

بررسی مقایسه‌ای شاخص رایپلی و شاخص‌های فاصله‌ای به منظور تعیین الگوی پراکنش مکانی بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در جنگل‌های زاگرس

مهرداد میرزایی^{۱*}، امیر اسلام بنیاد^۲ و جلال عزیز^۳

۱- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

۲- دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

۳- کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۹/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۸/۰۱

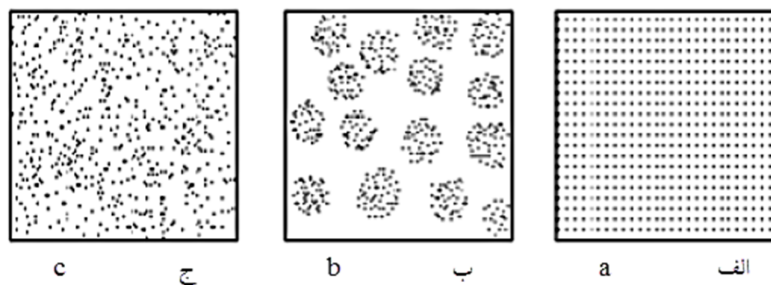
چکیده

یکی از مؤلفه‌های اصلی ساختار توده جنگلی، نظم مکانی و موقعیت درختان در کنار یکدیگر است. الگوی مکانی توده‌ها با اندازه‌گیری و تعیین موقعیت درختان در توده‌ها و با وارد کردن آنها در چارچوب‌های تحلیلی، اندازه‌گیری می‌شود. هدف از این تحقیق بررسی مقایسه‌ای شاخص رایپلی و شاخص‌های فاصله‌ای به منظور تعیین الگوی پراکنش مکانی بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) در جنگل‌های چغاسبز ایلام بود. بدین منظور، تعداد ۵۳ قطعه نمونه براساس الگوی منظم تصادفی با ابعاد شبکه‌آماربرداری ۱۰۰ × ۱۰۰ متر برداشت شد. برای جمع‌آوری اطلاعات از روش فاصله‌ای و برای تحلیل الگوی مکانی از شاخص رایپلی و شاخص‌های فاصله‌ای ابره‌ارت، هینز، C و هاپکینز استفاده شد. نتایج شاخص رایپلی نشان داد که گونه بلوط ایرانی در منطقه مورد بررسی از الگوی پراکنش تصادفی برخوردار است، درحالی‌که نتایج شاخص‌های فاصله‌ای ابره‌ارت، هینز، C و هاپکینز نشان داد که گونه بلوط ایرانی دارای الگوی پراکنش کپه‌ای است.

واژه‌های کلیدی: الگوی مکانی، بلوط ایرانی، شاخص رایپلی، روش‌های فاصله‌ای، چغاسبز.

است که بررسی آن در جوامع گیاهی، به منظور درک و شناخت این جوامع ضروری است (Ludwig and Reynolds, 1988; Jayaraman, 1999; Dale, 1999). از این رو، شناخت الگوی پراکنش مکانی، ابزاری لازم برای مدیریت بهینه در بسیاری از عرصه‌های جنگلی جهان است (Wulder and Franklin, 2007). به طور کلی سه نوع الگوی مکانی اصلی در طبیعت وجود دارد: (۱) الگوی مکانی کپه‌ای یا تجمعی، (۲) الگوی مکانی منظم یا یکنواخت و (۳) الگوی تصادفی (Ludwig and Reynolds, 1988; Akhavan *et al.*, 2010) (شکل ۱).

ساختار جنگل یکی از عوامل کلیدی در شناخت اکوسیستم‌های جنگلی است، و یکی از مؤلفه‌های اصلی ساختار توده جنگلی نظم مکانی موقعیت درختان در کنار یکدیگر است. در اکولوژی به پراکنش جغرافیایی یا به موقعیت استقرار افراد، الگوی پراکنش مکانی گفته می‌شود که ما آن را تحت عنوان الگوی پراکنندگی یا الگو به منظور توصیف توزیع جغرافیایی افراد استفاده می‌کنیم (Dale, 1999). الگوی پراکنش مکانی گیاهان، یکی از جنبه‌های مهم اکولوژی گیاهی



شکل ۱- الگوی مکانی یکنواخت (الف)، کپه‌ای (ب) و تصادفی (ج)

Figure 1. Spatial pattern, regular (a), clumped (b) and random (c)

