دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

ارزیابی روش‌های مختلف تعیین الگوی پراکنش مکانی گونه‌های درختی در جنگل کلخانی کوهدشت 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 مسوول: ali_rostami1974@yahoo.com)
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۶
صفحه ۱۳۶ تا ۱۴۵

چکیده

به‌منظور بررسی کارایی شاخص‌های نمونه‌برداری در تعیین الگوی مکانی چهار گونه چوبی بلوط ایرانی (*Quercus brantii*)، زالزالک (*Crataegus aronia*)، بنه (*Pistacia atlantica*) و کیکم (*Acer monspessulanum*) در جنگل‌های زاگرس مرکزی، محدوده‌ای به مساحت ۵۰۰ هکتار ازمنطقه کلخانی کوهدشت لرستان انتخاب شد. شبکه‌ی آماربرداری منظم با ابعاد ۳۰۰×۱۰۰ متر در محیط ArcGIS طراحی و با نقطه شروع تصادفی روی نقشه محدوده مطالعاتی قرار داده‌شد. موقعیت جغرافیایی ۱۴۱ مرکز قطعات نمونه دایره‌ای ۱۵ آری (که نقطه شروع روش‌های فاصله‌ای نیز می‌باشد) وارد دستگاه سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) شد. تعداد، نوع گونه و سطح تاج‌پوشش پایه‌های هر گونه برای تحلیل الگوی مکانی یادداشت شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با شاخص‌های قطعه‌نمونه شامل: نسبت واریانس به میانگین، گرین، خوشه‌بندی، موریسیتا و استاندارد شده موریسیتا و شاخص‌های فاصله‌ای شامل: جانسون و زایمر، ابرهارت، هاینز، هاپکینز و C با استفاده از نرم‌افزار Ecological Methodology انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد پایه درختی به‌ترتیب مربوط به گونه بلوط ایرانی و بنه است. بیشترین سطح تاج‌پوشش متعلق به بلوط ایرانی و کمترین سطح تاج‌پوشش 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 هاینز نتایج بهتری را ارائه کردند. به‌طور 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

مقدمه

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

الگوی مکانی گیاهان نه‌تنها 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، اهمیّت فراوان دارد. بنابراین بوم‌شناسان در دهه‌های اخیر به تجزیه و تحلیل الگوهای مکانی توجه اساسی کرده‌اند و روش‌های زیادی برای کمّی‌کردن این الگوها توسعه داده‌اند (۹،۱۵). محل قرارگیری درختان در یک جنگل را می‌توان با تعیین مختصات آن‌ها نسبت به یکدیگر به‌صورت یک سری نقاط نشان داد؛ مجموعه‌ای که شامل این نقاط باشد، الگوی مکانی درختان نامیده می‌شود. به‌طورکلی سه نوع الگوی مکانی اصلی در طبیعت وجود دارد: الف) خوشه‌ای یا تجمعی، ب) منظم یا یکنواخت و ج) تصادفی (۱). الگوی کپه‌ای یا توده‌ای درنتیجه 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، به‌صورت کپه‌ای مستقر می‌شوند (۳). پس وجود الگوی کپه‌ای در اغلب جوامع گیاهی طبیعی مورد انتظار خواهد بود. از طرف دیگر حضور الگوی غیر تصادفی (کپه‌ای و منظم) در جوامع گیاهی یک روال عمومی است (۲۴). الگوی منظم یا یکنواخت به‌دلیل رقابت شدید برای منابع محدود مانند آب‌وخاک، و الگوی تصادفی هم در نتیجه مرگ‌ومیر وابسته 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 راه‌کار اصلی "صددرصد" و "نمونه‌برداری" استفاده می‌شود (۱۳).

