پژوهش های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی) شماره ۹۴، بهار ۱۳۹۱

# مقایسه کارایی شاخص های فاصله‌ای و شمارشی در تعیین الگوی پراکنش دو گونه مرتعی *Artemisia sieberi* و *Astragalus ammodendron* در رویشگاه های استان مرکزی

• **زهرا محبی**
دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتع داری دانشگاه تهران
• **محمدعلی زارع چاهوکی** (نویسنده مسئول)
دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
• **علی طویلی**
دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
• **محمد جعفری**
استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
• **الهه فهیمی پور**
دانش آموخته کارشناسی ارشد مراتع داری دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: شهریور ماه ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: آذر ماه ۱۳۸۹
Email: mazare@ut.ac.ir

**چکیده**

**این تحقیق برای مقایسه کارایی شاخص های تعیین الگوی پراکنش دو گونه *Artemisia sieberi* و *Astragalus ammodendron* در رویشگاه های انجدان و شازند استان مرکزی انجام شد. در ناحیه معرف هر رویشگاه نمونه برداری به صورت تصادفی- سیستماتیک در ۴ ترانسکت ۱۰۰ متری صورت گرفت. بدین ترتیب که در امتداد هر ترانسکت، ۲۵ نقطه به صورت تصادفی انتخاب و از این میان، ۱۵ نقطه از ۲۵ مجموع نقطه مذکور اندازه گیری ها انجام شد. شاخص های پراکنش مطالعه شده شامل شاخص های فاصله ای جانسون و زیمر، ابرهارت، پیلو، هاپکینز و هولگیت بودند که برای محاسبه آنها فاصله هر نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه، فاصله گیاه مذکور تا نزدیک ترین همسایه و فاصله نقطه تصادفی تا دومین گیاه نزدیک به آن اندازه گیری شد و شاخص های شمارشی شامل محاسبه واریانس به میانگین، گرین، کپه ای لوید، موریسیتا و موریسیتای استاندارد بودند که برای محاسبه آنها در درون کوادرات های مستقر شده تراکم گونه ها به دست آمد. نتایج نشان داد پراکنش گونه *A. sieberi* از الگوی یکنواخت و توزیع گونه *A. ammodendron* از الگوی تصادفی با گرایش به توزیع کپه ای تبعیت می کند و هر اندازه یک گونه گرایش بیشتری به الگوی پراکنش یکنواخت داشته باشد، همگرایی شاخص های شمارشی و فاصله ای بیشتر می شود اگر چه، شاخص های فاصله ای می توانند با دقت بیشتری الگوی پراکنش یکنواخت را نشان دهند. نتیجه دیگر اینکه، در جوامع دارای الگوی پراکنش کپه ای، شاخص های کوادراتی به خاطر مشکلات ناشی از تعداد، سطح و شکل کوادرات ها کارایی کمتری نسبت به شاخص های فاصله ای دارند و بیشتر گرایش به سمت حالت تصادفی را نشان می دهند. بنابراین از مجموع شاخص های محاسبه‌شده، شاخص های فاصله ای هاپکینز و هولگیت و شاخص های شمارشی موریسیتا و موریسیتای استاندارد، الگوی پراکنش را بهتر نشان دادند.**

**کلمات کلیدی: الگوی پراکنش، شاخص های فاصله ای و شمارشی، *Astragalus ammodendron*، *Artemisia sieberi*، استان مرکزی**

www.SID.ir

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 94 pp: 27-35

**Comparing the efficiency of distance and quadrate indices in determining *Artemisia sieberi* and *Astragalus ammodendron* distribution pattern in Markazi province**

*By: Z. Mohebbi, MSc. Graduate, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran M.A. Zare Chahouki, Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. (Corresponding Author), A. Tavili & M. Jafari, Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. A. Fahimipour, MSc Graduated from Natural Rosources Faculty of Tehran University.*

This research compares the indices efficiency of *Artemisia sieberi* and *Astragalus ammodendron* distribution pattern in Markazi province. In the key area of each site 4 transects (100m) were established based on random- systematic sampling method. Vegetation sampling was performed along each of transects in 15 selected points. Distance indices included Johnson and Zimer, Eberhart, Pielou, Hopkines and Holgate were used in each point. The distance of understudy plants to nearest plant, distance among selected plant and its nearest neighbor, and distance between the point and the second plant was measured. Quadrate indices included Green, Lioyd, Morisita and Standardized Index of Morisita. In all 15 points, density parameter of selected species was estimated. Results showed *A. sieberi* distribution pattern has equally and, *A. ammodendron* has random with a tendency toward clumped pattern. The More was in equality of the species, the more in converging of distance and quadrate indices. However the accuracy of distance methods was more than quadrate methods. Generally, those vegetation types that distributed clumped pattern showed less efficient quadrate indices due to the problems of number, area and shape of quadrates. So, quadrate indices show higher tendency to random pattern.

**Keywords:** Distribution pattern, Distance indices, Quadrate indices, Markazi province, ***Artemisia sieberi, Astragalus ammodendron***

