DOI: http://dx.doi.org/10.22092/wmej.2014.106251

پژوهش‌های آبخیزداری شماره ۱۰۳، تابستان ۱۳۹۳
(پژوهش و سازندگی)

مقایسهٔ روش‌های عددی طبقه‌بندی پوشش‌گیاهی در بررسی بوم‌شناختی مراتع شمال شرق سمنان

• **لیلا خلاصی اهوازی**
دانشجوی دکتری دانشکده مرتع و آبخیزداری دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
• **محمدعلی زارع چاهوکی**
استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)
تاریخ دریافت: اسفند ماه ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: آذر ماه ۱۳۹۱
Email: mazare@ut.ac.ir

چکیده

تجزیه کمّی روابط پوشش‌گیاهی و عوامل محیطی ابزاری ضروری در زمینه تحقیقات مدرن بوم‌شناسی پوشش‌گیاهی است. هدف از این پژوهش تفکیک قطعات نمونه برای تشکیل واحدهای جامعه‌شناسی گیاهی در تعیین گروه‌های بوم‌شناختی مراتع شرق سمنان با استفاده از روش‌های عددی و مقایسهٔ این روش‌هاست. نمونه‌برداری از پوشش‌گیاهی به روش تصادفی- سیستماتیک در ۶ تیپ گیاهی و مجموع ۲۷۰ پلات انجام شد. برای جمع‌آوری اطلاعات پوشش‌گیاهی در هر واحد، نمونه‌برداری در طول ۳ ترانسکت ۷۵۰ متری صورت گرفت. در طول هر ترانسکت، ۱۵ پلات با ابعادی که به روش حداقل سطح تعیین گردید، به فاصلهٔ ۵۰ متر قرار داده شد. در هر پلات نوع گونه‌های موجود، تراکم و درصد تاج پوشش آنها تعیین شد. در این پژوهش طبقه‌بندی پوشش گیاهی با روش‌های تجزیهٔ دوطرفه گونه‌های شاخص (*TWINSPAN*)، تجزیهٔ خوشه‌ای و تجزیه و تحلیل گونه‌های معرف انجام شد. با توجه به نظریهٔ پیوستگی جوامع گیاهی، تجزیهٔ تطابق کانونیک (*CCA*) و تجزیه تطبیقی قوس‌دار (*DCA*) برای تفکیک قطعات نمونه استفاده شد. در این تحقیق برای تعیین بهینه خوشه‌ها، روش تجزیه و تحلیل گونه‌های معرف به همراه آزمون مونت‌کارلو به‌کار گرفته شد. نتایج نشان داد در صورتی‌که در طبقه‌بندی پوشش‌گیاهی منطقه مورد مطالعه حاصل از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای و *TWINSPAN*، شش خوشه یا گروه انتخاب شود، تعداد گونه‌های معرفی که دارای ارزش معنی‌داری باشند، حداکثر خواهد بود. بنابراین شش گروه به‌عنوان تعداد بهینهٔ گروه‌های بوم‌شناختی مراتع شرق سمنان تعیین شد. روش تجزیهٔ دوطرفهٔ گونه‌های شاخص با توجه به همبستگی بالا، مقادیر ویژهٔ بالا در گروه‌ها (۰/۶۵ تا ۰/۸۵) و تفکیک قطعات نمونه از دقت بالاتری برخوردار است و کاربرد آن نسبت به سایر روش‌ها به‌دلیل دقت بالاتر و تأیید روش بوسیله آنالیز گرادیان بهتر است. همچنین نتایج نشان داد که روش *DCA* با مقادیر ویژه بالای محورهای اول و دوم (۰/۶۳ و ۰/۱۹۳) نتایج طبقه‌بندی را با تفکیک بیشتری نسبت به روش *CCA* تأیید می‌کند.

کلمات کلیدی: تجزیه تطابق کانونیک، تجزیه تطبیقی قوس‌دار، تجزیه دوطرفه گونه‌های شاخص، تصادفی-سیستماتیک، شاخص تشابه فاصله اقلیدسی.

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 103 pp: 93-106

Comparing of numerical classification of survey the vegetation ecological of east rangeland of Semnan

By: L. Khalasi Ahvazi, pHD student, Faculty of Natural Resources, University of Gorgan. M.A. Zare Chahouki, Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

Quantitative analysis of ecological relationships between vegetation and the environment has become an essential means in the field of research of modern vegetation ecology. The main of this study using the numerical method for Individuation plots for the formation of phyto sociology units and comparing these methods in east rangeland of Semnan. Sampling of vegetation was performed in 270 plots using randomized systematic method. Sampling was done within each unit of sampling parallel transects and 1 vertical transect with 750m length, each containing 15 quadrates (according to vegetation variations) with a distance of 50 m from each other, were established. Quadrate size was determined for each vegetation type using the minimal area method. Vegetation data including density and cover percentage were estimated quantitatively within each quadrat. In this study separation of plots based on Euclidian distance and using TWINSPAN analysis, Cluster analysis and Indicator species analysis in order to classify vegetation. Indicator species analysis accompanied with Monte Carlo test was used to choose the optimum number of the clusters. Results showed that if six clusters were selected in the vegetation classification of vegetation communities in the study area based on cluster analysis, the number of indicator species, which had significant indicator values, would be maximum. Therefore, six groups could be introduced as the optimum number of ecological groups of east rangeland of Semnan. TWINSPAN analysis was used for classification, is better than other by higher eighen value (0.65 until 0.85) and DCA analysis was better than CCA Axis 1 and axis 2 were highly associated (0.63,0.193).

Keywords: CCA, DCA, Euclidian distance, Randomized systematic, TWINSPAN.

مقدمه

روش‌های رسته‌بندی و طبقه‌بندی در دهه اخیر به‌عنوان ابزاری برای مطالعه توالی پوشش‌گیاهی معرفی شده‌اند (Austin، ۱۹۷۷). طبقه‌بندی سلسله‌مراتبی شامل روش‌های مقسمی و تراکمی است که هرکدام در تفکیک گروه گونه‌های با ویژگی‌های مشابه استفاده می‌شوند(Garcia-Mora و همکاران، ۱۹۹۹، Keddy، ۱۹۹۲، Vermeersch و همکاران، ۲۰۰۳). همگنی و یکپارچگی رویشگاه می‌تواند تابع عوامل متعددی باشد. تغییر در هر رویشگاه می‌تواند ناشی از تنوع زیستی در آن رویشگاه باشد (Tropek و Konvi˘cka، ۲۰۰۸). خصوصیات رویشگاه به شکلی مناسب در پوشش‌گیاهی منعکس می‌شود و شاخص‌های کیفیت رویشگاه را می‌توان در پوشش‌گیاهی یافت (Barnes، ۱۹۹۸). یکی از روش‌های مهمی که در تجزیه و تحلیل داده‌های بوم‌شناسی به‌کار می‌رود، طبقه‌بندی عددی پوشش گیاهی است. هدف اصلی طبقه‌بندی، نشان‌دادن ماهیت یک واحد گیاهی و ترکیب گونه‌های سازنده آن است (Culman & Gauch، ۲۰۰۸).

در مناطق جنگلی محققانی همچون Tavili و Jafari (۲۰۰۹)، Naqinezhad و همکاران (۲۰۰۸) و Zahedi (۱۹۹۸) جوامع گیاهی را به‌ترتیب با روش‌های تحلیل دوطرفه گونه‌های شاخص (TWINSPAN[1])، شناسایی گونه‌های معرف، خوشه‌بندی و تجزیه تطابقی قوس‌دار (DCA[2]) طبقه‌بندی کردند. Guoqing و همکاران (۲۰۰۸)، Zhang و همکاران، (۲۰۰۶)، Brunet و همکاران، (۱۹۹۶) و Archambault و همکاران (۱۹۸۹) نیز از روش TWINSPAN برای تقسیم‌بندی واحدهای بوم‌شناختی گیاهی استفاده کردند.

