

مقایسه شاخص‌های فاصله‌ای و مبتنی بر کوادرات در تعیین الگوی پراکنش اسکنبیل هفت‌بندی در سیستان

- ۱- فاطمه بیدرنامنی، مربی، عضو هیأت علمی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل، ایران
f.bidarnamani65@uoz.ac.ir
- ۲- لیلا فهمیده، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل، ایران
- ۳- مهدی شعبانی پور، دانشجوی دکترای حشره شناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، ایران

دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۱

پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۲۴

چکیده

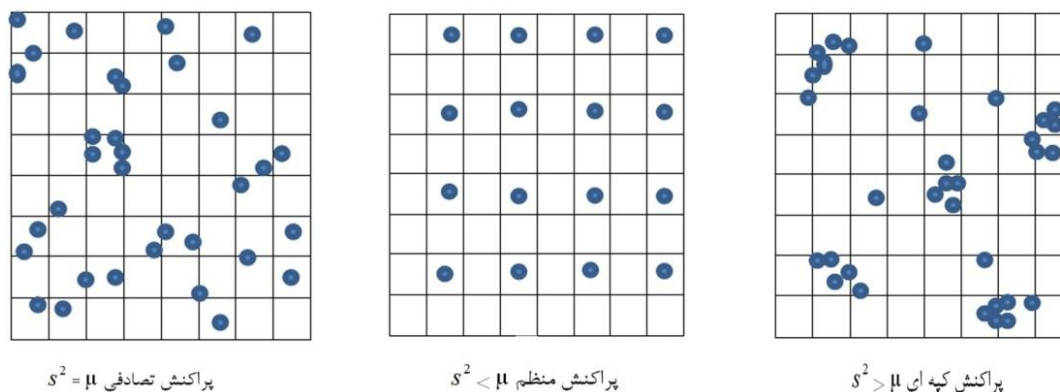
اسکنبیل هفت‌بندی (*Calligonumpolygonoides*) از جمله گیاهان بوته‌ای مقاوم به خشکی است. این گیاه نقش مهمی در بهبود مواد آلی و ساختار خاک، تثبیت شن و بادشکن در مناطق بیابانی سیستان و بلوچستان ایفا می‌کند. در پژوهش حاضر پراکنش گیاه اسکنبیل در سه منطقه استان سیستان و بلوچستان (زهک، تهلاب و جازموریان) با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای (مربع T، هاپکینز، هولگیت، جانسون، زایمر و پیلو) و شاخص‌های کوادراتی (تیلور، ایوووا، مورسیستا، K و نسبت واریانس به میانگین) ارزیابی شد. هدف ارزیابی الگوی پراکنش و انتخاب بهترین شاخص برای این ارزیابی بوده است. نمونه برداری از گیاه به روش تصادفی سیستماتیک انجام شد. بدین صورت که در هر منطقه، چهار ترانسکت ۱۰۰ متری در داخل محدوده ۵۰۰۰ متر مربعی در نظر گرفته شد. در هر ترانسکت فاصله گیاهان نزدیک به نقاط تصادفی اندازه‌گیری و شمارش گیاهان داخل قطعات نمونه انجام و محاسبه شاخص‌ها صورت گرفت. نتایج نشان داد که الگوی پراکنش اسکنبیل در سیستان و بلوچستان به صورت تصادفی است. بهترین شاخص‌های کوادراتی برای تعیین الگوی پراکنش این گونه، تیلور و مورسیستا و در بین شاخص‌های فاصله‌ای پیلو و مربع T ارزیابی شد. نتایج کلی نشان داد که شاخص‌های کوادراتی نسبت به شاخص‌های فاصله‌ای از دقت بیشتر و عملکرد یکسانی در ارزیابی الگوی پراکنش این گیاه برخوردار هستند.

کلمات کلیدی: اسکنبیل هفت‌بندی؛ پراکنش؛ شاخص‌های کوادراتی؛ شاخص‌های فاصله‌ای.

مقدمه

داد که گونه‌های *Calligonum polygonoides* در استان سیستان و بلوچستان پراکنده است [۵]. پراکنش، نظم و نحوه قرار گیری یا استقرار افراد یک موجود زنده در زیستگاه خود است. بررسی الگوهای پراکنش گیاهان نقش بسیار مهمی در ارزیابی یکنواختی و عدم یکنواختی محیطی، نوع تکثیر و تولیدمثل، انتشار، رقابت و الگوهای رفتاری گیاهان و تعیین روش‌های مناسب و دقیق برای اندازه‌گیری خصوصیات کمی گیاهان مثل پوشش و تراکم دارد [۱۲]. الگوی توزیع افراد در یک جمعیت اکولوژیکی معمولاً به سه دسته تصادفی، تجمعی و منظم طبقه‌بندی شد [۳].

اسکنبیل هفت‌بندی از جمله گیاهان بوته‌ای مقاوم به خشکی با ارتفاع ۱/۵ متر، با شاخه‌های مایل به سفید و محکم، شاخه‌چه‌های نازک و دارای فندقه‌هایی به طول ۱۷-۱۲ میلی‌متر است [۱۸]. این گیاه با استفاده از سازوکارهایی مانند افزایش ضخامت کوتیکولی، تراکم و بیرنگ شدن کرک‌ها، کاهش سطح برگ، ریزش سریع برگ، روشن تر شدن رنگ اندام‌ها، سیستم ریشه‌ای منحصر به فرد و مسیر فتوسنتزی C4، تنش‌های خشکی را به خوبی تحمل نموده و خود را با محیط‌های بسیار خشک سازگار کرده است [۱۶]. ۸۰ گونه اسکنبیل در جهان شناسایی شده است که در نواحی مختلف آسیای مرکزی و غربی، جنوب اروپا و شمال آفریقا پراکنده است [۲۰]. بررسی‌ها نشان



شکل ۱- سه نوع الگوی پراکنش در گیاهان [۱۴]

Acathophyllum و *Hertia angustifolia* *microcephalum* کپه‌ای است [۲۲].