با توجه به عوامل محدودکننده‌ای چون زمان و هزینه، آماربرداری صددرصد برای تعیین موقعیت مکانی تمام درختان در جنگل، همیشه ممکن نیست، لذا بوم‌شناسان شاخص‌های متنوعی را با استفاده از روش‌های نمونه‌برداری پیشنهاد دادند تا امکان 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 هرکدام از این روش‌ها مشکلات و محدودیت‌های خاص خود را دارند (۱۹). برای برآورد سریع و قابل‌اطمینان 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

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.15.14.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.15.136]

همکاران در زاگرس شمالی، منطقه قامیشله 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 سودتس جمهوری چک (۷)، ساپ‌کوتا و همکاران در جنگل‌های منطقه شورآ روبوستا نپال (۳۱) و سوبدی و تی‌میل‌سینادر منطقه حفاظت شده آناپیورنا کشور نپال روی گونه‌های درختی (۳۳) استفاده شده است. در بعضی مطالعات دیگر ازجمله: پوربابایی و همکاران روی الگوی مکانی بلوط ایرانی در منطقه چناره مریوان (۲۷)، عسکری و همکاران در ذخیره‌گاه جنگلی چارطاق اردل استان چهارمحال و بختیاری روی گونه‌های درختی و درختچه‌ای (۴) و ذبیح‌اللهی 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 مزایا 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 این‌گونه 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 به‌تدریج باعث کاهش کمی و کیفی این جنگل‌ها شده‌اند. آگاهی از الگوی پراکنش مکانی درختان در جنگل می‌تواند در درک 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 aronia* (L.)، کیکم (*Acer monspessulanum* Boiss) و بنه (*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.

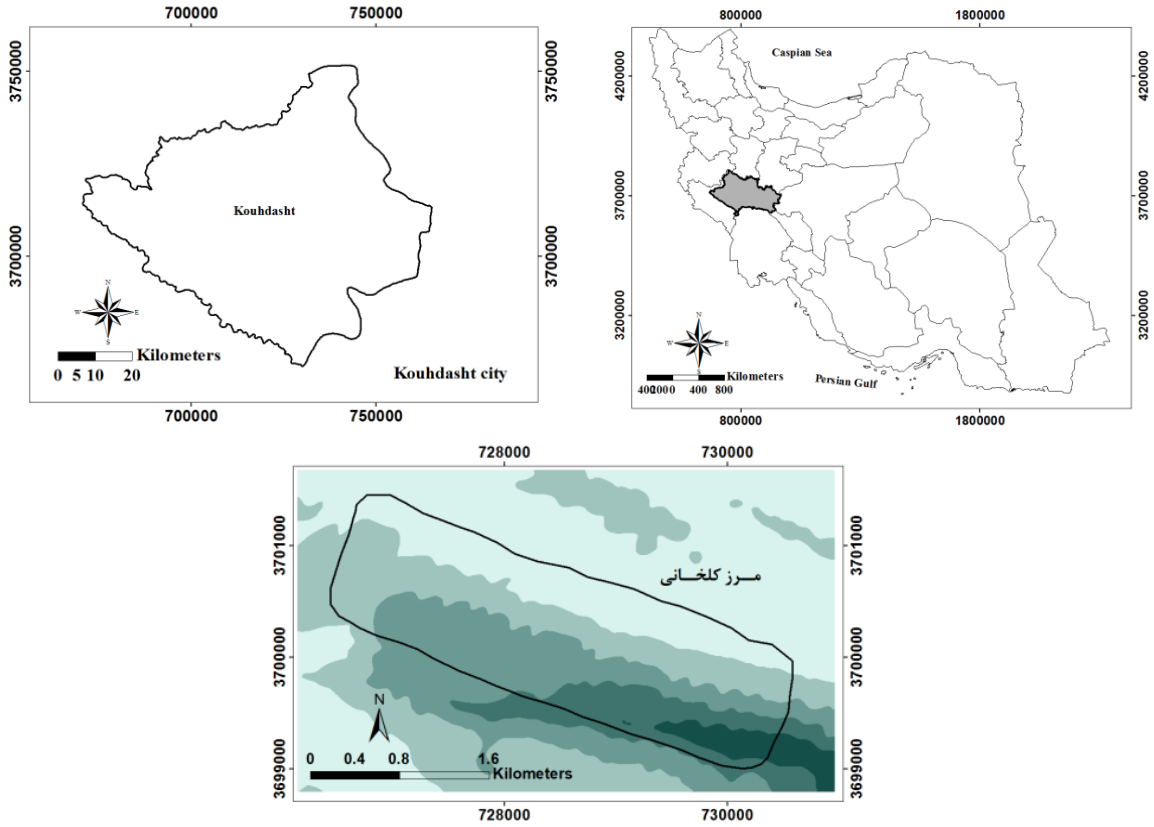
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، جنگل کلخانی در پنج کیلومتری روستای کمربله از توابع بخش مرکزی شهرستان کوهدشت در استان لرستان می‌باشد. ازنظر مختصات جغرافیایی بین عرض شمالی ″۴۱ ′۲۴ °۳۳ تا ″۵۹ ′۲۴ °۳۶ و طول شرقی ″۸ ′۲۸ °۴۷ تا ″۳۱ ′۲۸ °۴۷ واقع شده است. وسعت محدوده مورد مطالعه حدود ۵۰۰ هکتار و محدوده ارتفاعی آن ۱۳۷۰ تا ۱۶۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد. منطقه مورد مطالعه یک جنگل با فرم شاخه‌زاد- دانه‌زاد و دارای گونه‌های بلوط ایرانی (برودار)، کیکم، زالزالک، بنه، داغداغان (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 فاقد ایستگاه هواشناسی می‌باشد برای تعیین اقلیم آن از اطلاعات مربوط به پارک جنگلی بلوران به‌دلیل هم‌جواری با منطقه استفاده شد. بر این اساس متوسط درجه حرارت ۱۸ درجه سانتی‌گراد و میزان بارندگی تقریباً ۴۸۰ میلی‌متر در سال است. اقلیم منطقه بر اساس نمایه اقلیمی آمبرژه مدیترانه‌ای سرد می‌باشد (۲). شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.15.14.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.15.136]



