

معرفی مدل مجموع ارزش گونه شاخص (TIVM) در طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک

امید اسماعیل‌زاده* و کاظم نورمحمدی

دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگل‌داری

تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۲۸

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۱

چکیده

در این تحقیق نخست طبقه‌بندی اکولوژیکی جنگل‌های صلاح‌الدین‌کلا با بهره‌گیری از روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده انجام شد و بعد با استفاده از مدل مجموع ارزش شاخص یا TIVM و با تعیین جامعه‌پذیری قطعات نمونه به هریک از گروه‌ها، صحت دارنگاره طبقه‌بندی دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده ارزیابی شد. نتایج نشان داد که میزان انطباق نتایج دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده به دلیل تفاوت در الگوی طبقه‌بندی ۶۸/۴ درصد بوده و در این رابطه، کیفیت نتایج طبقه‌بندی در روش TWINSpan اصلاح شده در سطح بالاتری نسبت به روش معمولی آن قرار دارد. بر اساس نمودار روند تغییرات میزان انطباق دارنگاره طبقه‌بندی روش TWINSpan اصلاح شده با نتایج روش TIVM، تعداد چهار گروه اکولوژیک به‌عنوان تعداد گروه بهینه در سطح منطقه تأیید شد. نتایج روش رج‌بندی DCA نیز حضور چهار گروه اکولوژیک در سطح منطقه را تأیید می‌کند. نتایج این تحقیق همچنین به وضوح نشان می‌دهد که کیفیت گروه‌های حاصل از روش TIVM به دلیل بهره‌مندی از متوسط فاصله درون گروهی کمتر و فاصله بین گروهی بیشتر در سطح بالاتری نسبت به دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده قرار دارد. از این رو نتایج این تحقیق تصریح می‌کند که استفاده از TIVM بیش از اندازه در ارزیابی کیفیت نتایج طبقه‌بندی (مقایسه کیفیت گروه‌های حاصل از دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده در این تحقیق) کاربرد داشته و از این نظر حائز اهمیت می‌باشد، بلکه استفاده از آن باید به دلیل بهبود نتایج طبقه‌بندی حاصل از دو روش مزبور مورد اهتمام ویژه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: روش ارزش شاخص (IV)، گروه‌های اکولوژیک، مدل مجموع ارزش شاخص (TIVM)، TWINSpan معمولی و اصلاح شده

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۱۱-۴۴۵۳۱۰۱-۳، پست الکترونیکی: oesmailzadeh@modarec.ac.ir

مقدمه

قالب یک گروه در نظر گرفت و توصیف آنها را بر مبنای عکس‌العمل‌شان نسبت به عوامل محیطی به عمل آورد (۲۴). گونه‌هایی که در یک یا تعداد معدودی از واحدهای گیاهی حضور می‌یابند نسبت به گونه‌هایی که در طیف وسیعی از خصوصیات محیطی رویشگاه حضور می‌یابند به دلیل حساسیت بیشتری که نسبت به تغییرات خصوصیات محیطی از خود نشان می‌دهند به طور بالقوه توصیف بهتری از ظرفیت بوم‌شناختی هر رویشگاه را ارائه داده و به عنوان گونه‌های معرف مطرح می‌باشند (۱۷). اعتقاد بر این است

گروه‌های اکولوژیک شامل مجموعه‌ای از گونه‌های گیاهی با نیازهای بوم‌شناختی و بردباری مشابه‌ای است که معمولاً به طور مکرر با همدیگر در نواحی ویژه‌ای با ترکیب‌های ویژه‌ای از عوامل محیطی (از نظر رطوبت، نور، خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک) حضور می‌یابند (۲۲ و ۳۳). ایده گروه‌های گونه‌های اکولوژیک بر اساس این فرضیه استوار است که اگرچه بین دو گونه گیاهی اشتراک سیستماتیک محضی وجود ندارد ولی می‌توان آنها را بر مبنای توزیع مشابه‌ای که نسبت به عوامل محیطی دارند در

فرم‌های اصلاح شده آن به طور گسترده استفاده می‌شود (۲۵، ۲۶، ۳۷ و ۳۹). ولی برخی از محققان ترجیح می‌دهند تا مطالعه گونه‌های معرف را با استفاده از روش ارزش شاخص یا روش IV انجام دهند (۱۵، ۱۹ و ۲۱). در این ارتباط، De caceres و همکاران (۱۸) اعتقاد دارند که کاربرد روش IV نسبت به روش فی در تعیین گونه‌های معرف در اولویت می‌باشد. چون در محاسبه مقادیر تعلقه گونه‌ها به یک گروه مدنظر، فقط مقادیر فراوانی گونه‌ها در همان گروه مدنظر قرار گرفته و میزان غیبت گونه‌ها در سایر گونه‌ها مطرح نمی‌باشد، از این رو همواره بالا بودن مقادیر IV گونه‌ها در یک گروه بیانگر بالا بودن میزان فراوانی گونه‌ها در همان گروه می‌باشد، این در حالی است که در محاسبه مقادیر ضریب تعلقه فی نسبت درجه غیاب گونه‌ها در سایر گروه‌ها نیز مطرح می‌باشد. بنابراین این ویژگی سبب می‌شود تا استفاده از معیار ارزش شاخص که ضمن ارائه درجه وفاداری گونه‌ها به هر یک از گروه‌ها، فراوانی مشاهده شده هر یک از گونه‌ها را نیز ارائه می‌دهند مورد استقبال برخی از محققان در فرایند تعیین گونه‌های معرف قرار گیرد (۱۹). محاسبه ارزش شاخص یا IV (رابطه ۱) برای هر گونه گیاهی به تعداد گروه‌های اکولوژیک براساس دو معیار فراوانی نسبی (رابطه ۲) و فراوانی نسبی (رابطه ۳) انجام می‌شود.

$$IV_{JK} = RA_{JK} \times RF_{JK} \times 100 \quad (\text{رابطه ۱})$$

$$RF_{jk} = \frac{F_{jk}}{n_k} \quad (\text{رابطه ۲})$$

$$RA_{ik} = \frac{\sum_{k=1}^n A_{jk}}{\sum_{k=1}^n A_k} \quad (\text{رابطه ۳})$$

IV_{JK} = ارزش شاخص گونه J در گروه K، A_{JK} = فراوانی گونه J در گروه K، F_{JK} = فراوانی گونه J در

که همه گونه‌های گیاهی یک منطقه به یک نسبت در تجزیه و تحلیل جوامع گیاهی آن منطقه تأثیر نداشته و گونه‌های گیاهی معرف از اهمیت بیشتری در طبقه‌بندی جوامع گیاهی برخوردار می‌باشند (۱۵).

گونه‌های معرف که اغلب به نام گونه‌های متمایزی (Character species)، تفریقی (Differential) و گونه‌های شاخص (Indicator species) معرفی می‌شوند مشتمل بر گونه‌هایی هستند که تمایل خاصی برای حضور در یک واحد (اجتماع) گیاهی ویژه دارند. در واقع می‌توان اظهار داشت که مفهوم گونه‌های معرف همواره با مفهوم تعلقه یا وفاداری (Fidelity) گونه‌ها به یک واحد گیاهی خاص مرتبط است (۱۳). درجه فراوانی و غلبه گونه‌های معرف بیانگر نوع خاصی از پوشش گیاهی و یا شرایط ویژه‌ای از خصوصیات اکولوژیک رویشگاه می‌باشد و از این رو در شناسایی و تفکیک گروه‌های گیاهی بسیار مفید هستند (۱۶). چون حضور آنها به طور قابل توجهی در یک واحد پوشش گیاهی متمرکز شده، به طوری که بر اساس محدوده پراکنش آنها می‌توان به سهولت محدوده واحدهای پوشش گیاهی مزبور را از واحدهای مجاور متمایز کرد (۲). آشکار ساختن و توصیف ارزش گونه‌های مختلف و شناسایی گونه‌های معرف در هر گروه به عنوان یکی از اهداف رایج در تحلیل گروه‌های اکولوژیک می‌باشد (۱۹ و ۳۷).

