



ارزیابی روش‌های مختلف تعیین الگوی پراکنش مکانی گونه‌های درختی در جنگل کلخانی کوهدهشت لرستان-زاگرس

سیده حدیث مهدیزاده^۱ و علی رستمی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه منابع طبیعی، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران
۲- استادیار، گروه منابع طبیعی، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران. (نویسنده مسؤول: ali_rostami1974@yahoo.com)
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۶
صفحه ۱۳۶ تا ۱۴۵

چکیده

به منظور بررسی کارایی شاخص‌های نمونه‌برداری در تعیین الگوی مکانی چهار گونه چوبی بلوط ایرانی (*Quercus brantii*), زالزالک (*Crataegus aronia*), بنه (*Acer monspessulanum*) و کیکم (*Pistacia atlantica*) در جنگل‌های زاگرس مرکزی، محدوده‌ای به مساحت ۵۰۰ هکتار از منطقه کلخانی کوهدهشت لرستان انتخاب شد. شبکه‌ی اماربرداری منظم با ابعاد 100×300 متر در محیط ArcGIS طراحی و با نقطه شروع تصادفی روی نقشه محدوده مطالعاتی قرار داده شد. موقعیت جغرافیایی ۱۴۱ مركز قطعات نمونه دایره‌ای ۱۵ آری (که نقطه شروع روش‌های فاصله‌ای نیز می‌باشد) وارد دستگاه سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS) شد. تعداد، نوع گونه و سطح تاج پوشش پایه‌های هر گونه برای تحلیل الگوی مکانی یادداشت شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با شاخص‌های قطعه‌نمونه شامل: نسبت واریانس به میانگین، گرین، خوشبندی، موریسیتا و استاندارد شده موریسیتا و شاخص‌های فاصله‌ای شامل: جانسون و زایمر، ابرهارت، هایزن، هاپکینز و C با استفاده از نرم افزار Ecological Methodology انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد پایه درختی به ترتیب مربوط به گونه بلوط ایرانی و بنه است. بیشترین سطح تاج پوشش متعلق به بلوط ایرانی و کمترین سطح تاج پوشش مربوط به گونه زالزالک می‌باشد. نتایج حاصل از تحلیل الگوی مکانی چهار گونه با شاخص‌های قطعه‌نمونه الگوی کپه‌ای را برای کل گونه‌ها نشان داد. از بین شاخص‌های فاصله‌ای، ابرهارت و هایزن نتایج بهتری را ارائه کردند. به طور کلی شاخص‌های قطعه‌نمونه بهتر از شاخص‌های فاصله‌ای الگوی مکانی گونه‌ها را در این تحقیق برآورد نمودند. مقایسه نتایج شاخص‌های دو روش نمونه‌برداری مشخص می‌کند که در مطالعات آینده، با توجه به هدف و امکانات قابل دسترس از کدام شاخص می‌توان استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: الگوی پراکنش مکانی، شاخص‌های قطعه‌نمونه، شاخص‌های فاصله‌ای، جنگل‌های زاگرس

تصادفی (کپه‌ای و منظم) در جوامع گیاهی یک روال عمومی است (۲۴). الگوی منظم یا یکنواخت بهدلیل رقابت شدید برای منابع محدود مانند آب و خاک، و الگوی تصادفی هم در نتیجه مرگ و میر و استهله به تراکم، همگنی رویشگاه و یا در مرحله تغییر الگو از حالت کپه‌ای به منظم مشاهده می‌شود (۲۹). برای تعیین الگوی مکانی درختان از دو راه کار اصلی "صدرصد" و "نمونه‌برداری" استفاده می‌شود (۱۳).

با توجه به عوامل محدودکننده‌ای چون زمان و هزینه، آماربرداری صدرصد برای تعیین موقعیت مکانی تمام درختان در جنگل، همیشه ممکن نیست، لذا بوم‌شناسان شاخص‌های متعددی را با استفاده از روش‌های نمونه‌برداری پیشنهاد دادند تا امكان برآورد الگوی پراکنش مکانی درختان در جنگل با هزینه و زمان مناسب‌تر فراهم شود (۱۳).

عمومی‌ترین روش‌های نمونه‌برداری جهت تعیین الگوی مکانی درختان جنگلی روش قطعه‌نمونه با مساحت ثابت و روش‌های فاصله‌ای است (۳۲): که هر کدام از این روش‌ها مشکلات و محدودیت‌های خاص خود را دارند (۱۹). برای برآورد سریع و قابل اطمینان پراکنش مکانی درختان، باید از روش‌های مناسب بهره برد (۱۳).

برای تعیین الگوی پراکنش مکانی گونه‌های جنگلی با استفاده از شاخص‌های مربوط به روش نمونه‌برداری فاصله‌ای و قطعه‌نمونه با مساحت ثابت مطالعات چندی توسط محققان در داخل و خارج کشور انجام شده است. شاخص‌های قطعه‌نمونه با مساحت ثابت (تراکمی) در بررسی بصیری و

مقدمه

الگوی پراکنش مکانی درختان یکی از ویژگی‌های بوم‌شناختی جوامع جنگلی است (۲۶). تجزیه و تحلیل الگوی مکانی درختان فهم ما را از ساختار، نحوه رشد و فرایندهای مؤثر بر توسعه و پویایی جوامع جنگلی بالا می‌برد (۵، ۱۸).

الگوی مکانی گیاهان نه تنها برای خود بلکه برای دیگر موجودات که در ارتباط با آن‌ها هستند، از قبیل گیاه‌خواران، حشرات (گردهافشان‌ها) و سایر موجودات زنده‌ای که گیاهان محیط‌زیستشان را فراهم می‌آورند، اهمیت فراوان دارد. بنابراین بوم‌شناسان در دهه‌های اخیر به تجزیه و تحلیل الگوهای مکانی توجه اساسی کرده‌اند و روش‌های زیادی برای کمی کردن این الگوها توسعه داده‌اند (۹، ۱۵). محل قرارگیری درختان در یک جنگل را می‌توان با تعیین مختصات آن‌ها نسبت به یکدیگر به صورت یک سری نقاط نشان داد؛ مجموعه‌ای که شامل این نقاط باشد، الگوی مکانی درختان نامیده می‌شود. به طور کلی سه نوع الگوی مکانی در نامیده می‌شود. به طور کلی طبیعت وجود دارد: (الف) خوشبایی یا تجمعی، (ب) منظم یا یکنواخت و (ج) تصادفی (۱). الگوی کپه‌ای یا توده‌ای در نتیجه آشوب‌های طبیعی رخداده در درون بوم‌سازگان، روش‌های زادآوری گونه‌ها و ناهمگنی محیطی و رویشگاهی است (۸). در شرایط ناهمگنی رویشگاه، گیاهان در مناطقی که دارای شرایط زیست مناسب‌تر است، به صورت کپه‌ای مستقر می‌شوند (۳). پس وجود الگوی کپه‌ای در اغلب جوامع گیاهی طبیعی مورد انتظار خواهد بود. از طرف دیگر حضور الگوی غیر

