

تفکیک فلوریستیک گروه‌های اکولوژیک بزرگ مقیاس در جنگل‌های زاگرس مرکزی

فروغ بهمنی^۱، علی سلطانی^{۲*} و داود مافی غلامی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۵)

چکیده

آیا تفاوت‌های اقلیمی و تغییرات خشکسالی در ترکیب گیاهی جنگل‌های زاگرس مرکزی، که در فواصل جغرافیایی طولانی از هم قرار دارند، مؤثرند، و نقش متغیرهای توپوگرافی ارتفاع از سطح دریا و جهت دامنه در این اختلاف احتمالی چیست؟ برای پاسخ به این پرسش در این تحقیق فهرست گیاگان (فلور) ۱۵ جنگل زاگرس مرکزی، در قالب پنج شکل زیستی گیاهی در بین دره‌های دو رودخانه گردپیشه و بازفت در طول ۱۷۰ کیلومتر توسط ۲۲۶ قطعه نمونه نیم هکتاری به دست آمد. از روش‌های خوشه‌بندی دو طرفه و آزمون پاسخ چندگانه جایگشت استفاده شد و اختلاف معنی‌دار در ترکیب گیاگان در سطح چشم‌انداز تأیید و اجتماعات گیاهی در قالب سه گروه اکولوژیک شرقی، مرکزی و غربی منفک شدند. از تجزیه تطبیقی متعارف برای تعیین همبستگی تغییرات ترکیب گیاهی با شاخص‌های اقلیمی و توپوگرافی و همچنین فرم رویشی گیاهان استفاده شد. نتایج نشان دادند که، جنگل‌های گروه اکولوژیک غربی کاملاً با شاخص خشکی دومارتن همبستگی مثبت دارند، درحالی که این شدت خشکسالی است که گروه‌های اکولوژیک شرقی و غربی را متفاوت می‌کند. همچنین عامل ارتفاع از سطح دریا در تمایز گروه‌های اکولوژیک شرقی و مرکزی از یکدیگر اثر معنی‌داری داشته است. عمده تفاوت سه گروه اکولوژیک از نقطه نظر شکل زیستی گیاهان به همبستگی معنی‌دار تروفیت‌ها، کریپتوفیت‌ها و همی کریپتوفیت‌ها با خشک‌ترین گروه اکولوژیک (شرقی) برمی‌گردد. با وجود جنگلی بودن تمام قطعات نمونه، فانروفیت‌ها در تمایز گروه‌های اکولوژیک بی تأثیر بودند.

واژه‌های کلیدی: آزمون پاسخ چندگانه جایگشت، تجزیه و تحلیل خوشه‌ای دو طرفه، تجزیه تطبیقی متعارف، شاخص‌های اقلیمی، شدت خشکسالی، فرم رویشی گیاهان

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۲. دانشیار، گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ali.soltani@sku.ac.ir

مقدمه

سیستم‌های متعدد گروه‌بندی اکولوژیک برای اکوسیستم‌های خشکی پیشنهاد شده‌اند، که هدف اصلی همه آنها پیوند دادن اجزای زنده و غیرزنده یک اکوسیستم در گروه‌هایی مشترک است (۲۰). اکوسیستم‌های جنگلی هم از این دسته مستثنی نبوده‌اند (۲)، ۱۲ و (۴۱). سه عامل جامعه گیاهی، اقلیم و توپوگرافی نیز به عنوان عناصر اصلی یکپارچه کننده اجزای زنده و غیرزنده جنگل‌ها شناخته می‌شوند (۸، ۲۹ و ۳۷). برآیند اثر متقابل این سه مؤلفه، نقشه راه مطالعات کاربردی دیگری همچون پویایی، تکامل و توالی ثانویه جنگل‌ها، ظرفیت برد و آشیان‌های اکولوژیک است و حتی در یافتن خطاهای مطالعات تیپ‌بندی هم کمک کننده بوده است (۱، ۵، ۶، ۲۰ و ۳۳). با این حال استفاده خاص و نسبتاً جدید مطالعات گروه‌بندی اکولوژیک، کاربرد آنها در طراحی الگوهای فضایی توسعه و اکولوژی منظر در جنگل‌ها و فضاها سبز است. در این مطالعات، ارزیابی آثار بصری منظر و رویکردهای عملی در زمینه دسته‌بندی مناظر طبیعی چه در اکوسیستم‌های طبیعی و چه انسان‌ساخت وابسته به شناسایی گروه‌های اکولوژیک است (۱۳ و ۴۶).