در بررسی پراکنش گونه‌های غالب مراتع کوهستانی زاگرس مرکزی با مناسب‌ترین و دقیق‌ترین شاخص‌های کوادراتی (گرین و مورسیتای استاندارد)، نتایج نشان داد که الگوی پراکنش گونه‌های *Kelussia odoratissima* و *Prangos ferulaceae* تصادفی با گرایش به حالت کپه‌ای خفیف یا مترکم است و الگوی پراکنش گونه *Artemisia aucheri* به صورت یکنواخت با گرایش کپه‌ای بسیار خفیف است [۱۱].

مقایسه شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی در تعیین الگوی پراکنش سه گونه مرتعی *Acatholimon gossypinus bracteatum* و *Astragalus mucronatum* حومه سنندج نشان داد که با توجه به شاخص‌های فاصله‌ای ابره‌ارت و هاپکینز الگوی پراکنش هر سه گونه کپه‌ای و بر اساس شاخص جانسون زیمر یکنواخت است. شاخص‌های کوادراتی مورسیتا و استاندارد مورسیتا الگوی هر سه گونه به صورت کپه‌ای و بر اساس شاخص کپه‌ای لوید الگوی پراکنش یکنواخت است [۲۴].

مقایسه شاخص‌های فاصله‌ای و مبتنی بر کوادرات در تعیین الگوی پراکنش تاغ سه منطقه یزد نشان داد که در شرق کویر سیاه‌کوه با توجه به شاخص‌های ابره‌ارت، هاینز، پیلو، مورسیتا، C، نزدیک‌ترین همسایه و مورسیتا الگو تصادفی و بر اساس شاخص جانسون زایمر کپه‌ای است. در منطقه دور از کویر، الگوی پراکنش تمامی شاخص‌ها به

در توزیع تصادفی واریانس فاصله‌ها برابر میانگین فاصله‌ها و در توزیع کپه‌ای واریانس از میانگین بزرگتر است. پراکنش کپه‌ای در طبیعت متداول است. به دلیل ناهمگنی (لکه‌ای بودن) زیستگاه، لکه‌هایی با شرایط بهتر، افراد بیشتری را به خود جلب کرده است. در پراکنش منظم جمعیت انبوه است و افراد تمایل دارند که از هم دور شوند و بنابراین واریانس از میانگین کوچکتر است [۳]. شاخص‌های کمی نمودن الگوهای پراکنش شامل شاخص‌های تعیین الگوی پراکنش با استفاده از کوادرات و شاخص‌های فاصله‌ای است [۱۴]. به منظور تعیین الگوی پراکنش با توجه به واحد نمونه برداری، شاخص‌های مختلف فاصله‌ای و کوادراتی مختلفی از جمله شاخص‌های k ، مورسیتا، نسبت واریانس به میانگین و شاخص تیلور و ایواو استفاده شد [۶].

مطالعات متعددی تاکنون در رابطه با پراکنش گیاهان دارویی با استفاده از شاخص‌های مختلف صورت گرفته است. نتایج پژوهش بر روی درمنه‌زارهای استان یزد نشان داد که در بین شاخص‌های بررسی شده، شاخص مربع T و شاخص هولینگ در تفکیک تک بوته‌ها و کپه‌های کوچک مقیاسه درستی شدت پراکنش کپه‌ای بوته‌ها را در مناطق مورد مطالعه مشخص کرده است [۱۹].

در بررسی اثر تغییر مقیاس بر الگوی پراکنش مکانی سه گونه مرتعی با شاخص‌های فاصله‌ای و روش آنالیز نقطه‌ای در مراتع استان چهارمحال بختیاری، نتایج نشان داد که الگوی پراکنش گونه مرتعی *Nepeta glomerulosa* تصادفی و الگوی پراکنش هر دو گونه

بهره‌بردای پایدار از مراتع مناطق بیابانی و احیای پوشش گیاهی مراتع تخریب یافته استفاده شد. اهداف این تحقیق شامل تعیین الگوی پراکنش گیاه اسکنبیل هفت‌بندی و تعیین بهترین شاخص برای ارزیابی دقیق‌تر پراکنش این گیاه به منظور شناخت، حفاظت و مدیریت این گونه‌ی ارزشمند در رویشگاه منطقه‌ای سیستان و بلوچستان انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در سه منطقه زهک، تهراب و جازموریانبر روی تپه‌های ماسه‌ای مناطق کم باران انجام شد (جدول ۱). متوسط بارندگی در نزدیک‌ترین ایستگاه به مناطق ۶۰ میلی‌متر و دمای متوسط ۳۵ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه خشک و لایه‌های مختلف خاک بر حسب تغییرات ناشی از شدت جریان آب دارای دانه‌بندی متفاوتی است. اندازه ذرات خاک بزرگتر از ذرات سیلت و دارای بافتی سبک است.

جدول ۱- مشخصات مناطق مورد مطالعه

منطقه	ارتفاع رویشگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	بافت خاک
زهک	۴۵۰	۶۱°۰۷'	۳۰°۵۹'	لومی - شنی
تهراب	۸۱۰	۶۱°۳۷'	۲۹°۴۷'	لومی - شنی
جازموریان	۳۹۰	۶۰°۶۳'	۲۸°۵۱'	لومی - شنی

در این رابطه، N : اندازه نمونه، t : مقدار t استیودنت با درجه آزادی $n-1$ ، s : انحراف معیار نمونه، \bar{x} : میانگین نمونه و k خطای تخمین که در این بررسی ۱۰ درصد است. برای محاسبه شاخص‌های فاصله‌ای پراکنش در هر نقطه، فاصله نقطه تا نزدیک‌ترین گیاه و فاصله هر نقطه تا دومین گیاه نزدیک آن اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری شاخص‌های کوادراتی تعداد اسکنبیل *C. Polygonoides* در کوادرات‌های استقرار یافته شمارش و شاخص‌های کوادراتی پراکنش محاسبه شد [۱۹].

استثنای شاخص‌های هاپکینز و جانسون زایمر، کپه‌ای است [۱۳].