ارتباط بین گونه‌ها، اتخاذ شیوه‌های جنگل‌شناسی، انتخاب روش‌های آماربرداری مناسب و حفاظت و احیاء گونه‌های منطقه مؤثر باشد. بنابراین تحقیق حاضر با هدف تعیین الگوی پراکنش مکانی گونه‌های جنگلی منطقه کلخانی شامل: بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl), زالزالک (*Crataegus monspessulanum* Boiss.) و کیکم (*Acer monspessulanum* Boiss.), ساپکوتا (*Pistacia atlantica* Desf.) با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای و تراکمی (قطعه‌نمونه با مساحت ثابت) مختلف و مقایسه نتایج حاصل از این روش‌ها با یکدیگر انجام شد. نتایج نشان خواهد داد که در مطالعات آینده، با توجه به هدف و امکانات، از کدامیک از شاخص‌های نمونه‌برداری برای تعیین الگوی مکانی، می‌توان استفاده کرد.

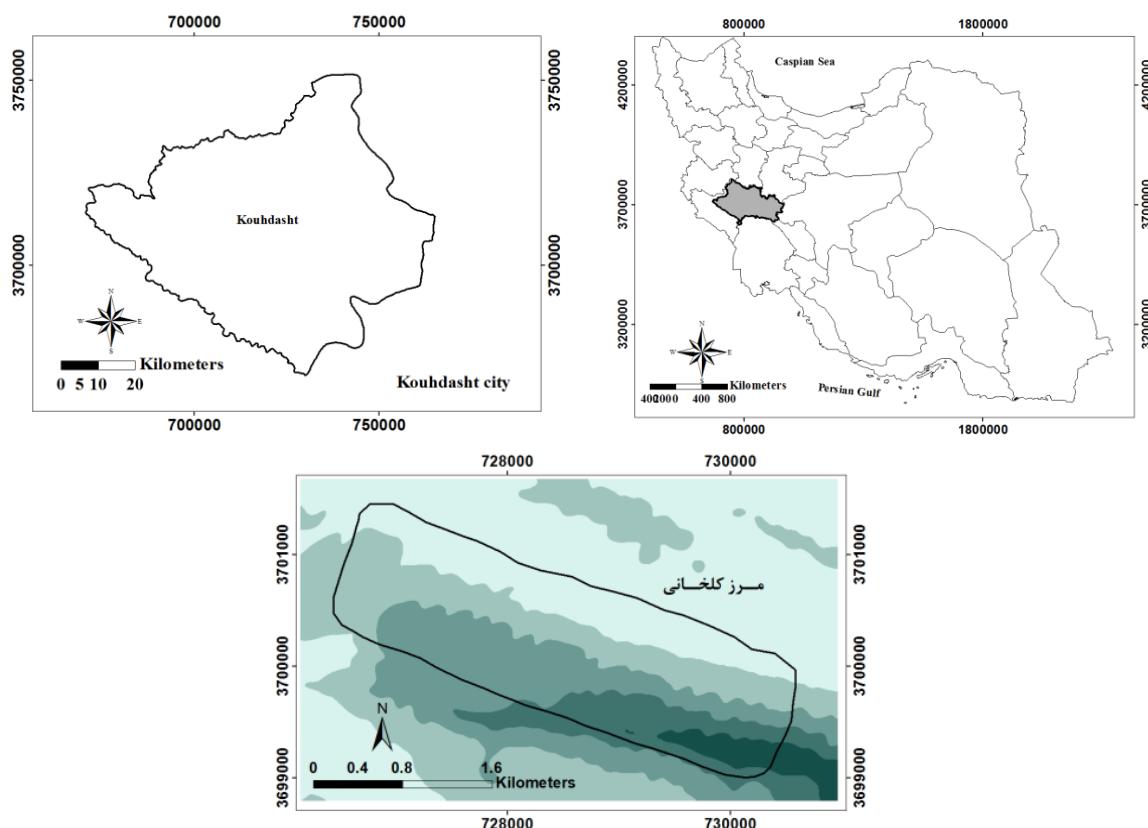
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، جنگل کلخانی در پنج کیلومتری روستای کمربله از توابع بخش مرکزی شهرستان کوهدهشت در استان لرستان می‌باشد. از نظر مختصات جغرافیایی بین عرض شمالی $33^{\circ}24'$ تا $35^{\circ}59'$ و طول شرقی $47^{\circ}28'$ تا $47^{\circ}31'$ واقع شده است. وسعت محدوده مورد مطالعه حدود 500 هکتار و محدوده ارتفاعی آن 1370 تا 1650 متر از سطح دریا می‌باشد. منطقه مورد مطالعه یک جنگل با فرم شاخه‌زاد- دانه‌زاد و دارای گونه‌های بلوط ایرانی (برودار)، کیکم، زالزالک، بنه، داغدادغان (تا)، بادام کوهی و انجیر کوهی می‌باشد. گونه غالب آن را مانند سایر جنگل‌های ناحیه رویشی زاگرس بلوط ایرانی تشکیل می‌دهد.

با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه قادر استگاه هواشناسی می‌باشد برای تعیین اقلیم آن از اطلاعات مربوط به پارک جنگلی بلوران به دلیل هم‌جواری با منطقه استفاده شد. بر این اساس متوسط درجه حرارت 18 درجه سانتی‌گراد و میزان بارندگی تقریباً 480 میلی‌متر در سال است. اقلیم منطقه بر اساس نمایه اقلیمی آمریزه مدیترانه‌ای سرد می‌باشد (۲). شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

