دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره پنجم، شماره دهم، بهار و تابستان ۹۶
http://pec.gonbad.ac.ir

تعیین الگوی پراکنش گونه زرشک (*Berberis integerrima*) با استفاده از روش‌های نمونه‌برداری صد درصد، شاخص‌های فاصله‌ای و نقطه‌ای در مراتع مشجراسب‌چر استان مازندران

لیلا حسین‌پور[۱]، زینب جعفریان*[۲]، شفق رستگار[۳]، حسن قلیچ نیا[۴]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد مرتعداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
[۲]دانشیار گروه مرتعداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
[۳]استادیار گروه مرتعداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
[۴]استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۱۵

چکیده

آگاهی از الگوهای پراکنش مکانی گیاهان در هر منطقه از مقدمات و ضروریات اندازه‌گیری و بررسی پوشش گیاهی به حساب می‌آید.این تحقیق به منظور بررسی و تحلیل شاخص‌های تعیین الگوی پراکنش زرشک در مراتع اسب‌چر ارتفاعات بلده نور انجام شد. در منطقه مورد نظر نمونه‌برداری به روش تصادفی- سیستماتیک در محدوده ۱۴۰۰ هکتاری در امتداد ۳ ترانسکت ۱۰۰متری انجام شد. در امتداد هر ترانسکت ۱۰ نقطه تصادفی به فاصله ۱۰ متر از هم در مجموع ۳۰ نقطه انتخاب و اندازه‌گیری‌ها انجام شد. بعد از انتخاب هر نقطه تصادفی، فاصله آن تا نزدیکترین گیاه، فاصله گیاه مذکور تا نزدیکترین همسایه و فاصله نقطه تصادفی تا دومین گیاه نزدیک به آن اندازه‌گیری انجام شد که با استفاده از این داده‌ها شاخص‌های فاصله‌ای پراکنش (ابرهارت، هاپکینز، هولگیت و جانسون وزیمر) محاسبه گردید. همچنین در هر نقطه پلات‌های ۳ مترمربعی مستقر و تعداد پایه‌های گیاهی شمارش شد. با استفاده از این اطلاعات، شاخص‌های کوادراتی (نسبت واریانس به میانگین، گرین، لوید، موریسیتا و موریسیتای استاندارد) محاسبه شد. نتایج نشان داد که روش‌های آماربرداری صددرصد از جمله روش نزدیکترین همسایه،K رایپلی و Ld الگوی پراکنش این گونه را کپه‌ای نشان دادند. از بین شاخص‌های فاصله‌ای، شاخص‌های جانسون و زیمر، ابرهارتو هاپکینز به ترتیب با مقادیر ۲/۶۶، ۲/۰۵ و ۰/۶ و از بین شاخص‌های کوادراتی، شاخص نسبت واریانس به میانگین، گرین، موریسیتا و موریسیتای استاندارد به

*نویسنده مسئول: jafarian79@yahoo.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

ترتیب با مقادیر ۶/۸۸، ۰/۲، ۲/۳ و ۰/۵۳، الگوی کپه‌ای را برای این گونه نشان دادند؛ لذا برای برای تعیین الگوی پراکنش این گونه باید از این روش‌ها استفاده نمود. همچنین اگر بنا بر اصلاح منطقه با استفاده از این گونه باشد باید الگوی کپه‌ای آن را در نظر داشت.

واژه‌های کلیدی: **الگوی پراکنش، شاخص‌های فاصله‌ای، شاخص‌های کوادراتی، مراتع اسب‌چر، استان مازندران، شهرستان نور-بلده.**

مقدمه

الگوی پراکنش به معنای فضایی است که افراد یک گونه یا گونه‌های مختلف نسبت به هم در آن قرار می‌گیرند (Malhado & Petrere, 2004). به واسطه بررسی الگوی پراکنش گیاهان می‌توان اطلاعات زیادی را در مورد یکنواختی و عدم یکنواختی محیطی، نوع تکثیر و تولیدمثل و انتشار گیاهان، رقابت و الگوهای رفتاری گیاهان به دست آورد. هدف نهایی از بررسی الگوی پراکنش، ایجاد فرضیه‌هایی در مورد ساختار اکولوژیکی جوامع است (بارانیان و همارن، ۱۳۹۰). الگوی پراکنش گیاهان می‌تواند در تعیین روش صحیح برآورد تراکم جوامع گیاهی موثر باشد (Krebs, 1999). تجزیه و تحلیل الگوی پراکنش گیاهان یکی از مهمترین ابزار برای انتخاب روش‌های نمونه برداری در مطالعات بوم‌شناسی است (Legendre, 2002). سه نوع الگوی پایه پراکنش تصادفی، یکنواخت و کپه‌ای (تجمعی) در جوامع گیاهی قابل تشخیص است. روش‌های تعیین الگوی پراکنش در علوم مختلف مورد بررسی قرار گرفته اند که دارای همپوشانی زیادی هستند (Dale, 2002). به‌منظور تعیین الگوی پراکنش با توجه به نوع واحد نمونه‌برداری (نقطه یا کوادرات) شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی مختلفی ارائه شده است و از دو روش کلی نمونه‌برداری و یا آماربرداری صددرصد استفاده می‌شود. عمومی‌ترین روش‌های نمونه‌برداری برای بررسی الگوی مکانی روش قطعه نمونه با مساحت ثابت و روش‌های فاصله-ای است (Stamatellos & Panourgias, 2005).

روش آماربرداری صددرصد از روش‌های مفیدی است که نیازمند عملیات میدانی زیاد است. برای تشریح الگوی مکانی گونه‌های گیاهی با اندازه‌گیری فاصله بین گیاهان و آزیموت آن‌ها نسبت به یکدیگر، نقشه موقعیت پایه‌های در یک صفحه مختصات ترسیم می‌شود که اصطلاحاً به آن نقشه مکانی گفته می‌شود (Krebs, 1999). با وجود زمان‌بر بودن و هزینه زیاد این روش، اطلاعات بدست آمده از آن، شاخص‌های ارزشمندی را در فرآیندهای بوم‌شناختی فراهم می‌آورد که امکان آزمون فرضیه‌های مختلف در مورد فرآیندهای بوم‌شناختی را فراهم می‌کند. با توجه به اینکه برای ترسیم نقشه مکانی تمامی افراد به طور کامل مورد شمارش قرار می‌گیرند بنابراین، تراکم دقیق جمعیت نیز بدست می‌آید (Trifković & Yamamoto, 2008)، ضمناً از الگوی بدست آمده توسط این نقشه جهت مقایسه

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

الگوهای تعیین شده توسط روش‌ها و شاخص‌های مختلف دیگر به منظور انتخاب مناسب‌ترین روش نیز می‌توان استفاده نمود.

