بررسی اثر تغییر مقیاس بر الگوی پراکنش مکانی سه گونهٔ مرتعی با شاخص‌های فاصله‌ای و روش آنالیز نقطه‌ای در مراتع استان چهارمحال بختیاری

مژده صفائی[۱*]، حسین بشری[۱] و حمزه‌علی شیرمردی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۵/۱۰)

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی الگوی پراکنش سه گونهٔ مرتعی *Nepeta glomerulosa*، *Hertia angustifolia* و *Acanthophyllum microcephalum* براساس شاخص‌های فاصله‌ای و آنالیز نقطه‌ای و ارزیابی اثر تغییر مقیاس بر این الگوهای پراکنش در ایستگاه تحقیقاتی قلعه‌قارک شهرستان شهرکرد انجام شد. جهت نمونه‌برداری از پوشش‌گیاهی در طول ۴ ترانسکت ۵۰ متری به‌روش تصادفی- سیستماتیک تعداد ۴۰ نقطه با فاصله پنج متر از یکدیگر انتخاب و پراکنش مکانی گونه‌های مورد مطالعه به ۶ روش فاصله‌ای هاپکینز، جانسون و زیمر، ابرهارت، هولگیت، هینز و مربع‌تی اندازه‌گیری گردید. جهت آنالیز نقطه‌ای، منطقه معرفی به مساحت ۱۰۰ مترمربع انتخاب و مختصات مکانی پایه‌های هر سه گونه ثبت گردید. جهت بررسی اثر تغییر مقیاس بر تعیین الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی مورد مطالعه اطلاعات در سه مقیاس۱۰×۱۰، ۱۰×۵ و ۵×۵ متر آنالیز شد. براساس نتایج، پراکنش گونهٔ *H. angustifolia* با تاج و پرزهای پرمانند برروی بذور فندقه از نوع الگوی تصادفی و دو گونهٔ *N. glomerulosa* و *A. microcephalum* به‌دلیل بذور فندقه که در فاصله‌ای مشخص از پایه مادری پراکنده می‌شوند، از الگوی پراکنش کپه‌ای تبعیت می‌کنند. با کوچک شدن مقیاس در روش آنالیز نقطه‌ای، هر سه گونهٔ گیاهی، الگوی کپه‌ای داشتند. شناسایی الگوی پراکنش گونه‌های فوق و عوامل اثرگذار بر این الگوها (نظیر مکانیسم پراکنش بذر و مقیاس نمونه‌برداری) در انتخاب استراتژی مناسب جهت ارزیابی مراتع بسیار کاربردی است.

واژه‌های کلیدی: شاخص فاصله‌ای، آنالیز نقطه‌ای، اکوسیستم‌های مرتعی، شهرستان شهرکرد، الگوی پراکنش

۱. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mojdeh.safaei@na.iut.ac.ir

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.17.4.6]

[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.17.37]

مقدمه

الگوی پراکنش مکانی گیاهان از جنبه‌های مهم و کاربردی در اکولوژی گیاهی است که بررسی آن در جوامع گیاهی، به منظور درک و شناخت این جوامع ضروری است (۸، ۱۱ و ۱۴) و به‌معنای آرایش فضایی و چگونگی قرار گرفتن افراد یک گونه یا گونه‌های مختلف نسبت به هم در یک منطقه می‌باشد (۱۶). بررسی الگوهای پراکنش گیاهان نقش بسیار مهمی در ارزیابی یکنواختی و عدم یکنواختی محیطی، الگوهای رفتاری گیاهان و تعیین روش‌های مناسب و دقیق برای اندازه‌گیری خصوصیات کمی گیاهان مانند پوشش و تراکم دارد (۱۲، ۱۵ و ۱۸). عوامل فیزیکی مانند شیب، جهت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و عوامل بیولوژیکی مانند چرای دام و آتش سوزی‌های ناشی از فعالیت‌های انسان بر نحوه الگوی پراکنش گیاهان مؤثر هستند (۱). در بین جوامع گیاهی سه نوع الگوی پراکنش یکنواخت، کپه‌ای و تصادفی دیده می‌شود (۱۳) که الگوی پراکنش یکنواخت در جوامع گیاهان دست‌کاشت و بعضی گیاهان مناطق بیابانی اتفاق می‌افتد (۱۴). در پراکنش کپه‌ای افراد به‌صورت گروه‌هایی در کنار هم قرار می‌گیرند و در قسمت‌های مساعدتری از رویشگاه تجمع می‌یابند که این الگو ممکن است به‌علت رفتار اجتماعی یا تمایل در ایجاد گروه و عدم یکنواختی محیطی و روش تکثیر غیرجنسی گیاهان باشد (۱۴). در پراکنش تصادفی افراد مستقل از هم قرار گرفته و حضور یک فرد در توزیع افراد دیگر تأثیری ندارد. گیاهان شانس مساوی برای اشغال یک نقطه معین از فضای مرتعی را دارند (۱۳ و ۱۴). هاچینسون از اولین بوم شناسانی بود که اهمیت الگوهای مکانی را در جوامع درنظر گرفت و عوامل ایجاد الگوهای پراکنش را در قالب سه عامل اصلی الگوهای محیطی (Environmental Patterns) ، الگوهای مورفولوژیک (Morphological Patterns) و الگوهای اجتماعی (Sociological Patterns) مطرح نمود (۱۴). در الگوهای محیطی اثرات عمده فاکتورهای محیطی برروی گیاهان، باعث ایجاد الگوهایی در مقیاس بزرگ و تغییر در ترکیب فلوریستیکی گیاهان می‌شود. در الگوهای مورفولوژیک جنبه‌هایی از مورفولوژی نظیر کلافی بودن، ریزومی یا کلنی بودن، ایجاد الگوهای خاصی می‌نماید و الگوهای اجتماعی ناشی از تأثیر فاکتورهایی هستند که به خصوصیات ذاتی گیاه و میکرو محیط بستگی دارد. مرادی و همکاران (۶) پراکنش دو گونه *Astragalus verus* و *Bromus tomentellus* در مراتع فریدون‌شهر استان اصفهان را براساس سه روش شاخص‌های فاصله‌ای، شاخص‌های کوادراتی و آنالیز نقطه‌ای مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که پراکنش گونه‌های هدف از نوع الگوی تصادفی بوده و روش آنالیز نقطه‌ای پراکنش، نتایج همگن و دقیق‌تری را ارائه داده است. بارانیان و همکاران (۲) برای تعیین الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی در تیپ گیاهی *Bromus tomentellus* و *Astragalus verus* در مراتع فریدن اصفهان با استفاده از الگوی پراکنش براساس سه روش آنالیز پراکنش نقطه‌ای، شاخص‌های فاصله‌ای الگوی پراکنش و شاخص‌های کوادراتی پراکنش، مطالعه‌ای انجام دادند و نتایج ایشان نشان داد که پراکنش گونه‌های گیاهی چندساله موجود در منطقه از نوع الگوی تصادفی بوده و روش آنالیز پراکنش نقطه‌ای به‌دلیل درنظر گرفتن مختصات کلیه پایه‌های گیاهی، نتایج همگن و دقیق‌تری را ارائه داده است. گتزین (۱۰) هشت شاخص فاصله‌ای تعیین الگوی پراکنش را مورد مقایسه قرار داد و بیان نمود که شاخص هاپکینز در تمام الگوهای غیرتصادفی کارایی بالایی دارد. ویگاند و ملونی (۲۱) با شبیه سازی الگوی پراکنش، به بررسی مدل‌های مختلف اکولوژیکی پرداخته و در نهایت آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش را به‌عنوان روش سریع‌تر برای دستیابی به الگوی پراکنش معرفی کردند. با توجه به اهمیت اکوسیستم‌های مرتعی و به‌منظور اعمال مدیریت حفاظتی صحیح برای جلوگیری از تخریب و کمک به احیای این اکوسیستم‌ها، لازم است که مطالعات جامعی در ارتباط با ساختارهای مکانی در این جوامع انجام شود. در این راستا الگوی پراکنش گونه‌های *Nepeta glomerulosa* (پونه)، *Hertia angustifolia* (کرفیچ) و