همکاران در زاگرس شمالی، منطقه قامیشه مریوان روی گونه‌های درختی (۶)، صفری و همکاران روی گونه بنه در منطقه باینگان کرمانشاه (۳۰)، حیدری و همکاران در منطقه حفاظت شده مانشت ایلام روی گونه‌های چوبی (۱۷)، بیولوسک و همکاران در رویشگاه راش جنگلی منطقه سودتسجمهوری چک (۷)، ساپکوتا و همکاران در جنگل‌های منطقه شورآ رویستا نپال (۳۱) و سوبدی و تی‌میل‌سینادر منطقه حفاظت شده آنایپورنا کشور نپال روی گونه‌های درختی (۳۲) استفاده شده است. در بعضی مطالعات دیگر از جمله: پوربابایی و همکاران روی الگوی مکانی بلوط ایرانی در منطقه چناره مریوان (۲۲)، عسکری و همکاران در ذخیره‌گاه جنگلی چارطاق اردل استان چهارمحال و بختیاری روی گونه‌های درختی و درختچه‌ای (۴) و ذیح‌الله‌ی و همکاران در منطقه هواره خول زاگرس شمالی روی گونه‌های چوبی (۳۵) شاخص‌های روش فاصله‌ای برای تعیین الگوی مکانی گونه‌های درختی بکار رفته است. تعیین و ارزیابی الگوی مکانی با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای و تراکمی در بررسی صفری و همکاران (۳۰) و ابراهیمی و پوربابایی (۱۰) مورد توجه بوده است. مقایسه این روش‌ها در شرایط یکسان و مطالعه مزايا و معایب آن‌ها و همچنین کاربرد روش‌های آماری مناسب برای بررسی صحت نتایج، اهمیت زیادی دارد. از طرف دیگر با توجه به تنوع بالای گونه‌های چوبی در جنگل‌های زاگرس و اینکه درصد زیادی از ترکیب گونه‌ای این جنگل‌ها را گونه‌های مختلف بلوط تشکیل می‌دهد لذا بیشتر مطالعات انجام‌شده در ارتباط با تعیین الگوی پراکنش مکانی و ساختار گونه‌ها (صفری و همکاران (۳۰)، پوربابایی و همکاران (۲۷) و کریمی کیا (۲۰)) نیز به این گونه اختصاص یافته و توجه کمتری به سایر گونه‌ها که مطمئناً دارای اهمیت زیادی در این اکوسیستم ارزشمند هستند، شده است. منطقه‌ی جنگلی کلخانی، مانند سایر مناطق جنگلی زاگرس در طول زمان تحت تأثیر عوامل تخریب قرار گرفته که این عوامل به تدریج باعث کاهش کمی و کیفی این جنگل‌ها شده‌اند. آگاهی از الگوی پراکنش مکانی درختان در جنگل می‌تواند در درک

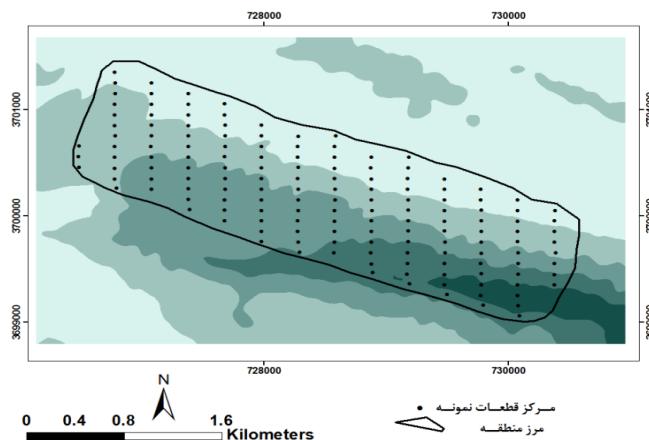


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی
Figure 1. The geographical location of study area

تعداد قطعه‌نمونه لازم بر اساس رابطه بالا، با محاسبه انحراف از معیار تعداد پایه درختی (گونه زالالک) در 30×30 قطعه‌نمونه در آماربرداری اولیه، و با توجه به ابعاد شبکه آماربرداری ($141 \times 100 \times 300$ متر) قطعه‌نمونه پیاده شد. شبکه‌ی تهیه شده به کمک یک نقطه تصادفی در محیط نرم‌افزار ArcGIS روی محدوده انداخته شد. محل تلاقی خطوط شبکه (موقعیت جغرافیایی مرکز قطعات نمونه) در سیستم مختصات UTM وارد سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) دستی جهت اجرا بر روی عرصه محدوده موردمطالعه شد. شکل (۲) شبکه پیاده شده و مرکز قطعات نمونه را در محیط ArcGIS نشان می‌دهد. با داشتن مختصات مرکز قطعات نمونه و با استفاده از GPS، متر نواری و طناب قطعات نمونه در روی زمین پیاده و روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای و قطعه‌نمونه اجرا شد.

به منظور بررسی الگوی پراکنش مکانی در این تحقیق از روش‌های نمونه‌برداری قطعه‌نمونه با مساحت ثابت و فاصله‌ای مربع تی^۱ و ترکیبی^۲ استفاده شد. برای تعیین تعداد قطعات نمونه ابتدا با قطعات نمونه 15×15 متر (دایره‌ای، نمونه‌برداری اولیه با 30×30 قطعه‌نمونه انجام و تعداد نمونه لازم بر اساس دقت موردنظر محاسبه شد. بهاین ترتیب که با استفاده از داده‌های تعداد پایه درختی (زالالک) 30×30 قطعه‌نمونه، انحراف از معیار محاسبه و سپس از فرمول زیر تعداد نمونه برای اشتباہ آماربرداری 10 درصد محاسبه شد.

$$\text{رابطه (۱)} \\ n = (t^2 \cdot S_x^2) / E^2 \\ \text{در این رابطه: } n: \text{تعداد نمونه، } t: \text{مقدار جدول t-student در سطح } 95 \text{ درصد و درجه آزادی } n-1, \\ S_x: \text{انحراف معیار و} \\ E: \text{مقدار اشتباہ آماربرداری قابل قبول است (۳۶).}$$



شکل ۲- شبکه سیاهه‌برداری و محل قطعات نمونه منطقه مورد مطالعه در محیط ArcGIS
Figure 2. Inventory network and location of sample plots on the ArcGIS environment

بعد از مرکز درخت انتخاب شده، خطی فرضی عمود بر امتداد فاصله درخت تا نقطه نمونه‌برداری رسم شده و سپس، در سمت دیگر خط فرضی (سمت مقابل نقطه نمونه‌برداری)، فاصله نزدیک‌ترین درخت به درخت اول اندازه‌گیری می‌شود. در روش ترکیبی، فاصله بین نزدیک‌ترین درخت به نقطه نمونه‌برداری و سپس، فاصله بین نزدیک‌ترین درخت به درخت انتخاب شده در مرحله قبل اندازه‌گیری می‌شود (۱۶). شاخص‌های فاصله‌ای جاsson و زایمر، C، هاپکیتز، هایتر و ابرهارت استفاده شد. جدول (۱) روابط مربوط به هر شاخص را نشان می‌دهد. جهت تحلیل داده‌ها و تهییه نقشه از نرم‌افزارهای Ecological Methodology، ArcGIS و Excel استفاده شد.

روش قطعه‌نمونه
قطعات نمونه دایره‌ای به مساحت ۱۵ آر که مناسب آماربرداری در جنگل‌های زاگرس (۳۶) و بررسی الگوی پراکنش مکانی در این جنگل‌هاست (۱۲) پیاده شد. همه درختانی (جست گروه‌ها) که قطر برابر سینه آن‌ها (قطر بزرگ‌ترین جست) از ۲/۵ سانتی‌متر بیشتر بود، شمرده شدند. برای تحلیل الگوی مکانی از شاخص‌های قطعه‌نمونه شامل: نسبت واریانس به میانگین، موری‌سیتا، استاندارد شده موری‌سیتا، گرین و خوشبندی استفاده شد.