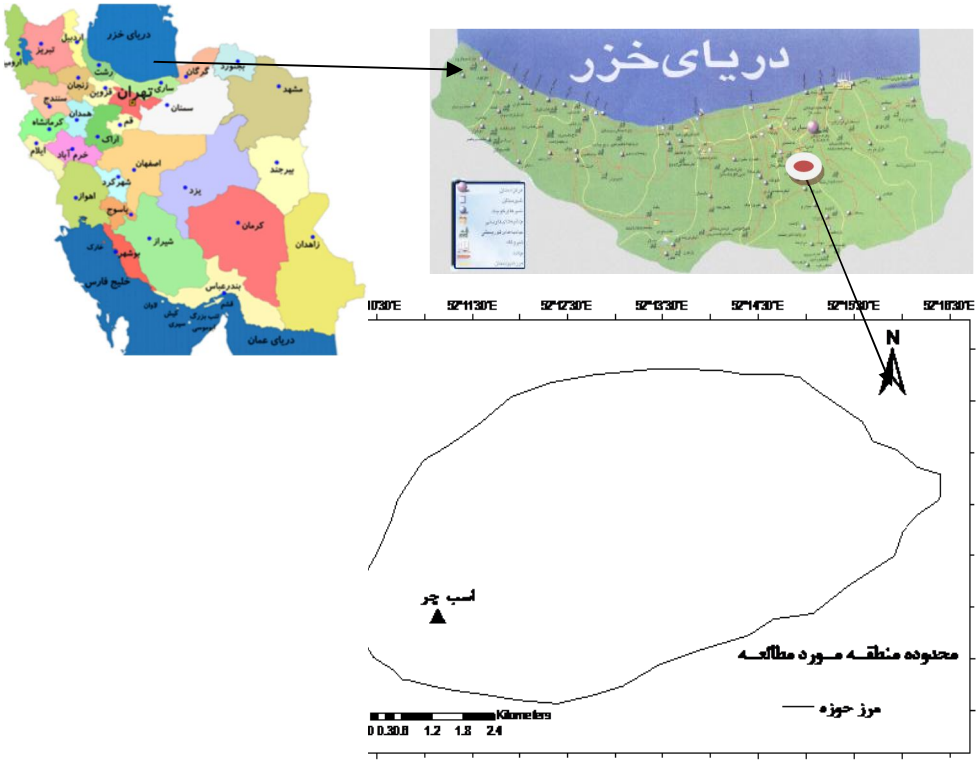
در رابطه با الگوی پراکنش گونه‌های درختی و درختچه‌ای مطالعاتی صورت گرفته از جمله در تحقیق بصیری و همکاران (بصیری و همکاران، ۱۳۸۵) در جنگل‌های بلوط مریوان از روش‌های عمومی، از مدل‌های توزیع و شاخص‌های کمی همچون گرین و موریسیتا استفاده شد و الگوی پراکنش *Pyrus syriaca* و *Quercus brantii* ،*Q.infectoria* ،*Q.libani* تعیین گردید. پوربابایی و همکاران (پوربابایی و همکاران، ۱۳۹۱) در تحقیقی الگوی مکانی گونه کرکف (*Acer* L.*platanoides*) را در جنگل‌های استان گیلان مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه از روش نمونه‌برداری فاصله‌ای مربع تی و سه شاخص پراکنش جانسون و زایمر، C و نزدیکترین همسایه استفاده شد. نتایج این بررسی نشان داد الگوی مکانی درختان به صورت بینابینی کپه‌ای و تصادفی است. هیگوچی و روزی (Rossi, 1998 & Highuchi) در تحقیقشان نشان دادند که از بین ۸ گونه گیاهی مورد مطالعه در جنگل‌های بارانی آمازون ۲ گونه دارای الگوی کپه‌ای بودند، در حالی که پراکنش ۶ گونه دیگر از الگوی تصادفی تبعیت می‌کرد. کربس (Krebs, 1999) حداقل نمونه را برای بررسی الگوهای پراکنش در پارک ملانو کالیفرنیا را ۵۰ پلات و در حالت کپه‌ای شدید حداقل ۲۰۰ پلات ذکر نمود. مقایسه شاخص‌های تعیین الگوی پراکنش در منطقه نشان داد که شاخص موریسیتای استاندارد نسبتاً مستقل از اندازه و تعداد پلات و اندازه جمعیت است و تغییرات تراکم بر روی آن اثری ندارد. تحقیق حیدری و همکاران (۱۳۸۹) نیز قابل ذکر است که از شاخص هاپکینز در جنگل‌های بلوط ایرانی در منطقه سرخه دیزه کرمانشاه استفاده کردند و الگوی پراکنش درختان را کپه‌ای برآورد نمود. وی دانگ و همکاران (Wei-dong *et al.*, 2001) در مورد الگوی پراکنش درختان چیره در جنگل‌های بارانی *Guangdong* چین نشان داد که هر سه گونه *Eucalyptus sylvestris*، *Litchi chinensis* و *Canarium album* پراکنش کپه‌ای دارند. منتگم و همکاران (Mantgem *et al.*, 2011) الگوی مکانی جنگل‌های کالیفرنیا را قبل و تا ۸ سال بعد از یک آتش سوزی آگاهانه و کنترل شده مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدندکه پراکنش درختان قبل از آتش‌سوزی به شکل ناهمگن بود به طوری که در فواصل کم تا درختان (حدود ۸ متر) الگو به شکل کپه‌ای، در فواصل متوسط (حدود ۸ تا ۱۵متر) الگو به صورت تصادفی و در فواصل دورتر (۱۵ تا ۲۵ سانتی‌متری) الگو به شکل یکنواخت تشخیص داده شد. الگوی مکانی درختان بعد از آتش‌سوزی به‌دلیل حذف درختان شکل متفاوتی داشت و به‌صورت تصادفی معرفی شد. از آنجایی که بر روی الگوی پراکنش گونه مطالعه شده در منطقه مذکور مطالعه‌ای صورت نگرفته، در تحقیق حاضر سعی شد تا الگوی پراکنش گونه مذکور در منطقه تعیین شود و اینکه کدامیک از روش‌های فاصله‌ای و