تعیین گونه‌های معرف اغلب توسط دو سری از ضرایب اجتماع پذیری مشتمل بر شاخص‌های همبستگی و ارزش شاخص قابل ارائه می‌باشند (۱۷). شاخص‌های همبستگی که معروف‌ترین آنها ضریب تعلقه فی یا فرم‌های اصلاح شده آن می‌باشند (۳۷). بر اساس مقادیر فراوانی یا درجه حضور گونه‌ها در هر یک از گروه‌ها (جوامع گیاهی) محاسبه شده ولی ضریب ارزش شاخص بر مبنای دو سری از اطلاعات شامل مقادیر فراوانی و فراوانی یا درصد تاج پوشش گونه‌ها محاسبه می‌شود (۱۷). هرچند در حوزه تعیین گونه‌های معرف اغلب از ضریب تعلقه فی یا

گروه‌های اکولوژیک معرفی شده توسط دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده (Modified TWINSpan) (۳۱) در جنگل‌های صلاح‌الدین کلا (نوشهر) را بررسی کند.

$$TIV_{h,j} = \sum_{k \in j} \theta_{ik} (IV_k \times A_k) \quad \text{رابطه (۴)}$$

A_k = فراوانی گونه J در گروه K KIV_k = ارزش شاخص گونه J در گروه K

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه به مساحت ۱۸۷۶ هکتار در حوزه آبخیز گلندرود (حوزه شماره ۴۸ تقسیم-بندی طرح جامع جنگل‌های شمال کشور) در جنوب شرقی شهرستان نوشهر در محدوده ارتفاعی ۱۰۰ تا ۱۷۰۰ متر از سطح دریا و در مختصات جغرافیایی $28^{\circ} 36'$ تا 31° عرض شمالی و $47^{\circ} 51'$ تا $51^{\circ} 51'$ طول شرقی قرار دارد (شکل ۱). متوسط بارندگی سالیانه منطقه حدود ۱۳۰۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه آن ۱۵/۴ درجه سانتی‌گراد برآورد گردید. اقلیم منطقه به روش دومارتن در اقلیم بسیار مرطوب سرد قرار دارد. حداقل و حداکثر میانگین دمایی ماهیانه به ترتیب در ماه‌های تیر و مرداد ۲۵ و بهمن ۶/۶ می‌باشد. دارای سنگ مادر منطقه آهکی با لایه نازک مارن بوده که سن آنها به دوره کرتاسه می‌رسد. در سطح منطقه سه تیپ خاک شامل قهوه‌ای جنگلی، قهوه‌ای شسته نشده یا پسدوگلی و راندزین شسته شده وجود دارد (۷).

جمع‌آوری داده‌ها: ابتدا پس از جنگل‌گردشی و تعیین حدود منطقه مورد مطالعه و نیز شناسایی تیپ‌های جنگلی موجود در آن اقدام به ترسیم ترانسکت در امتداد گرادیان ارتفاع از سطح دریا و تغییرات تیپ‌های جنگلی منطقه از پایین‌ترین حد ارتفاعی منطقه تا مرتفع‌ترین نقطه آن بر روی نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ شد. خط مبنا با استفاده از قطب‌نما و دستگاه تعیین موقعیت جهانی (GPS) در سطح منطقه پیاده شد و نمونه‌برداری از ترکیب پوشش

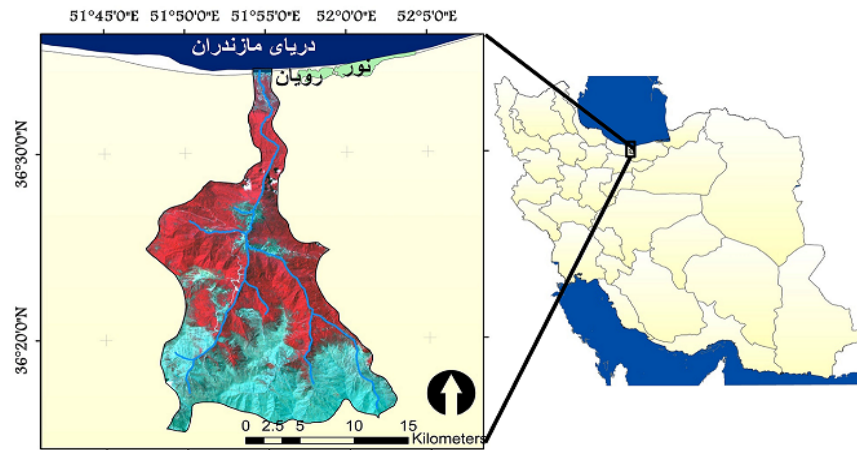
گروه K ، RA_{JK} = فراوانی نسبی گونه J در گروه K ،
 RF_{JK} = فراوانی نسبی گونه J در گروه K

تعیین گونه‌های معرف با استفاده از روش ارزش گونه‌های شاخص به دلیل سهولت اجرا و بالا بودن کیفیت نتایج حاصل از آن در تجزیه و تحلیل جوامع گیاهی توسط محققان داخل کشور نیز مورد استفاده قرار گرفته است (۱، ۴، ۵، ۸ و ۹). مرور منابع همچنین حاکی از آن است که کاربرد تحلیل ارزش شاخص توسط محققان مختلف همواره به منظور تعیین گونه‌های معرف مطرح بوده و برخلاف روش‌های مبتنی بر شاخص‌های همبستگی تعیین گونه‌های معرف مانند ضریب تعلقه فی و یا ضریب تعلقه فی اصلاح شده که ضمن کاربرد در حوزه تعیین درجه وفاداری گونه‌ها و تعیین گونه‌های معرف، در زمینه محاسبه شاخص‌های تشابه در تخصیص قطعات نمونه به هر یک از گروه‌ها (جوامع گیاهی) نیز کاربرد داشته (۶ و ۱۴) و از این رو می‌تواند به عنوان معیار مناسب در ارزیابی کیفیت طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک مورد استفاده قرار بگیرد ولی استفاده از ضرایب ارزش شاخص در بررسی تخصیص قطعات نمونه به هر یک از گروه‌ها تاکنون فقط توسط Dai و همکاران (۱۵) با توسعه روش مدل مجموع ارزش شاخص یا TIVM مورد استفاده قرار گرفت.

مجموع ارزش شاخص (Total Indicator Value Model) یا TIVM بر اساس مقادیر ارزش شاخص یا IV و فراوانی گونه‌های گیاهی هر قطعه نمونه محاسبه شده (رابطه ۴) و مقدار آن به منظور تعیین تعلقه یا جامعه‌پذیری قطعات نمونه به هر یک از گروه‌ها کاربرد دارد. با تعیین تعلقه هر قطعه نمونه به یک گروه مشخص می‌توان صحت نتایج هر روش طبقه‌بندی را بر مبنای درصد عضویت‌پذیری مشابه قطعات نمونه (نسبت تعداد نمونه‌ای که به طور مشترک در دو روش در یک گروه قرار دارند به تعداد کل قطعات نمونه) برآورد کرد. از این‌رو این تحقیق در نظر دارد تا با استفاده از مدل مجموع ارزش شاخص، صحت طبقه‌بندی

صورت انتخابی و در نقاط تخریب نشده و نقاطی که وضعیت کنونی پوشش گیاهی آنها بیانگر خصوصیات پوشش گیاهی بالقوه (جامعه اوج) منطقه بوده و یا نزدیک به آن باشند، پیاده شدند (۶). نمونه‌برداری از پوشش گیاهی منطقه در خرداد ماه هنگامی که انتظار می‌رود اکثر گونه‌های گیاهی در سطح منطقه حضور داشته و به رشد کامل رسیده‌اند بر اساس معیار فراوانی-غلبه وان در-مارل انجام شد. مقادیر درصد تاج‌پوشش گونه‌های گیاهی هر قطعه نمونه در یک جدول تحت عنوان ماتریس گونه-قطعه نمونه تنظیم شد تا در تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گیرد.

گیاهی منطقه در امتداد آن انجام شد. بر این اساس، فهرست و درصد تاج پوشش ترکیب گیاهی به همراه خصوصیات توپوگرافی تعداد ۷۶ قطعه نمونه ۴۰۰ متر مربعی در امتداد دو گرادیان ارتفاعی (۱۴۰۰-۲۰۰ متر) که به فاصله ۱ کیلومتر از یکدیگر قرار داشتند، برداشت گردید. در هر طبقه ارتفاعی ۲۰۰ متری، تعداد ۱۱-۱۰ قطعه نمونه ۴۰۰ متر مربعی در امتداد خطوط میزان منحنی تراز با فواصل افقی ۱۰۰ متر از یکدیگر (به صورت افقی) پیاده شد. مساحت قطعات نمونه مطابق اندازه قطعه نمونه پیشنهادی برای مطالعه پوشش‌های جنگلی نواحی معتدله، ۴۰۰ متر مربع در نظر گرفته شد (۲۰). قطعات نمونه به



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان مازندران (شمال ایران)

در روش TWINSpan اصلاح شده نخست داده‌ها در قالب دو گروه (خوشه) طبقه‌بندی شده و بعد درجه ناهمگنی (Heterogeneity) در هر خوشه با استفاده از معیار واریانس کل (Total inertia) محاسبه شد (۲۷) و (۳۸). در گام بعدی گروهی که حاوی بیشترین میزان ناهمگنی باشد به دو گروه دیگر طبقه‌بندی شده و تعداد گروه‌ها به سه گروه افزایش می‌یابد. دوباره درجه ناهمگنی برای تعداد سه گروه محاسبه شده و گروهی که حاوی بالاترین درجه ناهمگنی باشد به دو گروه دیگر تقسیم می‌شود. این فرایند تا مادامی که تعداد خوشه‌ها به چهار گروه برسد، ادامه یافت. میزان انطباق نتایج دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده بر مبنای عضویت

طبقه‌بندی اکولوژیک: طبقه‌بندی گروه گونه‌های اکولوژیک منطقه با بهره‌گیری از روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده، بر اساس ضرایب فراوانی-غلبه کلیه گونه‌های گیاهی و بر مبنای سطوح قطع ۱۰۰-۷۵-۵۰-۲۵-۰ (صفر) انجام شد. نقطه توقف برای شکل‌گیری گروه‌ها بر اساس تجربه بوده (۳۰) که در این تحقیق سطح قطع دوم برای هر دو سری از دارنگاره‌ها انتخاب گردید که نتیجه آن ایجاد چهار گروه است. در طبقه‌بندی گروه گونه‌های اکولوژیک از بسته نرم افزاری Juice 6.3 استفاده شد (۳۵).

