

بررسی کارایی شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی در تعیین الگوی پراکنش گونه‌ی آویشن کوهی
(*Thymus. Kotschyanus* Boiss. & Hohen) (مطالعه‌ی موردی: مراتع طالقان میانی)

لیلا درویشی^۱، محمدعلی زارع چاهوکی^{۲*}، محمد جعفری^۳، حسین آذرنیوند^۴، فاطمه کمائی^۵ و مجید یوسفی
ولیک‌چالی^۶

چکیده

این تحقیق، با هدف بررسی کارایی شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی در تعیین الگوی پراکنش گونه‌ی آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus*) در ۵ رویشگاه مراتع طالقان میانی انجام شد. در ناحیه‌ی معرف هر رویشگاه، نمونه‌برداری به روش تصادفی-سیستماتیک در امتداد ۴ ترانسکت ۱۰۰ متری انجام شد. در امتداد هر ترانسکت استقرار یافته، ۱۰ نقطه به فواصل ۱۰ متر انتخاب و اندازه‌گیری‌ها انجام شد. روش کار بدین صورت بود که پس از انتخاب هر نقطه‌ی تصادفی، فاصله‌ی آن تا نزدیک‌ترین گیاه، فاصله‌ی گیاه مذکور تا نزدیک‌ترین همسایه و فاصله‌ی نقطه‌ی تصادفی تا دومین گیاه نزدیک به آن اندازه‌گیری شد. با استفاده از داده‌های به‌دست آمده، شاخص‌های فاصله‌ای تعیین الگوی پراکنش [جانسون و زیمر، مربع T، هینز، ابرهات، هاپکینز و هولگیت] محاسبه گردید. همچنین با استقرار کوادرات‌های یک متر مربعی در هر نقطه‌ی تصادفی، تعداد پایه‌های گیاهان داخل کوادرات‌ها نیز شمارش شد. با استفاده از این اطلاعات، شاخص‌های کوادراتی پراکنش (نسبت واریانس به میانگین، گرین، کپه‌ای لوید، مورسیتا و مورسیتای استاندارد) محاسبه شد. نتایج به‌دست آمده، الگوی پراکنش گونه‌ی *T. kotschyanus* را با استفاده از شاخص‌های تعیین الگوی پراکنش (فاصله‌ای-کوادراتی)، به‌صورت کپه‌ای و یا تصادفی با گرایش کپه‌ای نشان داد. در این تحقیق، شاخص‌های فاصله‌ای هاپکینز و شاخص‌های کوادراتی گرین و مورسیتای استاندارد، از دقت و حساسیت بالاتری نسبت به سایر شاخص‌ها برخوردار می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: الگوی پراکنش، شاخص‌های فاصله‌ای، شاخص‌های کوادراتی، آویشن کوهی، طالقان میانی

۱. کارشناسی ارشد مرتعداری دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲. نویسنده‌ی مسئول، دانشیار گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه تهران؛ mazare@ut.ac.ir

۳. استاد گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه تهران

۴. دانشیار گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه تهران

۵. کارشناسی ارشد مرتعداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۶. دانشجوی دکتری علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۱. مقدمه

الگوی پراکنش گیاهان^۱، نشان‌دهنده‌ی موقعیت افراد یک جمعیت در محیط، نحوه‌ی آرایش آنها نسبت به یکدیگر و یکی از جنبه‌های مهم اکولوژی گیاهی است (Dale, 1998). تجزیه و تحلیل الگوی پراکنش گیاهان، یکی از مهم‌ترین ابزارهای انتخاب روش‌های نمونه‌برداری در مطالعات بوم‌شناسی است (Legendre, 2002) و در تعیین روش صحیح برآورد تراکم جوامع گیاهی حائز اهمیت فراوانی است (Odum, 1986 and Krebs, 1999). شناخت الگوی پراکنش گیاهان، یکی از مشاهدات اولیه‌ای است که در بررسی هر اجتماعی صورت می‌گیرد و در تشخیص مکانیسم‌های مخصوص به آنها، تشریح پایداری بوم‌نظام‌ها و اقدامات حفاظتی و احیایی مفید است و شناخت آن را یکی از ابزارهای لازم برای مدیریت بهینه در بسیاری از عرصه‌های منابع طبیعی می‌دانند (Wulder and Franklin, 2007) و از نظر بیولوژی، شاخصی برای ارزیابی توسعه‌ی جامعه‌ی گیاهی است (Grabarnik and Särkkä, 2009). هدف نهایی از بررسی الگوهای پراکنش، ایجاد فرضیه‌هایی در مورد ساختار اکولوژیکی جوامع است (Bonham, 1998). نوع الگوی پراکنش، بسته به نوع گونه‌ی گیاهی و مقیاس جغرافیایی تغییر می‌کند (Elith and Leathwick, 2009). گیاهان، در جوامع گیاهی مختلف و یا در هر رویشگاه، به‌صورت تصادفی^۲ و یا غیرتصادفی پراکنده شده‌اند که پراکنش غیرتصادفی، خود به دو شکل منظم^۳ (یکنواخت) و کپه‌ای^۴ (تجمعی) قابل تشخیص است. اگر حضور گیاه دیگر تأثیر زیادی نداشته باشد، پراکنش این‌گونه گیاهان تصادفی است. در پراکنش یکنواخت یا منظم، گیاهان به فاصله‌ی تقریباً مساوی از هم قرار گرفته‌اند که این امر، معمولاً زمانی به‌وجود می‌آید که قلمرو گیاهان معین بوده و این محدوده برابر و یکسان باشد. پراکنش تجمعی، هنگامی مشاهده می‌شود که تمامی جمعیت گیاهان و یا بیشتر آنها تمایل دارند تا در قسمت‌های بخصوصی از محیط حضور داشته باشند. زمانی که حضور یک نوع گیاه در مکانی، به حضور گیاهان دیگر در آن مکان وابسته باشد، الگوی پراکنش، مجتمع یا کپه‌ای است. در این حالت، حضور یک گیاه، احتمال یافتن گیاه مجاور آن را افزایش می‌دهد (Barbour, Buk and Pits, 1998). این الگوها، ناشی از تأثیر عوامل محیطی، عوامل مورفولوژیکی و عوامل فیتوسوسیولوژیکی است. روش‌های مختلفی برای کمی کردن و بررسی الگوهای پراکنش گیاهان وجود دارد که با توجه به انتخاب واحد نمونه‌برداری (نقطه‌ی تصادفی و یا کوادرات) شاخص‌های متفاوتی برای بررسی الگوهای پراکنش تعریف شده است. شاخص‌های الگوی پراکنش^۵، بر اساس واحد نمونه‌برداری متفاوتند. در صورتی که واحد نمونه‌برداری، کوادرات باشد، از شاخص‌های کوادراتی زمانی استفاده می‌شود و اگر واحد نمونه‌برداری، نقطه باشد، از شاخص‌های فاصله‌ای بهره گرفته می‌شود. اندازه‌ی نمونه، تعداد و سطح پلات، در بررسی الگوهای پراکنش نقش مهمی ایفا می‌کنند که از لحاظ آماری باید قابل قبول باشند (Krebs, 1999).

