بررسی الگوی پراکنش پایه‌های گیاهی با استفاده از روش‌های آنالیز نقطه‌ای، شاخص‌های کوادراتی و فاصله‌ای (مطالعه موردی: منطقه فریدن اصفهان)

افتخار بارانیان[۱*]، مهدی بصیری[۲]، حسین بشری[۳] و مصطفی ترکش[۳]

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۲۰ – تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۱۰

چکیده

الگوی پراکنش گیاهان در چگونگی اندازه‌گیری صفات پوشش گیاهی نظیر تراکم، فرکانس و... مؤثر می‌باشد. این تحقیق با هدف یافتن دقیق‌ترین و ساده‌ترین روش برای تعیین الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی در تیپ گیاهی *Bromus tomentellus* *Astragalus verus* در مراتع فریدن اصفهان انجام شد. ابتدا چهار مکان مرتعی تعیین و در هر کدام منطقه معرف به وسعت ۵۰ مترمربع (۱۰×۵ متر) نام به‌صورت تصادفی انتخاب شد. سپس تعداد پایه‌های گیاهی چندساله و مختصات مکانی آن‌ها برای هر منطقه معرف مشخص گردید. با استفاده از روش نزدیکترین گیاه و نزدیکترین همسایه، فواصل گیاهان اندازه‌گیری شد. با استقرار کوادرات‌های یک مترمربعی در هر نقطه تصادفی، تعداد پایه‌های گیاهان داخل کوادرات‌ها نیز شمارش شد. الگوی پراکنش بر اساس سه روش آنالیز پراکنش نقطه‌ای، شاخص‌های فاصله‌ای الگوی پراکنش (هاپکینز، پیلو و جانسون و زیمر) و شاخص‌های کوادراتی پراکنش (گرین و موریستا) محاسبه شد. نتایج نشان‌داد که پراکنش گونه‌های گیاهی چندساله موجود در منطقه از نوع الگوی تصادفی بود که ناشی از همگنی محیط و الگوی رفتار انتخابی گیاهان است. به‌دلیل در نظر گرفتن مختصات کلیه پایه‌های گیاهی، روش آنالیز پراکنش نقطه‌ای، نتایج همگن و دقیق‌تری را ارائه داد. با انتخاب اندازه نمونه مناسب و شکل و اندازهٔ کوادرات صحیح، شاخص‌های کوادراتی پراکنش نتایج نزدیک به واقعیتی را ارائه دادند. شاخص هاپکینز نسبت به شاخص‌های پیلو، جانسون و زیمر از دقت بیشتری برخوردارند. بدین معنی که در این تحقیق شاخص‌های فاصله‌ای بر مبنای نزدیکترین همسایه نسبت به شاخص‌های فاصله‌ای بر مبنای نزدیکترین گیاه دقت بیشتری نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: آنالیز مکانی پوشش گیاهی، الگوی پراکنش گیاهان، پراکنش یکنواخت، کپه‌ای و تصادفی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری دانشگاه صنعتی اصفهان
*: نویسنده مسئول: baranian_kabir@yahoo.com
۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان
۳- استادیاران دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

الگوهای پراکنش گیاهان[1] به معنای آرایش فضایی و چگونگی قرار گرفتن پایه‌های یک گونه یا گونه‌های مختلف نسبت به هم در یک منطقه است. الگوی پراکنش یکی از خصوصیات مهم جوامع گیاهی است که بررسی و تعیین آن‌ها در مطالعات اکولوژیکی و برنامه‌های نمونه‌برداری حائز اهمیت فراوانی است و برداشت سایر مؤلفه‌های پوشش گیاهی از جمله تراکم با روش‌های مختلف تحت تأثیر چگونگی الگوی پراکنش آنهاست. به واسطه بررسی الگوی پراکنش گیاهان می‌توان اطلاعات زیادی را در مورد یکنواختی و عدم یکنواختی محیطی، نوع تکثیر و تولید مثل و انتشار گیاهان، رقابت و الگوهای رفتاری گیاهان به‌دست آورد. هدف نهایی از بررسی الگوی‌های پراکنش، ایجاد فرضیه‌هایی در مورد ساختار اکولوژیکی جوامع است (۱ و ۱۶).

سه نوع الگوی پراکنش اصلی شامل الگوهای پراکنش تصادفی[2]، منظم (یکنواخت)[3] و کپه‌ای[4] در جوامع گیاهی مختلف قابل تشخیص است. در پراکنش تصادفی پایه‌های گیاهی مستقل از هم قرار گرفته و حضورشان از یکدیگر متأثّر نیست و بر تشابه (یکنواختی) محیطی[5] یا الگوهای رفتاری غیر انتخابی[6] دلالت دارد. اگر گونه‌ها با فواصل منظم در کنار هم قرار گرفته باشند، نشان‌دهندهٔ الگوی پراکنش یکنواخت است که به‌ندرت در طبیعت دیده می‌شود. در الگوی پراکنش کپه‌ای پایه‌های گیاهی به‌صورت گروه‌های چندتایی در قسمت‌های مساعدتر رویشگاه در کنار هم تجمع می‌یابند که این الگو ممکن است، به‌دلیل رفتار اجتماعی (تمایل در ایجاد گروه)[7]، عدم تجانس محیطی (عدم یکنواختی)[8] و نوع تکثیر و تولید مثل گیاهان باشد (۴، ۱۳ و ۱۵).