بررسی پراکنش سه گونه غالب جنگل‌های لیان‌جیانگ چین (*Litchi chinensis*, *Elaeocarpus sylvestris* and *Canarium album*) نشان داد که شاخص تیلور و ایواوو پراکنش را بهتر نشان داد و پراکنش هر سه گونه کپه‌ای است [۲۶]. نتایج بررسی پراکنش گونه *Retama sphaerocarpa* در جنوب غرب اسپانیا نشان داد که پراکنش این گیاه تصادفی و برای گونه *Atemisia barrelieri* به صورت کپه‌ای است [۲۱]. الگوی پراکنش درختان در جنگل‌های حاره هند به وسیله‌ی شاخص پراکنش نسبت واریانس به میانگینبررسی و الگو برای هر ۱۲۸ گونه کپه‌ای تعیین شد [۱].

پژوهش حاضر با توجه به بررسی اطلاعات میدانی جهت استفاده محققان در تصمیم‌گیری برای اندازه‌گیری، حفاظت پوشش گیاهی و معرفی مهمترین عوامل موثر بر الگوی پراکنش گیاهان انجام شد. تشخیص این عوامل در پراکنش و تراکم گونه‌ای به مدیریت مناسب جهت تعیین گونه‌های سازگار با شرایط محیطی منطقه، کمک به

روش نمونه‌برداری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

نمونه‌برداری در محدوده‌ای به مساحت ۵۰۰۰ متر مربع (ابعاد ۱۰۰×۵۰ متر) انجام شد. میزان پوشش اسکنبیل *C. Polygonoides* با استفاده از ترانسکت و میزان تراکم اسکنبیل با شمارش کلیه بوته‌ها محاسبه شد. نمونه‌برداری هم به صورت تصادفی سیستماتیک انجام شد. بدین صورت که در ابتدا برای هر منطقه زهک، تهراب و جازموریان چهار ترانسکت ۱۰۰ متری در امتداد پلات‌های (۲×۱) در نظر گرفته شد. اندازه نمونه با استفاده از رابطه (۱) تعیین شد (۴).

$$N = \frac{t^2 \times s^2}{(\bar{X} \times K)^2} \quad (1)$$

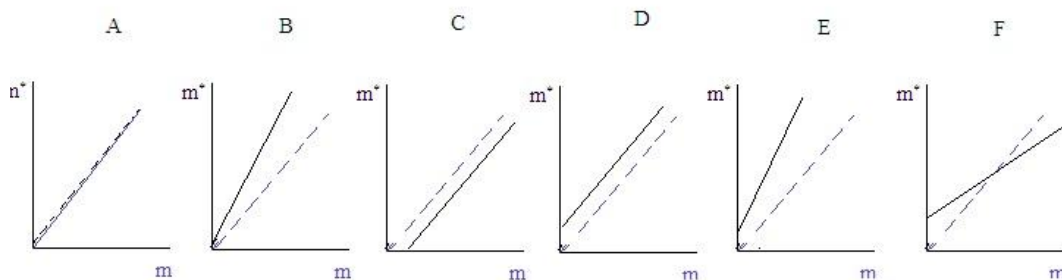
الف) شاخص‌های کوادراتی

به منظور برآورد شاخص ایواو بین میانگین (m) و شاخص انبوهی متوسط (m^*) رابطه رگرسیونی برقرار شد (رابطه ۳). شیب آن (β) به‌عنوان شاخص ایواو مورد استفاده شده است. مقادیر کوچک‌تر، مساوی و بزرگ‌تر از یک β به‌ترتیب نشان دهنده پراکنش‌های یکنواخت، تصادفی و تجمعی است. در شکل ۲ با استفاده از مقادیر α و β نوع پراکنش گونه مشخص است که با توجه به شکل، نمودار A (تصادفی، $\alpha=0$ و $\beta=1$)، نمودار B (کپه‌ای، $\beta > 1$ و $\alpha=0$)، نمودار C (منظم، $\alpha < 0$ و $\beta=1$)، نمودار D (کپه‌های تصادفی، $\alpha > 0$ و $\beta=1$)، نمودار E (کلنی‌های کپه‌ای، $\alpha > 0$ و $\beta > 1$)، نمودار F (کلنی‌های منظم، $\alpha > 0$ و $\beta < 1$) نوع پراکنش مشخص کرده است [۸].

$$m^* = \alpha + \beta m \quad (3)$$

پنج شاخص تیلور [۲۳]، ایواو [۹]، مورسیستا [۱۷]، نسبت واریانس به میانگین [۴] و [۴k]، به منظور برآورد پراکنش گیاه دارویی اسکنبیل استفاده شد. همچنین برای محاسبه شاخص‌های تیلور و ایواو، در هر نوبت نمونه‌برداری میانگین (m)، واریانس (s^2) و شاخص انبوهی متوسط گیاه در هر کوادرات محاسبه شد (رابطه ۲). در رابطه تیلور بین میانگین و واریانس جمعیت یک رابطه رگرسیونی برقرار شد (رابطه ۲). شیب این رابطه (b) به‌عنوان شاخص تیلور جهت برآورد پراکنش جمعیت استفاده شده است. مقادیر کوچک‌تر، مساوی و بزرگ‌تر از یک b به‌ترتیب نشان دهنده پراکنش‌های یکنواخت، تصادفی و تجمعی است.

$$\text{Log}(s^2) = \text{Log}(a) + b\text{Log}(m) \quad (2)$$



شکل ۲- تعیین پراکنش نمونه بر اساس ضرایب مقادیر α و β در شاخص ایواو [۸]

برخلاف شاخص‌های b تیلور و β ایواو که برای تعیین پراکنش محاسبه شد. شاخص نسبت واریانس به میانگین (ID)، برای هر نوبت نمونه‌برداری به صورت جداگانه محاسبه شد (رابطه ۶).

$$ID = \frac{s^2}{\bar{x}} \quad (6)$$

به منظور آزمون اختلاف مقدار آن با یک از آماره ی ID استفاده شد (رابطه ۷)، مقدار عددی این آماره در واقع یک توزیع مربع کای است که با مقدار مربع کای جدول و با درجه ی آزادی n-1 مقایسه گردید.

$$ID = \frac{(n-1)s^2}{\bar{x}} \quad (7)$$

در این رابطه m^* : شاخص انبوهی متوسط و مقدار آن برآورد شد. α : عرض از مبدأ رابطه که مقدار آن به روش نمونه برداری بستگی دارد، β : شیب رابطه که به‌عنوان شاخص تیلور مورد استفاده قرار می‌گیرد و m: میانگین انبوهی متوسط است (رابطه ۴).