برخوردارند. Safari و همکاران (2010) در جنگل‌های باینگان استان کرمانشاه الگوی مکانی گونه بته را مورد بررسی قرار دادند. برای تحلیل الگوی پراکنش مکانی با استفاده از قطعه‌نمونه، از شاخص‌های پراکنش گرین، موری سیتا، استاندارد شده موری سیتا و برای بررسی الگوی پراکنش مکانی در روش‌های فاصله‌ای از شاخص‌های ابرهارت، هینز، هاپکینز و C استفاده شد. در نهایت الگوی پراکنش مکانی بته به شکل کپه‌ای تعیین شد. Pourbabaei و همکاران (2012) الگوی مکانی سه گونه بلوط (بلوط ایرانی، ویول و دارمازو) را در جنگل‌های چناره مریوان مورد ارزیابی قرار دادند. برای تحلیل الگوی مکانی از شاخص‌های هاپکینز،

به منظور نمونه‌برداری جنگل برای بررسی الگوی پراکنش مکانی، روش‌های مختلفی وجود دارد که عمومی‌ترین آنها استفاده از روش قطعه‌نمونه با مساحت ثابت و روش‌های فاصله‌ای است (Stamtellos and Panourgias, 2005). Mataji و همکاران (2008) الگوی مکانی حفره‌های تجدیدحیات را با استفاده از شاخص رایبلی در توده‌های مدیریت شده و مدیریت نشده جنگل خیرودکنار نوشهر بررسی و به الگوهای تصادفی و یکنواخت رسیدند. Shamsavari Pirkobi و همکاران (2009) الگوی مکانی خشکه‌دارها را با استفاده از شاخص رایبلی در جنگل خیرودکنار نوشهر مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که از الگوی کپه‌ای

کمی گیاهان مانند پوشش و تراکم کمک شایانی می‌کند. آگاهی از الگوی پراکنش گیاهی در هر منطقه از ضروریات و مقدمات بررسی پوشش گیاهی به حساب می‌آید. هدف این تحقیق، بررسی الگوی پراکنش مکانی گونه بلوط ایرانی در جنگل‌های منطقه چغاسبز ایلام با استفاده از شاخص رایپلی و شاخص‌های فاصله‌ای ابره‌ارت، هینز، C و هاپکینز است.

مواد و روش‌ها

منطقه جنگلی چغاسبز با مساحت ۴۱۷۰ هکتار در جنوب شرقی شهرستان ایلام واقع شده است. ارتفاع از سطح دریا بین ۱۱۰۵ تا ۱۶۸۰ متر متغیر است. از نظر مختصات جغرافیایی در طول "۳۰' ۲۶' ۴۶" تا "۳۲' ۲۷' ۲۷" و در عرض "۳۲' ۳۵' ۳۳" تا "۲۸' ۴۶' ۳۳" واقع شده است. درختان واقع در منطقه که گونه اصلی آن را بلوط ایرانی تشکیل می‌دهد بیشتر به صورت دانه و شاخه‌زاد هستند. این منطقه بر اساس طبقه‌بندی آب و هوایی دو مارتن در اقلیم نیمه مرطوب سرد و بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه در اقلیم نیمه‌خشک قرار می‌گیرد و خاک آن بر اساس تقسیم‌بندی فائو در رده خاک‌های لیتوسول است (Mirzaei and Bonyad, 2014).

روش تحقیق

پس از انتخاب منطقه‌ای به وسعت ۵۳ هکتار، شبکه آماربرداری به ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر طراحی و به‌طور تصادفی بر روی نقشه مورد نظر قرار داده شد. با مشخص کردن محل تقاطع اضلاع بر روی نقشه، شماره‌های ۱ تا ۵۳ به آنها اختصاص داده شد. در مرحله بعد مختصات این ۵۳ نقطه از نقشه در سیستم جهانی UTM استخراج و به‌وسیله دستگاه GPS در عرصه جنگل مشخص شد. پس از مشخص شدن نقطه نمونه- برداری (همان مرکز قطعه نمونه) در هر نقطه، روش

