دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست‌بوم گیاهان"
دوره هفتم، شماره چهاردهم
http://pec.gonbad.ac.ir

کارایی شاخص‌های نمونه‌برداری در تحلیل الگوی مکانی گونه‌های چوبی در جنگل‌های زاگرس مرکزی (منطقه کلخانی کوهدشت لرستان)

زیبا پیرمحمدی[1*]، علی مهدوی[2]

[1]دانشجوی دکتری علوم جنگل، گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام
[2]دانشیار گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۰۲

چکیده

استفاده از روش‌های مناسب در برآورد الگوی مکانی درختان از اهمیت بالایی برخوردار است. به‌منظور بررسی کارایی شاخص‌های نمونه‌برداری در تعیین الگوی مکانی پنج گونه چوبی (بلوط ایرانی، کیکم، بادام‌کوهی، بنه و زالزالک)، محدوده‌ای به وسعت ۳۵ هکتار از جنگل کلخانی واقع در کوهدشت لرستان آماربرداری صددرصد شد. موقعیت مکانی گونه‌ها، نوع گونه و قطر بزرگ و کوچک تاج برداشت شد. نقشه پراکنش مکانی گونه‌ها تهیه و الگوی مکانی مطلق با روش نزدیک‌ترین همسایه و تابع K رایپلی در محیط ArcGIS تعیین شد. سپس الگوی مکانی گونه‌ها با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای (جانسون و زایمر، C، هاپکینز، هاینز و ابرهارت) و قطعه‌نمونه (نسبت واریانس به میانگین، موری‌سیتا، استانداردشده موری‌سیتا، گرین و خوشه‌بندی) برآورد و کارایی هرکدام در مقایسه با شاخص نزدیک‌ترین همسایه و تابع K رایپلی ارزیابی گردید. نتایج نشان داد؛ گونه غالب منطقه، بلوط ایرانی با ۶۱/۵ درصد از کل گونه‌ها بود. بلوط ایرانی و زالزالک با متوسط سطح تاج پوشش ۱۱/۳۶ و ۲/۸۹ مترمربع به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین مقادیر را دارا بودند. نتایج تحلیل الگوی مکانی واقعی گونه‌ها با شاخص نزدیک‌ترین همسایه و K رایپلی برای کل گونه‌ها کپه‌ای به دست آمد. همه شاخص‌های روش قطعه‌نمونه نیز الگوی کپه‌ای را برای پنج گونه برآورد کردند. از شاخص‌های فاصله‌ای تنها شاخص هاینز برای پنج گونه الگوی کپه‌ای را برآورد کرد. در کل بهترین شاخص‌ها برای تعیین الگوی مکانی گونه‌ها، شاخص فاصله‌ای هاینز و پنج شاخص قطعه‌نمونه ارزیابی شدند؛ بنابراین در عملیات پرورشی و اصلاحی جنگل با استفاده از گونه‌های موردمطالعه بایستی الگوی کپه‌ای را در نظر گرفت.

*نویسنده مسئول: pirmohammadiz2020@gmail.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

واژه‌های کلیدی: **الگوی پراکنش مکانی، تابع K رایپلی، شاخص‌های فاصله‌ای و قطعه‌نمونه، شاخص نزدیک‌ترین همسایه، کلخانی**

مقدمه

الگوی پراکنش مکانی درختان نشان‌دهنده موقعیت افراد یک جمعیت در محیط و نحوه آرایش آن‌ها نسبت به یکدیگر است (Dale, 1998). درواقع، الگوی مکانی درختان مشخصه مهمی در درک پویایی اکوسیستم جنگل است (Veblen et al., 1979) که بر استقرار، رویش، رقابت، تجدید حیات و مرگ‌ومیر، استفاده از منابع، ایجاد روشنه و درنهایت توسعه زیر اشکوب جنگل تأثیرگذار است (Nathan et al., 2000). این الگو تحت تأثیر شرایط محیطی از قبیل خاک، توپوگرافی، رقابت، گذشته توده، طوفان‌ها و طغیان آفات و بیماری‌ها قرار می‌گیرد؛ بنابراین به‌طوری‌که ملاحظه می‌شود این ارتباط دوسویه است (Salas et al., 2006). به‌طورکلی. سه نوع اصلی الگوی مکانی در جوامع گیاهی وجود دارد: کپه‌ای (Aggregate)، منظم (Regular) یا یکنواخت (Uniform) و تصادفی (Random) (Goreaud et al., 1997). برای تعیین الگوی مکانی درختان از دو روش کلی آماربرداری صددرصد و نمونه‌برداری استفاده می‌شود. مناسب‌ترین روش جهت تعیین الگوی مکانی استفاده از داده‌های آماربرداری صددرصد است که نقشه موقعیت مکانی درختان با این داده‌ها تهیه می‌شود (Krebs, 1999). با دسترسی به نقشه مکانی تمام درختان الگوی مطلق جامعه تعیین می‌شود (Mitchell, 2005). ازآنجاکه دسترسی به نقشه موقعیت مکانی تمام درختان مستلزم زمان و هزینه بالایی است، لذا بوم‌شناسان شاخص‌های متنوعی را با استفاده از روش‌های نمونه‌برداری، برای برآورد الگوی مکانی درختان در جنگل پیشنهاد دادند (عرفانی‌فرد و مهدیان، ۱۳۹۱). عمومی‌ترین روش‌های نمونه‌برداری جهت تعیین الگوی مکانی روش قطعه‌نمونه با مساحت ثابت و روش‌های فاصله‌ای است (Stamtellos & Panourgias, 2000). که بررسی صحت نتایج حاصل از هر شاخص از طریق مقایسه آن با الگوی مکانی مطلق جامعه امکان‌پذیر است و تا زمانی که این مقایسه انجام نشود نمی‌توان در مورد کارآیی یک شاخص اظهارنظر نمود (عرفانی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۱)؛ بنابراین از الگوی مطلق ضمن تعیین الگوی واقعی و تراکم دقیق جمعیت گونه‌های درختی در جنگل به‌عنوان مبنای مقایسه برای شاخص‌های نمونه‌برداری و معرفی شاخص مناسب تعیین الگوی مکانی استفاده می‌شود.