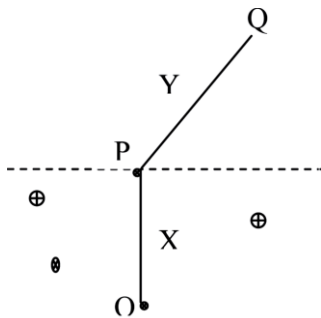
$$m^* = m + \left(\frac{s^2}{m} - 1\right) \quad (4)$$

برای آزمون معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب b تیلور و β ایواو با صفر، از مقادیر F به دست آمده از ارتباط‌های رگرسیونی استفاده شد [۹ و ۲۳]. همچنین برای آزمون اختلاف ضرایب b تیلور و β ایواو با یک، آماره‌ی t با درجه آزادی n-1 استفاده شد [۹ و ۲۳].

$$t = (\text{slope} - 1) / SE_{\text{slope}} \quad (5)$$

$$C = \frac{\sum_{i=1}^N [X_i^2 / (X_i^2 + \frac{1}{2}Y_i^2)]}{N} \quad (11)$$

به عبارت دیگر در این روش ابتدا فاصله (X) و سپس فاصله (Y) در پشت سر خط عمود اندازه‌گیری شد (شکل ۳).



شکل ۳- روش اندازه‌گیری مربع T (۱۴)

در رابطه بالا N: تعداد نقاط نمونه‌برداری، X_i : فاصله نقطه تا نزدیک‌ترین گیاه و Y_i : فاصله X_i تا اولین گیاه همسایه‌اش است. $C > 1/2$: نشان‌دهنده الگوی کپه‌ای (به طور معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بزرگتر از $1/2$) است $C = 1/2$: نشان‌دهنده الگوی تصادفی است. $C < 1/2$: نشان‌دهنده الگوی یکنواخت (C) به طور معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد کوچکتر از $1/2$ است (رابطه ۱۲).

$$Z = \frac{C - 0.5}{\sqrt{1/(12N)}} \quad (12)$$

در این رابطه N: تعداد نقاط تصادفی و C عدد به دست آمده از شاخص مربع T است. اگر در سطح احتمال ۵ درصد Z جدول بزرگ‌تر از Z محاسبه شده باشد اختلاف از حالت تصادفی معنی‌دار است.

۲- شاخص پیلو: این شاخص نیز بر پایه اندازه‌گیری فاصله بین نقاط تصادفی تا نزدیک‌ترین فرد استوار است (رابطه ۱۳).

$$P = \pi D \left(\frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \right)^2 \quad (13)$$

استفاده از این شاخص مستلزم محاسبه تراکم دقیق توده (D) است. مقدار ۱ برای این شاخص نشان‌دهنده الگوی تصادفی، بیشتر از ۱ کپه‌ای و مقدار کمتر از ۱ نشان‌دهنده الگوی یکنواخت است.

۲- شاخص مورسیتا برای هر نوبت نمونه برداری به صورت جداگانه محاسبه شد (رابطه ۸).

$$I\delta = N \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{n(n-1)} \quad (8)$$

که در آن n: تعداد کل افراد در تمام نمونه‌های برداشته شده، N: تعداد کل نمونه‌ای برداشته شده و n_i : تعداد افراد در نمونه‌ی شماره‌ی i می‌باشد، مقادیر کوچکتر، مساوی و بزرگتر از یک به ترتیب نشان‌دهنده‌ی پراکنش‌های یکنواخت، تصادفی و تجمعی است. برای آزمون معنی‌داری اختلاف شاخص مورسیتا با از آماره F (رابطه ۹) استفاده شد. مقدار F محاسبه شده با مقدار F جدول و با درجه آزادی (n-1) صورت و ∞ (مخرج) Chi-square 1. مقایسه گردید.

$$F = \frac{I_{\infty}(n-1) + N - n}{N - 1} \quad (9)$$

۳- شاخص تجمع (k) که برای ارزیابی میزان تجمعی بودن پراکنش گیاه است (رابطه ۱۰).

$$NLn \left(1 + \frac{\bar{x}}{\hat{k}} \right) - \sum \left(\frac{A_x}{\hat{k}} \right) = 0 \quad (10)$$

که در آن N: تعداد نمونه، \bar{x} : میانگین جمعیت و A_x مجموع فراوانی‌های مشاهده شده‌ای از واحدهای نمونه‌برداری که بیش از x فرد دارند. مقادیر کوچک \hat{k} (کوچکتر از ۸) نشان‌دهنده‌ی پراکنش تجمعی و مقادیر بزرگ آن (بزرگتر از ۸) نشان‌دهنده‌ی پراکنش تصادفی است.

ب) شاخص‌های فاصله‌ای

پنج شاخص مربع T (۱۴)، پیلو (۲۱)، هاپکینز (۷)، هولگیت (۸) و جانسون و زیمر (۱۵) به منظور برآورد پراکنش گیاه دارویی اسکنبیل *C. polygonoides* استفاده شد (معادلات ۱۱ تا ۱۹).

۱- شاخص مربع T برای محاسبه این شاخص، فاصله بین نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین گیاه فاصله بین گیاه تا نزدیک‌ترین همسایه‌اش اندازه‌گیری شد به طوری که زاویه QPO بیش از ۹۰ درجه است (رابطه ۱۱).

$$I = (N + 1) \frac{\sum_{i=1}^N (d_i^2)^2}{[\sum_{i=1}^N d_i^2]^2} \quad (18)$$

که در آن d : فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین گیاه و N : تعداد نقاط تصادفی است. در حالت تصادفی $I=2$ ، در حالت کپه‌ای $I > 2$ به طور معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بزرگ‌تر از ۲، و در حالت یکنواخت $I < 2$ به طور معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد کوچکتر از ۲، برای آزمون معنی‌داری بودن از حالت تصادفی ($I=2$) است (رابطه ۱۹).

$$Z = \frac{I-2}{\sqrt{4(N-1)/(N+2)(N+3)}} \quad (19)$$

که در آن N : تعداد نقاط تصادفی است. اگر Z از جدول بزرگتر از Z به دست آمده باشد، اختلاف از حالت تصادفی معنادار است.