## مقدمه

آثـار متقابل گیاهان بـر یکدیگر و بر محیط را می تـوان تحت عنوان مقوله های متفاوتی بررسـی کـرد. این مقوله ها می تواند شـامل مطالعه: الگـوی پراکنـش گیاهان، تأثیر گیاهـان بر خاک، مقایسـه تراکم گونه ها در واحـد های نمونه بـرداری و رویشـگاه های مختلف، همبسـتگی بین گونـه ها، مباحـث مرتبط با روابط هترتیپیک شـامل همزیسـتی، رقابت، آللوپاتی و غیره باشـد. بررسـی الگوی پراکنش گیاهان در جوامع مختلف، از جملـه زمینه های تحقیقاتی اسـت که می‌توانـد در تعیین روش صحیح بـرآورد تراکم گونه هـای گیاهی در جوامع مؤثر باشـد (Krebs، ۱۹۹۹). Odum (۱۹۸۶) نیـز بیان مـی کند که تجزیه و تحلیـل الگوی پراکنش گیاهـان یکی از مهمتریـن ابزارهای انتخـاب روش‌هـای نمونه‌برداری در مطالعات بوم شناسـی اسـت. به طور کلی الگوی پراکنش گیاهان شـامل تصادفی، کپه‌ای و یکنواخت است (Southwood ۱۹۷۸؛ Pielou، ۱۹۷۷؛ Elliot ۱۹۷۹؛ Matteucci، ۱۹۸۲ و Cloma؛ Odum ۱۹۸۶؛ ۱۹۹۹ Krebs؛ Karralho، ۱۹۹۲؛ Buschini، ۱۹۹۹؛ Petrere، ۱۹۸۵). در الگوی پراکنش تصادفی هر عضو مسـتقل و تأثیرناپذیر از سـایر اعضا است. این الگو بر تشابه محیطی و یا الگوهای رفتاری غیر انتخابی دلالت دارد. در پراکنـش یکنواخت افراد با فواصل منظم در کنار هم قرار گرفته و این الگو نشان‌دهنده تأثیر منفی بین افراد نظیر رقابت در یافتن غذا یا آشیان است. پراکنـش کپه‌ای زمانی اتفاق می‌افتد کـه اکثر یا تمام افراد جمعیت تمایل دارند در قسمت‌های بخصوصی از محیط حضور داشته باشند. به نظر می‌رسد تکثیر غیر جنسـی و بذرریزی فراوان دو عامل اصلی تجمع گیاهان اسـت (Moghadam، ۲۰۰۵). بنابراین این الگوها ناشی از تأثیر عوامل محیطی، رفتار بین گونه‌ای و یا خصوصیات فردی گونه های گیاهی است. Borhani و Arzani (۲۰۰۴)، الگوی پراکنش گونه های گیاهی با پوشش درمنه دشتی را در سه سایت مطالعاتی در منطقه استپی اصفهان با استفاده از شاخص های پیلو و هاپکینز بررسی کردند. نتایج نشان داد الگوی پراکنش درمنه زارها در رویشگاه اول واقع در موته (۱۴۰ کیلومتری شمال اصفهان) با توزیع یکنواخت، اما در رویشگاه دوم واقع در علویجه (۲۰ کیلومتری جنوب شـهر علویجه) با توزیع کپه ای و در رویشـگاه سـوم واقع در شـمال غرب شهر دهق با الگوی توزیع یکنواخت پراکنده شده بودند. Zare chahuki و Tavili (۲۰۰۸)، شـاخص هـای تعیین الگوی پراکنش را در رویشـگاه گونه های *Zygophyllum eurypterum*، *Ephedra strobilceae*، *Haloxylon aphyllum* و *Cornulaca monocantha* بررسـی کردنـد و نتیجـه گرفتنـد که توزیـع گونـه هـای *C. monocantha*، *S. rosmarinus*، *Z. eurypterum*، *H. aphyllum* تابـع الگـوی تصادفـی و توزیع گونـه *E. strobilaceae* تابع الگـوی کپه ای بود و نیز شـاخص های مورد استفاده در بیشتر موارد برای هر گونه گیاهی، یک نوع الگو را نشـان دادند. بنابراین می توان نتیجه گرفت که دقت شـاخص های فاصله ای در مقایسـه با شاخص های شمارشـی بیشتر است. Mussaee sanjare و Basiri (۲۰۰۷)، با مقایسـه کارایی شاخص های تعیین الگوی پراکنش در درمنه زارهای استان یزد (منطقه ندوشن) به این نتیجه رسیدند که از بین شاخص های فاصله ای پراکنش، شاخص جانسون زیمر و از بین شاخص های شمارشی، شاخص موریسیتای استاندارد (در مناطق با پوشش بیش از ۵ درصد) پراکنش کپه های خفیف و تک بوته ها را به خوبی نشان داده اند؛ همچنین از بین شاخص های بررسی شده، شاخص گرین بالاترین