مربع‌تی و جانسون و زایمر استفاده شد. نتایج برای هر سه گونه الگوی تصادفی را نشان دادند. Batoubeh و همکاران (2013) به بررسی الگوی پراکنش مکانی گونه برودار (*Quercus brantii* Lindl.) در توده‌های کمتر دخالت شده جنگل‌های مریوان با استفاده از تابع K- رایپلی پرداختند. نتایج نشان داد که الگوی پراکنش مکانی درختان جز برای سطح ۰/۲۵ هکتار، کپه‌ای و حداقل سطح مناسب برای این بررسی، ۰/۵ هکتار است. Kubota (2007) الگوی پراکنش توده‌های مخلوط سوزنی‌برگ و پهن‌برگ را در جنگل‌های ژاپن مورد پژوهش قرار داد. این بررسی نشان داد که درختان نراد همراه پهن‌برگان به صورت کپه‌ای قرار می‌گیرند. Aakala و همکاران (2007) الگوی پراکنش درختان در جنگل‌های کبک کانادا را خوشه‌ای تعیین کردند. الگوی پراکنش درختان دوگلاس در ایالات متحده به کمک شاخص موری سینتا مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که نهال‌های دوگلاس الگوهای پراکنش متفاوتی داشته و در فاصله زیادتری از درختان مادری قرار دارند. درحالیکه نهال‌های صنوبر الگوی کپه‌ای داشته و به درختان مادری نزدیک‌ترند (Snakey, 2008). Longuetaud و همکاران (2008) با استفاده از شاخص‌های کلارک-ایوانز و رایپلی الگوی پراکنش را در توده‌های همسال بلوط در آلمان بررسی کرده و در توده‌های تنک شده به الگوی منظم دست یافتند. Zhang و همکاران (2009) با استفاده از شاخص رایپلی الگوی پراکنش درختان سوزنی‌برگ را در جنگل‌های تبت بررسی و به الگوهای تصادفی-خوشه‌ای رسیدند. Zenner and Peck (2009) الگوی پراکنش درختان در جنگل‌های آمریکا را یکنواخت تشخیص دادند. بررسی الگوی پراکنش گیاهان در ارزیابی نحوه تولید، رقابت، شرایط محیطی و جغرافیایی نقش مهمی داشته و به تعیین روش‌های مناسب برای اندازه‌گیری خصوصیات

شاخص C

این شاخص نیز همانند شاخص قبل، براساس استفاده از فواصل اندازه‌گیری شده پیشنهاد شده است. مقدار این شاخص از رابطه ۳ محاسبه می‌شود (Safari et al., 2010):

$$C = \frac{\sum [X_i^2/X_i + \frac{1}{2}Y_i^2]}{N} \quad \text{رابطه (۳)}$$

C: شاخص پراکنش مکانی

X_i : فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین فرد

Y_i : فاصله نزدیک‌ترین فرد تا نزدیک‌ترین فرد دوم

برای آزمون معنی‌دار بودن مقدار C از مقدار Z (رابطه ۴) استفاده می‌شود (Pourbabaei, 2010):

$$z = \frac{C - 0.75}{\sqrt{\frac{1}{12N}}} \quad \text{رابطه (۴)}$$

شاخص هاپکینز

شاخص هاپکینز، برای آنالیز الگوی مکانی از فواصل اندازه‌گیری شده در روش ترکیبی استفاده می‌شود. مقدار این شاخص از رابطه ۵ محاسبه می‌شود:

$$I_h = \frac{\sum (r_{pi})^2}{\sum (r_{pi})^2 + \sum (r_{ni})^2} \quad \text{رابطه (۵)}$$

برای آزمون مقدار شاخص هاپکینز ابتدا مقدار h از رابطه زیر به دست آمد:

$$h = \frac{\sum (r_p^2)}{\sum (r_n^2)} \quad \text{رابطه (۶)}$$

سپس از جدول F دو مقدار $F_{(0.95, 2n, 2n)}$ و $F_{(0.05, 2n, 2n)}$ مشخص می‌شود.

اگر مقدار h به دست آمده بین این دو مقدار F باشد یعنی اگر $F_{(0.95, 2n, 2n)} \leq h \leq F_{(0.05, 2n, 2n)}$ ، توده دارای پراکنش تصادفی است. اگر مقدار h محاسبه شده از جدول $F_{(0.95, 2n, 2n)}$ کمتر باشد، توده دارای الگوی پراکنش یکنواخت و اگر از $F_{(0.05, 2n, 2n)}$ جدول بیشتر باشد، توده دارای الگوی پراکنش کپه‌ای است (Heidari, 2008; Safari et al., 2010).

فاصله‌ای ترکیبی به شرح زیر اجرا و فواصل مربوط به هر روش اندازه‌گیری شد.