روش‌های مختلفی برای کمّی‌کردن و بررسی الگوهای پراکنش گیاهان وجود دارد که با توجه به انتخاب واحد نمونه‌برداری (نقطه تصادفی یا کوادرات)، شاخص‌های متفاوتی برای بررسی الگوهای پراکنش تعریف شده است. شاخص‌های الگوی پراکنش[9] بر اساس واحد نمونه‌برداری متفاوتند. از شاخص‌های کوادراتی (گرین و موریسیتا) زمانی استفاده می‌شود که واحد نمونه‌برداری کوادرات باشد. در صورتی‌که واحد نمونه‌برداری نقطه باشد، از شاخص‌های فاصله‌ای (پیلو، جانسون و زیمر و هاپکینز) بهره گرفته می‌شود. اندازهٔ نمونه، تعداد و سطح پلات در بررسی الگوهای پراکنش نقش مهمی ایفا می‌کند که باید از لحاظ آماری قابل قبول باشد (۱۳).

جانسون و زیمر[10] (۱۹۸۵) بیان کردند به‌دلیل اینکه شاخص‌های جانسون و زیمر مستقل از تراکم است، کارآیی بیشتری از شاخص پیلو دارد. شاخص پیلو نیازمند اندازه‌گیری تراکم واقعی جمعیت می‌باشد و این تراکم باید به‌صورت جداگانه با استفاده از پلات اندازه‌گیری شود.

در بین شاخص‌های تعیین الگوی پراکنش که بر اساس نسبت واریانس به میانگین است، تنها شاخص گرین تعداد کل افراد نمونه را در نظر گرفته و شاخص مهمی برای مقایسه جوامع است. گرین[11] (۱۹۶۶) دریافت که این شاخص همبستگی با میانگین تراکم نداشته و آن را برای بررسی الگوی پراکنش گیاهان و تغییرات در تراکم پیشنهاد کرد. بررسی‌های بعدی نشان داد که اگر الگوی پراکنش کپه‌ای باشد، این نظریه صحیح است، ولی در الگوهای پراکنش تصادفی و یکنواخت شاخص گرین تحت تأثیر تراکم خواهد بود.

گتزین[12] (۲۰۰۶) با مقایسهٔ هشت شاخص فاصله‌ای تعیین الگوی پراکنش نتیجه گرفت که شاخص هاپکینز در تمام الگوهای غیرتصادفی بیش از ۸۰ درصد کارآیی دارد. همچنین عنوان کرد که شاخص پیلو و شاخص‌های فاصله‌ای پراکنش که بر پایه اندازه‌گیری فاصله نقاط تصادفی تا نزدیکترین گیاه و گیاه تا نزدیکترین همسایه‌اش می‌باشند، کارآیی کمتری دارند.

الگوی پراکنش گیاهان در ایجاد فرضیه‌های بوم‌شناسی نقش مؤثری دارد. نوع الگوی پراکنش بسته به نوع گونهٔ گیاهی و مقیاس جغرافیایی تغییر می‌کند (۷ و ۱۳). بر

1 - Spatial Pattern of Plants
2 - Random Distribution
3 - Regular Pattern (Uniform)
4 - Clustered Pattern (Clumped)
5 - Environmental Homogeneity
6 - Nonselective Behavioral Patterns
7 - Gregarious Behavioral
8 - Environmental Heterogeneity
9 - Indices of Dispersion
10 - Johnson & Zimer
11 - Green
12 - Getzin

Archive of SID

www.SID.ir

همین اساس در مطالعه حاضر بررسی پایه‌های گیاهی چندساله به‌صورت گونه به گونه و در مقیاس مشخص و ثابت منطقه معرف انجام شد.

با توجه به اهمیت موضوع الگوی پراکنش پایه‌های گیاهی در مطالعات بوم‌شناسی و به‌ویژه در ارزیابی و نمونه‌برداری مراتع و همچنین به‌دلیل کمبود مطالعات انجام‌شده در ایران، پژوهش حاضر در بخشی از مراتع شهرستان فریدن استان اصفهان طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

خصوصیات منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه جزو مراتع نیمه استپی استان اصفهان، شهرستان فریدن و در محدوده روستای آقاگل در فاصله عرض جغرافیائی "۳۵ ´۲ °۳۳ و "۴۱ ´۶ °۳۳ شمالی و طول جغرافیائی "۱۰ ´۵۷ °۴۹ و "۰۰ ´۰۰ °۵۰ شرقی واقع شده است. مساحت منطقه حدود ۷ کیلومتر مربع و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۲۷۵۰ متر است. بارندگی منطقه بیشتر به شکل برف و با میانگین ۳۰۰ میلی‌متر در سال است.

روش تحقیق

برای مقایسه و تحلیل روش‌های مختلف ارزیابی الگوی پراکنش در منطقه مطالعاتی آقاگل فریدن، چهار مکان مرتعی مشابه به لحاظ شرایط فیزیوگرافی (شیب، جهت، خاک، رطوبت و...) و پوشش گیاهی (گونه غالب، میزان تاج پوشش و...) انتخاب گشد. مکان‌های مرتعی مورد مطالعه دارای گونه‌های غالب *Bromus tomentellus* و *Astragalus verus* با متوسط تاج پوشش ۴۰ درصد است.

در هر مکان مرتعی، منطقهٔ معرف به مساحت ۵۰ مترمربع (ابعاد ۱۰×۵ متر) به‌صورت تصادفی انتخاب شد. در هر منطقهٔ معرف، تمامی گیاهان چندساله شمارش شد و محل هر پایه گیاهی به‌صورت یک نقطه با استفاده از مؤلفه‌های طول X و عرض Y در دستگاه مختصات با در نظر گرفتن نقطه مبدأ به مختصات (۰و۰) در گوشه پایین سمت چپ منطقه معرف مشخص شد، به این ترتیب محل استقرار هر پایه گیاهی نسبت به گیاهان مجاور به‌صورت دقیق در دستگاه مختصات برداشت شد که به‌عنوان داده‌های خام ورودی در نرم‌افزار ILWIS برای انجام آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش استفاده شد. علاوه بر این کلیه گیاهان چندساله موجود شمارش شد و تراکم واقعی گیاهان با استفاده از نسبت تعداد پایه‌های گیاهان موجود به سطح ۵۰ مترمربعی محاسبه شد.