صفری، شعبانیان، عرفانی‌فرد، حیدری و پوررضا (۱۳۸۹)، الگوی پراکنش گونه‌ی بنه را در جنگل‌های استان کرمانشاه با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای ابرهات، هینز و هاپکنیز و شاخص C مورد بررسی قرار دادند و در مجموع، نتایج به‌دست آمده، الگوی پراکنش این‌گونه را کپه‌ای نشان داد. بارانیان، بصیری، بشری و ترکش (۱۳۹۰) در مطالعه‌ی درباره‌ی مراتع فریدن اصفهان، با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی، الگوی پراکنش *Astragalus verus* و *Bromus tomentellus* را تصادفی تعیین کردند. جهانتاب، قاسمی‌آریان، سپهری، حنفی و یزدان‌پناه (۱۳۹۱) با بررسی الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی غالب مراتع کوهستانی زاگرس مرکزی در منطقه‌ی دیشموک در استان کهگیلویه و بویراحمد دریافتند که الگوی پراکنش گونه‌های *Kelussia odoratissima* و *Prangos ferulaceae* تصادفی، با گرایش به حالت کپه‌ای خفیف تا متراکم است و الگوی پراکنش *Artemisia aucheri* به‌صورت یکنواخت تا تصادفی، با گرایش کپه‌ای بسیار خفیف است. محبی، زارع‌چاهوکی، طویلی، جعفری و فهیمی‌پور

1. Spatial Pattern of Plants
2. Random Distribution
3. Regular Pattern (Uniform)
4. Clustered Pattern (Clumped)
5. Indices of Dispersion

(۱۳۹۱) الگوی پراکنش دو گونه‌ی مرتعی *Artemisia sieberi* و *Astragalus ammodendron* در رویشگاه‌های استان مرکزی را با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی بررسی کردند و نشان دادند که پراکنش *A. sieber* از الگوی یکنواخت، و توزیع گونه‌ی *A. ammodendron* از الگوی تصادفی با گرایش به توزیع کپه‌ای تبعیت می‌کند. در مطالعه‌ی کیانی، طبری، حسینی و ایران‌نژاد پاریزی (۱۳۹۱) شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی برای تعیین الگوی پراکنش تاغ در منطقه‌ی سیاه‌کوه یزد مورد بررسی قرار گرفت و از برآیند این روش‌ها، الگوی پراکنش تاغ، از تصادفی مایل به کپه‌ای تا کپه‌ای ارزیابی گردید. رایت و هوو (۱۹۸۷) **Wright and Howe, 1987** با بررسی الگوی پراکنش گیاهان بوته‌ای در بیابان‌های کلرادو آمریکا، با استفاده از شاخص‌های کوادراتی مورسیتا دریافتند که گیاه *Ambrosia dumosa* از الگوی تصادفی تبعیت می‌کند. الگوی پراکنش درختان در جنگل‌های حاره‌ی هند توسط آپاراجیتا و راوات (۲۰۰۸) **Aparajita and Rawat, 2008** به‌وسیله‌ی شاخص پراکنش (نسبت واریانس به میانگین) مورد بررسی قرار گرفته و الگو برای ۱۲۸ گونه، کپه‌ای تعیین شد. الگوی پراکنش نهال‌های *Pseudotsuga manziessii* نیز با استفاده از شاخص مورسیتا توسط سانکی، **Sankey** کپه‌ای تعیین شد.