روش فاصله‌ای ترکیبی

در این روش، فاصله بین نزدیک‌ترین درخت به نقطه نمونه‌برداری و سپس، فاصله بین نزدیک‌ترین درخت به درخت انتخاب شده در مرحله پیش (بدون در نظر گرفتن محل درخت دوم) اندازه‌گیری می‌شود (Heidari, 2008; Safari et al., 2010). برای تحلیل الگوی پراکنش مکانی در روش‌های فاصله‌ای از شاخص‌های زیر استفاده شد:

شاخص ابرهات

شاخص ابرهات یکی از شاخص‌های پراکنش است که در آن فقط از فواصل بین نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین درخت استفاده می‌شود. مقدار این شاخص از رابطه زیر به دست می‌آید (Krebs, 1999; Heidari, 2008; Safari et al., 2010):

$$I_E = \left(\frac{S}{\bar{x}}\right)^2 + 1 \quad \text{رابطه (۱)}$$

I_E : شاخص پراکنش ابرهات

S: انحراف معیار فواصل مشاهده شده

\bar{x} : متوسط فواصل نقاط تصادفی تا نزدیک‌ترین فرد

شاخص هینز

برای تعیین الگوی پراکنش افراد از شاخص هینز مطابق رابطه زیر استفاده شد (Krebs, 1999; Heidari, 2008; Safari et al., 2010):

$$h_T = \frac{2n[2\sum (r_{pi}^2) + \sum (r_{ni}^2)]}{[(\sqrt{2}\sum r_{pi}) + \sum r_{ni}]^2} \quad \text{رابطه (۲)}$$

h_T : شاخص هینز

r_{pi} : فاصله نزدیک‌ترین فرد به نقطه نمونه‌برداری i

r_{ni} : فاصله از گیاه تصادفی تا نزدیک‌ترین پایه دیگر از

آن در نقطه نمونه‌برداری i

برای تعیین الگوی پراکنش با استفاده از شاخص - برای تعیین الگوی پراکنش با استفاده از شاخص - های ابرهارت، هینز، C و هاپکینز از جدول ۱ استفاده درختان منطقه مورد بررسی را تشخیص داد.

جدول ۱- تعیین الگوی پراکنش با استفاده از شاخص ابرهارت، هینز، C و هاپکینز

Table 1. Determination of spatial pattern using Eberhart, Hinez, C and Hopkins indices

الگوی مکانی Spatial pattern	ابرهارت Eberhart	هینز Hinez	C	هاپکینز Hopkins
Clumped کپه‌ای	$I_E > 1.27$	$h_T > 1.27$	$C > 0.5$	$I_h > 0.5$
Random تصادفی	$I_E = 1.27$	$h_T = 1.27$	$C = 0.5$	$I_h = 0.5$
Regular یکنواخت	$I_E < 1.27$	$h_T < 1.27$	$C < 0.5$	$I_h < 0.5$

رابطه (۷) $K(r) = \frac{\bar{n}(r)}{\rho}$

$\bar{n}(r)$: میانگین تعداد درختان همسایه‌ای است که به شعاع r از یک درخت قرار گرفته‌اند.

ρ : تعداد در واحد سطح (تراکم)

امروزه به سبب دشواری تفسیر تابع K-راپیلی، از شکل اصلاح شده آن یعنی تابع $L(d)$ استفاده می‌شود (Hou et al., 2004) که رابطه آن به صورت زیر است:

$$L(r) = \sqrt{\frac{K(r)}{\pi}} - r \quad \text{رابطه (۸)}$$

معیار تعیین نوع الگوی پراکنش مکانی، مقایسه نمودار به دست آمده از رسم مقادیر $L(d)$ در مقابل فاصله است. در این نمودار اگر تابع $L(d)$ بالاتر از خط $L(d)=d$ قرار گیرد، الگوی پراکنش کپه‌ای است. اگر این دو منطبق شوند الگوی پراکنش تصادفی و اگر نمودار تابع $L(d)$ پایین‌تر قرار گیرد، الگوی پراکنش یکنواخت خواهد بود (Lou et al., 2009).

نتایج

مقادیر شاخص‌های ابرهارت، هینز، C و هاپکینز برای تعیین الگوی مکانی گونه بلوط مطابق روابط ارائه شده محاسبه شد. نتایج نشان دادند که همه شاخص‌های

شاخص K-راپیلی

برای تعیین الگوی پراکنش مکانی گونه بلوط ایرانی با استفاده از شاخص K-راپیلی پس از مشخص کردن منطقه مورد بررسی، تعداد چهار قطعه نمونه یک هکتاری با ابعاد 100×100 متری انتخاب شد. سپس مختصات قطبی مکان کلیه درختان بلوط با استفاده از آماربرداری صد در صد تعیین شد. برای تعیین محل پایه‌ها از متر نواری و قطب‌نمای سونتو استفاده شد. مختصات تنه درختان تک پایه و نقطه وسط تاج درختان چندشاخه یا جست‌گروه به عنوان مکان درخت ثبت شد. کلیه اطلاعات در محیط نرم‌افزار Excel وارد شد و با استفاده از روابط مثلثاتی، مختصات قطبی به مختصات دکارتی تبدیل شد. از نرم‌افزار PAST نیز برای تعیین الگوی مکانی استفاده شد.