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.17.4.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.17.37]

Acanthophyllum microcephalum (چوبک) در ایستگاه تحقیقاتی قلعه‌قارک شهرستان شهرکرد با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای و روش آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش مورد بررسی قرار گرفت. *H. angustifolia* گونه‌ای فورب از خانوادهٔ *Compositeae* دارای فرم رویشی بوته‌ای یا نیمه بوته‌ای، *N.glomerulosa* یا پونه از خانوادهٔ *Labiateae* دارای فرم رویشی همی‌کریپتوفیت و *A. microcephalum* گونه‌ای بوته‌ای از خانواده *Caryophylaceae* و دارای فرم رویشی کاموفیت براساس طبقه‌بندی رانکائر می‌باشد و هر سه گونهٔ انتخاب شده از گونه‌های منطقهٔ ایران تورانی می‌باشند. با توجه به اینکه در منطقه مطالعاتی گونه‌های فوق الذکر گونه‌های غالب بودند بررسی الگوی پراکنش این گونه‌ها در جهت انجام مطالعات آنالیز و ارزیابی پوشش گیاهی ضروری به‌نظر می‌رسد. هم‌چنین در این مطالعه نشان داده شد که چطور نتایج این گونه مطالعات می‌تواند تحت تأثیر مقیاس مطالعه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه

این مطالعه در ایستگاه تحقیقاتی قلعه قارک با مساحت ۴۷ هکتار که متعلق به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد، انجام شد. قلعه قارک در محدودهٔ ۵۰ درجه و ۵۶ دقیقه و ۴۶ ثانیه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۱۸ دقیقه و ۱۷ ثانیه عرض شمالی واقع شده است. متوسط ارتفاع از سطح دریا در این منطقه ۲۱۷۳ متر می‌باشد. تیپ گیاهی منطقه مورد مطالعه *Acanthophyllum microcephalum- Nepeta glomerulosa - Hertia angustifolia* می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه در منطقه مورد مطالعه ۳۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر می‌باشد.

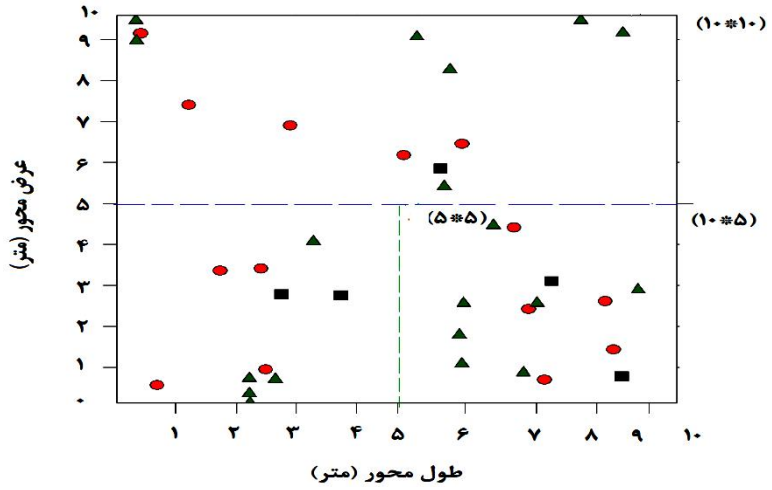
روش انجام مطالعه

برای مقایسه و تحلیل روش‌های مختلف ارزیابی الگوی پراکنش، یک مکان مرتعی که به لحاظ شرایط پوشش گیاهی (گونه غالب، میزان پوشش تاجی و...) و مدیریتی همگن بود انتخاب گردید. از جمله گونه‌های غالب منطقهٔ مرتعی مورد مطالعه می‌توان به گونه‌های *Nepeta glomerulosa* Boiss، *Hertia angustifolia* (DC.) O.Kuntze و *Acanthophyllum microcephallum* Boiss اشاره نمود که به‌عنوان گونه‌های هدف انتخاب شدند. در منطقه مطالعاتی، سطح نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی انتخاب گردید و نمونه‌برداری به‌روش تصادفی- سیستماتیک در امتداد ۴ ترانسکت ۵۰ متری (دو ترانسکت در جهت شیب و دو ترانسکت عمود بر جهت شیب) انجام شد. در امتداد هر ترانسکت ۱۰ نقطه به فواصل ۵ متر انتخاب گردید. بعد از انتخاب نقطه‌ها، فاصله نقطه تا نزدیک‌ترین گیاه، فاصله گیاه تا نزدیک‌ترین همسایه و فاصله نقطه تصادفی تا دومین گیاه نزدیک به آن اندازه‌گیری گردید. به‌منظور تعیین الگوی پراکنش سه گونهٔ مورد بررسی روش آنالیز نقطه‌ای و شاخص‌های فاصله‌ای مورد استفاده قرار گرفت.

آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش

به‌دلیل وسعت منطقه مطالعاتی و عدم امکان اندازه‌گیری مختصات کلیه پایه‌ها در این سطح، منطقه معرفی به مساحت ۱۰۰ مترمربع (ابعاد ۱۰×۱۰ متر) برای آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش به‌صورت تصادفی انتخاب گردید. محل هر پایه *N.glomerulosa* ، *H. angustifolia* و *A. microcephalum* به‌صورت یک نقطه و جداگانه با استفاده از مؤلفه‌های طول (X) و عرض (Y) در دستگاه مختصات با درنظر گرفتن نقطه مبدأ به مختصات (۰و۰) در گوشه پایین سمت چپ هر منطقه معرف مشخص گردید. بدین ترتیب محل استقرار هر پایه از گونه‌های مورد مطالعه به‌صورت دقیق در دستگاه مختصات برداشت شد و به‌عنوان داده‌های خام ورودی در نرم‌افزار ILWIS 3.0 برای انجام آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش وارد گردید (شکل۱). به‌منظور بررسی اثر تغییر مقیاس بر تعیین الگوی پراکنش پایه‌های گیاهی مورد مطالعه علاوه بر مساحت ۱۰×۱۰ متر، دو سطح

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.17.4.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.17.37]



شکل ۱. نمایش چگونگی پراکنش پایه‌های سه گونه در آنالیز پراکنش نقطه‌ای

(مثلث: *N. glomerulosa* ، مربع: *H. angustifolia* و دایره *A. microcephalum*) در محدوده ۱۰۰ مترمربع

۱۰×۵ متر یا ۵۰ مترمربعی و ۵×۵ متر یا ۲۵ مترمربعی نیز انتخاب و نتایج تجزیه و تحلیل گردید. مختصات پایه‌های سه گونه مورد مطالعه برداشت شده از هر منطقه معرف به‌صورت جدولی شامل مختصات طول و عرض جغرافیایی وقوع هر پایه، به محیط نرم‌افزار ILWIS فراخوانده شد و سپس نقشه نقطه‌ای پراکنش محل پایه‌های مذکور تولید گردید. با استفاده از آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش این نرم‌افزار که براساس روش نزدیکترین همسایه، میانگین فاصله مؤثر و میزان تجمع نقاط نسبت به یکدیگر تعریف شده است، پراکنش پایه‌های گونه‌های مورد مطالعه بررسی شد. پس از میان‌یابی و آنالیز مکانی نقاط در نرم‌افزار، خروجی به سه صورت نقشه، نمودارها و اطلاعات آماری قابل ملاحظه می‌باشند که در هر یک از موارد، می‌توان یکی از الگوهای پراکنش تصادفی، منظم و یا کپه‌ای را تشخیص داد؛ بدین ترتیب که شاخص آماری پیش‌بینی شده برای حالت تصادفی (CRS: Complete Randomness Spatial) با مقدار مشاهده شده (Observed) مقایسه می‌گردد. در صورتی‌که بین مقادیر مشاهده شده و مقادیر پیش‌بینی شده تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، یعنی پایه‌ها از الگوی پراکنش تصادفی تبعیت می‌کنند و چنان‌که مقدار CRS از مقدار مشاهده شده کمتر بود پراکنش پایه‌ها یکنواخت و در غیر این‌صورت پراکنش کپه‌ای خواهد بود (۲۰). در نرم‌افزار دو تکنیک اساسی برای برآورد الگوی پراکنش نقاط فراخوانده شده استفاده می‌گردد؛ روش فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه (DNN: Distance to Nearest Neighbors) که براساس محاسبه فاصله بین پایه‌های گیاهی تا نزدیک‌ترین گیاه اطراف می‌باشد و روش نزدیکترین همسایهٔ واکنشی (RNN: Reflexive Nearest Neighbors) که این روش بر این مبنا است که در مرحله اول فاصله‌ای را از یک پایهٔ گیاهی درنظر گرفته، اگر در این فاصله پایهٔ گیاه دیگری قرار گرفت این دو پایهٔ گیاهی به‌عنوان نزدیک‌ترین همسایهٔ واکنشی انتخاب می‌گردد (۲۰).

شاخص‌های فاصله‌ای تعیین الگوی پراکنش

با استفاده از داده‌های به‌دست آمده، شاخص‌های فاصله‌ای الگوی پراکنش (هولگیت، هاپکینز، جانسون و زیمر، هینز، مربع T و ابرهارت) محاسبه گردید. سپس مقدار به‌دست آمده از هر یک از شاخص‌های فاصله‌ای محاسبه شده در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از روش آماری مربوط به همان شاخص آزمون شد تا اختلاف هر کدام از الگوی پراکنش تصادفی مشخص گردد (جدول ۱).

بعد از جمع‌آوری آمار و اطلاعات با توجه به دامنه مقادیر ارائه شده برای شاخص‌ها (ابرهارت و هاپکینز)و همچنین استفاده از آزمون آماری مناسب (مربع T ، جانسون و زیمر،

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.17.4.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.17.37]

جدول ۱. شاخص‌های فاصله‌ای الگوی پراکنش

شاخص	معادله فرمول	شاخص	معادله فرمول
شاخص ابرهارت (Krebs,1999)	$I_E = (\frac{S}{\bar{X}})^2 + 1$	شاخص هولگیت (Mcmurry,2000)(۱۷)	$A = \frac{\sum_{i=1}^{N} \frac{d_i^2}{d_i'^2}}{N} - 0/5$
شاخص هاپکینز (Krebs,1999)	$H = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i^2}{\sum_{i=1}^{N} x_i^2 + \sum_{i=1}^{N} r_i^2}$	شاخص مربع T (Ludwig & Reynolds, 1988)	$C = \sum_{i=1}^{n} \frac{(X^2_i / (X^2 i + \frac{1}{2} Y^2 i))}{N}$
شاخص جانسون و زیمر (Ludwing and Reynolds, 1988)	$I = (N+1) \frac{\sum_{i=1}^{N} (d_i^2)^2}{[\sum_{i=1}^{N} (d_i^2)]^2}$	شاخص هینز (Krebs,1999)	$T = \frac{2n\left[2\sum_{i=1}^{N}(x_i^2) + \sum_{i=1}^{N}(z_i^2)\right]}{\left[\sqrt{2}\sum_{i=1}^{N}(x_i) + \sum_{i=1}^{N}(z_i)\right]^2}$

S: انحراف معیار فواصل و $\bar{x}$ میانگین فواصل اندازه‌گیری، x_i : فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین گیاه، r_i: فاصله نزدیک‌ترین گیاه تا گیاه اول است، در این شاخص d: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین گیاه و N: تعداد تصادفی می‌باشد، d_i: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین گیاه، (d_i'): فاصله نقطه تصادفی تا دومین گیاه. N تعداد نقاط تصادفی، N : تعداد نقاط نمونه‌برداری، X_i: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک‌ترین گیاه و Y_i: فاصله نزدیک‌ترین گیاه تا گیاه اول به‌روش مربع T می‌باشد.