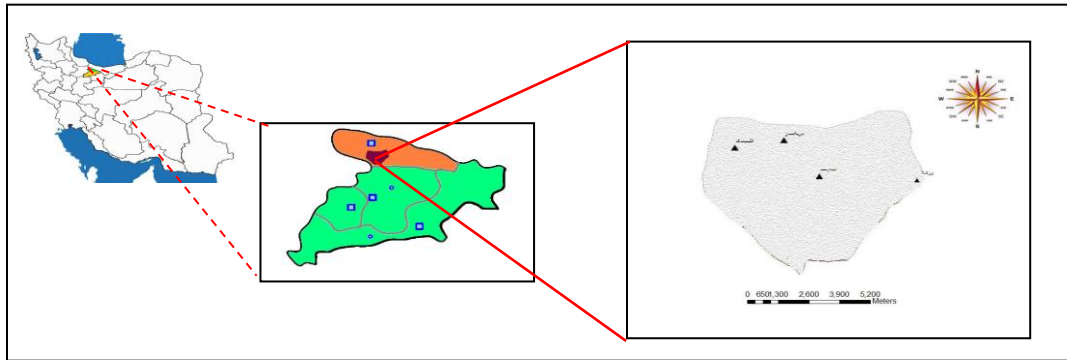
آویشن، گیاهی است از خانواده‌ی نعنائیان که به‌عنوان یکی از معروف‌ترین و پرمصرف‌ترین گیاهان داروئی در جهان به‌شمار می‌آید. رویشگاه گیاه آویشن در ایران، بسیار وسیع است و اغلب خاص مناطق کوهستانی می‌باشد. از جمله مناطقی که به‌عنوان موطن این گیاه در ایران مورد شناسایی قرار گرفته‌اند، می‌توان استان‌های کردستان، باختران، لرستان و کوه‌های البرز و اطراف تهران را نام برد (حبیبی، مظاهری، مجنون حسینی، چائی‌چی و فخرطباطبائی ۱۳۸۵). جنس تیموس در ایران، دارای ۱۴ گونه است که ۴ مورد از آنها، انحصاری ایران هستند (مظفریان، ۱۳۷۵). گونه‌ی آویشن کوهی (*Thymus. kotchyanus*)، از شناخته‌ترین گونه‌های جنس آویشن در ایران است که از فراوانی زیادی برخوردار است. بیشترین پراکنش گونه‌ی فوق توسط چالز^۱، در فلور ایرانیکا، گیلان، مازندران، آذربایجان و تهران ذکر شده است. آویشن کوهی، گیاهی است پایا با بوته‌های در بن چوبی، پرشاخه و منشعب، و اغلب چمنی متراکم با بن بسیار ضخیم که معمولاً در سطح زمین گسترده است (امین‌زاده، ۱۳۸۴). دامنه‌ی وسیع بردباری آویشن کوهی سبب شده که این گونه، در ارتفاعات مختلف و خاک‌ها و جهت‌های مختلف شیب رویش پیدا کند (حسینی، ۱۳۸۳). این گیاه، یکی از سه گونه‌ی غالب در مراتع طالقان به‌شمار می‌رود که علاوه بر ارزش دارویی و اقتصادی برای ساکنین روستاهای طالقان، به لحاظ تاج‌پوشش گسترده و وسیعی که دارد، در حفاظت از آب و خاک منطقه نیز می‌تواند مؤثر باشد (حبیبی، مظاهری، مجنون حسینی، چائی‌چی و فخرطباطبائی، ۱۳۸۵). از آنجایی که شناخت الگوی پراکنش، ابزاری لازم برای مدیریت بهینه در بسیاری از عرصه‌های منابع طبیعی است (Wulder and Franklin, 2007) و با توجه به اینکه مطالعات اندکی در زمینه‌ی الگوی پراکنش گونه‌ی *T. kotschyanus* در داخل کشور انجام گرفته است، لذا تحقیق حاضر به منظور شناخت الگوی پراکنش آویشن کوهی، با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای [جانسون و زیمر، مربع T، هینز، ابرهات، هاپکینز و هولگیت] و کوادراتی (نسبت واریانس به میانگین، گرین، کپه‌ای لوید، مورسیتا و مورسیتای استاندارد) در بخشی از مراتع طالقان میانی انجام گرفته است تا با دانستن الگوی پراکنش، در انتخاب فواصل کشت این گیاه در برنامه‌های اصلاح مراتع، به یک کشت پایدار و پربازده از این گیاه دارویی دست یابیم.

۲. مواد و روش‌ها

معرفی منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه، در بخش جنوبی مراتع طالقان میانی در استان البرز به مساحت ۴۹۹۴/۸۳ هکتار و در موقعیت "۷۵° ۴۲' ۵۰" تا "۲۳' ۴۷' ۵۰" طول شرقی و "۱۲' ۰۷' ۳۶" تا "۷۹' ۰۸' ۳۶" واقع شده است. حداقل ارتفاع منطقه ۱۸۰۰ متر، حداکثر آن ۳۰۰۰ متر و شیب متوسط منطقه ۳۳ درصد می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه‌ی منطقه ۵۰۰ میلیمتر، میانگین درجه حرارت

سالانه ۴/۴۸ درجه‌ی سانتیگراد و اقلیم منطقه با توجه به روش دومارتن اصلاح شده، فراسرد ارتفاعی می‌باشد (یوسفی خانقاه، ۱۳۸۳).



شکل ۱. موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه در حوزه‌ی آبخیز طالقان و کشور

روش نمونه‌گیری

به منظور تجزیه و تحلیل شاخص‌های تعیین الگوی پراکنش گونه‌ی آویشن کوهی، پس از تهیه‌ی نقشه‌ی پوشش گیاهی، در رویشگاه‌هایی که این گونه حضور داشت، نمونه‌برداری صورت گرفت و در مجموع ۵ منطقه انتخاب گردید که در هر منطقه، تیپ‌های گیاهی غالب مشخص شد. در منطقه‌ی معرف هر رویشگاه، با توجه به وضعیت توپوگرافی، سطح نمونه‌برداری، وضع پراکنش و تراکم گیاهان، ۴ ترانسکت ۱۰۰ متری به فاصله‌ی ۵۰ متر از هم در طول مهم‌ترین گرادیان محیطی مستقر شد. به‌منظور بررسی شاخص‌های فاصله‌ای تعیین الگوی پراکنش (جدول ۱) در امتداد هر ترانسکت استقرار یافته، ۱۰ نقطه به فواصل ۱۰ متری انتخاب گردید. سپس فاصله‌ی نقطه تا نزدیک‌ترین پایه‌ی آویشن، فاصله‌ی گیاه آویشن تا نزدیک‌ترین همسایه و فاصله‌ی نقطه تا دومین گیاه آویشن نزدیک به آن تعیین شد.