بر اساس رابطهٔ ابرهارت در تعیین اندازهٔ نمونه برای روش‌های فاصله‌ای و طبق محدودیت مقیاس مورد مطالعه، تعداد ۲۰ نقطهٔ تصادفی در این مطالعه کافی است (۱). در هر منطقه معرف مکان مرتعی، به روش سیستماتیک- تصادفی در طول ۵ ترانسکت ۵ متری در امتداد شیب منطقه نمونه‌برداری انجام شد، به‌طوری‌که در طول هر ترانسکت در ۴ نقطه به‌صورت تصادفی اندازه‌گیری‌ها انجام شد. پس از انتخاب نقاط تصادفی، فاصله آنها تا نزدیکترین گیاه و فاصله گیاه مذکور تا نزدیکترین همسایه اندازه‌گیری شد. با استفاده از داده‌های به‌دست آمده، شاخص‌های فاصله‌ای الگوی پراکنش (هاپکینز، پیلو و جانسون وزیمر) محاسبه شد. همچنین در هر نقطه با توجه به پراکندگی و فرم رویشی گیاهان، پلات‌های یک متر مربعی مستقر و تعداد پایه‌های گونه‌ها داخل کوادرات‌ها شمارش شد. با استفاده از این داده‌ها، شاخص‌های کوادراتی پراکنش (گرین و موریستا) محاسبه شد.

روش‌های مورد استفاده در این تحقیق برای بررسی الگوی پراکنش پایه‌های گیاهی به شرح زیر است:

۱- آنالیز الگوی پراکنش نقطه‌ای

مختصات پایه‌های گیاهی برداشت شده از هر منطقه معرف به‌صورت جدولی شامل مختصات طول و عرض جغرافیایی وقوع هر پایه به محیط نرم‌افزار ILWIS فراخوانده شد. سپس نقشه نقطه‌ای پراکنش محل پایه‌های گیاهی تولید شد.

با استفاده از آنالیز الگوی پراکنش نقطه‌ای این نرم‌افزار که بر اساس روش نزدیکترین همسایه است و همچنین میانگین فاصله مؤثر و میزان تجمع نقاط نسبت به یکدیگر پراکنش پایه‌های گیاهی بررسی شد. پس از میانیابی و آنالیز مکانی نقاط در نرم‌افزار، خروجی به سه صورت نقشه، نمودارها و اطلاعات آماری قابل ملاحظه می‌باشد که در هر یک از موارد، می‌توان یکی از الگوهای پراکنش تصادفی، منظم یا کپه‌ای را تشخیص داد، بدین ترتیب که شاخص

Archive of SID

www.SID.ir

آماری پیش‌بینی شده برای حالت تصادفی (CRS)[1] با مقدار مشاهده‌شده[2] مقایسه می‌شود. در صورتی‌که بین مقادیر مشاهده‌شده و مقادیر پیش‌بینی‌شده تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، یعنی پایه‌ها از الگوی پراکنش تصادفی تبعیت می‌کنند و چنانکه مقدار CRS از مقدار مشاهده شده بیشتر بود پراکنش پایه‌ها کپه‌ای و در غیر این صورت پراکنش یکنواخت خواهد بود.

۲- شاخص‌های فاصله‌ای تعیین الگوی پراکنش

۲-۱- شاخص پیلو[3]

این شاخص بر اساس اندازه‌گیری فواصل بین نقاط تصادفی تا نزدیکترین گیاه است:

$$P = \pi D(\frac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N})^2$$

π: عدد ۳/۱۴

$\sum x_i$: مجموع فواصل اندازه‌گیری شده تا نزدیکترین گیاه (برحسب متر)

N: تعداد نقاط

D: تراکم واقعی گیاهان در متر مربع می‌باشد (تراکم واقعی با یک روش دقیق اندازه‌گیری می‌شود).

($p=1$) الگوی پراکنش تصادفی، ($p<1$) پراکنش یکنواخت و ($p>1$) پراکنش کپه‌ای را نشان می‌دهد. در منابع بررسی شده، آزمون آماری برای بررسی معنی‌دار بودن مقدار به‌دست آمده از این شاخص ذکر نشده است (۱۹).

۲-۲- شاخص فاصله‌ای پراکنش جانسون و زیمر[4]

در این روش فاصله هر نقطه تصادفی تا نزدیکترین گیاه اندازه‌گیری می‌شود. سپس شاخص I با استفاده از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

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

d: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیکترین گیاه (بر حسب متر)

n: تعداد نقاط تصادفی

در حالت تصادفی $I=2$، در حالت کپه‌ای $I>2$ (I به طور معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بزرگتر از ۲ است) و در حالت یکنواخت $I<2$ (I به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد کوچکتر از ۲) است.

جانسون و زیمر نشان دادند که در اندازه نمونه متوسط (وقتی N=100) باشد، این شاخص کاملاً به سمت نرمال نزدیک می‌شود و برای آزمون معنی‌دار بودن آن از حالت تصادفی ($I=2$) از مقدار Z استفاده می‌شود (۱۱):

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

N: تعداد نقاط تصادفی

I: شاخص جانسون و زیمر

Z محاسبه‌شده با مقدار Z جدول مقایسه می‌شود، در صورتی‌که Z جدول از Z محاسبه‌شده کوچکتر باشد، اختلاف از حالت تصادفی معنی‌دار است.