برای تعیین الگوی مکانی درختان جنگلی با استفاده از شاخص‌های مختلف نمونه‌برداری و آماربرداری صددرصد، مطالعات چندی توسط محققان در داخل و خارج کشور انجام‌شده است. صفری و همکاران (۱۳۸۸)، حیدری و همکاران (۱۳۹۵) و سوبدی و تیمیلسینا (Subedi & Timilsina,

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

2014) از شاخص‌های قطعه‌نمونه با مساحت ثابت (تراکمی) برای تعیین الگوی پراکنش مکانی گونه‌های جنگلی استفاده کرده‌اند. در بعضی مطالعات دیگر مانند پوربابایی و همکاران (۱۳۹۱)، عسکری و همکاران (۱۳۹۳) و ذبیح‌اللهی و همکاران (۱۳۹۴) شاخص‌های روش فاصله‌ای برای تعیین الگوی مکانی درختان جنگلی بکار رفته است. برآورد الگوی مکانی با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای و قطعه‌نمونه در بررسی صفری و همکاران (۱۳۸۸)، کیانی و همکاران (۱۳۹۱)، ابراهیمی و پوربابایی (۱۳۹۲) موردتوجه بوده است. استفاده از شاخص‌های تعیین الگوی مکانی با بکار بردن نتایج آماربرداری صددرصد (با شاخص‌های کوادرات، نزدیک‌ترین همسایه، تابع K رایپلی) توسط محققانی ازجمله، اخوان و همکاران (۱۳۸۹)، نوری و همکاران (۱۳۹۲)، پورهاشمی و همکاران (۱۳۹۳)، عرفانی‌فرد و مهدیان (۱۳۹۱)، هی و همکاران (He et al., 1997)، عرفانی‌فرد و همکاران (Erfanifard et al., 2008)، لوو و همکاران (Luo et al., 2009) کریمی و همکاران (Karimi et al., 2014)، فیبیچ و همکاران (Fibich et al., 2016) و ابرت و همکاران (Ebert et al., 2016) انجام‌شده است. عرفانی‌فرد و همکاران (۱۳۹۱) و حسین‌پور و همکاران (۱۳۹۶) نیز کارایی شاخص‌های نمونه‌برداری را با نتایج الگوی مکانی مطلق برای یک‌گونه مورد ارزیابی قرار داده‌اند. نظر به اینکه تحقیقات انجام‌شده در مورد الگوی مکانی تاکنون با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای و قطعه‌نمونه به‌صورت جداگانه و محدود انجام‌شده است. از طرفی جنگل‌های زاگرس به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع بیولوژیکی و ذخایر ژنتیکی ایران به‌حساب می‌آیند، در حال حاضر به‌عنوان تخریب یافته تلقی می‌گردند و انجام هرگونه اقدام حفاظتی و احیائی مستلزم داشتن اطلاعات کمی و کیفی از این جنگل‌ها می‌باشد (جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، ۱۳۸۲). در این راستا تحقیق حاضر باهدف تعیین الگوی مکانی مطلق پنج گونه مهم شامل: بلوط ایرانی (*Quercus brantii*)، زالزالک (*Crataegus aronia*)، کیکم (*Acer monspesulanum*)، بادام‌کوهی (*Amygdalus lycioides*) و بنه (*Pistacia atlantica*) و ارزیابی پنج شاخص فاصله‌ای و پنج شاخص قطعه‌نمونه، در محدوده‌ای از جنگل‌های ناحیه رویشی زاگرس انجام‌شده است. نتایج پژوهش، ضمن مشخص کردن کارایی شاخص‌های نمونه‌برداری در تعیین الگوی مکانی گونه‌ها، نشان می‌دهد در مطالعات آینده، با توجه به هدف و امکانات، از کدام‌یک از شاخص‌های نمونه‌برداری برای بررسی الگوی مکانی می‌توان استفاده کرد.

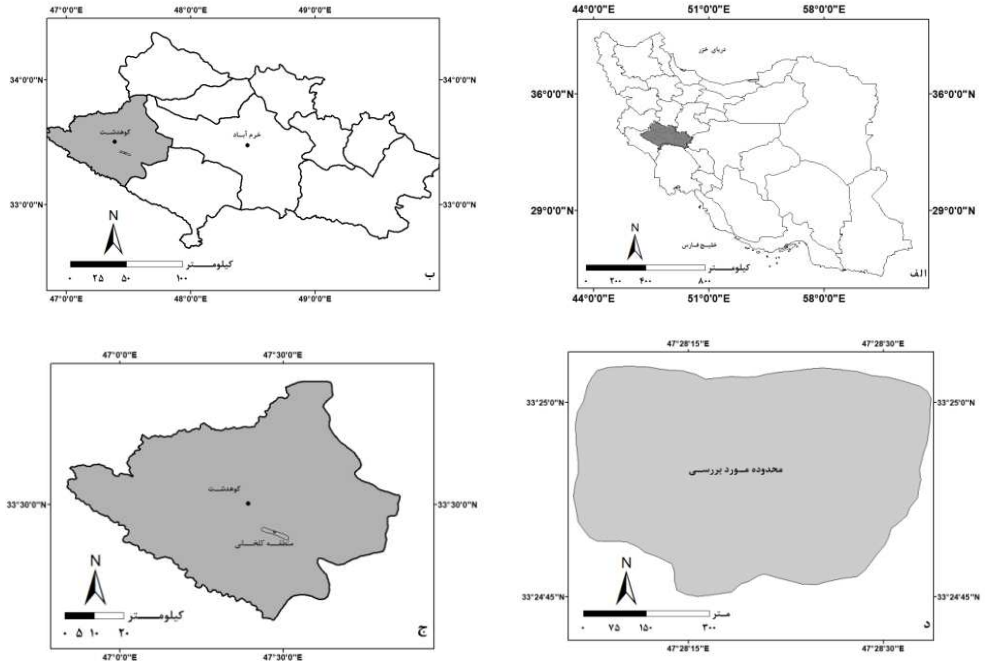
مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعه این پژوهش، جنگل کلحانی در مجاورت روستای سراب هاشم‌بگ در فاصله ۲۴ کیلومتری شهرستان کوهدشت واقع در استان لرستان است (شکل۱). از نظر مختصات جغرافیایی بین

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

عرض شمالی ً۴۰ َ۲۴ ˚۳۳ تا ً۵۹ َ۲۴ ˚۳۳ و طول شرقی ً۱۰ َ۲۸ ˚۴۷ تا ً۴۱ َ۲۸ ˚۴۷ واقع‌شده است. حداقل ارتفاع منطقه ۱۳۷۰ متر و ارتفاع حداکثر آن ۱۸۵۰ متر می‌باشد. جنگل کلخانی بافرم شاخه‌زاد-دانه‌زاد و دارای گونه‌های بلوط ایرانی، کیکم، زالزالک، بنه، داغداغان، بادام‌کوهی و انجیر می‌باشد. با جنگل‌گردشی محدوده‌ای با وسعت ۳۵ هکتار با حداقل دست‌خوردگی و تخریب انتخاب گردید.



شکل ۱- منطقه موردبررسی در ایران (الف)، استان لرستان (ب) و شهرستان کوهدشت (ج)

با توجه به اینکه منطقه موردمطالعه فاقد ایستگاه هواشناسی می‌باشد. برای تعیین اقلیم از اطلاعات مربوط به شهرستان کوهدشت به دلیل همجواری استفاده شد. بر این اساس متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۵/۸ درجه سانتی‌گراد و میزان بارندگی تقریباً ۴۰۵/۲ میلی‌متر در سال است. اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی دومارتن نیمه‌خشک می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۹۵).