در جنگل‌های زاگرس مطالعات متعددی در زمینه گروه‌بندی اکولوژیک انجام شده است (۳، ۷، ۱۵، ۲۲، ۳۴ و ۳۵). تنوع عناوین این تحقیقات از بررسی‌های واحدهای فلوریستیک، تا مطالعات پوشش و جغرافیای گیاهی، ارزیابی توان اکولوژیک و تنوع زیستی سیمای سرزمین متفاوت بوده است. ابزارهای بکار رفته برای جمع‌آوری اطلاعات نیز از نمونه‌برداری‌های میدانی تا استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و طیف‌های نوری تغییر کرده‌اند. با این وجود اغلب این تحقیق‌ها در سطوح نسبتاً کوچک انجام شده‌اند و نقش اقلیم در آنها نادیده گرفته شده است. هرچند مقیاس کوچک‌تر و وضوح بالای نتایج، سبب شده تا خروجی‌های این تحقیقات برای پروژه‌های محلی خصوصاً زون‌بندی‌های محیط‌زیستی کاربردی‌تر باشند، ولی نمی‌تواند توضیح دهنده سیمای سرزمین برای مطالعاتی از قبیل توالی اکوسیستم‌های جنگلی باشند.

برخی مفاهیم بنیادی دانش اکولوژی را می‌توان در بررسی

گروه‌های اکولوژیک در عرصه‌های وسیع از جنگل‌های زاگرس در نظر گرفت. از جمله آنها، دانش‌های قدیمی و بنیادی همچون همخوانی اجتماعات گیاهی و ترکیب گونه‌ای فلور با نوع اقلیم است. گیاهانی که نیاز رطوبتی بیشتری دارند، آشیان اکولوژیک خاص خود را در مناطق پر باران قرار می‌دهند و گونه‌های مقاوم به سرما را بیشتر در رویشگاه‌های خنک‌تر می‌توان یافت. میانگین دمای بهینه و بارندگی بالا نیز معمولاً غنا و تنوع گونه‌های گیاهی بیشتری را به همراه دارند. با این حال مفاهیم دیگری نیز هستند که پیش‌فرض‌های شروع مطالعات گروه‌بندی اکولوژیک در عرصه‌های وسیع را پیچیده می‌کنند. مثلاً قبل از آن که گیاهان به مناطقی با شرایط آب و هوایی مساعدتر مهاجرت کنند، ممکن است با تغییر متابولیسم، گلدهی، رشد و تولیدمثل خود با تنش‌های محیطی سازگار شوند. همچنین تعداد گونه‌های گیاهی در اکوسیستم‌هایی که در آنها تغییرات اقلیمی سریع‌تر اتفاق افتاده، ممکن است حتی افزایش یابد (۴۰).

در این تحقیق عرصه وسیعی از یک برش عرضی جنگل‌های زاگرس مرکزی مورد اندازه‌گیری فلوریستیکی قرار گرفته است. هدف اصلی این تحقیق آن بود که آیا می‌توان بر اساس حضور و عدم حضور گیاهان، یک الگوی جغرافیایی از گروه‌های اکولوژیک جنگل‌های زاگرس مرکزی یافت و در مرحله بعدی در صورت وجود این دسته‌بندی جغرافیایی، تا چه حد شیب تغییرات عوامل توپوگرافی و شاخص‌های خشکی با این دسته‌بندی‌ها همخوانی دارند. مطالعه عوامل اخیر، دید بهتری در تفسیر نتایج در اختیار ما قرار می‌دهد. همبستگی‌های فوق ممکن است متضمن این تصور باشند که قبل از اینکه جدایی جغرافیایی باعث ایجاد تفاوت در گروه‌های اکولوژیکی بالقوه شود، سازگاری گونه‌ها با تفاوت‌های توپوگرافی و اقلیمی است که باعث ایجاد این دسته‌بندی‌ها شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در مجموع ۱۵ جنگل (پلاک) در بلوک جنوبی حوزه رویشی

در هر جنگل، توده‌های جنگلی حداقل نیم هکتاری (در مجموع ۲۲۶ توده) با کمترین دست‌خورگی و بالاترین پوشش گیاهی کف، انتخاب شدند تا با پیمایش آنها بتوان حضور حداکثر تعداد گیاهان را رصد کرد. انتخاب این توده‌ها این اجازه را داد تا تنها گیاهانی که در شرایط کاملاً جنگلی روئیده‌اند، رصد شوند. تفاوت در تعداد توده‌ها به تفاوت وسعت جنگل، قرارگیری همه توده‌ها در یک جبهه و پیوستگی آنها مربوط می‌شد (جدول ۱). تمام سطح توده‌ها پیمایش شده و حضور و یا عدم حضور گیاهان آوندی به تفکیک در پنج شکل زیستی فانروفیت (گیاه چوبی بلندتر از ۲۵ سانتی‌متر شامل پیچ‌ها) (۲۱)، کامفیت، همی‌کریپتوفیت، کریپتوفیت و تروفیت ثبت شد. شناسایی گیاهان در محل توسط گیاهشناس و همچنین توسط عکس‌برداری و ارجاع به تصاویر کتاب مرجع (۲۸) انجام شد.