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

به‌منظور بررسی الگوی پراکنش مکانی در این تحقیق از روش‌های نمونه‌برداری قطعه‌نمونه با مساحت ثابت و فاصله‌ای مربع تی[1] و ترکیبی[2] استفاده شد. برای تعیین تعداد قطعات نمونه ابتدا با قطعات نمونه ۱۵ آری (۱۵۰۰ مترمربع) دایره‌ای، نمونه‌برداری اولیه با ۳۰ قطعه‌نمونه انجام و تعداد نمونه لازم بر اساس دقت موردنظر محاسبه شد. به‌این‌ترتیب که با استفاده از داده‌های تعداد پایه درختی (زالزالک) ۳۰ قطعه‌نمونه، انحراف از معیار محاسبه و سپس از فرمول زیر تعداد نمونه برای اشتباه آماربرداری ۱۰ درصد محاسبه شد.

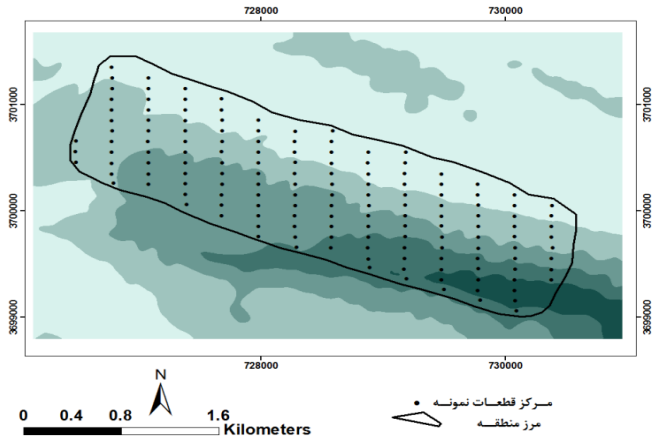
رابطه (۱) $n=(t^2.S_x^2)/E^2$

در این رابطه: n: تعداد نمونه، t: مقدار جدول t-student در سطح ۹۵ درصد و درجه آزادی n-1، S_x: انحراف معیار و E: مقدار اشتباه آماربرداری قابل‌قبول است (۳۶).