Mirdavoodi و Zahedipour (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای با کاربرد تجزیه خوشه‌ای، مراتع جنوب استان مرکزی را در ۲۲ گروه طبقه‌بندی کردند و سپس آنالیز تشخیص[3] را برای تأیید این گروه‌ها استفاده کردند. Zare Chahouki (۲۰۰۶) نیز در مراتع پشتکوه یزد با استفاده از روش *TWINSPAN* واحدهای بوم‌شناسی پوشش‌گیاهی را طبقه‌بندی کردند. Hoy et al. (۲۰۰۸) واحدهای بوم‌شناختی را با استفاده از روش تجزیهٔ تطبیقی متعارفی[4] (*CCA*) و آنالیز گرادیان مورد مقایسه قرار دادند. تکنولوژی روش‌های تجزیهٔ چندمتغیره نقش اساسی در پیشبرد تحقیقات در زمینه بررسی توزیع جوامع گیاهی ایفا می‌کند (Guoqing et al، ۲۰۰۸). Jafarian e Jolodar et al. (۲۰۰۸) پس از شناسایی فلور منطقه در سرخده سمنان نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در ۲۳۰ پلات و به روش ۱۵ سانتی‌متری انجام شد. با روی هم‌گذاری[5] نقشهٔ نقاط نمونه‌برداری با روش طبقه‌بندی تصادفی مساوی پوشش گیاهی با استفاده از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای در نرم‌افزار PC-ORD طبقه‌بندی و ۱۵ زیراجتماع گیاهی تشخیص داده شد. Ghare Sheikhloo et al. (۲۰۰۸) به‌منظور طبقه‌بندی و تعیین اجتماعات گیاهی مستقر در دامنه‌های ارتفاعات کرکس واقع در منطقه مرکزی ایران، از شاخص فاصله اقلیدوسی نسبی به روش واریانس حداقل و تجزیهٔ خوشه‌ای، برای بررسی تشابه و تفاوت موجود در اجتماعات گیاهی با استفاده از نرم‌افزار *PC-ORD* به‌صورت دارنگاره

استفاده کردند.

با تعیین روش مطلوب در تعیین واحدهای بوم‌شناسی گیاهی، از آنالیز دوباره در منطقه جلوگیری می‌شود و می‌توان با اطمینان زیادی نتایج حاصل را صحیح دانست (Dai, Page & Duffy، ۲۰۰۶). توصیف و طبقه‌بندی پوشش‌گیاهی واحدهای بحرانی برای ارزیابی و پایش را در جوامع طبیعی تعیین و امکان برنامه‌ریزی و مدیریت برنامه‌های حفاظتی از جمله ثبت نیازهای گونه‌ها، پایش استفاده از منابع طبیعی همچون جنگل و مرتع را فراهم می‌کند (Peet. & Roberts. ۲۰۱۳). برای مثال، در اتحادیه اروپا فهرستی از رویشگاه‌های گیاهی حفاظت‌شده فراهم شد و رویشگاه‌های گیاهی رو به تخریب که جز اکوسیستم‌های شکننده به فهرست قرمز جهانی وارد شد (Rodr guez et al. ۲۰۱۱).

با توجه به اهمیت طبقه‌بندی صحیح واحدهای بوم‌شناختی در مطالعات علوم محیطی و گستردگی روش‌ها، انتخاب مطلوب‌ترین روش‌ها در این مطالعات ما را در تعیین گروه‌های گیاهی همگن از نظر نیازهای بوم‌شناختی و تغییرات پوشش‌گیاهی یاری خواهد کرد. بدین جهت در این مطالعه انواع مختلف روش‌های طبقه‌بندی و رسته‌بندی در مراتع شرق سمنان بررسی می‌شود.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه در شمال شرقی شهر سمنان در مرکز ایران واقع است (۳۵ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی تا ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی و۵۳ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی). مساحت منطقه مورد مطالعه ۷۴۰۰۰ هکتار و بیشترین ارتفاع منطقه ۲۲۶۰ متر، کمترین آن ۱۱۲۹ متر است. موقعیت این منطقه در شکل ۱ نشان داده شده است. با استفاده از معادله‌های گرادیان متوسط بارندگی کل حوزه ۱۸۴/۳۴ میلی‌متر به‌دست آمد که از این مقدار ۱۱۶ میلی‌متر آن طبق روش کوتاین تبخیر می‌شود. حجم نزولات جوی ۴۹۷/۴۶۳ میلیون متر مکعب و حجم آب خروجی حوزه ۱۹۷/۱۱ میلیون متر مکعب است (شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان سمنان).

شرایط آب و هوایی

۱- بارندگی

در منطقهٔ مورد مطالعه بارندگی بسیار کم و غالباً به‌صورت ریزش باران است. منطقه شمال شرق سمنان به طور کلی تحت تأثیر جریان‌های هوایی گرم و خشک دشت کویر قرار دارد. ولی عواملی چون دوری از دریا، جهت و امتداد کوهها، ارتفاع مکان و وزش بادها نیز در آب و هوای این منطقه مؤثرند. با توجه به ارتفاع منطقه گرادیان بارندگی منطقه تهیه و سپس نقشهٔ بررسی خصوصیات اقلیمی منطقه به دست آمد. که در آن H: ارتفاع برحسب متر و P: میزان بارندگی متوسط سالیانه برحسب میلی‌متر است. ضریب همبستگی معادلهٔ فوق ۰/۷۸ ودر سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

$$H = 0.124P - 20.228 \quad (1)$$

با استفاده از معادله‌های گرادیان منطقه مطالعاتی متوسط بارندگی کل حوزه ۱۸۴/۳۴ میلی‌متر بوده که از این مقدار ۱۱۶ میلی‌متر آن طبق روش کوتاین تبخیر می‌شود. حجم نزولات جوی ۴۹۷/۴۶۳ میلیون متر مکعب و حجم آب خروجی حوزه ۱۹۷/۱۱ میلیون متر مکعب است.

۲- دما

حرارت یکی از مهمترین عوامل آب و هوایی است که در مطالعات بوم‌شناسی و اگروکلیماتولوژی به‌ویژه مطالعات مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل ۲ منحنی آمبروترمیک منطقهٔ مورد مطالعه آورده شده است.

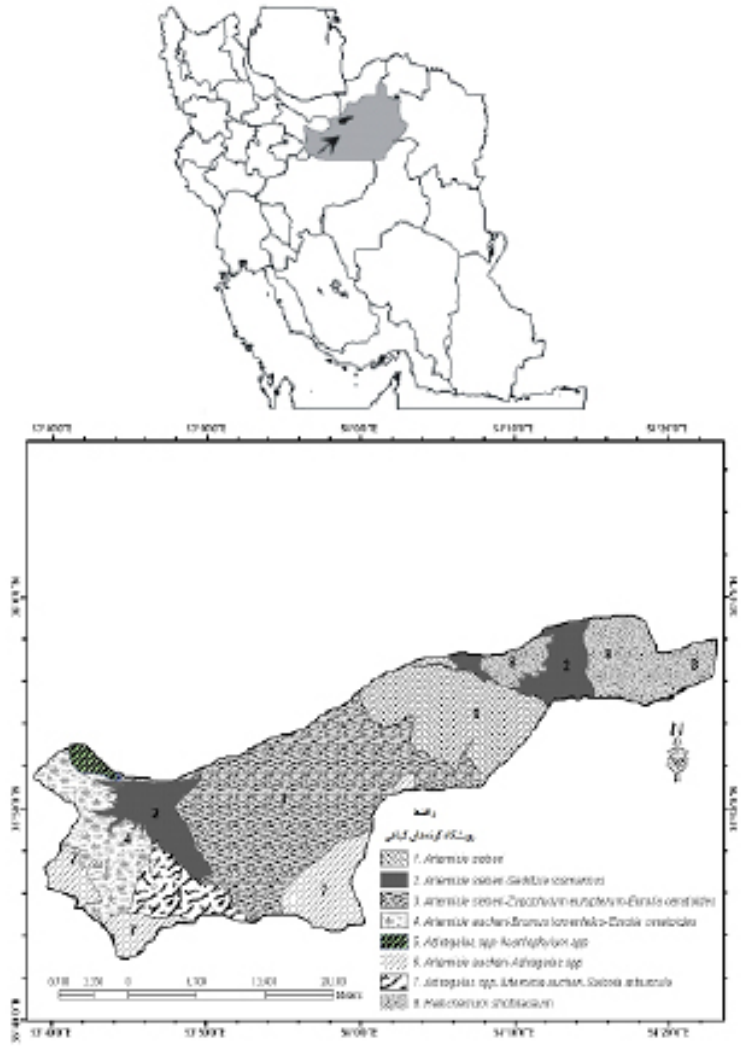
روش نمونه‌برداری

در این پژوهش، نمونه‌برداری از خصوصیات پوشش‌گیاهی رویشگاه در سال ۱۳۸۸ از روش پلات‌گذاری در امتداد ترانسکت در هر تیپ گیاهی اولیه استفاده شد. و به منظور افزایش دقت و جلوگیری از اعمال نظرهای شخصی و دخالت‌های احتمالی روش تصادفی-سیستماتیک انتخاب شد. بدین صورت که نقطهٔ اول ترانسکت به صورت تصادفی و بقیه به روش سیستماتیک به طور منظم و با فواصل مشخص از هم قرار داده شدند. همچنین اولین محل استقرار پلات در امتداد هر خط ترانسکت، تصادفی و بقیه به فاصله‌های منظم مستقر شدند (مقدم، ۱۳۸۴). اندازهٔ پلات به روش حداقل سطح برای رویشگاه‌های شمال شرق سمنان انتخاب شد (جدول ۱).