هینز و هولگیت) نوع الگوی پراکنش تعیین شد. برای تجزیه و تحلیل و تعیین الگوی پراکنش از نرم‌افزارهای Ecological Methodology ، Minitab 16 و ILWIS استفاده شد.

نتایج

تعیین الگوی پراکنش با استفاده از آنالیز نقطه‌ای

پس از آنالیز داده‌های برداشت شده از هر منطقه معرف مورد مطالعه (۱۰۰ مترمربعی) و ورود آنها به نرم‌افزار ILWIS، در نهایت سه سری اطلاعات خروجی به‌دست آمد که نشان‌دهندهٔ الگوی پراکنش تصادفی و کپه‌ای در گونه‌های مورد بررسی بود. شکل ۱ پراکنش کلیهٔ پایه‌های سه گونهٔ مورد مطالعه و مقیاس مطالعه را نشان می‌دهد. به علاوه در جدول ۲ نتیجهٔ حاصل از مقایسهٔ آماری مقادیر پیش‌بینی شده و مقدار مشاهده شده حاصل از آنالیز نقطه‌ای در مقیاس ۱۰۰ مترمربع الگوی پراکنش پایه‌های گیاهی حالت تصادفی را برای *H. angustifolia* و الگوی کپه‌ای را برای دو گونهٔ *N. glomerulosa* و *A. microcephalum* نشان داد. اما با تغییر مقیاس مطالعه به ۵۰ و ۲۵ مترمربع برای هر سه گونه، الگوی پراکنش کپه‌ای به‌دست آمد. شکل ۲، ۳ و ۴ به‌ترتیب نحوه پراکنش پایه‌های گیاهی در مکان مرتعی مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

طی آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش در منطقهٔ معرف مورد مطالعه، با توجه به نمودار شکل ۲ (نمودار ب) می‌توان اظهار داشت که با احتمال ۵۰ درصد در فاصله ۷۹/۱ سانتی‌متری اطراف هر پایه *N. glomerulosa* با درنظر گرفتن فواصل مختلف، احتمال حضور پایه‌های گیاهی بیشتر می‌شود که به‌صورت متوسط در ۵۰ درصد موارد در شعاع ۷۹ سانتی‌متری اطراف هر پایه *N. glomerulosa* یک گیاه مشاهده گردیده است.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.17.4.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.17.37]

جدول ۲. نتایج آنالیز مکانی الگوی پراکنش پایه‌های گیاهی در آنالیز نقطه‌ای

گونه گیاهی	۱۰۰مترمربع	۵۰ مترمربع	۲۵ مترمربع
Hertia angustifolia	تصادفی	کپه‌ای	کپه‌ای
Acantophyllum microcephallum	کپه‌ای	کپه‌ای	–
Nepeta glomerulosa	کپه‌ای	کپه‌ای	کپه‌ای

*روش آنالیز نقطه‌ای در مقیاس ۲۵ مترمربع برای گونهٔ *A. microcephalum* به‌علت کم بودن پایه‌های گیاهی در تجزیه و تحلیل وارد نشد.

پراکنش پایه‌های گیاهی *A. microcephalum* در دستگاه مختصات قابل مشاهده می‌باشد (شکل۳). با توجه به نمودار شکل ۳ می‌توان بیان نمود که با احتمال ۵۰ درصد در فاصله ۲۵۱/۸ سانتی‌متری اطراف هر پایه *A. microcephalum* یک گیاه مشاهده شده است (شکل ۳ نمودار ب). با درنظر گرفتن فواصل مختلف که در شکل۳ آمده است، به‌صورت متوسط در ۵۰ درصد موارد در ۲۵۱ سانتی‌متری *A. microcephalum* یک گیاه مشاهده گردیده است.

با درنظر گرفتن فواصل مختلف که در شکل ۴ آمده است، احتمال حضور پایه‌های گیاهی بیشتر می‌شود که به‌صورت متوسط در ۵۰ درصد موارد در شعاع ۱۳۰ سانتی‌متری اطراف هر پایه *H. angustifolia* یک گیاه مشاهده گردیده که نشان‌دهندهٔ الگوی پراکنش تصادفی پایه‌های گیاهی مورد مطالعه است. حداقل فاصلهٔ استقرار شش پایهٔ گیاهی در اطراف هم به اندازهٔ ۱۰ متر می‌باشد، به‌عبارت دیگر حداقل در شعاع ۵ متری هرپایهٔ گیاهی می‌توان تا ۶ پایهٔ گیاهی دیگر را یافت (شکل ۴ الف).

تعیین الگوی پراکنش با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای الگوی پراکنش

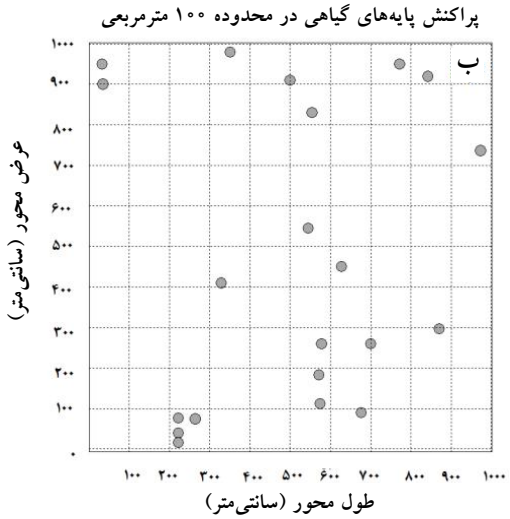
با توجه به فرمول‌های مربوط به هر یک ازشاخص‌ها، مقدار عددی تعیین و الگوی پراکنش مربوط به هر یک از گونه‌های مورد بررسی به‌دست آمد (جدول ۳).