پذیری مشابه قطعات نمونه در هر یک گروه‌های چهارگانه حاصل از دو روش برآورد گردید.

ارزیابی صحت طبقه‌بندی اکولوژیکی: در این تحقیق صحت طبقه‌بندی قطعات نمونه در هر یک از گروه‌های حاصل از دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده بر مبنای نتایج طبقه‌بندی مدل مجموع ارزش شاخص یا TIVM، ارزیابی گردید. برای این منظور، نخست مقادیر ارزش شاخص هر گروه برای هر گروه اکولوژیکی محاسبه می‌شود. سپس با در دست داشتن مقادیر شاخص هر گونه در هر گروه اکولوژیکی و بر مبنای فراوانی گونه‌ها در هر قطعه نمونه، مجموعه ارزش شاخص هر قطعه نمونه برای هر گروه بدست می‌آید. بالاترین مقدار TIVM هر قطعه‌نمونه در یک گروه بیانگر اختصاص آن قطعه‌نمونه به آن گروه می‌باشد. از این‌رو کاربرد روش TIVM منجر به ارائه یک طبقه‌بندی جدید از گروه‌های اکولوژیکی منطقه می‌شود.

بر اساس نتایج عضویت پذیری مشابه قطعات نمونه در گروه‌های اکولوژیکی حاصل از دو روش طبقه‌بندی TWINSpan معمولی و اصلاح شده با نتایج طبقه‌بندی روش TIVM دو سری جدول توافقی تهیه شد. در نهایت بر اساس نتایج جدول توافقی، میزان انطباق گروه‌های اکولوژیکی چهارگانه حاصل از دو روش با نتایج روش TIVM با استفاده از آزمون نیکویی برازش مربع کای و ضریب تطابق کاپا (Kappa) برآورد شده و بر این اساس، کیفیت نتایج طبقه‌بندی (گروه‌های اکولوژیکی) حاصل از دو روش طبقه‌بندی TWINSpan معمولی و اصلاح شده ارزیابی گردید. همچنین بر اساس نتایج تحلیل پاسخ چندگانه جایگشت (Multi Response Permutation Procedure) یا MRPP، کیفیت نتایج طبقه‌بندی حاصل از سه روش TIVM، TWINSpan معمولی و اصلاح شده ارزیابی شد.

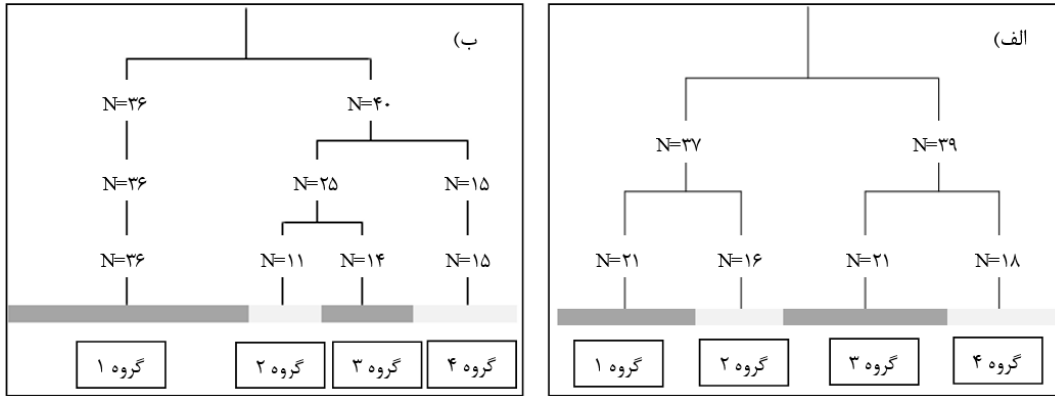
همچنین با استفاده از نتایج تحلیل خوشه‌ای بر اساس مقادیر درصد تاج پوشش گونه‌های گیاهی (ماتریس گونه-قطعه نمونه)، کیفیت نتایج طبقه‌بندی روش‌های TIVM، TWINSpan معمولی و اصلاح شده ارزیابی گردید. در این ارتباط بر مبنای نتایج جدول توافقی، میزان انطباق گروه‌بندی هر یک از روش‌ها با نتایج گروه‌بندی تحلیل خوشه‌ای برآورد گردید. تحلیل خوشه‌ای بر مبنای ضریب فاصله اقلیدسی و روش خوشه‌بندی واریانس حداقل یا روش واردز (Wards) و بسته نرم‌افزاری PC-ORD (۲۹) انجام شد. در تحلیل خوشه‌ای نیز یک سطح برابر (تعداد چهار گروه) در نظر گرفته شد تا حداکثر تشابه با گروه-بندی TWINSpan ایجاد شود.

تحلیل MRPP: تحلیل MRPP یک روش غیرپارامتریک برای آزمون اختلاف میان دو یا چند گروه می‌باشد. استفاده از تحلیل MRPP این فرصت را به محقق می‌دهد تا با در نظر گرفتن کلیه متغیرها (مقادیر درصد تاج‌پوشش گونه‌های گیاهی در هر قطعه نمونه در این تحقیق) اختلاف بین گروه‌ها را بررسی کند. بر این اساس در این تحقیق از تحلیل MRPP برای مقایسه فاصله درون گروهی و بین گروهی قطعات نمونه مربوط به گروه‌های اکولوژیکی چهارگانه بر اساس اطلاعات ماتریس گونه-قطعه‌نمونه (ماتریس اول) و سه سری ماتریس قطعه‌نمونه-کد (ماتریس دوم) که نتایج گروه‌بندی قطعات نمونه بر اساس سه روش مزبور را ارائه می‌دهد، انجام شد. نتایج هر یک از سه روش طبقه‌بندی که منجر به نتایج اختلاف بین گروهی حداکثر و درون گروهی حداقل در خروجی‌های تحلیل MRPP شود به عنوان یک روش مؤثر در طبقه‌بندی اکولوژیکی معرفی گردید. در واقع نتایج تحلیل MRPP به دلیل ارائه یک قضاوت مناسب در مورد کیفیت نتایج طبقه‌بندی، در این تحقیق نیز به منظور ارزیابی کیفیت نتایج طبقه‌بندی حاصل از سه روش TIVM، TWINSpan معمولی و اصلاح شده مورد استفاده قرار گرفت. تحلیل MRPP بر اساس ضریب فاصله اقلیدوسی و با استفاده از نرم‌افزار PC-ORD انجام شد (۲۹).

نتایج

در نتیجه اجرای تحلیل TWINSpan معمولی براساس مقادیر درصد تاج‌پوشش کلیه گونه‌ها و براساس سطح قطع

دوم، تعداد چهار گروه اکولوژیک طبقه‌بندی گردید (شکل ۲).



شکل ۲- دارنگاره طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک منطقه با استفاده از روش TWINSpan معمولی (الف) و اصلاح شده (ب)

تا چهار افزایش می‌یابد). اعداد با یک نماد زیرخطدار (-) بیانگر همسویی نتایج روش TWINSpan معمولی با نتایج روش طبقه‌بندی TIVM بوده و اعداد با دو نماد زیرخطدار (=) بیانگر همسویی نتایج روش TWINSpan اصلاح شده با نتایج روش طبقه‌بندی TIVM است.

جدول ۱ نتایج طبقه‌بندی گروه‌های گیاهی حاصل از روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده و انطباق آنها با نتایج تحلیل خوشه‌ای را نشان می‌دهد. سلول‌های خاکستری رنگ و زیر خطدار بدنه جدول، انطباق نتایج طبقه‌بندی دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده با روش TIVM را نشان می‌دهد (شدت رنگ از گروه یک

جدول ۱- نتایج طبقه‌بندی گروه‌های گیاهی حاصل از روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده و انطباق آنها با نتایج TIVM و تحلیل خوشه‌ای

گروه‌های اکولوژیک	تحلیل خوشه‌ای	گروه‌های گیاهی				قطعات نمونه
		TIVM براساس نتایج TWINSpan		TWINSpan		
		اصلاح شده	معمولی	اصلاح شده	معمولی	
	۱	۱	۲	۳	۳	۲۶
	۱	۱	۱	۱	۱	۲۸
	۱	۱	۲	۱	۱	۲۹
	۱	۱	۲	۱	۱	۳۰
	۱	۱	۲	۱	۱	۳۱
	۱	۱	۲	۱	۱	۳۲
	۱	۱	۲	۱	۲	۳۳
	۳	۱	۲	۱	۲	۳۴
	۳	۱	۲	۱	۲	۳۵
	۱	۱	۲	۱	۲	۳۶
	۱	۱	۲	۱	۲	۳۷
	۱	۱	۱	۱	۱	۳۸

	۱	۱	۲	۱	۱	۳۹
	۱	۱	۲	۱	۱	۴۰
	۱	۱	۱	۱	۱	۴۱
	۱	۱	۱	۱	۱	۴۲
	۱	۱	۲	۱	۱	۴۳
	۳	۱	۱	۱	۱	۴۴
	۱	۱	۱	۱	۱	۴۵
	۱	۱	۱	۱	۱	۴۶
	۱	۱	۱	۱	۱	۴۷
	۱	۱	۱	۱	۱	۴۸
	۱	۱	۱	۱	۱	۴۹
	۳	۱	۱	۱	۱	۵۰
	۱	۱	۱	۱	۱	۵۱
	۱	۱	۱	۱	۱	۵۲
	۱	۱	۱	۱	۱	۵۳
	۱	۱	۲	۴	۴	۶۰
	۱	۱	۲	۱	۲	۶۱
	۱	۱	۲	۱	۲	۶۲
	۱	۱	۲	۱	۲	۶۳
	۱	۱	۲	۱	۲	۶۴
	۳	۱	۲	۱	۲	۶۵
	۱	۱	۲	۱	۲	۶۶
	۳	۱	۱	۱	۱	۶۷
	۳	۱	۲	۱	۲	۶۸
	۳	۱	۲	۱	۲	۶۹
	۴	۱	۲	۴	۲	۷۴
	۲	۲	۴	۲	۳	۳
	۲	۲	۳	۲	۳	۴
	۲	۲	۳	۲	۳	۵
۲	۲	۲	۳	۲	۳	۶
	۲	۲	۳	۲	۳	۸
	۲	۲	۳	۲	۳	۹
	۲	۲	۳	۲	۳	۱۰
	۳	۳	۴	۳	۳	۱۲
	۳	۳	۳	۳	۳	۱۳
	۳	۳	۳	۳	۳	۱۴
۲	۳	۳	۳	۳	۳	۱۵
	۳	۳	۳	۳	۳	۱۶
	۳	۳	۳	۳	۳	۱۷

۳	۳	۱	۳	۳	۱۸
۳	۲	۳	۲	۳	۱۹
۳	۳	۱	۳	۳	۲۰
۳	۳	۳	۳	۳	۲۱
۳	۳	۳	۳	۳	۲۲
۳	۳	۳	۳	۳	۲۳
۳	۳	۱	۳	۳	۲۴
۳	۳	۱	۳	۳	۲۵
۱	۳	۱	۱	۱	۲۷
<hr/>					
۲	۴	۲	۲	۳	۲
۳	۴	۳	۲	۳	۱
۳	۴	۴	۲	۳	۷
۳	۴	۴	۴	۴	۱۱
۴	۴	۴	۴	۴	۵۴
۴	۴	۴	۴	۴	۵۵
۴	۴	۴	۴	۴	۵۶
۴	۴	۴	۴	۴	۵۷
۴	۴	۴	۴	۴	۵۸
۴	۴	۴	۴	۴	۵۹
۴	۴	۴	۴	۴	۷۰
۴	۴	۴	۴	۴	۷۱
۴	۴	۴	۴	۴	۷۲
۴	۴	۴	۴	۴	۷۳
۳	۴	۴	۴	۴	۷۵
۳	۴	۴	۴	۴	۷۶

قطعات نمونه در گروه‌های اکولوژیک چهارگانه (جدول ۲) مشخص گردید که نتایج طبقه‌بندی حاصل از این دو روش به میزان ۶۸/۴ درصد با یکدیگر انطباق دارد.

بررسی عضویت پذیری مشابه قطعات نمونه در دو سری از طبقات گروه‌های گیاهی حاصل از دو روش TIVM و TWINSpan معمولی نشان می‌دهد که نتایج دو روش مزبور به‌طور متوسط به اندازه ۷۷/۶ درصد با یکدیگر مطابقت دارند (جدول ۳ الف). همچنین در بررسی اندازه تطابق گروه‌های گیاهی حاصل از دو روش بر اساس نتایج جدول توافقی و آزمون نیکویی برازش مربع کای ($d_f=9$) و $\chi^2=126/13$ مشخص شد که نتایج دو روش TIVM و

سلول‌های خاکستری رنگ و زیرخطدار بدنه جدول، انطباق نتایج طبقه‌بندی دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده با روش TIVM را نشان می‌دهد (شدت رنگ از گروه یک تا چهار افزایش می‌یابد). اعداد با یک نماد زیرخطدار (-) بیانگر همسویی نتایج روش TWINSpan معمولی با نتایج روش طبقه‌بندی TIVM بوده و اعداد با دو نماد زیرخطدار (=) بیانگر همسویی نتایج روش TWINSpan اصلاح شده با نتایج روش طبقه‌بندی TIVM است.

در بررسی درجه تشابه نتایج طبقه‌بندی TWINSpan معمولی و اصلاح شده بر مبنای عضویت پذیری مشابه

شد. همچنین بررسی عضویت پذیری مشابه قطعات نمونه در دو سری از طبقات گروه‌های گیاهی حاصل از دو روش TIVM و TWINSpan اصلاح شده نشان می‌دهد که نتایج دو روش مزبور به‌طور متوسط به اندازه ۹۰/۸ درصد با یکدیگر مطابقت دارند (جدول ۳ ب).
 TWINSpan معمولی با احتمال ۹۹ درصد از یکدیگر مستقل نبوده و با یکدیگر انطباق دارند. در این ارتباط اندازه تطابق و همبستگی دو روش TIVM و TWINSpan معمولی بر مبنای ضریب کاپا و ضریب همبستگی اسپیرمن به ترتیب ۷۰/۶ و ۸۲/۳ درصد برآورد جدول ۲- عضویت‌پذیری مشابه قطعات نمونه در گروه‌های طبقه‌بندی شده از دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده (میانگین وزنی درصد انطباق = ۶۸/۴ درصد).

درصد انطباق	تعداد قطعه نمونه	گروه‌های TWINSpan اصلاح شده				گروه‌های روش TWINSpan معمولی
		۴	۳	۲	۱	
۱۰۰	۲۳	۰	۰	۰	۲۳	۱
۰	۱۳	۰	۰	۰	۱۳	۲
۵۶	۲۵	۰	۱۴	۱۱	۰	۳
۱۰۰	۱۵	۱۵	۰	۰	۰	۴

جدول ۳- عضویت‌پذیری قطعات نمونه و صحت طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک حاصل از روش TWINSpan معمولی (**: $P < 0.001$) انطباق و همبستگی در سطح ۹۹ درصد

درصد انطباق	تعداد قطعه نمونه	گروه‌های پیش‌بینی شده توسط مدل TIVM				الف) گروه‌های اکولوژیک TWINSpan
		چهارم	سوم	دوم	اول	
۶۹/۵	۲۱	۰	۰	۷	۱۶	اول
۱۰۰	۱۶	۰	۰	۱۳	۰	دوم
۶۸	۲۱	۳	۱۷	۲	۳	سوم
۸۶/۷	۱۸	۱۳	۰	۲	۰	چهارم

میانگین وزنی درصد انطباق: ۷۷/۶ درصد

مقدار ضریب کاپا	اشتباه معیار	معنی‌داری
۰/۷۵۵	۰/۰۵۸	۰/۰۰۰**
ضریب همبستگی اسپیرمن = ۰/۸۴۵		۰/۰۰۰**

درصد انطباق	تعداد قطعه نمونه	گروه‌های پیش‌بینی شده توسط مدل TIVM				ب) گروه‌های TWINSpan اصلاح شده
		چهارم	سوم	دوم	اول	
۹۷/۲	۳۶	۰	۱	۰	۳۵	اول
۷۲/۷	۱۱	۳	۰	۸	۰	دوم
۹۲/۹	۱۴	۰	۱۳	۰	۱	سوم
۸۶/۷	۱۵	۱۳	۰	۰	۲	چهارم

میانگین وزنی درصد انطباق: ۹۰/۸ درصد

مقدار ضریب کاپا	اشتباه معیار	معنی‌داری
۰/۸۳۱	۰/۰۶۶	۰/۰۰۰**
ضریب همبستگی اسپیرمن = ۰/۸۵		۰/۰۰۰**

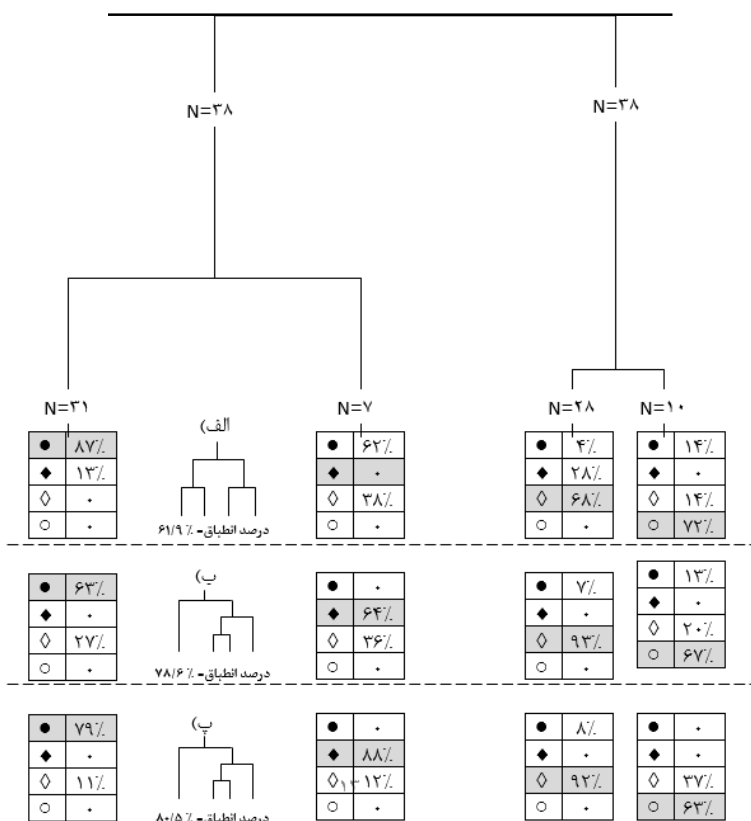
نتایج گروه‌بندی قطعات نمونه براساس سه روش TIVM، TWINSpan معمولی و اصلاح شده را ارائه می‌دهد به ترتیب در سه بخش الف، ب و پ جدول ۴ آمده است. نتایج تحلیل MRPP حاکی از آن است که متوسط فاصله درون گروهی (بر مبنای درصد تاج‌پوشش گونه‌های گیاهی) در گروه‌های حاصل از روش TIVM (۰/۳۰۹) در سطح پایین‌تری نسبت به گروه‌های حاصل از دو روش TWINSpan معمولی (۰/۳۶۳) و اصلاح شده (۰/۳۳۲) قرار دارد. این در حالی است که متوسط فاصله بین گروهی در گروه‌های حاصل از روش TIVM (۱۶/۳۴) در سطح بالاتری نسبت به گروه‌های حاصل از دو روش TWINSpan معمولی (۱۲/۱) و اصلاح شده (۱۳/۷) قرار دارد.

جدول ۴- متوسط فاصله درون‌گروهی و بین‌گروهی گروه‌های اکولوژیک جنگل‌های صلاح‌الدین کلا با استفاده از تحلیل MRPP بر مبنای درصد تاج‌پوشش گونه‌ها

الف) گروه‌های حاصل از روش TWINSpan معمولی							
گروه‌ها	۴	۳	۲	۱	تعداد قطعه نمونه	متوسط فاصله بین گروهی	متوسط فاصله درون گروهی
۱	-۱۲/۷۶	-۱۴/۹۵	-۷/۷۳		۲۳	-۱۱/۸۱	۰/۲۴۸
۲	-۱۱/۰۲	-۱۶/۸۵		-۷/۷۳	۱۳	-۱۱/۸۷	۰/۲۴۸
۳	-۸/۲۲		-۱۶/۸۵	-۱۴/۹۵	۲۵	-۱۳/۳۴	۰/۴۱۵
۴	-۸/۲۲	-۱۱/۰۲	-۱۲/۷۶		۱۵	-۱۰/۶۷	۰/۵۵۱
					میانگین وزنی	-۱۲/۱	۰/۳۶۳
ب) گروه‌های حاصل از روش TWINSpan اصلاح شده							
گروه‌ها	۴	۳	۲	۱	تعداد قطعه نمونه	متوسط فاصله بین گروهی	متوسط فاصله درون گروهی
۱	-۱۹/۴۶	-۸/۳۸	-۱۰/۴۳		۳۶	-۱۲/۷۶	۰/۲۹۲
۲	-۲۳/۷۳	-۱۱/۴۲		-۱۰/۴۳	۱۱	-۱۸/۲۱	۰/۲۹۶
۳	-۱۲/۲۶		-۱۱/۴۲	-۸/۳۸	۱۴	-۱۱/۳۷	۰/۲۳۱
۴	-۱۲/۲۶	-۲۳/۷۳	-۱۹/۴۶		۱۵	-۱۴/۷۹	۰/۵۵۱
					میانگین وزنی	-۱۳/۷	۰/۳۳۲
پ) گروه‌های حاصل از روش TIVM							
گروه‌ها	۴	۳	۲	۱	تعداد قطعه نمونه	متوسط فاصله بین گروهی	متوسط فاصله درون گروهی
۱	-۲۶	-۱۳/۸۴	-۸/۸۴		۳۸	-۱۶/۲۳	۰/۲۹۰
۲	-۲۱/۷۹	-۱۱/۹۲		-۸/۸۴	۸	-۱۴/۱۸	۰/۲۵۵
۳	-۱۳/۶۹		-۱۱/۹۲	-۱۳/۸۴	۱۴	-۱۳/۱۵	۰/۱۸۵
۴	-۱۳/۶۹	-۲۱/۷۹	-۲۶		۱۶	-۲۰/۴۹	۰/۴۸۸
					میانگین وزنی	-۱۶/۳۴	۰/۳۰۹

شکل ۳ دارنگاره طبقه‌بندی تحلیل خوشه‌ای در سطح قطع سوم را که منجر به ایجاد تعداد چهار گروه می‌شود، نمایش می‌دهد. این نمودار همچنین نتایج همزمان گروه‌های حاصل از سه روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده و TIVM به همراه میزان انطباق آنها را نشان می‌دهد. مقادیر عددی خاکستری رنگ بدنه جدول در هر گروه بیانگر درصد انطباق نتایج تحلیل خوشه‌ای با سه روش TWINSpan معمولی (شکل ۳ الف)،

اصلاح شده (شکل ۳ ب) و TIVM (شکل ۳ پ) را نشان می‌دهد. در بررسی میزان انطباق نتایج طبقه‌بندی خوشه‌ای قطعات نمونه (بر مبنای مقادیر درصد تاج‌پوشش گونه‌های گیاهی) با نتایج طبقه‌بندی روش TWINSpan معمولی (۶۱/۹ درصد) و اصلاح شده (۷۸/۶ درصد) نیز نشان داد که نتایج روش TIVM نسبت به دو روش دیگر همسویی بیشتری را با نتایج طبقه‌بندی عددی خوشه‌ای ارائه می‌دهد.

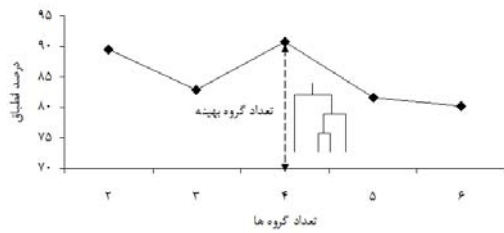


شکل ۳- دارنگاره تحلیل خوشه‌ای و نمایش همزمان نتایج طبقه‌بندی گروه‌های حاصل از روش‌های TWINSpan معمولی (الف) و اصلاح شده (ب) و TIVM (پ) - مقادیر عددی بدنه جدول، میزان اختصاص قطعات نمونه گروه‌های چهارگانه تحلیل خوشه‌ای را در هر یک از گروه‌های حاصل از سه روش TWINSpan معمولی، اصلاح شده و TIVM را نشان می‌دهند. مقادیر عددی خاکستری رنگ، بیانگر درصد انطباق نتایج دارنگاره روش خوشه‌ای با هر یک از سه روش مزبور می‌باشد. نماد: ●: بیانگر گروه اکولوژیک ۱، ◆: گروه اکولوژیک ۲، ◇: گروه اکولوژیک ۳ و ○: گروه اکولوژیک ۴

اکولوژیک ۴

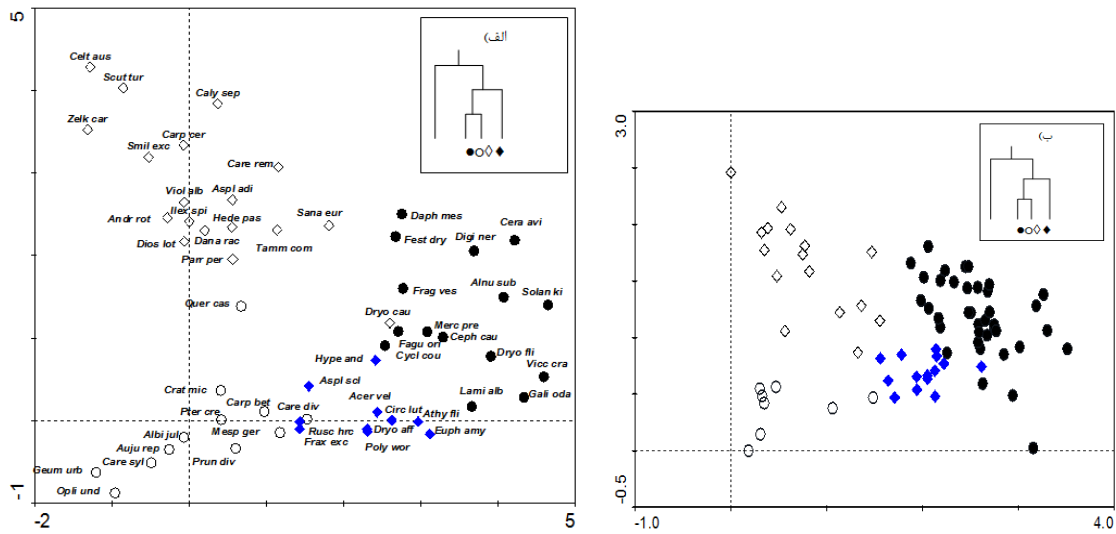
بر این اساس حضور چهار گروه اکولوژیک به عنوان تعداد گروه بهینه در سطح منطقه تأیید شد. همچنین نتایج طبقه‌بندی روش TIVM براساس طبقه‌بندی اولیه حاصل از روش TWINSpan اصلاح شده به عنوان گروه‌های اکولوژیک

در بررسی میزان انطباق دارنگاره طبقه‌بندی روش TWINSpan اصلاح شده با نتایج روش TIVM در تعداد گروه‌های مختلف (شکل ۴)، مشخص گردید در تعداد چهار گروه، بیشترین میزان انطباق بین نتایج دو روش وجود دارد و



شکل ۴- نمودار روند تغییرات درصد انطباق نتایج طبقه‌بندی روش TWINSpan اصلاح شده با روش TIVM در تعداد گروه‌های مختلف

منطقه در نظر گرفته شد. نتایج تحلیل DCA نیز حضور چهار گروه اکولوژیک در سطح منطقه را تأیید می‌کند. همان‌طوری‌که نتایج این تحلیل به روشی نشان می‌دهد قطعات نمونه (شکل ۵ الف) و گونه‌های معرف (شکل ۵ ب) هر یک از گروه‌های اکولوژیک حاشیه مخصوص به خود را داشته و از یکدیگر کاملاً متمایز می‌باشند که این مسئله انطباق نتایج طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک و رج‌بندی DCA را نشان می‌دهد.



شکل ۵- نمودار رسته‌بندی گونه‌های معرف (الف) و قطعات نمونه گروه‌های اکولوژیک (ب) جنگل‌های صلاح‌الدین کلا - علامت اختصاری گونه‌ها به شرح زیر می‌باشد:

Alnu sub: *Alnus subcordata*- *Ceph cau*: *Cephalantera caucasica*- *Fagu ori*: *Fagus orientalis*- *Fest dry*: *Festuca drymeja*- *Gali oda*: *Galium odorata*- *Vicc cra*: *Vicia cracca*- *Daph mes*: *Daphne mezereum*- *Frag ves*: *Fragaria vesca*- *Dryo fli*: *Dryopteris filix-mas*- *Solan ki*: *Solanum kieseritzkii*- *Cycl cou*: *Cyclamen coum*- *Merc pre*: *Mercurialis perennis*- *Cera avi*: *Cerasus avium*- *Digi ner*: *Digitalis nervosa* - *Lami alb*: *Lamium album*- *Albi jul*: *Albizia julibrissin*- *Opli und*: *Oplismenus undulatifolius*- *Carp bet*: *Carpinus betulus*- *Auju rep*: *Ajuga reptans*- *Prun div*: *Prunus divaricata*- *Pter cre*: *Pteris cretica*- *Care div*: *Carex divulsa*- *Crat mic*: *Crataegus microphylla*- *Mesp ger*: *Mespilus germanica*- *Geum urb*: *Geum urbanum*- *Quer cas*: *Quercus castaneifolia*- *Care slv*: *Carex sylvatica*- *Dryo aff*: *Dryopteris affinis*- *Poly wor*: *Polystichum woronowii*- *Circ lut*: *Circaea lutetiana*- *Rusc hrc*: *Rubus hyrcanus*- *Acer vel*: *Acer velutinum*- *Athy fli*: *Athyrium filix-femina*- *Hype and*: *Hypericum androsaemum*- *Frax exc*: *Fraxinus excelsior*- *Euph amy*: *Euphorbia amygdaloides*- *Aspl scl*: *Asplenium scolopendrium*- *Care rem*: *Carex remota*- *Celt aus*: *Celtis australis*- *Dana rac*: *Danae racemosa*- *Dios lot*: *Diospyros lotus*- *Hede pas*: *Hedera pastuchovii*- *Parr per*: *Parrotia persica*- *Smil exc*: *Smilax excelsa*- *Tamm com*: *Tamus communis*- *Viol alb*: *Viola alba*- *Carp cer*: *Carpesium cernuum* - *Scut tur*: *Scutellaria tournefortii* - *Ilex spi*: *Ilex spinigera*- *Zelk car*: *Zelkova carpinifolia*- *Andr rot*: *Andrachne rotundifolia*- *Sana eur*: *Sanicula europaea*- *Caly sep*: *Calystegia sepium*- *Dryo cau*: *Dryopteris caucasica*- *Aspl adi*: *Asplenium adiantum nigrum*.

بحث

اصلاح شده نشان می‌دهد، گروه اول دارنگاره طبقه‌بندی روش TWINSpan اصلاح شده مجموع دو گروه اول و دوم دارنگاره طبقه‌بندی روش TWINSpan معمولی را شامل شده ولی در عوض گروه سوم روش TWINSpan معمولی در قالب دو گروه (دوم و سوم) در روش TWINSpan اصلاح شده تفکیک شدند. در این ارتباط گروه چهارم که نماینده تیپ جنگلی بلوط-ممرز در سطح منطقه بوده و در پایین‌ترین طبقه ارتفاعی منطقه حضور یافته و از این لحاظ با سه گروه دیگر که مربوط به تیپ جنگلی راش در سطح منطقه می‌باشند از نظر خصوصیات فلوربستیکی و ظرفیت بوم‌شناختی دارای اختلاف فاحش می‌باشد. البته در هر دو روش طبقه‌بندی به عنوان یک گروه مستقل معرفی شد. حضور گونه‌های معرف بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C.A.Mey.) و شب‌خسب (*Albizia julibrissin* Durazz.) که نماینده جوامع جنگلی جلگه‌ای و پایین بند هیرکانی محسوب می‌شوند (Sagheb-Talebi et al., 2014) به همراه حضور بالای گونه‌های ولیک (*Crataegus microphylla* K. Koch)، ازگیل (*Mespilus germanica* L.)، آلوچه (*Prunus divaricata*)، لدهب (*Oplismenus undulatifolius* (Ard.) Ledeb.) و P.Beauv. و *Geum urbanum* L. که معرف جوامع جنگلی تخریب شده بوده (۱۲) و به دلیل مجاورت این گروه با روستاهای مجاور به عنوان گونه معرف در گروه چهارم حضور یافتند تمایز این گروه از سایرین را دلالت می‌کند (تجزیه و تحلیل بوم‌شناختی گروه‌ها در یک مقاله مجزا قابل ارائه است). در واقع تفاوت در الگوی طبقه‌بندی دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده سبب گردید تا میزان انطباق نتایج دو روش در سطح ۶۸/۴ درصد ارزیابی شود.

در ارزیابی کیفیت نتایج طبقه‌بندی دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده بر اساس نتایج دو روش عددی چند متغیره MRPP و خوشه‌ای مشخص گردید که کیفیت نتایج طبقه‌بندی در روش TWINSpan اصلاح شده در

همان‌طوری که نتایج این تحقیق نشان داد در طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک منطقه با استفاده از روش TWINSpan اصلاح شده پس از سطح قطع اول (ایجاد دو گروه) از طبقه‌بندی تحمیلی گروه‌ها اجتناب شده و فقط گروه دوم (با ۴۰ قطعه نمونه) به دلیل اینکه از شاخص ناهمگنی بیشتری (بر اساس معیار ناهمگنی واریانس کل) نسبت به گروه اول برخوردار بود به دو زیر گروه (۱۵ و ۲۵ قطعه نمونه‌ای) در سطح قطع دوم تفکیک شد. در ادامه گروه ۱۵ قطعه نمونه‌ای به همراه گروه اول بدون تغییر وارد سطح قطع سوم شده و گروه ۲۵ قطعه نمونه‌ای به دلیل بیشینه بودن مقدار شاخص ناهمگنی در آن نسبت به سایرین به دو زیر گروه ۱۱ و ۱۴ قطعه نمونه‌ای تفکیک شد. بدین ترتیب در نتیجه طبقه‌بندی به روش TWINSpan اصلاح شده تعداد چهار گروه ۳۶، ۱۱، ۱۴ و ۱۵ قطعه نمونه‌ای که به ترتیب مربوط به گروه‌های اول، دوم، سوم و چهارم می‌باشند، ایجاد شد. نتایج روش طبقه‌بندی TWINSpan معمولی در سطح قطع اول که منجر به ایجاد دو گروه ۳۶ و ۴۰ قطعه نمونه‌ای گردید کاملاً شبیه نتایج روش TWINSpan اصلاح شده می‌باشد. انطباق کامل نتایج دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده در سطح قطع اول به دلیل مشابه بودن الگوریتم طبقه‌بندی در این دو روش است که در آنها قطعات نمونه بر اساس توزیع مکانی که در امتداد محور اول تحلیل رسته‌بندی تطبیقی (CA) و تفکیک این محور از وسط به دو قسمت در قالب دو گروه طبقه‌بندی می‌شوند، می‌باشد (۳۹). اما در روش TWINSpan معمولی برخلاف روش اصلاح شده آن، هر یک از گروه‌ها بدون توجه به درجه همگنی/ناهمگنی در سطح قطع دوم به دو زیرگروه تفکیک شده که نتیجه آن ایجاد چهار گروه اکولوژیک ۲۳ (گروه اول)، ۱۳ (گروه دوم)، ۲۵ (گروه سوم) و ۱۵ قطعه نمونه‌ای (گروه چهارم) می‌باشد. همان‌طوری که دارنگاره طبقه‌بندی دو روش TWINSpan معمولی و

معمولی به دلیل هم‌سویی بیشتر با دیدگاه گروه‌های اکولوژیک که سعی در تفکیک واحدهای همگن با حداقل اختلاف درون‌گروهی و حداکثر اختلاف بین‌گروهی دارند (۲۸) از کیفیت بهتری برخوردار است. از این رو می‌توان اذعان داشت که در طبقه‌بندی اکولوژیکی رویشگاه‌های جنگلی، استفاده از روش TWINSpan اصلاح شده نسبت به روش معمولی آن باید از اولویت بیشتری برخوردار گردد. البته شایان ذکر است در ارزیابی قابلیت دو روش مزبور در طبقه‌بندی اکولوژیکی جوامع گیاهی، کاربرد روش TWINSpan اصلاح شده ضمن اینکه به دلیل بهبود کیفیت نتایج گروه‌های اکولوژیک در اولویت می‌باشد، بلکه به دلیل فراهم شدن انتخاب تعداد گروه دلخواه توسط محقق در دارنگاره طبقه‌بندی این روش نسبت به روش معمولی آن که همواره تعداد گروه‌ها در سطوح بالاتر مضربی از عدد دو نسبت به سطح ماقبل می‌باشد نیز از جایگاه بهتری برخوردارند (۲۳، ۲۶، ۲۷ و ۳۴).

نتایج این تحقیق بر مبنای مدل اعتبار سنجی TIVM که بر اساس ایده تعلقه گونه‌های گیاهی به یک واحد مشخص محاسبه می‌شوند مؤید آن است که صحت طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک حاصل از روش TWINSpan اصلاح شده در سطح بالاتری نسبت به گروه‌های حاصل از روش TWINSpan معمولی قرار دارد. لازمه اجرای تحلیل TIVM، انجام یک روش طبقه‌بندی به منظور ایجاد یک گروه‌بندی اولیه در گام اول و بعد انجام تحلیل IV به منظور تعیین درجه وفاداری هر یک از گونه‌های گیاهی به گروه‌های از پیش تعیین شده در گام بعدی است. بر این اساس نتایج تحلیل TIVM بر مبنای هر دو روش طبقه‌بندی TWINSpan معمولی و اصلاح شده بدست آمد (جدول ۲) اما در ادامه فقط نتایج TIVM حاصل از گروه‌بندی TWINSpan اصلاح شده به دلیل کیفیت بالاتر (بر اساس نتایج تحلیل خوشه‌ای و MRPP) مد نظر قرار گرفته و از نتایج TIVM حاصل از گروه‌بندی

سطح بالاتری نسبت به روش معمولی آن قرار دارد. چون گروه‌های حاصل از روش TWINSpan اصلاح شده دارای اختلاف/فاصله بین‌گروهی (متوسط فاصله بین گروهی یا آماره $T=13/7$) بیشتری نسبت به گروه‌های حاصل از روش TWINSpan معمولی ($T=12/1$) داشته و این در حالی است که متوسط فاصله/اختلاف درون‌گروهی (ضریب فاصله اقلیدوسی) در گروه‌های حاصل از روش TWINSpan اصلاح شده ($E=0/332$) در سطح پایین‌تری نسبت به روش TWINSpan معمولی ($E=0/363$) قرار دارد. در این رابطه متوسط مقدار عددی شاخص A نیز بیانگر بیشتر بودن درجه همگنی گروه‌های حاصل از روش TWINSpan اصلاح شده ($A=0/2189$) نسبت به روش TWINSpan معمولی ($A=0/1864$) می‌باشد. شاخص A در تحلیل MRPP بیانگر درجه همگنی گروه‌ها بوده که هرچه مقدار عددی آن به ۱ نزدیک‌تر باشد بالا بودن درجه همگنی گروه‌ها را نشان می‌دهد (۱۰). البته مقادیر عددی شاخص A و توابع مرتبط به آن در نتایج تحلیل MRPP ارائه نشد.

بررسی عضویت‌پذیری مشابه قطعات نمونه در دارنگاره تحلیل خوشه‌ای با گروه‌های حاصل از دو روش TWINSpan معمولی (۶۱/۹ درصد) و اصلاح شده (۷۸/۶) نیز بیانگر آن است که نتایج روش TWINSpan اصلاح شده با نتایج روش خوشه‌ای که یک روش عددی طبقه‌بندی با هدف ایجاد گروه‌هایی با حداقل اختلاف درون‌گروهی و حداکثر اختلاف بین‌گروهی است (۱۱) نسبت به روش معمولی از انطباق بیشتری برخوردار است. در واقع نمایش هم‌زمان نتایج دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده در دارنگاره تحلیل خوشه‌ای مؤید آن است که کیفیت گروه‌های حاصل از روش TWINSpan اصلاح شده در سطح بالاتری نسبت به روش معمولی آن قرار دارد. بنابراین نتایج این تحقیق به روشنی تصریح می‌کند که دارنگاره طبقه‌بندی روش TWINSpan اصلاح شده نسبت به روش TWINSpan

تحقیق تصریح می‌کند که استفاده از TIVM بیش از اندازه در ارزیابی کیفیت نتایج طبقه‌بندی (مقایسه کیفیت گروه-های حاصل از دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده در این تحقیق) کاربرد داشته و از این نظر حائز اهمیت می‌باشد، بلکه استفاده از آن در وهله نخست باید به دلیل بهبود نتایج طبقه‌بندی حاصل از دو روش مزبور مورد اهتمام ویژه قرار گیرد. در این رابطه Esmailzadeh و Asadi (۲) نیز در طبقه‌بندی اکولوژیکی جنگل‌های شمشاد (*Buxus hyrcana* Pojark.) خیبوس نشان دادند که تلفیق نتایج مدل مجموع شاخص تعلقه فی یا TPFIM که بر اساس شاخص تعلقه فی محاسبه می‌شود با دارنگاره طبقه‌بندی TWINSpan سبب بهبود کیفیت نتایج طبقه‌بندی می‌شود. بر این اساس، طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک منطقه بر اساس نتایج تلفیقی دارنگاره طبقه‌بندی TWINSpan اصلاح شده (گروه‌بندی اولیه) و TIVM (گروه‌بندی تکمیلی) انجام شد. از آنجایی که بیشترین مقدار درصد انطباق نتایج دو روش طبقه‌بندی TWINSpan اصلاح شده و TIVM در تعداد چهار گروه مشاهده شد، از این رو چهار گروه مزبور به عنوان چهار گروه اکولوژیک منطقه معرفی شدند. نتایج روش رج‌بندی DCA نیز حضور چهار گروه اکولوژیک در سطح منطقه را تأیید می‌کند.

TWINSpan معمولی صرف نظر شد. همان طوری که نتایج این تحقیق به وضوح نشان می‌دهد کاربرد روش TIVM منجر به بهبود نتایج طبقه‌بندی می‌شود. در این ارتباط نتایج تحلیل MRPP متوسط فاصله درون گروهی و بین گروهی گروه‌های حاصل از روش TIVM را به ترتیب $E=0/309$ و $T=16/34$ برآورد می‌کند که مقایسه این دو آماره با آماره‌های متناظر در دو روش TWINSpan معمولی ($E=0/363$ و $T=12/1$) و اصلاح شده ($E=0/332$ و $T=13/7$) بیانگر آن است که کیفیت گروه‌های حاصل از روش TIVM به دلیل بهره‌مندی از متوسط فاصله درون گروهی کمتر و فاصله بین گروهی بیشتر در سطح بالاتری نسبت به دو روش TWINSpan معمولی و اصلاح شده قرار دارد. Dai و همکاران (۱۵) که نخستین بار مدل TIVM را توسعه دادند اعتقاد دارند اگرچه با به‌کارگیری توام تحلیل‌های طبقه‌بندی و رج‌بندی می‌توان تا اندازه‌ای در مورد درجه تشابه قطعات نمونه و تمایز گروه‌ها اظهار نظر کرد ولی این اظهار نظر همچنان جنبه ذهنی یا غیر عددی داشته که در پاره‌ای از اوقات می‌تواند به درک نادرستی از وضعیت گروه‌ها بینجامد اما مدل TIVM که بر مبنای تحلیل عددی استوار است می‌تواند ابزاری مناسب برای تصمیم‌گیری در مورد صحت طبقه‌بندی و حتی تعیین تعداد گروه بهینه باشد. در این ارتباط، نتایج این

منابع

- ۱- اسحق تیموری، ج.، زاهدی امیری، ق.، مروی مهاجر، م.، اسدی، م. و متاجی، ا. ۱۳۸۵. ارزیابی و مقایسه تنوع گونه‌ای در جوامع گیاهی (مطالعه موردی: بخش‌های نمخانه و گرازین جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود کنار- نوشهر). فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۴ (۴): ۳۲۶-۳۳۷
- ۲- اسدی، ح. و اسماعیل زاده، ا. ۱۳۹۳. معرفی مدل مجموع شاخص تعلقه فی (TPFIM) در تجزیه و تحلیل گروه‌های اکولوژیک گیاهی. مجله جنگل ایران، ۶ (۲): ۲۱۵-۲۳۲
- ۳- اسدی، ح.، حسینی، م. و اسماعیل زاده، ا. ۱۳۸۹. ترکیب گیاهی بانک بذر خاک در جنگل حفاظت شده خیبوس، نشریه جنگل و فرآورده های چوب، ۶۵ (۲): ۱۳۱-۱۴۵.
- ۴- اسماعیل زاده، ا.، حسینی، م. و طبری، م. ۱۳۸۶. بررسی جوامع جنگلی سرخدار (*Taxus baccata* L.) ذخیره گاه افراتخته، مجله پژوهش و سازندگی، ۷۴ (۱): ۱۷-۲۴.
- ۵- اسماعیل زاده، ا.، حسینی، م.، مصداقی، م.، طبری، م. و محمدی، ج. ۱۳۸۸. آیا ترکیب گیاهی بانک بذر خاک قابلیت تشریح جوامع گیاهی روزمینی را دارند، علوم محیطی، ۲۷ (۲): ۴۱-۶۲.