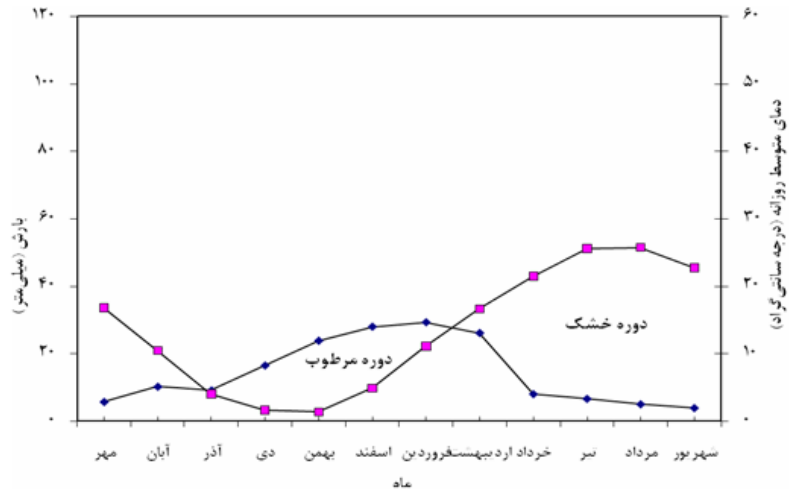
روش کار به این ترتیب بود که ابتدا در منطقه مورد مطالعه، تیپ های گیاهی با پیمایشهای صحرایی و استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب (*GPS*) بر روی نقشه ۱:۵۰۰۰۰ مشخص شد. سپس برای نمونه‌برداری از پوشش‌گیاهی در هر تیپ رویشی، ۳ ترانسکت ۷۵۰ متری مستقر و در هر ترانسکت، ۱۵ پلات با سطوح متفاوت در هر رویشگاه با فواصل ۵۰ متر مستقر شد. با توجه به اینکه یافتن ارتباط ترکیبی بین گونه‌های گیاهی بدون انجام یک تجزیه و تحلیل آماری بهینه، خطاهای قابل توجهی را به وجود می‌آورد، از این‌رو با استفاده از مقیاس عددی van der Maarel, E. (۱۹۷۹)، داده‌ها تبدیل شدند. سپس به کمک روش‌های عددی طبقه‌بندی، انواع روش‌ها برای طبقه‌بندی گروه‌های بوم‌شناختی اجرا می‌شود. بعد از طبقه‌بندی پوشش‌گیاهی، از روش تجزیهٔ تطابق کانونیک (*CCA*) و تجزیهٔ تطبیقی قوس‌دار (*DCA*) برای تأیید تفکیک واحدها استفاده شد. روش‌های *CCA* و *DCA* ترکیب غیرخطی گونه‌ها نسبت به قطعات نمونه را نشان می‌دهند. جدول ۲، موقعیت حضور گونه‌های غالب را در رویشگاه‌های مختلف نشان می‌دهد.

تجزیهٔ دو طرفهٔ گونه‌های شاخص (*TWINSPAN*): این روش در نرم‌افزار *PCORD* اجرا می‌شود نتیجهٔ حاصل از این طبقه‌بندی به‌صورت جدولی دوطرفه ارائه می‌شود. به‌منظور تعیین و مطالعهٔ گروه‌های بوم‌شناختی، اطلاعات پوشش‌گیاهی حاصل از ۲۷۰ قطعه نمونه با استفاده از نرم‌افزار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اساس کار در *TWINSPAN* بر مقایسهٔ قطعات نمونه براساس وجود یا عدم وجود گونه‌ها و نیز عاملی به‌نام شبه گونه است. قطعاتی که بیشترین شباهت را دارند در کنار هم قرار گرفته و یک گروه بوم‌شناختی را بوجود می‌آورند (Roleček و همکاران، ۲۰۰۹).

تجزیهٔ خوشه‌ای: در این روش ابتدا ماتریس فاصله بین قطعات نمونه محاسبه شده، سپس براساس معیاری مشخص از فاصله بین قطعات نمونه یا گروه‌ها، دو گروه انتخاب و در هم ادغام می‌شوند.



شکل ۱- موقعیت منطقه در استان سمنان



شکل ۲ - منحنی آمبروترمیک منطقهٔ مورد مطالعه

جدول ۱- سطح مناسب پلات نمونه‌برداری در تیپ‌های گیاهی منطقهٔ شمال شرق سمنان

ردیف	تیپ گیاهی	سطح پلات نمونه‌برداری (متر مربع)
۱	*Artemisia aucheri- Astragalus albispinus -Bromus tomentellus*	۲
۲	*Artemisia sieberi-Erutia ceratoides*	۲
۳	*Seidlitzia rosmarinus*	۱۶
۴	*Artemisia sieberi-Zygophyllum eurypterum*	۶
۵	*Zygophyllum eurypterum- Artemisia sieberi*	۶
۶	*Halocnemum strobilaceum*	۱۶

روش سورنسون برای داده‌های جوامع گیاهی برای اندازه‌گیری فاصله بین قطعات نمونه و روش بتا انعطاف‌پذیر به‌عنوان روش ادغام گروه‌ها، کارایی بیشتری داشته و پیشنهاد شده است که از این دو گزینه در تجزیه و تحلیل خوشه‌ای جوامع گیاهی استفاده شود (Maccune & Grace، ۲۰۰۳). معمولاً نتایج به صورت نموداری از قطعات نمونه نمایش داده می‌شود که به وسیلهٔ فاصله بین گروه‌ها یا روش‌های دیگر مقیاس‌بندی می‌شود. این روش برای گروه‌بندی مشاهده‌ها هنگامی که تعداد گروه‌ها از قبل معین است، به‌کار می‌رود و آلگوریتم آن بر اساس روش تفکیک‌کننده است. این روش تعیین می‌کند تا گروه‌های همگنی از عناصر مورد مطالعه را براساس ویژگی‌های انتخاب شده شناسایی کند. این شناسایی براساس آلگوریتمی انجام می‌شود که تعداد قابل توجهی از موارد را شامل شود. از اینرو این الگوریتم به تعیین تعداد خوشه‌ها نیاز دارد در این روش فاصله ها براساس فاصله اقلیدسی تعیین می‌شود (Zare Chahouki، ۲۰۱۰).

تجزیه و تحلیل گونه های معرف: این روش به روش (۱۹۹۷) *Dufrene & Legendre* نیز معروف می‌باشد و فقط برای گونه های گیاهی قابل استفاده است. روش تجزیه و تحلیل گونه های معرف، ارزش‌های معرف هر گونه را در گروه های مختلف براساس فراوانی و فرکانس آن در هر گروه ایجاد می‌کند (Maccune & Grace، ۲۰۰۳).

روش تجزیهٔ تطبیقی متعارفی: تجزیه تطبیقی متعارفی (*CCA*) که بوسیله ter Braak(۱۹۹۸) توسعه یافته است مزیت این روش این است که شیب تغییرات گونه‌ها را از طریق شبیه‌سازی داده‌ها تحت شرایط مختلف به نمایش می‌گذارد. از آنجایی‌که *CCA* رگرسیون حداقل مربعات نمرات پراکنش (معدل موزون گونه‌ها) را به‌عنوان متغیر وابسته بر روی متغیرهای محیطی به‌عنوان متغیر مستقل اجرا می‌کند، لذا تحت آنالیز گرادیان مستقیم قلمداد شده است. چون طول این بردارها به نسبت اهمیت شیب تغییرات است، لذا موقعیت گونه‌ها را می‌توان در امتداد بردارها تفسیر کرد و جایگاه گونه را در ارتباط با عوامل محیطی مشخص کرد. یکی از اهداف اصلی رسته‌بندی مرتب کردن قطعات نمونه‌ای است که در آنها گونه‌هایی با دامنهٔ بوم‌شناختی مشابه در کنار هم و گونه‌هایی با دامنهٔ بوم‌شناختی متفاوت دور از هم قرار می‌گیرند (Orloci، ۱۹۷۸).