جدول ۱. شاخص‌های فاصله‌ای تعیین الگوی پراکنش (Ludwing and Reynolds, 1988; Krebs, 1989; Mcmurry, 2000)

ردیف	شاخص	رابطه	الگوی پراکنش	آزمون آماری
۱	جانسون و زیمر (Johnson and Zi.mer's Index)	$I = (N+1) \frac{\sum_{i=1}^N (d_i^2)^2}{\left[\sum_{i=1}^N (d_i^2) \right]^2}$	تصادفی $I = 2$ یکنواخت $I < 2$ کپه‌ای $I > 2$	آزمون Z
۲	هاپکینز (Hopkines Index)	$H = \frac{h}{1+h} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i^2)}{\sum_{i=1}^N (x_i^2) + \sum_{i=1}^N (r_i^2)}$	تصادفی $I_h = 0.5$ یکنواخت $I_h = 1$ کپه‌ای $I_h = 0$	آزمون F
۳	شاخص هینز (Hines Index)	$h_T = \frac{2n \left[2 \sum_{i=1}^N (x_i^2) + \sum_{i=1}^N (z_i^2) \right]}{\left[\sqrt{2 \sum_{i=1}^N (x_i) + \sum_{i=1}^N (z_i)} \right]^2}$	تصادفی $h_T = 1/27$ یکنواخت $h_T < 1/27$ کپه‌ای $h_T > 1/27$	جدول هینز
۴	شاخص ابرهارت (Eberhart Index)	$I_E = \left(\frac{S}{\bar{x}} \right)^2 + 1$	تصادفی $I_E = 1/27$ یکنواخت $I_E < 1/27$ کپه‌ای $I_E > 1/27$	جدول هینز
۵	شاخص مربع T (T Square Index)	$C = \frac{\sum_{i=1}^N \left[X_i^2 / \left(X_i^2 + \frac{1}{2} Y_i^2 \right) \right]}{N}$	تصادفی $C = 1/2$ یکنواخت $C < 1/2$ کپه‌ای $C > 1/2$	آزمون Z

آزمون t	تصادفی $A=0$ یکنواخت $A < 0$ کپهای $A > 0$	$\sum \frac{d_i^2}{2}$ $A = \frac{d_i^2}{n} - 0.5$	هولگیت (Holgate's Index)	۶
---------	--	---	-----------------------------	---

در هر نقطه‌ی تصادفی، پلات یک متر مربعی با توجه به نوع و نحوه‌ی پراکنش گونه‌ی گیاهی مورد مطالعه مستقر شد و تعداد پایه‌های گیاهی این گونه نیز شمارش گردید؛ به طوری که درصد پوشش تاجی و تراکم گونه‌ی آویشن کوهی در داخل کوادرات‌ها اندازه‌گیری شد و با استفاده از اطلاعات آن، شاخص‌های کوادراتی پراکنش محاسبه گردید (جدول ۲).

جدول ۲. شاخص‌های کوادراتی تعیین الگوی پراکنش (Ludwing and Reynolds, 1988; Krebs, 1989)

ردیف	شاخص	رابطه	الگوی پراکنش	آزمون آماری
۱	شاخص نسبت واریانس به میانگین (Index of variance /mean Ratio)	$ID = \frac{S^2}{\bar{X}}$	تصادفی $DI = 1$ یکنواخت $DI = 0$ کپهای تابعی از n	کای اسکوتر
۲	شاخص گرین (Green's Index)	$GI = \left(\frac{s^2}{\bar{x}} \right)^{-1} - 1$	تصادفی $GI = 0$ یکنواخت $GI < 0$ کپهای $GI = 1$	-
۳	شاخص کپهای لوید (Lloyd's Index of Patchiness)	$LI = \frac{\bar{x} + \left(\frac{s}{\bar{x}} - 1 \right)}{\bar{x}}$	تصادفی $LI = 1$ یکنواخت $LI < 1$ کپهای $LI > 1$	-
۴	شاخص مورسیتا (Morisita 's Index)	$I_d = n \left[\frac{\sum X_i^2 - \sum X_i}{(\sum X_i)^2 - \sum X_i} \right]$	تصادفی $I_d = 1$ یکنواخت $I_d < 1$ کپهای $I_d > 1$	کای اسکوتر
۵	مورسیتای استاندارد (Standardized Index of) (Morisita)	$I_p = 0.5 \left(\frac{I_d - 1}{M_u - 1} \right)$	تصادفی $I_p = 0$ یکنواخت $I_p < 0$ کپهای $I_p > 0$	کای اسکوتر

۳. نتایج

تیپ‌های گیاهی موجود در این منطقه عبارت بودند از: *Agropyron intermedium- Astragalus*، *Agropyron intermedium*، *Sophora alupecroides -Astragalus* و *Bromus dantoniae Astragalus gossypinus-Thymus kotschyanus*، *gossypinus* (جدول ۳، برخی ویژگی‌های کمی گونه‌ی آویشن کوهی را در رویشگاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد)

جدول ۳. درصد ترکیب، پوشش، تراکم و فاصله بین پایه‌های گونه *T. kotschyanus* در سایت‌های مورد مطالعه

تیپ گیاهی	درصد ترکیب	درصد پوشش	تراکم پایه در هر مترمربع	فاصله‌ی بین پایه‌ها (cm)
<i>A. intermedium</i>	۱۲/۹۶	۶/۳۸±۱/۳	۲/۹۲±۰/۴	۲۲/۵±۴/۹
<i>A. intermedium- A. gossypinus</i>	۷/۳۸	۲±۰/۶	۰/۹۲±۰/۲	۳۹/۵±۹/۹
<i>A. gossypinus-T. kotschyanus</i>	۱۹/۳۲	۴/۵۴±۰/۸	۲/۲۳±۰/۳	۲۲/۷±۳/۶
<i>B. dantoniae</i>	۱۰/۳۶	۳/۷۵±۱/۱	۲/۲۰±۰/۵	۲۷/۵±۵/۹
<i>S. alupecroides -A. paraluges</i>	۱۰/۹	۳/۳±۱/۱	۱/۷۵±۰/۶	۳۵/۸±۶/۵

در راستای روابط مربوط به هریک از شاخص‌ها، مقدار عددی تعیین شد و الگوی پراکنش مربوطه به‌دست آمد. با توجه به مقدار این شاخص‌ها ملاحظه می‌شود که شاخص‌های جانسون و زیمر، ابرهارت، هینز، نسبت واریانس به میانگین، کپه‌ای لوید و مورسیتای استاندارد، الگوی پراکنش آویشن را کپه‌ای، و شاخص‌های مربع T، گرین و مورسیتا، کپه‌ای و کپه‌ای با گرایش تصادفی و نیز شاخص‌های هاپکینز و هولگیت، علاوه بر کپه‌ای، الگوی پراکنش تصادفی با گرایش به کپه‌ای و تصادفی با گرایش به یکنواختی را نشان دادند (جدول ۴ و ۵).