جمع‌آوری داده‌ها: بررسی الگوی مکانی درختان با تعیین موقعیت هر درخت و تهیه نقشه مربوط به آن با استفاده از سامانه اطلاعات مکانی آغاز می‌شود (عرفانی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۱). در این پژوهش با

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی ((GPS دستی برای ثبت موقعیت پایه‌ها در سطح ۳۵ هکتـاری محدوده مطالعاتی استفاده شد. همچنین نوع گونه و قطر بزرگ و کوچک تاج‌پوشش یادداشت شدند.

تعیین الگوی مکانی گونه‌ها: برای تعیین الگوی مکانی درختان در جنگل می‌توان از آماربرداری صددرصد و نمونه‌برداری استفاده نمود. به‌منظور بررسی کارایی شاخص‌های متنوع نمونه‌برداری تعیین الگوی مکانی، در این پژوهش پس از آماربرداری صددرصد و تهیه نقشه موقعیت مکانی درختان، مهم‌ترین و پرکاربردترین شاخص‌های قطعه‌نمونه و فاصله‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت.

الف- آماربرداری صددرصد

درصورتی‌که توده جنگلی آماربرداری صددرصد شود، برای تعیین الگوی مکانی گونه‌ها، معمولاً از سه روش کوادرات‌های پیوسته، شاخص نزدیک‌ترین همسایه و تابع K رایپلی استفاده می‌شود (عرفانی‌فرد و مهدیان، ۱۳۹۱). در این مطالعه با استفاده از نتایج آماربرداری صددرصد، از تابع K رایپلی و روش نزدیک‌ترین همسایه برای تعیین الگوی مکانی پنج گونه استفاده شد.

تابع K رایپلی: این شاخص بر اساس تعداد نقاط (درخت) موجود در یک شعاع مشخص به بررسی الگوهای مکانی می‌پردازد. در این روش فواصل بین تمام جفت نقاط موجود در سطح موردبررسی در نظر گرفته می‌شود (پورهاشمی و همکاران، ۱۳۹۳). این روش را که تابعی درجه دو در فضای دوبعدی است برای تعیین الگوی پراکنش مکانی پدیده‌هایی قابل‌استفاده است که موقعیت مکانی آن‌ها در یک نقشه ثبت‌شده باشد (عرفانی‌فرد و مهدیان، ۱۳۹۱).

امروزه به‌جای تابع K رایپلی از شکل اصلاح‌شده آن یعنی تابع (L) استفاده می‌شود که حالت خطی تابع K رایپلی بوده و با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$L(d) = \frac{\sqrt{A\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1,j\neq i}^{n} k(i,j)}}{\pi n(n-1)}$$

رابطه ۱

در این رابطه n تعداد کل پدیده‌ها یا نقاط، A مساحت کل محدوده دربرگیرنده پدیده‌ها (درختان) و $K_{i,j}$ فاکتور وزن می‌باشد. وقتی تصحیح حاشیه‌ای وجود نداشته باشد، $K_{i,j}$ برابر ۱، وقتی فاصله بین i و j بزرگ‌تر از d باشد برابر صفر است. با استفاده از روش تصحیح حاشیه‌ای $K_{i,j}$ اصلاح می‌شود (Mitchell, 2005).

حال اگر مقدار تابع L برابر صفر باشد، نشان‌دهنده الگوی تصادفی، اگر بزرگ‌تر از صفر باشد نشان‌دهنده الگوی خوشه‌ای و اگر کوچک‌تر از صفر باشد نشان‌دهنده الگوی منظم است. در این روش برای آزمون معنی‌دار بودن تفاوت الگوی مشاهده‌شده با الگوی تصادفی (فرض صفر)، حدود اعتماد با استفاده از آزمون مونت‌کارلو محاسبه و ترسیم می‌گردد؛ به‌طوری‌که اگر تابع L در داخل این محدوده قرار گیرد، نشان‌دهنده وجود الگوی تصادفی، اگر بالاتر از آن واقع شود، نشان‌دهنده الگوی کپه‌ای و اگر

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

پایین‌تر از این محدوده واقع شود، نشان‌دهنده الگوی منظم (یکنواخت) است (اخوان و همکاران، ۱۳۸۹).

روش نزدیک‌ترین همسایه: این روش بر مبنای محاسبه میانگین فاصله بین هر درخت با نزدیک‌ترین همسایه‌اش استوار است. میانگین نزدیک‌ترین همسایه از رابطه (۲) به دست می‌آید:

رابطه ۲ $$ANN = \frac{\overline{Do}}{\overline{DE}}$$

که در آن $\overline{Do}$ میانگین فاصله مشاهده‌شده هر درخت با نزدیک‌ترین همسایه‌اش است (رابطه۳).

رابطه ۳ $$\overline{Do} = \frac{\sum_{i=1}^{n} di}{n}$$

و$\overline{DE}$ میانگین فاصله مورد انتظار هر درخت با نزدیک‌ترین همسایه‌اش است رابطه (۴).

رابطه۴ $$\overline{DE} = \frac{0.5}{\sqrt{n/A}}.$$

جهت بررسی الگوی مکانی شاخص نزدیک‌ترین همسایه، از آزمون Z استفاده می‌شود (رابطه۵). فرض صفر آزمون، تصادفی بودن الگوی مکانی درختان موردبررسی است. مقدار آماره از رابطه (۶) محاسبه می‌شود.

رابطه ۵ $$Z = \frac{\overline{Do} - \overline{DE}}{SE}$$

رابطه ۶ $$SE = \frac{0.26136}{\sqrt{n^2/A}}$$

تفسیر مقدار آماره Z به این صورت می‌باشد: که اگر مقدار Z (۱/۹۶+>Z>۱/۹۶-) باشد، الگوی مکانی تصادفی. اگر Z بیش از ۱/۹۶+باشد، الگو پراکنده و اگر Z کمتر از ۱/۹۶- باشد، الگو کپه‌ای است (Mitchell, 2005). پس از برداشت موقعیت مکانی درختان گونه‌های موردبررسی با استفاده از GPS، داده‌ها وارد محیط ArcGIS گردید و نقشه موقعیت مکانی گونه‌ها تهیه گردید.