۲-۳- شاخص هاپکینز[5]

در این روش ابتدا فاصله هر نقطه تصادفی تا نزدیکترین گیاه و سپس فاصله‌این گیاه تا نزدیکترین گیاه همسایه‌اش اندازه گیری می‌شود و سپس با استفاده از رابطهٔ الگوی پراکنش تعیین می‌شود:

$$H = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i^2}{\sum_{i=1}^{N} x_i^2 + \sum_{i=1}^{N} r_i^2}$$

x_i: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیکترین گیاه (بر حسب متر)

r_i: فاصله نزدیکترین گیاه تا گیاه اول (بر حسب متر)

N: تعداد نقاط

H= ۰/۵ نشان‌دهندهٔ الگوی تصادفی، H=۱ نشان‌دهندهٔ الگوی کپه‌ای و H=0 نشان‌دهنده الگوی یکنواخت است. برای آزمون معنی‌دار بودن شاخص (اختلاف معنی‌دار از حالت تصادفی) از روش زیر استفاده می‌شود:

$$h = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i^2}{\sum_{i=1}^{N} r_i^2}$$

اگر h محاسبه‌شده از $F(\alpha=۰/۰۲۵)$ جدول کوچکتر باشد، پراکنش یکنواخت را نشان می‌دهد. اگر h محاسبه شده از $F(\alpha=۰/۹۷۵)$ جدول بزرگتر باشد، پراکنش کپه‌ای

1 - Complete Randomness Spatial
2 - Observed
3 - Pielou Index of dispersion
4 - Johnson and Zimer Index of dispersion
5 - Hopkines Index of dispersion

Archive of SID

www.SID.ir

است و اگر بین این مقادیر باشد، پراکنش تصادفی است. (۱۲)

۳- شاخص‌های کوادراتی تعیین الگوی پراکنش

۳-۱- شاخص گرین[1]

این شاخص به‌منظور نمایش درجه کپه‌ای بودن مورد استفاده قرار می‌گیرد. گرین[2] (۱۹۹۶) این شاخص را بر اساس نسبت واریانس به میانگین پیشنهاد نمود. این شاخص از تراکم جمعیت و اندازه نمونه مستقل بوده و از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$LI = \frac{\bar{x} + (\frac{s^2}{\bar{x}} - 1)}{\bar{x}}$$

$\bar{x}$: میانگین تعداد افراد در واحدهای نمونه‌برداری (کوادرات‌ها)

s^2 : واریانس تعداد افراد در نمونه

n : تعداد کل افراد در واحدهای نمونه‌برداری (کوادرات‌ها)

در حالت تصادفی $GI=0$ و در حالت ماکزیمم کپه‌ای $GI=1$ می‌باشد و مقادیر منفی $GI\langle 0$ نشان‌دهندهٔ الگوی یکنواخت است (۱۰).

۳-۲- شاخص موریسیتا[2]

موریستا (۱۹۶۲) برای تعیین الگوی پراکنش شاخص زیر را ارائه کرد:

$$Id = n\left[\frac{\sum x_i^2 - N}{N(N-1)}\right] = n\left[\frac{\sum x_i^2 - \sum x_i}{(\sum x_i)^2 - \sum x_i}\right]$$

Id: شاخص پراکنش موریستا

n: اندازه نمونه (تعداد کوادرات)

$\sum x = N$: مجموع تعداد افراد شمارش شده در کوادرات‌ها

$\sum x_i^2$: مجموع مربعات تعداد افراد در کوادرات‌ها

اگر $Id=1$ باشد، پراکنش کاملاً تصادفی است. اگر $Id\langle 1$ باشد، (Id به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بزرگتر از یک باشد) نشان‌دهندهٔ پراکنش کپه‌ای است. اگر $Id\langle 1$ (به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد کوچکتر از یک باشد)، نشان‌دهندهٔ پراکنش یکنواخت است. به‌منظور بررسی معنی‌داری (اختلاف معنی‌دار از حالت تصادفی) از آزمون کای‌اسکوئر استفاده می‌شود:

$$\chi^2 = [\frac{n.\sum x_i^2}{N}] - N$$

یا

$$\chi^2 = Id(\sum x_i - 1) + \sum x_i \qquad (dF = n-1)$$

N: تعداد افراد شمارش‌شده در کوادرات‌ها

n: تعداد کوادرات‌ها

اگر χ^2 بزرگتراز مقدار بحرانی آن در سطح احتمال مورد نظر باشد، اختلاف از حالت تصادفی معنی‌دار خواهد بود (۱۷).

نتایج

۱- تعیین الگوی پراکنش با استفاده از آنالیز نقطه‌ای

پس از آنالیز داده‌های برداشت‌شده از هر مکان مرتعی مورد مطالعه و ورود آنها به نرم‌افزار Ilwis، در نهایت سه سری اطلاعات خروجی به‌دست آمد که همگی تصادفی‌بودن الگوی پراکنش در هر منطقه معرف و تیپ گیاهی مورد مطالعه را نشان دادند.

شکل ۲ بیانگر نحوه پراکنش پایه‌های گیاهان چندساله در مکانهای مرتعی مورد مطالعه است. به‌علاوه در جدول ۱ مقادیر پیش‌بینی‌شده حاصل از آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش گیاهان برای حالت تصادفی[3] و مقدار مشاهده شده برای هر مکان مرتعی[4] ارائه شده است. طی این بررسی در تمامی‌مکان‌های مرتعی مورد مطالعه، الگوی پراکنش حاصل به‌صورت تصادفی بود.