جدول ۴. مقادیر شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی تعیین الگوی پراکنش *T. kotchyanus* در رویشگاه‌های مورد مطالعه

تیپ‌های گیاهی					شاخص‌های تعیین الگوی
<i>S. alupecroide - A. paraluges</i>	<i>B. dantoniae</i>	<i>A. gossypinus-T. kotschyanus</i>	<i>A. intermedium-A. gossypinus</i>	<i>A. intermedium</i>	پراکنش
۸/۶۶۳	۱۴/۰۱۵	۴/۵۹۷	۶/۸۱۲	۹/۲۴۷	جانسون زیمر
۰/۷۴۸	۰/۷۶۱	۰/۶۸۷	۰/۸۳۷	۰/۷۲۶	مربع T
۰/۹۵۷	۰/۹۷۴	۰/۵۸۶	۰/۹۷۹	۰/۸۶۷	هاپکینز
۲/۸۹۳	۴/۱۲۵	۱/۹۱۳	۲/۷۳۲	۲/۲۲۱	ابرهارت
۴/۵۶۹	۶/۲۶	۲/۱۸	۴/۳	۴/۱۳	هینز
-۰/۰۰۸	-۰/۰۹۲	۱/۶۹۶	۰/۱۱۳	-۰/۰۱۳۹	هولگیت
۳/۹۵۳	۳/۹۵۳	۱۰/۰۸۹	۳/۹۷۵	۱۰/۹	واریانس به میانگین
۰/۰۷۶	۰/۰۷۶	۰/۲۳۳	۰/۰۷۶	۰/۲۵۴	گرین
۱/۷۸۷	۱/۷۸۷	۳/۰۰۳	۲/۴۸۷	۲/۵۵۳	کپه‌ای لوید
۱/۱۳۶	۱/۱۳۶	۱/۵۶۰	۱/۱۳۷	۱/۵۲۳	مورسیتا
۰/۵	۰/۵	۰/۵۰۳	۰/۵	۰/۵۰۱	مورسیتای استاندارد

جدول ۵. الگوی پراکنش *T. kotchyanus* با استفاده شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی در تیپ‌های گیاهی مورد مطالعه

تیپ‌های گیاهی					شاخص‌های تعیین
<i>S. alupecroide - A. paraluges</i>	<i>B. dantoniae</i>	<i>A. gossypinus-T. kotschyanus</i>	<i>A. intermedium-A. gossypinus</i>	<i>A. intermedium</i>	الگوی پراکنش
کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	جانسون زیمر
کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	مربع T
کپه‌ای	کپه‌ای	گرایش به تصادفی	کپه‌ای	کپه‌ای	هاپکینز
کپه‌ای	کپه‌ای	گرایش به کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	ابرهارت
کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	هینز
تصادفی گرایش	تصادفی گرایش	کپه‌ای	تصادفی	تصادفی گرایش	هولگیت
به یکنواختی	به یکنواختی	کپه‌ای	گرایش به کپه‌ای	به یکنواختی	
کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	واریانس به میانگین
تصادفی	تصادفی	تصادفی	کپه‌ای	تصادفی	گرین
گرایش به کپه‌ای	کپه‌ای	گرایش به کپه‌ای	کپه‌ای	گرایش به کپه‌ای	کپه‌ای لوید
کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای	

مورسیتا	کپه‌ای	تصادفی	کپه‌ای	تصادفی	تصادفی
مورسیتای استاندارد	کپه‌ای	گرایش به کپه‌ای	کپه‌ای	گرایش به کپه‌ای	گرایش به کپه‌ای