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

کودراتی الگوی پراکنش در مقایسه با الگوی واقعی حاصل از روش آماربرداری صددرصد، عملکرد بهترین برای نمایش الگوی واقعی این گونه را دارند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه (اسب‌چر): این منطقه در قسمت میانی جاده رزن به خوش واش در ۶۰ کیلومتری جنوب غرب آمل واقع شده است. سایت در مراتع بخش شمالی روستای تیرستاق واقع شده است. این منطقه در ۳۶ درجه و ۱۷ دقیقه و ۳۲ ثانیه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۷ دقیقه و ۳۷ ثانیه عرض شمالی قرار دارد. درصد شیب ۴۰-۱۰درصد با جهت شمالی و جنوبی است. ارتفاع از سطح دریا ۱۸۰۰ متر، اقلیم نیمه‌خشک سرد و متوسط بارندگی سالانه ۳۸۰ میلی‌متر می‌باشد. تیپ غالب گونه زرشک به همراه *Artemisia fragrant* و *Bromus tomentellus* و *Festuca ovina* است. نوع دام گوسفند و فاصله محل نمونه‌برداری تا آبشخور و آغل حداقل ۱کیلومتر و مدت بهره‌برداری از گیاهان ۴ ماه می‌باشد (شکل ۱).



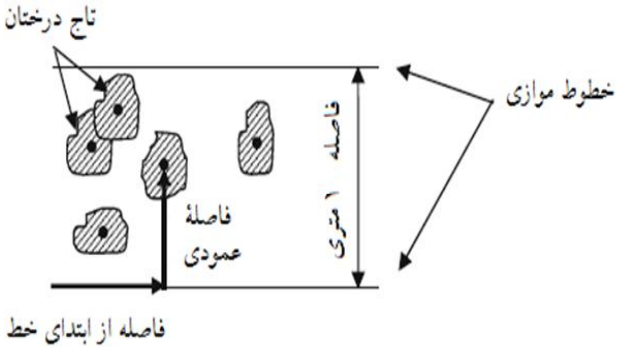
شکل ۱- محدود جغرافیایی و موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان مازندران و ایران

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

روش تحقیق

آماربرداری شاخص‌های کوادراتی و فاصله‌ای: نمونه‌برداری به روش تصادفی سیستماتیک در امتداد سه ترانسکت ۱۰۰ متری انجام شد. محل سه ترانسکت بصورت تصادفی انتخاب شد. سپس در امتداد هر ترانسکت ۱۰ نقطه به فاصله ۱۰ متر از هم انتخاب شد (عسکری و همکارن، ۱۳۹۳). در مجموع در ۳۰ نقطه و پلات اندازه‌گیری‌ها صورت گرفت. روش کار بدین صورت بود که در محل هر نقطه، فاصله آن تا نزدیکترین گیاه، فاصله گیاه مذکور تا نزدیکترین همسایه و فاصله نقطه تصادفی تا دومین گیاه نزدیک به آن اندازه‌گیری شدند. با استفاده از این اطلاعات شاخص‌های فاصله‌ای تعیین الگوی پراکنش محاسبه گردید. همچنین در هر نقطه با توجه به پراکندگی و فرم رویشی گیاهان، پلات‌هایی متناسب با گونه درختچه‌ای مذکور یعنی ۳مترمربعی مستقر و تعداد پایه‌های گیاهی در آنها شمارش شدند که با استفاده از این داده‌ها شاخص‌های کوادراتی پراکنش محاسبه گردید.

جهت تعیین الگوی پراکنش به دو روش k رایپلی و نزدیکترین همسایه، آماربرداری صددرصد نیز انجام شد به این ترتیب که در پلاتی به ابعاد ۱۰۰۰۰ مترمربع برای گونه مذکور (صفری و همکاران، ۱۳۸۹، پوربابایی و همکاران، ۱۳۹۱، حیدری و همکاران، ۱۳۸۹) در نظر گرفته شد. جهت استقرار پلات‌های مورد اندازه‌گیری برای آماربرداری صددرصد از قطب نما و روش فاصله آزیموت استفاده شد. برای تهیه نقشه مکانی گونه مورد مطالعه به موازات طول حد پایین پلات‌های مورد نظر، خطوطی موازی با فواصل ۱ متر پیاده و سپس برای هر پایه از گونه مورد نظر، دو فاصله، یکی فاصله‌ی عمودی تا نزدیکترین خط و دیگری فاصله تا ابتدای همین خط اندازه‌گیری شد (شکل ۲) (Erfanifard *et al.*, 2008). در نهایت با ترسیم خطوط موازی و با مقیاس مشخص در روی صفحه و پیاده‌کردن نقاط مکانی گونه با استفاده از فواصل اندازه‌گیری شده، نقشه نقطه مکانی گونه ترسیم و با استفاده از آن مختصات دکارتی (x,y) هر نقطه هم استخراج شد.