- ۱۰- رودی، ز.، جلیلود، ح. و اسماعیل‌زاده، ا. ۱۳۹۱. معرفی گروه-های بوم‌شناختی گیاهی دخیره‌گاه شمشاد پارک جنگلی سی-سنگان و بررسی ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های خاک. پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۱۹(۲): ۱-۲۱.
- ۱۱- طهماسبی، پ. ۱۳۹۰. رج‌بندی: تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره در علوم محیطی و منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه شهرکرد، شهرکرد.
- ۱۲- مقدم، م.ر. ۱۳۸۰. اکولوژی گیاهی کمی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- ۶- اسماعیل‌زاده، ا.، حسینی، م.، طبری، م. و اسدی، ح. ۱۳۹۰. شناسایی واحدهای اکوسیستمی و بررسی قابلیت تفکیک آنها در طبقه‌بندی جنگل و مطالعه موردی: جنگل راش دارکلا، زیست‌شناسی گیاهی، ۳(۷): ۱۱-۲۸.
- ۷- اسماعیل‌زاده، ا.، نورمحمدی، ک.، اسدی، ح. و یوسف‌زاده، ح. ۱۳۹۳. مطالعه فلورستیک جنگل‌های صلاح‌الدین کلا، نوشهر، ایران، تاکسونومی و بیوسیستماتیک، ۶(۱۹): ۳۷-۵۴.
- ۹- بصیری، ر.، کرمی، پ.، اکبری‌نیا، م.، حسینی، س.م. ۱۳۸۳. تعیین گروه گونه‌های اکولوژیک به روش Anglo-American (مطالعه موردی: منطقه فامیشه مریوان)، محیط‌شناسی، ۳۰(۳۶): ۸۹-۹۶.
- 13- Akhani, H, Djamali, M, Ghorbanalizadeh, A. and Ramezani, E. 2010. Plant biodiversity of Hyrcanian relict forests, N Iran: An overview of the flora, vegetation, palaeoecology and conservation. Pakistan Journal of Botany 42: 231- 258.
- 14- Chytry, M. and Tichy, L. 2003. Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: a statistical revision. Brno.
- 15- Chytry, M, Tichy, L, Holt, J. and Botta-Dukat, Z. 2002. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. Journal of Vegetation Science 13(1): 79-90.
- 16- Dai, X, Page, B. and Duffy, K. J. 2006. Indicator value analysis as a group prediction technique in community classification. South African Journal of Botany 72(4): 589-596.
- 17- DeCaceres, M, Font, X. and Oliva, F. 2008. Assessing species diagnostic value in large data sets: A comparison between phi coefficient and Ochiai index. Journal of Vegetation Science 19(6): 779-788.
- 18- DeCaceres, M. and Legendre, P. 2009. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. Ecology 90(12): 3566-3574.
- 19- DeCaceres, M, Legendre, P. and Moretti, M. 2010. Improving indicator species analysis by combining groups of sites. Oikos 119(10): 1674-1684.
- 20- DeCaceres, M. and Wisser, S.K. 2012. Towards consistency in vegetation classification. Journal of Vegetation Science 23(2): 387-393.
- 21- Dengler J, Chytry M. and Ewald J. 2008. Phytosociology. In: Encyclopedia of Ecology Vol. 4. General Ecology (Eds. Jørgensen S. E. and Fath B. D.) 2767-2779. Elsevier, Oxford.
- 22- Dufrene, M. and Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs 67 (3): 345- 366.
- 23- Grabherr, G, Reiter, K. and Willner, W. 2003. Towards objectivity in vegetation classification: the example of the Austrian forests. Plant Ecology 169(1): 21 – 34.
- 24- Hrivnak, R, Kostal, J, Slezak, M, Petrasova, A. and Feszterova, M. 2013. Black Alder dominated forest vegetation in the western part of central Slovakia - Species Composition and ecology. Hacquetia 12(2): 23-37.
- 25- Kashian, D. M, Barnes, B. V. and Walker, W. S. 2003. Ecological species groups of landform-level ecosystems dominated by jack pine in northern Lower Michigan, USA. Plant Ecology 166(1): 75- 91.
- 26- Kusbach, A, Long, J. N, Van Miegroet, H. and Shultz, L. M. 2012. Fidelity and diagnostic species concepts in vegetation classification in the Rocky Mountains, northern Utah, USA. Botany 90(8): 678-693.
- 27- Lotter, M.C., Mucina, L. and Witkowski, E.T. (2013) The classification conundrum: species fidelity as leading criterion in search of a rigorous method to classify a complex forest data set. Community Ecology 14(1): 121-132.
- 28- Luther-Mosebach, J, Dengler, J, Schmiedel, U, Rower, I. U, Labitzky, T. and Grongroft, A. 2012. A first formal classification of the Hardeveld vegetation in Namaqualand, South Africa. Applied Vegetation Science 15(3): 401-431.

- 29- Mattaji, A. and Eshagh Teymouri, J. 2007. Determination and Analysis of Ecological Species Groups Respect to Environmental Factors (Case Study: Research and Education Forest of kheyroudkenar Noushahr). *Journal of Natureal Resource Science and Technology* 2 (1): 11-26.
- 30- McCune, B. and Mefford, M. J. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, version 5. MjM Software, Gleneden Beach.
- 31- McNab, W. H, Browing, S. A, Simon, S. A. and Fouts, P. E. 1999. An unconventional approach to ecosystem unit classification in western north Carolina, USA. *Forest Ecology and Management* 114(2): 405- 420.
- 32- Rolecek, J, Tichy, L, Zeleny, D. and Chytry, M. 2009. Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science* 20(4): 596-602.
- 33- Sagheb Talebi, Kh. Sajedi, T. and Pourhashemi, M. 2014. *Forests of Iran*. Springer, New York.
- 34- Spies, T. A. and Barnes, B. V. 1985. Ecological species groups of upland northern hardwood hemlock forest ecosystems of the Sylvania Recreation Area, Upper Peninsula, Michigan. *Canadian Journal of Forestry Research* 15(5): 961- 972.
- 35- Swierkosz, K, Reczynska, K. and Boublik, K. 2014. Variability of *Abies alba*-dominated forests in Central Europe. *Central European Journal of Biology* 9(5): 495-518.
- 36- Tichy, L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of vegetation science* 13(3): 451-453.
- 37- Tichy, L. 2005. New similarity indices for the assignment of releves to the vegetation units of an existing phytosociological classification. *Plant ecology* 179(1): 67-72.
- 38- Tichy, L. and Chytry, M. 2006. Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size. *Journal of Vegetation Science* 17(6): 809-818.
- 39- Ugurlu, E, Rolecek, J. and Bergmeier, E. 2012. Oak woodland vegetation of Turkey, a first overview based on multivariate statistics. *Applied Vegetation Science* 15(4): 590-608.
- 40- Willner, W, Tichy, L. and Chytry, M. 2009. Effects of different fidelity measures and contexts on the determination of diagnostic species. *Journal of Vegetation Science* 20(1): 130-137.

Introduction of Total Indicator Value Model in Vegetation Classification

Esmailzadeh O. and Nourmohammadi K.

Forestry Dept., Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. of Iran

Abstract

In this study first, we classified Salahedin-Kola forests using TWINSpan and modified TWINSpan methods and then we evaluated the results of these two methods using TIVM model. The results showed that the conformity of TWINSpan and modified TWINSpan methods was 67.4% because of having different classification pattern. Furthermore, the quality of modified TWINSpan result was higher than TWINSpan. We determined four ecological groups as optimum in this region based on changes in diagram of conformity of modified TWINSpan classification with TIVM method. The result of DCA confirmed the presence of four ecological groups in this region, too. The result of this study clearly showed that the quality of groups that had obtained from TIVM method was higher than Usual and modified TWINSpan methods because they had lower within group and higher between group distances. So the result of this study specified that TIVM method not only it was used for evaluating the quality of classification results (used for comparing the quality groups that have obtained from usual and modified TWINSpan), but also it was a very useful method for improving the classification results that had obtained from usual and modified TWINSpan methods and should be noticed.

Key words: Indicator value index, Ecological species group, Total indicator value model, Modified TWINSpan