ب- نمونه‌برداری

در این بررسی از روش‌های متداول در مطالعات جنگل و الگوی پراکنش مکانی یعنی روش قطعه‌نمونه با مساحت ثابت و روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای؛ نزدیک‌ترین فرد، مربع تی و ترکیبی استفاده شد. با توجه به اینکه برای بررسی الگوی مکانی ۳۰ تا ۶۰ قطعه‌نمونه کافی است (صفری و همکاران، ۱۳۸۸). به این منظور یک شبکه آماربرداری منظم با ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر و نقطه شروع تصادفی در محیط ArcGIS طراحی و روی نقشه پراکنش گونه‌ها قرار داده شد. به‌طوری‌که محل تقاطع اضلاع شبکه، نقاط نمونه‌برداری و این نقاط دقیقاً مراکز قطعات نمونه بودند. قطعات نمونه دایره‌ای به مساحت ۱۵ آرکه مناسب آماربرداری در جنگل‌های زاگرس (زبیری، ۱۳۷۹) و بررسی الگوی پراکنش مکانی در این جنگل‌هاست (Erfanifard *et al*, 2008) پیاده شد. درمجموع ۴۰ قطعه‌نمونه.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

و۴۰ نقطه شروع تصادفی برای روش فاصله‌ای اندازه‌گیری شد. در تحقیق حاضر از شاخص‌های قطعه‌نمونه شامل: نسبت واریانس به میانگین، موری‌سیتا، استانداردشده موری‌سیتا، گرین و خوشه‌بندی و شاخص‌های فاصله‌ای جانسون و زایمر، C، هاپکینز، هاینز و ابرهارت استفاده‌شده است. جدول (۱) روابط و آزمون‌های مربوط به هر شاخص را نشان می‌دهد. جهت تحلیل داده‌ها و تهیه نقشه از نرم‌افزارهایArcGIS، Ecological Methodology و Excel استفاده شد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

جدول۱ - شاخص‌های قطعه‌نمونه با مساحت ثابت و فاصله‌ای برای تعیین الگوی پراکنش مکانی گونه‌های موردمطالعه در منطقه

شاخص‌های قطعه‌نمونه	رابطه	آزمون آماری	منبع
نسبت واریانس به میانگین	$I=\frac{S^2}{\bar{X}}$	مربع کای	(krebs, 1999)
خوشه‌بندی	$IC=\left(\frac{S^2}{\bar{X}}\right)-1$	آزمونZ	(krebs, 1999)
گرین	$IG=\frac{(S^2/\bar{X})-1}{(\sum X)-1}$	مربع کای	(krebs, 1999)
موریسیتا	$I_d=n\left[\frac{\sum X^2-\sum X}{(\sum X)^2-\sum X}\right]$	مربع کای	(krebs, 1999)
استانداردشده موریسیتا	$M_u=\frac{\chi^2_{0.975}-n+\sum x_i}{(\sum x_i)-1}$	مربع کای	(krebs, 1999)
شاخص‌های فاصله‌ای	رابطه	آزمون آماری	منبع
جانسون و زایمر	$I=\frac{[(n+1)(\sum_{i=1}^{n}(r_{pi}^2)]}{/[\sum_{i=1}^{n}(r_{pi}^2)]^2}$	آزمونZ	(Johnson & Zimmer, 1985)
c	$C=\frac{\sum\left[x_i z_i / a_i z_i \frac{1}{2} z_i\right]}{N}$	آزمونZ	Ludwig &) (Reynolds, 1988
ابرهارت	$I_E=\left[\frac{S}{\bar{X}}\right]^2+1$	جدول هاینز	(krebs, 1999)
هاینز	$h_t=\frac{2n[2\sum(r_{pi}^2)+\sum(r_{ri}^2)]}{[(\sqrt{2\sum r_{pi}})+\sum r_{ri}]^2}$	جدول هاینز	(krebs & Charles, 2001)
هاپکینز	$I_h=\frac{\sum(r_{pi})^2}{\sum(r_{pi})^2+\sum r_{ri})^2}$	آزمون F	(krebs & Charles, 2001)

نتایج

در منطقه موردمطالعه درمجموع ۳۲۵۷ پایه ثبت شد که شامل گونه‌های بلوط ایرانی، کیکم، زالزالک، بادام‌کوهی، بنه، داغداغان (تا) و انجیر کوهی است. پنج گونه اصلی (بلوط ایرانی، کیکم،

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

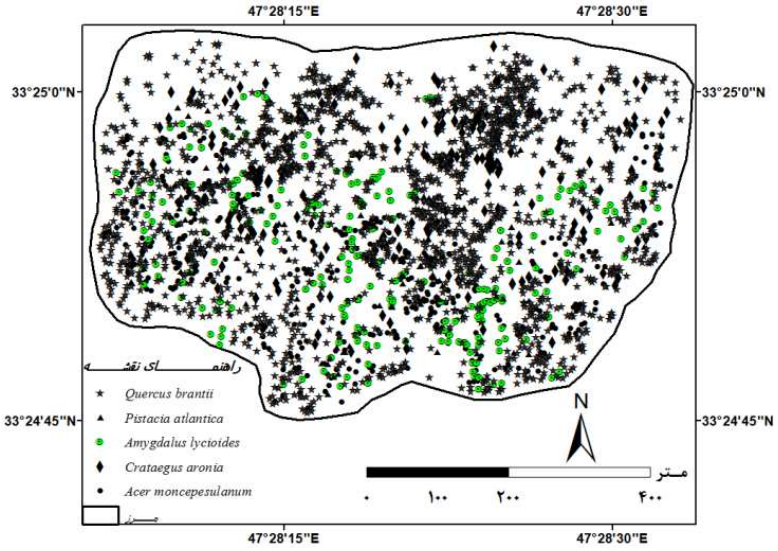
زالزالک، بادام‌کوهی و بنه) که بیش از ۹۷ درصد فراوانی پایه‌ها را تشکیل می‌دادند، انتخاب شدند و الگوی پراکنش مکانی آن‌ها بررسی شد. جدول (۲) نتایج مشخصه‌های کمی گونه‌های موردبررسی در منطقه را نشان می‌دهد.

جدول ۲- نتایج مشخصه‌های کمی اندازه‌گیری شده گونه‌های چوبی در منطقه موردمطالعه

گونه	تعداد کل در منطقه	درصد هرگونه	تراکم پایه در هکتار	میانگین سطح تاج (مترمربع)	ضریب تغییرات سطح تاج
بلوط ایرانی	۲۰۰۳	۶۱/۵	۵۷	۱۱/۳۶	۷۸
بنه	۵۱۳	۱۵/۷۵	۱۵	۳/۹۸	۱۰۳
بادام‌کوهی	۲۹۶	۹/۰۹	۸	۴/۸۷	۸۳
زالزالک	۲۵۱	۷/۷۱	۷	۲/۸۹	۱۴۲
کیکم	۱۰۰	۳/۰۷	۳	۶/۳۶	۷۹
سایر گونه‌ها	۹۴	۲/۸۹	۱	-	-
تعداد کل	۳۲۵۷	۱۰۰	۹۲		