Archive of SID

دقت را داشت و به استثنای این شاخص، دقت شاخص های فاصله ای از شاخص های شمارشی بیشتر بود و در مجموع پراکنش درمنه زارها، بیشتر از الگوی تصادفی با گرایش به سمت یکنواختی تبعیت می نمود. Jannat rostami (۲۰۰۸)، الگوهای پراکنش گونه های *Artemisia sieberi*، *Halocnemum strobiaceum* و *Seidlitzia rosmarinus* را در اطراف دریاچه حوض سلطان قم مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که پراکنش هر سه گونه مذکور از الگوی تصادفی با گرایش به کپه ای تبعیت می کند که بیانگر زادآوری گونه ها هم از طریق جنسی و هم غیرجنسی بوده است. Myers (۱۹۸۷)، دریافت که شاخص گرین با میانگین تراکم همبستگی نداشته و این شاخص را برای بررسی تغییرات الگوهای پراکنش و نیز تغییرات تراکم گیاهان پیشنهاد نمود. بررسی ها نشان داد که اگر الگوی پراکنش کپه ای باشد اصل میریز تأیید شده ولی در الگوهای پراکنش تصادفی و یکنواخت، شاخص گرین تحت تاثیر میانگین تراکم خواهد بود Reynolds and Ludwig, ۱۹۸۸)). Goodall و Perry (۱۹۷۹)، هشت شاخص فاصله ای را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که شاخص هاپکینز در تمام الگوهای پراکنش غیر تصادفی بیشتر از ۸۰ درصد کارایی داشته، البته اعتبار شاخص هاپکینز مربوط به انتخاب تصادفی واقعی افراد برای اندازه گیری فواصل فرد تا نزدیکترین همسایه می باشد. این مطلب شاخص هاپکینز را غیر عملی می سازد، زیرا برای نمونه برداری تصادفی نیاز است که تمام افراد یکایک شمرده و مشخص شود. Pugnaire ، Hass و Ncoll (۱۹۹۷)، الگوهای پراکندگی بوته های کوچک را در زمین های متروک منطقه نیمه خشک جنوب شرق اسپانیا مورد بررسی قرار دادند. همه بوته های *Anthyllis cytisoides* و زیر اشکوب آن *Artemisia barrelieri* الگوی تصادفی یا کپه ای در مقیاس های مختلف داشته و در بوته‌های *A. cytisoides* با کاهش تراکم، الگو از کپه ای شدن به تصادفی تغییر پیدا کرد. Malhado و Peter (۲۰۰۴)، الگوی پراکنش گونه *Anadenanthera peragrina* از طریق شاخص های نسبت واریانس به میانگین (پراکنش)، موریستا، موریستای استاندارد، توزیع دو جمله ای منفی و گرین با استفاده از پلات های مختلف با اندازه های مختلف (۱×۱، ۲×۲ ، ۴×۴ ، ۵×۵، ۱۰×۱۰ ، ۲۰×۲۰ متر مربع) بررسی کردند. و نشان دادند که از بین شاخص های مورد بررسی موریستای استاندارد بهترین شاخص بوده و از اندازه پلات مستقل می باشد. Shaukat و Siddiqui (۲۰۰۴)، ترکیب و الگوی پراکنش علفهای هرز را در یک بانک بذر خاک زراعی پس از برداشت گندم مورد بررسی قرار دادند، سپس به محاسبه شاخص های نسبت واریانس به میانگین، کپه ای لوید، موریسیتا و شاخص I مورانز پرداختند (بانک بذر هم بیشتر شامل غالبیت یکساله‌هایی مانند *Anagallis*، *Amaranthus virdis*، *Convovulus arvenis*، *Canyza Canadensis*، *Chenopodium album*، *arvensis* بود). نتایج نشان داد که اغلب گونه ها (به استثنای ۲ گونه) الگوی کپه ای داشتند و فقط گونه *Amranthus virdis* الگوی تصادفی را از خود نشان داد. درضمن بین بانک بذر و پوشش گیاهی فیتوماس هوایی گیاهان تشابه کیفی وجود داشت که احتمالاً در نتیجه دخالت های متناوب در اراضی زراعی بوده است. Fasheng و Zhang (۲۰۰۶)، الگوهای توزیع درختان صنوبر (Spruse-fir) در شمال شرق ایالات متحده امریکا را با روش های متفاوت آنالیز نقطه ای (مانند نزدیکترین همسایه ،تابع K رایپلی و روابط جفتی) بررسی کردند. نتایج نشان داد که ۲۴پلات (۴۸ درصد) دارای الگوی تصادفی،۱۷ پلات (۳۴ درصد) الگوی منظم و ۹ پلات (۱۸ درصد) دارای الگوی کپه ای بودند. یکی از موارد ضروری مطالعات بوم شناسی و گیاهی، تعیین الگوی پراکنش جوامع است و انتخاب شاخص های مناسب برای نشان دادن و کمی نمودن دقیق الگو های پراکنش یکنواخت، تصادفی و کپه ای گیاهان در جوامع گیاهی مختلف بسیار حائز اهمیت است. بنابراین در این تحقیق ضمن تعیین الگوی پراکنش دو گونه *Artemisia sieberi* و *Astragalus ammodendron* که از گونه های بسیار مقاوم به خشکی، دارای ارزش علوفه ای نسبتاً بالا و ارزش حفاظتی در مناطق خشک و نیمه خشک می باشند، شاخص های مناسب نیز معرفی گردیدند تا با توجه به دانستن الگوی پراکنش هر رویشگاه، اطلاعاتی راجع به تأثیر منفی بین افراد نظیر رقابت برای آب یا مکان، تاثیر فشار چرا بر گونه ها، شناخت گونه ها از نظر رفتار اجتماعی (تمایل در ایجاد گروه) و عدم تجانس (عدم یکنواختی) محیطی و نوع تکثیر و تولید مثل گیاهان به دست آید و نیز بتوان از استراتژی های مناسبی برای تعیین الگوی پراکنش گیاهان و نمونه برداری ها در مناطق مختلف استفاده کرد. از دیگر فواید دانستن الگوی پراکنش گونه های گیاهی انتخاب فواصل کشت گیاهان در برنامه های اصلاح مراتع است.

## مواد و روش ها

### معرفی منطقه انجدان

منطقه مورد مطالعه، به مساحت ۱۰۰۰۰ هکتار در بخش شمالی روستای انجدان، در ۱۵ کیلومتری شهرستان خمین و ۳۵ کیلومتری جنوب شرق شهر اراک قرار گرفته است. این منطقه در موقعیت جغرافیایی ۳۳ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۰۴ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۰۷ دقیقه طول شرقی واقع است. حداکثر ارتفاع از سطح دریا ۲۹۹۵ متر و حداقل ارتفاع آن ۱۷۶۰ متر است. میزان بارندگی منطقه و متوسط درجه حرارت سالیانه در طول دوره آماری ۲۰ ساله (۱۳۸۴-۱۳۶۴)، به ترتیب ۳۲۷ میلی متر و ۱۳/۵ درجه سانتی گراد می باشد. بارش جوی منطقه اغلب به صورت برف و بیشترین مقدار آن متمرکز در ماه های آذر، بهمن و اسفند است. گرم ترین ماه های سال تیر و مرداد و سردترین آنها دی و بهمن می باشد. اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه، نیمه خشک سرد است (Mirdavoudi، ۲۰۰۵). درصد پوشش تاجی کل در این رویشگاه ۳۵ درصد است که از این مقدار سهم گونه *Artemisia sieberi* (درمنه دشتی) ۱۵ درصد، گونه *Stipa barbata* (گیس پیرزن) ۱۰ درصد می باشد.