طی آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش پوشش گیاهی در مکان‌های مرتعی مورد مطالعه، با توجه به شکل ۳ می‌توان اظهار داشت که با احتمال ۵۰ درصد در فاصله ۳۰ سانتی‌متری اطراف هر پایه گیاهی، یک گیاه مشاهده شده است. همچنین با در نظر گرفتن فواصل مختلف که در شکل ۴ آمده است، احتمال حضور پایه‌های گیاهی بیشتر می‌شود که به‌صورت متوسط در ۵۰ درصد موارد در شعاع ۳۰ سانتی‌متری اطراف هر پایه گیاهی، یک گیاه مشاهده شد و الگوی پراکنشی تصادفی پایه‌های گیاهی موجود را تأیید کرد.

1 - Green Index of dispersion
2 - Morisita's Index of dispersion
3 - N. CRS
4 - N. Observed

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مقادیر ارائه شده در روش آنالیز مکانی الگوی پراکنش گیاهان برای چهار مکان مرتعی تیپ مورد مطالعه

مکان مرتعی	مقادیر پیش بینی شده برای حالت تصادفی	مقادیر مشاهده شده	الگوی پراکنش
۱	۱۰۶/۹	۱۰۶	تصادفی
۲	۹۳/۸۵	۹۲	تصادفی
۳	۸۰/۸	۸۸	تصادفی
۴	۸۲/۶۶	۸۴	تصادفی

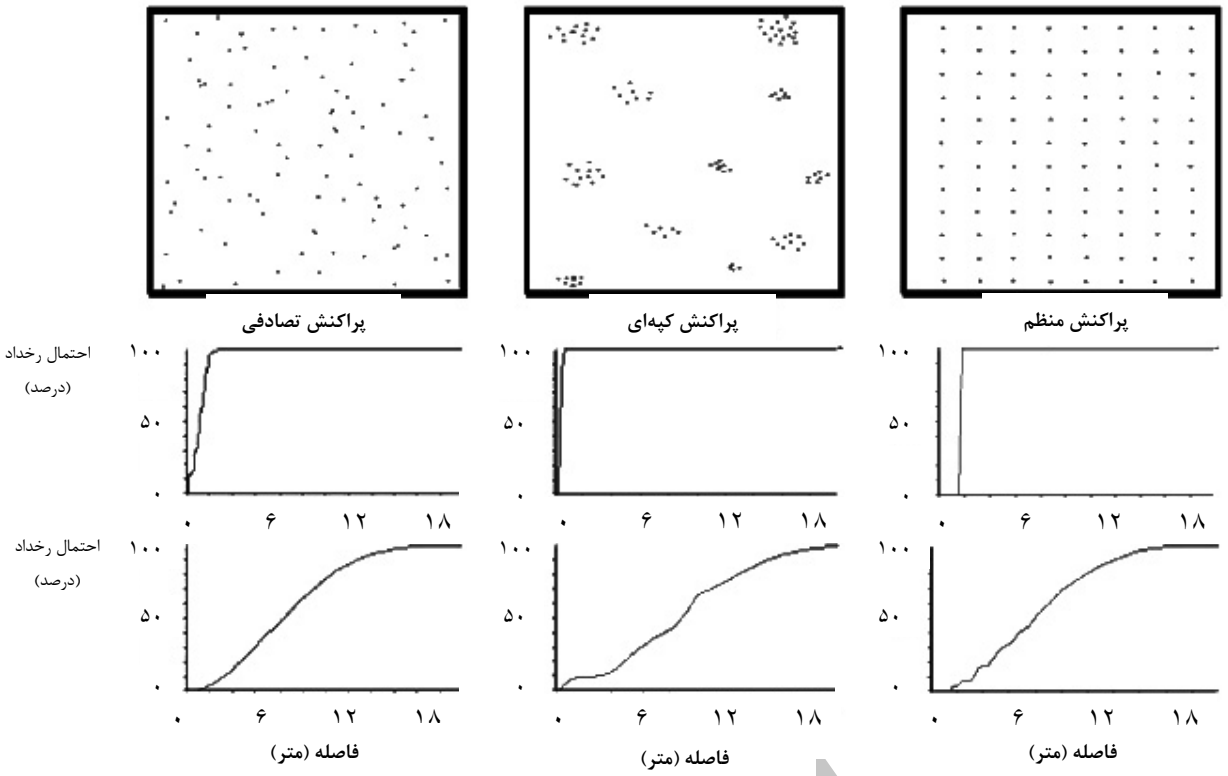
۲- تعیین الگوی پراکنش با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی الگوی پراکنش

مقادیر هر یک از شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی الگوی پراکنش برای تیپ مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است. هم چنین با بررسی مقادیر حاصل از هر یک از شاخص‌ها با مقادیر معیار ذکر شده در روابط، الگوی پراکنش برای مکان‌های مرتعی مورد مطالعه مشخص گردید که در ادامه در جدول ۳ آمده است.

برای منطقه معرف مکان مرتعی ۱، شاخص فاصله‌ای پیلو پراکنش تصادفی و دو شاخص دیگر(جانسون و زیمر و هاپکینز) پراکنش تصادفی تا حدی حالت کپه‌ای را نشان می‌دهند و این در حالی است که شاخص‌های کوادراتی الگوی پراکنش (گرین و موریستا) برای این مکان مرتعی به‌صورت مشابه تصادفی می‌باشند. در منطقه معرف دومین مکان مرتعی تمامی‌شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی، الگوی پراکنش، پراکنش تصادفی را نشان می‌دهند. همان گونه که مشاهده می‌شود در منطقه معرف مکان مرتعی ۳ شاخص‌های فاصله‌ای (پیلو و هاپکینز) پراکنش تصادفی را نشان می‌دهند، این در حالی است که شاخص فاصله‌ای جانسون و زیمر پراکنش تصادفی به سمت یکنواخت را ارائه نموده و به طور مشابه شاخص‌های کوادراتی (گرین و موریستا) برای این مکان مرتعی الگوی پراکنش را به صورت تصادفی مشخص ساخت. طی بررسی‌های انجام شده در منطقه معرف چهارمین مکان مرتعی، شاخص‌های فاصله‌ای (پیلو و هاپکینز) پراکنش تصادفی به سمت یکنواخت را بیان داشته و شاخص فاصله‌ای جانسون و زیمر پراکنش تصادفی به سمت کپه‌ای را نشان می‌دهد، هم چنین شاخص‌های کوادراتی الگوی پراکنش (گرین و موریستا) برای این مکان مرتعی به‌صورت تصادفی می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- انواع الگوهای پراکنش و نمودارهای مربوطه در آنالیز نقطه‌ای پراکنش پوشش گیاهی*