تابع K-راپیلی بر پایه شمارش نقاط موجود در تمامی فاصله‌های موجود میان نقاط عمل می‌نماید. در این روش، طبقه‌های فاصله از پیش تعیین می‌شود و به صورت حریم‌هایی در اطراف نقاط ترسیم می‌شود. شمارش نقاط در هر یک از این حریم‌ها، مبنای محاسبه تابع K-راپیلی است. فرمول محاسبه این تابع به صورت رابطه زیر است (Ripley, 1977):

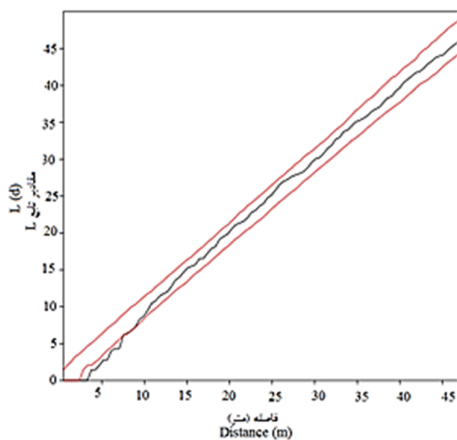
از چهار قطعه نمونه مورد بررسی درختان بلوط ایرانی از الگوی مکانی تصادفی برخوردار می‌باشند. نتایج شاخص K -رایپلی برای قطعات نمونه در شکل‌های دو تا پنج نشان داده شده است.

فاصله‌ای بررسی شده در این تحقیق، الگوی مکانی گونه بلوط ایرانی را کپه‌ای برآورد کردند. نتایج این شاخص‌ها در جدول (۲) ارائه شده است. همان‌طور که ذکر شد نتایج شاخص K -رایپلی به صورت نمودار نمایش داده می‌شود. نتایج این شاخص نیز نشان داد که در هر یک

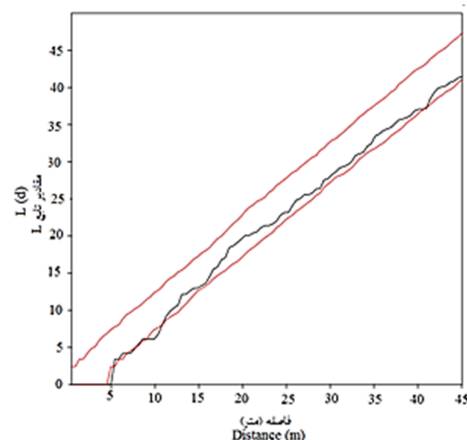
جدول ۲- نتایج استفاده از شاخص‌های ابرهارت، هینز، C و هاپکینز

Table 2. Results of Eberhart, Hinez, C and Hopkins indices

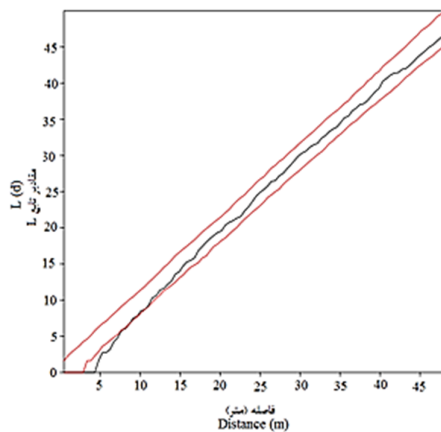
ابرهارت Eberhart	هینز Hinez	C	هاپکینز Hopkins
1.28 > 1.27	1.54 > 1.27	0.764 > 0.5 z= 6.74	0.725 > 0.5 h= 2.21



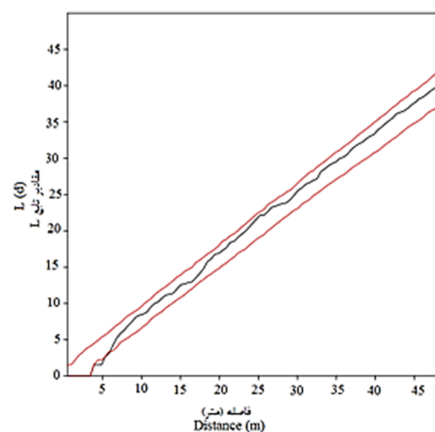
شکل ۳- نتایج شاخص K -رایپلی در قطعه نمونه دوم
Figure 3. Results of K-Ripley in the second plot