### معرفی منطقه شازند

وسعت منطقه مورد مطالعه، حدود ۸۵۰۰ هکتار در ۲۰ کیلومتری شمال غرب شهرستان شازند و در فاصله ۳۷ کیلومتری جنوب غربی اراک واقع است و در موقعیت جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۲ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. ارتفاع از سطح دریا در این منطقه ۱۷۰۰ تا ۱۹۵۰ متر می باشد. میزان بارندگی منطقه و متوسط سالیانه درجه حرارت در طول دوره آماری ۱۷ ساله (۱۳۷۵-۱۳۵۸) به‌ترتیب ۵۲۷/۲۲ میلی متر و ۱۴ درجه سانتیگراد

Archive of SID


www.SID.ir

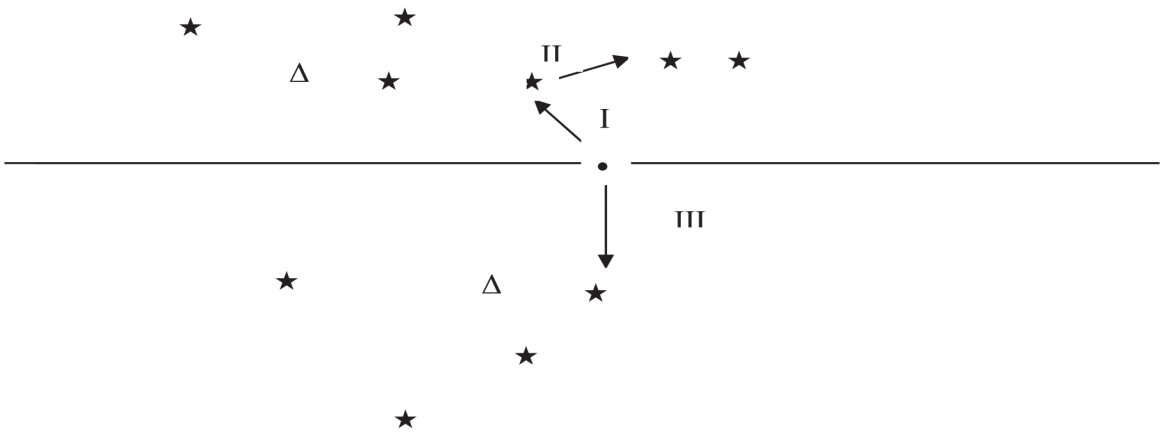
می باشد. گرم ترین ماه های سال تیر و مرداد و سردترین آنها دی و بهمن می باشد. به روش آمبرژه این منطقه در اقلیم نیمه‌خشک سرد و قسمتی هم در اقلیم خشک سرد قرار گرفته است (Shahmansouri، ۱۹۹۸). درصد پوشش گیاهان در این منطقه ۵۰ درصد می باشد که درصد پوشش گونه ها به ترتیب غالبیت، *Astragalus ammodendron* ۲۰ درصد، گونه *Agropyron tauri*، ۱۵درصد، گونه *Bromus tomentellus*، ۱۰ درصد می باشد.

**روش نمونه برداری**

نمونه‌برداری در دو منطقه مورد مطالعه به روش تصادفی-سیستماتیک در امتداد ۴ ترانسکت ۱۰۰ متری انجام شد. برای استقرار تصادفی ترانسکت‌ها ۱۰ نقطه با فاصله ۵۰ متر از هم انتخاب شدند که ۴ نقطه ابتدای ترانسکت ها به طور تصادفی انتخاب و ترانسکت‌ها از این نقاط امتداد یافتند. در امتداد هر ترانسکت استقرار یافته، ۲۵ نقطه به فواصل ۴ متر انتخاب و به طور تصادفی در ۱۵ نقطه از ۲۵ نقطه مذکور اندازه گیری انجام شد. یعنی در مجموع در هر رویشگاه در ۶۰ نقطه و سطح کوادرات اندازه‌گیری‌ها انجام شد. سپس در هر نقطه تصادفی فاصله آن تا نزدیکترین گیاه، فاصله گیاه مذکور تا نزدیکترین همسایه و فاصله نقطه تصادفی تا دومین گیاه نزدیک به آن اندازه‌گیری شد. با استفاده از این اطلاعات شاخص‌های فاصله‌ای تعیین الگوی پراکنش محاسبه گردید (شکل ۱). همچنین کوادرات هایی که سطح آنها متناسب با فرم رویشی گونه‌های گیاهی مورد مطالعه بود، مستقر شده و تعداد پایه‌های گیاهی نیز شمارش گردید و با استفاده از اطلاعات آن شاخص‌های کوادراتی پراکنش محاسبه شد.

## نتایج

جداول ۱ و ۲ الگوی پراکنش گونه‌های مورد مطالعه در دو رویشگاه را نشان می دهند. بر اساس نتایج جدول ۱ رویشگاه انجدان، شاخص های جانسون و زیمر، پیلو (که هر دو بر اساس اندازه گیری فاصله نقطه تصادفی تا نزدیکترین گیاه می باشند) و هولگیت (که بر اساس اندازه گیری نقطه تا نزدیک ترین گیاه و نقطه تا دومین گیاه نزدیک است)، الگوی پراکنش *A. sieberi* را یکنواخت و شاخص هاپکینز، الگوی پراکنش این گونه را تصادفی با گرایش به سمت یکنواخت نشان داد. شاخص ابرهارت (که تنها بر اساس اندازه گیری نقطه تا نزدیکترین فرد بود)، پراکنش این گونه را تصادفی نشان داد. شاخص های شمارشی، شاخص گرین و کپه ای لوید، پراکنش درمنه دشتی را یکنواخت، شاخص واریانس به میانگین و موریسیتا، پراکنش تصادفی و شاخص موریسیتای استاندارد، تصادفی با گرایش به یکنواخت نشان داد. در مجموع مقایسه شاخص‌های فاصله‌ای و شمارشی در مورد گونه *Ar.sieberi* بیانگر وجود الگوی یکنواخت می باشد. با توجه به نتایج جدول ۲، شاخص های فاصله ای ابرهارت، هاپکینز و هولگیت، الگوی پراکنش گونه *A. ammodendron* در منطقه شازند را تصادفی با گرایش به سمت کپه ای نشان می دهند. شاخص های شمارشی واریانس به میانگین، کپه ای لوید، موریسیتا و موریسیتای استاندارد، پراکنش تصادفی گرایش به کپه ای را نشان می دهند. در مجموع توزیع گونه *A. ammodendron* از الگوی تصادفی با گرایش به سمت توزیع کپه ای تبعیت می کند.