روش تجزیه تطبیقی قوس‌دار: *DCA* از روش‌های رسته‌بندی غیرمستقیم محسوب شده و نوع بهبود یافته‌ای از روش-های معدل‌گیری معکوس و تجزیهٔ تطبیقی است که از سال ۱۹۸۰ تاکنون به‌طور گسترده‌ای در رسته‌بندی پوشش‌گیاهی استفاده شده است (Mesdaghi، ۲۰۰۱). برای تفسیر بوم‌شناختی رسته‌بندی حاصل از تجزیه همبستگی بین ارزش‌های قطعات نمونه در *DCA* تحلیل سه محور اول که اصولاً بیشترین تغییرات را نشان می‌دهند با متغیرهای متناظر با هر قطعه نمونه با استفاده از معیار همبستگی پیرسون محاسبه شده و از نظر معنی‌دار بودن آماری مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج

نتایج تجزیه و تحلیل اطلاعات پوشش‌گیاهی مربوط به ۲۷۰ پلات نمونه‌برداری شده از منطقه، در شکل ۳ آورده شده است. با توجه به این جدول این شکل و همچنین مقادیر ویژهٔ به دست‌آمده از هر تقسیم‌بندی (*Division*) پوشش‌گیاهی منطقه به ۶ واحد بوم شناختی با نیازهای‌محیطی متفاوت طبقه‌بندی شد که عبارتند از:

1. Artemisia aucheri- Astragalus albispinus.-Bromus tomentellus

2. Artemisia sieberi-Eurotia ceratoides

3. Seidlitzia rosmarinus

4. Artemisia sieberiZygophylum eurypterum

5 Zygophylum eurypterum- Artemisia sieberi

6. Halocnemum strobilaceum

و دارنگاره حاصل از این روش در شکل ۴ نشان داده شد.

تجزیهٔ خوشه‌ای: شکل ۵ دارنگاره حاصل از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای قطعات نمونه برداشت‌شده را نشان می‌دهد که بوسیله روش میانگین فاصله مقیاس‌بندی شد. همچنین در این روش تعداد بهینه خوشه‌ها بوسیله روش تجزیه و تحلیل گونه‌های معرف نیز تعیین شد که در ادامه نتایج آن و آزمون مونت‌کارلو جهت معنی‌داری آورده شده است. با این روش، ۶ واحد بوم‌شناختی پوشش‌گیاهی مجزا تشخیص داده شد.

تحلیل گونه‌های معرف: در این تجزیه برای هر گونه ارزش‌های معرف محاسبه می‌شود و سپس معنی‌داری هرکدام بررسی خواهد شد از این تجزیه در جهت کمک به روش *TWINSPAN* و تجزیه خوشه‌ای برای تعیین گروه‌ها و خوشه‌ها استفاده شده است. جدول ۳ مقدار ارزش معرف گونه‌ها در گروه‌های شش گانه که حاصل ضرب فراوانی و فرکانس نسبی گونه‌ها در عدد ۱۰۰ است را نشان می‌دهد. ارزش معرف گونه‌ها در هر گروه رابطهٔ مستقیمی با فراوانی و فرکانس نسبی آنها در آن گروه دارد. در صورتی مقدار ارزش معرف هر گونه در یک گروه زیاد خواهد بود که هم فرکانس نسبی و هم فراوانی نسبی آن زیاد باشد، یا به‌عبارت دیگر هر گونه-ای که در بیشتر قطعات نمونه یک گروه حضور داشته و کمترین حضور را در قطعات نمونه سایر گروه‌ها داشته باشد و همچنین دارای میانگین درصد تاج پوشش زیادی در ان گروه باشد، دارای ارزش معرف زیادی در آن گروه خواهد بود. در جدول ۴ نیز حداکثر ارزش معرف گونه‌ها و سطوح معنی‌داری هر کدام نشان داده شده است. گونه‌های *Seidlitzia rosmarinus*، *Artemisia aucheri* و *Bromus tomentellus* به این دلیل که در منطقه نادر نبوده و همچنین در منطقه به یک اندازه دارای گستردگی نیستند، به‌عنوان گونهٔ معرف شرایط محیطی می‌توان انتخاب کرد.

نتایج تجزیهٔ تطبیقی متعارفی: نتایج جدول ۵ نشان داد که محور اول دارای مقدار ویژه ۰/۶۵ است و ۲۵ درصد تغییرات را توجیه می‌کند. همبستگی این محور با قطعات نمونه وتیپ‌های مختلف رویشی مطابق جدول ۰/۹۷ است. محور دوم دارای مقدار ویژه ۰/۶ است و ۲۲ درصد تغییرات را توجیه می‌کند و ضریب همبستگی محور با قطعات نمونه و تیپ‌های مختلف رویشی ۰/۹۶ است.

این نظریه که تعداد زیاد قطعات نمونه باعث دقت بیشتری در بررسی روابط خواهد شد، نادرست است چون تعداد بیش از حد نیز ممکن است باعث ایجاد همخطی واریانس‌ها گردیده و اشتباهاتی را باعث شود در نتیجه آزمون مونت‌کارلو اجرا شد تا معنی‌داری قطعات نمونه بررسی شود (جدول ۶) (Guoqing et al., ۲۰۰۸). شکل ۶، نحوه توزیع قطعات نمونه را در رویشگاه‌های مختلف گیاهی نشان می‌دهد.

نتایج تجزیهٔ تطبیقی قوس‌دار: محورهای اول و دوم رسته‌بندی *DCA* برای نمایش نتایج انتخاب شد، زیرا این دو محور علاوه بر این که کاملاً همبسته بوده ($P<$۰/۰۱، $R=$۰/۰۱)، دارای بیشترین ارزش ویژه بود (به‌ترتیب ۰/۶۸ و ۰/۱۹۳). همچنین بیشترین تغییرات موجود در ساختار پوشش‌گیاهی توسط این دو محور بیان می‌شود. شکل ۷، محورهای اول و دوم رسته‌بندی گونه‌ها را که حاصل از تجزیه و تحلیل *DCA* است، نشان می‌دهد. در واقع رتبه‌بندی پلاتها در فضای گونه‌ها، شامل محاسبه وزن برای هر گونهٔ موجود در پلات بوده و سپس یافتن نمره‌ای برای پلاتها با توجه به حاصلضرب جمع وزن گونه‌های موجود در آن در فراوانی گونه‌ها در پلاتهای مذکور است.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد که روش‌های عددی مختلف برای تفکیک قطعات نمونه می‌تواند در بدست‌آوردن واحدهای بهینهٔ بوم‌شناختی ما را یاری کند. نتایج این تحقیق نشان داد که روش‌های مختلف به‌کار برده شده همدیگر را تأیید کرده-اند و هر کدام از روش‌ها در شرایط ویژه‌ای ممکن است به‌کار برده شوند. در این تحقیق از قطعات نمونه با داده‌های حضور و غیاب گونه‌ها استفاده شد که بهترین روش با همبستگی و مقادیر ویژه بالای شاخص‌ها در این شرایط تجزیهٔ دوطرفهٔ گونه‌های شاخص با مقادیر ویژه بالا در گروه‌ها (۰/۸۵-۰/۶۴) بود که البته محققان زیادی از جمله Jafarian e ۲۰۱۰ ,Zare Chahouki; ۲۰۰۸,Jolodar آن را تأیید کرده‌اند.

نتایج تجزیه و تحلیل خوشه‌ای به‌صورت دارنگاره نمایش داده شد و نتایج تجزیه و تحلیل گونه‌های معرف به‌صورت جدول دوطرفه گونه‌ها و قطعات نمونه ارائه شد. برای ایجاد دارنگاره به‌دلیل تأثیر همهٔ مؤلفه‌ها در ایجاد تشابهات از روش اتصال میانگین استفاده شد. همچنین به‌دلیل هم‌مقیاس بودن داده‌ها از فاصله اقلیدسی برای نشان‌دادن دوری و نزدیکی سطرها به یکدیگر استفاده شد (Archambault et al,۱۹۸۹) خروجی روش *CCA* و *DCA* بر روی دیاگرام‌ها به‌صورت دو پلاتی (گونه و پلات) و یا سه پلاتی (گونه، پلات و عوامل محیطی) مشاهده می‌شود و روابط موجود قابل تفسیر است. مقایسه روش‌های اجرا شده بیانگر این واقعیت است که خروجی‌های مختلف، نتایج تقریبا مشابهی را از نقطه نظر تفکیک گروه‌های بوم‌شناختی نشان می‌دهند.