۴. بحث و نتیجه گیری

در آنالیز الگوی پراکنش گیاهان، هرچه بتوان تعداد بیشتری از پایه‌های گیاهی موجود در منطقه و سطح بزرگ‌تری را مورد بررسی قرار داد، می‌توان با اطمینان بیشتری اذعان داشت که نتایج به واقعیت نزدیک‌تر است (Elith and Leathwick, 2009). از میان شاخص‌های فاصله‌ی الگوی پراکنش، شاخص‌های جانسون و زیمر، ابرهارت و هینز، همگی الگوی پراکنش این گونه را به‌صورت کپه‌ای نشان دادند و توانستند الگوی واقعی جمعیت را نشان دهند؛ اما شاخص مربع T و هاپکینز در ۴ منطقه، و شاخص هولگیت در یک منطقه، الگوی پراکنش آویشن کوهی را به‌صورت کپه‌ای نشان دادند. آن گروه از شاخص‌های فاصله‌ای که شامل فاصله‌ی نقطه‌ی تصادفی تا نزدیک‌ترین گیاه و فاصله‌ی نزدیک‌ترین گیاه تا دومین گیاه را بررسی می‌کنند [همچون شاخص هاپکینز]، نسبت به شاخص‌هایی که تنها فاصله‌ی نقطه‌ی تصادفی تا نزدیک‌ترین گیاه را در نظر می‌گیرند، کارایی بیشتری دارند؛ چراکه این شاخص‌ها، تا شعاع دورتری نسبت به نقطه‌ی تصادفی را مد نظر قرار می‌دهند (Fortin and Dale, 2007; Krebs, 1999; Green, 1966). در بین شاخص‌های فاصله‌ای، شاخص هاپکینز، نتایج مناسب‌تر و نزدیک‌تر به واقعیت را ارائه کرده است که دلیل آن، در نظر گرفتن فواصل تا گیاه دوم می‌باشد. همچنین شاخص مورسیتا در دو منطقه، الگوی پراکنش را به‌صورت کپه‌ای و در سه منطقه‌ی دیگر به‌صورت تصادفی مایل به کپه‌ای برآورد کرد. جنت‌رستمی، زارع‌چاهوکی، آذرینوند و ابراهیمی (۱۳۸۸) نیز الگوی پراکنش *Halocnemum strobiaceum*, *Artemisa sieberi*, *Seidlitzia rosmarinus* را به‌صورت الگوی تصادفی با گرایش کپه‌ای نشان دادند که با نتایج شاخص‌های گرین و مورسیتای اندازه‌گیری شده در این تحقیق مطابقت دارد. همچنین کیانی، طبری، حسینی و ایران‌نژاد پاریزی (۱۳۹۱) در یافته‌های خود به نتایج مشابهی دست یافتند. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که این دو شاخص، در ارزیابی الگوی پراکنش، از حساسیت و دقت بالاتری نسبت به دیگر شاخص‌ها برخوردار می‌باشند. موسایی و بصیری (۱۳۸۶) و اسمیت گریل (Smith-Grill, ۱۹۷۵) نیز در تحقیقات خود شاخص‌های گرین و مورسیتا را مناسب‌ترین و دقیق‌ترین شاخص‌های تعیین الگوی پراکنش گیاهی دانسته‌اند. این اعتقاد وجود دارد که ضریب گرین، نسبتاً مستقل از تعداد نمونه و تراکم است و لذا شاخص قابل اعتمادی می‌باشد (مقدم، ۱۳۸۰). شاخص‌های پراکنش مبتنی بر کوادرات، به‌دلیل مشکلات ناشی از تعداد، سطح و شکل کوادرات‌ها، در صورتی که اندازه‌ی نمونه به حد کافی بزرگ نباشد، کارایی لازم را ندارند. تنوع پراکنش گیاهان حتی در یک منطقه‌ی کوچک، سبب تفاوت تعداد در کوادرات، بالا رفتن واریانس و تحت تأثیر قرار گرفتن نتایج می‌گردد. بنابراین دقت این شاخص‌ها، به‌طور کلی پایین‌تر از شاخص‌های فاصله‌ای است. در پژوهش آپاراجیتا و راوات (Aparajita and Rawat, 2008) که شاخص پراکنش (نسبت واریانس به میانگین) مورد استفاده قرار گرفت نیز به این مسأله اشاره شده که بعضی گونه‌ها در تمامی قطعات نمونه حضور نداشته که این امر، دقت شاخص را پایین می‌آورد. زارع‌چاهوکی و طویلی (۱۳۸۹) نشان دادند که استفاده از شاخص‌های کوادراتی فاصله‌ای، برای تعیین الگوی پراکنش در مورد یک گونه‌ی گیاهی و در یک منطقه، نتایج متفاوتی دربردارد. همچنین مشاهده شد که شاخص‌های فاصله‌ای در بیشتر موارد، برای هر گونه‌ی گیاهی یک نوع الگو را نشان می‌دهند. زارع‌چاهوکی و طویلی نتیجه گرفتند که دقت این شاخص‌ها، در مقایسه با شاخص‌های کوادراتی بیشتر است. الگوی تصادفی با گرایش به یکنواختی، تنها توسط شاخص هولگیت، و کپه‌ای با گرایش به تصادفی، تنها توسط شاخص مربع T نشان داده شد و هیچ‌یک از الگوهای مورد بررسی، این الگوها را نشان ندادند. از مجموع نتایج به‌دست آمده می‌توان الگوی پراکنش گونه‌ی کپه‌ای نشان داد که با تحقیق صفری، شعبانیان، عرفانی‌فرد، حیدری و پوررضا (۱۳۸۹)، آپاراجیتا و راوات (Aparajita and Rawat, 2008) و سانکی (Sankey, 2008) مطابقت دارد.

الگوی کپه‌ای، در نتیجه‌ی ناهمگنی محیطی و رویشگاهی، آشکوب‌های طبیعی رخ داده درون بوم‌سازگان و روش‌های زادآوری گونه‌هاست (Chao, Wu, Lin, Hsieh and Chao, 2007). منابع حیاتی در طبیعت، اغلب به‌صورت لکه‌ای پراکنده شده‌اند. در شرایط ناهمگنی رویشگاه، گیاهان در مناطقی که دارای شرایط زیست مناسب‌تر هستند، به‌صورت کپه‌ای مستقر می‌شوند (اردکانی، ۱۳۸۲)؛ لذا وجود الگوهای کپه‌ای در اغلب جوامع گیاهی طبیعی مورد انتظار خواهد بود. نحوه‌ی زادآوری گیاهان، عامل تعیین‌کننده‌ای در شکل‌گیری الگوهاست (Mouro, García, Marañón and Freitas, 2007). با توجه به ریزش بذر آویشن کوهی بر اثر وزن و زادآوری آنها از طریق غیرجنسی، ایجاد الگوی کپه‌ای برای این گونه، مخصوصاً در فواصل نزدیک از درختان مادری را مهیا می‌نماید. حضور الگوی کپه‌ای در جوامع گیاهی، یک روال عمومی است؛ مگر آن‌که جوامع گیاهی، مورد دخالت انسان و دیگر آشکوب‌های طبیعی قرار گیرند (Perry, Enright, Miller and Lamont, 1999). گونه‌ی *T. kotschyanus*، یکی از گونه‌های دارای سازگاری بالا نسبت به سرما و شرایط سخت است و به‌طور کلی، ماهیت پراکنش این گونه، به دلیل شرایط اداپیک، مورفولوژیکی و محیطی بدین صورت است که بوته‌ها، در بیشتر مواقع به‌صورت چندتایی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و تشکیل کپه‌های کوچک و بزرگی متشکل از تعدادی از بوته‌ها می‌دهند. گونه‌ی آویشن کوهی، عمدتاً به‌صورت کلونی دیده می‌شود و تاج‌پوشش گسترده‌ای را ایجاد می‌کند و دارای ریشه‌های افشان به عمق ۱-۰/۵ متر است که با توجه به ساختار خاصی که دارد، معمولاً به‌صورت کپه‌ای در منطقه دیده می‌شود. متوسط فاصله‌ی بین پایه‌های این گونه در ۵ تیپ گیاهی، ۳۱/۶ سانتیمتر می‌باشد. دانستن متوسط فاصله‌ی گیاهان نسبت به یکدیگر می‌تواند به‌عنوان الگویی برای تعیین فاصله‌ی کشت و تعداد نهال مورد نیاز در صورت استفاده از گیاهان مورد نظر در مناطق با ویژگی‌های مشابه مورد استفاده قرار گیرد (زارع‌چاهوکی و طویلی، ۱۳۸۷). به‌طور کلی، روش‌های کوادراتی به شدت تحت تأثیر جامعه‌ی گیاهی مورد مطالعه قرار دارند. این تغییرپذیری، تحت تأثیر اندازه و تعداد پلات قرار دارد که از محدودیت‌های این روش است (برهانی، بصیری و ارزانی، ۱۳۸۳).