نقشه پراکنش مکانی گونه‌ها

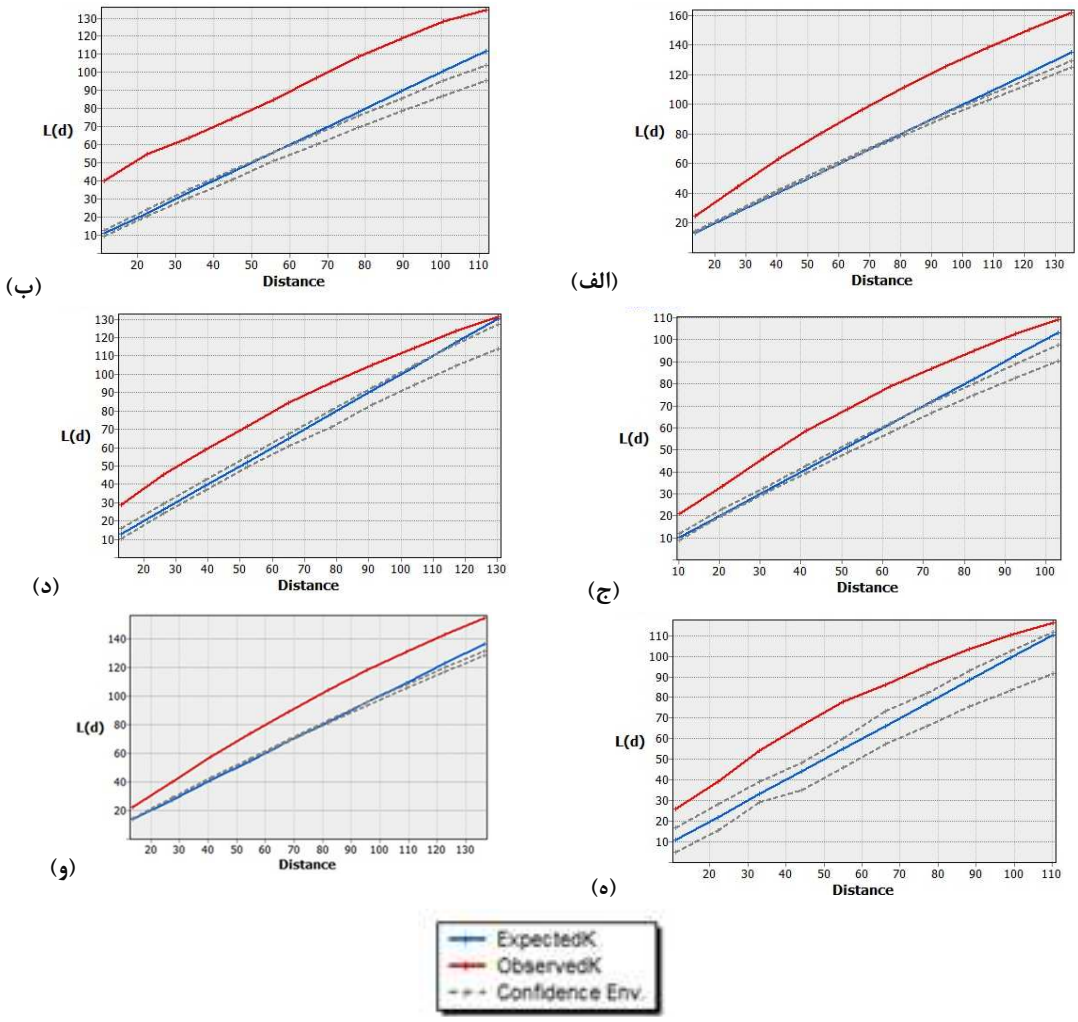
شکل (۲) نقشه پراکنش مکانی گونه‌ها را با استفاده از داده‌های آماربرداری صددرصد در محیط ArcGIS نشان می‌دهد.



شکل ۲- موقعیت مکانی درختان به تفکیک گونه‌ها در منطقه موردمطالعه

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

تابع K رایپلی: نتایج به‌کارگیری تابع K رایپلی با استفاده از داده‌های آماربرداری صد در صد در محیط نرم‌افزار ArcGIS نشان داد در مورد گونه‌های بلوط ایرانی، بادام‌کوهی، زالزالک، بنه و کیکم در هر شعاعی از پایه‌ها، خط مقادیر L(d) بالاتر از حدود مونت کارلو قرار دارد (شکل۳)؛ بنابراین می‌توان گفت که الگوی پراکنش این گونه‌ها کپه‌ای است.



شکل ۳- نمودار تابع L(d) (خط مشکی) و حدود اطمینان مونت کارلو (خط قرمز) برای گونه‌های بلوط ایرانی (الف)، زالزالک (ب)، کیکم (ج)، بادام‌کوهی (د)، بنه (ه) و کل گونه‌ها (و) در منطقه موردمطالعه

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

شاخص نزدیک‌ترین همسایه: همان‌طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، مقدار شاخص نزدیک‌ترین همسایه با استفاده از نتایج آماربرداری صد در صد، برای همه گونه‌ها کوچک‌تر از یک می‌باشد که الگوی کپه‌ای را تائید می‌کند. همچنین مقدار P-value = 0.00 نیز رد کننده فرض صفر (تصادفی بودن الگوی درختان) می‌باشد و مقدار آماره Z جهت آزمون این شاخص برای همه گونه‌ها کوچک‌تر از ۱/۹۶- است که تائید کننده الگوی کپه‌ای برای گونه‌های موردبررسی در منطقه می‌باشد (جدول۳).

جدول ۳- نتایج حاصل از شاخص نزدیک‌ترین همسایه برای گونه‌های موردبررسی در منطقه موردمطالعه

گونه/شاخص	میانگین فاصله مشاهده‌شده	میانگین فاصله مورد انتظار	مقدار شاخص	Z-score	P-value
بلوط ایرانی	۴/۴	۶/۰۷	۰/۷۳	-۲۳/۵۱	۰/۰۰
کیکم	۵/۱۰	۹/۶۰	۰/۵۳	-۱۳/۹۲	۰/۰۰
زالزالک	۹/۳۹	۱۳/۵۱	۰/۶۹	-۱۰/۰۳	۰/۰۰
بادام‌کوهی	۱۰/۲۸	۱۴/۱۸	۰/۷۲	-۸/۳۰	۰/۰۰
بنه	۱۶/۰۱	۲۱/۴۵	۰/۷۵	-۴/۸۵	۰/۰۰

شاخص‌های قطعه‌نمونه و فاصله‌ای: نتایج تحلیل الگوی مکانی پنج گونه با استفاده از شاخص‌های قطعه‌نمونه و آزمون آماری هر شاخص، الگوی پراکنش مکانی کپه‌ای را برای تمام گونه‌ها نشان می‌دهد (جدول ۴).