شکل ۲- نحوه آماربرداری گیاهان به منظور تهیه نقشه مکانی (برگرفته از عرفانی‌فرد و همکاران، ۲۰۰۸)

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

پس از آماربرداری ابتدا داده‌ها در نرم افزار Excel وارد و مرتب شدند. با استفاده از نرم‌افزار Past الگوی پراکنش گونه‌ها ترسیم و همچنین با استفاده از این نرم‌افزار و نرم‌افزار Ecological methodology الگوی مکانی گونه مذکور با استفاده از انواع شاخص‌های کوادراتی، فاصله‌ای و K رایپلی استخراج و تحلیل شدند. روش‌های متعددی به منظور تعیین الگوی پراکنش گونه‌ها در غالب شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی مختلفی ارائه شده است. در تحقیق حاضر از شاخص‌های کوادراتی شامل شاخص نسبت واریانس به میانگین (ID)، شاخص گرین (GI)، شاخص استاندارد لوید (LI)، شاخص موریسیتا (Id) و شاخص موریسیتای استاندارد (Ip) و شاخص‌های فاصله‌ای شامل شاخص ابرهارت (Ie)، شاخص هاپکینز (Ih)، شاخص هولگیت (A) و شاخص جانسون و زیمر (I) استفاده شده است. همچنین از سه شاخص حاصل از آماربرداری صددرصد نیز به عنوان روش‌های کنترل استفاده شد:

شاخص نزدیکترین همسایه: این شاخص با استفاده از رابطه (۱) بدست آمد. پس از محاسبه مقدار r، با استفاده از جدول ۱ می‌توان الگوی مکانی مشاهده شده را تعیین نمود. برای آزمون الگو تعیین شده توسط شاخص نزدیکترین همسایه از آماره z استفاده شد (رابطه ۲)، یعنی مقدار r محاسبه شده با مقدار z محاسبه شده تأیید شد (Krebs, 1999).

رابطه ۱
$$R = \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_E}$$

R: شاخص نزدیکترین همسایه، $\bar{A}$: متوسط فاصله هر درخت تا نزدیکترین همسایه آن در پلات مورد بررسی، $\bar{r}_E$: متوسط فاصله هر درخت تا نزدیکترین همسایه آن در یک الگوی کاملاً تصادفی.

رابطه ۲
$$z = \frac{\bar{r}_A - \bar{r}_E}{Sr}$$

Sr: انحراف معیار فاصله مورد انتظار تا نزدیکترین همسایه (Krebs, 2001).

جدول ۱: تعیین الگوی مکانی بر اساس مقدار z،r و مقدار L(r)

مقدار r	مقدار z	مقدار L(r)	الگوی مکانی
r< ۱	z< -۲/۵۸	۰<L(r)	کپه ای
r = ۱	-۲/۵۸ <z< +۲/۵۸	۰ =L(r)	تصادفی
r> ۱	z> +۲/۵۸	۰>L(r)	یکنواخت

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

تابع K رایپلی[1] K(r,d): برخلاف شاخص نزدیکترین همسایه که فقط از فاصله هر گونه تا نزدیکترین همسایه استفاده می‌کند در تابع $K_{(r)}$ از فواصل بین تمامی جفت نقاط (گونه‌های گیاهی) استفاده شد.

رابطه ۳

$$\hat{K}_{(r)} = A\sum_{i}^{n}\sum_{\neq j}^{n} w_{ij} I_r(i,j)/n^2$$

در این رابطه: A: سطح پلات، n: مجموع تعداد گونه گیاهی، r: فاصله مورد بررسیاز گونه گیاهی، Ir: متغیر شمارگر است، در صورتی که فاصله گونه گیاهی مرکزی (i) تا گونه همسایه (j) کمتر از r باشد مقدار آن برابر عدد یک، و اگر فاصله i تا j بیشتر از r باشد مقدار آن برابر صفر در نظر گرفته می‌شود. $\sum_{i}^{n}\sum_{\neq j}^{n} w_{ij} I_r(i,j)$: تعداد گونه‌های قرار گرفته در فاصله‌ی کمتر از r، w_{ij}: عامل وزنی تصحیح اثر حاشیه‌ای است (Illian *et al.,* 2008).

تابع $L_{(r,d)}$

به‌دلیل اینکه نمایش تابع $K_{(r)}$ مشکل است معمولاً از شکل تغییر یافته آن که تابع $L_{(r)}$ خوانده می‌شود (رابطه۴) استفاده می‌شود. تحلیل الگوی مکانی توسط $L_{(r)}$ با استفاده از جدول ۱انجام شد.

رابطه ۴

$$L_{(r)} = \sqrt{\frac{K_{(r)}}{\pi}} - r$$

نتایج

شاخص نزدیکترین همسایه: مقادیرr برای زرشک ۰/۷۳ به‌دست آمد که مطابق با تعریف شاخص نزدیکترین همسایه (جدول ۱) الگوی مکانی برای این گونه کپه‌ایمعرفی می‌شود. مقدار آماره z برای زرشک نیز از ۲/۵۸- کمتر است و الگوی کپه‌ای نیز برای گونه زرشک مورد تایید است (جدول۳).

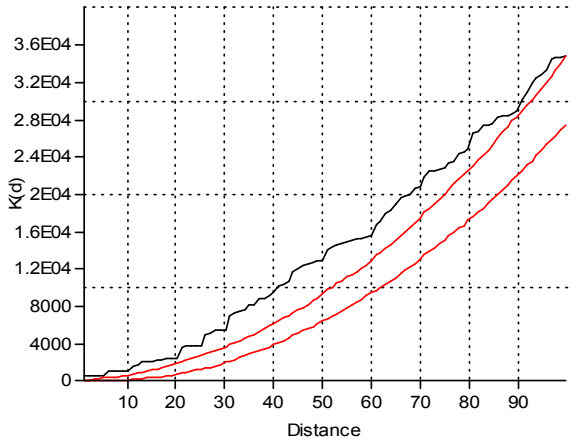
جدول ۳- مقادیر شاخص نزدیکترین همسایه (r)و آماره z

گونه	مقدارr	مقدارz	الگوی مکانی
زرشک	۰/۷۳	-۳/۴۲	کپه‌ای

تابع K رایپلی: در گونه زرشک مقدار $K_{(r,d)}$ از صفر بزرگتر است که بیانگر الگوی کپه‌ای برای این گونه است. با توجه به اینکه مقادیر $K_{(r,d)}$ خارج از محدوده مونت کارلو قرار گرفته است، الگوی مکانی کپه‌ای برای گونه زرشک مورد تایید قرار گرفت (شکل۳).