مقادیر بارندگی و متوسط دمای سالانه جنگل‌ها با استفاده از اطلاعات دوره‌های آماری ۲۰ ساله (۱۳۸۰-۱۳۹۹) ایستگاه‌های هواشناسی (سینوپتیک و باران‌سنجی) در محدوده منطقه مورد مطالعه و استفاده از روش پهنه‌بندی و درون‌یابی محاسبه شدند. درون‌یابی بارندگی ماهیانه، با استفاده از روش میان‌یابی وزن‌دهی عکس فاصله (Inverse Distance Weighted) و درون‌یابی دما، با ایجاد روابط رگرسیونی بین دما و ارتفاع و بسط آنها بر نقشه DEM منطقه در محیط Arc-GIS انجام شد.

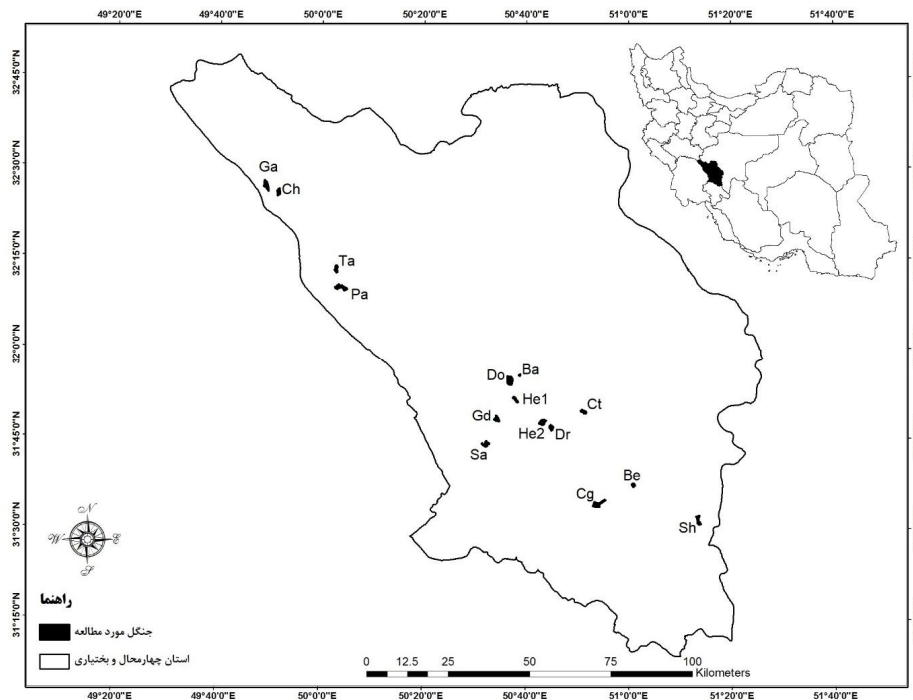
محاسبات و تجزیه و تحلیل

شاخص خشکی دومارتن (IA) از رابطه $\frac{P}{T+10}$ محاسبه شد، که در آن P متوسط بارندگی سالانه به میلی‌متر و T متوسط دمای سالانه به درجه سانتیگراد است (۹). از رابطه $(\sum_{j=1}^x SPI_j) -$ نیز برای محاسبه شاخص شدت خشکسالی (Drought Magnitude) استفاده شد، که در آن SPI شاخص استاندارد شده بارش (Standardized Precipitation Index) سال Zام بر اساس بارش ماه سپتامبر است (۲۶). این بخش از تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Arc-GIS و DIP انجام شدند.

زاگرس مرکزی برای انجام این تحقیق انتخاب و نمونه‌برداری شدند. سطح دست‌خوردگی (چرا، برداشت چوب و کشت زیر آشکوب) در اغلب این جنگل‌ها بالا است، لذا در این تحقیق هر جنگل به مجموع توده‌هایی اطلاق می‌شود که پوشش درختان به هم پیوسته‌ای داشته باشند، بدون اینکه روزنه بزرگتر از یک‌دهم هکتار در میان آنها بتوان یافت (۱۱). با این تعریف تنها بخش‌هایی از هر جنگل مورد مطالعه قرار گرفت. این جنگل‌ها در حد فاصل $31^{\circ} 52' \square$ تا $32^{\circ} 44' \square$ عرض شمالی و 49° تا $51^{\circ} 22' \square$ طول شرقی و در ارتفاع از سطح دریا ۱۴۷۶ تا ۲۲۳۱ متر قرار گرفته‌اند و یک پروفیل عرضی کامل از جنگل‌های زاگرس مرکزی در استان چهارمحال و بختیاری را پوشش می‌دهند (شکل ۱). چندضلعی که بر این پانزده جنگل محیط است وسعتی بالغ بر ۳۷۰۰ کیلومتر مربع از شرقی‌ترین توده‌های جنگلی زاگرس مرکزی (دره گردبیشه) تا یکی از غربی‌ترین آنها (دره بازفت و جاده اندیکا) را می‌پوشاند. این جنگل‌ها توسط یک تا چندین دره به فواصل حداقل ۵ و حداکثر ۴۴ کیلومتر از یکدیگر جدا شده و همه آنها در امتداد یک رودخانه دائمی قرار گرفته‌اند. بر اساس طبقه‌بندی کوپن، تمام منطقه دارای اقلیم مدیترانه‌ای از نوع زمستان‌های سرد با تابستان‌های مرطوب است ولی در روش دومارتن و روش چند متغیره، منطقه از شرق به غرب به ترتیب دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد، نیمه مرطوب سرد و مرطوب معتدل می‌باشد (۳۹). میانگین دما و بارندگی سالانه جنگل‌های مزبور به همراه نام محلی، مختصات جغرافیایی و برخی از خصوصیات توپوگرافی آنها به تفکیک در جدول ۱ آمده است. مقادیر درجه جهت دامنه بر اساس رابطه $\frac{1 - \cos(\theta - 45)}{2}$ به شاخص بار گرمایی (Heat Load Index) تبدیل شدند، که در آن θ آزیموت جهت بر حسب درجه است (۲۴). در این تحقیق از نامگذاری دو حرفی نوشته شده در جدول ۱ برای ارجاع به این جنگل‌ها استفاده می‌شود.