جدول ۴- نتایج استفاده از شاخص‌های قطعه‌نمونه برای تعیین الگوی پراکنش مکانی

گونه/شاخص	گرین	خوشه‌بندی	نسبت واریانس به میانگین	موری‌سیتا	استانداردشده موری‌سیتا	آزمون کای اسکویر
بلوط ایرانی	۰/۰۶۹^{A}	۱۱/۸۹۶^{A}	۱۲/۸۹۶^{A}	۲/۶۶^{A}	۰/۵۳۳^{A}	۰/۰۰
کیکم	۰/۱۳۲^{A}	۴/۸۷۳^{A}	۵/۸۷۳^{A}	۴/۱۶۱^{A}	۰/۵۵۸^{A}	۰/۰۰
زالزالک	۰/۱۹۹^{A}	۵/۷۶۴^{A}	۶/۷۶۴^{A}	۴/۸۴۲^{A}	۰/۵۷۲^{A}	۰/۰۰
بادام‌کوهی	۰/۱۴۳^{A}	۳/۲۹۵^{A}	۴/۲۹۵^{A}	۴/۴۳۸^{A}	۰/۵۵۹^{A}	۰/۰۰
بنه	۰/۱۳۱^{A}	۱/۰۵۶^{A}	۲/۰۵۶^{A}	۴/۱۶۷^{A}	۰/۵۲۸^{A}	۰/۰۰۱

منظم U (Regular or Uniform) کپه‌ای؛A (Aggregated) تصادفی؛ R (Random)

از پنج شاخص فاصله‌ای تنها شاخص هاینز برای کل گونه‌ها الگوی مکانی کپه‌ای را برآورد کرد. شاخص‌های هاپکینز و C به‌جز گونه بنه (الگوی یکنواخت)، برای چهار گونه دیگر الگوی کپه‌ای را نشان دادند. دو شاخص جانسون و زایمر و ابرهارت برای گونه‌های موردبررسی نتایج متفاوتی را نشان دادند (جدول۵). برای صحت نتایج هر شاخص نیز آزمون آماری مناسب که تائید کننده نتایج بود، انجام شد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

جدول ۵- نتایج استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای برای تعیین الگوی پراکنش مکانی

گونه/شاخص	جانسون و زایمر	هاپکینز	ابرهارت	شاخص C	هینز
بلوط ایرانی	۳/۶۴^{A}	۰/۴۰۴^{A}	۱/۵۱۷^{A}	۰/۶۵۶^{A}	**۱/۶۵۶**^{A}
کیکم	۲/۳۱^{R}	۰/۵۷۷^{A}	۱/۱۴۴^{A}	۰/۶۵۱^{A}	**۱/۵۰۴**^{A}
زالزالک	۲/۲۲^{R}	۰/۶۷۷^{A}	۱/۲۲۳^{U}	۰/۷۷۸^{A}	**۱/۶۶۳**^{A}
بادام‌کوهی	۲/۳۵^{R}	۰/۷۷۹^{A}	۱/۱۴۱^{U}	۰/۷۶۱^{A}	**۱/۷۶۵**^{A}
بنه	۰/۵۲۶^{U}	۰/۶۱۸^{U}	۱/۱۲۷^{U}	۰/۵۲۶^{R}	**۱/۳۷۲**^{A}

منظم U (Regular or Uniform) کپه‌ای؛A (Aggregated) تصادفی؛R (Random)

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی مشخصه‌های کمی پنج گونه موردبررسی نشان داد، گونه غالب مانند سایر مناطق جنگلی زاگرس، بلوط ایرانی (۵۷ پایه در هکتار) است. همچنین دارای بالاترین درصد تاج پوشش (۱۱/۳۶ مترمربع) است. از بین گونه‌های موردبررسی، زالزالک و بلوط ایرانی به ترتیب دارای بالاترین و پایین‌ترین درصد ضریب تغییرات سطح تاج پوشش (۱۴۲ و ۷۸ درصد) می‌باشند؛ یعنی پایه‌های زالزالک ازنظر مساحت تاج‌پوشش از سایر گونه‌ها متفاوت‌تر هستند. شکل و مساحت تاج‌پوشش 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 مردم قرار می‌گیرد، باعث تفاوت ابعاد و مساحت تاج‌پوشش پایه‌های آن می‌شود (پیله‌ور و همکاران،۱۳۹۳).

الگوی مکانی مطلق پنج گونه موردبررسی با استفاده از شاخص نزدیک‌ترین همسایه و تابع K رایپلی کپه‌ای به دست آمد. قابلیت روش نزدیک‌ترین همسایه در تعیین الگوی مکانی درختان جنگلی در تحقیقات عرفانی‌فرد و مهدیان (۱۳۹۱)، نوری و همکاران (۱۳۹۲)، کریمی و همکاران (Karimi et al., 2014) نیز مورد تائید قرارگرفته که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

استفاده از تابع K رایپلی به دلیل توانایی‌های آن، بیشتر مورداستفاده قرارگرفته است. تائید کارایی این روش در مطالعات اخوان و همکاران (۱۳۸۹)، عرفانی‌فرد و مهدیان (۱۳۹۱)، نوری و همکاران (۱۳۹۲)، پورهاشمی و همکاران (۱۳۹۳)، فیبیچ و همکاران (Fibich et al., 2016) و ابرت و همکاران (Ebert et al., 2016) صورت گرفته است. برخلاف روش نزدیک‌ترین همسایه، در این روش الگوی مکانی در مقیاس‌های مختلف مطالعه می‌شود و می‌توان گفت که در فواصل مختلف رفتار درختان در

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

جامعه چگونه تغییر می‌نماید (عرفانی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج نشان داد، در تمام‌مقیاس‌های موردبررسی حالت کپه‌ای بودن گونه‌های موردبررسی، با توجه به‌قرار گرفتن نمودار تابع L بالاتر از حدود مونت کارلو، کاملاً قابل‌تشخیص است. پری و همکاران (Perry et al., 2008) و فیبیچ و همکاران ((Fibich et al., 2016 نیز الگوی مکانی بسیاری از گونه‌های درختی جنگل را، کپه‌ای معرفی نمودند؛ که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

الگوی مکانی گونه‌های جنگلی که زادآوری آن‌ها توسط بذر انجام می‌شود، با پراکنش بذر مرتبط است (Calvino-Concela, 2002). ریزش بذر در زیر تاج درختان در این تحقیق (بلوط ایرانی، بنه، بادام‌کوهی و زالزالک) می‌تواند عامل شکل‌گیری الگوی کپه‌ای برای این گونه‌ها باشد. نتایج تحقیقات صفری و همکاران (۱۳۸۸) و عرفانی‌فرد و همکاران (۱۳۹۱) نیز گویای این مطلب می‌باشد.

به‌طورکلی شاخص نزدیک‌ترین همسایه و تابع K رایپلی (با استفاده از آماربرداری صددرصد) الگوی مکانی یکسانی را برای پنج گونه در منطقه موردمطالعه ارائه کردند؛ بنابراین می‌توان از این روش‌ها به‌عنوان مبنا برای ارزیابی شاخص‌های قطعه‌نمونه و فاصله‌ای و درنهایت تعیین و معرفی شاخص مناسب و کارآمد استفاده نمود.