منابع

۱. اردکانی، محمدرضا (۱۳۸۱). اکولوژی. انتشارات دانشگاه تهران: شماره ۹۲۴۲، ۳۴۰ صفحه.
۲. امین‌زاده منصوره، ۱۳۸۴. بررسی برخی ویژگی‌های اکولوژیک گیاه دارویی آویشن در منطقه‌ی دماوند (مطالعه‌ی موردی: زیر حوزه دریاچه تار). کارشناسی ارشد، مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۷۱ صفحه.
۳. بارانیان، افتخار، بصیری، مهدی، بشری، حسین و ترکش مصطفی (۱۳۹۰). بررسی الگوی پراکنش پایه‌های گیاهی با استفاده از روش‌های آنالیز نقطه‌ای، شاخص‌های کوادراتی و فاصله‌ای (مطالعه‌ی موردی: منطقه فریدن اصفهان). مجله علمی پژوهشی مرتع، (۳) ۲۵۸-۲۶۹.
۴. برهانی مسعود، مهدی بصیری و حسین ارزانی، ۱۳۸۳. مقایسه‌ی روش‌های برآورد تراکم گیاهی درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) در مراتع استپی استان اصفهان. دومین سمینار ملی مرتع و مرتعداری در ایران. صفحه ۶۷۴-۶۶۳
۵. جهان‌تاب، اسفندیار، قاسمی آریان، یاسر، سپهری عادل، حنفی، بهاره و یزدان‌پناه عنایت‌الله (۱۳۹۱). تعیین الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی غالب مراتع کوهستانی زاگرس مرکزی (مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی دیشموک در استان کهگیلویه و بویراحمد). فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، (۳) ۱۹، ۴۸۹-۴۸۲.
۶. جنت‌رستمی مجتبی، زارع‌چاهوکی محمدعلی، آذرنیوند حسین و ابراهیمی خدیجه (۱۳۸۸). بررسی و تحلیل الگوهای پراکنش چند گونه‌ی گیاهی مراتع حاشیه حوض سلطان قم. نشریه پژوهش و سازندگی، (۳) ۲۲ (پیاپی ۸۴)، ۷۲-۸۰.

۷. حبیبی حسن، داریوش مظاهری، ناصر مجنون حسینی، محمدرضا چائی چی، محمد فخرطباطبائی، ۱۳۸۵. اثر ارتفاع بر روغن اسانس و ترکیبات داروئی آویشن وحشی (*Thymus kotschyanus Boiss.*) منطقه طالقان. مجله پژوهش و سازندگی، ۱۹ (۴) پی آیند (۷۳): ۱۰-۲.
۸. حسنی جمال، ۱۳۸۳. شناسایی و بررسی اکولوژیکی دو جنس از گیاهان معطر *Thymus* و *Ziziphora* در استان کردستان. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۰ (۱): ۱۷-۱.
۹. زارع چاهوکی، محمدعلی و طویلی، علی، (۱۳۸۷). ارزیابی کارایی شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی در تعیین الگوی پراکنش چند گونه‌ی مرتعی مناطق خشک (مطالعه‌ی موردی: مراتع جنوب منطقه‌ی نیر استان یزد). مجله‌ی علمی پژوهشی مرتع، ۲(۲)، ۱۱۲-۱۰۱.
۱۰. صفری امیر، شعبانیان، نقی، عرفانی فرد، سیدیوسف، حیدری رضاحسین و پوررضا، مرتضی (۱۳۸۹). بررسی الگوی پراکنش مکانی گونه بنه (مطالعه موردی: جنگل‌های باینگان استان کرمانشاه) مجله‌ی جنگل ایران، انجمن جنگل‌بانی ایران، ۲(۲)، ۱۸۵-۱۷۷.
۱۱. کیانی، بهمن، طبری مسعود، حسینی سیدمحسن و ایران‌نژاد پاریزی محمدحسین (۱۳۹۱). مقایسه‌ی شاخص‌های فاصله‌ای و مبتنی بر کوادراتی در تعیین الگوی پراکنش تاغ (منطقه‌ی سیاه‌کوه یزد). نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران، ۴(۴)، ۴۸۶-۴۷۵.
۱۲. محبی، زهرا، زارع‌چاهوکی محمدعلی، طویلی علی، جعفری محمد، فهیمی‌پور الهه (۱۳۹۱). مقایسه کارایی شاخص‌های فاصله‌ای و شمارشی در تعیین الگوی پراکنش دو گونه مرتعی *Artemisia sieberi* و *Astragalus ammodendron* در رویشگاه‌های استان مرکزی. پژوهش و سازندگی، ۱(۹۴)، ۳۵-۲۷.
۱۳. مظفریان ولی اله، ۱۳۷۵. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران- لاتین. انگلیسی، فارسی. انتشارات مؤسسه فرهنگ معاصر، ۷۶۵ صفحه. مقدم محمدرضا (۱۳۸۰). اکولوژی توصیفی و آماری. انتشارات دانشگاه تهران، ۲۸۵ صفحه.
۱۴. موسایی‌سنجره‌ای، محمد و بصیری، مهدی (۱۳۸۶). مقایسه کارایی شاخص‌های الگوی پراکنش در گراسلندهای استان یزد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ایران، ۲(۴۰)، ۴۹۴-۴۸۳.
۱۵. یوسفی‌خانقاه شهرام، ۱۳۸۳. تعیین شایستگی مراتع در حوزه طالقان با استفاده از GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. ۹۶ صفحه.