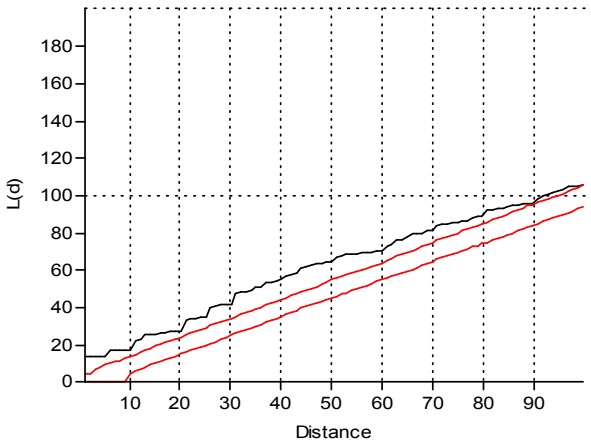
1. K- rieply

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]



شکل ۳-تابع $K_{(r,d)}$ برای زرشک در مقیاس‌های مختلف

تابع $L_{(r,d)}$: در گونه زرشک مقدار$L_{(r,d)}$ از صفر بزرگتر است که بیانگر الگوی کپه‌ای برای این گونه است. با توجه به اینکه مقادیر $L_{(r,d)}$ خارج از محدوده مونت کارلو قرار گرفته است; الگوی مکانی کپه‌ای برای این گونه مورد تایید قرار گرفت (شکل۴).



شکل۴-تابع تک‌متغیره $L_{(r,d)}$ برای زرشک در مقیاس‌های مختلف.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

با توجه به اینکه همه روش‌های آماربرداری صددرصد پراکنش کپه‌ای را بـرای گونـه زرشـک نشـان دادند پس الگوی پراکنش برای این گونه در منطقه مطالعه شده کپه‌ای است و هر کدام از شاخص‌هـای کوادراتی و فاصله‌ای که این پراکنش را نشان دهند شاخص‌هـای کـاربردی بـرای ایـن گونـه در منطقـه معرفی می‌شوند.

شاخص‌های کوادراتی و فاصله‌ای: نتایج حاصل از بررسی الگوی پراکنش با اسـتفاده از شـاخص‌هـای کوادراتی در گونه زرشک نشان داد که همه شاخص‌های کوادراتی بجز شاخص لویـد، نشـان دادنـد کـه گونه مدنظر دارای الگوی کپه‌ای است (جدول ۴).

جدول ۴- مقادیر شاخص‌های کوادراتی برای تعیین الگوی پراکنش در رویشگاه گونه *Berberis integerrima* (منطقه اسب‌چر)

شاخص‌های کوادراتی	مقدار محاسبه شده	الگوی پراکنش
نسبت واریانس به میانگین	۶/۸۸	کپه‌ای (تجمعی)
گرین	۰/۲	کپه‌ای
لوید	۲/۳۵	یکنواخت
موریسیتا	۲/۳۱	کپه‌ای
موریسیتای استاندارد	۰/۵۳	کپه‌ای

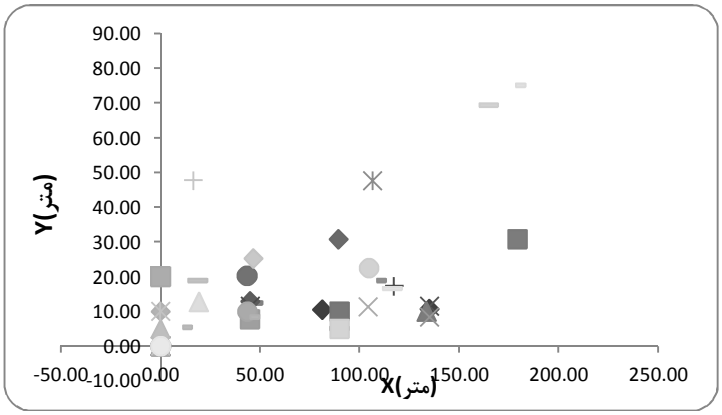
از بین شاخص‌های فاصله‌ای، شاخص‌های ابرهارت، هاپکینز و جانسون وزیمر الگوی کپه‌ای را نشان دادند اما شاخص هولگیت الگوی پراکنش یکنواخت را نشان داد (جدول ۵).

جدول ۵- مقادیر شاخص‌های فاصله‌ای برای تعیین الگوی پراکنش در رویشگاه گونـه *Berberis integerrima* (منطقه اسب‌چر)

شاخص‌های فاصله‌ای	مقدار محاسبه شده	الگوی پراکنش
ابرهارت	۲/۰۵	کپه‌ای
هاپکینز	۰/۶	کپه‌ای
جانسون و زیمر	۲/۶۶	کپه‌ای
هولگیت	-۰/۰۵	یکنواخت (منظم)

الگوی مکانی گونه: نمودار موقعیت مکانی پایه‌های برداشت شده گونه زرشک در پلات یک هکتاری در شکل ۵ نشان داده شده است. ۴۶ پایه از این گونه در پلات حضور داشته است. این شکل نیز نشان می‌دهد الگوی گونه موردنظر از نوع کپه‌ای است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]