همه شاخص‌های قطعه‌نمونه و آزمون آماری هر شاخص برای پنج گونه موردبررسی منطقه، الگوی مکانی کپه‌ای را برآورد کردند؛ که نتایجی مشابه با الگوی تعیین‌شده با شاخص نزدیک‌ترین همسایه و تابع K رایپلی را داشتند؛ بنابراین این شاخص‌ها به‌عنوان شاخص‌های مناسب برای بررسی و تحلیل الگوی مکانی پنج گونه موردمطالعه پیشنهاد می‌گردند. کارآیی شاخص‌های قطعه‌نمونه در تحقیقات عرفانی‌فرد و همکاران (۱۳۹۱)، سوبدی و همکاران (Subedi et al., 2016)، صفری و همکاران (۱۳۸۸) و کریمی‌کیا و همکاران (۱۳۹۵) مورد تائید قرارگرفته است؛ که با نتایج این پژوهش همسو می‌باشد.

تحلیل الگوی مکانی با شاخص‌های فاصله‌ای برای پنج گونه نتایج متفاوتی را نشان دادند. تنها شاخص هاینز برای پنج گونه و شاخص‌های هاپکینز و C به‌جز گونه بنه، برای چهار گونه دیگر الگوی کپه‌ای که مشابه نتایج تابع K رایپلی و شاخص نزدیک‌ترین همسایه بود را نشان دادند. آزمون‌های آماری هر شاخص نیز تائید کننده نتایج می‌باشد. لذا این شاخص‌ها، شاخص‌هایی مناسب برای بررسی و تحلیل الگوی مکانی گونه‌های منطقه موردبررسی می‌باشند.

به‌طورکلی، شاخص‌های قطعه‌نمونه مورداستفاده در این تحقیق، کارآیی بالاتری در مقایسه با شاخص‌های فاصله‌ای در برآورد الگوی مکانی پنج گونه از خود نشان دادند. عرفانی‌فرد و همکاران (۱۳۹۱) نیز به این نتیجه دست‌یافته‌اند. درحالی‌که در صورت نیاز به ارزیابی سریع و آسان الگوی مکانی درختان در یک جامعه، روش‌های فاصله‌ای برای تجزیه‌وتحلیل الگوی مکانی اولیه درختان،

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

روش‌های ارزشمندی محسوب می‌شوند (Krebs, 1999). به‌بیان‌دیگر، شاخص‌های فاصله‌ای در صورتی استفاده می‌شوند که به دلیل مشکلات استفاده از قطعه‌نمونه و هزینه و زمان آماربرداری، امکان استفاده از شاخص‌های قطعه‌نمونه وجود نداشته باشد (Protazio, 2007). همچنین در صورت ضرورت استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای، باید مشخص شود که از بین آن‌ها کدام‌یک در توده جنگلی موردبررسی قابل توصیه است. یکی از دلایل اختلاف نتایج بررسی‌های مختلف، متفاوت بودن توده‌های موردبررسی بوده است. در برخی از آن‌ها نتایج برآورد الگوی مکانی با الگوی مکانی مطلق مقایسه نشده است (صفری و همکاران، ۱۳۸۸؛ پوربابایی و همکاران، ۱۳۹۱؛ ذبیح‌اللهی و همکاران، ۱۳۹۴) و آزمون آماری مناسب نیز بکار نرفته است (صفری و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به اینکه در این تحقیق نتایج با آماربرداری صددرصد مقایسه شد. قابلیت هر شاخص به تفکیک برای هرکدام از گونه‌ها مشخص شد.

درنهایت باید خاطرنشان کرد الگوی مکانی گونه‌های درختی که خود تحت تأثیر عوامل مختلفی است، بر دیگر جنبه‌های ساختار گونه‌های جنگلی اثرگذار می‌باشد. همچنین عوامل مؤثر بر تخریب جنگل‌های زاگرس شامل: بهره‌برداری‌های بی‌رویه، چرای مفرط دام، تضعیف و فرسایش خاک همواره وجود داشته و کمتر منطقه‌ای وجود دارد که به‌صورت بکر و دست‌نخورده باشد. لذا استفاده از نتایج چنین پژوهش‌هایی برای شناخت ساختار مکانی گونه‌های مختلف در هر منطقه برای مدیران به‌عنوان گامی مؤثر در راستای مدیریت پایدار جنگل مفید خواهد بود.

سپاسگزاری

نویسندگان مراتب سپاس و قدردانی خود را از آقای ولی‌الله تقی‌زاده گراوند و خانم آزاده تقی‌زاده گراوند که در جمع‌آوری داده‌های این تحقیق یاری رسانده‌اند، ابراز می‌دارند.

منابع

ابراهیمی، س.س.، پوربابایی، ح. ۱۳۹۲. تأثیر حفاظت بر الگوی مکانی درختان غالب در جوامع راش (مطالعه موردی: ماسال، گیلان)، مجله علمی- پژوهشی اکولوژی کاربردی، ۴: ۲۳-۱۳.

اخوان، ر.، ثاقب طالبی، خ.، پرهیزکار، پ. ۱۳۸۹. بررسی الگوی مکانی درختان طی مراحل تحولی جنگل در توده‌های دست‌نخورده کلاردشت، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲: ۳۳۶-۳۲۲.

بی‌نام، ۱۳۹۵. شناسنامه اقلیمی شهرستان کوهدشت، اداره کل هواشناسی استان لرستان.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

پوربابایی، ح.، زندی‌ناوگران، ش.، عادل، م. ت. ۱۳۹۱. الگوی مکانی سه گونه بلوط در جنگل چناره مریوان کردستان، نشریه محیط‌زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران،۳: ۳۳۹-۳۲۹.

پیله‌ور، ب.، میرآزادی، ز.، علی‌جانی، و.، جعفری سرابی، ح. ۱۳۹۳. کاربرد شاخص‌های نزدیک‌ترین همسایه در بررسی ساختار گونه‌های زالزالک و کیکم در جنگل‌های زاگرس، مجله تحقیقات جنگل‌های زاگرس،۲: ۹۲-۸۳.

پورهاشمی، م.، منصوری، ف.، پرهیزکار، پ.، پناهی، پ.، حسنی، م. ۱۳۹۳. پراکنش مکانی جست گروه‌های برودار(*Quercus brantii* Lindl.) در توده‌های جنگلی بهره‌برداری شده در مریوان، مجله پژوهش‌های گیاهی،۴: ۵۴۳-۵۳۴.

زبیری، م. ۱۳۷۹. آماربرداری در جنگل (اندازه‌گیری درخت و جنگل)، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۱ صفحه.

جزیره‌ای، م.ح.، ابراهیمی رستاقی، م. ۱۳۸۲. جنگل‌شناسی زاگرس، انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول، ۵۶۰ صفحه.