شکل ۲- نتایج شاخص K -رایپلی در قطعه نمونه اول
Figure 2. Results of K-Ripley in the first plot



شکل ۵- نتایج شاخص K -رایپلی در قطعه نمونه چهارم
Figure 5. Results of K-Ripley in the fourth plot



شکل ۴- نتایج شاخص K -رایپلی در قطعه نمونه سوم
Figure 4. Results of K-Ripley in the third plot

بحث

هدف این بررسی تعیین الگوی پراکنش گونه بلوط با استفاده از شاخص‌های ابرهارت، هینز، C و هاپکینز بود. مقدار به دست آمده از شاخص ابرهارت برابر $1/28$ و چون بیشتر از مقدار $1/27$ است پس این شاخص الگوی پراکنش کپه‌ای را برای درختان بلوط منطقه مورد بررسی نشان می‌دهد. مقدار برآورد شده با استفاده از شاخص هاپکینز نیز چون بزرگتر از مقدار $0/5$ است (برابر با $0/725$)، این شاخص هم الگوی کپه‌ای را نشان می‌دهد. Heidari و همکاران (2007) از روش نمونه برداری تی برای برآورد مشخصه‌های کمی جنگل‌های زاگرس استفاده کردند و به بررسی الگوی پراکنش درختان با استفاده از شاخص‌های پراکنش ابرهارت و هاپکینز پرداختند و به این نتیجه رسیدند که درختان توده مورد بررسی دارای پراکنش کپه‌ای هستند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. مقادیر به دست آمده از شاخص‌های هینز و C نیز به ترتیب برابر با $1/54$ و $0/764$ است که با توجه به جدول (۲)، نشان دهنده الگوی پراکنش مکانی کپه‌ای درختان بلوط منطقه مورد بررسی می‌باشند. نتایج این تحقیق با نتایج الگوی مکانی Pourbabaei و همکاران (2004) برای درختان کرکف در جنگل‌های سفارود، Basiri و همکاران (2006) برای گونه‌های درختی منطقه قامیشله مریوان، Safari و همکاران (2010) برای گونه بته در جنگل‌های باینگان استان کرمانشاه همخوانی دارد. بنابراین همه شاخص‌های فاصله‌ای ابرهارت، هینز، C و هاپکینز بررسی شده در این پژوهش الگوی مکانی کپه‌ای را برای گونه بلوط ایرانی در جنگل‌های منطقه چغاسبز ایلام نشان می‌دهند. درحالی‌که نتایج شاخص K-رایپلی نشان داد که در هر چهار قطعه نمونه مورد بررسی، درختان بلوط منطقه مورد بررسی از الگوی تصادفی پیروی می‌کنند (شکل‌های ۲ تا ۵). Batoubeh و

همکاران (2013) در توده‌های کمتر دخالت شده جنگل‌های مریوان، الگوی مکانی درختان را با استفاده از تابع K-رایپلی در قطعات نمونه با سطوح $0/25$ ، $0/5$ ، $0/75$ و یک هکتاری مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در سطوح $0/5$ ، $0/75$ و یک هکتاری درختان بلوط ایرانی از الگوی پراکنش مکانی کپه‌ای برخوردار می‌باشند که با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد. از دلایل اختلاف نتایج می‌توان به عدم دخالت-های انسانی در جنگل‌های مریوان اشاره کرد. همچنین نتایج نشان داد که در سطح $0/25$ هکتار درختان دارای الگوی مکانی تصادفی هستند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. (Sohrabi (2014) الگوی پراکنش مکانی گونه‌های چوبی را در منطقه چهارطاق با استفاده از شاخص K-رایپلی مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که درختان منطقه مورد بررسی از الگوی مکانی کپه‌ای برخوردار هستند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد. از دلایل تفاوت می‌توان به سطح منطقه مورد بررسی اشاره کرد. زیرا در تحقیق حاضر فقط چهار قطعه نمونه یک هکتاری مورد ارزیابی قرار گرفت درحالی‌که در تحقیق انجام شده در چهارطاق شهرستان اردل سطح منطقه مورد بررسی ۵۲ هکتار بود. همچنین از دیگر دلایل می‌توان به تنوع گونه‌های بررسی شده در دو منطقه اشاره کرد. زیرا رقابت بر پراکنش گونه‌ها تأثیر دارد درحالی‌که در تحقیق حاضر تنها گونه مورد بررسی، بلوط ایرانی بود. از دلایل تفاوت نتایج شاخص‌های فاصله‌ای و شاخص K-رایپلی در تعیین الگوی پراکنش مکانی گونه بلوط ایرانی می‌توان به ماهیت شاخص‌های بررسی شده در این تحقیق اشاره کرد. زیرا در شاخص-های فاصله‌ای فقط فاصله نزدیکترین درخت به مرکز قطعه نمونه در نظر گرفته می‌شود، درحالی‌که در شاخص K-رایپلی، تمام درختان موجود در قطعه نمونه و از

