توده‌های آمیخته راش-ممرز. رساله کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج. ۸۷ ص.

مریدی، م. ۱۳۹۳. مشخصه‌های ساختاری توده‌های آمیخته راش در فاز کاهش پایه‌ها (مطالعه موردی: بخش گرازبن، جنگل خیرود، شمال ایران). رساله کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج. ۹۴ ص.

نوری، ز. ۱۳۹۰. روش آماربرداری چندمنظوره با رویکرد اکولوژیک در راشستان‌های شمال ایران (مطالعه موردی: بخش گرازبن جنگل آموزشی پژوهشی خیرود) رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج. ۱۰۸ ص.

Aguirre, O., Hui, G., Gadow, K.V. & Jimenez, J. 2003. An analysis of forest structure using neighborhood-based variables. Forest Ecology and Management, 183(1): 137-145.

Calvino-Cancela, M., 2002. Spatial patterns of seed dispersal and seedling recruitment in *Corema album* (Empertaceae): the importance of unspecialized dispersers for regeneration. Journal of Ecology, 90(5): 775-784.

Illian, J., Penttinen, A., Stoyan, H. & Stoyan, D. 2008. Statistical Analysis and Modelling of Spatial Point Patterns. John Wiley & Sons Press, UK, 557 p.

Kint, V., Lust, N., Ferris, R. & Olsthoorn, A.F.M. 2000. Quantification of forest stand structure applied to Scote Pine (*Pinus sylvestris* L.) Forests. Forest Systems, 9(S1): 147-163.

Manabe, T., Nishimura, N., Miura, M & Yamamoto, S. 2000. Population structure and spatial patterns of trees in temperate old-growth evergreen broad-leaved forests in Japan. Plant Ecology, 151: 181-197.

Pastorella, F. & Paletto, A. 2013. Stand structure indices as tools to support forest management: an application in Trentino forests (Italy). Journal of Forest Science, 59(4):159-168.

Pommerening, A. 2002. Approaches to quantifying forest structures. Forestry, 75(3): 305-324.

Pommerening, A. 2006. Evaluating structural indices by reversing forest structural analysis. Forest Ecology and Management, 224(3): 266-277.

Pommerening, A. & Stoyan, D. 2006. Edge-correction needs in estimating indices of spatial forest structure. Canadian Journal of Forest Research, 36(7): 1723-1739.

Ruprecht, H., Dhar, A., Aigner, B., Oitzinger, G., Raphael, K. & Vacik, H. 2010. Structural diversity of English yew (*Taxus baccata* L.) populations. European Journal of Forest Research, 129(2): 189-198.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-09]

Journal of Zagros Forests Researche, 1(2), Autumn & Winter, 2015

Investigation of Hawthorn and Maple's Stands Structures of Zagros Forest Using Nearest Neighbors Indices

Babak Pilehvar [1, *], Zahra Mirazadi [2], Vahid Alijani [3], Hamzeh Jafari Sarabi [4]

[1] *Assistant Professor, Forestry Department, Agriculture Faculty, Lorestan University, Lorestan, Iran*
[2] *PhD, Student, Forestry Department, Agriculture Faculty, Lorestan University, Lorestan, Iran*
[3] *PhD, Student, Natural Resource Faculty, University of Tehran, Tehran, Iran*
[4] *PhD, Student, Forestry Department, Agriculture Faculty, Lorestan University, Lorestan, Iran*
[*] Corresponding author, E-mail address: pilehvar.b@lu.ac.ir

(Received: 2014.09.10 Accepted: 2015.02.06)

Abstract

Considering the importance of forest structure and interaction among different tree species, this study conducted aimed to determine and compare spatial pattern, heterogeneity, and dimensions of Hawthorn and Maple trees with other neighbor trees. For determining Hawthorn and Maple trees structure, 30 individual of each trees were identified and studied. Based on the results, uniform angle index for Hawthorn and Maple trees were 0/744, and 0/733 respectively, which would propose a clumped pattern for these two species. Computed mingling index values for Hawthorn and Maple were 0/877 and 0/955 respectively that show a high tree species mixture. Also, the average of crown canopy differentiation and crown canopy dimension were 0/582 and 0/322 respectively, for Hawthorn tee and it was 0/42 and 0/656 respectively for Maple tree. Based on mean values, these results show that Hawthorn had high level of differentiation but was inferior in comparing to its neighbors; whereas Maple has intermediate differentiation and is dominant to the other neighbors. The average distance to nearest neighbors for Hawthorn and Maple were calculated 7/374 and 6/278 respectively. The results of an absolute discrepancy algorithm (AD) showed a high differentiation of Hawthorn and Maple mixture in comparing to the other indices. It is concluded that maple is superior to hawthorn in dimension and because of low frequency of these two species, they hold high values of mingling indices.