روش‌های متعددی برای تعیین تعداد گروه‌ها وجود دارد که معمولاً به‌صورت معیارهای انتخابی است (Vermeersch et al، ۲۰۰۳). اغلب بوم‌شناسان تعداد گروه‌ها را متناسب با اهداف تحقیق انتخاب می‌کنند، اما بسیار دقیقتر خواهد بود که تعیین تعداد بهینه گروه‌های بوم‌شناختی حاصل از طبقه‌بندی پوشش‌گیاهی براساس یک معیار کمّی صورت گیرد. یک روش محاسباتی توسط Dufrene & Legendre (۱۹۹۷) برای تعیین تعداد گروه‌ها برای داده‌های جوامع گیاهی طراحی شده است. آنها مقادیر معرف را برای گونه‌های مختلف در گروه‌های مختلف در هر سطح از طبقه‌بندی محاسبه کردند، سپس لایه‌ای را برای گروه‌بندی نهایی انتخاب کردند که دارای بیشترین تعداد گونه‌های معرف باشد (Maccune & Grace,۲۰۰۳).

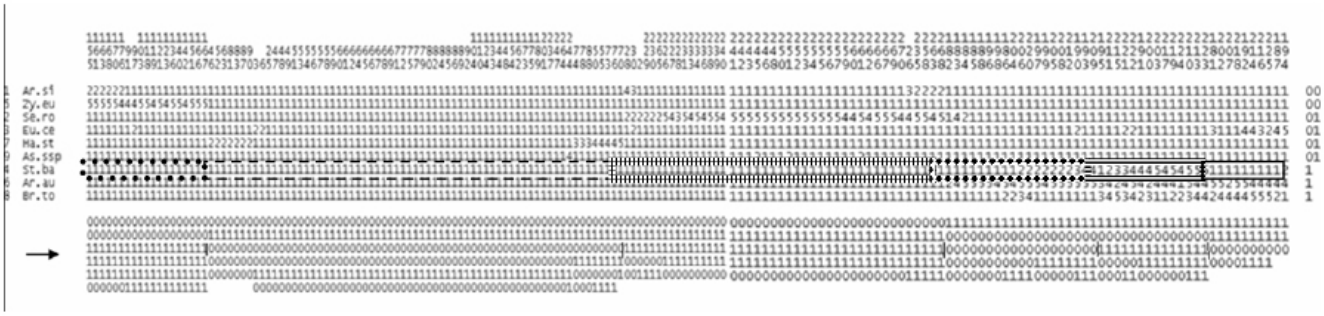
در این تحقیق با استفاده از این روش تعداد گروه یا خوشه بهینه ۶ عدد بدست آمد که در واقع در مجموع این ۶ واحد بوم‌شناختی، ۸ گونهٔ گیاهی شاخص حضور دارند. در این روش باید توجه داشت که در یک منطقه مشخص گونه‌هایی که به‌صورت نادر یا گسترده در قطعات نمونه حضور دارند، نمی‌توانند معرف شرایط ویژه محیطی باشند (Eshaghi Rad, Zahedi Amiri & Mataji، ۲۰۰۹).

نتایج تجزیهٔ تطبیقی متعارفی نیز طبقه‌بندی بوسیلهٔ هر دو روش را تأیید کرد. با این تفاوت که نتوانست دو واحد بوم‌شناختی شامل گونه‌های *A.sieberi* و *Z.eurypterum* را به‌دلیل شباهت زیاد این دو رویشگاه از هم تفکیک کند. درصورتی‌که روش *DCA* تفکیک واحدهای بوم‌شناختی را با دقت بیشتری انجام داد. تحلیل *DCA* جزء روش‌های تحلیل گرادیان غیرمستقیم است، در حالی‌که روش *CCA* جزء روش‌های تحلیل گرادیان مستقیم است. در روش‌های رسته‌بندی مستقیم واحدهای نمونه در امتداد شیب تغییراتی که مبنای مطالعه است، مرتب می‌گردند. اما در روش‌های رسته‌بندی غیر مستقیم، شیب تغییرات، براساس چگونگی قرارگیری گونه‌ها مشخص می‌شود.

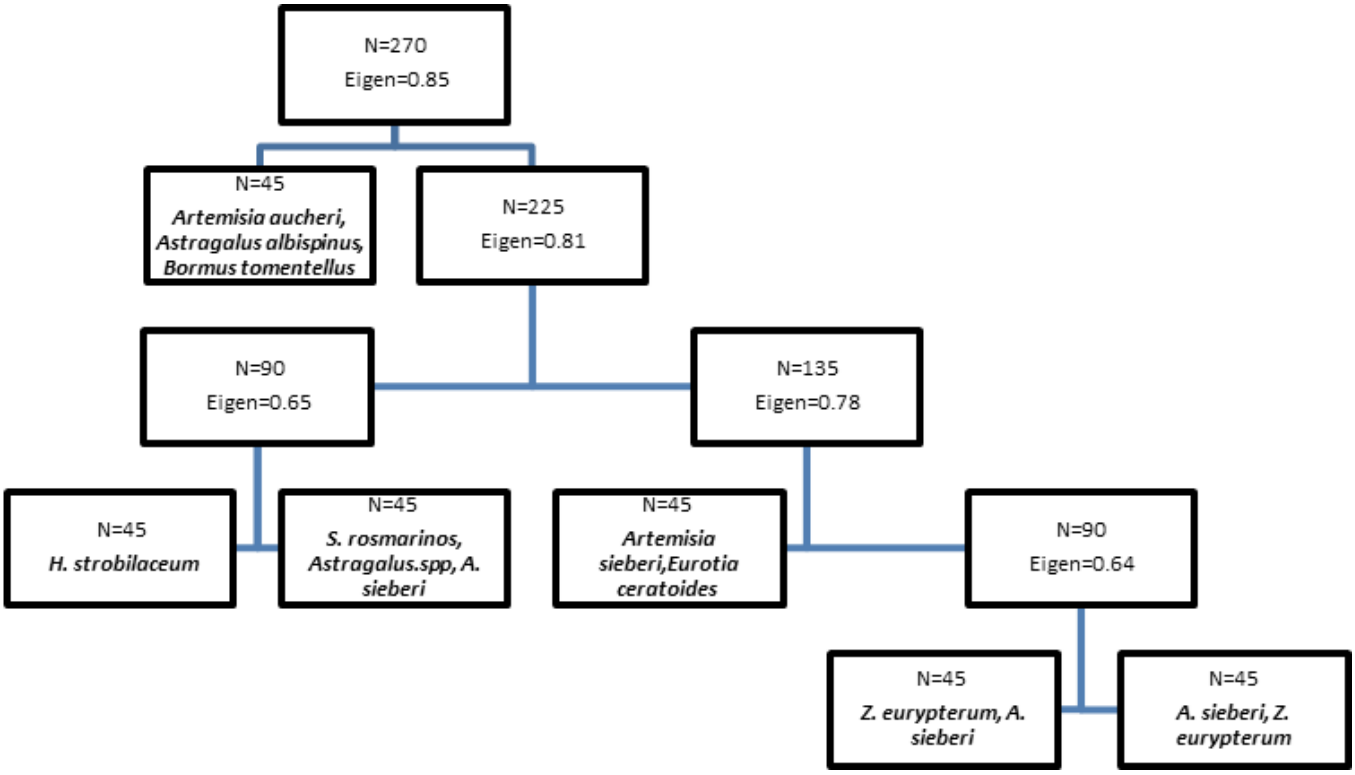
جدول ۲- تغییرات گونه‌های گیاهی عمده در تیپ‌های گیاهی مراتع شرق سمنان