بحث و نتیجه‌گیری

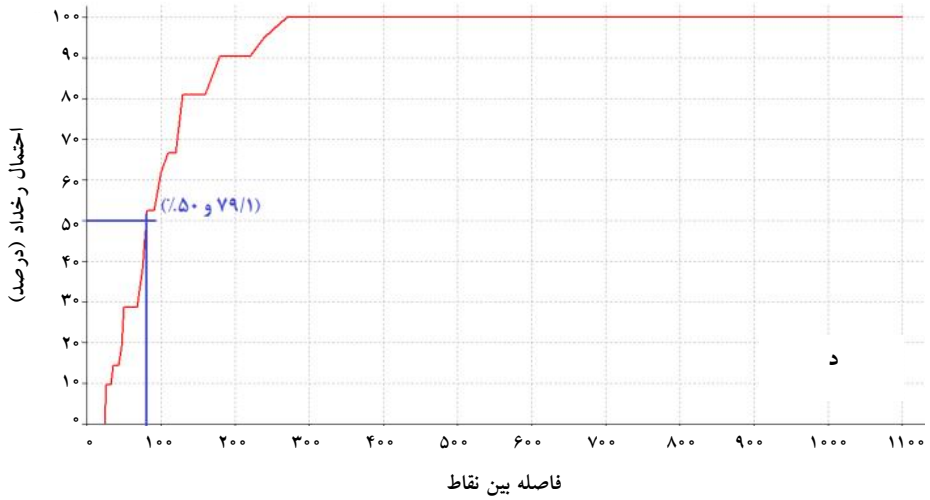
براساس نتایج مطالعه حاضر، پایه‌های گیاه *A. microcephalum* در منطقه دارای پایه‌های گیاهان با فاصلهٔ نسبتاً زیادی (حدود ۲/۵ متر) از یکدیگر قرار دارند. الگوی پراکنش این گونه تصادفی با گرایش به حالت کپه‌ای براساس شاخص‌های فاصله‌ای و پراکنش کپه‌ای براساس آنالیز نقطه‌ای می‌باشد. بدین شکل که لکه‌های کوچک *A. microcephalum* به‌خوبی نمایان و قابل تشخیص هستند. شاخص‌های مربعT، جانسون و زیمر، ابرهارت، هولگیت و هینز کپه‌ای بودن پراکنش بوته‌ها را نشان داده و شاخص هاپکینز پراکنش تصادفی پایه‌های گیاهی را نشان داده است. به‌طور کلی ماهیت پراکنش بوته‌های *A. microcephalum* به‌دلیل شرایط ادافیکی و مورفولوژیکی و محیطی بدین صورت است که بوته‌ها در بعضی قسمت‌ها به‌صورت جفتی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و لکه‌های کوچکی را ایجاد می‌نمایند. تأثیر گیاهان برروی یکدیگر در نتیجه رقابت برای کسب رطوبت از عوامل دیگر ایجاد پراکنش یکنواخت در جوامع کم‌تراکم است. موسایی و بصیری (۷) و جهانتاب و همکاران (۳) به نتایج مشابهی درمورد الگوی پراکنش گونهٔ درمنه دشتی دست یافتند. الگوی پراکنش گیاه *N. glomerulosa* گرایش بیشتری به‌سمت پراکنش کپه‌ای دارد. به‌طوری که شاخص‌های مربعT، جانسون و زیمر، ابرهارت و هینز شدت کپه‌ای بودن را بیشتر نشان داده و شاخص هولگیت و هاپکینز پراکنش تصادفی به‌سمت کپه‌ای گونه و گرایش کم به سمت کپه‌ای را نشان می‌دهد (جدول ۳). هم‌چنین نتایج حاصل از آنالیز نقطه‌ای نشان‌دهنده الگوی پراکنش کپه‌ای می‌باشد. به‌دلیل شرایط ادافیکی و مورفولوژیکی و محیطی، بوته‌ها در بعضی قسمت‌ها به‌صورت دوتایی، سه تایی و

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.17.4.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.17.37]





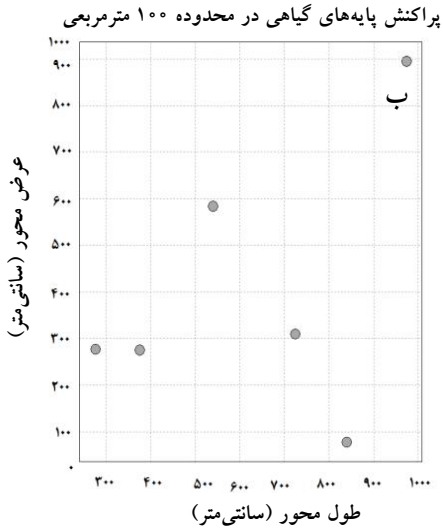


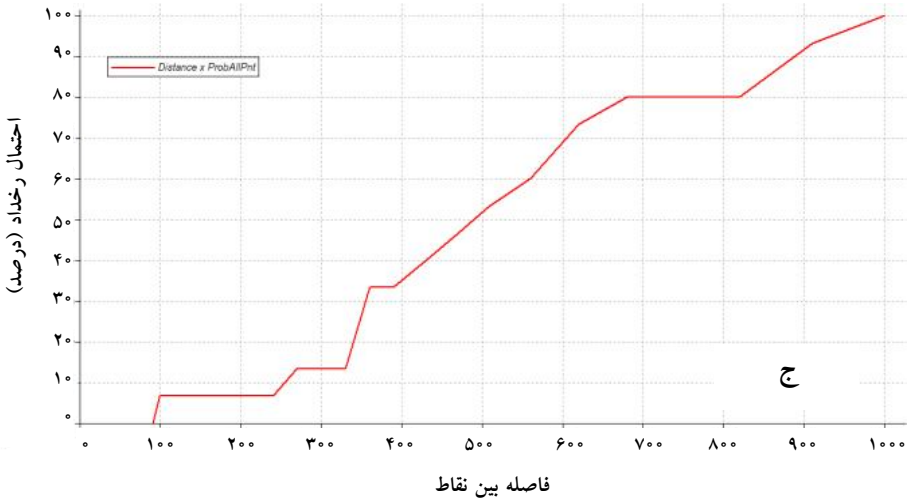


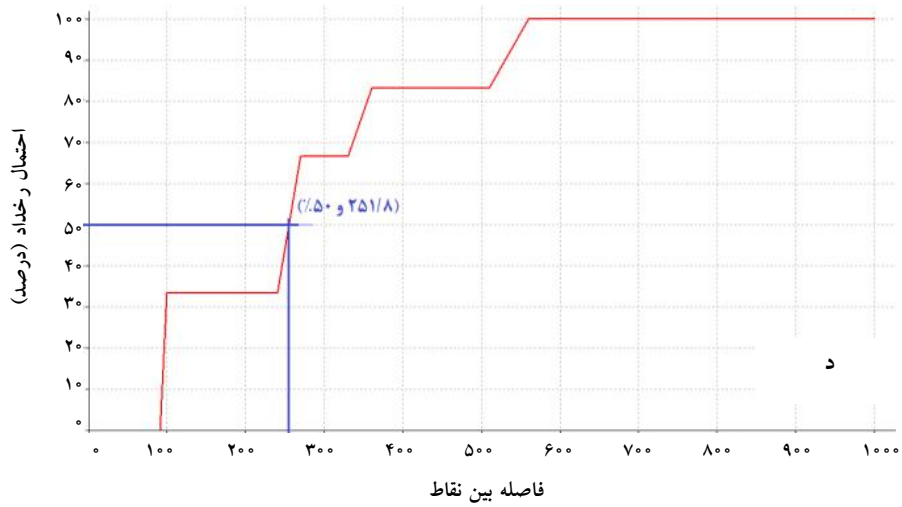
شکل ۲. الف) تصویر گونه *N. glomerulosa* ، ب) نقشه خروجی پراکنش مکانی پایه‌های این گونه طی انالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش در منطقه مطالعاتی، نمودار خروجی آنالیز مکانی الگوی پراکنش پایه‌ها، ج) با درنظر گرفتن احتمال تجمعی حضور پایه‌های گیاهی تا ششمین همسایه و د) براساس روش نزدیکترین همسایه (احتمال حضور یک پایه در فاصله مشخص از پایه‌های دیگر)

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.17.4.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.17.37]



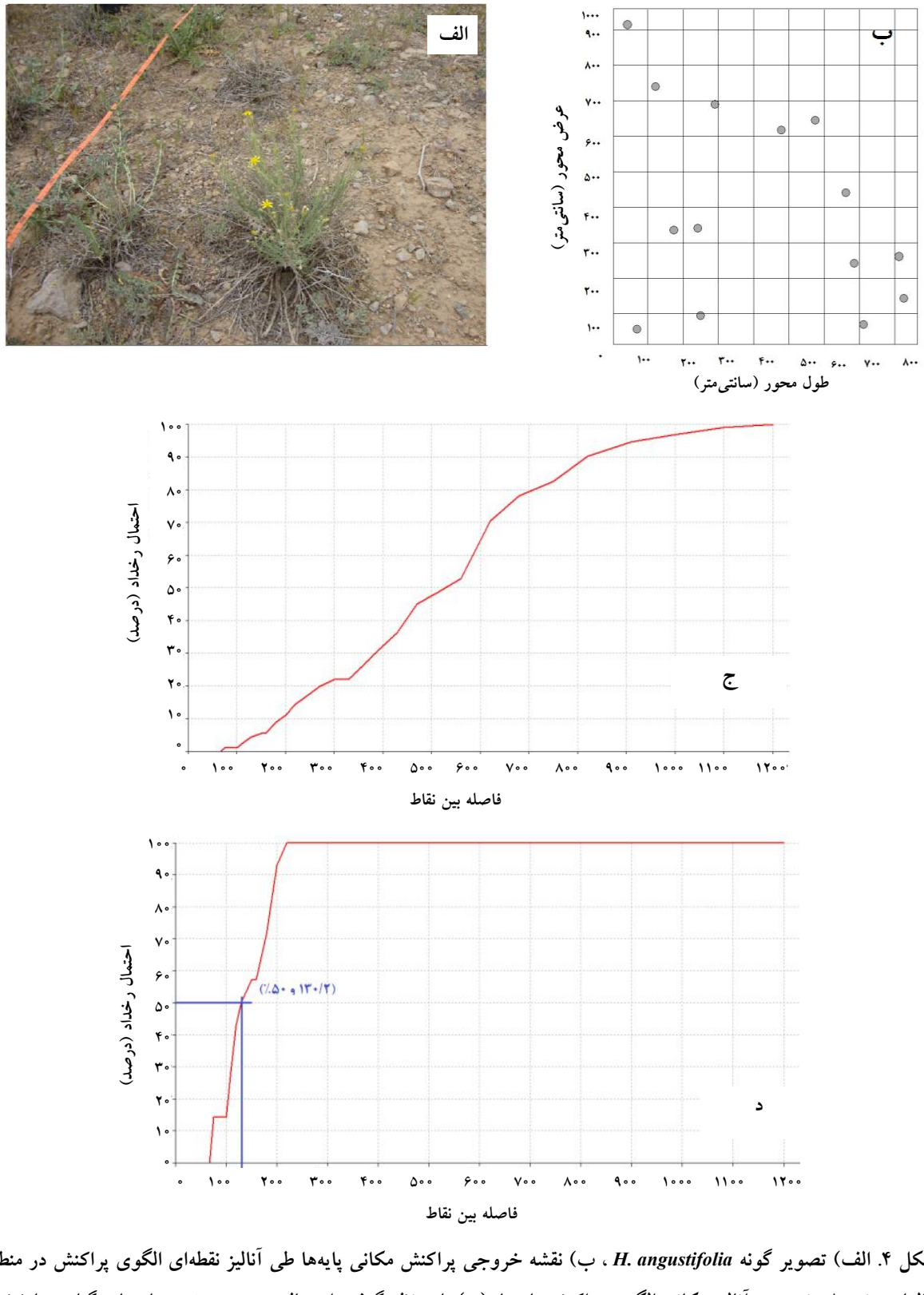






شکل ۳. الف) تصویر گونه *A. microcephalum* ، ب) نقشه خروجی پراکنش مکانی پایه‌های گونه، نمودار خروجی آنالیز مکانی الگوی پراکنش پایه‌ها، ج) با درنظر گرفتن احتمال تجمعی حضور پایه‌های گیاهی تا ششمین همسایه و د) براساس روش نزدیکترین همسایه (احتمال حضور یک پایه درفاصله مشخص از پایه‌های دیگر)

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.17.4.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.17.37]



شکل ۴. الف) تصویر گونه *H. angustifolia* ، ب) نقشه خروجی پراکنش مکانی پایه‌ها طی آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش در منطقه مطالعاتی، نمودار خروجی آنالیز مکانی الگوی پراکنش پایه‌ها، (ج) با درنظر گرفتن احتمال تجمعی حضور پایه‌های گیاهی تا ششمین همسایه و (د) براساس روش نزدیکترین همسایه (احتمال حضور یک پایه در فاصله مشخص از پایه‌های دیگر)

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.17.4.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.17.37]

جدول ۳. شاخص‌های فاصله‌ای محاسبه شده و الگوی پراکنش تعیین شده گونه‌های گیاهی در منطقه مورد مطالعه

	Nepeta glomerulosa		*Hertia angustifolia*		*Acantophyllum microcephallum*	
	مقدارعددی شاخص	الگوی پراکنش	مقدارعددی شاخص	الگوی پراکنش	مقدارعددی شاخص	الگوی پراکنش
مربع تی	۰/۵۶۶	کپه‌ای	۰/۶۰۳	تصادفی به سمت کپه‌ای	۰/۶۱۱	کپه‌ای
جانسون و زیمر	۴/۹۸	کپه‌ای	۴/۰۲۳	کپه‌ای	۳/۱۲	کپه‌ای
ابرهارت	۲/۳۳	کپه‌ای	۱/۶۵	تصادفی به سمت کپه‌ای	۱/۸	کپه‌ای
هاپکینز	۰/۶	تصادفی به سمت کپه‌ای	۰/۴۴	تصادفی	۰/۴۲	تصادفی
هولگیت	۰/۰۱۶۵	تصادفی به سمت کپه‌ای	۰/۰۰۷۶	تصادفی	۰/۰۴۹	تصادفی به سمت کپه‌ای
هینز	۲/۱۷	کپه‌ای	۱/۷	تصادفی به سمت کپه‌ای	۲/۲۷	کپه‌ای

چهارتایی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و الگوی کپه‌ای را ایجاد می‌نمایند.

نتایج حاصل از آنالیز نقطه‌ای نشان داد توزیع گونه‌های *H. angustifolia* از الگوی تصادفی تبعیت می‌کند. در این الگو هر فرد به‌طور مستقل و تأثیرناپذیر از سایر اعضا است و حضور یک پایه در حضور و عدم حضور سایر پایه‌ها دخالتی ندارد. این الگو بر تشابه محیطی و الگوهای رفتاری غیرانتخابی دلالت دارد (۴). نتایج حاصل از شاخص‌های فاصله‌ای هولگیت و هاپکینز نیز نشان‌دهندهٔ الگوی پراکنش تصادفی گونه است. به‌طور کلی یکی از دلایل پراکنش کپه‌ای این گیاهان مکانیسم پراکنش بذر این گیاهان است. در گونه *N. glomerulosa* و گونه *A. microcephalum* بذرها از نوع فندقه هستند و در یک فاصله‌ای مشخص از پایه مادری پراکنده می‌شوند ولی در گونه *H. angustifolia* بذر فندقهٔ تاجدار است و به‌دلیل تاج و پرزهای پر مانند برروی بذر، مکانیسم پراکنش و فاصله پراکنش آن با دو گونه دیگر فرق دارد. در این مورد مقالات و مطالبی زیادی وجود دارد به‌خصوص در مورد رابطه بین شکل و اندازه بذر با الگوی پراکنش و مکانیسم پراکنش گیاهان که از مهمترین آنها می‌توان به مطالعهٔ ویلسون و تراوست اشاره نمود (۲۲). در رویشگاه مورد مطالعه به‌دلیل شرایط محیطی و اکولوژیک حاکم، در بعضی از قسمت‌ها پایه‌های گیاه به‌صورت جفتی، سه‌تایی و یا حتی چهار تایی دیده شده و حالت کپه‌ای را به‌وجود می‌آورد. در این رویشگاه شاخص‌های پراکنشی که فقط براساس اندازه‌گیری فواصل نقطه تا نزدیک‌ترین فرد است (ابرهارت و جانسون و زیمر) این حالت کپه‌ای را نشان می‌دهند. در عوض شاخص‌هایی که براساس اندازه‌گیری دو فاصله نقطه تا نزدیک‌ترین فرد و فرد تا نزدیک‌ترین همسایه می‌باشند (هاپکینز) الگوی پراکنش این گونه را تصادفی نشان می‌دهند. در بررسی 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 به این نتیجه رسید که نتایج به واقعیت نزدیک‌تر است (۲ و ۶). آنالیزهای نقطه‌ای الگوی پراکنش علاوه بر سرعت برداشت داده‌های صحرایی، به‌دلیل اینکه تک‌تک گیاهان موجود طبق روش‌های مختلف مورد آنالیز و بررسی قرار می‌گیرند، نتیجه نهایی به واقعیت نزدیک‌تر است و بر همین اساس در این مطالعه آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش به‌عنوان روش شاهد درنظر گرفته شد (۹ و ۲۱). بارانیان و همکاران (۲) و مرادی و همکاران (۶) الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی *Astragalus verus* و *Bromus tomentelus* را با استفاده از آنالیز نقطه‌ای در مراتع غربی استان اصفهان، الگوی تصادفی تشخیص دادند و استفاده از روش آنالیز نقطه‌ای را به‌عنوان روشی سریع توصیه نمودند که نتایج این مطالعه نیز تأیید کننده مطالعات فوق است و روش آنالیز نقطه‌ای روشی با کارایی و نتایج قابل قبول می‌باشد. هم‌چنین با توجه به همخوانی نتایج حاصل از شاخص‌های فاصله‌ای و آنالیز نقطه‌ای می‌توان بیان نمود که آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش را به‌عنوان روش سریع‌تر برای دستیابی به الگوی پراکنش معرفی کرد (۲۱). در تائید مطالعه

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.17.4.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.17.37]

حاضر راجع به سرعت بالای روش آنالیز نقطه‌ای، روسی با مدل‌سازی الگوی پراکنش گیاهان به همراه بررسی چگونگی برداشت داده از طبیعت به تفسیر الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی پرداخت و آنالیز نقطه‌ای را روشی دقیق و سریع دانست (۱۹). براساس نتایج این مطالعه، متوسط فاصله استقرار پایه‌های گونه گیاهی *A. microcephalum* طی آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش، با احتمال ۵۰ درصد در فاصله ۲۵۱ سانتی‌متری، در مورد گونهٔ *N.glomerulosa* در شعاع ۷۹ سانتی‌متری و در مورد گونهٔ *H. angustifolia* در فاصله ۱۳۰/۲ سانتی‌متری اطراف هر پایه است و احتمال حضور پایه‌های گیاهی بیشتر می‌شود. به‌عبارتی فاصله متوسط پایه‌های گیاهان بوته‌ای *H. angustifolia* در این منطقه ۱/۶ برابر گیاه *N. glomerulosa* است و در مورد گونهٔ *A. microcephalum* و *N. glomerulosa* این عدد برابر ۳/۱ است. آگاهی از متوسط فاصله استقرار گیاهان نسبت به هم می‌تواند به‌عنوان الگویی برای تعیین فاصله کشت مورد استفاده قرار گیرد (۴). هر سه گونه ذکر شده از لحاظ حفاظت خاک فوق العاده با ارزشند ضمن اینکه هر سه گونه ارزش دارویی دارند به‌خصوص دو گونه چوبک و پونه و در استفاده چند منظوره از مرتع این گونه‌ها ارزش دوچندانی پیدا می‌کنند. ضمن اینکه گل‌های این گیاهان مورد توجه زنبورعسل می‌باشند. ارزش تعیین الگوی پراکنش گونه‌هایی نظیر *H. angustifolia* در مطالعات آنالیز و ارزیابی مرتع، اصلاح و احیای مراتع و هم‌چنین تعیین استراتژی‌های صحیح نمونه‌برداری می‌باشد. مقیاس انجام مطالعات در تعیین الگوی پراکنش بسیار مؤثر است، بدین معنا که اگر مطالعه در سطح کوچکی انجام گیرد می‌توان به یک نوع الگوی پراکنش (به‌طور مثال تصادفی) دست یافت، در صورتی‌که در سطح بزرگ‌تر الگوی پراکنش می‌تواند تغییر کند، مثلاً به‌سمت یکی از الگوهای غیر تصادفی نزدیک شود (۹). به این منظور برای بررسی اثر تغییر مقیاس بر الگوی پراکنش، سطوح کوچکتر از ۱۰۰ مترمربع مورد بررسی قرار گرفت که هم در سطح ۲۵ مترمربع و هم در سطح ۵۰ مترمربع الگوی پراکنش کپه‌ای را برای هر سه گونه نشان داد. در پایان با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق می‌توان بیان کرد که تعیین الگوی مکانی پوشش گیاهی در منطقه، در تعیین روش نمونه‌برداری به‌خصوص در تعیین سطوح قطعات نمونه، نوع برنامه‌ریزی برای مدیریت، حفاظت از تنوع زیستی و مطالعه سیر تکاملی این گونه‌ها، تفسیرهای بوم‌شناسی و تعیین فاصله کاشت دارای اهمیت است. به‌طور کلی، کاربرد الگوی پراکنش برای برنامه‌های اصلاح و احیای مراتع مفید است، اما در عین حال باید توجه داشت که استفاده از شاخص‌های مختلف تعیین الگوی پراکنش، می‌تواند منجربه نتایج متفاوت و گاه غیرواقعی شود. بنابراین، استفاده از شاخص‌های مناسب بسیار حائز اهمیت است (۴).

منابع مورد استفاده

۱. ابراهیمی، س. و ح. پوربابایی. ۱۳۹۲. تأثیر حفاظت بر الگوی پراکنش مکانی درختان غالب در جوامع راش مطالعه موردی: ماسال، گیلان. *اکولوژی کاربردی* ۲(۴): ۲۳-۱۳.

۲. بارانیان، ا.، م. بصیری، ح. بشری و م. ترکش.۱۳۹۰. بررسی الگوی پراکنش پایه‌های گیاهی با استفاده از روش‌های آنالیز نقطه‌ای، شاخص‌های کوادراتی و فاصله‌ای (مطالعه موردی: منطقه فریدن اصفهان). *مجله مرتع* ۵ (۳): ۲۶۹-۲۵۸.

۳. جهانتاب، ا.، آ. قاسمی یاسر، ع. سپهری، ب. حنفی و ع. یزدان‌پناه. ۱۳۹۱. تعیین الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی غالب مراتع کوهستانی زاگرس مرکزی. *فصلنامهٔ علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران* ۱۹(۳): ۴۸۹-۴۸۲.

۴. زارع چاهوکی، م.، ج. ایمانی و ح. ارزانی.۱۳۹۱. مقایسه کارایی شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی در تعیین الگوی پراکنش سه گونه مرتعی *Festuca ovina*، *Prangos ferulacea* و *Bromus tomentellus* . *فصلنامه پژوهش‌های آبخیزداری* ۹۵: ۷۱-۶۵.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.17.4.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.17.37]

۵. صفری، ا.، ن. شعبانیان، ی. عرفانی فرد، ر. حیدری و م. پوررضا. ۱۳۸۹. بررسی الگوی پراکنش مکانی گونهٔ بنه (مطالعهٔ موردی: جنگل‌های باینگان استان کرمانشاه). *مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران* ۲(۲): ۱۸۵-۱۷۷.

۶. مرادی، ر.، م. ترکش، م. وهابی و م. بصیری.۱۳۹۲. بررسی الگوی پراکنش دو گونه مرتعی *Astragalus verus* و *Bromus tomentellus* با شاخص‌های فاصله‌ای، کوادراتی و روش آنالیز نقطه‌ای در مراتع فریدون شهر استان اصفهان. *مرتع* ۷(۳): ۲۶۱-۲۴۸.

۷. موسایی سنجره‌ای، م. و م. بصیری.۱۳۸۶. مقایسه کارایی شاخص‌های تعیین الگوی پراکنش در درمنه‌زارهای استان یزد. *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی علوم آب و خاک* ۱۱(۴۰): ۴۹۵-۴۸۳.

8. Dale, M. R. T. 1998. Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology, Cambridge University Press, 326 p.
9. Elith, J. and J. R. Leathwick. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology. Evolution and Systematics* 40:677-697.
10. Getzin, S. 2006. Spatial patterns and competition of tree species in a Douglas-fir chronosequence on Vancouver Island. *Ecography* 29:671-682.
11. Jayaraman, K. 1999. A Statistical Manual for Forestry Research, FORSPA- FAO Publication, 231 pp.
12. Johnson, R. B. and W. J. Zimmer. 1985. A more powerful test for dispersion using distance measurements. *Ecology* 66: 1084-1085
13. Krebs, C. J. 1999. Ecological Methodology. 2nd Edition, Adisson-Welsey Educational Publisher, Inc, Benjamin/Cummings, 620 p.
14. Ludwing, J. A. and J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. Wiely-Interscience Publisher, USA, 337 p.
15. Maesture, F. T., A. Escudero, I. Martinez, C. Guerro and A. Rubio. 2005. Does spatial pattern matter to ecosystem functioning? Insight from biological soil crusts. *Functional Ecology* 19: 566-753.
16. Malhado, A. C. and J. M. Petrere. 2004. Behavior of dispersion indices in pattern. detection of a population of Angico, *Andenathera peregrine*. Barz. *Journal of Biology* 64 (2):243-249.
17. McMurry, M. A. 2000. Population dispersion pattern in Ash juniper. *Journal of Biology* 34:208-212.
18. Miller, T. F., D. J. Mladenoff and M. K. Clayton. 2002. Old growth northern hardwood forests: Spatial Oikos. Vancouver Island. *Ecography* 29:671-682.
19. Rossi, R. E. 1992. Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. *Ecological Monographs* 62:277-314.
20. User guide of ILWIS software. 2007. ITC (Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation). http://www.itc.nl/Pub/Home/Research/Research_output /ILWIS.Remote_Sensing_and_GIS_software.html
21. Wigand, T. and K. A. Moloney. 2004. Rings, circles and null-models for point pattern analysis in ecology. *Oikos* 104(2): 209-229.
22. Wilson, M. and A. Traveset. 2002. The ecology of regeneration in plant communities. 2nd. Edition. M. Fenner (ed.). CAB International, Wallingford, UK. pp. 85-110.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.17.4.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.17.37]