I : فاصله نقطه تصادفی تا نزدیکترین گیاه

II : فاصله گیاه مذکور تا نزدیکترین همسایه

III : فاصله نقطه تصادفی تا دومین گیاه نزدیک به آن

★ : **گونه شاخص**

Δ : **گونه همراه**

**شکل ۱- نمایش نمونه برداری از گونه شاخص برای تعیین الگوی پراکنش**


www.SID.ir

| الف) شاخص‌های فاصله‌ای تعیین الگوی پراکنش | |
|---|---|
| ۱- شاخص جانسون و زیمر<br>(Zimer,s Index و Johnson)<br>در این روش فاصله نقاط تصادفی تا نزدیک ترین گیاه انداز گیری شده و بر اساس نمایه روبرو محاسبه می گردد:<br>(Johnson and Zimmer,۱۹۸۵ Ludwig,۱۹۸۸) | $I=(N+1)\frac{\sum_{i=1}^{N}(d_i^2)^2}{\left[\sum_{i=1}^{N}(d_i^2)\right]^2}$<br>d: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیکترین گیاه N: تعداد نقاط تصادفی<br>در حالت تصادفی۲= I<br>در حالت کپه ای۲ I) > I به طور معنی داری در سطح احتمال ۵٪ بزرگتر از ۲ می باشد)<br>در حالت یکنواخت ۲ I ) > I به طور معنی داری در سطح احتمال ۵٪ کوچکتر از ۲ می باشد)<br>برای آزمون معنی دار بودن آن از حالت تصادفی (I=۲) از مقدار Z استفاده می شود:<br>$Z=\frac{I-2}{\sqrt{4(N-1)(N+2)(N+3)}}$<br>در این آزمون N : تعداد نقاط تصادفی می باشد. در صورتی که مقدار Z جدول بزرگتر از مقدار Z محاسبه شده باشد اختلاف معنی دار می باشد. |
| ۲- شاخص ابرهارت<br>(Eberhart Index)<br>در این روش فاصله هر یک از نقاط تا نزدیکترین گیاه اندازه‌گیری می‌شود و میانگین و انحراف معیار فواصل اندازه‌گیری شده محاسبه می گردد (Krebs،۱۹۸۹). | $I_E=(\frac{S}{\overline{X}})^2+1$<br>: میانگین فواصل اندازه‌گیری شده و S: انحراف معیار فواصل<br>IE در جوامع تصادفی۲۷ /۱، در جوامع یکنواخت کمتر از این مقدار و در جوامع کپه‌ای بیشتر از این مقدار است |
| ۳- شاخص پیلو<br>(Pielou,s Index)<br>این شاخص بر پایه اندازه گیری فواصل بین نقاط تصادفی تا نزدیکترین گیاه می باشد (Pielou,۱۹۵۹). | $P=\pi D(\frac{\sum_{i=1}^{N}X_i}{N})^2$<br>۳/۱۴: ، Xi: فواصل اندازه گیری شده نقاط تا نزدیک ترین گیاه، N : تعداد نقاط<br>و D: تراکم واقعی گیاهان در مترمربع<br>P= ۱ ، نشان دهنده الگوی پراکنش تصادفی، P>۱، پراکنش یکنواخت و P<۱ ، پراکنش کپه ای |
| ۴- شاخص هاپکینز<br>(Hopkines index)<br>برای تعیین الگوی پراکنش با استفاده از این شاخص فاصله هر نقطه تصادفی تا نزدیکترین گیاه و سپس فاصله این گیاه تا نزدیکترین گیاه همسایه‌اش اندازه‌گیری می‌شود (Krebs،۱۹۸۹). | که در آن h : مقدار شاخص هاپکینز<br>: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیکترین گیاه<br>: فاصله نزدیکترین گیاه تا گیاه همسایه<br>Hopkins (۱۹۵۴) نشان داد که h از توزیع دو دامنه F (با درجه آزادی n۲) در صورت و مخرج کسر تبعیت می‌کند. مقدار این شاخص از رابطه زیر محاسبه می‌شود.<br>$I_H=\frac{h}{1+h}=\frac{\sum(x_i^2)}{\sum(x_i^2)+\sum(r_i^2)}$<br>Ih =۱ ، نشان‌دهنده الگوی کپه‌ای، Ih=۰ نشان‌دهنده الگوی یکنواخت<br>Ih =۰/۵ نشان‌دهنده الگوی تصادفی |
| ۵- شاخص هولگیت<br>(Holgate index)<br>این شاخص بر پایه اندازه‌گیری فواصل نقطه تصادفی تا نزدیکترین گیاه است. برای تعیین این شاخص ابتدا فاصله هر نقطه تصادفی تا نزدیکترین گیاه (di) اندازه‌گیری شده و سپس فاصله نقطه تا دومین گیاه نزدیک به آن ( ) اندازه‌گیری می‌شود<br>(Mcmurry, ۲۰۰۰). | $A=\frac{\sum\frac{d_i^2}{d_2'}}{n}-0.5$<br>مقدار این شاخص در پراکنش تصادفی برابر صفر، در پراکنش کپه‌ای بزرگتر از صفر (به طور معنی‌دار بزرگتر از صفر در سطح احتمال ۵ درصد) و در پراکنش یکنواخت در سطح احتمال ۵ درصد به طور معنی‌دار کوچکتر از صفر است |


www.SID.ir

| ب) شاخص‌های شمارشی تعیین الگوی پراکنش | |
|---|---|
| ۱- شاخص نسبت واریانس به میانگین (Varianc/ Mean Index)<br>(Krebs,۱۹۸۹;Ludwig,۱۹۸۸) | $D = \frac{S^2}{\bar{X}}$<br>ID: میانگین تعداد افراد در واحدهای نمونه برداری و $S^2$: واریانس تعداد افراد<br>اگر مقدار این شاخص برابر یک باشد پراکنش کاملاً تصادفی، مقدار شاخص برابر صفر پراکنش کاملاً یکنواخت و در حالت ماکزیمم کپه‌ای این شاخص تابعی از n (اندازه نمونه) است. به منظور بررسی معنی دار بودن این شاخص برای حالت تصادفی از آزمون کای اسکور استفاده می شود. |
| ۲- شاخص گرین (Green,s index)<br>این شاخص نشان‌دهندهٔ درجه<br>کپه ای بودن رویشگاه است<br>(Ludwig,۱۹۸۸). | $G = \frac{(\frac{s^2}{\bar{x}}) - 1}{n - 1}$<br>GI: میانگین تعداد افراد در واحد های نمونه‌برداری، $S^2$ : واریانس تعداد افراد و n : تعداد کل افراد در واحد های نمونه برداری در حالت تصادفی GI=۰، در حالت کپه ای، GI =۱ و در حالت یکنواخت GI<۰ است. |
| ۳- شاخص کپه ای لوید<br>(Lioyd,s Index)<br>(Ludwig,۱۹۸۸) | $L = \frac{\bar{x} + (\frac{s^2}{\bar{x}} - 1)}{\bar{x}}$<br>: میانگین تعداد افراد در کوادرات ها و $S^2$ : واریانس آنها<br>LI <۱، نشان دهنده الگوی پراکنش یکنواخت، LI= ۱، پراکنش تصادفی و LI >۱، پراکنش کپه ای<br>در منابع بررسی شده آزمون آماری برای آزمون دار بودن مقدار به‌دست آمده از این شاخص ذکر نشده است. |
| ۴- شاخص موریسیتا<br>(Morisita,s Index) (Krebs,۱۹۸۹;Ludwig,۱۹۷۵;Morisiti,۱۹۶۲) | $I_d = n\left[\frac{\sum X_i^2 - \sum X_i}{(\sum X_i^2) - \sum X_i}\right]$<br>n تعداد کوادرات ها و x تعداد افراد در هر کوادرات<br>اگر مقدار این شاخص برابر یک باشد، پراکنش کاملاً تصادفی است. مقدار بزرگتر از یک نشان‌دهنده پراکنش کپه‌ای و مقدار کوچکتر از یک نشان‌دهنده پراکنش یکنواخت است. برای بررسی معنی‌دار بودن شاخص (اختلاف معنی‌دار از حالت تصادفی) از آزمون کای اسکوئر استفاده می‌شود. |
| ۵- شاخص موریسیتای استاندارد<br>(Standardized Index of Morisita)<br>(Smith and gill,۱۹۷۵) | شاخص یکنواختی<br>$M_u = \frac{X^2_{0.975} - n + \sum X_i}{(\sum X_i) - 1}$<br>شاخص کپه‌ای<br>$M_u = \frac{X^2_{0.025} - n + \sum X_i}{(\sum X_i) - 1}$<br>: مقدار کای اسکوئر جدول با درجه آزادی n - ۱ که دارای ۹۷/۵ درصد مساحت در سمت راست<br>: مقدار کای اسکوئر جدول با درجه آزادی n - ۱ که دارای ۲/۵درصد مساحت در سمت راست<br>$I_p = 0.5 + 0.5(\frac{I_d - M_c}{n - M_c})$<br>$I_p = 0.5(\frac{I_d - 1}{M_u - 1})$<br>$I_p = -0.5(\frac{I_d - 1}{M_u - 1})$<br>$I_p = -0.5 + 0.5(\frac{I_d - M}{M_u})$<br>شاخص استاندارد موریسیتا از ۱- تا ۱+ و با حدود اطمینان ۹۵ درصد در محدوده ۰/۵+ تا ۰/۵- نوسان دارد. در الگوی تصادفی مقدار Ip برابر صفر، در آرایش کپه‌ای بزرگتر از صفر و در آرایش یکنواخت کوچکتر از صفر است. |

جدول ۱- مقادیر شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی تعیین الگوی پراکنش گونه ***Artemisia sieberi*** در منطقه انجدان اراک

| شاخص‌های فاصله‌ای و شمارشی | مقدار محاسبه شده | الگوی پراکنش |
|---|---|---|
| جانسون و زیمر | ۱/۳ | یکنواخت |
| ابرهارت | ۱/۲۷ | تصادفی |
| پیلو | ۰/۲ | یکنواخت |
| هاپکینز | ۰/۳۶ | تصادفی گرایش به یکنواخت |
| هولگیت | -۰/۴۹ | یکنواخت |
| واریانس به میانگین | ۰/۹۹ | تصادفی گرایش به یکنواخت |
| گرین | -۳/۸۶ | یکنواخت |
| کپه ای لوید | -۱/۰۰۲ | یکنواخت |
| موریسیتا | ۰/۹۹ | تصادفی |
| موریسیتای استاندارد | -۰/۰۶۲۵ | تصادفی گرایش به یکنواخت |

جدول ۲ - مقادیر شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی تعیین الگوی پراکنش گونه ***Astragalus ammodendron*** در منطقه شازند

| شاخص‌های فاصله‌ای و شمارشی | مقدار محاسبه شده | الگوی پراکنش |
|---|---|---|
| جانسون و زیمر | ۱/۲۱ | یکنواخت |
| ابرهارت | ۱/۷ | تصادفی گرایش به کپه‌ای |
| پیلو | ۰/۰۱ | یکنواخت |
| هاپکینز | ۰/۵۴ | تصادفی گرایش به کپه‌ای |
| هولگیت | ۰/۰۸ | تصادفی گرایش به کپه‌ای |
| واریانس به میانگین | ۱/۲۳ | تصادفی گرایش به کپه‌ای |
| گرین | ۱/۳۲ | کپه‌ای |
| کپه ای لوید | ۱/۰۷۶ | تصادفی گرایش به کپه‌ای |
| موریسیتا | ۱/۰۷ | تصادفی گرایش به کپه‌ای |
| موریسیتای استاندارد | ۰/۲۷ | تصادفی گرایش به کپه‌ای |

جدول ۳- متوسط فاصله پایه های گونه های گیاهی مورد مطالعه در رویشگاه های استان مرکزی

| گونه گیاهی | اشتباه معیار± میانگین(متر) |
|---|---|
| *Artemisia sieberi* | ۰/۱۲±۰/۱۰۸ |
| *Astragalus ammodendron* | ۰/۰۵۸±۰/۰۷۹ |


www.SID.ir

## بحث و نتیجه گیری

گونــه *A. sieberi* در منطقــه انجدان اراک به صورت نســبتاً متراکم دیده می شــود، بــه طوری که فواصل بیــن کپه ها به فواصــل گیاهان در داخــل کپه ها نزدیک تر شــده و تک بوته ها گرایش بیشــتری به ســمت پراکنش یکنواخت پیدا می کنند. میزان تراکم بوته ها در واحد سطح (۱۲۰ ســانتی متر) نیز مؤید این مطلب اســت. در چنین مناطقی، شــاخص های فاصلــه ای می توانند با دقت بیشــتری الگوی پراکنش یکنواخت را نشــان دهنــد. در شــاخص های شمارشــی نیــز، چون تغییــرات تعــداد افراد در کوادرات های اســتقرار یافته کمتر اســت و واریانس تعداد افراد کاهش می یابد، پراکنش یکنواخت را نشــان می دهند. بنابراین بیشــتر شاخص ها چه فاصله ای و چه شمارشــی الگوی پراکنش یکنواخت را نشــان داده اند. اگر چه شاخص های فاصله ای که بر پایه اندازه گیری نقطه تا نزدیکترین گیاه و نقطــه تا دومین گیاه نزدیک هســتند این الگو را بهتر نشــان داده اند. با توجه به این مطالب می توان نتیجه گیری کرد که در یک منطقه هر اندازه گونه ای دارای یکنواختی بیشــتری باشد، همگرایی شاخص های شمارشی و فاصله ای بیشــتر می شود. مقایسه نتیجه بدست آمده با نتایج مطالعات انجام شده توسط Borhani و همکاران (۲۰۰۴) و Mussaee sanjare و Basiri (۲۰۰۷) این مطلب را به روشــنی مشــخص می کند. در منطقه شازند با توجه به شاخص های مطالعه شده، نتیجه، کاملاً متفاوت از منطقه انجدان

می باشد. در این رویشــگاه بیشتر شاخص ها، الگوی پراکنش تصادفی به ســمت کپه ای را نشــان دادند. این نتیجه با نتیجه تحقیق انجام شــده توسط Hass و همکاران (۱۹۹۷) و Jannat rostami (۲۰۰۸) مطابقت دارد. بــه عبارتــی در این الگو هر فرد تا حدودی از حضور ســایر افراد تأثیر می پذیــرد. ماهیت پراکنــش بوته هــای *A. ammodendron* به‌دلیل بذرریــزی در پــای بوتــه هــا و فراهم بودن شــرایط مناســب رطوبتی زیر بوته ها، بدین صورت اســت که در بیشتر قسمت ها به صورت سه، چهار و یا پنج تایی قرار می گیرند. حضور این کپه های کوچک در بین تک بوته ها باعث ایجاد تغییراتی در شاخص های پراکنش می گردد. در چنین جوامعی هنگام انتخاب نقاط تصادفی، این نقاط بیشتر در بین این کپه های کوچک قرار می گیرند تا در داخل کپه ها. بنابراین فواصل اندازه گیری شــده نقاط تصادفی تا گیاهان در حاشیه این کپه ها و فواصل اندازه گیری شده گیاهان، در داخل کپه ها قرار خواهد گرفت. با توجه به این مطالب، شــاخص هایی که بر اســاس اندازه گیری فاصله نقطه تا نزدیکترین گیاه و گیاه تا نزدیک ترین همســایه و همین طور شــاخص هایی که بر پایه انــدازه گیری نقطه تــا نزدیک ترین گیــاه و نقطه تا دومین گیاه نزدیک باشــند، این کپه های کوچک را به خوبی نشــان می دهند، اما شــاخص هایی که تنها بر اســاس فاصله نقطه تا نزدیک ترین گیاه باشــند تنها الگوی پراکنش کپه ها و تک بوته ها را نشــان می دهند؛ بنابراین می توانند شــاخص های مناسبی برای تعیین الگوی پراکنش این گونه جوامع باشــند. این نتیجه تأکیدی بر نظریه Diggle (۱۹۸۳) می باشــد. در این جوامع شاخص های شمارشی به خاطر مشکلات ناشی از تعداد، سطح و شکل کوادرات ها، کارایی کمتری نسبت به شــاخص های فاصله ای دارند و بیشــتر گرایش به سمت حالت تصادفی را نشــان می دهند. با توجه به نتایج تحقیق، در مناطق دارای تراکم مناســب گونه ها، شــاخص های شمارشــی و فاصله ای تعیین الگوی پراکنش هر دو مناســب هســتند اما در مناطق دارای کپه های خفیف و کوچک بهتر است بیشــتر از شاخص های فاصله ای استفاده شود. بنابراین برای تعیین الگوی پراکنش در دو منطقه ذکر شده، انتخاب شاخص های فاصله ای در اولویت قــرار دارد. با توجــه به نتایج این تحقیق در مناطق مورد مطالعه، متوســط فاصله استقرار گونه *A. sieberi* ۱۲۰ سانتی متر و *A. ammodendron* ۵/۸ سانتی متر می باشد. دانستن فاصله متوسط گیاهان نسبت به همدیگر می تواند در تعیین فاصله کاشــت و تعداد نهال مورد نیاز برای اســتفاده از گیاهان دارای ارزش علوفه ای در مناطق مشابه کمک کند.