جمع‌آوری داده‌ها

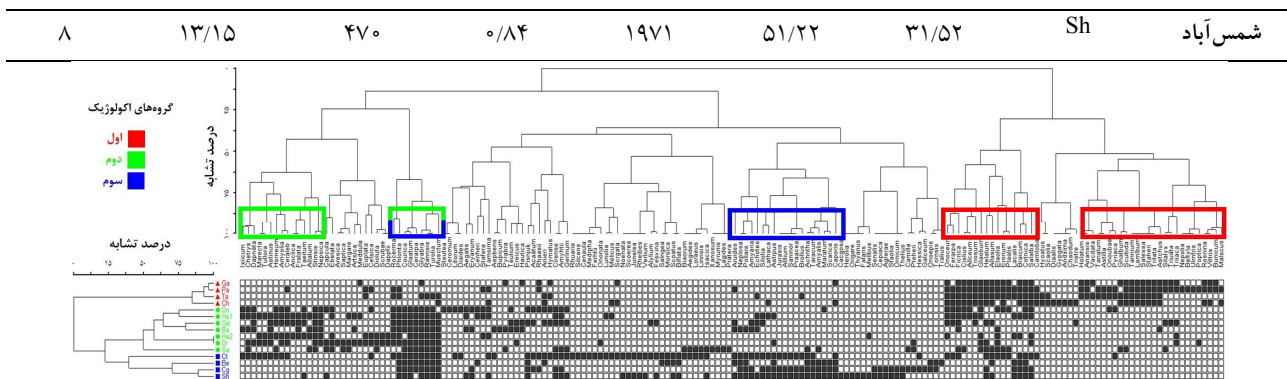
برای شناسایی و طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک، لیست فلور هر



شکل ۱. موقعیت ۱۵ جنگل مورد بررسی نسبت به استان چهارمحال و بختیاری و کشور ایران. نام معادل برای علامت اختصاری جنگل‌ها در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. تعداد توده، مختصات جغرافیایی و برخی مشخصه‌های اقلیمی و توپوگرافی جنگل‌های تحت بررسی

نام محلی	علامت اختصاری	عرض جغرافیایی (درجه)	طول جغرافیایی (درجه)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	جهت دامنه (بار گرمایی)	بارندگی سالانه متوسط دمای سالانه (میلی‌متر)	تعداد توده (درجه سانتی‌گراد)
گراب	Ga	۳۲/۴۴	۴۹/۸۱	۱۸۲۳	۰/۷۹	۹۵۳	۲۱
چید	Ch	۳۲/۴۲	۴۹/۸۶	۱۷۸۳	۰/۸۸	۹۹۰	۱۱
طارم	Ta	۳۲/۲۱	۵۰/۰۴	۱۶۹۵	۰/۳۸	۸۴۹	۲۹
پهنوس	Pa	۳۲/۱۶	۵۰/۰۶	۱۵۳۴	۰/۳۷	۷۶۵	۹
دوپلان	Do	۳۱/۹۱	۵۰/۶۱	۱۶۸۶	۰/۸۲	۵۵۱	۱۹
هلن ۱	He1	۳۱/۸۵	۵۰/۶۳	۱۴۷۶	۰/۵۵	۵۵۷	۲۳
هلن ۲	He2	۳۱/۸۴	۵۰/۶۵	۱۵۰۳	۰/۴۷	۵۶۱	۲۳
دورک	Dr	۳۱/۷۹	۵۰/۷۲	۱۵۷۲	۰/۶۹	۵۵۶	۴۳
گندمکار	Gd	۳۱/۸۰	۵۰/۵۷	۲۰۲۹	۰/۸۵	۵۸۹	۷
سرخون	Sa	۳۱/۸۳	۵۰/۵۴	۱۶۸۹	۰/۰۳	۶۰۳	۶
باجگیران	Ba	۳۱/۹۲	۵۰/۶۴	۱۹۳۴	۰/۶۲	۵۵۱	۴
چهارطاق	Ct	۳۱/۸۲	۵۰/۸۵	۲۲۳۱	۰/۸۶	۵۱۹	۱۰
برجویی	Be	۳۱/۶۲	۵۱/۰۱	۲۱۱۵	۰/۸۷	۵۰۳	۴
چاهگاه	Cg	۳۱/۵۶	۵۰/۸۹	۱۷۵۴	۰/۰۳	۵۳۱	۹



