تأثیر شکل و اندازه پلات در تعیین الگوی پراکنش گونه *Astragalus verus* Olivier

زهرا زنگنه[۱]، کمال‌الدین ناصری[۱*]، فریدون ملتی[۱]، منصور مصداقی[۱] و نفیسه فخارایزدی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۱۴)

چکیده

الگوی پراکنش گیاهان یکی از خصوصیات مهم جوامع گیاهی است که بررسی و تعیین آنها در مطالعات اکولوژی و برنامه‌های نمونه‌برداری حائز اهمیت است. این تحقیق به‌منظور بررسی کارایی شکل و اندازه‌های مختلف پلات برای تفکیک الگوی پراکنش گیاه *Astragalus verus* Olivier با استفاده از شاخص‌های پراکندگی انجام شد. در این تحقیق مختصات هر یک از پایه‌های گون خاردار و مرز منطقه مطالعه در مراتع مایان (خراسان رضوی) توسط دوربین دیجیتال برداشت و به‌کمک نرم‌افزار R نقشه دیجیتال پراکنش گون‌ها در منطقه مورد نظر رسم شد. اشکال مختلف پلات به‌ترتیب مربع، مستطیل پهن و مستطیل کشیده با سطوح مختلف پلات ۱، ۲، ۴ و ۸ مترمربع درنظر گرفته شد که در مجموع ۱۲ پلات با ابعاد ۳×۴ مورد بررسی قرار گرفت. شاخص‌های پراکندگی مطالعه شده شامل شاخص پراکنش، گرین، کپه‌ای لوید، موریسیتا و موریسیتای استاندارد بودند. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مشخص شد که شاخص موریسیتا و موریسیتای استاندارد در تمام شکل‌ها و اندازه‌های پلات، یک نوع الگو را نشان دادند. این دو شاخص تحت تأثیر اندازه و شکل پلات قرار نداشته و الگوی پراکنش را بهتر نشان می‌دهند. همچنین این مطالعه نشان داد که دو شاخص موریسیتا و موریستای استاندارد نسبت به شاخص گرین و لوید از دقت بالاتری برخوردارند.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های پراکندگی، شکل و اندازه پلات، درجه تجمع گونه، نرم‌افزار R

۱. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد
*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: klnaseri@um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شناخت الگوی پراکنش گیاهان در توصیف پایداری اکوسیستم، طراحی طرح‌های مدیریتی و اقدامات حفاظتی و احیایی مفید است. بررسی الگوی پراکنش گیاهان که نشان‌دهنده موقعیت افراد یک جمعیت در محیط و آرایش‌ها نسبت به یکدیگر است (۷ و ۱۶) در جوامع مختلف، از جمله زمینه‌های تحقیقاتی است که می‌تواند برای اندازه‌گیری خصوصیات کمی مانند پوشش، تراکم گونه‌های گیاهی (۴، ۱۲، ۱۴ و ۲۹) و همچنین در انتخاب روش‌های نمونه‌برداری در جوامع مؤثر باشد. الگوی پراکنش نشان‌دهنده موقعیت افراد یک جمعیت در محیط و نحوه آرایش آنها نسبت به یکدیگر است الگوی پراکنش گیاهان در مطالعات بوم‌شناسی به‌ویژه در مدیریت اکوسیستم و برنامه‌های اصلاحی مراتع مهم است. زیرا الگوی پراکنش با فرایند رشد، استقرار، رقابت و تولید مثل گیاه ارتباط دارد و بر رویشگاه و پراکنش بذر و توزیع مواد غذایی مؤثر است (۱). عوامل و فرایندهای تعیین‌کننده متعدد باعث الگوهای پراکنش متفاوت در گیاهان می‌شود. از جمله این فرایندها می‌توان تسهیل یا اثرات مثبت، رقابت یا اثرات منفی، ناهمگنی‌های محیطی، تخریب و راهبردهای تکثیر و تولید مثل را نام برد (۱۶). گیاهان در هر منطقه یا رویشگاه به‌صورت تصادفی یا غیرتصادفی پراکنده شده‌اند که آرایش گیاهان در پوشش گیاهی طبیعی معمولاً تصادفی نیست. لی و همکاران (۱۷) نشان دادند که ساختار اشکوب فوقانی جنگل بر پراکنش گونه‌های درختی زیراشکوب تأثیر معناداری دارد. در واقع پراکنش گیاهان در عرصه به سه شکل تصادفی، یکنواخت و کپه‌ای است (۸، ۱۵، ۱۶ و ۱۹) که در الگوی پراکنش تصادفی پایه‌های گیاهی مستقل از هم قرار گرفته و در واقع حضور یک فرد بر حضور فرد دیگر تأثیر ندارد. اما الگوی یکنواخت در مناطق با منابع فراران و قابل دسترس که رقابت‌های بین گونه‌ای و درون گونه‌ای وجود دارد مشاهده می‌شود (۱۰ و ۲۷). پراکنش کپه‌ای ممکن است نشان‌دهنده نیازهای اکولوژیکی مشابه گونه‌ها، تسهیل بین افراد گونه‌ها و یا محدودیت پراکنش در مقیاس بزرگ باشد (۳).

روش‌های مختلفی برای کمی کردن و بررسی الگوهای پراکنش گیاهان وجود دارد و با توجه به انتخاب واحد نمونه‌برداری، شاخص‌های متفاوتی از جمله شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی برای بررسی الگوهای پراکنش تعریف شده است (۱).