* برای هر الگوی پراکنش نمودار ردیف اول حاصل آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش پایه‌های گیاهی بر اساس روش نزدیکترین همسایه بوده و نمودارهای ردیف دوم حاصل آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش پایه‌های گیاهی با در نظر گرفتن کل گیاهان موجود است که نمودارهای خروجی در مناطق مورد مطالعه با آن‌ها مقایسه گردیده و الگوی پراکنش به دست می‌آید.

جدول۲- مقادیر مشاهده شدهٔ شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی در تعیین الگوی پراکنش در تیپ مورد مطالعه

مکان مرتعی	شاخص‌های فاصله‌ای الگوی پراکنش			شاخص‌های کوادراتی	
	پیلو	جانسون و زیمر	هاپکینز	گرین	موریستا
۱	۰/۹۲	۲/۴۶۳*	۰/۵۷۷۱*	-۰/۰۰۲	۰/۹۵۵۷
۲	۰/۹۵۶۴	۱/۸۶۱۶	۰/۴۸۴۱	۰/۰۰۳	۱/۰۵۲۶
۳	۱/۰۷۳۳	۱/۶۶۸۳*	۰/۵۲۶۱	۰/۰۰۴۱	۱/۰۷۴۴
۴	۰/۵۵۴۱*	۱/۳۳۰۹*	۰/۴۰۰۵*	۰/۰۰۲۲	۰/۹۵۸۵

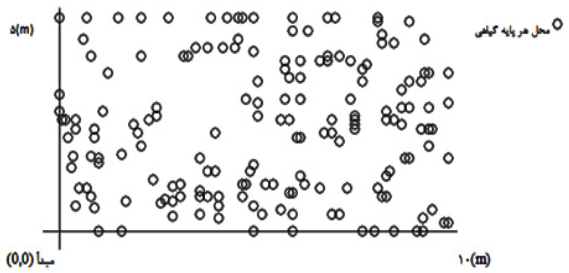
* اختلاف از حالت تصادفی در سطح ۵ درصد معنی دار می‌باشد.

جدول۳- الگوی‌های پراکنش به دست آمده در بررسی شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی در تیپ مورد مطالعه

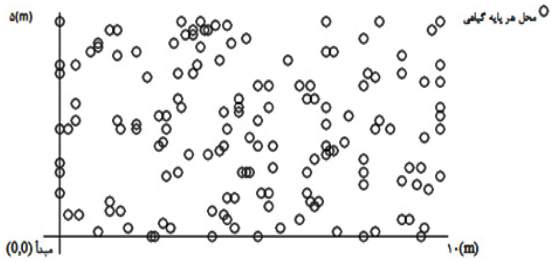
مکان مرتعی	شاخص‌های فاصله‌ای الگوی پراکنش			شاخص‌های کوادراتی	
	پیلو	جانسون و زیمر	هاپکینز	گرین	موریستا
۱	تصادفی	تصادفی به سمت کپه‌ای	تصادفی به سمت کپه‌ای	تصادفی	تصادفی
۲	تصادفی	تصادفی	تصادفی	تصادفی	تصادفی
۳	تصادفی	تصادفی به سمت یکنواخت	تصادفی	تصادفی	تصادفی
۴	تصادفی به سمت یکنواخت	تصادفی به سمت کپه‌ای	تصادفی به سمت یکنواخت	تصادفی	تصادفی