شکل ۲. نمودار دندانه‌ای حاصل از خوشه‌بندی دو طرفه جنگل-حضور گیاهی. سه گروه جنگل اول تا سوم به ترتیب با رنگ‌های قرمز، سبز و آبی مشخص شده‌اند. مجموعه دندانه‌های گونه‌های گیاهی که بیشترین همبستگی را با گروه‌های اکولوژیک دارند، با آنها هم‌رنگ شده‌اند. نام گونه متعلق به هر علامت اختصاری در پیوست ۱ آمده است.

در ۹ جنس و گل‌سرخ (Rosaceae) با ۱۲ گونه در ۷ جنس به ترتیب بیشترین سهم را از این فلور داشتند. طیف غالب اشکال زیستی منطقه، همی‌کریپتوفیت و تروفیت به ترتیب با ۳۸/۹۱ و ۲۳/۷۸ درصد بودند. فانروفیت‌ها با ۱۸/۹۱، کریپتوفیت‌ها با ۹/۲۲ و کامفیت‌ها با ۹/۱۸ درصد در مراحل بعدی قرار گرفتند. نمودار دندانه‌ای حاصل از آنالیز خوشه‌ای دو طرفه، جنگل‌ها را بر اساس حضور و غیاب گونه‌های گیاهی به سه گروه اصلی و قابل تفسیر (بیش از ۳۹ درصد شباهت در خوشه جنگل‌ها) تقسیم کرد (شکل ۲). این سه دسته جنگل به ترتیب محل جغرافیایی شان و از غرب به شرق قرار گرفتند. گروه اول، مشتمل بر چهار جنگل Ga, Ch, Ta, Pa است که در غرب منطقه مورد مطالعه (حوزه رودخانه بازفت) واقع شده‌اند. این گروه معرف مناطقی با ۸۸۹ میلی‌متر بارندگی و ۱۴ درجه سانتیگراد میانگین دمای سالانه است، که ۸۳ گونه گیاهی را در خود جای داده است و در فاصله ارتفاعی ۱۵۳۴ تا ۱۸۲۳ متر از سطح دریا قرار گرفته‌اند. گروه دوم با ۱۲۲ گونه گیاهی، جنگل‌های Do, He1, He2, Gd, Dr, Ba و Sa (حوزه رودخانه کارون‌علیا) را در خود جای داده است که همگی در نواحی مرکزی منطقه مورد مطالعه و در بازه ارتفاعی ۱۴۷۶ تا ۲۰۲۹ متر از سطح دریا قرار گرفته‌اند. میزان بارندگی و میانگین دمای سالانه نیز در این مناطق به ترتیب ۵۶۷ میلی‌متر و

جنگل، توسط آنالیز خوشه‌ای (خوشه‌بندی) دو طرفه (Two-Way Cluster Analysis) با معیار فاصله اقلیدسی و ادغام گروه‌ها به روش Ward مورد تجزیه تحلیل قرار گرفتند. از آزمون غیرپارامتریک پاسخ چندگانه جایگشت (Multi-Response Permutation Procedures) برای بررسی اختلاف میان گروه‌ها و بررسی صحت طبقه‌بندی استفاده شد. با استفاده از داده‌های استاندارد شده (به روش نمره‌دهی Z) و برای یافتن ارتباط میان داده‌های حضور و غیاب گونه‌های گیاهی (ماتریس اول) و متغیرهای اقلیمی-توپوگرافی و همچنین شکل‌های زیستی گیاهان (ماتریس‌های دوم) از روش رجن‌بندی تجزیه تطبیقی متعارف (Canonical correspondence analysis) یا به اختصار CCA استفاده شد (۲۵ و ۳۲). تمامی تجزیه و تحلیل‌ها در این بخش با استفاده از نرم افزار PC-ORD 6.22 انجام شد.

نتایج

فهرست ۱۸۵ گونه گیاه آوندی که در ۱۵ جنگل مورد مطالعه احصاء شدند، به ۴۷ تیره و ۱۵۲ جنس تعلق داشتند (پیوست ۱). تیره‌های کاسنی (Asteraceae) با ۲۳ گونه در ۲۱ جنس، باقلا (Fabaceae) با ۱۹ گونه در ۱۱ جنس، چتریان (Umbelliferae) با ۱۸ گونه در ۱۷ جنس، نعنا (Lamiaceae) با ۱۶ گونه در ۱۰ جنس، میخک (Caryophyllaceae) با ۱۲ گونه

جدول ۲. مقایسه گروه‌های اکولوژیک با استفاده از آزمون غیر پارامتریک پاسخ چندگانه جایگشت

P	A	T	مقایسه گروه‌ها
۰/۰۰۰۵	۰/۱۲۸۲	-۶/۱۲۴۰	اول در مقابل دوم
۰/۰۰۵۹	۰/۱۷۸۹	-۴/۲۳۵۶	اول در مقابل سوم
۰/۰۰۰۸	۰/۰۸۱۱	-۵/۰۴۹۸	دوم در مقابل سوم
۰/۰۰۰۰	۰/۱۵۲۳	-۸/۲۰۲۳	نتیجه کلی آزمون

آماره‌های T و A به ترتیب ضرایب تصحیح بین و درون گروهی و P احتمال معنی‌دار بودن شباهت است. گروه‌های اول تا سوم به دست آمده از نتایج تجزیه و تحلیل خوشه‌ای دوطرفه هستند.

جدول ۳. مقادیر همبستگی بین متغیرهای محیطی و محورهای اول و دوم رج‌بندی تجزیه تطبیقی متعارف

	محور اول	محور دوم
(Alt) ارتفاع از سطح دریا	۰/۳۹۴	-۰/۷۱۹
(Asp) جهت شیب	۰/۰۴۲	-۰/۰۸۰
(IA) شاخص خشکی دومارتن	-۰/۹۰۶	-۰/۳۲۵
(DM) شدت خشکسالی	۰/۷۷۶	۰/۳۷۹

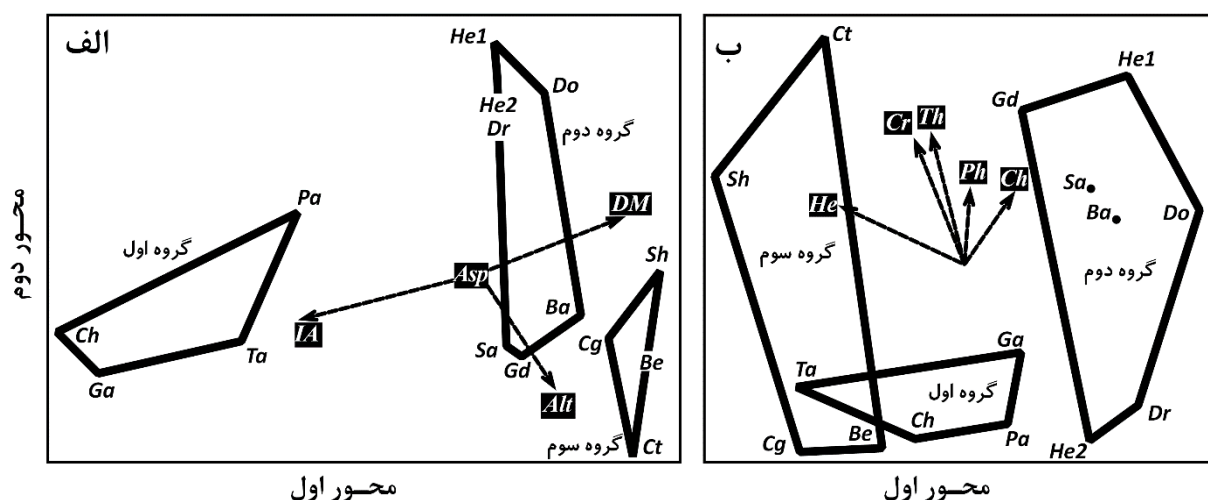
متعاقباً پراکنش گونه‌های گیاهی است. از محورهای اول و دوم CCA به ترتیب با ارزش‌های ویژه ۰/۴۹ و ۰/۲۴ برای تحلیل نتایج استفاده شد. طبق نمودار دو بعدی و جدول ۳، محور اول با شاخص شدت خشکسالی همبستگی مثبت و با خشکی دومارتن همبستگی منفی معنی‌داری دارد. محور دوم نیز با ارتفاع از سطح دریا همبستگی منفی دارد. لذا به نظر می‌رسد شیب تغییرات در طول محور اول بر اساس مقدار بارندگی سالانه و در وهله بعد متوسط دمای سالانه و در طول محور دوم بر اساس تغییرات ارتفاع از سطح دریا باشند. همگرایی اولین گروه اکولوژیک با مقادیر منفی شاخص خشکی دومارتن در شکل ۳- الف به خوبی مشخص است. دو گروه اکولوژیک دیگر همبستگی بالایی با شاخص شدت خشکسالی دارند. ضمن اینکه عامل دوم مؤثر بر تمایز گروه سوم اکولوژیک ارتفاع از سطح دریا بوده که نشان دهنده سهم بیشتر این متغیر در الگوی پراکنش فلور این گروه است (شکل ۳- الف).

نتیجه رج‌بندی CCA با استفاده از شکل زیستی گیاهان در ماتریس دوم، نشان داد که محورهای اول و دوم به ترتیب دارای

۱۴ درجه سانتیگراد است. گروه سوم نیز جنگل‌های Cg، Ct، Be و Sh (حوزه رودخانه‌های کره‌بس و سبزکوه) را در شرق منطقه مورد مطالعه در خود جای داده است و معرف مناطقی با ۵۰۶ میلی‌متر بارندگی و ۱۲ درجه سانتی‌گراد میانگین دمای سالانه هستند، که در ارتفاعات ۱۷۵۴ تا ۲۲۳۱ متر بالاتر از سطح دریا قرار گرفته‌اند و ۱۲۲ گونه را شامل می‌شوند.

آزمون MRPP نیز تفکیک جنگل‌ها در قالب سه گروه از جوامع گیاهی را مورد تأیید قرار داد. نتایج این آزمون به صورت یک نمره کلی و همچنین جفت‌های جداگانه از ترکیب سه گروه، فرض یکسان بودن گروه‌ها را رد کرده و نشان می‌دهد که بین ترکیب پوشش گیاهی سه گروه مذکور اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). از این به بعد در این تحقیق به این گروه‌ها به عنوان گروه‌های اکولوژیک ارجاع داده می‌شود.

نتایج حاصل از تجزیه تطبیقی متعارف نیز حاکی از جدایی کامل سه گروه اکولوژیک تفکیک شده در خوشه‌بندی دوطرفه و همچنین اثرگذاری متغیرهای اقلیمی و توپوگرافی بر آنها و



شکل ۳. نمودار پراکنندگی جنگل‌های مورد بررسی در طول محورهای اول و دوم، به دست آمده از رج‌بندی CCA برای حضور و عدم حضور گیاهان با استفاده از الف) متغیرهای اقلیمی و توپوگرافی و ب) اشکال زیستی گیاهان. نقاط امتیازی جنگل‌ها بر اساس نتایج به دست آمده از خوشه‌بندی، در سه گروه اکولوژیک جمع شده‌اند. حروف لاتین سیاه علامت اختصاری جنگل‌ها و حروف لاتین سفید علامت اختصاری متغیرها در طول پیکان‌های اثرگذاری‌شان است. نامگذاری معادل نشانه‌ها در جداول ۱، ۳ و ۴ آمده است.

جدول ۴. مقادیر همبستگی بین اشکال زیستی و محورهای رج‌بندی CCA

	محور اول	محور دوم
(Pa) فانروفیت	۰/۰۲۷	۰/۴۷۰
(Ch) کامفیت	۰/۲۸۹	۰/۴۱۲
(He) همی کریپتوفیت	-۰/۷۶۷	۰/۳۵۲
(Cr) کریپتوفیت	-۰/۳۲۴	۰/۷۵۸
(Th) تروفیت	-۰/۲۱۳	۰/۷۵۴

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش ابتدا به اولین سوال محققان پاسخ داد و آن امکان گروه‌بندی جغرافیایی جنگل‌های مورد بررسی است. با استفاده از لیست گیاهان احصاء شده، سه گروه اکولوژیک کاملاً جدا، در یکی از کم‌عرض‌ترین جنگل‌های زاگرس مرکزی یافت شدند. از یک سو ساختار این جنگل‌ها در نگاه اول یکسان به نظر می‌رسند. از طرف دیگر، شیب تغییرات رستنی‌ها در طول گرادیانتهای دما، رطوبت و ارتفاع از سطح دریا در تمام اکوسیستم‌ها قابل پیش‌بینی است. با این وجود، جدایی کامل و بدون روی هم افتادگی گروه‌های اکولوژیک انتخاب شده در

ارزش‌های ویژه ۰/۳۴ و ۰/۲۴ هستند (جدول ۴). طبق نمودار دو بعدی، محور اول با همی کریپتوفیت‌ها همبستگی منفی معنی‌داری دارد. محور دوم نیز با کریپتوفیت‌ها و تروفیت‌ها همبستگی مثبت دارد (شکل ۳-ب). همان‌طور که در شکل ۳-ب هم ملاحظه می‌شود، شیب تغییرات در طول محور اول بر اساس تعداد همی کریپتوفیت‌ها و در طول محور دوم بر اساس تعداد کریپتوفیت‌ها و تروفیت‌ها است و همگرایی بالای گروه سوم اکولوژیک نیز با مقادیر منفی همی کریپتوفیت‌ها و مقادیر مثبت کریپتوفیت‌ها و تروفیت‌ها به خوبی مشخص است.