اندازه و تعداد واحد نمونه‌برداری، در بررسی الگوهای پراکنش نقش مهمی دارند. با توجه به اینکه حدود اطمینان برای بیشتر شاخص‌های تعیین الگوی پراکنش در دسترس نیست، تخمین اندازه نمونه لازم (تعداد پلات) کار دشواری است. طبق یافته های گرین، برای بررسی الگوهای پراکنش به حداقل ۵۰ پلات نیاز است ولی در شرایطی که الگوی پراکنش شدیداً کپه‌ای است، دست‌کم ۲۰۰ پلات باید برداشت شود(۱۱) .مالهادو و پیترر (۲۵) الگوی پراکنش گونه *Anadenanthera perangrina* را از طریق هشت شاخص پراکنش و با استفاده از پلات‌هایی با اندازه‌های مختلف از ۱ تا ۱۶۰۰ مترمربع بررسی کردند. این پژوهشگران نشان دادند که بین شاخص‌های بررسی شده، موریسیتای استاندارد، بهترین شاخص بوده و از اندازه پلات مستقل است. همچنین گریک-اسمیت (۱۲) با مقایسه شاخص‌های تعیین الگوی پراکنش بیان کرد که شاخص موریسیتای استاندارد به نسبت مستقل از اندازه و تعداد پلات بوده و تغییرات تراکم روی آن اثری ندارد (۱۶، ۲۴ و ۲۶). موسایی سنجره‌ای و بصیری (۲۴)، شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی الگوی پراکنش را در سه تیپ گیاهی در منطقه ندوشن یزد مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که از بین شاخص‌های کوادراتی، شاخص موریسیتای استاندارد و از بین شاخص‌های فاصله‌ای، شاخص جانسون و زیمر، پراکنش کپه‌های خفیف و تک بوته‌ها را به‌خوبی نشان دادند و در بین شاخص‌های بررسی شده شاخص گرین بالاترین دقت را داراست. تحقیقات زارع چاهوکی و همکاران (۲۸ و ۲۹) در زمینه مقایسه کارایی شاخص‌های کوادراتی و فاصله‌ای الگوی پراکنش نشان داد که شاخص‌های فاصله‌ای پراکنش در اکثر موارد برای یک گونه گیاهی یک الگو را نشان می‌دهند که نسبت به شاخص‌های کوادراتی از دقت بیشتری برخوردارند.

www.SID.ir

Archive of SID

بارانیان و همکاران (۲) با بررسی الگوی پراکنش پایه‌های گیاهی با استفاده از روش‌های آنالیز نقطه‌ای، شاخص‌های کوادراتی و فاصله‌ای در منطقه فریدن اصفهان نشان دادند که با انتخاب اندازه نمونه مناسب و شکل و اندازه پلات صحیح، شاخص‌های کوادراتی پراکنش، نتایج واقعی تر را ارائه می‌دهند. محبی و همکاران (۲۰) کارایی شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی در تعیین الگوی پراکنش دو گونه مرتعی *Artemisia sieberi* و *Astragalus ammodendron* در رویشگاه‌های استان مرکزی را مقایسه کردند که شاخص‌های کوادراتی موریسیتا و موریسیتای استاندارد و شاخص‌های فاصله‌ای هاپکینز و هولگیت، الگوی پراکنش بهتری را نشان داد. برهانی و همکاران (۴) الگوی توزیع گونه درمنه دشتی را در سه منطقه استپی اصفهان بررسی کردند و نشان دادند که این گونه گیاهی در منطقه موته با توزیع یکنواخت، در منطقه علویجه با توزیع کپه‌ای و در منطقه دُر با الگوی یکنواخت پراکنده شده است. جهانتاب و همکاران (۱۳) با اذعان به این نکته که دو شاخص کوادراتی پراکنش یعنی شاخص گرین و موریسیتای استاندارد از مناسب‌ترین و دقیق‌ترین شاخص‌های کوادراتی پراکنش هستند، با استفاده از این دو شاخص به بررسی الگوی پراکنش گونه‌های غالب مراتع کوهستانی زاگرس مرکزی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که الگوی پراکنش گونه‌های *Kelussia odoratissima* و *Prangos ferulaceae* تصادفی با گرایش به حالت کپه‌ای خفیف تا متراکم است و الگوی پراکنش گونه *Artemisia aucheri* به‌صورت یکنواخت تا تصادفی با گرایش کپه‌ای بسیار خفیف است.

با توجه به موارد گفته شده برای تعیین الگوی پراکنش شاخص‌های متعددی ارائه شده است که هر کدام بسته به روش نمونه‌برداری، تعداد و سطح پلات نتایج متفاوتی را ارئه می‌دهند. از آنجا که یکی از مقدمات اندازه‌گیری پوشش گیاهی و مطالعات بوم‌شناسی تعیین الگوی پراکنش است، بنابراین هدف این تحقیق تعیین الگوی پراکنش گونه با استفاده از شاخص‌های کوادراتی *Astragalus verus* بوده که یکی از گونه‌های غالب در منطقه و دارای ارزش حفاظتی است تا نهایت با جمع‌بندی نتایج بتوان ضمن تشخیص نوع الگوی پراکنش این گونه گیاهی شاخص کوادراتی مناسب را نیز تعیین کرد. تشخیص الگوی پراکنش گونه‌های مختلف می‌تواند در تعیین استراتژی مناسب نمونه‌برداری مفید باشد. همچنین در مطالعات بوم شناسی می‌تواند علت پیدایش چنین الگوهایی نیز بررسی شود. از دیگر فواید دانستن الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی انتخاب فواصل کشت گیاهان در برنامه‌های اصلاح مراتع است. با این‌حال برخی منابع اشاره می‌کنند که یکی از اشکالات عمده شاخص‌های پراکنش کوادراتی آن است که تحت تأثیر شکل و اندازه کوادرات، نتایج متفاوت و متغیری به‌دست می‌دهند و لذا دارای محدودیت کاربرد هستند یا نتایج آنها قابل اعتماد نیست. لذا هدف عمده این تحقیق آزمون چند شاخص عمده پراکنش کوادراتی و بررسی اثر شکل و اندازه واحد نمونه بر نتایج حاصل و نیز بررسی امکان دستیابی به شاخصی مرجع است که مستقل از شکل و اندازه کوادرات عمل کند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق با نام عمومی مایان در ۲۵ کیلومتری غرب مشهد، در مسیر جاده طرقبه به روستای ازغد در یک زیرحوضه آبخیز کوچک به وسعت ۲/۷۶ هکتار و در طول جغرافیایی "۱۶' ۲۲ °۵۹ تا "۲۶' ۲۲ °۵۹ شرقی و عرض جغرافیایی "۰۴' ۱۵ °۳۶ تا "۵۸' ۱۴ °۳۶ شمالی قرار گرفته است. با استفاده از اطلاعات و آمار موجود در ایستگاه هواشناسی سرآسیاب شاندیز که به فاصله ۲۰ کیلومتری شمال شرق منطقه با شرایط محیطی و ارتفاع مشابه قرار دارد بارش سالانه معادل ۲۳۸ میلی‌متر برابر آمار درازمدت (طول دوره آماری= ۲۵ سال) منطقه به‌دست آمد. ارتفاع منطقه ۱۳۴۰– ۸۰ متر از سطح دریا است. این منطقه با توپوگرافی تپه ماهوری، در ناحیه اقلیمی نیمه استپی واقع شده است. گیاهان غالب در این منطقه درمنه *(Artemisia aucheri)* و گون خاردار *(Astragalus verus)* است. گیاه مورد نظر در این پژوهش، گون

www.SID.ir

Archive of SID

زرد است که پایه‌ای بوته‌ای پا کوتاه یا پا بلند، بالشتکی و با نام علمی *Astragalus verus* است. این گیاه از تیره بقولات (*Fabaceae*)، بخش Platonychium Bunge و جنس *Astragalus* است و در رشته کوه‌های البرز و زاگرس و استان‌های خراسان، لرستان، تهران، مرکزی و... دارای پراکنش وسیعی است (۲۱). هر چند این گیاه در برخی مناطق برای استخراج کتیرا استفاده می‌شود ولی ویژگی اصلی این گیاه که آن را به‌عنوان گیاه هدف در این تحقیق مناسب ساخته است، وجود پایه‌های کاملاً مجزا و منفک از یکدیگر است. به‌عبارتی این گیاه تکثیر غیرجنسی از طریق ریزوم و استولون (کلونی) ندارد و برای تحقیقات مربوط به تراکم مناسب است. همچنین پراکنش به نسبت کپه‌ای (مطابق مشاهدات میدانی) و تراکم به نسبت کم گیاه، با توجه به روش مورد استفاده در این تحقیق، آن را برای دستیابی به هدف تهیه نقشه دیجیتال مناسب کرده است. لازم به ذکر است که این گیاه دامنه انتشار وسیعی در مناطق کوهستانی خراسان رضوی دارد. در این پژوهش، کلیه پایه‌های گیاه گون خاردار واقع در منطقه مورد مطالعه به‌عنوان جامعه آماری درنظر گرفته شده است (شکل ۱ و ۲).

گردآوری داده‌ها

پس از تعیین محدوده حوضه و تعیین جمعیت آماری (تراکم گون‌های موجود در محدوده مطالعاتی)، با استفاده از دوربین لیزری توتال مدل Leica-407 مختصات محلی کلیه پایه‌های گون و مرز منطقه در محل مورد مطالعه با دقت بالا برداشت شد؛ بنابراین به‌کمک دوربین، گیاه مورد نظر سرشماری شد که این امر امکان مناسبی برای صحت‌سنجی نمونه‌گیری‌های بعدی فراهم آورد. به‌منظور تبدیل مختصات محلی به مختصات جغرافیایی با استفاده از دستگاه GPS تعدادی نقاط کمکی نیز برداشت شد. سپس مختصات محلی از حافظه دوربین به کامپیوتر منتقل و با استفاده از داده‌های GPS، در نرم‌افزار Survey Office مختصات محلی به مختصات جغرافیایی (UTM) تبدیل و با فرمت txt ذخیره و در مرحله بعد با استفاده از نرم‌افزار آماری R، نقشه پراکنش گیاه گون و مرز منطقه مطالعه ترسیم شد که با استفاده از نقاط برداشت شده توسط GPS به‌علاوه انطباق با عکس‌های هوایی، نقشه گفته شده زمین مرجع شد (شکل ۳). کلیه اندازه‌گیری‌های بعدی انجام شده در این تحقیق، در این نقشه دیجیتالی به انجام رسیدند.

نمونه‌گیری

واحدهای نمونه به صورت پلات‌هایی در سه شکل پرکاربرد در نمونه‌گیری‌های مرتعی یعنی مربع، مستطیل پهن و مستطیل کشیده انتخاب شدند. در مساحت برابر، طول مستطیل‌های کشیده، دو برابر و عرض آنها نصف مستطیل‌های پهن است (جدول ۱).

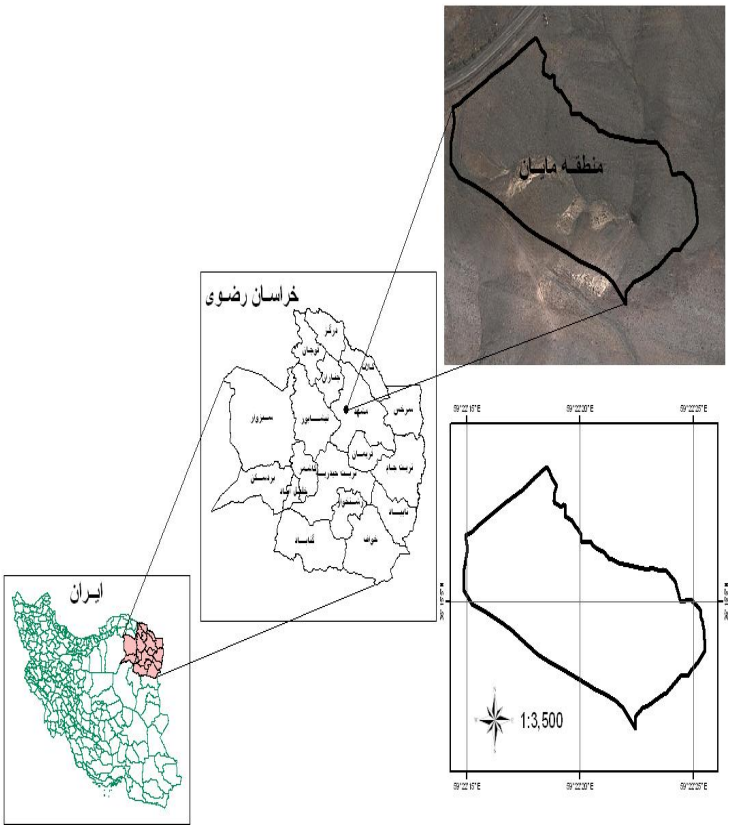
چمبرز و براون (۵) اندازه مناسب کوادرات برای نمونه‌گیری از بوته‌زارهای غیرمتراکم (نظیر تیپ پوشش گیاهی منطقه این تحقیق) را بین ۱/۵ تا ۲/۵ مترمربع می‌دانند. لذا در این تحقیق برای آشکار شدن اثر اندازه نمونه بر نتیجه حاصله، برای هر شکل پلات، چهار سطح درنظر گرفته شد که عبارت از ۱، ۲، ۴ و ۸ متر مربع است (جدول ۱). درنتیجه در این تحقیق، ۱۲ نوع پلات برای براورد تراکم گون خاردار مورد آزمون واقع شد. در این پژوهش تمام نمونه‌گیری‌ها به‌روش کاملاً تصادفی در نقشه دیجیتالی انجام و برای هر شکل و اندازه پلات، حجم هر نمونه ۴۰۰ متر مربع درنظر گرفته شد. بنابراین به‌ترتیب برای پلات‌های ۱، ۲، ۴ و ۸ مترمربعی، تعداد ۴۰۰، ۲۰۰، ۱۰۰ و ۵۰ واحد نمونه در نقشه دیجیتال منطقه مستقر شد. سپس کلیه مراحل زیر به‌کمک برنامه‌نویسی و اجرای این برنامه‌ها در نرم‌افزار R انجام شدند. نرم‌افزار R یک نرم‌افزار آماری است که قابلیت بالایی در تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و برنامه‌نویسی دارد (۱۸).

کلیه مراحل کاری که در نرم‌افزار R انجام شده است در ادامه به تفضیل به آن اشاره شده است. مرحله اول رسم نقشه مورد مطالعه بوده است. به دلیل آنکه معیار درنظر گرفتن هر پایه گیاهی در داخل پلات، قرار داشتن یقه آن گیاه در پلات است (۶)، به‌صورت تصادفی قطر یقه چند گیاه در عرصه با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری و میانگین قطر آنها به‌عنوان معیاری از اندازه قطر یقه کل افراد درنظر گرفته شد.

www.SID.ir

Archive of SID

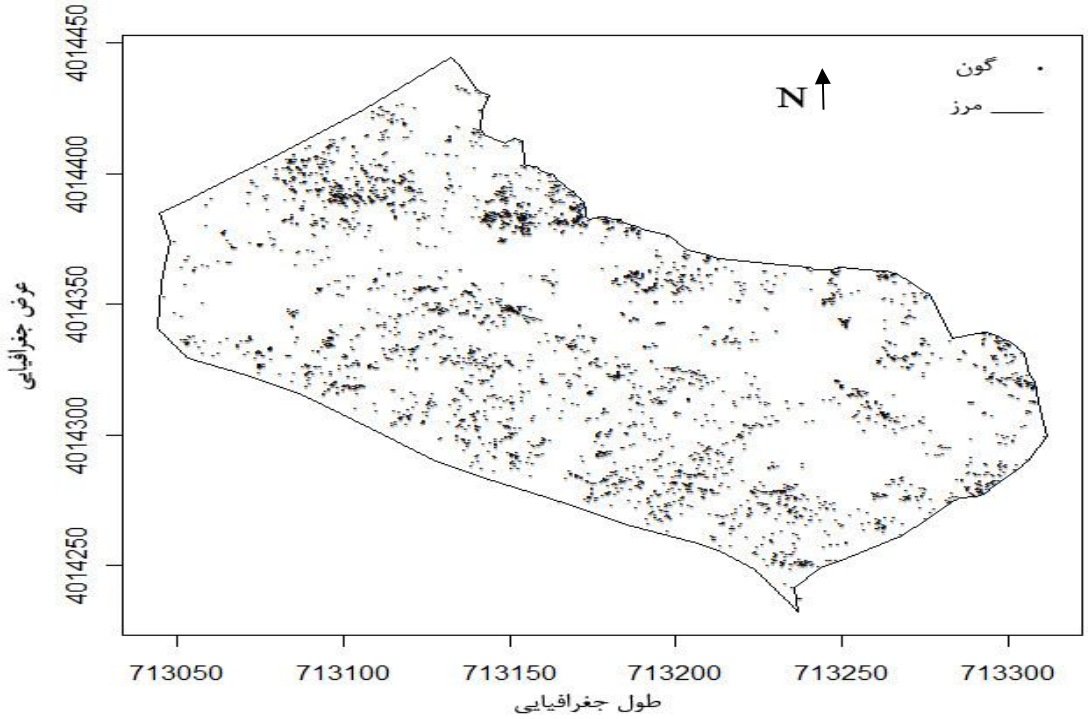
شکل ۱. سیمای منطقه (بالا) و تصویری از گونه ***Astragalus verus*** (پایین)



شکل ۲. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. نقشه محدوده منطقه مورد مطالعه و پراکنش گون

جدول ۱. شکل، اندازه و ابعاد مختلف پلات‌های نمونه‌گیری استفاده شده در این تحقیق

مساحت پلات (مترمربع)	شکل و ابعاد پلات (متر)		
	مربع	مستطیل پهن	مستطیل کشیده
۱	۱×۱	۲×۰/۵	۴×۰/۲۵
۲	$\sqrt{2}\times\sqrt{2}$	۲×۱	۴×۰/۵
۴	۲×۲	۴×۱	۸×۰/۵
۸	$\sqrt{8}\times\sqrt{8}$	۴×۲	۸×۱

بنابراین هر گیاه، روی نقشه با یک نقطه نشان داده شد، قطر نقاط، معادل با متوسط قطر یقه گیاه است که متناسب با مقیاس نقشه قطر نقاط تغییر می‌کند. مرحله بعدی پیاده کردن نقاط تصادفی روی نقشه است که برای استقرار پلات‌ها در نقشه دیجیتال، به تعداد واحدهای نمونه‌گیری برای هر اندازه پلات نقاطی به‌صورت تصادفی (به‌کمک نرم‌افزار) تعیین شد که هر نقطه نشان‌دهنده محل یک پلات است. مرحله بعدی استقرار واحدهای نمونه‌گیری با شکل‌ها و اندازه‌های مختلف روی نقاط تصادفی است و در مرحله آخر شمارش پایه‌های گون در پلات‌ها و تعیین فراوانی‌های مشاهده شده با استفاده از نرم‌افزار R انجام شد (شمارش گیاهان بر اساس مختصات آنها و مختصات پلات‌ها به‌طور دقیق مشخص شده است) (۹). بعد از انتقال داده‌ها به نرم‌افزار و رسم نقشه منطقه مطالعه، مساحت منطقه و تعداد کل پایه‌های گون در محیط R تعیین شد و با استفاده از این اطلاعات، تعداد دقیق جمعیت آماری مشخص شد. برای استقرار پلات‌ها در نقشه دیجیتال به‌صورت تصادفی ابتدا نقاط تصادفی تعیین و سپس پلات‌ها روی نقاط تصادفی پیاده شدند، بعد از استقرار پلات‌ها، پایه های گیاه در هر پلات توسط نرم‌افزار شمارش شد درنهایت برای تعیین الگوی پراکنش گونه مورد نظر از شاخص‌های کوادراتی به شرح زیر

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده شد که در قالب یک جدول (جدول ۲) ارائه شده است و توضیحات بیشتر برای هر شاخص در ادامه آمده است.

شاخص نسبت واریانس به میانگین یا شاخص پراکندگی (Index of dispersion)

در این شاخص اگر نمونه بزرگ باشد (n >۳۱) از فرمول $d = \sqrt{۲X^۲} - \sqrt{۲V-۱}$ برای تعیین الگوی پراکنش استفاده می‌شود، d انحراف متغیر نرمال با میانگین صفر و انحراف معیار واحد و v درجه آزادی (v = n – ۱) است. اگر قدر مطلق d کوچک‌تر از ۱/۹۶ شود الگوی پراکنش تصادفی و اگر d >۱/۹۶ الگوی پراکنش کپه‌ای و اگر d <۱/۹۶ الگوی پراکنش یکنواخت است (۱۶، ۱۹ و ۲۲).

شاخص کپه‌ای لوید (LIoyd's Index of Patchiness)

در منابع بررسی شده، تست آماری برای آزمون معنی‌دار بودن مقدار به‌دست آمده از این شاخص عنوان نشده است (۱۹).

شاخص موریسیتا (Morisitas Index of Dispersion)

برای بررسی معنی‌دار بودن شاخص (اختلاف معنی‌دار از حالت تصادفی) از آزمون مربع کای $X^۲ = I_d(\sum x - ۱) + n - \sum x$ استفاده می‌شود. در این آزمون df = n–۱ و n برابر تعداد پلات‌ها است. اگر $x^۲$ بزرگ‌تر از مقدار بحرانی آن در سطح احتمال موردنظر باشد اختلاف ازحالت تصادفی (Id =۱) معنی‌دار خواهد بود (۱۶).

شاخص موریسیتای استاندارد (Standardized Index of Morisita)

برای محاسبه این شاخص باید این مراحل طی شود: ۱- شاخص موریسیتا با استفاده از معادله آن محاسبه شود. ۲- دو نقطه معنی‌دار شاخص موریسیتا از طریق فرمول‌های زیر حساب شود:

الف- شاخص یکنواختی:

$$M_u = \frac{X^۲_{۰/۹۷۵} - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - ۱}$$

که در آن x_i تعداد پایه گیاهی در پلات، n تعداد پلات و $X^۲_{۰/۹۷۵}$ برابر است با مربع کای از جدول با درجه آزادی (۱– n) که دارای ۹۷/۵ درصد مساحت در سمت راست است.

ب- شاخص تجمع (کپه‌ای)

$$M_c = \frac{X^۲_{۰/۰۲۵} - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - ۱}$$

در آن $X^۲_{۰/۰۲۵}$ برابر است با مقدار مربع کای جدول با درجه آزادی (n = ۱) که دارای ۲/۵ درصد مساحت در سمت راست است.

حال اگر $I_d \geq M_c > ۱$ آنگاه: $I_p = ۰/۵ + ۰/۵(\frac{I_d - M_c}{n - M_c})$

اگر $M_c \geq I_d > ۱$ در این‌صورت: $I_p = ۰/۵(\frac{I_d - ۱}{M_c - ۱})$

اگر $I_d < M_u < ۱$ آنگاه: $I_p = (-۰/۵)(\frac{I_d - ۱}{M_u - ۱})$

اگر $M_u < I_d < ۱$ در این‌صورت:

$$I_p = (-۰/۵) + ۰/۵\ (\frac{I_d - M_c}{M_u})$$

مقایسه شاخص‌های تعیین الگوی پراکنش از نظر دقت

در بسیاری از بررسی‌ها و تحقیقات شبیه‌سازی شده نتایج به‌دست آمده نشان داد که شاخص موریسیتای استاندارد یکی از بهترین معیارهای سنجش پراکنش است. چون از تراکم جمعیت و تعداد نمونه مستقل بوده و تأثیر نمی‌پذیرد (۱۶، ۲۲ و ۲۶). در بخش بررسی منابع به تعدادی از تحقیقات داخلی و خارجی که دربرگیرنده این نتایج است اشاره شده است.

با توجه به معادلات مربوط به هر یک از شاخص‌های پراکنش، مقدار عددی آنها تعیین و الگوی پراکنش گونه موردنظر به‌دست آمد.

نتایج

نتایج محاسبه شاخص‌ها در جدول ۳ آورده شده است.

۱-الگوی پراکنش با استفاده از شاخص پراکنش: با توجه به نتایج جدول ۳ مشاهده می‌شود که در پلات مربعی شکل با

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. شاخص‌های کوادراتی و معادله آنها

الگوی پراکنش	مقدار شاخص	معادله هر شاخص	شاخص پراکنش
تصادفی	ID=۱, ۰/۰۲۵ <X^2> ۰/۹۵۷	$ID = s^2 / \bar{x}$	پراکندگی (۸، ۱۶، ۱۹، ۲۲ و ۲۳)
یکنواخت	ID<۱, ۰/۰۲۵ > X^2	$X^2 = \sum (x - \bar{x})^2 / x = ID(n-1)$	
کپه ای	ID>۱ X^2>۰/۹۵۷		
تصادفی	GI=۰	$GI = (s^2 / \bar{x}) / \sum x - 1$	گرین (۱۱، ۱۹ و ۲۳)
یکنواخت	GI>۰		
کپه ای	GI=۱		
تصادفی	LI=۱	$LI = [\bar{x} + (\frac{s^2}{\bar{x}} - 1)] / \bar{x}$	کپه‌ای لوید (۱۹)

افزایش اندازه پلات الگوی پراکنش از کپه‌ای به تصادفی تغییر می‌کند، در مورد پلات مستطیل پهن نیز همین روال صدق می‌کند اما در پلات مستطیل کشیده با افزایش اندازه پلات الگوی پراکنش از کپه‌ای به یکنواخت تغییر می‌کند.

۲- تعیین الگوی پراکنش با استفاده از شاخص گرین: در این تحقیق الگوی پراکنش به‌دست آمده از طریق شاخص گرین، توسط همه اشکال و برای همه اندازه‌های پلات یکسان بوده و الگوی پراکنش تعیین شده، تصادفی است (جدول ۳).

۳- تعیین الگوی پراکنش با استفاده از شاخص کپه‌ای لوید: در این شاخص در هر سه شکل مورد مطالعه با افزایش اندازه پلات مقدار شاخص محاسبه شده کاهش یافته است. الگوی پراکنش با افزایش اندازه پلات از کپه‌ای به یکنواخت تغییر کرده است. تفاوتی که این سه شکل پلات در این شاخص ظاهر کرده‌اند این است که با تغییر شکل پلات از مربع به مستطیل پهن و سپس مستطیل کشیده به‌ترتیب تعداد اندازه‌هایی از پلات که پراکنش کپه‌ای را نشان داده‌اند کاهش و تعداد اندازه‌هایی از پلات که پراکنش یکنواخت را نشان داده‌اند افزایش یافته است. به‌عبارت دیگر با افزایش اندازه و کشیدگی پلات‌ها تمایل به نشان دادن الگوی یکنواخت بیشتر می‌شود (جدول ۳).

۴- تعیین الگوی پراکنش با استفاده از شاخص موریسیتا: با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول ۳، الگوی پراکنش تعیین شده توسط این شاخص برای همه اشکال و اندازه‌های پلات یکسان بوده و الگوی پراکنش به‌دست آمده، کپه‌ای است.

۵- تعیین الگوی پراکنش با استفاده از شاخص موریسیتای استاندارد: الگوی پراکنش تعیین شده توسط شاخص موریسیتای استاندارد مانند شاخص موریسیتا برای همه اشکال و اندازه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. شاخص‌های کوادراتی محاسبه شده و الگوی پراکنش تعیین شده برای گون خاردار در اشکال و اندازه‌های مختلف پلات

شکل و اندازه پلات (متر)	پراکنش		گرین		کپه‌ای لوید		موریسیتا		موریسیتای استاندارد	
	مقدار شاخص	الگوی پراکنش	مقدار شاخص	الگوی پراکنش	مقدار شاخص	الگوی پراکنش	مقدار شاخص	الگوی پراکنش	مقدار شاخص	الگوی پراکنش
مربع ۱×۱	۵/۵	کپه‌ای	۰	تصادفی	۴/۴۷۲	کپه‌ای	۴/۶۱	کپه‌ای	۰/۵۰۳	کپه‌ای
مربع $\sqrt{2}\times\sqrt{2}$	۲/۲	کپه‌ای	۰	تصادفی	۲/۷۵۵	کپه‌ای	۶/۵۷	کپه‌ای	۰/۵۱۲	کپه‌ای
مربع ۲×۲	۰/۳۸	تصادفی	۰	تصادفی	۱/۲۹۳	کپه‌ای	۵/۶	کپه‌ای	۰/۵۲۱	کپه‌ای
مربع $\sqrt{8}\times\sqrt{8}$	-۰/۰۴۸	تصادفی	۰	تصادفی	۰/۸۴	یکنواخت	۸/۵۸	کپه‌ای	۰/۵۷۳	کپه‌ای
مستطیل پهن ۲×۰/۵	۱۰/۰۸	کپه‌ای	۰/۰۱۷	تصادفی	۶/۷۲	کپه‌ای	۷/۸۴	کپه‌ای	۰/۵۰۷	کپه‌ای
مستطیل پهن ۲×۱	۱/۵۳	تصادفی	۰	تصادفی	۲/۰۳۸	کپه‌ای	۵/۳۵	کپه‌ای	۰/۵۰۹	کپه‌ای
مستطیل پهن ۴×۱	-۰/۳۲	تصادفی	۰	تصادفی	۰/۶۲۷	یکنواخت	۶/۰۶	کپه‌ای	۰/۵۲۳	کپه‌ای
مستطیل پهن ۴×۲	-۱/۹۳	تصادفی	-۰/۰۵	تصادفی	-۱/۴۸۴	یکنواخت	۴/۰۰۷	کپه‌ای	۰/۵۲۷	کپه‌ای
مستطیل کشیده ۴×۰/۲۵	۸/۶	کپه‌ای	۰/۰۱۳	تصادفی	۶/۲۱۲	کپه‌ای	۶/۴۳	کپه‌ای	۰/۵۰۵	کپه‌ای
مستطیل کشیده ۴×۰/۵	-۲/۰۸	یکنواخت	۰	تصادفی	-۰/۲۹	یکنواخت	۲/۹۶	کپه‌ای	۰/۵۰۳	کپه‌ای
مستطیل کشیده ۸×۰/۵	-۵/۴۷	یکنواخت	-۰/۰۵۳	تصادفی	-۳/۹۶	یکنواخت	۱/۹۶	کپه‌ای	۰/۵۰۲	کپه‌ای
مستطیل کشیده ۸×۱	-۳/۹۹	یکنواخت	-۰/۰۹۶	تصادفی	-۳/۲۰۳	یکنواخت	۲/۴۳	کپه‌ای	۰/۵۱۱	کپه‌ای

پلات، کپه‌ای است بنابراین الگوی پراکنش گیاه *Astragalus verus* در منطقه مورد مطالعه، از نوع کپه‌ای است (جدول ۳). مشاهدات میدانی نیز الگوی پراکنش، کپه‌ای را تأیید می‌کنند.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده در این تحقیق مشخص شد که شاخص موریسیتای استاندارد علاوه بر اینکه تحت تأثیر تراکم جمعیت و تعداد نمونه قرار نمی‌گیرد (۲۶)، تحت تأثیر شکل و اندازه پلات نیز قرار نمی‌گیرد. در این تحقیق نیز مشخص شد که در این شاخص همه شکل‌ها و اندازه‌های پلات یک نوع الگوی پراکنش را به‌دست می‌دهند . این نتایج با بخشی از نتایج تحقیقات گریک اسمیت (۱۲) مطابقت دارد. او با بررسی شاخص‌های تعیین الگوی پراکنش بیان کرد که شاخص موریسیتای استاندارد به نسبت مستقل از تعداد و اندازه پلات است. علاوه بر این مالهادو و پیترر (۲۵) نیز بیان کردند شاخص موریسیتای استاندارد در بین شاخص مورد بررسی بهترین شاخص بوده و از اندازه پلات مستقل است. در این تحقیق مشخص شد که در مورد شاخص‌هایی که تحت تأثیر اندازه پلات هستند، اگر اندازه پلات پیوسته افزایش یابد، جمعیت کپه‌ای ممکن است پراکندگی تصادفی، کپه‌ای و یا در نهایت یکنواخت را از خود نشان دهد که این نتایج با یافته‌های الیوت (۸) مطابقت دارد.

نتایج کرشاو (۱۴) نشان داد که شاخص نسبت واریانس به میانگین وابسته به اندازه پلات است، به‌طوری که با اندازه‌های مختلف پلات، الگوهای پراکنش متفاوتی حاصل می‌شود. با بررسی نتایج حاصل از الگوی پراکنش در مقایسه با شاخص موریسیتای استاندارد مشخص شد تنها پلات‌های یک مترمربعی الگوی پراکنش کپه‌ای را نشان دادند بنابراین پلات‌های یک مترمربعی در مقایسه با سایر اندازه‌های پلات در شاخص پراکنش از دقت بیشتری برخوردار است. شکل‌ها و اندازه‌های مختلف پلات در شاخص گرین الگوی پراکنش یکسانی (تصادفی) را نشان دادند. بنابراین این شاخص نیز تحت تأثیر شکل و اندازه پلات قرار ندارد در این تحقیق فقط در شاخص گرین هیچ‌یک از شکل‌ها و اندازه‌های پلات الگوی پراکنش کپه‌ای را نشان ندادند، بنابراین این شاخص نسبت به سایر شاخص‌ها از دقت کمتری برخوردار است. نتایج بررسی‌های محبی و همکاران (۲۰) در تعیین الگوی پراکنش گونه *Astragalus ammodendron* نشان داد که از بین شاخص‌های کوادراتی مورد بررسی تنها شاخص گرین نتوانست الگوی پراکنش گونه مورد نظر را نشان دهد.

با توجه به نتایج شاخص کپه‌ای لوید مشخص شد که این شاخص تنها تحت تأثیر اندازه پلات قرار دارد چون هر سه شکل پلات الگوهای پراکنش یکسانی را ارائه دادند اما اندازه‌های مختلف پلات الگوهای متفاوتی را نشان دادند به‌طوری که با افزایش اندازه پلات به‌طور پیوسته الگوهای پراکنش کپه‌ای، تصادفی و یکنواخت ظاهر شدند. در این شاخص با تغییر شکل پلات از پلات مربع به مستطیل پهن و سپس به مستطیل کشیده با افزایش اندازه پلات از دقت آنها کاسته شد به‌طوری که در پلات‌های مربع‌شکل اندازه‌های ۱، ۲ و ۴ مترمربع، الگوی پراکنش کپه‌ای را نشان دادند. بنابراین در این شکل پلات، اندازه ۸ مترمربع از کمترین دقت برخودار است. در پلات مستطیل پهن پلات‌هایی با اندازه‌های ۱ و ۲ مترمربع از دقت بیشتری نسبت به پلات‌هایی با اندازه‌های ۴ و ۸ مترمربع برخوردارند و در مستطیل کشیده تنها پلات ۱ مترمربعی الگوی کپه‌ای را ظاهر کرد. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده از شاخص‌های پراکنش، گرین و کپه‌ای لوید می‌توان نتیجه گرفت که داده‌های حاصل از پلات مربعی‌شکل نسبت به دو شکل دیگر، کمتر تحت تأثیر اندازه پلات قرار می‌گیرد و علاوه بر این پلات‌های با اندازه‌های کوچک‌تر از دقت بیشتری در تعیین الگوی پراکنش در منطقه مطالعاتی این پروژه برخوردارند. نتایج به‌دست آمده توسط شاخص موریسیتا نشان داد که شکل‌ها و اندازه‌های مختلف پلات تنها یک الگوی پراکنش را ظاهر کرده‌اند. این شاخص نیز تحت تأثیر شکل و اندازه پلات قرار ندارد و چون این شاخص همانند شاخص موریسیتای استاندارد، الگوی پراکنش کپه‌ای را نشان داده است از بالاترین دقت در بین شاخص‌های مورد بررسی برخوردار است. درنهایت می‌توان نتیجه گرفت که شاخص‌های موریسیتا و موریسیتای استاندارد نسبت به سایر شاخص‌ها الگوی

www.SID.ir

Archive of SID

پراکنش را بهتر نشان دادند. این نتایج با نتایج محبی و همکاران (۲۰) مطابقت دارد. آنها با مقایسه کارایی شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی در تعیین الگوی پراکنش دو گونه *Artemisia siebeiri* و *Astragalus ammodendron* به این نتیجه رسیدند که شاخص‌های فاصله‌ای هاپکینز و هولگیت و شاخص‌های کوادراتی موریسیتا و موریسیتای استاندارد، الگوی پراکنش را بهتر نشان دادند. چون شاخص‌های موریسیتا و موریسیتای استاندارد تحت تأثیر شکل و اندازه پلات قرار ندارد توصیه می‌شود در شرایط محیطی مشابه و در مناطقی که امکان استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای وجود ندارد از این دو شاخص کوادراتی برای تعیین الگوی پراکنش استفاده شود. به بیان دیگر نتایج پژوهش حاضر نشان داد که این دو شاخص را می‌توان به‌عنوان شاخص‌های معیار و مرجع سنجش صحت سایر شاخص‌های کوادراتی درنظر گرفت.

منابع مورد استفاده

1. Arzani, H. and M. Abedi. 2015. Rangeland Assessment: Vegetation Measurement. University of Tehran Press, Iran, 346 p.
2. Baranian, E., M. Basiri, H. Bashari and M. Tarkesh. 2011. Investigating the distribution pattern of plant by using point analysis, quadratic indices and distance (case study: Fereidan region of Isfahan provience). *Scientific-Research Journal of Rangeland* 269-258. (In Farsi).
3. Bever, J. 2002. Host-specificity of AM fungal population growth rates can generate feedback on plant growth. *Plant and Soil* 244: 281-290.
4. Borhani, M., M. Basiri and H. Arzani. 2004. Comparing density estimation methods of Artemisia sieberi in steppe ranges of Isfahan province. 3rd National Congress of Range and Range Management in Iran, september 2004. (In Farsi).
5. Chambers, J. O. and R. W. Brown. 1983. Methods for Vegetation Sampling and Analysis on Revegetated Mined Lands. United States Department of Agriculture, Forest Service. 56 p.
6. Cook, C. W. and J. Stubbendieck. 1986. Range Research: Basic Problem and Techniques. Society for Range Management. 1st Edition. Denver, Colorado, 317 p.
7. Dale, M. R. T. 2002. Conceptual and mathematical relationships among methods for spatial analysis. *Ecography* 25: 558-577.
8. Elliot J. M. 1977. Some Method for the Statistical Analysis of Samples of Benthic Invertebrates. Freshwater Biological Association, 160 p.
9. Elzinga, C. L., D. W. Salzer and J. W. Willoughby. 1998. Measuring and Monitoring Plant Population. BLM Technical Reference, USA, 1730 p.
10. Getzin, S., C. Dean, F. He, J. Trofymow, K. Wiegand. and T. Wiegend. 2006. Spatial patterns and competition of tree species in a Douglas-fir chronosequence on Vancouver Island. *Ecography* 29: 671-682.
11. Green, R. H. 1966. Measurement of non-randomness in spatial distributions. *Research Population Ecology* 1-27.
12. Grieg-Smith, P. 1983. Quantitative Plant Ecology. 3ed Edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England, 359 p.
13. Jahantab, E., Y. Ghasemi, A. Sepehri, B. Hanafi. and E. A. Yazdan Panah. 2012. Study on distribution pattern of dominant plant species of mountainous rangelands in central Zagros (case study: Dyshmuk region in Kohgilouyeh and Boyerahmad Province). *Iranian Journal of Range and Desert Reseach* 19(3): 482-489.
14. Kershaw, K. A. 1964. Quantitative and Dynamic Plant Ecology. Edward Arnold Publication, Science, 308 p.
15. Kiani., B., M. Tabari, A. Fallah, S. M. Hosseini and M. H. Iran-nejad Parizi. 2011. The use of nearest neighbar, mean square and Ripley's K- function method to determine spatial pattern of Saxaul (*Haloxylon ammodenderon* C. A. Mey) in Siahkooh protected area, Yazd province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 19(3): 356-369. (In Farsi).
16. Krebs, C. J. 1989. Ecological Methodology. 5th Edition. Addison Wesly Longman, Menlo Park, California, USA. 695 p.

www.SID.ir

Archive of SID

17. Li, L., Z. Huang, W. Ye, H. Cao, S. Wei, Z. Wang, J. Lian, I. Sun, K. Ma and F. He. 2009. Spatial distributions of tree species in a subtropical forest of China. *Oikos* 118(4): 495-502.
18. Logan, M. 2010. Biostatistical Design and Analysis Using R: A Practical Guide.Wiley-Blackwell, 546 p.
19. Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. Wiely - Interscience Pub., USA, 337 p.
20. Mohebbi, Z., M. A. Zare Chahouki, A. Tavili, M. Jafari and A. Fahimipour. 2012. Comparing the efficiency of distance and quadrate indices in determining *Artemisia sieberi* and *Astragalus ammodendron* distribution pattern in Markazi province. *Watershed Management Research (Pajouhesh and Sazandegi)* 94: 27-35. (In Farsi).
21. Masoumi, A. S. 2000a. *Astragalus* of Iran. 1 st edition, Forest and Rangeland Research Institute, Vol.4, pp. 558. (In Farsi).
22. Moghaddam M. R., 2001. Quantitative Plant Ecology. Tehran University Press, 285 p. (In Farsi).
23. Moghaddam, M. R., 2005. Terrestrial Plant Ecology. Tehran University Press, 701 p. (In Farsi).
24. Mosai Sanjaraii, M. and 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 Journals* 40: 483-495. (In Farsi).
25. Malhado, A. C. M. and J. M. Petrere. 2004. Behavior of dispersion indices in pattern detection of a population of Angico, *Anadenanthera peregrina* (Leguminoceae). *Brazilian Journal of Biology* 64: 243-249.
26. Myers, J. H. 1978. Selecting a measure of dispersion. *Environment Entomology* 7: 619-621.
27. Stoll, P. and E. Bergius. 2005. Pattern and process: Competition causes regular spacing of individuals within plant populations. *Journal of Ecology* 93: 395-403.
28. Zare Chahouki, M. A. and A. Tavili. 2018. Evaluating the efficiency of distance and quadrate indices in determining the distribution pattern of rangeland species of arid areas. (case study: Nir region in Yazd province). *Scientific-Research Journal of Rangeland* 101-112. (In Farsi).
29. Zare Chahouki, M. A., J. Imani and H. Arzani. 2012.Comparison of the efficiency of quadrate and spatial index for determination of distribution pattern for *Bromus tomentellus*, *Festuca ovina* and *Prangos ferulacea*. (case study: Saral rangeland in Kordestan province). *Pajouhesh and Sazandegi* 65-71. (In Farsi).

www.SID.ir

Archive of SID

IJAE
Iranian Journal of Applied Ecology

The Effects of Plot Shape and Size on Determining the Distribution Pattern of *Astragalus verus* Olivier

Z. Zangane[1], K. Naseri[1*], F. Mellati[1], M. Mesdaghi[1] and N. Fakhkar Izadi[1]

(Received: May 20-2019; Accepted: December 05-2019)

Abstract

The distribution pattern of plants is an important characteristic of plant communities, being of critical importance in ecological studies and sampling plans. This study was designed to investigate the efficiency of different shapes and sizes of quadrants to delineate the spatial patterns of *Astragalus verus* Olivier by using dispersion indices. At Mayan Rangeland (Khorasan Razavi), a digital camera and R software were used to locate the coordinates of individual plants and to demarcate the boundary of the study area. We used plots of different shapes, square, wide rectangular and long rectangular, with the areas of 1, 2, 4, and 8 m^2, for a total of 12 combinations of shapes and sizes. The distribution indices used included Green, Lioyd, Morisita, and the Standardized Index of Morisita. The results of the study showed that the standard Morisita's index and Morisita's index had the same distribution patterns in all shapes and sizes of plots. These two indices were not affected by plot size and shape in displaying the distribution pattern. The current study alsoshowed that Morisita's and standard Morisita's indices were more precise in comporison with Green and Lioyd indeces.

Keywords: Dispersion indices, Plot shape and size, Degree of species clumping, R software

1. Department of Range and Watershed Manage., Faculty of Natur. Resour. and Environ., Ferdowsi Univ. of Mashhad, Mashhad, Iran.
*: Corresponding Author, Email: klnaseri@um.ac.ir

www.SID.ir