روش فاصله‌ای
دو روش فاصله‌ای مربع تی و ترکیبی، اجرا و فواصل مربوط به هر روش اندازه‌گیری شد در روش مربع تی فاصله بین نزدیک‌ترین درخت به نقطه نمونه‌برداری اندازه‌گیری می‌شود.

جدول ۱- شاخص‌های روش‌های نمونه‌برداری برای تعیین الگوی پراکنش مکانی ۵ گونه در منطقه مورد مطالعه
Table 1. The Indices of sampling methods for determining spatial pattern five species in study area

شاخص	شاخص	شاخص	شاخص	شاخص
نسبت واریانس به میانگین	خوشبندی	گرین	موریستا	استاندارد شده موریستا
$I = \frac{S^2}{\bar{X}}$				
(۱۶)	مربع کای			
$IC = \left(\frac{S^2}{\bar{X}} \right) - 1$				
(۲۶)	آزمون			
$IG = \frac{(S^2/\bar{X}) - 1}{(\sum X) - 1}$				
(۲۶، ۲۳، ۲۱)	مربع کای			
$I_d = n \left[\frac{\sum X^2 - \sum X}{(\sum X)^2 - \sum X} \right]$				
(۲۶، ۲۳، ۲۱)	مربع کای			
$M_u = \frac{x_{0.975}^2 - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$				
(۲۳، ۱۶)	مربع کای			
$I = [(n+1)(\sum_{i=1}^n (r_{pi}^4})] / [\sum_{i=1}^n (r_{pi}^2)]^2$				
(۲۳، ۱۶)	آزمون			
$C = \frac{\sum x_i^2 / x_i^2 + \frac{1}{2} y^2}{N}$				
(۱۶)	آزمون			
$I_E = \left[\frac{S}{X} \right]^2 + 1$				
(۲۶، ۲۳، ۲۱)	جدول هایز			
$h_t = \frac{2n[2\sum(r_{pi}^2) + \sum(r_{ni}^2)]}{[(\sqrt{2\sum r_{pi}}) + \sum r_{ni}]^2}$				
(۲۱، ۱۶)	جدول هایز			
$I_h = \frac{\sum(r_{pi})^2}{\sum(r_{pi})^2 + \sum r_{ni}^2}$				
(۱۶)	F آزمون			

گونه‌های منطقه مطالعاتی متفاوت‌تر هستند. شاخص ضریب تغییرات بهشت ت تحت تأثیر میانگین سطح تاج پوشش می‌باشد. با توجه به اینکه گونه زالزالک دارای کمترین میانگین سطح تاج پوشش نسبت به سایر گونه‌ها (۱/۷۸ مترمربع) است ضریب تغییرات سطح تاج پوشش این گونه دارای بیشترین مقدار نسبت به سایر گونه‌های منطقه است. پیلهور و همکاران (۲۵) در توجیه این امر بیان کردند، شکل و مساحت تاج پوشش درختان یا تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و یا تحت تأثیر عوامل محیطی است. چون زالزالک با داشتن میوه مورد استفاده و بهره‌برداری مردم قرار می‌گیرد، می‌توان این امر را دلیل بر تفاوت ابعاد و مساحت تاج پوشش پایه‌های آن دانست. با توجه به بهره‌برداری میوه زالزالک توسط مردم منطقه، نتایج حاصل از تحقیق حاضر با نتایج پیلهور و همکاران (۲۵) همخوانی دارد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج بدست‌آمده (جدول ۲)، در منطقه مورد مطالعه گونه‌های چوبی بلوط ایرانی، کیکم، زالزالک، بنه، بادام کوهی، انجیر کوهی و داغداغان وجود دارند. بیشترین و کمترین فراوانی به ترتیب مربوط به گونه‌های بلوط ایرانی و بنه با تعداد ۶۷ و ۴ پایه در هکتار بود. بنابراین گونه غالب منطقه مانند سایر مناطق رویشی زاگرس بلوط ایرانی می‌باشد. مشخصه کمی اندازه‌گیری شده دیگر در منطقه مورد مطالعه، میانگین سطح تاج پوشش گونه‌ها بود. که به ترتیب بیشترین میانگین مربوط به گونه بلوط ایرانی (۱۱/۵۲ مترمربع) و کمترین مربوط به زالزالک (۱/۷۸ مترمربع) است (جدول ۲). همچنین بالاترین درصد ضریب تغییرات مربوط به گونه زالزالک (۱۵۹) و کمترین مربوط به گونه بلوط ایرانی (۵۲) بود. یعنی پایه‌های زالزالک از نظر سطح تاج پوشش از سایر

جدول ۲- نتایج مشخصه‌های کمی اندازه‌گیری شده گونه‌های چوبی در منطقه مورد مطالعه
Table 2. The results of measured quantitative characteristic of wooden species in study area

گونه/ مشخصه	تراکم پایه (در هکتار)	میانگین سطح تاج (متر مربع)	اشتابه میان سطح تاج (متر مربع)	حدود اعتماد سطح تاج (متر مربع)	ضریب تنفسیات سطح تاج (درصد)
بلوط ایرانی	۶۷	۱۱/۵۲	۰/۵۱۸	۱۰/۱۶-۱۲/۸۸	۵۲
بنه	۴	۵/۱۶	۰/۳۱۸	۴/۴۰۶-۵/۹۱۴	۶۳
زالالک	۸	۱/۷۸	۰/۳۳۷	۱/۱۹۶-۲/۵۴۴	۱۵۹
کیکم	۱۲	۲/۳۴	۰/۳۷۷	۱/۷۰۴-۲/۹۷۶	۹۱

کل گونه‌ها تأیید می‌شود (۲۶، ۲۳، ۲۱). بالاترین مقدار شاخص مربوط به گونه کیکم (۱/۷۴۳) و کمترین مقدار شاخص مربوط به گونه بلوط ایرانی (۱/۳۵۸) است. این شاخص تقریباً نسبت به تراکم جمعیت مستقل است اما از تعداد نمونه تأثیر می‌پذیرد (۲۱). با توجه به اینکه تعداد قطعات نمونه برداشت شده برای چهار گونه مورد بررسی برابر بود (۱۴۱ قطعه‌نمونه)، بنابراین شاخص موری‌سیتا برای تعیین الگوی پراکنش مکانی گونه‌های چوبی در منطقه مطالعاتی مناسب می‌باشد.