گونه گیاهی / تیپ گیاهی	*Az. -A.aucheri albispinus.-Br.tomentatus*	*A.sieberi-E.ceratoides*	*S.rosmarinus*	*A.sieberi-Z.euryptrum*	*Z.euryptrum-A.sieberi*	*H. strobilaceum*
Acanthophyllum crassifolium	+	-	-	-	-	-
Acanthodimon spp	+	-	+	-	-	-
Anabasis setifera	-	-	+	-	-	-
sp Anabasis	-	-	-	-	-	+
Artemisia aucheri	+	-	-	-	-	-
Artemisia sieberi		+	+	+	+	-
Astragalus albispinus	+	-	+	-	-	-
Bromus tomentellus	+	-	-	-	-	-
Centaurea spp.	-	+	-	-	+	-
Cornulaca monacantha	-		+	-	-	-
Eurotia ceratoides	+	+	-	+	-	-
Holocnemum strobilaceum	-	-	-	-	-	+
Launaea acanthodes	-	-	+	-	-	-
Lactuca orientalis	+	-	+	-	-	-
Nitraria shoberi	+	-	-	-	-	-
Noaea mucronata	+	+	-	-	-	-
Pteropyrum aucheri	-		-	+	-	-
Salsola kali	-	+	-	-	-	-
Salsola rigida	-	+	-	-	-	-
Scariola orientalis	-	-	+	-	-	-
Seidlitzia rosmarinus	+	+	+	-	-	-
Stipa barbata	+	+	-	-	-	-
Stipa lepida	+		-	-	-	-
Zygophyllum eurypterum	-	+	-	+	+	-

(+): حضور (-): عدم حضو



شکل ۳- نتایج روش TWINSPAN برای طبقه‌بندی پوشش‌گیاهی منطقهٔ مورد مطالعه



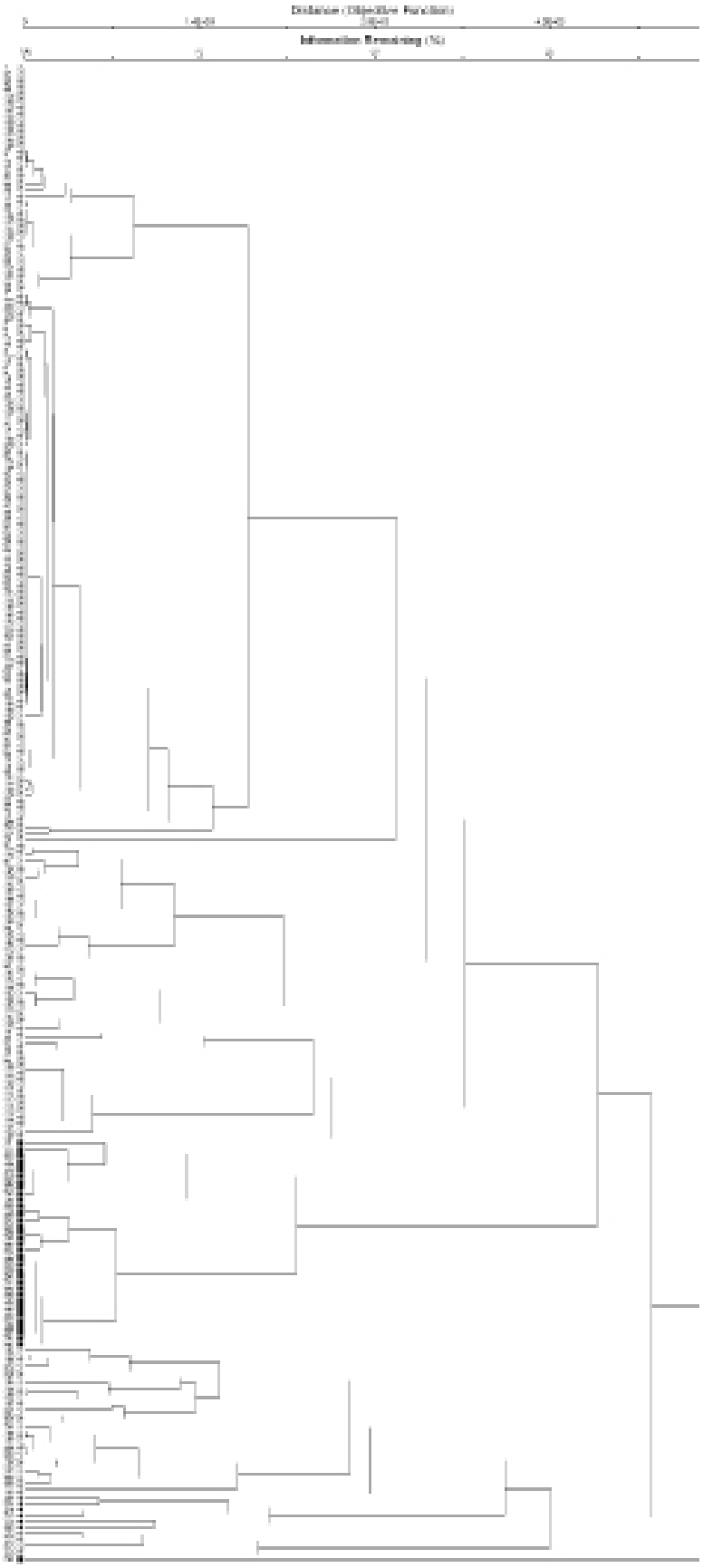
شکل ۴- دارنگاره حاصل از روش TWINSPAN برای طبقه‌بندی پوشش گیاهی منطقهٔ مورد بررسی

جدول ۳- مقدار ارزش معرف گونه‌ها (حاصل از تجزیه و تحلیل گونه‌های معرف)

نام علمی گونه	شماره گروه‌ها					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
Srosmarinus	۱	۳	۳۶	۱۶	۱۱	۲۴
E.ceratoides	۲۰	۱۰	۹	۷	۱۲	۲۳
Stipa barbata	۷	۸	۸	۷	۱۵	۳۲
Zygophylum eurypterum	۳	۲۱	۹	۱۳	۴	۳۰
Artemisia aucheri	۵	۵	۵	۵	۵	۵۸
Halocnemum strobilaceum	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۴
Bromus tomentelus	۸	۸	۸	۸	۸	۳۶
Astragalus albispinus	۱۰	۱۱	۱۱	۱۱	۱۲	۱۳

روش *DCA* بـه این دلیـل که تغییرات پوشـش‌گیاهی را به تنهایی و جـدای از عوامـل محیطی مطالعـه می‌کند، از دقت بالاتری نسـبت به *CCA* برخـوردار اسـت (Mesdaghi, ۲۰۰۱). روش *TWINSPAN* براسـاس نظریهٔ کلمنتس بر پایهٔ جامعه چیـره که دارای گونه یا گونه‌های غالب یکسـانی هستند و معمولاً دارای بیشـترین درصد پوشش تاجی‌اند، بنا نهاده شـده اسـت. در این روش سعی می‌شـود تا توده‌های مشابه در واحدهای مجزایی از سـایر توده‌ها قـرار گیرند. در صورتی‌که در روش‌های *DCA* و *CCA* بر طبق نظریه Braun-Blanquet (۱۹۳۲)، طبقه‌بندی بـه روش فلوریسـتیک و از کل فلـور منطقه اسـت. روش‌های *DCA* و *TWINSPAN* بـرای تعیین گروه‌های بوم‌شـناختی و تفکیک آنها ابزار کارآمدی به‌شـمار می‌روند (Evens & Levin, ۲۰۰۴). در واقع می‌توان گفـت گروه‌های حاصل از *TWINSPAN* بازتاب حداکثر ترکیبات موجود در میان رویشگاه‌هاست (Carleton, Stitt, & Nieppola, ۱۹۹۶). در واقـع *TWINSPAN*، تجزیه و تحلیل همزمـان گونه‌ها و پلات‌ها (آنالیز نرمال و معکوس به‌صورت متصل: نمونه یا پلات‌ها براسـاس ترکیب گونه‌ای طبقه‌بندی‌شده یا گونه‌ها براسـاس توزیع آنها در یک سری نمونه یا پلات گروه‌بندی می‌شود) را انجام می‌دهد. همچنین این روش تعیین می‌کند که کدام گونه همبسـتگی بیشتری با منطقه دارد و گونه‌های شاخص را در هر کدام از بخش‌های دندروگرام مشخص می‌کند.