Archive of SID

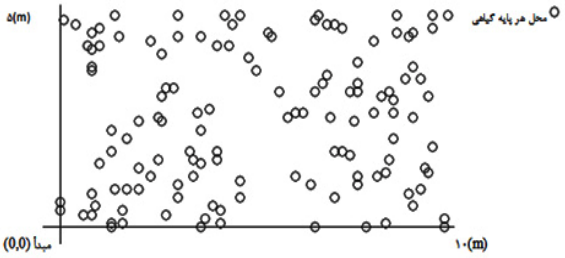
www.SID.ir



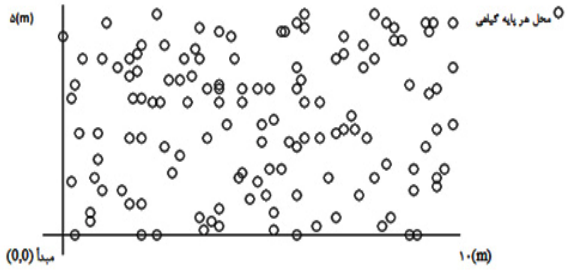
مکان مرتعی ۱



مکان مرتعی ۲



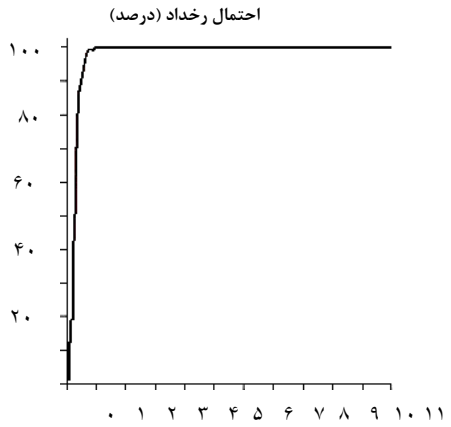
مکان مرتعی ۳



مکان مرتعی ۴

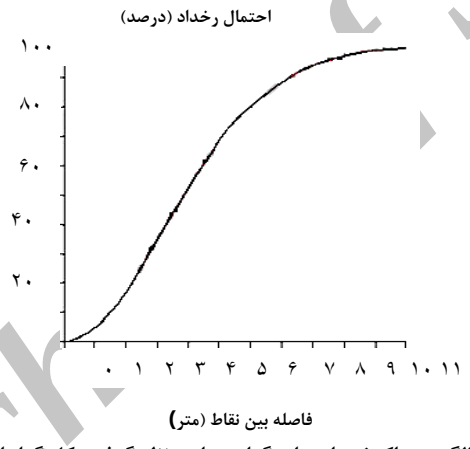
شکل ۲- نقشه خروجی پراکنش مکانی پایه‌های گیاهی طی آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش در تیپ مورد مطالعه

www.SID.ir



شکل ۳- نمودار خروجی آنالیز مکانی الگوی پراکنش پایه‌های گیاهی بر اساس روش نزدیکترین همسایه در تیپ *Astragalus verus*- *Bromus tomentellus* در مکان مرتعی ۱*

* نمودارهای مربوط به کلیه مکان‌های مرتعی با هم مشابه است.



شکل ۴- نمودار خروجی آنالیز مکانی الگوی پراکنش پایه‌های گیاهی با در نظر گرفتن کل گیاهان موجود در تیپ *Astragalus verus* - *Bromus tomentellus* در مکان مرتعی ۱**

** نمودارهای مربوط به کلیه مکان‌های مرتعی با هم مشابه است.

بحث و نتیجه‌گیری

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. 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 مقیاس بزرگتر الگوی پراکنش می‌تواند تغییر کند، برای مثال به سمت یکی از الگوهای غیرتصادفی نزدیک شود (۷).

در آنالیز مکانی الگوی پراکنش به‌صورت نقطه‌ای، ابتدا نیاز است محل دقیق کلیه گیاهان مدنظر در سطح معین برداشت شده و بر اساس موقعیت مکانی پایه‌ها، در دستگاه مختصات بر اساس طول و عرض وارد گردد. به دلیل این که در آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش، تک تک گیاهان موجود طبق روش‌های مختلف مورد آنالیز و بررسی قرار می‌گیرند، نتیجه نهائی به واقعیت نزدیکتر خواهد بود، اما در روش‌های دیگر، ابتدا از جامعه مورد نظر، نمونه‌ای را به‌صورت تصادفی انتخاب نموده و نتایج حاصله به کل جامعه برازش داده می‌شود که از واقعیت کمّی فاصله می‌گیرد. همچنین برای برداشت اطلاعات از منطقه مورد

Archive of SID

www.SID.ir

نظر در روش آنالیز نقطه‌ای نسبت به بقیه روش‌ها زمان کمتری صرف شد. بر همین اساس در این مطالعه آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش به‌عنوان روش شاهد در نظر گرفته شد (۷، ۲۱، ۲۲ و ۲۳)

همان گونه که انتظار می‌رفت به لحاظ شرایط یکسان مکان‌های مرتعی مورد بررسی طی آنالیز نقطه‌ای پوشش گیاهی، الگوی پراکنش برای منطقه معرف تیپ گیاهی به‌صورت پراکنش تصادفی تشخیص داده شد.

آن گروه از شاخص‌های فاصله‌ای که شامل فاصله نقطه تصادفی تا نزدیکترین گیاه و فاصله نزدیکترین گیاه تا دومین گیاه را بررسی می‌کنند (مثل شاخص هاپکینز)، نسبت به شاخص‌هایی که تنها فاصله نقطه تصادفی تا نزدیکترین گیاه را در نظر می‌گیرند، کارآیی بیشتری دارند، زیرا این شاخص‌ها تا شعاع دورتری نسبت به نقطه تصادفی را مدنظر قرار می‌دهند (۴، ۱۰، ۱۳ و ۱۸). در بین شاخص‌های فاصله‌ای، شاخص هاپکینز نتایج مناسب‌تر و نزدیک‌تر به واقعیتی را ارائه کرده است و پس از آن شاخص پیلو در درجه بعدی اهمیت قرار دارد. لازم به ذکر است که شاخص هاپکینز به‌دلیل در نظر گرفتن فواصل تا گیاه دوم و شاخص پیلو به‌دلیل دخیل‌کردن تراکم واقعی پوشش گیاهی در محاسبات، کارآیی مناسبی دارد.

شاخص‌های پراکنش مبتنی بر کوادرات به‌دلیل مشکلات ناشی از تعداد، سطح و شکل کوادرات‌ها، در صورتی که اندازه نمونه به حد کافی بزرگ نباشد، کارآیی لازم را ندارند، ولی در صورتی‌که نمونه بتواند شرایط جامعه را به خوبی نشان دهد و در حد کفایت باشد (به نوعی از لحاظ آماری قابل قبول باشد)، می‌تواند نتایج نزدیکتر به واقعیت را نشان دهد. در حالی که در مناطق با تراکم بسیار کم، تعداد زیادی از کوادرات‌ها خالی از گیاه بوده و الگوی پراکنش به سمت تصادفی بر آورد می‌شود، اما با کاهش تراکم در مناطق بیابانی اگرچه فواصل اندازه‌گیری شده بین گیاهان نسبت به مناطقی که تراکم بیشتری دارند، زیادتر است، ولی به‌دلیل وجود این فواصل بزرگ بین گیاهان، نسبت انحراف معیار به میانگین کاهش و یکنواختی افراد و تشخیص کپه‌های کوچک بیشتر می‌شود (۸، ۹، ۲۰ و ۲۴). در این مطالعه به جهت این که اندازه نمونه در برآورد شاخص‌های کوادراتی، به حد کافی بزرگ و از نظر آماری مورد تأیید بود و شکل و اندازه کوادرات‌ها با توجه به اندازه و فرم رویشی گیاهان انتخاب شد، نتایج حاصل مشابه روش شاهد به‌دست آمد.