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از برقراری ارتباط رگرسیونی بین لگاریتم واریانس و میانگین جمعیت نشان داد که پراکنش اسکنبیل هفت بندی *C. polygonoides* در هر سه منطقه زهک، تهلاب و جازموریان تصادفی است (جدول ۲ و ۳). مقدار ضریب b در این پژوهش برای سه منطقه به ترتیب ۱/۱۰۸/۱۱ و ۱/۰۲/۱۱ اندازه‌گیری شد. مقایسه مقادیر ضرایب b تیلور و ضریب تبیین آزمون معنی‌داری نشان داد که ضرایب در هر سه منطقه اختلاف معنی‌داری با عدد ۱ نشان داد. مقادیر ضرایب شاخص‌های تیلور و ایوواو به دست آمده از جدول ۲ و ۳ نشان داد که ضریب β در مدل ایوواو برای سه منطقه زهک، تهلاب و جازموریان ۱/۳۴، ۱/۱۱ و ۰/۹۸ و ضریب α مدل تیلور به ترتیب ۰/۶۹۵، ۰/۳۲۴ و ۰/۴۰۷ محاسبه شد. نتایج در منطقه زهک نشان داد که الگوی پراکنش گیاه اسکنبیل با توجه به نمودارهای شکل ۲ و با توجه به ضرایب ایوواو، به صورت تصادفی مشخص شد. همچنین مقایسه مقادیر ضرایب β ایوواو و ضریب تبیین آزمون معنی‌داری نشان داد که ضرایب در مناطق زهک و تهلاب اختلاف معنی‌داری با عدد ۱ نشان داد.

۳- شاخص هایپکینز، این شاخص بر اساس فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین همسایه‌اش (r_i) استوار است (رابطه ۱۴).

$$H = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i^2)}{\sum_{i=1}^N (X_i^2) + \sum_{i=1}^N (r_i^2)} \quad (14)$$

اگر مقدار شاخص برابر ۰/۵ باشد الگو تصادفی است. مقدار برابر یک شاخص الگو کپه‌ای و مقدار برابر صفر این شاخص الگو یکنواخت است (رابطه ۱۵).

$$h = \frac{\sum (X_i^2)}{\sum (r_i^2)} \quad (15)$$

برای محاسبه F جدول با درجه آزادی n_1 در صورت کسر و n_2 در مخرج کسر $F_a[n_1, n_2] = \frac{1}{F_{1-a}[n_2, n_1]}$ به طوری که وقتی $n_2 = n_1$ باشد، $F_{0.025} = F_{0.05} = \frac{1}{F_{0.95}}$ و $\frac{1}{F_{0.975}}$

۴- شاخص هولگیت: بر پایه اندازه‌گیری فواصل نقطه تا گیاه است. به طوری که ابتدا فاصله هر نقطه تا نزدیک‌ترین گیاه (di) اندازه‌گیری سپس فاصله نقطه تا دومین گیاه نزدیک (di') نیز اندازه‌گیری شد (رابطه ۱۶).

$$A = \frac{\sum_{i=2}^N \frac{d_i^2}{d_i'^2}}{N} \quad (16)$$

در این شاخص d_i : فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین گیاه، (d_i'): فاصله نقطه تصادفی تا دومین گیاه نزدیک و N تعداد نقاط تصادفی است. در پراکنش تصادفی $A=0$ ، در پراکنش کپه‌ای $A > 0$ (به طور معنی‌داری بزرگتر از صفر در سطح احتمال ۵ درصد) و در پراکنش یکنواخت، A به طور معنی‌داری کوچک‌تر از صفر در سطح احتمال ۵ درصد ($A < 0$) است (رابطه ۱۷).

$$t = \frac{|A|}{\sqrt{n/12}} \quad (17)$$

۵- شاخص جانسون و زیمر: برای محاسبه این شاخص، فاصله هر یک از نقاط تصادفی تا نزدیک‌ترین گیاه اندازه‌گیری تعیین شد (رابطه ۱۸).

محاسبه شده برای شاخص مورسیتا و ضرایب تبیین آزمون معنی‌داری نشان داد که این شاخص در منطقه زهک اختلاف معنی‌داری با عدد ۱ نشان داد. آزمون معنی‌داری شاخص K و ضرایب تبیین آن نشان داد که این شاخص در هر سه منطقه با عدد ۸ اختلاف معنی‌داری نشان داد. همچنین مقادیر محاسبه شده برای شاخص واریانس به میانگین نشان داد که این شاخص در هر سه منطقه اختلاف معنی‌داری با عدد ۱ نشان داد.

همچنین نتایج شاخص‌های کوادراتی نشان داد که سه شاخص کوادراتی نسبت واریانس به میانگین، K و مورسیتا، در هر سه منطقه مورد مطالعه به صورت تصادفی است. در بین این سه شاخص، شاخص مورسیتا کارایی بیشتری نسبت به دو شاخص دیگر نشان داد. با توجه به مقادیر جدول ۲ شاخص‌های مختلف کوادراتی بدلیل یکسانی مقیاس پلات‌ها الگوی یکسان و همسویی مناسب نشان داد که با توجه به جدول ۳ الگوی پراکنش اسکنبیل در هر سه منطقه به صورت تصادفی است. مقادیر

جدول ۲- مقادیر مشاهده شده شاخص‌های کوادراتی در تعیین الگوی پراکنش در سه منطقه زهک، تهلاب و جازموریان

شاخص‌های کوادراتی					منطقه
$\frac{s^2}{\bar{x}}$	K	مورسیتا ^۳	ایواو ^۲	تیلور ^۱	
۱/۵۸*	۹/۸۵*	۱/۰۱۳*	۱/۳۴*	۱/۱۱*	زهک
۱/۰۸*	۱۱/۲۳*	۰/۹۶۳	۱/۱۸*	۱/۰۸*	تهلاب
۱/۷۶*	۱۴/۵۷*	۰/۹۳۸	۰/۹۸	۱/۰۲*	جازموریان

*اختلاف از حالت تصادفی در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

جدول ۳- الگوهای پراکنش به دست آمده از شاخص‌های کوادراتی در سه منطقه زهک، تهلاب و جازموریان

شاخص کوادراتی					منطقه
$\frac{s^2}{\bar{x}}$	K	مورسیتا	ایواو	تیلور	
تصادفی	تصادفی	تصادفی	تصادفی	تصادفی	زهک
تصادفی	تصادفی	تصادفی	تصادفی	تصادفی	تهلاب
تصادفی	تصادفی	تصادفی	تصادفی	تصادفی	جازموریان

پراکنش اسکنبیل به صورت تصادفی است. همچنین در منطقه جازموریان شاخص فاصله‌ای مربع T و پیلو، الگوی پراکنش گیاه را تصادفی نشان داد. در شاخص‌های فاصله‌ای با توجه به مقادیر جدول ۴ تعیین الگوی پراکنش گیاه در هر سه منطقه مورد بررسی متفاوت است.

بحث

در مقایسه با مدل تیلور، در مدل ایواو ضرایب تبیین به دست آمده بسیار کوچک‌تر و خطای استاندارد ضرایب رگرسیونی بسیار بزرگ‌تر است. بنابراین، می‌توان گفت که در برآورد الگوی پراکنش اسکنبیل *C. polygonoides*، شاخص تیلور کارایی بیشتری نسبت به شاخص ایواو نشان داد.

نتایج مقایسه بین شاخص‌های ارزیابی پراکنش گیاه اسکنبیل نشان داد که الگوی پراکنش شاخص‌های فاصله‌ای نسبت به کوادراتی متفاوت است. این تفاوت در الگوی پراکنش هولگیت نسبت به سایر شاخص‌های پراکنش بیشتر مشهود است. در منطقه مورد مطالعه زهک شاخص فاصله‌ای مربع T و پیلو پراکنش گیاه اسکنبیل را به صورت تصادفی نشان داد که در شاخص‌های کوادراتی تمام شاخص‌های محاسبه شده به جز ایواو پراکنش گیاه اسکنبیل را به صورت تصادفی نشان داد. در منطقه تهلاب شاخص‌های مربع T، پیلو و هاپکینز پراکنش گیاه اسکنبیل را به صورت تصادفی و در تمام شاخص‌های کوادراتی پراکنش اسکنبیل هفت بندی به صورت تصادفی نشان داده شد. در منطقه جازموریان، شاخص هاپکینز و جانسون‌زیمر پراکنش گیاه اسکنبیل را به صورت کپه‌های تصادفی متمایل به کپه‌ای و در تمام شاخص‌های کوادراتی

1- Taylor
2- Iwao
3- Morisita

جدول ۴- مقادیر مشاهده شده شاخص‌های فاصله‌ای در تعیین الگوی پراکنش در سه منطقه زهک، تهلاب و جازموریان

منطقه	شاخص فاصله‌ای				
	مربع T ^۱	پیلو ^۲	هایپکینز ^۳	هولگیت ^۴	جانسون ^۵
زهک	۰/۰۳	۰/۸۷	۰/۴۱*	-۰/۳۴۱	۲/۳۳*
تهلاب	۰/۰۷	۰/۷۵	۰/۳۸	-۰/۴۸۰	۲/۰۱*
جازموریان	۰/۰۱۲	۱/۰۰۳	۰/۵۱*	-۰/۴۳۲	۳/۱۲*

*اختلاف از حالت تصادفی در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۵- الگوهای پراکنش به دست آمده در بررسی شاخص‌های فاصله‌ای در تعیین الگوی پراکنش در سه منطقه زهک، تهلاب و جازموریان

منطقه	شاخص فاصله‌ای				
	مربع T	پیلو	هایپکینز	هولگیت	جانسون
زهک	تصادفی	تصادفی	تصادفی متمایل به کپه‌ای	تصادفی متمایل به یکنواخت	تصادفی متمایل به کپه‌ای
تهلاب	تصادفی	تصادفی	تصادفی	تصادفی متمایل به یکنواخت	تصادفی متمایل به کپه‌ای
جازموریان	تصادفی	تصادفی	تصادفی متمایل به کپه‌ای	تصادفی متمایل به یکنواخت	تصادفی متمایل به کپه‌ای

کوادراتی و فاصله‌ای، برای تعیین الگوی پراکنش در مورد یک گونه گیاهی در یک منطقه نتایج متفاوتی را نشان داد همخوانی دارد [۲۴ و ۲۲].

شاخص‌های پراکنش با استفاده از کوادرات به خاطر مشکلات ناشی از تعداد، سطح و شکل کوادرات‌ها، نسبت به شاخص‌های فاصله‌ای کارایی کمتری نشان داد. در مناطقی که تراکم گیاهان کمتر است، در محل قرارگیری کوادرات ممکن است کوادرات یک یا تعداد کمی فرد را در خود جای دهد. بنابراین واریانس در هر کوادرات نمونه‌برداری شده نسبت به میانگین بیشتر می‌شود. که نتایج این تحقیق مطابق با نتایج کارایی بهتر شاخص‌های کوادراتی است [۱۰]. همچنین نتایج تحقیق حاضر با نتایجی که کارایی شاخص‌های فاصله‌ای را بیشتر از کوادراتی نشان داد، مطابقت نداشت [۱۳]. در مناطق کویری این نسبت واریانس به میانگین به دلیل تراکم کم بیشتر و نسبت انحراف معیار به میانگین کاهش و یکنواختی گیاهان و کپه‌های کوچک بیشتر است. از طرفی تاثیر گیاهان بر روی یکدیگر در نتیجه رقابت برای آب از عوامل ایجاد پراکنش یکنواخت در جوامع کم تراکم است. بنابراین شاخص‌های استفاده از کوادرات قادر به نشان دادن الگوی پراکنش گیاهان و تفکیک کپه‌های خفیف و مترکم در این جوامع نیستند. در مناطق پر تراکم، تغییرات تعداد افراد در کوادرات‌های استقرار یافته کمتر، واریانس تعداد افراد کاهش و شاخص‌های کوادراتی، پراکنش یکنواخت گیاهان را مشخص می‌کنند. از بین

در شاخص نسبت واریانس به میانگین و K، جوامع کپه‌ای تحت تاثیر تعداد افراد در نمونه قرار می‌گیرد، بهتر است از این دو شاخص برای مقایسه الگوی پراکنش کپه‌ای جوامعی که تراکم تقریباً یکسانی دارند استفاده شود. نتایج این تحقیق با نتایج به دست آمده در مقایسه کارایی شاخص‌های تعیین الگوی پراکنش در درمنه‌زارهای استان یزد مطابقت داشته و شاخص مورسیتا کارایی بالاتری نشان داد [۱۹]. اما با نتایجی که شاخص نسبت واریانس به میانگین و شاخص گرین را در تراکم کم موثرتر می‌دانند مطابقت نداشت [۱].

عوامل زیادی از جمله رقابت، آفات و بیماری‌ها باعث از بین رفتن الگوی پراکنش کپه‌ای است که با این شرایط پراکنش گونه‌های گیاهی به سمت الگوی تصادفی است [۲۶]. که با نتایج این تحقیق در مناطق مختلف سیستان و بلوچستان مطابقت دارد. نتایج کلی نشان داد که شاخص‌های کوادراتی دارای دقت و عملکرد یکسانی نسبت به شاخص‌های فاصله‌ای است، زیرا نمونه‌برداری با کوادرات به عواملی از جمله سطح، تعداد و شکل پلات و قابل تفکیک بودن پایه‌ها وابسته است، ولی شاخص‌های فاصله‌ای به هیچ یک از این موارد وابسته نیست، بلکه به اندازه‌گیری صحیح فواصل وابسته است. نتایج این تحقیق با نتایج محققین دیگر که نشان دادند شاخص‌های

- 1- T²
- 2- Pielou
- 3- Hopkins
- 4- Holgate
- 5- Johnson

زیاد متغیر باشد. به نظر می‌رسد فاکتورهای زنده‌مانند تعامل با افراد همسایه و عوامل غیر زنده مانند شرایط آب و هوا، خاک و نوع بذردر پراکنش تصادفی گیاه اسکنبیل نقش دارد. الگوهای پراکنش در بررسی ساختار جوامع گیاهی از اهمیت خاصی برخوردار است و نتایج برآورد پارامترهای گیاهی بدست آمده ممکن است تحت تاثیر الگوی پراکنش قرار گیرد. با بررسی الگوی پراکنش گیاهان می‌توان اطلاعات زیادی را در مورد یکنواختی و عدم یکنواختی محیطی، نوع تکثیر و تولید مثل انتشار گیاهان، رقابت و الگوهای رفتاری گیاهان را به دست آورد. الگوی پراکنش گیاهان نیز بر روی روش نمونه‌برداری و به طور قطع بر روی حجم نمونه تاثیرگذار است. با توجه به اینکه در هر منطقه با توجه به نوع پوشش گیاهی غالب در آن و شرایط خاص گیاه مورد مطالعه، گیاهان با الگوهای پراکنش متفاوت و تراکم‌های مختلف حضور دارند، انتخاب روشی مناسب و بدون اریب یا با اریبی کم جهت اندازه‌گیری میزان پوشش تاجی گیاهان از اهمیت زیادی برخوردار است تا بدین ترتیب با صرف کم‌ترین هزینه و البته با دقت و صحتی مناسب در کوتاه‌ترین زمان به بررسی و آنالیز پوشش گیاهی و پارامترهای مربوط با آن امکان‌پذیر است.

References

- [1]. 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.
- [2]. Arefian, M., Rabiei, M., Asri, Y. & BakhshiKhaniki, GH. (2013). Comparison on canopy coverage estimation methods of *Calligonum comosum* and *Amygdalus eburnea* in Shahrehabak of Kerman Iran, *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 20(4), 762-782, (In farsi).
- [3]. Brower, J.E., & Zar, J.H. (1977). *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. the University of Michigan: W.C. Brown publication.
- [4]. David, F. N., & Moore, P. G. (1954). Notes on contagious distribution in plant population. *Annals of Botany*, 18(69), 47-53.
- [5]. Fayyaz, M. (2004). Evaluation of some ecological characterization of three species of

شاخص‌های بررسی شده شاخص مورسیتا و تیلور توانایی بالاتری در تعیین پراکنش بوته‌ها نشان داده شد، که در مطالعه ای بر کارایی بالای شاخص مورسیتا در مناطق کم‌تراکم کویری تاکید شده است [۲۰]. از بین شاخص‌های مورد بررسی غیر از هاپکینز، جانسون- زایمر و هولگیت بقیه شاخص‌ها توانستند الگوی واقعی جمعیت را نشان داده است. در این میان پیلو و مربع T بهتر از سایر شاخص‌ها پراکنش گیاه را ارزیابی کردند.

مقیاس انجام مطالعات برای محاسبه تعیین الگوی پراکنش بسیار موثر است، به طور کلی الگوی پراکنش یک جمعیت تحت تاثیر تنوع زیستی، عادات گلدهی و میوه‌دهی گونه‌ها، شرایط رویشگاهی و سرانجام دخالت‌های انسانی است [۲۵]. عوامل مختلفی باعث ایجاد اختلاف در نتایج حاصل از روش‌های مختلف شد. یکی از این عوامل الگوی پراکنش گیاهان است، به طوری که افزایش یکنواختی اندازه نمونه را کاهش داده و در مدت زمان صرف شده نیز اثر نشان داد. عامل بعدی ماهیت خود روش است [۲].