References

- Aakala, T., T. Kuuluvainen, L. De Grandpre & S. Gauthier, 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(1):50-61.
- Akhavan, R., Kh. Sagheb Talebi, M. Hassani & P. Parhizkar, 2010. Spatial patterns in untouched Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands over forest development stages in Kelardasht region of Iran, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(2):322-336. (In Persian)
- Batoubeh, P., R. Akhavan, M. Pourhashemi & H. Kia-Daliri, 2013. Determining the minimum plot size to study the spatial patterns of manna oak trees (*Quercus brantii* Lindl.) using Ripley's K- function at less-disturbed stands in Marivan forests, *Journal of Forest and Product*, 66(1):27-38. (In Persian)
- Basiri, R., H. Sohrabi & M. Mozayan, 2006. A statistical analysis of the spatial pattern of trees species in Ghamisheleh Marivan Region, Iran, *Journal of the Iranian Natural Resources*, 5(3):579-588. (In Persian)
- Dale, M.R.T., 1999. *Spatial Pattern Analysis in plant Ecology*, Cambridge University Press, Cambridge, 326 p.
- Heidari, R.H., M. Zobeiri, M. Namiranian & H. Sobhani, 2007. Application of T-square sampling method in Zagross Forests (Case study: Kermanshah province), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(1):32-42. (In Persian)
- Heidari, R.H., 2008. Distance sampling methods in forest inventory. University of Razi Press, Kermanshah, 121p. (In Persian)
- Hou, J.H., X.C. Mi, C.R. Liu & K.P. Ma, 2004. Spatial patterns and associations in a *Quercus Betula* forest in northern China, *Journal of Vegetation Science*, 15(3):407-414.
- Jayaraman, K., 1999. *A Statistical Manual for Forestry Research*, FORSPA- FAO Publication, 231pp.
- Krebs, C.J., 1999. *Ecological Methodology*, Second Edition. Addison- Welsey Educational Publisher, Inc. Benjamin/Cummings imprint. 581 p.
- Kubota, Y., 2007. Spatial pattern and regeneration dynamics in a temperate *Abies-Tsuga* forest in southwestern Japan, *Journal of Forest Research*, 11(3):191-201.
- طریق اندازه‌گیری فاصله و آزمون برای تعیین الگوی پراکنش مکانی در نظر گرفته می‌شوند.
- الگوی مکانی درختان جنگل ویژگی مهمی در درک پویایی اکوسیستم جنگل است که بر استقرار، رویش، رقابت، تجدید حیات، مرگ و میر، استفاده از منابع، ایجاد ریشه و در نهایت توسعه زیراشکوب جنگل تأثیرگذار است (Akhavan et al., 2010). تحلیل الگوی پراکنش مکانی عناصر جنگل موجب می‌شود که شناخت عمیق‌تری از ساختار و رشد افراد به دست آمده و مشکلات نحوه تخصیص مکان به جنگلکاری و بهره‌برداری از جنگل حل شود. از آنجایی که استفاده از روش K -رایلی زمان کمتر و متعاقب آن هزینه کمتری را شامل می‌شود و با توجه به اینکه این شاخص از طریق اندازه‌گیری فاصله و آزمون الگوی مکانی گونه‌ها را تعیین می‌کند، پیشنهاد می‌شود که در دیگر مناطق جنگلی زاگرس استفاده از شاخص K -رایلی مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد تا نتایج مطمئن‌تر و دقیق‌تری ارائه شود.
- Longuetaud, F., T. Seifert, J.M. Leban & H. Pretzsch, 2008. Analysis of long-term dynamics of crowns of sessile oak at the stand level by means of spatial statistics, *Forest ecology and management*, 255(5): 2007-2019.
- Lou, Zh., B. Ding, X. Mi, J. Yu & Y. Wu, 2009. Distribution patterns of tree species in an evergreen broadleaved forest in eastern china, *Frontiers of Biology in China*, 4(4):531-538.
- Ludwig, J.A. & F.J. Reynolds, 1988. *Statistical Ecology: A primer on methods and Computing*, John Wiley and Sons Press, New York, 337 p.
- Mataji, A., S. Babaie-Kafaki, H. Safaei & H. Kiadaliri, 2008. Spatial pattern of regeneration gaps in managed and unmanaged stands in natural Beech (*Fagus orientalis*) forests, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16(1):149-157. (In Persian)