Keywords: Forest structure, Hawthorn, Maple, Nearest neighbors, Zagros forest

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-09]

Translated References

Alijani, V., Sagheb-Talebi, KH. & Akhavan, R. 2014. Quantifying structure of intact beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands at different development stages (Case study: Kelardasht area, Mazandaran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(3): 396-410. (In Persian with English Abstract).

Basiri, R., Sohrabi, H. & Mozayen, M. 2006. Statistical Analysis of the Spatial Pattern of Trees Species in Ghamisheleh Marivan Region, Iran. Journal of the Iranian Natural Research, 59(2): pp 579 – 588. (In Persian with English Abstract).

Batoobeh, A., Akhavan, P., Poorhashemi, M. & Kiadaliri, H. 2013. Determining the Minimum Plot Size to Study the Spatial Patterns of Manna Oak Trees (*Quercus brantii* Lindl.) Using Ripleys K- Function at Less-Disturbed Stands in Marivan Forests. Journal of Wood & Forest Science and Technology, 66(1): 27-38. (In Persian with English Abstract).

Erfanifard, S.Y., Zare, L. & Feghhi, J. 2013. Applications of nearest neighbor indices in coppice zagros forest. Iranian Journal of Applied Ecology, 2(5): 15-24. (In Persian with English Abstract).

Farhadi, P., Soosani, J., Adeli, K. & Alijani, V. 2014. Investigation of positioning and species diversity changes caused by local communities in Zagros forests (Case Study: Ghalehgol forest, Zagros, IRAN), Journal of Wood & Forest Science and Technology, 20 (4): 61-80. (In Persian with English Abstract).

Hooseini, A. 2011. Seed publishment and natural regeneration of Quercus persica, Pistacia khinjuk and Aceer Monspessulanum in Zagros forest (Case study: Tangdareh forest, Ilam). Journal of Natural Ecosystems, 1(3): 65-74. (In Persian with English Abstract).

Hosseini, A. 2012. Tree spatial pattern of Acer monspessulanum and Lonicera nummularifolia related to topography and mass form in karzan forest, Ilam. Journal of Natural Ecosystems, 3(2): 27-37. (In Persian with English Abstract).

Kakavand, M. 2013. Composition and structural variation of mixed stands of *Fagus orientalis* in intermediate stage of succession. MSc, thesis of, Natural resource faculty of Tehran, Karaj. 108 p. (In Persian with English Abstract).

Moridi, M. 2014. Structural characteristic of mixed stands of beech (Case study: Kheyrood forest), MSc, thesis, Natural resource faculty of Tehran, Karaj. 94 p. (In Persian with English Abstract).

Nouri, Z. 2012. Multipurpose Inventory Methods by ecologic approach in Beech stands of northern Iran. PhD, thesis, Natural resource faculty of Tehran, Karaj, 108 p. (In Persian with English Abstract).

Omidi, H., Akbari nia, M., Hosseini, S.M. & Mahdavi, A. 2009. Effects of physiographic and soil on woody species regeneration in the Kooshak, Ilam. Iranian Society of Forestry, 03rd National Conference on Forest, Iran. P 1-6. (In Persian with English Abstract).

Safari, A., Shabanian, N., Erfanifard, S.Y., Heidari, R.H. & Purreza, M. 2010. Investigation of spatial pattern of wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) (Case study: Bayangan forests, Kirmanshah). Iranian Journal of Forest, 2(2): 177-185. (In Persian with English Abstract).

Unknown, 2012. Forestry planning of perk forest, Lorestan University. 104 pp. (In Persian).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-09]