## منابع مورد استفاده


1- Borhani, M., Basiri, M., Arzani, H., (2004) *Comparing of estimate methods of density in Esfahan rangelands*, 3rdNational Conference on Range and range management in Iran, pp; 663-674.

2- Buschini M. L. T., (1999) Spatial distribution of nests of Nasutitermes sp. In a cerrado area in southeastern *Brazil. Entomol,* 28(4): 618_621.

3- Diggle, P., J. (1983) *Statistical Analysis of Spatial Point Pattern.* Academic Press,New York.

4- Elliot J. M., (1979) Some method for statistical analyze of sample of Benthic invertebrates.2nd ed., *Freshwater Biological* Association.

5- Fasheng L. & Zhang, L. (2006) *Comparison of point pattern analysis methods for classifying the spatial distribution of Spurse-fir stands in the north-east* USA.

6- Goodall, D.W. & Perry, R.A. (1979) *Arid-land ecosystems.* Published by the Syndics of the Cambridge University.

7- Hass, P., Pugnaire, F. & Ncoll L.D., (1997) Spatial pattern in anthyllis cytisoides shrubland on abandoned land in southeastern Spain, *J. of Vegetation science*, 8:627- 634

8- Jannat Rostami, M., (2007) *Distribution patterns Analysis on site of Artemisia sieberi, Halocnemum strobiaceum and Seidlitzia rosmarinus at the around of Hoze Soltan Lake in Qoum, MSc*. Thesis in Desert Management. Faculty of Natural Resource, Tehran University, 80 pp.

9- Johnson, R.B. & Zimmer, W.J. (1985) A more powerful test for dispersion using distance measurements .*Eco*.66:1084-1085

10- Karralho, M.B., (1992) *Distribu cao especial do caranguejo de rocha pachygrapsus transverse.*

11- Krebs, C.J., (1989) *Ecological methodology*. Harper and Rowpublishers.653pp.

12- Krebs, C.J., (1999) *Ecolological methodology* 2nd. Ed.A. wasley Longman NY.USA.

13- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. (1988) *Statistical ecology*. Awiley-interscience publication 337pp.


Archive of SID

of Clark and Evans. *Oecologia*, 68: 158-159.

25- Pielou E.C., (1977) *Mathematical ecology*. 2nd. Wiely, NY.

26- Pielou, E.C, (1959) The use of point to plant distances in the study of the pattern of plant population, *Journal of Ecology,* 47:607-613.

27- Pielou, E.C, (1977) The use of point to plant distances in the study of the pattern of plant population. *Jornal of Ecology,* 47:607-613.

28- Shahmansouri, B., (1998) *Estimate of erosion in Astaneh River Basin*, Thesis of degree of MS.c, Shaid Beheshti University, 90 pp.

29- Smith-Gill, S.J, (1975) Cytophysiological basis of disruptive pigmentary pattern in the leopard frog, Rana pipiens,II.Wild type and mutant cells specific pattern, *Morfology*, 146:35-54.

30- Southwood T.R.E., (1978) *Ecological methods*. 2nd. Ed. Chapman & Hall London, UK.

31- Syed Shahid Shaukat, siddiqui, imran Ali (2000) Spatial pattern analysis of seeds of an arable soil seed bank and its relationship with above –ground vegetation in an arid land, *Journal of Arid Environment*.

32- Zare Chahouki,M.A. & Tavili, A., (2007) Assessment of quadrate and spatial indexes on distribution pattern range species (case study: Rangelands of Yazd Province), *Journal of Iranian Range Management Society*,2(2):101-112.

14- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. (1975) Dispersion and sampling characteristics. *Journal of Entomology,* 23:234-238.

15- Malhado A.C. & Peter, J. M. (2004) Behavior of dispersion indices in pattern detection of a population of Angico.Andenathera peregrine.*Barz.j.Biol*.64(2):243-249.

16- Matteucci S.D. & Cloma, A. (1982) *Methodological para el studio de la vegetacion,* OEA.DC.

17- Mcmurry M.A., (2000) Population dispersion pattern in Ash juniper *journal of Biology,* 34:208-212.

18- Mirdavoudi,H., (2005) *Study on Prefer value of index species in Anjedan Rangelans*, reaserch Institute of Forests and Rangelands Press, 55(3).

19- Moghadam, M., (2005) *Ecology of dry Plants*, Tehran University Press, 283 pp.

20- Morisita, M., (1962) I index, a measure of dispersal of individuals. Res, Population *Ecol*., 4: 1-7.

21- Mousaee Sanjare, M. & Basiri, M., (2007) Compression of distribution pattern Indexes in Rangelands of Yazd Province, *Journal of Sciences and techniques of Agriculture and Natural Resource,* 40(3):483-494.

22- Myers J.H., (1978) Selecting a measure of dispersion. *Environment Entomology,* 7: 619-621.

23- Odum E. P., (1986) Ecologia Guanabara Koogan, Rio de jeneiro, *RJ., Brazil*.

24- Petrere M.J., (1985) The variance of the index of aggregation

Archive of SID