در روش آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش با استفاده از نمودارهای خروجی حاصل (شکل‌های ۳ و ۴) می‌توان فاصله متوسط بین پایه‌های گیاهی را تخمین زد. این فاصله می‌تواند به‌عنوان شعاع متوسط در نظر گرفته شود که هر پایه گیاهی در آن محدوده مستقر شده است. بر این اساس تراکم پایه‌های گیاهی موجود قابل برآورد است.

از آنالیز نقطه‌ای الگوی پراکنش نیز می‌توان برای بررسی همبستگی گونه‌ها استفاده کرد که طی آن می‌توان پراکنش مکانی دو گونه را نسبت به هم سنجید و با توجه به الگوی پراکنش آنها بررسی کرد که آیا گونه‌ها از منابع یکسان استفاده می‌نمایند یا با هم همزیستی مثبت دارند (در پراکنش کپه‌ای) یا منابع به‌صورت یکسانی در منطقه پراکنش یافته و رقابت شایانی بین گونه‌ها وجود نداشته و استقرار پایه‌های گیاهی به‌صورت کاملاً انتخابی است (در پراکنش تصادفی). بدین ترتیب این روش در صورتی‌که گونه‌های خاص را مد نظر قرار دهد، می‌تواند به موازات آزمون کای‌اسکوئر برای برآورد میزان همبستگی گونه‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1. Bonham, C.D., 1998. Measurement for terrestrial vegetation. John Wiley & Sons pub., U.S.A. 338p.
2. Borhani, M., M. Basiri & H. Arzani, 2004. Comparison of density estimating methods of *Artemisia sieberi* in step rangelands of Isfahan province. Third conference of range and range management in Iran,: 663-674. (In Persian)
3. Christine, J. & B.C. McCarthy, 2002. Spatial and temporal variability of herbaceous vegetation in an eastern deciduous forest. J. Plant Ecology, 164: 37-48.
4. Fortin, M.J. & M. Dale, 2007. Spatial analysis: A guide for ecologists. Cambridge University Press, 365p.
5. Diggle, P.J., K.Y. Liang & S.L. Zeger, 1995. Analysis of longitude data. Oxford University Press, Inc. New York, 253p.
6. David, F.N. & P.G. Moore, 1954. Notes on contagious distribution in plant population. J. Annals of Botany, 18:47-53.
7. Elith, J. & J.R. Leathwick, 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. Annu. Rev. Evol. Syst, 40:677-697.
8. Focht, T. & V.D. Pillar, 2003. Spatial patterns and relations with site factors in a Campos grassland under grazing. J. Biology, 63:1-9.
9. Getzin, S., 2006. Spatial patterns and competition of tree species in a Douglas-fir chronosequence on Vancouver Island. J. Ecography, 29:671-682.
10. Green, R.H., 1966. Measurement of non-randomness in spatial distributions (Research Population). J. Ecology, 13:1-27.
11. Johnson, R.B. & W.J. Zimmer, 1985. A more powerful test for dispersion using distance measurement. J. Ecology, 66:1084-1085.
12. Cantrell, R.S. & Ch. Cosner, 2003. Spatial ecology via reaction-diffusion equation. John Wiley & Sons pub., U.S.A. 411p.
13. Krebs, Ch.J., 1999. Ecological methodology. Adisson-Welsey Educational Publisher, Inc. 620p.
14. Malhado, A.C.M. & J.M. Petrere, 2004. Behavior of dispersion indices in pattern detection of a population of Angico, *Anadenanthera peregrine* (Leguminosae). J. Biology, 64:243-249.
15. Moghadam, M, R., 2001. Quantitative plant ecology. University of Tehran Press, 285p. (In Persian)
16. Moghadam, M, R., 2005. Ecology of terrestrial plants. University of Tehran Press, 701p. (In Persian)
17. Morisiata, M., 1962. I index: a measure of dispersal of individuals. Res. J. Population ecol., 4:1-7.
18. Mosai Sanjaraii, M. & M. Basiri, 2006. Comparison and evaluation of indices of dispersion pattern of plants on *Artimisia siberi* shrub lands in Yazd provice. Agriculture and natural resources J., 40:483-495. (In Persian)
19. Pielou, E.C., 1959. The use of point to plant distances in the study of the pattern of plant population. J. Ecology, 47:607-613
20. Rossi, R.E., 1992. Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. J. Ecological, 62:277-314.
21. User guid of ILWIS software (Integrated Land and Water Information System), 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
22. Wigand, T. & K.A. Moloney, 2004. Rings, circles and null-models for point pattern analysis in ecology. J. Oikos, 104:209-229.
23. Wigand, T., I. Martinez & A. Huth, 2009. Recruitment in tropical tree species: Revealing complex spatial patterns. E. J. Am. Nat., 174 (4): 000-000.
24. Zareh chahoki, M., 2008. Assessment of quadrate and spatial index for determination of distribution sampling in Yazd provice. Range. J., 2:101-112. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir