

بررسی ترکیب جوامع مرتعی با استفاده از روش‌های ناپارامتریک چند متغیره جایگستی

پروانه عشوری^۱، محمدعلی زارع چاهوکی^۲، افشین دانه‌کار^{۳*}، عادل جلیلی^۴ و بهنام حمزه^۵

۱- کارشناس ارشد پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲- استاد، گروه احیا مناطق خشک و کوهستانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه محیط‌زیست، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، کرج، ایران پست الکترونیک: danehkar@ut.ac.ir

۴- استاد، بخش تحقیقات گیاه‌شناسی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۵- استادیار، بخش تحقیقات گیاه‌شناسی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۲۷

چکیده

آنالیز داده‌های چند متغیره در تحقیقات بوم‌شناسی و تنوع زیستی دارای اهمیت زیادی است. بوم‌شناسان اغلب نیاز به آزمون فرضیاتی در رابطه با اثرات عوامل مورد آزمایش بر روی کل ترکیب جامعه دارند. برای آنالیز داده‌های چند متغیره، استفاده از روش‌های آماری کلاسیک، مبتنی بر فرضیاتی مانند نرمال بودن توزیع داده‌هاست که معمولاً در داده‌های بوم‌شناسی رعایت نمی‌شوند. از این‌رو در سال‌های اخیر آزمون‌های ناپارامتریک مبتنی بر جایگشت و ماتریس‌های عدم شباهت بطور گسترده برای آزمون وجود اختلافات در ترکیب گونه‌ای در علوم بوم‌شناسی مورد استفاده قرار گرفته است. هدف از این مقاله معرفی و آشنایی با آزمون‌های ناپارامتریک چند متغیره جدید مرتبط با علوم بوم‌شناسی مانند آزمون‌های سیمپر، آنوزیم، پرمانوآ و پرمدیسپ، با هدف تجزیه و تحلیل ترکیب جوامع گیاهیست. به‌منظور معرفی این آنالیزها، از داده‌های پوشش گیاهی شش سایت مرتعی واقع در اراضی اطراف استان تهران استفاده شد و ترکیب جوامع گیاهی مناطق مذکور مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. آنالیز سیمپر نشان داد که گونه‌های *Stipa hohenackeriana* و *Bromus tomentellus* به ترتیب دارای بیشترین سهم در ایجاد تمایز بین سایت‌های مورد مطالعه در مناطق خشک و نیمه‌خشک هستند. آنالیزهای آنوزیم و پرمانوآ تفاوت معنی‌دار ترکیب پوشش بین سایت‌ها را نشان دادند. با توجه به نتایج این آزمون‌ها سایت‌های فیروزکوه-البرز، دماوند-سمنان و ساوه-سلفچگان تشابه بیشتری از لحاظ ترکیب پوشش گیاهی از خود نشان دادند. آنالیز پرمدیسپ نشان داد که ناهمگنی و پراکندگی چند متغیره پوشش گونه‌ها بطور معناداری در واحدهای نمونه‌برداری سایت‌های سلفچگان و ساوه بیشتر بود. بنابراین با توجه به نتایج می‌توان بیان کرد که به‌منظور حفظ تنوع زیستی در سایت‌های مورد مطالعه، حداقل نیاز به سه برنامه مدیریتی مجزا داریم. همچنین با توجه به نتایج آنالیز سیمپر، می‌توان برنامه‌های مدیریتی برای حفظ تنوع زیستی مناطق مورد مطالعه، با حمایت از گونه‌های متمایز مشخص شده در هر سایت ارائه داد.

واژه‌های کلیدی: بوم‌شناسی کمی، جایگشت، آنالیز درصد شباهت (سیمپر)، آنالیز شباهت‌ها (آنوزیم)، آنالیز واریانس چند متغیره جایگستی (پرمانوآ)، آنالیز چند متغیره جایگستی پراکندگی (پرمدیسپ).

مقدمه

بوم‌شناسان نیاز دارند تا با استفاده از آزمون‌های چند متغیره مانند تجزیه و تحلیل واریانس چند متغیره (MANOVA) اثرات فاکتورهای مورد اندازه‌گیری را بر کل اجتماع گونه‌ها به یکباره آزمون کنند (Anderson, 2001). اما استفاده از این آزمون‌ها مبتنی بر فرضیاتی مانند نرمال بودن توزیع داده‌ها، استقلال واحدهای نمونه‌برداری، نرمال بودن خطاها و همگنی ماتریس واریانس-کوواریانس میان گروه‌ها می‌باشند (Rencher, 1998) که معمولاً توسط داده‌های بوم‌شناسی رعایت نمی‌شوند. چنین فرضیاتی گاه حتی بعد از تبدیلات لازم بر روی داده‌ها اعمال نمی‌شود. زیرا معمولاً توزیع فراوانی گونه‌ها اغلب دارای چولگی بسیار است و نرمال نیستند (Gaston & McArdle, 1994). همچنین داده‌های فراوانی بوم‌شناسی معمولاً داده‌هایی گسسته هستند که اغلب دارای توزیع نامتقارن بوده و بدلیل وجود گونه‌های نادر تعداد زیادی صفر در ماتریس داده‌ها وجود دارد که در نتیجه آنالیز تجزیه واریانس کلاسیک نمی‌تواند تفاوتی بین ویژگی‌های دو جامعه که ترکیب گونه‌ای متفاوتی با ارزش‌های عددی یکسانی از گونه‌ها دارند قائل شود (Gioria & Osborne, 2009). به‌منظور حل این مشکلات بوم‌شناسان برای بررسی اختلاف بین ترکیب و یا فراوانی نسبی گونه‌های مختلف (به‌عنوان متغیرها)، در زیستگاه‌های مورد مطالعه، آزمون‌های چند متغیره ناپارامتریک مبتنی بر جایگشت مانند آنوزیم (Analysis of Similarity (ANOSIM) of Clark (1993) و پرمانوآ (Permutation Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA)) (Anderson, 2001) را ابداع کردند. روش جایگشتی (Permutation) یا همان تولید اعداد تصادفی (Randomization) یک رویکرد کلی در آزمون‌های ناپارامتریک است که به‌منظور آزمون

فرضیه‌های آماری در بوم‌شناسی کاربرد دارند. تکنیک جایگشتی به جای مقایسه اعداد واقعی آماره آزمون براساس توزیع آماری استاندارد (مانند توزیع نرمال)، از توزیعی که توسط خود داده‌ها ایجاد می‌شود، استفاده می‌کند (Legendre & Legendre, 2012). روش‌های ناپارامتریک مبتنی بر جایگشت، برای آزمون اختلافات میان گروه‌ها، براساس اندازه‌گیری ماتریس فاصله یا عدم تشابه (Distance or Dissimilarity) مانند ماتریس فاصله نیمه متریک بری-کورتیس (Bray & Curtis, 1957) یا ماتریس فاصله اقلیدسی، بین جفت افراد مشاهده شده در گروه‌های مختلف، ابداع شده است که از جایگشت برای محاسبه احتمال وجود فرضیه صفر مبنی بر وجود اختلاف بین گروه‌ها استفاده می‌کنند (Legendre & Legendre, 2012). جدول ۱ توضیحاتی پیرامون روش‌های مورد استفاده در ارزیابی ساختار پوشش گیاهی جوامع گیاهی ارائه داده است.

با مرور منابع درباره استفاده از آزمون‌های ناپارامتریک جایگشتی چند متغیره ذکر شده، در بررسی ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های طبیعی و جوامع گیاهی در میان مقالات فارسی، موردی یافت نشد، اگرچه موارد زیادی از کاربرد این تکنیک‌ها در مقالات انگلیسی زبان در علوم مختلف مانند بررسی بانک بذر خاک (Gioria & Osborne, 2009)، بررسی احیا اکوسیستم‌های جنگلی (Skowronek *et al.*, 2014)، بررسی ساختار جوامع گیاهی (Vymazalová *et al.*, 2012) و مقایسه ساختار ترکیب گیاهی در مناطق چراشده و مناطق احیا شده پس از چرا در طی سالیان متوالی (Hough-Snee *et al.*, 2013) ارائه شده است. اما در این تحقیق قدرت آزمون‌های مذکور برای تجزیه و تحلیل ساختار پوشش گیاهی شش منطقه مرتعی آزمون شد.

جدول ۱- روش‌های تحلیل آماری مورد استفاده در ارزیابی ساختار پوشش گیاهی جوامع گیاهی

منبع	خصوصیات آزمون	نوع آزمون
Rencher, 1998	هدف تجزیه و تحلیل واریانس چند متغیره، مقایسه تغییر درون گونه‌ها در مقابل تغییر در میان گروه‌های مختلف با استفاده از آماره F است. آنالیز آنوا از شاخص‌های تنوع زیستی برای بیان اختلافات میان تنوع در مکان‌های مختلف استفاده می‌کند.	ANOVA & MANOVA
Anderson, 2001	پرمانوآ یک آنالیز واریانس چند متغیره ناپارامتریک، مبتنی بر جایگشت و شباهت جفتی بین گونه‌ها است که بر روی هر ماتریس فاصله جفتی اجرا می‌شود و فواصل بین گونه‌ها را به دو دسته بین‌گروهی و درون‌گروهی تقسیم‌بندی می‌کند (پارتیشن‌بندی تغییرات) و به ارزیابی پاسخ یک یا چند متغیر به یک یا چند فاکتور می‌پردازد. آماره pseudo-F وابسته به درجه آزادی و تغییرات درونی و بیرونی گروه‌ها است و بطور مستقیم توسط ماتریس فاصله محاسبه می‌شود و آماره P با استفاده از جایگشت‌ها بدست می‌آید.	PERMANOVA
Clark, 1993	آنوزیم یک آنالیز چند متغیره ناپارامتریک است که به مقایسه دو به دوی متغیرها و فاکتورها پرداخته و از تکنیک‌های جایگشتی و رتبه‌بندی ماتریس عدم تشابه برای محاسبه p-value استفاده می‌کند، بنابراین از یک توزیع خاص استفاده نمی‌کند. نتایج آنالیز آنوزیم به صورت یک p-value (بین ۰ و ۱ نشان‌دهنده سطح معناداری برحسب درصد) و یک R-value (بین -۱ تا +۱) نشان داده می‌شود.	ANOSIM
Anderson, 2006	پرمدیسپ (Permutational multivariate analysis of dispersion (PERMDISP)) آنالیز چند متغیره به منظور آزمون وجود اختلافات یا همگنی در پراکندگی (واریانس) پلات‌ها یا نمونه‌های گروه‌های مورد مطالعه می‌باشد (Anderson, 2006). این آنالیز براساس آزمون همگنی واریانس لون (Levene, 1960) پایه‌ریزی شده که آماره F برای مقایسه میانگین فواصل افراد پلات‌ها یا نمونه‌ها نسبت به مرکز ثقل هر گروه (نقطه‌ای که مختصات آن میانگین مختصات همه نقاط آن گروه است) و آماره p براساس جایگشت فواصل بین گروه‌هایی از پلات‌ها محاسبه می‌شود.	PREMDISP
Clarke, 1993	آزمون سیمپر (Similarity percentages (SIMPER)) به‌عنوان آزمونی برای بیان اختلافات بین گروه‌ها در آنالیزهای چند متغیره برای پاسخ به این سؤال است که " کدام گونه سبب ایجاد اختلاف بیشتری بین گروه‌ها می‌شود؟". این آزمون مقایسات جفتی را بین گروه‌های واحدهای نمونه‌برداری اجرا می‌کند و میانگین مشارکت هر گونه را نسبت به میانگین کل ماتریس عدم تشابه بری-کورٹیس پیدا می‌کند، سپس تمامی گونه‌ها را براساس بالاترین میزان مشارکتشان در ایجاد ماتریس عدم تشابه در میان نمونه‌ها گروه‌بندی می‌کند. همچنین سهم تجمعی را نشان می‌دهد.	SIMPER

مواد و روش‌ها

برای نمونه‌برداری انتخاب شدند. داخل هر سایت یک هکتاری تعداد ۳۰ پلات یک مترمربعی در طول ۴ ترانسکت برای برآورد پوشش گیاهی جای‌گذاری شدند. جمعا در ۱۸۰ پلات در ۶ منطقه مورد مطالعه نوع گونه و درصد پوشش گیاهی اندازه‌گیری شد. جدول‌های ۲ و ۳ مشخصات سایت‌های مورد مطالعه را همراه با گونه‌های غالب هر سایت نشان می‌دهند.

این تحقیق در محدوده اراضی اطراف استان تهران در شش سایت تحقیقاتی قرق شده تحت مدیریت مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور انجام شد. سه سایت که معرف هر یک از مناطق خشک (بارندگی کمتر از ۲۰۰ میلیمتر) و نیمه‌خشک (بارندگی بیشتر از ۲۰۰ میلی‌متر) اطراف استان تهران بودند،

جدول ۲- مشخصات سایت‌های مورد مطالعه

نام سایت	اقلیم	عرض جغرافیایی (N)	طول جغرافیایی (E)	ارتفاع (m)	میانگین بارندگی سالانه ۳۰ ساله (mm)	میانگین دمای سالانه ۳۰ ساله (°C)	میانگین حداقل دمای سالانه ۳۰ ساله (°C)	میانگین حداکثر دمای سالانه ۳۰ ساله (°C)
ساوه	خشک	۳۵ ۲۶	۵۰ ۵۳	۱۴۰۰	۱۸۹	۱۹	۱۰	۲۳
سلفچگان	خشک	۳۴ ۳۱	۵۰ ۲۳	۱۵۰۰	۱۸۰	۱۸	۱۰	۲۲
سمنان	خشک	۳۵ ۴۵	۵۳ ۵۷	۲۵۰۰	۲۰۴	۱۳	۸	۱۸
البرز	نیمه خشک	۳۵ ۵۱	۵۰ ۵۵	۱۷۰۰	۲۵۵	۱۵	۹	۲۱
دماوند	نیمه خشک	۳۵ ۳۹	۵۲ ۲۶	۲۳۰۰	۳۷۵	۱۳	۷	۱۹
فیروزکوه	نیمه خشک	۳۵ ۵۲	۵۲ ۳۶	۲۹۰۰	۴۰۸	۶	۴	۱۵

جدول ۳- مهمترین گونه‌های موجود در سایت‌های مورد مطالعه

نام سایت	گونه‌های گیاهی بیشتر منطقه با توجه به اندازه درصد پوشش داده‌ها
ساوه	<i>Stipa hohenackeriana</i> , <i>Salsola laricina</i> , <i>Artemisia sieberi</i> , <i>Aegilops columnaris</i>
سلفچگان	<i>Stipa hohenackeriana</i> , <i>Boissiera squarrosa</i> , <i>Bromus tectorum</i> , <i>Psathyrostachys fragilis</i>
سمنان	<i>Stipa hohenackeriana</i> , <i>Festuca ovina</i> , <i>Astracantha mesoleia</i> , <i>Marrubium cuneatum</i> , <i>Lactuca orientalis</i> , <i>Acantholimon erinaceum</i> , <i>Stachys inflata</i> , <i>Achillea santolinoides</i> , <i>Onobrychis cornuta</i> , <i>Psathyrostachys fragilis</i>
البرز	<i>Poa sinaica</i> , <i>Psathyrostachys fragilis</i> , <i>Pimpinella aurea</i> , <i>Erysimum crassipes</i> , <i>Bromus tomentellus</i> , <i>Centaurea virgata</i> , <i>Tanacetum pinnatum</i> , <i>Bromus danthoniae</i>
دماوند	<i>Agropyron cristatum</i> , <i>Bromus tomentellus</i> , <i>Stipa hohenackeriana</i> , <i>Poa bulbosa</i> , <i>Alyssum desertorum</i> , <i>Bassia prostrata</i> , <i>Artemisia aucheri</i> , <i>Astracantha mesoleia</i>
فیروزکوه	<i>Bromus tomentellus</i> , <i>Cousinia multiloba</i> , <i>Asperula setosa</i> , <i>Psathyrostachys fragilis</i> , <i>Astragalus ochrochlorus</i> , <i>Taraxacum sp.</i> , <i>Thymus pubescens</i> , <i>Alyssum szovitsianum</i> , <i>Onobrychis cornuta</i>

تحلیل‌های آماری

در این مقاله برای بررسی ساختار و ترکیب پوشش اراضی مرتعی موجود در شرق و غرب استان تهران، در مرحله اول بدلیل وجود تعداد زیادی ارزش صفر در داده‌های درصد پوشش ماتریس پوشش گیاهی، از تبدیل جذر ریشه چهارم (Forth Root) برای داده‌های درصد پوشش استفاده شد تا بتوان ارزش گونه‌های نادر را در محاسبات در نظر گرفت (Clark, 1993). در مرحله دوم ماتریس شباهت بری-کورتیس ساخته شده و در مرحله سوم آنالیزهای مقیاس‌بندی چند بعدی غیر متریک (Non-metric Multidimensional Scaling (nMDS) (Kruskal

(Wish, 1978) و تجزیه خوشه‌ای (Cluster) براساس میانگین گروه (Group Average) ایجاد شده و برای نمایش بهتر الگوی پراکنش، نتایج حاصل از رج‌بندی (Ordination) و خوشه‌بندی رویهم‌گذاری شدند. در مرحله چهارم آنالیز درصد شباهت (سیمپری) به‌منظور تعیین درصد مشارکت گونه‌هایی که بیشترین سهم را برای ایجاد اختلاف بین سایت‌ها دارند، براساس داده‌های درصد پوشش گونه‌ای اجرا شد. به‌منظور بررسی میزان شباهت در ترکیب گونه‌ای بین مناطق مورد مطالعه از آزمون یک‌طرفه آنوزیم (One way ANOSIM) براساس ماتریس فاصله بری کورتیس با ۹۹۹ جایگشت با استفاده از داده‌های درصد پوشش تبدیل

آنالیزهای پرمانوآ و پرمدیسپ در نرم‌افزار R پکیج vegan با توابع Adonis و betadisper اجرا شدند.

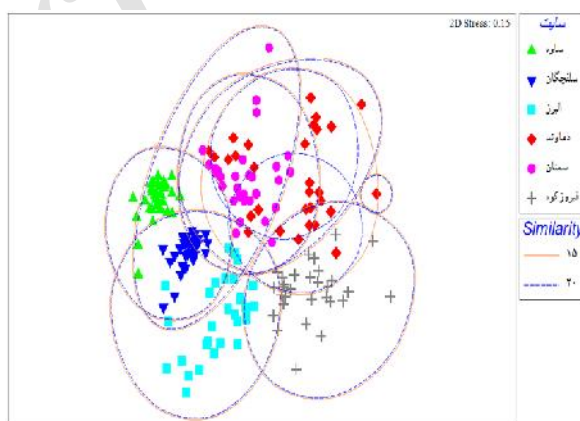
نتایج

در بررسی پوشش گیاهی سایت‌های مورد مطالعه در مجموع ۱۸۰ پلات و تعداد ۱۵۱ گونه ثبت شد. سایت سلفچگان (۵۵ گونه)، فیروزکوه (۵۰ گونه)، دماوند (۳۵ گونه)، البرز (۳۵ گونه)، ساوه (۳۱ گونه) و سمنان (۲۹ گونه) به ترتیب دارای بیشترین غنای گونه‌ای بودند.

نتایج آزمون رج‌بندی و خوشه‌بندی

نتایج آزمون رج‌بندی چند بعدی غیرمتریک و تجزیه خوشه‌ای براساس ماتریس شباهت بری-کورتیس و داده‌های درصد پوشش گونه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است. مقدار عددی عامل تنش (stress-value) برای رج‌بندی ۰/۱۵ محاسبه شده است. این آماره توضیح می‌دهد که چگونه پلات دو بعدی پیچیدگی روابط چند بعدی را بین سایت‌ها نشان می‌دهد. ارزش بین ۰/۰۵ تا ۰/۲ برازش مناسبی از فواصل موجود در فضای چند بعدی کاهش یافته را نشان می‌دهد (Clarck, 1993).

شده (ریشه چهارم) استفاده شد. همچنین به منظور آزمون اینکه آیا ترکیب پوشش سایت‌های مورد مطالعه به طور معناداری با هم اختلاف دارند از تحلیل آماری پرمانوآ براساس ماتریس فاصله اقلیدسی با ۹۹۹ جایگشت تصادفی استفاده شد. آزمون پرمدیسپ برای بررسی میزان اختلافات یا همگنی پراکندگی داده‌های درصد پوشش گونه‌های موجود در پلات‌ها در هر سایت اجرا شد. در آزمون پرمدیسپ، شباهت بین جفت نمونه‌ها توسط روش عدم شباهت غیر اقلیدسی مانند بری-کورتیس محاسبه می‌شود و از آنالیز رج‌بندی مختصات اصلی (PCoA) به منظور جای‌گذاری پلات‌ها در یک فضای اقلیدسی استفاده می‌شود (Anderson, 2006). سپس نتایج حاصل از پرمدیسپ توسط تجزیه واریانس میانگین عدم شباهت پلات‌ها در بین سایت‌ها مقایسه شده و آماره P و F محاسبه می‌شوند و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار از آزمون مقایسه توکی برای مقایسه جفتی میزان همگنی پراکندگی نمونه‌ها در بین گروه‌ها استفاده می‌شود. آنالیزهای رج‌بندی و سیمپ در نرم‌افزار پرایمر (Polymouth Routines In Multivariate) (Clarke, 1993) نسخه ۶ (Ecological Research (PRIMER) نسخه ۲۰۰۱ (Clarke & Warwick, 2001)، آنالیز آنوزیم در نرم‌افزار PAST نسخه ۳,۰۶ (Hammer et al. 2001) و



شکل ۱- مکان واحدهای نمونه‌برداری (پلات‌ها در سایت‌ها) در فضای دو بعدی حاصل از آنالیز مقیاس‌بندی چند بعدی غیرمتریک با همپوشانی خطوط درصد شباهت آنالیز خوشه‌ای

نتایج آزمون سیمپر

جدول شماره ۴ میزان میانگین فراوانی و سهم مشارکت تجمعی گونه‌ها را تا حدود ۳۲٪ در ایجاد عدم شباهت در مناطق خشک و نیمه‌خشک نشان می‌دهد. آنالیز سیمپر نشان داد که میانگین عدم شباهت بین سایت‌های خشک و نیمه‌خشک ۹۴ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده تمایز قابل توجهی از لحاظ ترکیب پوشش گیاهی بین سایت‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک است. با توجه به نتایج آزمون سیمپر گونه‌های *Boissiera* *Stipa hohenackeriana* و *Ziziphora tenuior* و *Salsola laricina* *squarrosa*

مناطق خشک غالب هستند، همچنین در مناطق نیمه‌خشک گونه‌های *Psathyrostachys Bromus tomentellus* و *fragilis* و *Poa sinaica* بیشترین گونه‌های غالب را تشکیل می‌دهند. سایت سلفچگان و ساوه دارای کمترین میانگین کل عدم تشابه ۷۷ هستند و سایت سمنان با سلفچگان دارای میانگین کل عدم تشابه ۸۸ و با ساوه دارای میانگین کل عدم تشابه ۹۰ می‌باشد. از سایت‌های مناطق نیمه‌خشک دو سایت فیروزکوه و دماوند با میانگین کل عدم تشابه ۹۱ قرابت بیشتری نسبت به سایت البرز و دماوند با میانگین کل عدم تشابه ۹۴ دارند.

جدول ۴- نتایج حاصل از آنالیز سیمپر در تعیین میزان مشارکت گونه‌ها در ایجاد عدم شباهت تا ۳۱/۹۲٪ بین مناطق خشک و نیمه‌خشک با استفاده از داده‌های درصد پوشش تبدیل شده (ریشه چهارم) و براساس شاخص شباهت بری-کورتیس

گونه‌ها	میانگین فراوانی در مناطق خشک	میانگین فراوانی در مناطق نیمه‌خشک	میانگین عدم شباهت	درصد مشارکت در عدم تشابه	درصد تجمعی مشارکت
میانگین کل عدم تشابه بین مناطق خشک و نیمه‌خشک: ۹۴٪					
<i>Stipa hohenackeriana</i>	۱/۳۴	۰/۳	۶/۸۴	۷/۲۴	۷/۲۴
<i>Bromus tomentellus</i>	۰/۰۳	۰/۹۵	۵/۱۸	۵/۴۹	۱۲/۷۳
<i>Psathyrostachys fragilis</i>	۰/۴۳	۰/۴۷	۳/۶۳	۳/۸۴	۱۶/۵۷
<i>Boissiera squarrosa</i>	۰/۵۴	۰/۰۱	۲/۹۴	۳/۱۱	۱۹/۶۸
<i>Salsola laricina</i>	۰/۴۵	۰	۲/۵۳	۲/۶۸	۲۲/۳۷
<i>Poa sinaica</i>	۰/۰۵	۰/۳۹	۲/۴۲	۲/۵۷	۲۴/۹۳

جدول شماره ۵ نتایج آزمون سیمپر را در تعیین میزان میانگین فراوانی و سهم مشارکت تجمعی دو گونه‌ای که در هر سایت بالاترین مشارکت را در عدم تشابه ترکیب پوشش گیاهی داشتند نشان می‌دهد. آنالیز سیمپر با استفاده از داده‌های درصد پوشش تبدیل شده (ریشه چهارم) و براساس شاخص شباهت بری-کورتیس اجرا شد. بیشترین تفاوت بین سایت‌های ساوه، سلفچگان و سمنان با سایت فیروزکوه دیده شد.

نتایج آزمون آنوزیم

نتایج آنالیز آنوزیم نشان داد که ساختار ترکیب گونه‌ای

در تمام سایت‌ها دارای تفاوت معناداری هستند ($P < 0.001$). جدول شماره ۶ نتایج آنالیز آنوزیم را براساس مقایسه جفتی سایت‌ها از لحاظ ترکیب پوشش گیاهی نشان می‌دهد. مقایسه آماره R آنالیز آنوزیم نشان می‌دهد که ترکیب پوشش گیاهی دماوند با سایت‌های فیروزکوه، سمنان و البرز دارای اختلاف کمتری ($R < 0.77$) نسبت به سایر سایت‌ها است و نشان‌دهنده هم‌پوشانی ترکیب گیاهی سایت دماوند با سایت‌های ذکر شده است. البته بیشترین تفاوت بین سایت‌های ساوه و سلفچگان با سایت فیروزکوه دیده شد.

جدول ۵- میزان میانگین فراوانی و سهم مشارکت تجمعی گونه‌هایی با بالاترین درصد مشارکت در عدم تشابه در هر سایت

گونه‌ها	میانگین فراوانی در سایت (۱)	میانگین فراوانی در سایت (۲)	میانگین عدم شباهت	درصد مشارکت در عدم تشابه
<i>Bromus tomentellus</i>	۱/۴۲	۰/۸۸	۵/۹۳	۶/۴۸
	درصد میانگین کل عدم تشابه بین سایت (۱) فیروزکوه و سایت (۲) دماوند: ۹۱/۴۴			
<i>Poa sinaica</i>	۰	۱/۱۷	۶/۳۱	۶/۸۹
	درصد میانگین کل عدم تشابه بین سایت (۱) فیروزکوه و سایت (۲) البرز: ۹۱/۶۵			
<i>Poa sinaica</i>	۰	۱/۱۷	۷/۹۶	۸/۳۸
	درصد میانگین کل عدم تشابه بین سایت (۱) دماوند و سایت (۲) البرز: ۹۴/۹۴			
<i>Bromus tomentellus</i>	۱/۴۲	۰/۰۸	۷/۳۶	۷/۷۳
	درصد میانگین کل عدم تشابه بین سایت (۱) فیروزکوه و سایت (۲) سمنان: ۹۵/۱۹			
<i>Agropyron cristatum</i>	۰/۹۴	۰	۶/۴۷	۶/۹۴
	درصد میانگین کل عدم تشابه بین سایت (۱) دماوند و سایت (۲) سمنان: ۹۳/۲۱			
<i>Poa sinaica</i>	۱/۱۷	۰	۷/۳۹	۷/۸۵
	درصد میانگین کل عدم تشابه بین سایت (۱) البرز و سایت (۲) سمنان: ۹۴/۱۵			
<i>Stipa hohenackeriana</i>	۰	۱/۵۷	۷/۴۹	۷/۸۰
	درصد میانگین کل عدم تشابه بین سایت (۱) فیروزکوه و سایت (۲) سلفچگان: ۹۶			
<i>Boissiera squarrosa</i>	۰/۰۴	۱/۴۹	۸/۵۶	۹/۱۰
	درصد میانگین کل عدم تشابه بین سایت (۱) دماوند و سایت (۲) سلفچگان: ۹۴/۱۴			
<i>Boissiera squarrosa</i>	۰	۱/۴۹	۸/۲۷	۹/۴۰
	درصد میانگین کل عدم تشابه بین سایت (۱) البرز و سایت (۲) سلفچگان: ۸۷/۹۳			
<i>Boissiera squarrosa</i>	۰	۱/۴۹	۸/۲۰	۹/۲۹
	درصد میانگین کل عدم تشابه بین سایت (۱) سمنان و سایت (۲) سلفچگان: ۸۸/۲۰			
<i>Stipa hohenackeriana</i>	۰	۱/۵۱	۷/۷۴	۷/۷۶
	درصد میانگین کل عدم تشابه بین سایت (۱) فیروزکوه و سایت (۲) ساوه: ۹۹/۷۷			
<i>Salsola laricina</i>	۰	۱/۳۶	۸/۲۵	۸/۷۳
	درصد میانگین کل عدم تشابه بین سایت (۱) دماوند و سایت (۲) ساوه: ۹۴/۵۱			
<i>Salsola laricina</i>	۰	۱/۳۶	۷/۸۲	۸/۲۹
	درصد میانگین کل عدم تشابه بین سایت (۱) البرز و سایت (۲) ساوه: ۹۴/۳۹			
<i>Salsola laricina</i>	۰	۱/۳۶	۷/۷۵	۸/۵۷
	درصد میانگین کل عدم تشابه بین سایت (۱) سمنان و سایت (۲) ساوه: ۹۰/۴۵			
<i>Boissiera squarrosa</i>	۱/۴۹	۰/۱۴	۷/۱۲	۹/۱۴
	درصد میانگین کل عدم تشابه بین سایت (۱) سلفچگان و سایت (۲) ساوه: ۷۷/۸۹			

جدول ۶- نتایج حاصل از آنالیز آنوزیم از بررسی شباهت بین سایت‌ها براساس داده‌های درصد پوشش

سایت‌ها	فیروزکوه	سمنان	دماوند	البرز	سلفچگان	ساوه
ساوه	۰/۹۷	۰/۸۳	۰/۸۱	۰/۹۴	۰/۸۵	۰/۰۰۱
سلفچگان	۰/۹۴	۰/۷۸	۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
البرز	۰/۸۰	۰/۸۲	۰/۷۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
دماوند	۰/۶۵	۰/۶۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
سمنان	۰/۸۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
فیروزکوه	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

*R-values

p-values

*: هرچه R به +۱ نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده اختلاف بیشتر بین گروه‌هاست. $R < 0.75$ نشان می‌دهد که گروه‌ها همپوشانی دارند.

نتایج آزمون پرمانوا نشان داد که بیشترین تفاوت بین سایت‌های ساوه و سلفچگان با سایر سایت‌ها دیده شد. البته سایت دماوند با سایت‌های فیروزکوه، سمنان و البرز تفاوت کمتری را از خود نشان داد.

نتایج آزمون پرمانوا نتایج آزمون ناپارامتریک پرمانوا به منظور مقایسه ترکیب پوشش گیاهی سایت‌های مورد مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سایت‌ها وجود دارد (جدول ۷ و ۸). آماره F

جدول ۷- نتایج حاصل از آزمون ناپارامتریک پرمانوا براساس فاصله اقلیدسی با ۹۹۹ جایگشت

منبع تغییرات	df	SS	MS	F	R ²	Pr(>F)
سایت‌ها	۵	۱۸/۵۰	۳/۷۰	۱۶۱/۱۵	۰/۸۲	*۰/۰۰۱
باقیمانده‌ها	۱۷۴	۳/۹۹	۰/۰۲		۰/۱۷	
کل	۱۷۹	۲۲/۴۹			۱	

#: تفاوت معنی‌دار

جدول ۸- مقایسات جفتی ترکیب پوشش گیاهی میان سایت‌های حاصل از آنالیز پرمانوا

سایت‌ها	فیروزکوه	سمنان	دماوند	البرز	سلفچگان	ساوه
ساوه	۲۵/۵۹	۲۰/۷۲	۲۱/۷۲	۲۵/۲۲	۲۰/۴۳	۰/۰۰۱
سلفچگان	۲۰/۲۵	۱۵/۳۸	۱۷/۷۴	۱۷/۴۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
البرز	۱۱/۹۴	۱۲/۹۷	۱۱/۶۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
دماوند	۱۰	۹/۵۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
سمنان	۱۳/۳۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
فیروزکوه		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

Pseudo F-value

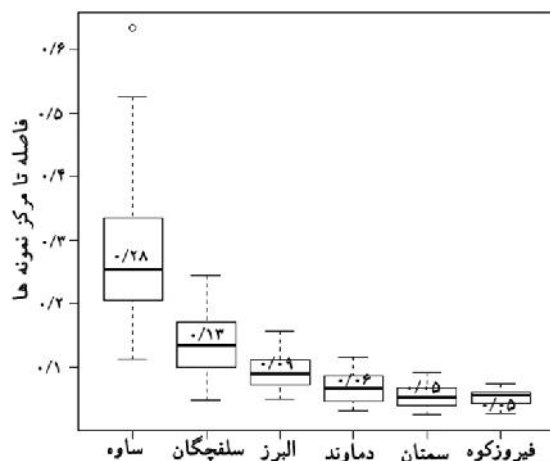
P-value

نتایج آزمون پرمیدیپ نتایج حاصل از آزمون پرمیدیپ و میانگین فاصله از مرکز ثقل نمونه‌ها در هر گروه در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که سایت‌های فیروزکوه، سمنان،

نتایج آزمون پرمیدیپ نتایج حاصل از آزمون پرمیدیپ و میانگین فاصله از مرکز ثقل نمونه‌ها در هر گروه در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که سایت‌های فیروزکوه، سمنان،

معنی داری از لحاظ میزان همگنی پراکندگی پوشش گیاهی نسبت به سایر سایت‌ها دارند. به گونه‌ای که عدم یکنواختی بیشتری در ترکیب پوشش گیاهی از خود نشان دادند.

توکی برای مقایسه جفتی میزان همگنی پراکندگی نمونه‌ها در بین گروه‌ها استفاده شد (جدول ۱۰) تا مشخص شود که کدامیک از سایت‌ها دارای اختلاف معنی داری هستند. نتایج آزمون توکی نشان داد که دو سایت ساوه و سلفچگان تفاوت



شکل ۲- نمودار جعبه‌ای میزان همگنی نمونه‌ها در هر سایت براساس نتایج آنالیز پرمدیسپ

جدول ۹- نتایج تجزیه واریانس همگنی پراکندگی داده‌های درصد پوشش گیاهی سایت‌ها

Pr(>F)	F	MS	SS	df	منبع تغییرات
*.001	۶۷/۰۹	۰/۲۳	۱/۱۵	۵	سایت
		۰/۰۰۳	۰/۵۹	۱۷۴	باقیمانده‌ها

#: تفاوت معنی دار

جدول ۱۰- مقایسات جفتی میزان همگنی پراکندگی داده‌های درصد پوشش گیاهی سایت‌ها براساس آزمون توکی

سایت‌ها	P-value
ساوه	.
سلفچگان	۰/۰۲
البرز	ns. ۰/۶۴
دماوند	ns. ۰/۱۵
سمنان	ns. ۰/۹۴
فیروزکوه	ns. ۰/۱۰
سایت‌ها	ns. ۰/۸۹
	ns. ۰/۹۹

ns: تفاوت معنی داری دیده نشد.

بحث

آزمون فرضیاتی درباره ترکیب کل جوامع بود (Clarck, 1993). انعطاف‌پذیری و فقدان فرضیات کلاسیک روش‌های ناپارامتریک سبب شد که بتوان از این روش‌ها برای آنالیزهای چند فاکتوره پیچیده بهره برد. تکنیک‌هایی مانند خوشه‌بندی

تحلیل‌های آماری نقش مهمی را در توسعه علوم بوم‌شناسی ایفا می‌نمایند. به طوری که یک پیشرفت مهم در آنالیز داده‌های چند متغیره در بوم‌شناسی توسعه روش‌های ناپارامتریک برای

آنوزیم بطور مستقیم تفسیر می‌شود و اندازه‌گیری کاملی از قدرت اختلافات بین گروه‌هاست و می‌تواند به‌عنوان معیاری برای مقایسه بین مطالعات مختلف قرار گیرد (Anderson & Walsh, 2013). در این تحقیق به‌منظور معرفی و آشنایی بیشتر با انواع آنالیزهای چند متغیره جایگشتی هر دو آنالیز آنوزیم و پرمانوا اجرا شد. بنابراین با توجه به نظر محقق می‌توان از یکی از دو روش آنوزیم یا پرمانوا در مطالعات استفاده نمود. آنالیز سیمپر علاوه بر اینکه درصد عدم تشابه بین سایت‌ها را نشان می‌دهد، به‌عنوان آنالیزی مکمل آنالیزهای آنوزیم و پرمانوا، مشخص می‌کند که کدام گونه سبب ایجاد اختلاف و عدم تشابه در سایت‌های مورد بررسی شده است. به‌طوری‌که از نتایج آن می‌توان در مدیریت گونه‌های متمایز در هر سایت در جهت حفظ و احیا سایت‌ها استفاده نمود. نتایج آنالیز سیمپر در این تحقیق نشان داد که گونه‌های *Stipa hohenackeriana*، *Salsola laricina* و *Boissiera squarrosa* جزو گونه‌های شاخص در مناطق خشک است که میانگین فراوانی آن در سایت‌های مناطق نیمه‌خشک بسیار ناچیز است و گونه‌های *Poa sinaica* و *Bromus tomentellus* جزو گونه‌های شاخص در مناطق نیمه‌خشک هستند که میانگین فراوانی آنها در سایت‌های مناطق خشک بسیار ناچیز است. بنابراین با آگاهی از وجود گونه‌های شاخص در هر منطقه می‌توان راهبردهای ویژه‌ای برای حفظ و احیا تنوع زیستی هر منطقه ارائه داد. در مقایسه بین آزمون پرمانوا و پرمدیسپ می‌توان این گونه بیان کرد که آزمون پرمانوا به این سؤال پاسخ می‌دهد که آیا اختلاف اساسی بین سایت‌ها از لحاظ ترکیب گونه‌ای وجود دارد؟ در حالی که آزمون پرمدیسپ به‌منظور بررسی میزان پراکندگی و توزیع گونه‌ها و همگنی سایت‌ها به‌کار می‌رود که در این تحقیق، نتایج آنالیز پرمدیسپ نشان داد که سایت‌های ساوه و سلفچگان نسبت به سایر سایت‌ها از ناهمگنی واریانس بیشتری در ترکیب پوشش بین پلات‌های نمونه‌برداری شده برخوردارند که البته به دلیل اقلیم خشک این سایت‌ها و بارندگی ناچیز الگوی پراکنده گونه‌ها در این مکان‌ها انتظار می‌رود. سایت‌های فیروزکوه، دماوند، البرز و سمنان رفتار مشابهی از خود نشان دادند به گونه‌ای که این سایت‌ها از

برای گروه‌بندی داده‌ها، رج‌بندی برای کاهش ابعاد داده‌ها به‌منظور تولید و تفسیر الگوهای موجود در ساختار جوامع به‌شدت مورد استفاده بوم‌شناسان قرار می‌گیرند. اما این روش‌ها درجه عدم قطعیت و معنی‌داری تفاوت‌ها را به راحتی بیان نمی‌کنند، در حالی که آنالیزهایی همانند آنوزیم و پرمانوا به بیان احتمالات (P-value) برای داده‌های بوم‌شناسی چند متغیره می‌پردازند (Anderson, 2001). در این مطالعه ترکیبی از چند آنالیز چند متغیره مانند مقیاس‌بندی چند بعدی غیرمتریک، سیمپر، آنوزیم، پرمانوا و پرمدیسپ به‌منظور ارزیابی ترکیب پوشش گیاهی شش رویشگاه مرتعی بررسی شد. در این تحقیق نتایج آنالیز مقیاس‌بندی چند بعدی غیرمتریک نشان داد که سایت‌های دماوند و سمنان از لحاظ ترکیب پوشش گیاهی با یکدیگر همپوشانی دارند و سایر واحدهای نمونه‌برداری در سایت‌ها بگونه‌ای از هم متمایز شده‌اند که سایت‌های ساوه-سلفچگان و سایت‌های البرز-فیروزکوه قرابت بیشتری از لحاظ ترکیب پوشش گیاهی با یکدیگر نشان می‌دهند. این نتایج توسط آنالیزهای آنوزیم و پرمانوا با بیان آماره احتمال P و وجود تفاوت معنی‌دار در سایت‌های مورد بررسی تأیید می‌شود. ترکیب پوشش گیاهی سایت‌های دماوند و سمنان تا حدودی دارای همپوشانی می‌باشند که شاید این امر ناشی از تشابه میزان دمای متوسط سالیانه و اختلاف ارتفاع کمتری که بین این دو سایت وجود دارد (۲۳۰۰ متر دماوند در مقابل ۲۵۰۰ متر در سمنان) باشد، در نتیجه واحدهای نمونه‌برداری که در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند تحت تأثیر شرایط محیطی یکسانی هستند. همچنین با توجه به مشابهت عوامل اقلیمی و ارتفاعی دو سایت ساوه و سلفچگان، واحدهای نمونه‌برداری این دو سایت قرابت بیشتری به یکدیگر داشته و تحت تأثیر اقلیم خشک این مناطق هستند. آنالیز پرمانوا در واقع همان آنالیز تجزیه واریانس ناپارامتریک است که در مقایسه با آنوزیم تغییرات را بصورت درون گروه‌ها و بین گروه‌ها تقسیم‌بندی می‌کند و برخلاف آنوزیم از رتبه‌بندی استفاده نمی‌کند و با ارائه جدول تجزیه واریانس، اطلاعات بیشتری در اختیار محقق قرار می‌دهد. از سوی دیگر، در حالی که در پرمانوا P-value نشان‌دهنده قدرت شواهد برای آزمون فرضیه است. آماره R در

- Bray, J. R. and Curtis, J. T., 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological monographs*, 27(4), 325-349.
- Clarke, K. R. and Warwick R. M., 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2nd edition, PRIMER-E, Plymouth, 172p.
- Clarke, K. R., 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117-143.
- Gaston, K. J. and McArdle, B. H., 1994. The temporal variability of animal abundances: measures, methods and patterns. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 345: 335-358.
- Gioria, M. and Osborne, B., 2009. Assessing the impact of plant invasions on soil seed bank communities: use of univariate and multivariate statistical approaches. *Journal of Vegetation Science*, 20: 547-556.
- Hammer, Ø., Harper, D. and Ryan, P., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1): 9p.
- Hough-Snee, N., Roper, B. B., Wheaton, J. M., Budy, P. and Lokteff, R. L., 2013. Riparian vegetation communities change rapidly following passive restoration at a northern Utah stream. *Ecological Engineering*, 58, 371-377.
- Kruskal, J. B. and Wish, M., 1978. *Multidimensional Scaling*. Sage Publications, Beverly Hills, California, 11:98p.
- Legendre, P. and Legendre, L., 2012. *Developments in Environmental Modelling*. Academic Press, Elsevier, 992p.
- Levene, H., 1960. Robust tests for equality of variances. 278-292 In: Olkin, I., Ghurye, S., Hoeffding, W., Madow, W., Mann, H. (Eds.). *Contributions to Probability and Statistics*, Stanford University Press, Stanford, CA.
- Rencher, A. C., 1998., *Multivariate statistical inference and applications*. John Wiley and Sons, New York, USA, 550p.
- Skowronek, S., Terwei, A., Zerbe, S., Mölder, I., Annighöfer, P., Kawaletz, H., Ammer, C. and Heilmeyer, H., 2014. Regeneration Potential of Floodplain Forests Under the Influence of Nonnative Tree Species: Soil Seed Bank Analysis in Northern Italy. *Restoration Ecology*, 22: 22-30.
- Vymazalová, M., Axmanová, I. and Tichý, L., 2012. Effect of intra seasonal variability on vegetation data. *Journal of Vegetation Science*, 23: 978-984.

لحاظ پراکندگی (واریانس) درصد پوشش گونه‌ها در پلات‌های نمونه‌برداری شده همگنی بیشتری نشان دادند و نتایج آزمون جفتی توکی اختلاف معنی‌داری را از لحاظ شاخص همگنی پراکندگی نمونه‌ها در این سایت‌ها نشان نداد. همان‌طور که بیان شد، آنالیز داده‌های چند متغیره در بوم‌شناسی حائز اهمیت است، گرچه این روش‌ها بطور گسترده در علوم دریایی استفاده شده‌اند اما می‌توان از این آنالیزها در مطالعات جوامع گیاهی مانند بررسی ساختار بانک بذر خاک یا اثر چرا بر تغییرات ایجاد شده در ترکیب پوشش گیاهی جوامع مرتعی بهره برد. امروزه با وجود رایانه‌ها و نرم‌افزارهای جدید کاربران قادر هستند به راحتی از آزمون‌های جایگزینی استفاده نمایند. نرم‌افزار رایگان R به همراه پکیج‌های آن به سرعت در میان محققان در رشته‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است و به راحتی از اینترنت (<http://cran.r-project.org/>) قابل دانلود و دسترسی است. به منظور دستیابی به توابع آماری چند متغیره که در این مقاله معرفی شد می‌توان از پکیج VEGAN نرم‌افزار رایگان R برای انجام آنالیزهای ناپارامتریک جایگزینی با هدف بررسی و تجزیه و تحلیل ترکیب پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های مختلف بهره برد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از اعضای بخش تحقیقات مرتع و بخش تحقیقات گیاه‌شناسی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور برای همکاری در عملیات میدانی و آزمایشگاهی تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع مورد استفاده

- Anderson, M. J., 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26: 32-46.
- Anderson, M. J. and Walsh, D. C., 2013. PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: What null hypothesis are you testing?. *Ecological Monographs*, 83: 557-574.
- Anderson, M. J., 2006. Distance-based tests for homogeneity of multivariate dispersions. *Biometrics*, 62:245-253.

Investigation of rangeland communities' composition using multivariate nonparametric permutation

P. Ashouri¹, M. A. Zare chahouki², A. Danehkar^{3*}, A. Jalili⁴ and B. Hamzehee⁵

1-Senior Research Expert, Research Range Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

2- Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3*-Corresponding author, Associate Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, Email: danehkar@ut.ac.ir

4-Professor, Research Botany Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

5-Assistant Professor, Research Botany Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received:6/24/2015

Accepted:10/19/2016

Abstract

Multivariate data analysis in ecology and biodiversity research is very important. Ecologists often need to test hypotheses about the effects of experimental factors on the entire community composition. To analyze multivariate data, the use of classical statistical methods is based on assumptions such as the normal distribution of data that are not usually observed in ecological data. To analyze multivariate data, the use of classical statistical methods is based on assumptions such as the normal distribution of data that are not usually observed in ecological data. Therefore, in recent years, nonparametric tests, based on permutation tests and distance or dissimilarity matrix, have been widely used to test the existence of differences in species composition in ecology sciences. The purpose of this paper is to introduce and familiarization with new ecological non-parametric multivariate tests related to ecology sciences such as SIMPER, ANOSIM, PERMANOVA and PERMDISP, with the aim of analyzing the composition of plant communities. In order to introduce these analyzes, vegetation data of six sites of rangelands located in the surrounding area of Tehran province were used and the composition of the plant communities of the mentioned areas was analyzed. SIMPER analysis showed that *Stipa hohenackeriana* and *Bromus tomentellus*, respectively, had the largest role in differentiating among the sites studied in arid and semi-arid regions. ANOSIM and PERMANOVA analyzes showed a significant difference of plant composition among the sites. According to the results of these tests, Firouzkooh-Alborz, Damavand-Semnan and Saveh-Salafchegan sites had more similarity in terms of composition of vegetation. PERMDISP analysis showed that heterogeneity and multivariate dispersion of species coverage were significantly higher in Salafchegan and Saveh sampling sites. Therefore, according to the results, it can be stated that in order to preserve biodiversity in the study sites, at least three separate management plans are needed. Also, according to SIMPER analysis results, management plans to preserve the biodiversity of the areas studied can be supported by the distinct species identified in each site.

Keywords: Quantitative ecology, SIMPER, ANOSIM, PERMANOVA, PERMDISP.