برای شاخص استاندارد شده موری‌سیتا، ابتدا شاخص پراکنش موری‌سیتا محاسبه، سپس دو نقطه معنی‌دار شاخص موری‌سیتا تحت عنوان شاخص یکنواختی و شاخص تجمع محاسبه شد. با توجه به اینکه مقدار شاخص برای سه گونه بلوط ایرانی، کیکم و زالالک بزرگ‌تر از $0/5$ است، الگوی کپه‌ای را تأیید می‌کند. مقدار کمتر از $0/5$ (۰/۴۴۸) برای گونه بنه، نشان‌دهنده الگوی تصادفی می‌باشد (جدول ۳). نتایج محاسبه شاخص استاندارد شده موری‌سیتا برای چهار گونه مورد بررسی به تفکیک با محاسبه شاخص موری‌سیتا و دو نقطه معنی‌دار آن (شاخص تجمع و شاخص یکنواختی) برای سه گونه بلوط ایرانی، کیکم و زالالک بزرگ‌تر از $0/5$ است و الگوی کپه‌ای را تأیید می‌کند. مقدار کمتر از $0/5$ (۰/۴۴۸) برای گونه بنه، نشان‌دهنده الگوی تصادفی می‌باشد (جدول ۳). این شاخص مستقل از تعداد نمونه است، ولی نسبت به تراکم در شرایطی که نمونه‌های مورد بررسی الگوی کپه‌ای را نشان می‌دهد، حساس است (۲۱).

در کل همه شاخص‌های قطعه‌نمونه به جز استاندارد شده موری‌سیتا که الگوی تصادفی را برای گونه بنه نشان داد، الگوی کپه‌ای را برای چهار گونه نشان دادند (جدول ۳). آزمون‌های آماری مربوط به هر شاخص نیز تأیید‌کننده نتایج به دست آمده است. پری و همکاران (۲۴) و فیسبیج و همکاران (۱۴) نیز در بررسی خود الگوی مکانی بسیاری از گونه‌ها را در جوامع جنگلی طبیعی کپه‌ای یا منظم معرفی نمودند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

گونه‌های جنگلی که زادآوری آن‌ها توسط بذر انجام می‌شود، الگوی مکانی آنها با پراکنش بذر مرتبط است (۱۳). ریزش بذر به صورت خوش‌های در زیر تاج درختان مورد بررسی در این تحقیق (بلوط ایرانی، بنه و زالالک) می‌تواند عامل شکل‌گیری الگوی پراکنش کپه‌ای برای این گونه‌ها باشد. نتایج تحقیقات صفری و همکاران (۳۰) و عرفانی‌فرد و همکاران (۱۳) نیز گویای این مطلب می‌باشد.

الگوی پراکنش مکانی گونه‌های مورد بررسی
الگوهای مکانی در شناخت و حل مسائل بوم‌شناسی و ارائه راهکارهای مدیریتی دارای نقش قابل توجهی هستند (۲۵). در این مطالعه ضمن بررسی الگوی مکانی چهار گونه چوبی منطقه به مقایسه نتایج حاصل از روش‌های فاصله‌ای و قطعه‌نمونه پرداخته شده است.

شاخص‌های قطعه‌نمونه
شاخص کمی گرین برای ۴ گونه مثبت و بزرگ‌تر از صفر است که نشان‌دهنده الگوی کپه‌ای برای کل گونه‌هاست (جدول ۳). این شاخص به دلیل مستقل بودن از تعداد و تراکم نمونه، شاخص مناسبی برای الگوی پراکنش مکانی به شمار می‌رود (۲۱). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که از لحاظ درجه کپه‌ای بودن ۴ گونه مورد بررسی در تحقیق گونه کیکم ایرانی بیشترین درجه کپه‌ای بودن ($G=0/053$) و گونه بلوط ایرانی دارای کمترین میزان درجه کپه‌ای بودن ($G=0/036$) است. بنابراین برای اندازه‌گیری درجه کپه‌ای بیشتر قابل توصیه است (۲۶، ۲۱). نتایج تحلیل الگوی پراکنش مکانی با شاخص گرین برای ۴ گونه مثبت و بزرگ‌تر از صفر است که نشان‌دهنده الگوی پراکنش کپه‌ای می‌باشد.

مقادیر به دست آمده با استفاده از شاخص خوش‌بندی برای چهار گونه مثبت و بزرگ‌تر از صفر است که نشان‌دهنده الگوی مکانی کپه‌ای می‌باشد (۱۶). بالاترین مقدار این شاخص مربوط به بلوط ایرانی (۲/۷۹۸) و کمترین مقدار مربوط به گونه بنه ($0/247$) می‌باشد (جدول ۳). شاخص خوش‌بندی به دلیل وابستگی به تعداد پایه در قطعه‌نمونه، به عنوان یک شاخص برای مقایسه میزان کپه‌ای بودن چندان مفید نیست (۱۱).

مقادیر به دست آمده با استفاده از شاخص نسبت واریانس به میانگین برای چهار گونه مثبت و بزرگ‌تر از یک است که بیانگر الگوی پراکنش کپه‌ای می‌باشد. آزمون‌های آماری شاخص‌ها نیز تأیید‌کننده الگوی مکانی کپه‌ای می‌باشد. این شاخص نسبت به آرایش کپه‌ای حساسیت کمتری دارد و به شدت تحت تأثیر تعداد پایه‌ها در قطعه‌نمونه است (۲۲). در این تحقیق تعداد پایه‌ها در هر قطعه‌نمونه برابر نیست، لذا از این شاخص نمی‌توان برای مقایسه درجه کپه‌ای بودن پراکنش گونه‌های درختی استفاده کرد.

شاخص موری‌سیتا برای کل گونه‌ها بیشتر از یک است، که تأیید‌کننده الگوی مکانی کپه‌ای برای گونه‌های مورد مطالعه است. مقدار شاخص موری‌سیتا برای چهار گونه مورد مطالعه تحقیق از یک بیشتر است (جدول ۳). پس الگوی کپه‌ای برای

جدول ۳- نتایج استفاده از شاخص‌های قطعه‌نمونه (ترا کمی) برای تعیین الگوی پراکنش مکانی

Table 3. The results of density indices of spatial pattern in study area

گونه/شاخص	گرین	خوشبندی	نسبت واریانس به میانگین	موری سیتا	استانداردشده موری سیتا
بلوط ایرانی	.۰۰۰۴ ^A	.۷۷۹۸ ^A	.۱۳۵۸ ^A	.۰۵۰۱ ^A	.۰۵۰۱ ^A
کیکم	.۰۰۰۵ ^A	.۱۰۵۶ ^A	.۱۷۴۳ ^A	.۰۵۰۱ ^A	.۰۵۰۱ ^A
زالالک	.۰۰۰۴ ^A	.۰۵۱۴ ^A	.۱۵۲۹ ^A	.۰۴۴۸ ^R	.۰۴۴۸ ^R
بنه	.۰۰۰۴ ^A	.۰۲۴۷ ^A	.۱۵۶۶ ^A		

(A): پراکنش تصادفی؛ (U): پراکنش منظم یا یکنواخت

به دست آوردن و این شاخص را به عنوان شاخص مناسبی معرفی نمودند که در راستای نتایج این تحقیق نیست. دلیل این موضوع را می‌توان در رابطه‌های محاسبه این شاخص (جدول ۱) جستجو کرد. در رابطه C، تغییرات شاخص با فاصله (y_i) رابطه معکوس دارد. با توجه به تراکم کم بنه در منطقه مطالعاتی و احتمال تشکیل کپه‌های کوچک، احتمال قرار گرفتن درخت دوم در خارج از کپه‌ها وجود دارد، یعنی (y_i) ها بزرگ هستند و این عامل سبب کاهش شاخص C می‌شود. تنوع زیستی، عادات گلدهی و میوه‌دهی گونه‌ها، شرایط رویشگاهی و دخالت‌های انسانی بر نحوه الگوی پراکنش مکانی مؤثر هستند و دخالت‌های انسانی می‌تواند بر فاصله گرفتن الگوی پراکنش جنگل از شرایط طبیعی مؤثر باشد (۳۴). عوامل پیش‌گفته در منطقه مطالعاتی می‌تواند روی الگوی مکانی بنه اثرگذار باشد.