در تحقیقات Päivi (۲۰۰۶) نیز گروه‌های بوم‌شـناختی با بهره‌گیری از این روش‌ها طبقه‌بندی شـده‌اند. البته می‌توان اذعان داشـت که کاربرد مطلـوب روش‌های طبقه‌بندی و رسـته‌بندی بسـته به اهـداف تحقیق، مقیاس مطالعه و نوع اکوسیسـتم متفاوت خواهد بود (Mohtashamnia, Zahedi & Arzani, ۲۰۰۸). بـرای تعییـن گروه‌های بوم‌شـناختی، دقیقترین روشی که امروزه می‌توان اسـتفاده کرد، تجزیه پوشش‌گیاهی و تعیین گروه‌های بوم‌شناختی گیاهی است، چرا که گیاهان بهترین معرف و شـاخص برای طبقه‌بندی رویشگاه هستند (Evens & Levin, ۲۰۰۴). همچنانکه در این تحقیق نشـان داده شـد، روش‌های *TWINSPAN* و *DCA* عمـل رتبه‌بندی عوامـل گیاهـی را انجام می‌دهنـد. رتبه‌بندی شـامل یک سری روش‌ها می‌شود که توسـط آنها پلاتها (واحدهای نمونه بـرداری) بر روی یک یا بیش از یک محور مرتب می‌شـود، به گونه‌ای که حداکثر اطلاعات درباره شـباهت بوم‌شـناختی پلاتها ظاهر شود. با توجه به اینکه نمونه-برداری در موضوعات بوم‌شـناختی اغلب در راسـتای یک گرادیان محیطی اصلی انجام می‌شود، بدین جهت استفاده از روش تفکیک گرادیان همچون *TWINSPAN* فارغ از سـایر مزایای آن توصیه می‌شود. طبقه‌بندی مطلوب می‌تواند مـا را در تعیین حدود و نامگذاری بخش‌های پوشش‌گیاهی و پیوسـتگی بین آنها برای فراهم‌کردن ارتباطات آنها، یاری کند. همچنین می‌توان به‌وسیله طبقه‌بندی، ویژگی‌های اکوسیستم همانند ترکیب گونه‌ای، شـرایط محل و فرآیندهای بوم‌شناختی را پیشگویی کرد (Dengler, Chytry and Ewald,۲۰۰۸). با تفکیک گروه‌های همگن بوم‌شـناختی، می‌توان از این واحدها به‌عنـوان مبنا (واحد نمونه‌گیری) در مطالعات دیگر مرتبط با اندازه‌گیری و مدیریت پوشـش گیاهی اسـتفاده کرد. با اسـتفاده از نتایج این پژوهش محقق می‌تواند روشـی هماهنگ با هـدف و خروجی‌های مورد انتظار برگزیند و به این ترتیب در وقت و هزینه صرفه‌جویـی کند و از مناسـبترین روش برای تفکیـک واحدهای همگن بوم‌شناختی به‌منظور مدیریت اکوسیستم مرتع استفاده کند.



شکل ۵- دارنگاره حاصل از روش خوشه‌ای برای طبقه‌بندی پوشش گیاهی منطقهٔ مورد بررسی

جدول ۴- نتایج آزمون مونت‌کارلو در روش تحلیل گونه‌های معرف

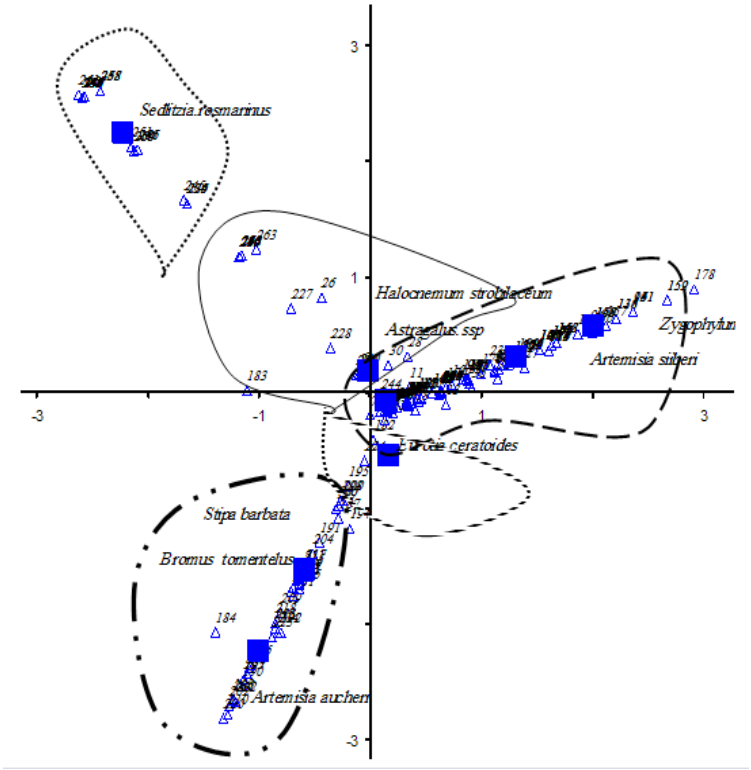
نام علمی گونه	حداکثر ارزش معرف (مشاهده شده)	حداکثر ارزش معرف (داده‌های تصادفی تخمین زده شده)	سطح معنی‌داری
S.rosmarinus	۳۶/۵	۲۳/۰	۰/۰۱۴
E.ceratoides	۱۸/۱	۲۳/۴	۰/۸۴۴
Stipa barbata	۳۱/۵	۲۶/۳	۰/۱۷۳
Zygophylum eurypterum	۳۰/۰	۲۲/۹	۰/۰۸۲
Artemisia aucheri	۵۷/۸	۲۳/۲	۰/۰۰۱
Halocnemum strobilaceum	۲۳/۷	۲۲/۵	۰/۳۲۷
Bromus tomentelus	۳۶/۱	۲۵/۱	۰/۰۵۶
Astragalus albispinus	۱۴/۰	۱۷/۶	۰/۷۶۶

جدول ۵- نتایج تجزیه تطبیقی متعارفی برای قطعات نمونه در تیپ‌های مختلف رویشی

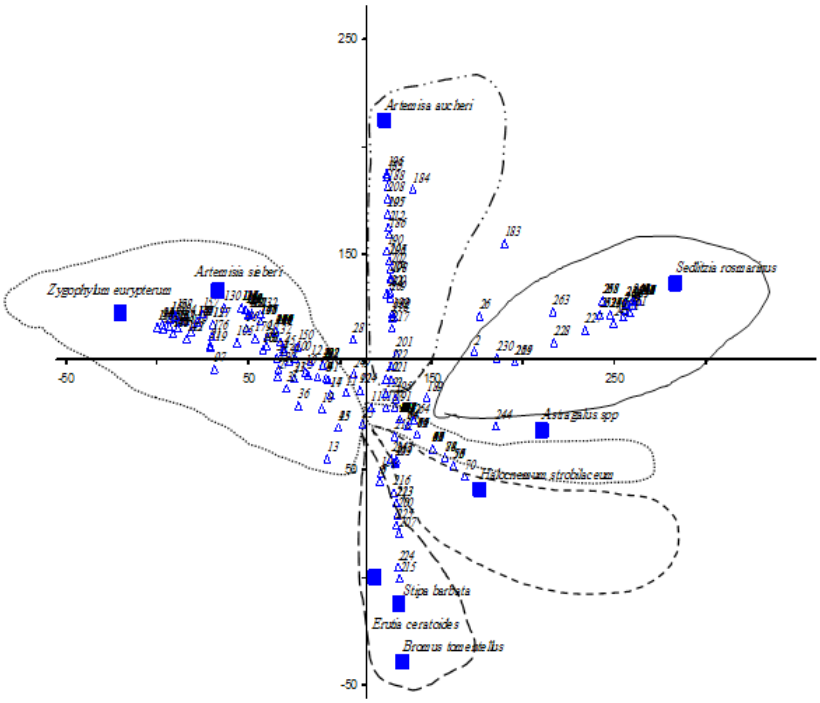
مقادیر ویژه	۰/۶۵	۰/۶	۰/۴۵
واریانس گونه‌ها			
درصد واریانس توجیه شده	۲۵	۲۲	۲۱
درصد واریانس تجمعی	۲۵	۴۷	۶۴
ضریب همبستگی پیرسون	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۹۶
ضریب کندال	۰/۸۲	۰/۸۴	۰/۸۹

جدول ۶- نتایج آزمون مونت کارلو در روش تجزیهٔ تطبیقی متعارفی

محورها	ضریب همبستگی محور با گونه‌ها و قطعات نمونه	میانگین	حداقل	حداکثر	مقدار p
۱	۰/۹۸	۰/۳۱	۰/۲	۰/۴۲	۰/۰۱
۲	۰/۹۷	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۳۶	۰/۰۱
۳	۰/۹۶	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۳۲	۰/۰۱



شکل ۶- نمودار حاصل از تجزیهٔ نطبیقی متعارفی در رابطه با تفکیک گروه‌های بوم‌شناختی از نظر تشابه توزیع قطعات نمونه
(Δ : گونه‌های گیاهی □: پلات‌ها)



شکل ۷- نمودار حاصل از تجزیه تطبیقی قوس دار در رابطه با تفکیک گروه‌های بوم‌شناختی از نظر تشابه توزیع قطعات نمونه
(Δ: گونه‌های گیاهی □: پلات‌ها)

منابع مورد استفاده

1. Austin, M. P. (1977). Use of ordination and other multivariate descriptive methods to study succession. Vegetatio, No.35, pp: 175–165.