شکل ۵- نقشه مکانی پایه‌های گونه زرشک در پلات یک هکتاری

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از روش‌های تعیین الگوی پراکنش از بین روش‌های آماربرداری صددرصد، تابع K و مشتقات آن است که به دلیل توانایی‌های آن بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است. استفاده از روش تابع K و L نشان داد که الگوی مکانی گونه زرشک از حالت کپه‌ای پیروی می‌کند که این الگو با تهیه نقشه مکانی پایه‌های گونه مذکور نیز تایید شده است. تایید کارایی این روش در مطالعات Montes *et al*, 2006; 2007; Strand *et al*., 2007; Dagley, 2008; Longuetaud *et al*., 2008; Schiffers *et al*., 2008; Zhu *et al*., 2010؛ اخوان و همکاران (۱۳۸۹) نیز صورت گرفته است که با نتایج مطالعه ما مطابقت دارد. برخلاف شاخص نزدیکترین همسایه که فقط از فاصله هر گونه تا نزدیکترین همسایه‌اش استفاده می‌کند، در تابع $K_{(r)}$ از فواصل بین تمامی جفت نقاط (گونه‌های گیاهی) استفاده می‌شود. این ویژگی آن را در تشریح الگو در فواصل مختلف و کشف الگوهای مختلط و ناهمگن توانمند می‌سازد (مثلاً الگوی کپه‌ای در فواصل نزدیکتر و یکنواخت در فواصل دورتر). این یک ویژگی مهم این تابع است، زیرا به طور بالقوه همه‌ی فرآیندهای بوم‌شناختی به مقیاس وابسته بوده و ویژگی‌های آن‌ها نیز ممکن است در طول مقیاس تغییر کند (Wiegand & Moloney, 2004). با وجود مطالعات زیاد انجام شده در رابطه با الگوی مکانی، شناخت پراکنش‌های مکانی کوچک مقیاس گیاهان به‌صورت ضعیف باقی مانده است. بر اساس نتایج، در تمام مقیاس‌های مورد مطالعه حالت کپه‌ای بودن گونه زرشک در منطقه کاملا واضح و قابل تشخیص است. البته روش نزدیکترین همسایه نیز الگوی مکانی گونه زرشک را کپه‌ای نشان داد و آزمون آماری z نیز این نتیجه را تایید نمود. قابلیت روش نزدیکترین همسایه در تعیین الگوی پراکنش در سایر تحقیقات (Aakala *et al*., 2007؛ حبشی و همکاران (۱۳۸۶)؛ Chao *et al*., 2007 ;Moustakas *et al*., 2008; Rozas *et al*., 2009; Erfanifard *et al*., 2008، کیانی و همکاران (۱۳۹۰)،

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

کیادلیری و همکاران (۱۳۹۰)، عرفانی‌فرد و مهدیان (۱۳۹۱)، (Lutz *et al*., 2012; Zhang *et al*., 2012) نیز مورد تایید قرار گرفته است که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. در این روش فاصله بین پایه‌ها بر مبنای تعیین الگوی مکانی است. به طور کلی روش‌های آماربرداری صددرصد برای تعیین الگوی مکانی در منطقه مورد مطالعه نتایج یکسانی ارائه کردند؛ بنابراین می‌توان از این روش‌ها به عنوان روش کنترل برای مقایسه با نتایج سایر روش‌ها یعنی شاخص‌های کوادراتی و فاصله‌ای در تعیین و معرفی شاخص مناسب و کارامد استفاده نمود.

شاخص کوادراتی لوید (لیود) با نشان دادن الگویی متفاوت در تعیین الگوی پراکنش گونه زرشک عملکرد خوبی نداشت. این امر می‌تواند به‌دلیل اثرات ناشی از تعداد، سطح و شکل کوادرات بکار رفته باشد که منجر به کارایی کمتر این شاخص نسبت به سایر شاخص‌های کوادراتی شده است (جهانتاب و همکاران (۱۳۹۱)، مرادی و همکاران (۱۳۹۲). شاخص هاپکینز توانایی زیادی در تعیین الگوی پراکنش کپه‌ای دارد (اسدی و قربانزاده، ۱۳۹۰). در تحقیق حاضر نیز این شاخص الگوی کپه‌ای گونه زرشک رانشان داد. شاخص نسبت واریانس به میانگین، از تراکم جمعیت تاثیر بسیار اندکی می‌پذیرد؛ لذا این نسبت یا شاخص معیار خوبی برای سنجش پراکنش به حساب می‌آید، هرچند بهترین روش نیست. شاخص کوادراتی موریسیتا و موریسیتای استاندارد نسبتا مستقل از اندازه، تعداد پلات و اندازه جمعیت هستند و تغییرات تراکم بر روی آن‌ها اثری ندارند (Malhado & Petrere, 2004). به همین سبب از بهترین معیارهای سنجش پراکنش محسوب می‌شوند که نتیجه حاضر نیز آن را تایید کرده است.در بین شاخص‌های تعیین الگوی پراکنش که بر اساس نسبت واریانس به میانگین است تنها شاخص گرین تعداد کل افراد جامعه را در نظر گرفته و شاخص نسبتا مناسبی برای مقایسه جوامع و معرفی الگوی پراکنش گیاهان است (بارانیان و همکاران، ۱۳۹۰؛ جهانتاب و همکاران، ۱۳۹۱) که در تحقیق حاضر نیز تایید شد.

از بین شاخص‌های فاصله‌ای که بر پایه اندازه‌گیری فاصله نقاط تصادفی تا نزدیکترین گیاه و گیاه تا نزدیکترین همسایه‌اش می‌باشند شاخص هولگیت کارایی کم‌تری دارند، زارع چاهوکی و طویلی (۱۳۸۷) که این به علت وابستگی این شاخص به اندازه‌گیری صحیح فواصل است، جنت رستمی (۱۳۸۶) که با نتایج ما مطابقت دارد. شاخص فاصله‌ای ابرهارت در تحقیق حاضر الگوی پراکنش گونه زرشک را کپه‌ای نشان داد. با مشابه بودن نتیجه حاصل از بکارگیری این شاخص با نتایج روش آماربرداری صددرصد می‌توان این شاخص را شاخصی مناسب و کارآمد در تعیین الگوی پراکنش گونه زرشک معرفی کرد.شاخص جانسون و زیمر الگوی پراکنش گونه زرشک را بصورت کپه‌ای نشان داد. شاخص جانسون و زیمر مستقل از تراکم است و شاخص مناسب و کارامد در تعیین الگوی پراکنش

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

گونه زرشک است که کارآمدی آن در مطالعات جنت رستمی (۱۳۸۶)، عرفانی‌فرد و مهدیان (۱۳۹۱)، زارع چاهوکی و همکاران (۱۳۹۱) عسکری و همکاران (۱۳۹۳) نیز تایید شده

است. میرلز و بارتو لوئیز (Meirelles & Barreto Luiz, 1995) با بررسی الگوی پراکنش ۱۶ گونه درختی نشان دادند که غیر از دو گونه بقیه دارای الگوی پراکنش کپه‌ای هستند. بنابراین، ایشان نتیجه گرفتند که الگوی کپه‌ای یکی از الگوهایی است که اغلب مشاهده می شود و با نتایج همخوانی دارد. نتایج نشان داد که استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای وکوادراتی برای تعیین الگوی پراکنش در مورد یک گونه گیاهی و در یک منطقه نتایج متفاوتی در بردارد که مشابه با نتایج زارع چاهوکی و طویلی (۱۳۸۷) است. از بین شاخص‌های کوادراتی، شاخص نسبت واریانس به میانگین، گرین، موریسیتا و موریسیتای استاندارد و همچنین شاخص فاصله‌ای ابرهارت و جانسون و زیمر الگویی مشابه با الگوی تعیین شده با روش‌های آماربرداری صددرصد را داشتند لذا این شاخص‌ها به‌عنوان شاخص‌های کارآمد و مناسب برای بررسی و تحلیل الگوی پراکنش گونه زرشک در منطقه مطالعه شده پیشنهاد می‌گردند.