16. Aparajita, D., Rawat, G.S., 2008. Dispersal modes and spatial patterns of tree species in a tropical forest. in Arunachal Pradesh, northeast India. Tropical Conservation Science Journal. 1(3),163-185.

17. Barbour, M.G., Buk, J.H., Pits, W.D., 1998. Terrestrial Plant Ecology, 2 Edition, Melno Park, California: The Benjamin/ Cumings Publication. 634p.

18. Bonham, C.D., 1998. Measurement for terrestrial vegetation. John Wiley & Sons pub. U.S.A. 338p.

19. Chao, W. C., Wu, Sh. H., Lin, H. Y., Hsieh, C. F., Chao, K. J., 2007. Distribution Patterns of Trees Species in the Lanjenchi Lowland Rain Forest. Taiwan, 52(4), 343-351

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

21. Elith, J., Leathwick, J.R., 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. Annu. Rev. Evol. Syst. 40, 677-697.

22. Fortin, M.J., Dale, M., 2007. Spatial analysis: A guide for ecologists. Cambridge University Press. 365p.

- Green, R.H., 1966. Measurement of non-randomness in spatial distributions (Research Population). *J. Ecology*.13,1-27.
23. Grabarnik, P., Särkkä, A., 2009. Modeling the spatial pattern of forest stands by multivariate point processes with hierarchical interactions. Elsevier B.V. All rights reserved, *Ecological Modeling*. (220), 1232-1240.
24. Krebs, CH.J., 1989. *Ecological methodology*, Harper and Row publishers. 653 pp.
25. Krebs, CH.J., 1999. *Ecological Methodology*, University of Columbia. 620 pp.
26. Legendre, P., 2002. The consequences of spatial structure for the design and analysis of ecological field surveys. *Ecography*. 25, 601-615.
27. Ludwig, J.A., Reynolds, J.F., 1988. *Statistical ecology*. Awiley-interscience publication. 337pp.
28. McMurry M.A., 2000. Population dispersion pattern in Ash juniper *journal of Biology*. 34, 208-212.
29. Mouro, S.M., García, L.V., Marañón, T. Freitas H., 2007. Recruitment Patterns in a Mediterranean Oak Forest: A Case Study Showing the Importance of the Spatial Component. *FOR. SCI.* 53(6), 645-652.
30. Odum E. P., 1986. *Ecologia Guanabara Koogan*. Rio de janeiro. *RJ., Brazil*.
31. 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.
32. Sankey, T.T., 2008. Spatial patterns of Douglas-fir and aspen forest expansion. *Journal of New Forests*. 35, 45-55.
33. Smith-Gill, S. J., 1975. Cytophysiological basis of disruptive pigmentary pattern in the leopard frog *rana pipiens*. II. Wild type and mutant cell specific patterns. *J.Morphol.* 146, 35-54.
34. Wulder, M.A., Franklin, S.E., 2007. Understanding Forest Disturbance and Spatial Pattern. *Remote Sensing and GIS Approach*. Taylor & Francis Group. LLc. 243pp.

**Performance evaluation of distance and quadrat indices to identify the distribution patterns of species
Thymus kotschyanus: Case Study of the Middle Taleghan Basin, Iran**

Darvishi L.¹, Zare Chahouki M. A.^{2*}, Jafari M.³, Azarnivand H.⁴, Kamaie F.⁵ and Yosefi Valik Chali M.⁶

Abstract

The spatial pattern of plant is an important characteristic of ecological communities. The distribution pattern of *Thymus kotschyanus* were studied at five sites in the Middle Taleghan basin, Iran. The vegetation samples were collected from 10 m intervals along four 100 m transects based on the random-systematic method such that distance of each random point to the nearest stand of *T. kotschyanus*, distance between the stand and its nearest neighbor, and distance between the random point and the second stand were measured. Subsequently, distance indices including Johnson and Zimer's, Eberhart, T Square, Hines, Hopkins, and Holgate were calculated based on the field measurements. Moreover, at any sampling point, consistent plot with the species were deployed and the number of stands were then counted. Based on the obtained data from quadrats, a set of indices involving variance/mean, Green, Lloyd's Index of Patchiness, Morisita and standard Morisita were calculated. Results showed that distribution patterns of *T. kotschyanus* are seen as clump dispersion and or random dispersion with trend to clump. Furthermore, the Hopkins index was identified as the best distance-based index while Morisita, and Green indices were recognized as the best quadrat-based indices in order to clarify the distribution pattern of *T. kotschyanus*.

Keywords: Distribution pattern, Distance indices, Quadrat indices, *Thymus kotschyanus*, Taleghan Range.

¹. M. Sc. Student of range management, faculty of natural resources, Tehran University, Iran.

². **Corresponding author**; Associated professor, faculty of natural resources, Tehran University, Iran.

³. Professor, faculty of natural resources, Tehran University, Iran.

⁴. Associated professor, faculty of natural resources, Tehran University, Iran.

⁵. M. Sc. Student of range management, Agricultural and Natural Resources Gorgan University, Gorgan- Iran.

⁶. Ph. D. Student of Forestry, Agricultural and Natural Resources Gorgan University, Gorgan- Iran.