2. Archambault, L., Witter, B.V and Witter, J.A., (1989). Ecological species groups of oak ecosystems of southeastern Michigan. Journal of Forest Science, Vol.35, No.4, pp: 1074-1085.

3. Barnes, B.V., (1998). Forest ecology, John Wiley and Sons, Inc., 773 p.

4. Braun-Blanquet, J., (1932). Plant sociology, the study of plant communities (Translated by Fuller, G.D. and Conard , H.S., 1983). Mc Graw Hill Book Company, Inc., NewYork, 439pp.

5. Brunet, J., Falkngren-Grerup ,U and Tyler, G., (1996). Herb layer vegetation of south Swedish beech and oak forests-effects of management and soil acidity during one decade. Forest Ecology and Management. No.88, pp: 272-259.

6. Carleton, T. J., Stitt, R. H. and Nieppola, J. (1996). Constrained indicator species analysis (COINSPAN): an extension of TWINSPAN. Journal of Vegetation Science, No.7, pp: 130–125.

7. Roleček, J., Tich, L., Zleney, D. and Chytr, M. (2009). Modified TWINSPAN classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. Journal of Vegetation Science, No.20, pp: 602–596.

8. Culman. S.W and Gauch H.G. (2008). Analysis of T-RFLP data using analysis of variance and ordination methods: A comparative study C.B. Blackwood, J.E. Thies Journal of Microbiological Methods, Vol 75, No, 1.pp: 63-55.

9. 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, No.72, pp: 596–589.

10. Dufrene, M. and Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs, No.67, pp: 366-345.

11. Dengler, J., Chytry, M and Ewald, J (2008). Phytosociology, In Sven Erik Jørgensen and Brian D. Fath (Editor-in-Chief), General Ecology. Encyclopedia of Ecology Vol.4, No.5, pp:2779-2767

12. Eshaghi Rad, Jafar, Zahedi Amiri ,Gh and Mataji, A, (2009). Determination of optimum number of ecological groups in vegetation classification (Case study: Kheiroudkenar Forests). Iranian Journal of Forest and Poplar Research Vol.16 No.3, pp:466-455

13. Evens, J.M., & Levin, S.A. (2004). Vegetation classification and mapping of Peoria Wildlife Area,South of New Melones Lake, Tuolumne County, California. California Native Plant Society,175p

14. Garcia-Mora, M. R., Gallego-Fernandez, J. B. and Garcia-Novo, F., (1999). Plant functional types in coastal foredunes in relation to environmental stress and disturbance. Journal of Vegetation Science, No. 10, pp: 34–27.

15. Ghare Sheikhloo A.H., Wahabi ,M and KARIMZADEH, H., (2008). Classification of rangeland vegetation and plant communities on the slopes of Corks. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Soil and Water Sciences, No.3, pp:86-75

16. Guoqing, L., Wang X., Guo H. and Zhu Z. (2008). Effects of ecological factors on plant communities of Ziwuling Mountain, Shaanxi Province, China. Acta Ecologica Sinica, Vol.28, No. 6, pp:2471-2463

17. Hoy, C.H., Parwinder, S., Grewal, J., Lawrence, L., Ganpati, J. and Nuris ,A. (2008). Canonical correspondence analysis demonstrates unique soil conditions for entomopathogenic nematode species compared with other free-living nematode species. Biological Control, No.46 , pp:379-371

18. Keddy, P. A. (1992). Assembly and response rules: two goalsfor predictive community. Journal of Vegetation Science, No.3, pp: 164–157.

19. Jafari, M, Zare Chahouki, M.A., Tavili, A., Azarnivand, H., Zahedi Amiri, Gh., (2004). Effective environmental factors in the distribution of vegetation types in Poshtkouh rangelands of Yazd Province (Iran). Journal of Arid Environments, No.56, pp: 641–627.

20. Jafarian e Jolodar, Z., Arzani, H., Jafari, M., Zahedi Amiri ,G., and Azarnivand, H., (2008). Relationship between distribution of plant communities and climatic and physiographic factors using classification and ordination methods in Rineh Rangelands. Rangeland Journal, Vol.1, No.2, pp: 140 -125. (In Persian)

21. Mesdaghi, M. 2001.Vegetation description and analysis. Mashhad jehad. Daneshgahi Press. First

Edition. 287p. (Translated in Persian).
22. Mirdavoodi HR, Zahedi Pour, H, (2005). Determination of suitable species diversity model for Meghan playa plant association and effect of some ecological factors on diversity change. Pajuhesh and Sazandegi,No.68, pp: 65-56.
23. Moghaddam, M. R, (2005). Quantitative Plant Ecology. University of Tehran, 701 p (In Persian).
24. Mohtashamnia S., Zahedi ,G and Arzani, H., (2008). Vegetation Ordination of Steppic Rangelands in Relation to the Edaphical and Physiographical factors (Case Study: Abadeh Rangelands,Fars).Rangeland Journal, Vol.1, No. 2, pp:158-142. (In Persian
25. Naqinezhad, A., Hamzeh, B and Attar, F., (2008). Vegetation–environment relationships in the alderwood communities of Caspian lowlands, N. Iran (toward an ecological classification). Flora, No.203 , pp:577–567
26. Orloci, L., (1978). Multivariate Analysis in Vegatation Reasearch.2nded. Junk, The Hague,The Netherlands ,468pp
27. Päivi, H., (2006). Vegetation patterns of boreal herb-rich forests in the Koli region, eastern Finland: classification, environmental factors and conservation aspects. Ph.D. Thesis, Faculty of Forestry of the University of Joensuu, Finland, 470pp.
28. Peet, R.K. and Roberts, D.W., (2013).Classification of Natural and Semi-natural Vegetation. Vegetation Ecology, Second Edition. Eddy van der Maarel and Janet Franklin.© 2013 John Wiley & Sons, Ltd. Published 2013 by John Wiley & Sons, Ltd.
29. Tavili, A. and Jafari, M., (2009). Interrelations between Plants and Environmental Variables Int. Journal of Environmental Resource. Vol.3, No.2, pp: 246-239.
30. Ter Braak, C. J. F and Smilauer, P. (1998). CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for canonical community ordination (Version 4). Ithaca, NY, US: Microcomputer Power
31. Tropek, R and Konvi□cka, M., (2008). Can quarries supplement rare xeric habitats in a piedmont region? Spiders of the Blansky Les MTS. Czech Republic. Land Degrad. Dev. Vol.17, pp: 114–101.
32. Van-der-Marrel, E., (1979). Transformation of cover-abundance values in phytosociology, its effects on community similarity. Vegetatio No.39, pp: 114-97.
33. Vermeersch, S., Genst, W., Vermoesen,F., Triest,L., (2003). The influence of transformations of an ordinal scale of a floristic gradient, applied on a TWINSPAN classification. Flora, No.198, pp: 403–389.
34. Zahedi, G., (1998). Relation between ground vegetation and soil characteristics in a mixed hardwood stand. Ph.D. Thesis, University of Ghent Belgium, Academic Press, London, 319pp.
35. Zare Chahouki,M.A., (2010). Data analysis in the study of natural resources research using SPSS software. Tehran University,310pp.
Zare Chahouki, M. A, 2006. Vegetation distribution modeling in arid and semi arid rangelands. Phd thesis of range manegment,Natural Resources College. Tehran University. (In Persian)
36. Zhang, B., Valentine I., Kemp P. and Lambert G., (2006). Predictive modeling of hill-pasture productivity: integration of a decision tree and a geographical information system. Agricultural Systems, No.87, pp: 17-1.