حسین‌پور، ل.، جعفریان، ز.، رستگار، ش.، قلیچ‌نیا، ح. ۱۳۹۶. تعیین الگوی پراکنش گونه زرشک (*Berberis integerrima*) با استفاده از روش‌های نمونه‌برداری صددرصد، شاخص‌های فاصله‌ای و نقطه‌ای در مراتع مشجر اسب‌چر استان مازندران، نشریه حفاظت زیست‌بوم گیاهان،۱۰: ۱۵۳-۱۳۹.

حیدری، م.، کریمی‌کیا، ح.، جعفرزاده، ع. ا.، نادری، م. ۱۳۹۵. بررسی الگوی پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی شاخص در گروه‌های اکولوژیک (مطالعه موردی: منطقه حفاظت‌شده مانشت ایلام)، بوم‌شناسی کاربردی، ۱۷: ۷۷-۶۵.

ذبیح‌اللهی، س.، شعبانیان، ن.، نمیرانیان، م.، حیدری، م.۱۳۹۴. پراکنش مکانی گونه‌های چوبی در جنگل‌های زاگرس شمالی (بررسی موردی: جنگل‌های هواره‌خول)، مجله پژوهش و توسعه جنگل، دانشکده منابع طبیعی،ارومیه ۱: ۳۱-۱۷.

صفری،ه.، ۱۳۸۸. بررسی الگوی پراکنش مکانی بلوط ایرانی و بنه در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: باینگان، استان کرمانشاه). پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، ۸۳ صفحه.

عسکری، ی.، سلطانی، ع.، سهرابی، ه. ۱۳۹۳. ارزیابی الگوی مکانی گونه‌های درختی و درختچه‌ای در جنگل‌های زاگرس مرکزی (پژوهش موردی: ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق)، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبرایران، ۲: ۱۸۷- ۱۷۵.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

عرفانی‌فرد، س.ی.، مهدیان، ف. ۱۳۹۱. بررسی مقایسه‌ای روش‌های تعیین الگوی مکانی مطلق درختان در جنگل (مطالعه موردی: جنگل تحقیقاتی بنه استان فارس)، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱: ۷۳-۶۲.

عرفانی‌فرد، س.ی.، مهدیان، ف.، فلاح شمسی، س.ر.، بردبار، س. ک. ۱۳۹۱. کارایی شاخص‌های فاصله‌ای و تراکمی در برآورد الگوی مکانی درختان در جنگل (مطالعه موردی: جنگل تحقیقاتی بنه، استان فارس)، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران،۳: ۳۹۲- ۳۷۹.

کیانی، ب.، فلاح، ا.، طبری، م.، حسینی، س.م.، ایران‌نژاد پاریزی، م.ح. ۱۳۹۱. مقایسه شاخص‌های فاصله‌ای و مبتنی بر کوادرات در تعیین الگوی پراکنش تاغ (منطقه سیاه‌کوه یزد). مجله جنگل و فرآورده‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران،۴۸۶:۴-۴۷۵.

نوری، ز.، زبیری، م.، فقهی، ج.، مروی مهاجر، م.ر. ۱۳۹۲. بررسی الگوی مکانی درختان و ساختار در راشستان های طبیعی شمال ایران (مطالعه موردی: بخش گرازبن جنگل خیرود)، مجله محیط‌زیست طبیعی (منابع طبیعی ایران)،۱:۱۲۵-۱۱۳.

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: 775-784.

Dale, M.R.T. 1998. Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology.Cambridge University Press, 326 p.

Ebert, A., Brito Da Costa, R., Brondani, G.E. 2016. Spatial distribution pattern of *Mezilaurus itauba* (Meins.)Taub.Exmez.in a seasonal forest area of the southern Amazon, Brazil. iForest, Biogeosciences and Forestry, 9:497-502.

Erfanifard, Y., Feghhi, J., Zobeiri, M., Namiranian, M. 2008.Comparision of Two Distance Methods for Forest Spatial Pattern Analysis(Case Study: Zagros Forests of Iran), Journal of Applied Sciences, 1: 152-157

Fibich, P., Leps, J., Novotny, V., Klimes, P., Tesitel, J., Molem, K., Damas, K.,Weiblen, G. 2016. Spatial patterns of tree species distribution in New Guinea primary and secondary lowland rain forest, 27:328–339

Goreaud, F., Courbaud, B., Collinet, F.1997. Spatial structure analysis applied to modeling forest dynamics. IUFRO workshop: Empirical and process based models for forest tree and stand growth simulation, Novas Technologies, Portugal, Oerias, 155-172.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]

He, F., Legendre, P., La, Frankie, J.V. 1997. Distribution patterns of tree species in a Malaysian tropical rain forest, Journal of Vegetation Science, 1:105-114.

Johnson, R.B., Zimmer, W.J. 1985. A more powerful test for dispersion using distance measurements. Ecology, 66(5): 1669-1675.

Karimi, M., Jalilvand, H., Pourahmad, M. 2014. Spatial pattern of *Pistacia atlantica* in zagros forests of Iran. Journal of Biodiversity and environmental Sciences (JBES), 3: 299-307.

Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology. Second Edition. Addison Welsey Educational Publisher, Inc. Benjamin/Cummings imprint, 581pp

Krebs, C.J., Charles, J. 2001. Programs for Ecological Methodology, seconfedition. Department of Zoology, University of British Colombia, Vancouver, B.C. Canada, 41 p.

Ludwig, J.A., Reynolds, J.F. 1988. Statistical Ecology: A Primer in Methods and Computing. John Wiley & Sons, 362p.

Luo, Z., Ding, B., MiX, Yu. J., Wu, Y. 2009. Distribution patterns of tree species in an evergreen broadleaved forest in eastern China, Journal of Front. Biol. China ,4: 531–538.

Mitchell, A. 2005. The ESRI guide to GIS analysis, vol. 2. ESRI Press, USA, 240 p.

Nathan, R., Muller- Landua, H. C. 2000. Spatial pattern of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. Trends in Ecology & Evolution, 15: 278-285.

Perry, G.L.W., Enright, N.J., Miller, B. P., Lamont, B.B. 2008. Spatial patterns in species-rich sclerophyll shrublands of southwestern Australia. Journal of Vegetation science, 19:705-716.

Salas, C., Le May, V., Nunez, P., Pacheco, P., Espinosa, A. 2006. Spatial pattern in an old- growth Nothofagus oblique forest in south-central Chile. Forest Ecology and Management, 231: 38-46.

Stamtellos, G., Panourgias, G. 2005. Simulating spatial distributions of forest trees by using data from fixed area plots, Forestry, 3:305-312.

Subedi, M.R., Timilsina, Y. P. 2014. Distribution Pattern of *Cinnamomum tamala* in Annapurna Conservation Area, Kaski, Nepal, Nepal Journal of Science and Technology, 2: 29-36.

Veblen, T., Schlegal, T., Escobar, B. 1980. "Structure and Dynamics of old growth Nothofagus forests in the Valdivian Andes," Chilian Journal of Ecology, 68(1): 1-31.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-07-04]