تعداد قطعه‌نمونه لازم بر اساس رابطه بالا، با محاسبه انحراف از معیار تعداد پایه درختی (گونه زالزالک) در ۳۰ قطعه‌نمونه در آماربرداری اولیه، و با توجه به ابعاد شبکه آماربرداری (۳۰۰×۱۰۰ متر) ۱۴۱ قطعه‌نمونه پیاده شد. شبکه‌ی تهیه شده به کمک یک نقطه تصادفی در محیط نرم‌افزار ArcGIS روی محدوده انداخته‌شد. 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.

1- Tsqure
2- Compound

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.15.14.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.15.136]



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

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 خوشه‌بندی 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. بعد از مرکز درخت انتخاب‌شده، 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 انتخاب‌شده در مرحله قبل اندازه‌گیری می‌شود (۱۶). شاخص‌های فاصله‌ای جانسون و زایمر، C، هاپکینز، هاینز و ابرهارت استفاده شد. جدول (۱) روابط مربوط به هر شاخص را نشان‌می‌دهد. جهت تحلیل داده‌ها و تهیه نقشه از نرم‌افزارهای ArcGIS، Ecological Methodology و Excel استفاده شد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.15.14.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.15.136]

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	رابطه	آزمون آماری	منبع
شاخص‌های قطعه‌نمونه با مساحت ثابت	نسبت واریانس به میانگین	$I = \frac{S^2}{\overline{X}}$	مربع کای	(۱۶)
	خوشه‌بندی	$IC = \left(\frac{S^2}{\overline{X}}\right) - 1$	آزمونZ	(۲۶)
	گرین	$IG = \frac{\left(S^2/\overline{X}\right)-1}{(\sum X)-1}$	مربع کای	(۲۱، ۲۳، ۲۶)
	موریسیتا	$I_d = n\left[\frac{\sum X^2 - \sum X}{(\sum X)^2 - \sum X}\right]$	مربع کای	(۲۱، ۲۳، ۲۶)
	استاندارد شده موریسیتا	$M_u = \frac{x^2_{0.975} - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$	مربع کای	(۱۶، ۲۳)
شاخص‌های فاصله‌ای	جانسون و زایمر	$I = \left[(n+1)(\sum_{i=1}^{n}(r_{pi^4})\right] / \left[\sum_{i=1}^{n}(r_{pi^2})\right]^2$	آزمونZ	(۱۶، ۲۳)
	c	$C = \frac{\sum\left[x_{i^2}/x_{i^2+\frac{1}{2}y^2_i}\right]}{N}$	آزمونZ	(۱۶)
	ابرهارت	$I_E = \left[\frac{S}{X}\right]^2 + 1$	جدول هاینز	(۲۱، ۲۳، ۲۶)
	هاینز	$h_t = \frac{2n[2\sum(r_{pi}^2)+\sum(r_{ni}^2)]}{[(\sqrt{2}\sum rp_i)+\sum r_{ni}]^2}$	جدول هاینز	(۱۶، ۲۱)
	هاپکینز	$I_h = \frac{\sum(r_{pi})^2}{\sum(r_{pi})^2+\sum r_{ni})^2}$	آزمون F	(۱۶)

نتایج و بحث

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده (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 به‌ترتیب 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 کمّی اندازه‌گیری شده دیگر در منطقه موردمطالعه، میانگین سطح تاج‌پوشش گونه‌ها بود. که به‌ترتیب 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 تاج‌پوشش از سایر گونه‌های منطقه مطالعاتی متفاوت‌تر هستند. شاخص ضریب تغییرات به‌شدت تحت‌تأثیر میانگین سطح تاج‌پوشش می‌باشد. با توجه به اینکه گونه زالزالک دارای کمترین میانگین سطح تاج‌پوشش نسبت به سایر گونه‌ها (۱/۷۸مترمربع) است ضریب تغییرات سطح تاج‌پوشش این گونه دارای بیشترین مقدار نسبت به سایر گونه‌های منطقه است. پیله‌ور و همکاران (۲۵) در توجیه این امر بیان کرده‌اند، شکل و مساحت تاج‌پوشش درختان یا تحت‌تأثیر عوامل ژنتیکی و یا تحت‌تأثیر 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.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.15.14.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.15.136]