بر اساس نتایج تحلیل شاخص هایزن و آزمون آماری آن الگوی مکانی چهار گونه به جز بنه (الگوی یکنواخت) را کپه‌ای نشان می‌دهد. این شاخص دو فاصله‌ای است که در آن از روش مربع تی برای اندازه‌گیری فواصل نقطه تا نزدیک‌ترین درخت و درخت تا نزدیک‌ترین همسایه استفاده می‌شود و لذا مشکلات شاخص‌های تک‌فاصله‌ای که عدم توانایی تشخیص الگوی نقاط انفرادی و کپه‌ای متراکم است، را ندارد (۲۶).

نتایج شاخص‌های فاصله‌ای تحلیل الگوی مکانی گونه‌های مورد مطالعه و آزمون آماری هر کدام در جداول ۴ و ۵ آورده شده‌است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقادیر محاسبه‌شده شاخص جانسون و زایمر برای گونه‌های بلوط ایرانی، زالالک و بنه بیشتر از ۲ است، لذا الگوی مکانی کپه‌ای تأیید می‌شود. به منظور آزمون این شاخص مقادیر محاسبه‌شده Z، با مقادیر تعریف‌شده برای هر الگو مقایسه می‌شود (جدول ۴). در مورد بلوط ایرانی و زالالک بیشتر از ۱/۹۶ است، در نتیجه الگوی تصادفی به نفع الگوی غیر تصادفی رد می‌شود و الگوی کپه‌ای تأیید می‌شود. در مورد گونه بنه چون مقدار Z محاسبه‌شده کمتر از ۱/۹۶ است لذا الگوی یکنواخت تأیید می‌شود. گونه کیکم با مقدار شاخص محاسباتی کمتر از ۲ (۱/۹۱)، الگوی یکنواخت را نشان می‌دهد، همچنین مقدار Z محاسبه‌شده بیشتر از ۱/۹۶ - تأیید کننده این مطلب می‌باشد.

مقادیر به دست آمده شاخص C برای ۴ گونه کمتر از ۰/۵ بوده و الگوی پراکنش مکانی یکنواخت را تأیید می‌نماید، آزمون آماری Z برای گونه‌های مورد بررسی نیز این نتیجه را تأیید می‌نماید (جدول ۴). عسکری و همکاران (۴) در بررسی الگوی مکانی گونه‌های بلوط ایرانی، زالالک و کیکم در جنگل‌های زاگرس با استفاده از شاخص C الگوی کپه‌ای را

جدول ۴- مقادیر مربوط به شاخص‌های جانسون و زایمر، C و هایزن و آزمون آن‌ها

Table 4. The values and test of the Johnson and Zimmer, C and Hines indices

گونه	جانسون و زایمر	C	شاخص	هایزن	مقادیر
بلوط ایرانی	۲/۴۷ ^A	۲/۶۹۸	Z	-۵/۸۹۷	۱/۴۰۶ ^A
کیکم	۱/۹۱ ^U	-۰/۴۱۶	Z	-۹/۲۲۹	۱/۳۹۴ ^A
زالالک	۲/۵۵ ^A	۲/۷۱۵	Z	-۱/۰۴۲۸	۱/۵۳۹ ^A
بنه	۲/۱۵ ^U	۰/۵۴۹	Z	-۸/۸۹۲	۱/۳۵۴ ^U

(R): پراکنش تصادفی؛ (A): پراکنش منظم یا یکنواخت

شاخص را در جنگل‌های هواره‌خول یکنواخت به دست آوردد که در راستای نتایج این تحقیق نیست. یکی از دلایل اختلاف نتایج این مطالعه با سایر پژوهش‌های انجام‌شده، متفاوت بودن توده‌های مورد بررسی از لحاظ ساختار، مرحل تحولی و میزان دخالت‌های انسانی است. مقدار شاخص ابرهارت برای ۴ گونه بزرگ‌تر از ۱/۲۷ است، بنابراین الگوی مکانی برای کل گونه‌ها کپه‌ای است. مقایسه مقدار آماره آزمون این شاخص با مقدار استخراج شده از جدول هایزن (برای ۴ گونه بیشتر از مقدار جدول هایزن) نیز الگوی کپه‌ای برای کل گونه‌ها را تأیید می‌کند (جدول ۵). شاخص ابرهارت تک‌فاصله‌ای بوده و توانایی تشخیص الگوی نقاط انفرادی و کپه‌ای متراکم از هم را دارد (۲۶، ۱۳).

مقادیر محاسبه‌شده شاخص هایکینز برای ۳ گونه بلوط ایرانی، کیکم و زالالک بین ۰/۵ و ۱ (بیشتر از ۰/۵) می‌باشد، لذا الگوی کپه‌ای را تأیید می‌نماید. آزمون آماری این شاخص در سطح ٪۹۵، نیز تأیید کننده الگوی کپه‌ای برای این گونه‌ها می‌باشد (در هر ۳ گونه F > h_T). مقدار شاخص محاسبه‌شده برای گونه بنه بین ۰/۵ و صفر می‌باشد که تأیید کننده الگوی یکنواخت برای این گونه است. آزمون آماری نیز این نتیجه را تأیید می‌کند (جدول ۵). صفری و همکاران (۳۰) در جنگل‌های باینگان کرمانشاه الگوی مکانی بنه و بلوط ایرانی را با استفاده از این شاخص یکنواخت به دست آوردد. در مورد گونه بنه با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشته و در مورد گونه بلوط ایرانی برخلاف نتایج تحقیق می‌باشد. همچنین ذیبح‌اللهی و همکاران (۳۵) الگوی مکانی بلوط ایرانی با استفاده از این

جدول ۵- مقداری مریبوط به شاخص‌های هایپکینز و اپرهارت و آزمون آن‌ها

Table 5. The values and test of the Hopkins and Eberhart indices

شاخص	گونه	بلوط ایرانی	کیکم	زالالک	بنه
ابرهارت	هایپکینز	h	F	مقدار I	مقدار h
مقدار			مقدار	I	مقدار
۱/۲۱۷	۱/۷۷۳ ^A	۱/۳۳۵	۱/۵۳۲	.۰/۶۰۵ ^A	
۱/۲۰۶	۱/۷۸۰ ^A	۱/۳۳۲	۱/۸۵۸	.۰/۶۵۰ ^A	
۱/۲۰۹	۱/۴۵۶ ^A	۱/۳۴۶	۲/۰۲۹	.۰/۶۷۰ ^A	
۱/۱۸۸	۱/۳۱۸ ^A	۱/۳۸۸	.۰/۸۶۵	.۰/۴۶۴ ^U	

(Random)R: پراکنده، تصادفی؛ (Aggregated)A: پراکنش، کیهانی؛ (Uniform)U: منظم پراکنده

ساخтар توده مورد بررسی از نظر تراکم هستند (۱۳، ۲۱). بنابراین، برخی شاخص‌های فاصله‌ای که در یک منطقه مطالعاتی قادر به برآورد الگوی مکانی درختان هستند، در محدوده دیگر از کارایی لازم برخوردار نیستند. همچنین در صورت ضرورت استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای، باید مشخص شود که از بین آن‌ها کدامیک در توده جنگلی مورد بررسی قرار نماید.