- Mirzaei, M. & A.E.VBonyad, 2014. Defining the most appropriate transect method for estimation of Basal area: case study in Dalab forests, Ilam Province, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(1):90-98. (In Persian)
- Pourbabaei, H., 2010. Statistical Ecology. University of Guilan Press, Guilan, 409p. (In Persian)
- Pourbabaei, H., Sh. Zandi Navgaran & M.N. Adel, 2012. Spatial pattern of three oak species in Chenare forest of Marivan, Kordestan, *Journal of Natural Environment*, 65(3):329-339. (In Persian)
- Pourbabaei, H., H. Ahani & A.M. Bonyad, 2004. Study on spatial pattern of *Acer platanoides* L. in Shafarud forests, Rezvanshahr, Guilan, *Environment Science Journal*, 1(1):24-30. (In Persian)
- Ripley, B.D., 1977. Modeling spatial patterns, *Journal of the royal statistical society: Series B*. 39(2): 172-212.
- Safari, A., N. Shabanian, R.H. Heidari, S.Y. Erfanifard & M. Pourreza, 2010. Investigation of spatial pattern of wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) (Case study: Bayangan Forests, Kermanshah), *Iranian Journal of Forest*, 2(2):177- 185. (In Persian)
- Shahsavari Pirkobi, H., A. Mattaji & R. Akhavan, 2009. Spatial pattern of dead trees in managed and unmanaged Beech (Case study: Kheyroud Forest), *Journal of Sciences and Techniques in Natural Resources*, 4(1):11-18. (In Persian)
- Snakey, T.T., 2008. Spatial patterns of Douglas-fir and Aspen forest expansion, *New Forests*, 35(1):45-55.
- Sohrabi, H., 2014. Spatial pattern of woody species in Chartagh forest reserve, Ardal, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(1):27-38. (In Persian)
- Stantellos, G. & G. Panourgias, 2005. Simulating spatial distributions of forest trees by using data from fixed area plots, *Forestry*, 78(3):305-312.
- Wulder, M.A. & S.E. Franklin, 2006. Understanding Forest Disturbance and Spatial Pattern. Remote Sensing and GIS Approach, Taylor & Francis Group, CRC Press, 243 p.
- Zhang, Q., Y. Zhang, S. Peng, E. Yirdaw & N. Wu, 2009. Spatial structure of Alpine trees in mountain Baima Xueshan on the southeast Tibetan plateau, *Silva Fennica*, 43(2):197-208.
- Zenner, E.K. & J.E. Peck, 2009. Characterizing structural conditions in mature managed red pine: spatial dependency of metrics and adequacy of plot size, *Forest ecology and management*, 257(1):311-320.

Investigation comparison of K-Ripley and distance indices in order to determinate of spatial pattern of *Quercus Brantii* Lindl. in Zagros forests

M. Mirzaei^{1*}, A.E. Bonyad² and J. Aziz³

1- Ph.D. student of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Guilan, I.R. Iran.

2- Associate Professor, Forestry department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Guilan, I.R. Iran.

3- M.Sc. of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Guilan, I.R. Iran.

Received: 23.10.2015

Accepted: 20.12.2015

Abstract

One of the main components of forest stand structure is spatial pattern and positioning of trees next to each other. Stand's spatial patterns are measured and mapped by measuring tree locations in the stand and entering each coordinates into analytical frameworks. The aim of this study was to compare K-Ripley and distance indices in order to determine spatial pattern of *Quercus Brantii* in Choghasabz forests of Ilam. Using systematic-random sampling with 100×100m dimensions, 53 samples were selected. K-Ripley index and Hopkins, Hinez, Eberhart and C distance indices were used to analyze the spatial pattern in the area. Results of K-Ripley index showed that spatial pattern of oak trees in the study area are random pattern. But the results of Hopkins, Hinez, Eberhart and C distance indices showed a clumped pattern for *Quercus brantii* in the study area.

Keywords: Spatial pattern, Persian oak, Choghasabz, K-Ripley index, distance indices.

* Corresponding author:

Email: Mehrdadmirzaei28@gmail.com