جدول ۲- نتایج مشخصه‌های کمّی 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 (مترمربع)	اشتباه معیار سطح تاج (متر مربع)	حدود اعتماد سطح تاج (متر مربع)	ضریب تغییرات 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
زالزالک	۸	۱/۷۸	۰/۳۳۷	۱/۱۹۶ -۲/۵۴۴	۱۵۹
کیکم	۱۲	۲/۳۴	۰/۳۷۷	۱/۷۰۴ -۲/۹۷۶	۹۱

الگوی پراکنش مکانی گونه‌های مورد بررسی

الگوهای مکانی در شناخت و حل مسائل بوم‌شناختی 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 کمّی گرین برای ۴ گونه مثبت و بزرگ‌تر از صفر است که نشان‌دهنده‌ی الگوی کپه‌ای برای کل گونه‌هاست (جدول۳). این شاخص به‌دلیل مستقل بودن از تعداد و تراکم نمونه، شاخص مناسبی برای الگوی پراکنش مکانی به‌شمار می‌رود (۲۱). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ازلحاظ درجه کپه‌ای بودن ۴ گونه مورد بررسی در تحقیق گونه کیکم دارای بیشترین درجه کپه‌ای بودن (G=۰/۰۰۵۳) و گونه بلوط ایرانی دارای کمترین میزان درجه کپه‌ای بودن (G=۰/۰۰۳۶) است. بنابراین برای اندازه‌گیری درجه‌ی 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 به‌دست‌آمده با استفاده از شاخص خوشه‌بندی برای چهار گونه مثبت و بزرگ‌تر از صفر است که نشان‌دهنده‌ی الگوی مکانی کپه‌ای می‌باشد (۱۶). بالاترین مقدار این شاخص مربوط به بلوط ایرانی (۲/۷۹۸) و کمترین مقدار مربوط به گونه بنه (۰/۲۴۷) می‌باشد (جدول ۳). شاخص خوشه‌بندی به‌دلیل وابستگی به تعداد پایه در قطعه‌نمونه، به‌عنوان یک شاخص برای مقایسه‌ی میزان کپه‌ای بودن چندان مفید نیست (۱۱).

مقادیر به‌دست‌آمده با استفاده از شاخص نسبت واریانس به میانگین برای چهارگونه مثبت و بزرگ‌تر از یک است که بیانگر الگوی پراکنش کپه‌ای می‌باشد. آزمون‌های آماری شاخص‌ها نیز تأییدکننده الگوی مکانی کپه‌ای می‌باشد. چون این شاخص نسبت به آرایش کپه‌ای حساسیت کمتری دارد و به‌شدت 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 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 استانداردشده 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 زالزالک بزرگ‌تر از ۰/۵ است، الگوی کپه‌ای را تأیید می‌کند. مقدار کمتر از ۰/۵ (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 زالزالک بزرگ‌تر از ۰/۵ است و الگوی کپه‌ای را تأیید می‌کند. مقدار کمتر از ۰/۵ (۰/۴۴۸) برای گونه بنه، نشان‌دهنده الگوی تصادفی می‌باشد (جدول۳). 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 به‌جز استاندارد شده موری‌سیتا که الگوی تصادفی را برای گونه بنه نشان‌داد، الگوی کپه‌ای را برای چهار گونه نشان‌دادند (جدول ۳). آزمون‌های آماری مربوط به هر شاخص نیز تأییدکننده نتایج به‌دست‌آمده است. پری و همکاران (۲۴) و فیبیچ 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 به‌صورت خوشه‌ای در زیر تاج درختان مورد بررسی در این تحقیق (بلوط ایرانی، بنه و زالزالک) 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.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.15.14.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.15.136]

جدول ۳- نتایج استفاده از شاخص‌های قطعه‌نمونه (ترا کمّی) برای تعیین الگوی پراکنش مکانی
Table 3. The results of density indices of spatial pattern in study area