در نهایت باید خاطرنشان کرد الگوی مکانی گونه‌های درختی که خود متأثر از مجموعه عوامل متعددی است بر دیگر جنبه‌های ساختاری گونه‌های درختی تأثیرگذار است. در جنگل‌های زاگرس همواره بهره‌برداری‌های متواالی، چرای مفرط دام، تعصیف و فرسایش خاک وجود داشته و کمتر منطقه‌ای را در این ناحیه رویشی می‌توان مشاهده کرد که به صورت بکر و دست‌خورده باشد. منطقه جنگلی کلخانی که در این مطالعه بررسی گردیده نیز از این قاعده مستثنی نیست. همچنین برنامه‌های مدیریتی مختلف و اغلب کوتاه‌مدتی در این جنگل‌ها اجرا شده‌اند که استفاده از این شاخص‌ها برای بررسی ساختار جنگل می‌تواند به ارزیابی این فعالیت‌های مدبب نتئه کمک نماید.

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت شاخص‌های مورد استفاده برای تعیین الگوی پراکنش مکانی با استفاده از داده‌های قطعه‌نمونه با مساحت ثابت (تراکمی) دارای کارایی بالایی برای گونه‌های موردمطالعه در مقایسه با شاخص‌های فاصله‌ای هستند. این نتیجه‌گیری با آنچه پوربایابی (۲۶)؛ صفری و همکاران (۳۰)؛ عرفانی فرد و همکاران (۱۳)؛ ساپ کوتا و همکاران (۳۱) و سوبدی و تی‌میل سینا (۳۳) بیان نموده‌اند، همچنانی دارد. درحالی‌که در صورت نیاز به ارزیابی سریع و همخوانی دارد. درختان در یک جامعه، روش‌های آسان الگوی مکانی درختان در یک جامعه، روش‌های فاصله‌ای برای تجزیه و تحلیل الگوی مکانی اولیه درختان روش‌های ارزشمندی محاسبه می‌شوند (۱۳، ۱۶، ۲۱). در این بررسی نیز این نتیجه حاصل شد و شاخص‌های قطعه‌نمونه بر شاخص‌های فاصله‌ای اولویت دارند. بهینه‌دیگر، شاخص‌های فاصله‌ای در صورتی استفاده می‌شوند که بهدلیل مشکلات استفاده از قطعه‌نمونه و هزینه و زمان آماربرداری، امکان استفاده از شاخص‌های قطعه‌نمونه وجود نداشته باشد (۲۶، ۲۸).

یکی از دلایل اختلاف نتایج این مطالعه با سایر پژوهش‌های انجام شده، متفاوت بودن توده‌های مورد بررسی است (۱۲). در نهایت با توجه به عدمکرد شاخص‌های فاصله‌ای بر اساس فاصله درختان از یکدیگر، این شاخص‌ها بهشت وابسته به

منابع

1. Akhavan, R., Kh. Sagheb Talebi, M. Hassani and P. Parhizkar. 2010. Spatial patterns in untouched beech (*Fagus orientalis Lipsky*) stands over forest development stages in Kelardasht region of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(2): 322-336 (In Persian).
 2. Anonymous. 2014. Forestry Plan Forest Park Boloran Kouhdasht, Department of Natural Resources, Koudasht, Lorestan Province (In Persian).
 3. Ardakani, M.R. 2004. Ecology. Tehran University Press, 326 pp (In Persian).
 4. Askari, Y., A. Soltani and H. Sohrabi. 2014. Evaluation of Spatial distribution pattern of tree and shrub species in a central Zagros (Case study: Chahartagh forest reserve). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 22(2): 175-187 (In Persian).
 5. Bai, X., J. Zhang and S. Sadia .2018. Population structure and spatial distribution pattern of dominant tree species of forest communities in the Xiaowutai Mountain, China. Pakistan Journal of Botany, 50(3): 1171-1179.
 6. Basiri, R., H. Sohrabi and M. Mozayen. 2007. A statistical analysis of the spatial pattern of trees species in Ghamisheleh Marivan region, Iran. Journal of the Iranian Natural Resources, 59(2): 579-588 (In Persian).
 7. Bulušek, D.Z., S. Vacek, J. Vacek, L. Král and I. Králiček. 2016. Spatial pattern of relict beech (*Fagus sylvatica L.*) forests in the Sudetes of the Czech Republic and Poland", Journal of Forest Science, 62(7): 293-305.
 8. Chao, W.C., Sh.H. Wu, H.Y. Lin, C.F. Hsieh and K.J. Chao. 2007. Distribution Patterns of Trees Species in the Lanjenchi Lowland Rain Forest. Taiwania, 52(4): 343-361.
 9. Dale, M.R.T. 1998. Spatial Pattern in Plant Ecology. Cambridge University Press, 326 pp.
 10. Ebrahimim, S. and H. Pourbabaei. 2013. Effect of Conservation on Distribution Spatial Pattern in *Fagus* Communities (Case Study: Massal in Guilan Province). Journal of Applied Ecology, 2(4): 13-23 (In Persian).