منابع

اخوان، ر.، ثاقب طالبی، خ.، حسنی، م.، پرهیزگار، پ. ۱۳۸۹. بررسی الگوی مکانی درختان طی مراحل تحول جنگل در توده‌های دست نخورده راش در کلار دشت، جنگل و صنوبر ایران، ۱۸ (۲): ۳۲۲-۳۳۶.

اسدی، ا.م.، قربانزاده، م. ۱۳۹۰. تعیین مناسبترین روش فاصله‌ای اندازه‌گیری الگوی پراکنش و تراکم درمنه در استان خراسان شمالی، کنفرانس ملی دانشجویی مرتع، آبخیز و بیابان، تهران، ۱-۷.

بارانیان، ا.، بصیری، م.، بشری، ح.، ترکش، م. ۱۳۹۰، بررسی الگوی پراکنش پایه‌ای گیاهی با استفاده از روش‌های آنالیز نقطه‌ای، شاخص‌های کوادراتی و فاصله‌ای. مجله علمی پژوهشی مرتع، ۵ (۳): ۲۵۸-۲۶۳.

بصیری، ر.، سهرابی، ه.، مزین، م. ۱۳۸۵. تحلیل آماری الگوی پراکنش مکانی گونه‌های درختی در منطقه قامیشلو مریوان. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۹ (۲): ۵۷۹-۵۸۸.

پوربابائی، ح.، زندی، ن.ش.، عادل، م.ن. ۱۳۹۱. الگوی مکانی سه گونه ویول، دارمازو و بلوط ایرانی در جنگل‌های چناره، مریوان، کردستان، مجله محیط زیست طبیعی، ۶(۳): ۳۲۹-۳۳۹.

حبشی، ه.، حسینی، س.م.، محمدی، ج.، رحمانی، ر. ۱۳۸۶. تعیین الگوی پراکنش و ساختار در جنگل آمیخته راش شصت کلا گرگان، جنگل و صنوبر ایران، ۱۵(۱): ۵۵-۶۴.

حیدری، ر.ح.، زبیری، م.، نمیرانیان، م.، سبحانی، ه.، صفری، ا. ۱۳۸۹. بررسی صحت روش نمونه برداری فاصله‌ای نزدیک ترین فرد در جنگل‌های بلوط غرب، ۳۲۳-۳۳۰.

جهانتاب، ا.، قاسمی، ی.، سپهری، ع.، حنفی، ب.، یزدان پناه، ع. ۱۳۹۱. تعیین الگوی پراکنش گونه های غالب مراتع کوهستانی زاگرس مرکزی (مطالعه موردی: منطقه دیشموک در استان کهگیلویه و بویراحمد). فصلنامه علمی –پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۹ (۳): ۴۸۲-۴۸۹.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

جنت رستمی، م. ۱۳۸۶. تحلیل الگـوی پـراکنش *Artemisia sieberi*, *Halocnemum strobiaceum* and *Seidlitzia rosmarinus* در دریاچه حوض سلطان قم، پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت بیابان، دانشگاه تهران، ۸۰ صفحه.

زارع چاهوکی، م.ع.، ایمانی، ج.، ارزانی، ح. ۱۳۹۱. مقایسه کارایی شاخص های فاصله ای و کـوادراتی در تعیـین الگوی پراکنش سه گونه مرتعی *Festuca ovina*، *Prangos ferulace* و *Bromus tomentellus* (مطالعه موردی: مراتع سارال کردستان)، فصلنامه پژوهش‌های آبخیزداری، ۹۵: ۶۵-۷۱.

زارع چاهوکی، م.ع.، طویلی، ع. ۱۳۸۷. ارزیابی کارایی شاخص‌های فاصله‌ای وکوادراتی در تعیین الگوی پراکنش چندگونه مرنعی مناطق خشک (مطالعه موردی: مراتع جنـوب منطقـه نیراسـتان یـزد)، مجلـه مرتـع، ۲(۲): ۱۰۱ -۱۱۲.

صفری، ام.، شعبانیان، ن.، حیدری، ر.ح.، عرفانی فرد، ی.، پوررضا، م. ۱۳۸۹. بررسی الگوی مکانی درختان بلـوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در جنگل‌های باینگان کرمانشاه. تحقیقات جنگل و صنوبر ایـران، ۲(۲): ۱۷۷-۱۸۵.

عسکری، ی.، سلطانی، ع.، سهرابی، ه. ۱۳۹۳. ارزیابی الگوی پراکنش مکانی گونه‌هـای درختـی و درختچـه‌ای در جنگل‌های زاگرس مرکزی (پژوهش موردی: ذخیره‌گاه جنگلی چهارطـاق)، جنگـل و صـنوبر ایـران، ۲۲(۲): ۱۷۸-۱۸۷.

عرفانی‌فرد س.ی.، مهدیان، ف. ۱۳۹۱. بررسی مقایسه‌ای روش‌های تعیین الگوی مکانی مطلق درختان در جنگل (مطالعه موردی: جنگل تحقیقاتی بنه استان فارس تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۴۷ (۱): ۶۲-۷۳.