در این تحقیق الگوی پراکنش گیاه اسکنبیل هفت بندی در سه منطقه زهک، تهاب و جاموزیان به صورت تصادفی ارزیابی شد. پراکنش گیاهان می‌تواند به دلیل رقابت گیاهان در اثر ناهمگنی شرایط محیطی از کم تا

Calligonum in Jazmurian, Chahan and Tahlab watersheds in Sistan and Balochestan of Iran. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 11(2), 191-212, (in Farsi).

[6]. Green, R. H. (1970). On fixed precision level sequential sampling. *Researches of Population Ecology*, 12(2), 249- 261.

[7]. Hopkins, B. (1954). A new method for determining the type of distribution of plant individuals. *Annals of Botany*, 18(2), 213-227.

[8]. Holgate, P. (1965). Some new tests of randomness. *Journal of Ecology*, 53(2), 261-266.

[9]. Iwao, S. (1968). A new regression method for analyzing the aggregation pattern of populations. *Researches of Population Ecology*, 10(1), 1- 20.

[10]. Jannat Rostami, M., Zare Chahooki, M.A. Azarnivand, H., & Ebrahimi Dorche, K.

- H. (2009). Survey and analysis of spatial pattern of plant species in marginal rangelands HozeSoltan Qom of Iran. *Watershed Management Research*, 84(1), 72-80 (in Farsi).
- [11]. Jahantab, A., GhasemiArian, Y., Sepehri, A., Hanafi, B. & YazdanPanah. A.A. (2012). Study on distribution pattern of dominant plant species of mountainous rangelands in Central Zagros Case Study: Dyshmuk region in Kohgilouyeh and Boyerahmad of Iran. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 19(3), 482-489 (in Farsi).
- [12]. Johnson, R. B. & Zimmer. W. J. (1985). A more powerful test for dispersion using distance measurements. *Ecological Society of America*, 66(5), 1675-1699.
- [13]. Kiani, B., Fallah, A., Tabari, M., Hoseini, S.M. & Iran NejadParizi, M.H. (2013). Comparing distance based and quadrat based methods to identify spatial pattern of saxaul *Haloxylon ammodendron* SiahKooH region, Yazd of Iran. *Journal of Natural Environment, Iranian Journal of Natural Resources*, 65(4), 475-486, (in Farsi).
- [14]. Ludwig, J.A. & Reynolds, J. F. (1988). *Statistical ecology*. Usa: Wiley Interscience Publication.
- [15]. Mcmurry, M. A. (2000). Population dispersion pattern in Ash juniper. *Journal of Biology*, 34(2), 208-212.
- [16]. Moghimi, J. (2003). Introduction of some important rangeland species suitable for reclamation in Iran. Iran: Arman Publication. (in Farsi).
- [17]. Morisita, M. (1962). I δ -index a measure of dispersion of individuals. *Researches of Population Ecology*, 4(1), 1-7.
- [18]. Mozaffarian, V. (1998). *Flora of Yazd*. Iran: Yazd institute publication. (in Farsi).
- [19]. Musaei Sanjarei, M. & Bassiri, M. (2007). Comparison and evaluation of indices of dispersion patterns of plants on Artemisia Sieberi shrublands in Yazd of Iran. *Iranian Journal of Horticulture Science and Technology*, 40(1), 483-495, (in Farsi).
- [20]. Peter, H., Pugnaire, F.I., Clark, S.C. & Incoll, I.D. (1996). Spatial patterns in two tiered semi arid shrub lands in southeastern Spain. *Journal of Vegetation Science*, 7(1), 527-534.
- [21]. Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13(2), 131-144.
- [22]. Safaei, M., Bashari, H. & Shirmardi, H. A. (2016). Evaluating the effects of study scale on spatila patterns of three range plant species using quadrat indices and point pattern analysis in chaharmahal Bakhtiari of Iran. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 17(3), 37-48, (in Farsi).
- [23]. Taylor, L. R. (1961). Aggregation variance to the mean. *Nature*, 189(2), 732-745.
- [24]. Vahidi, K., Gholinejad, B. & Karami, P. (2017). Comparing distance and quadrat indices in determining the distribution pattern of three shrub species (case study: suburban rangeland Kurdistan) of Iran. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 23(3), 856-863, (in Farsi).
- [25]. Wei Dong H., Xiu Mei G. & Lin Feng, L. (2001). Spatial pattern of dominant tree species of the secondary monsoon rain forest in Linjiang. *Journal of Forestry Research*, 12(2), 101-104.
- [26]. Xinmin, T., Lio, R., Tian, B. & Lio, J. (2009). Karyological studies of *Parapteropyrum* and *Atraphaxis* (Polygonaceae) Caryologia, 62(4), 261- 266.

Comparison of Distance-based and Quadrature-based Methods to Determine the Dispersion Methods of *Calligonum polygonoides* in Sistan Province, Iran

- 1- F. Bidarnamani, Institute of Agricultural Research, University of Zabol, Iran
f.bidarnamani65@uoz.ac.ir
- 2- L. Fahmideh, Assistant Professor of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran
- 3- M. Shabanipour, Ph.D Student in Agricultural Insectology in Islamic Azad University of Arak, Iran

Received: 01 Jan 2019

Accepted: 15 Aug 2019

Abstract

Calligonum polygonoides is one of the shrub plants resisting to drought climate. This desert plant has an important role improving soil structure and organic matter, sand stability and windbreak in Sistan and Baluchistan Region, Iran. In this research, dispersion of *C. polygonoides* in three regions of Sistan and Balochistan (Zahak, Tahlab and Jazmurian) was evaluated by quadrat-based methods (Taylor, Iwao, Morisita, K and variance to mean ratio) and distance-based methods (T-square, Hopkins, Holgate, Johnson, Zimmer and Pielou) using a simple random sampling campaign. That way four transects (each one 100 meters) was placed in three areas of 5000 m². The result of this research showed that *C. polygonoides* is randomly distributed in Sistan and Balochistan. Taylor and Morisita of the quadrature-based methods and Pielou and T-square indicators of distance-based methods appeared to be the most appropriate techniques for determination of the plant the dispersion in conclusion, result showed that quadrat-based methods have more accuracy with same performance compared to distance-based methods.

Keywords: *Calligonum polygonoides*; Dispersion; Quadrature Indicators; Distance Indicators.