11. Elliot, J.M. 1979. Some Methods for the statistical Analysis of Samples of benthic Invertebrates. 2nd ed., Freshwater Biological Association Scientific Publication, 25 pp.
12. Erfanifard, S.Y., J. Fehghi, M. Zobeiri and M. Namiranian. 2008. Investigation of spatial pattern of trees in zagros forests, Journal of FacultyNatural Resource, Tehran University, 60(4): 1319-1328.
13. Erfanifard, S.Y., F. Mahdian, S.R. Fallah Shamsi and S.A. Bordbar. 2012. Efficiency of distance and density indices in the estimation of spatial pattern of trees in forest (Case study: Baneh Research Forest, Fars province), Journal of Forest and Poplar Researches of Iran, 20(3): 392-379 (In Persian).
14. Fibich, P., J. Leps, V. Novotny, P. Klimes, J. Tesitel, K. Molem, K. Damas and G. Weiblen. 2016. Spatial patterns of tree species distribution in New Guinea primary and secondary lowland rain forest, Journal of Vegetation Science, 27(2): 328-339.
15. Giorgio, V., C. Daniele, M. Fabio, L. Emanuel and M. Renzo. 2011. Point pattern analysis of crown-to crown interactions in mountain forests. Journal of Environmental Science, 7: 269-274.
16. Heidari, R.H. 2008. Distance Sampling Methods in Forest Inventory, Univercity of Razii Press, Mashhad, 119 pp (In Persian).
17. Heidari, M., H. Karimikia, A.A. Jafarzadeh and M. Naderi. 2016. The study of spatial pattern typical herbaceous species in ecologic groups (Case study: Concervated region of Manesh- Ilam). Journal of Applied ecology, 5(17): 65-75 (In Persian).
18. Isabel, M., W. Thorsten, G.T. Fernando and R.O. Jose. 2010. Spatial associations among tree species in a temperate forest community in North-western Spain. Journal of Forest Ecology, 260: 456-465.
19. Karimi, M., H. Jalilvand and M. Pourahmad. 2014. Spatial pattern of *Pistacia atlantica* desf. In zagros forests of Iran. Journal of Biodiversity and environmental Sciences (JBES), 5(3): 299-307.
20. Karimikia, H. 2012. Spatial Pattern of Brentís Oak (*Quercus brantii Lindl.*) and Biodiversity of Woody Species in the Middle Zagros Forests (Case study: shahanshah and Ghalegol Forests of Khoramabad).Thesis of M.Sc., Colledge of Natural Resource, Kordistan University, 101 pp (In Persian).
21. Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology. Second Edition, Addison Welsey Educational Publisher Inc., Benjamin/Cummings imprint, 581 pp.
22. Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1998. Statistical ecology, USA: John Wiley & Sons, 337 pp.
23. Moghadam, M.R. 2001. Descriptive statistical ecology of Vegetative cover, Univercity of Tehran Press, Tehran, 285 pp (In Persian).
24. Perry, G.L.W., N.J. Enright, B.P. Miller and B.B. Lamont. 2008. Spatial patterns in species-rich sclerophyll shrublands of southwestern Australia. Journal of Vegetation science, 19: 705-716.
25. Pilehvar, B., Z. Mirazadi, V. Alijani and H. Jafari Sarabi. 2015. Investigation of Hawthorn and Maple's Stands Structures of Zagros Forest Using Nearest Neighbors Indices. Journal of Zagros Forests Research, 1(2): 1-14 (In Persian).
26. Pourbabaei, H. 2004. Application of Statisticsin Ecology (methods and basic Calculation), Univercity of Guilan Press, Guilan, 409 pp (In Persian).
27. Pourbabaei, H., Sh. Zandi Navgaran and M.T. Adel. 2012. Spatial pattern of three species of oak in the forest of Chenreh Marivan, Kurdistan. Natural Environment Journal, Iranian Journal of Natural Resources, 65(3): 339-329 (In Persian).
28. Protazio, J.M.B. 2007. Spatial pattern analysis applied to plant ecology. PhD Thesis, University of Bremen, 152 pp.
29. Reyburn, A.P. 2011. Causes and Consequences of Plant Spatial Patterns in Natural and Experimental Great Basin (USA) Plant Communities. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Ecology. Utah State University, 162 pp.
30. Saffari, A., N. Shabanian, S.Y. Erfanifard, R.H. Heidari and M. Purreza. 2010. Investigation of spatial pattern of wild pistachio (Case study: Bayangan forests, Kirmanshah). Iranian Journal of Forest, 2(2): 177-185 (In Persian).
31. Sapkota, I.P., M. Tigabu and P.C. Odén. 2009. Spatial distribution, advanced regeneration and stand structure of Nepalese Sal (*Shorea robusta*) forests subject to disturbances of different intensities, Forest Ecology and Management, 257(9): 1966-1975.
32. Stamtellos, G. and G. Panourgias. 2005. Simulating spatial distributions of forest trees by using data from fixed area plots, Forestry, 78(3): 305-312.
33. Subedi, M.R and Y.P. Timilsina. 2014. Distribution pattern of *cinnamomum tamala* in Annapurnaconservation area, Kaski, Nepal. Nepal Journal of Science and Technology, 15(2): 29-36.
34. Wei-dong, H., G. Xiu-mei, L. Lin-feng and L. Chang-yi. 2001. Spatial pattern of dominant species of the secondary monsoon rain forest in Liangiang, Guangdong Province, Journal of forestry Research, 12(2): 101-104.
35. Zabiolahi, S., N. Shabanian, M. Namiranian and M. Heydari. 2015. Spatial distribution of wooden species in Northern Zagros forests (Case study: Havare-khol forests). Iranian Journal of Forest Research and Development, 1(1): 17-29 (In Persian).
36. Zobeiri, M. 2002. Forest Inventory (Measurement of tree and forest), Tehran Press, 401 pp (In Persian).

Evaluation of Different Methods in Spatial Distribution Pattern of Trees Species in Kalkhani Forest in Kouhdasht, Lorestan – Zagros

Seyede Hadis Mehdizadeh¹ and Ali Rostami²

1- M.Sc. Student, Faculty of Natural Resources, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran
2- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran

(Corresponding author: ali_rostami1974@yahoo.com)

Received: April 28, 2019

Accepted: November 27, 2019

Abstract

In order to evaluate the efficiency of sampling indices in the spatial pattern of 4 wooden species (*Quercus brantii*, *Crataegus aronia*, *Pistacia atlantica* and *Acer monspessulanum*) an area of 500 hectares of Kalkhani forests of Koudasht city, Lorestan province was selected. The regular 100 m × 300 m grids in Arc GIS software were maked and taken with random starting point on the map of case study. The geographic position of 141 circle sample plots with area 1500 m² (Which is the starting point for the distance-based methods) was entered in Global Position System (GPS) set. The number, species, and crown cover of each base were recorded for spatial pattern analysis. The methods of study spatial distribution pattern were used density based indices (such as: Variance-to-Mean Ratio, Index cluster, Green, Moresita and Standardized moresita) and distance based indices (such as: Johnson and Zimmer, Eberhart, Hopkins, Hinez and C index) were accomplished by using of Ecological Methodology software. The results indicated that *Quercus brantii* and *Pistacia atlantica* have the highest and the lowest numbr of tree in case study, respectively. Also the basis of the results the highest and the lowest canopy cover area belong to *Quercus brantii* and *Crataegus aronia*, respectively. All of the density-based indices showed a clumped pattern for 4 trees species. Among the distance-based indices, Eberhart and Hinez presented better results than the other indices. In general, the density-based indices performed much better than the distance-based indices in this research. The comparison of the methods showed that each one can be applied, regarding the goal and available circumstances of future studies.

Keywords: Spatial Distribution Pattern, Density Based Indices, Distance Based Indices, Zagros Forests