گونه/ شاخص	گرین	خوشه‌بندی	نسبت واریانس به میانگین	موری‌سیتا	استانداردشده موری‌سیتا
بلوط ایرانی	۰/۰۰۴^{A}	۲/۷۹۸^{A}	۳/۷۹۸^{A}	۱/۳۵۸^{A}	۰/۵۰۱^{A}
کیکم	۰/۰۰۵^{A}	۱/۰۵۶^{A}	۲/۰۵۶^{A}	۱/۷۴۳^{A}	۰/۵۰۲^{A}
زالزالک	۰/۰۰۴^{A}	۰/۵۱۴^{A}	۱/۵۱۴^{A}	۱/۵۲۹^{A}	۰/۵۰۱^{A}
بنه	۰/۰۰۴^{A}	۰/۲۴۷^{A}	۱/۲۴۷^{A}	۱/۵۶۶^{A}	۰/۴۴۸^{R}

R(Random) : پراکنش تصادفی؛ A(Aggregated): پراکنش کپه‌ای؛ U(Uniform) : پراکنش منظم یا یکنواخت

شاخص‌های فاصله‌ای

نتایج شاخص‌های فاصله‌ای تحلیل الگوی مکانی گونه‌های مورد مطالعه و آزمون آماری هرکدام در جداول ۴ و ۵ آورده شده‌است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقادیر محاسبه‌شده شاخص جانسون و زایمر برای گونه‌های بلوط ایرانی، زالزالک و بنه بیشتر از ۲ است، لذا الگوی مکانی کپه‌ای تأیید می‌شود. به‌منظور آزمون این شاخص مقادیر محاسبه‌شده Z، با مقادیر تعریف‌شده برای هر الگو مقایسه می‌شود (جدول ۴). در مورد بلوط ایرانی و زالزالک 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- تأییدکننده این مطلب می‌باشد.

مقادیر به‌دست‌آمده 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، زالزالک و کیکم در جنگل‌های زاگرس با استفاده از شاخص C الگوی کپه‌ای را به‌دست آوردند و این شاخص را به‌عنوان 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 هاینز و آزمون آماری آن الگوی مکانی چهار گونه به‌جز 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 کپه‌های متراکم است، را ندارد (۲۶).

جدول ۴- مقادیر مربوط به شاخص‌های جانسون و زایمر، C و هاینز و آزمون آن‌ها
Table 4. The values and test of the Johnson and Zimmer, C and Hines indices

شاخص	جانسون و زایمر		شاخص C		هاینز	
گونه	مقدار I	مقدار Z	مقدار I	مقدار Z	مقدار h_T	مقدار h_T
بلوط ایرانی	۲/۴۷^{A}	۲/۶۹۸	۰/۳۴۷^{U}	-۵/۸۹۷	۱/۴۰۶^{A}	۱/۲۱۷
کیکم	۱/۹۱^{U}	-۰/۴۱۶	۰/۲۱۳^{U}	-۹/۲۲۹	۱/۳۹۴^{A}	۱/۲۰۶
زالزالک	۲/۵۵^{A}	۲/۷۱۵	۰/۱۸۸^{U}	-۱۰/۴۲۸	۱/۵۳۹^{A}	۱/۲۰۹
بنه	۲/۱۵^{U}	۰/۵۴۹	^{U}۰/۱۴۱	-۸/۸۹۲	۱/۳۵۴^{U}	۱/۱۸۸

R (Random) پراکنش تصادفی؛ A (Aggregated): پراکنش کپه‌ای؛ U (Uniform): پراکنش منظم یا یکنواخت

مقادیر محاسبه‌شده شاخص هاپکینز برای۳ گونه بلوط ایرانی، کیکم و زالزالک بین ۰/۵ و ۱ (بیشتر از ۰/۵) می‌باشد، لذا الگوی کپه‌ای را تأیید می‌نماید. آزمون آماری این شاخص در سطح ۹۵٪ نیز تأییدکننده الگوی کپه‌ای برای این گونه‌ها می‌باشد (در هر ۳ گونه h>F). مقدار شاخص محاسبه‌شده برای گونه بنه بین ۰/۵ و صفر می‌باشد که تأییدکننده الگوی یکنواخت برای این گونه است. آزمون آماری نیز این نتیجه را تأیید می‌کند (جدول۵). صفری و همکاران (۳۰) در جنگل‌های باینگان کرمانشاه الگوی مکانی بنه و بلوط ایرانی را با استفاده از این شاخص یکنواخت به دست آوردند. در مورد گونه بنه با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشته و در مورد گونه بلوط ایرانی برخلاف نتایج تحقیق می‌باشد. همچنین ذبیح‌اللهی و همکاران (۳۵) الگوی مکانی بلوط ایرانی با استفاده از این شاخص را در جنگل‌های هوره‌خول یکنواخت به‌دست آوردند 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، مراحل 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 استخراج‌شده از جدول هاینز (برای ۴ گونه بیشتر از مقدار جدول هاینز) 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).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.15.14.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.15.136]