کیانی، ب.، طبری کوچکسرایی، م.، فلاح، ا.، حسینی، س.م.، ایران نژاد پاریزی، م.ح. ۱۳۹۰. استفاده از سه روش نزدیکترین همسایه، تابع K رایپلی و میانگین مربعات در تعیـین الگـوی پـراکنش گونـه تـاغ (*Haloxylon ammodenderon C.A.Mey*) در منطقه حفاظت شده سیاه کوه استان یـزد، تحقیقـات جنگـل و صـنوبر ایران، ۱۹(۳): ۳۵۶-۳۶۹.

کیادلیری، ه.، اخوان، ر.، انیسی، ع. ۱۳۹۰. بررسی نحوه نشانه گذاری درختان و تاثیر آن بر توده جنگل (مطالعه موردی: پارسل ۱۴۹ سری شوراب گلبند)، مجله جنگل ایران، ۳(۱): ۴۹-۵۹.

مرادی، ر.، ترکش، م.، وهابی، م.ر.، بصیری، م. ۱۳۹۲. بررسی الگوی پراکنش دو گونه مرتعی *Astragalus verus* Olivier، *Bromus tomentellus* Boiss با شاخص‌های فاصله‌ای و کـوادراتی و آنـالیز نقطـه‌ای (مطالعـه موردی: مراتع فریدون شهر اصفهان)، مجله مرتع، ۷(۳): ۲۶۱-۲۸۴.

Aakala, T., Kuuluvainen, T., De Grandpre, L., Gauthier, S. 2007. Trees dying standing in the northeastern boreal old-growth forests of Quebec: spatial patterns, rates and temporal variation. Canadian journal of forest research, 37: 50-61.

Chao, W.C., Wu, S.H., Lin, H.Y., Hsieh, C., Chao, K.J. 2007. Distribution patterns of tree species in the Lanjenchi Lowland Rain Forest. Taiwan, 52(4): 343-351.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

Dagley, C.M. 2008. Spatial pattern of Coast Redwood in Three Alluvial Flat Old-Growth Forests in Northern California. Journal of Forest Science, 54(3): 294-302.

Dale, M.R.T. 2002. Conceptual and mathematical relationships among methods for spatial analysis. Ecography, 25p.

Erfanifard, Y., Feghhi ,J., Zobeiri, M., Namiranian, M. 2008. Comparison of two distance methods for forest spatial analysis (case study: Zagros forests of Iran). Journal of Applied Sciences, 8(1): 152-157.

Illian, J., Penttinen, A., Stoyan, H., Stoyan, D. 2008. Statistical analysis and modelling of spatial point patterns. John & whiley Sons, 556p.

Krebs, Ch.J. 1999. Ecological methodology. 2nd ed., Addison-Wesley Educational Pub. Inc: Menlo Park, California.

Legendre, P. 2002. The consequences of spatial structure for the design and analysis of ecological field surveys. Ecography, 25p.

Longuetaud, F., Thomas, S., Leban, J.M., Pretzsch, H. 2008. Analysis of long-term dynamics of crowns of sessile oaks at the stand level by means of spatial statistics. Journal of Forest Ecology and Management, 255: 2007-2019.

Lutz, J.A., Larson, A.J., Swanson, M. E., Freund, J.A. 2012. Ecological importance of large-diametertrees in a temperate mixed-conifer forest, Plos one, Journal of Pone, 7(5):136-131.

Malhado, A.C.M., Petrere, J.R.M. 2004. Behavior of dispersion indices in patterndetection of a population of Angico, Andenathera peregrine. Barz. Journal of Biology, 64(2): 126-132.

Mantgem Phvan, J., Stephenson, N.L., Knapp, E., Battles, J.J., Keeley, J.E. 2011. Long-term effects of prescribed fire on mixed conifer forest structure in the Sierra Neveda California. Forest Ecology and Management. 261: 989-994.

Meirelles, M.L., Barreto Luiz, A.F. 1995. Padroes espaciais de arvores de um cerrado em Brasilia, DF. Revista Brasileira de Blotanica, 18: 185-189.

Montes, F., Pardos, M., Canellas, I. 2007. The effect of stand structure on the regeneration of Scots pine stands. FBMIS, 1: 1-9.

Moustakas, A., Wiegand, K., Getzin, S., Ward, D., Meyer, K.M., Guenther, M., Mueller, K.H. 2008. Spacing patterns of an *Acacia* tree in the Kalahari over a 61-year period: How clumped becomes regular and vice versa. Acta Oecologica, 33: 355-364.

Rozas, V., Zas, R, Solla, A. 2009. Spatial structure of deciduous forest stands with contrasting human influence in northwest Spain. European journal of forest research, 128: 273-285.

Schiffers, K., Schurr, F.M., Tielborger, K., Urbach, C., Moloney, K., Jeltsch, F. 2008. Dealing with virtual aggregation- a new index for analyzing heterogeneous point patterns. Journal of Ecography, 31: 545-555.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

Stamatellos, G., Panourgias, G. 2005. Simulating spatial distributions of forest trees by using data from fixed area plots. Forestry, 78(3):305-312.

Strand, E.K., Robinson, A.P., Bunting, S.C. 2007. Spatial patterns on the sagebrush steppe/Western juniper ecotone. Journal of Plant Ecology, 190: 159-173.

Trifković, S., Yamamoto H. 2008. Indexing of spatial pattern of trees using a mean of angels, Journal of Forest Research, 13: 117-121.

Wei-dong, H., Xiu-mei, G., Lin-feng, L., Chang-yi, L. 2001. Spatial pattern of dominant tree species of the secondary monsoon rain forest in Linjiang, Guangdong province. Journal of Forestry Research, 12 (2): 36-42.

Wiegand, T., Moloney K.A. 2004. Rings, circles, and null-models for point pattern analysis in ecology. OIKOS, 104: 209-229.

Zhang, Y., Li, J., Chang, S.h., Li, X., Lu, J. 2012. Spatial distribution pattern of *Picea schrenkiana* population in the Middle Tianshan Mountains and the relationship with topographic attributes. Journal of Arid Land, 4(4): 457−468.

Zhu, Y., Xiangcheng, X., Ren, H., Ma, K. 2010. Density dependence is prevalent in a heterogeneous subtropical forest. Oikos, 119: 109-119.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]