جدول ۵- مقادیر مربوط به شاخص‌های هاپکینز و ابرهارت و آزمون آن‌ها
Table 5. The values and test of the Hopkins and Eberhart indices

شاخص	هاپکینز			ابرهارت	
گونه	مقدار I	مقدار h	مقدار F	مقدار I	مقدار h
بلوط ایرانی	۰/۶۰۵^{A}	۱/۵۳۲	۱/۲۳۵	۱/۲۷۳^{A}	۱/۲۱۷
کیکم	۰/۶۵۰^{A}	۱/۸۵۸	۱/۳۳۲	۱/۲۸۰^{A}	۱/۲۰۶
زالزالک	۰/۶۷۰^{A}	۲/۰۲۹	۱/۳۴۶	۱/۴۵۶^{A}	۱/۲۰۹
بنه	۰/۴۶۴^{U}	۰/۸۶۵	۱/۳۸۸	۱/۳۱۸^{A}	۱/۱۸۸

R(Random) : پراکنش تصادفی؛ A(Aggregated): پراکنش کپه‌ای؛U(Uniform) : پراکنش منظم یا یکنواخت

به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت شاخص‌های مورداستفاده 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 پوربابایی (۲۶)؛ صفری و همکاران (۳۰)؛ عرفانی‌فرد و همکاران (۱۳)؛ ساپ کوتا و همکاران (۳۱) و سوبدی و تی‌میل‌سینا (۳۳) بیان نموده‌اند، همخوانی دارد. درحالی‌که در صورت نیاز به ارزیابی سریع و آسان الگوی مکانی درختان در یک جامعه، روش‌های فاصله‌ای برای تجزیه‌وتحلیل الگوی مکانی اولیه درختان روش‌های ارزشمندی محسوب می‌شوند (۲۱،۱۶،۱۳). در این بررسی نیز این نتیجه حاصل‌شد و شاخص‌های قطعه‌نمونه بر شاخص‌های فاصله‌ای اولویت دارند. به‌بیان‌دیگر، 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 (۲۸،۲۶). یکی از دلایل اختلاف نتایج این مطالعه با سایر پژوهش‌های انجام‌شده، متفاوت بودن توده‌های مورد بررسی است (۱۲). در نهایت با توجه به عملکرد شاخص‌های فاصله‌ای بر اساس فاصله درختان از یکدیگر، این شاخص‌ها به‌شدت وابسته به ساختار توده موردبررسی از نظر تراکم هستند (۲۱،۱۳). 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 موردبررسی قابل توصیه است.

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 متوالی، چرای مفرط دام، تضعیف و فرسایش خاک وجود داشته و کمتر منطقه‌ای را در این ناحیه رویشی می‌توان مشاهده‌کرد که به‌صورت بکر و دست‌نخورده 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 مدیریتی کمک نماید.

منابع

1. Akhavan, R., Kh. Sagheb Talebi, M. Hassani and P. Parhizkar. 2010. Spatial patterns in ntouched 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 Xiaowutal 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. Králíček. 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. Ebrahimi, 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).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.15.14.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.15.136]

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 herbaceou species in ecologic groups (Case study: Concervated region of Manesht- 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. Descriptiv 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 Chenareh 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).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.15.14.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.15.136]

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

Seyede Hadis Mehdizadeh[1] and Ali Rostami[2]

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 m^2 (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

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.15.14.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.15.136]