جهت دامنه نیز یکی دیگر از عوامل اکولوژیکی مؤثر و محدود کننده رویش رستنی‌ها است، که در این تحقیق ارتباط معنی‌داری را با تمایز گروه‌های اکولوژیک و پراکنش پوشش گیاهی نشان نداد. یافته‌های ما با نتایج مطالعات Castillón و همکاران (۸) در شمال شرق مکزیک و همچنین Ohmann و Spies (۲۹) در جنگل‌های اورگان آمریکا به خوبی همخوانی دارند. این محققان در پژوهش‌های خود ضمن بررسی جوامع گیاهی در مقیاس‌های بزرگ، نتیجه گرفته‌اند که توزیع گونه‌ها در گستره‌های جغرافیایی وسیع ارتباط نزدیکی با متغیرهای رطوبت، دما و ارتفاع از سطح دریا دارد، در حالی که جهت دامنه چندان اثرگذار نبوده است).

در خصوص ارتباط میان طیف زیستی و الگوی پراکنش گروه‌های اکولوژیک نیز تأثیر معنی‌دار همی‌کریپتوفیت‌ها، کریپتوفیت‌ها و تروفیت‌ها بر توزیع گروه‌ها مشخص شد. گروه سوم اکولوژیک متأثر از فراوانی بیشتر همی‌کریپتوفیت‌ها، کریپتوفیت‌ها و تروفیت‌ها از دو گروه دیگر متمایز شده است. فزونی شکل‌های زیستی نامبرده را غالباً به شرایط اقلیمی سخت (سرد و خشک کوهستانی)، دخالت بشر و سازگاری در مقابل چرای بی‌رویه دام نسبت می‌دهند (۴، ۳۰، ۳۶ و ۳۸). فراوانی تیره‌های کاسنی (Asteraceae)، باقلا (Fabaceae) و نعنا (Lamiaceae)، در کنار بیشتر بودن همی‌کریپتوفیت‌ها و تروفیت‌ها و همچنین گسترش فانروفیت‌های خاردار در هر سه گروه اکولوژیک، مؤید تخریب جنگل‌ها، فقر خاک، خشکی شدید محیط و چرای بی‌رویه در سطح منطقه مورد مطالعه است. با این حال، فراوانی چشمگیر همی‌کریپتوفیت‌ها، کریپتوفیت‌ها و تروفیت‌ها و حضور پررنگ جنس *Amygdalus* در گروه‌های دوم و سوم، نشان از دست‌خوردگی بیشتر و شدت خسارات محیطی در این دو گروه، بویژه گروه سوم، نسبت به گروه اول است (۱۶).

بهره‌برداری غیرمعتاد و عدم توازن میان تخریب و ظرفیت رویشگاه‌های جنگلی نه تنها چهره اکوسیستم را در اثر رشد و زادآوری مضاعف گیاهان فرصت طلب و مهاجم تغییر داده بلکه

رج‌بندی CCA، این احتمال را قوت می‌بخشد که عواملی همچون جدایی رویشگاه‌ها توسط دره‌های شمال شرقی-جنوب غربی و تفاوت‌های سبک زندگی اجتماعات انسانی مجاور جنگل‌ها، بر جدایی هرچه بیشتر این گروه‌های اکولوژیک مؤثر بوده باشد.

در طول خط فرضی غرب به شرق، اولین گروه اکولوژیک (غربی‌ترین) متأثر از متغیر شاخص خشکی دومارتن، بیشترین تمایز را از سایر گروه‌ها نشان داد. جنگل‌های واقع در این گروه در بخش پر باران منطقه مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و با حضور گونه‌های نم‌گرا و نمساری همچون *Platanus orientalis*، *Populus*، *Salix alba*، *Vitis Sylvestris*، *Ulmus campestris* و *Campanula acutiloba*، *Lamium album*، *euphratica* و *Astragalus campylorhynchus* مشخص شده‌اند (۱۰، ۱۶، ۱۹، ۲۳ و ۲۷).

متغیر دیگری که پراکنش جنگل‌ها و ترکیب پوشش گیاهی را تحت تأثیر خود قرار داده، شدت خشکسالی است. این متغیر بدون در نظرگیری عامل دما و با توجه به شدت بیشتر تغییرات SPI در دو گروه اکولوژیک مرکزی و شرقی، آنها را همگرا با گیاهان نشان‌دار و کاملاً از گروه اول جدا کرده است. به بیان دیگر، بزرگی وقوع شدت خشکسالی و کاهش میزان بارش نسبت به سنوات گذشته در جنگل‌های مرکزی و شرقی شدیدتر بوده و اثرات آن کاملاً در گیاهان آنها مشهود است. این در حالی است که عامل محیطی مؤثر بر تمایز گروه سوم اکولوژیک (شرقی‌ترین) از گروه دوم، ارتفاع از سطح دریا است. ارتفاع از سطح دریا غالباً عامل پیچیده‌ای است که تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل تاریخی و محیطی قابل تغییر است، با این وجود همبستگی بالای مشاهده شده میان توزیع گونه‌های گیاهی گروه سوم با ارتفاع قابل توجه و قابل پیش‌بینی است (۴۲ و ۴۳). عاملی که حضور گونه‌های کوهسری مانند *Juniperus excelsa*، *A. orientalis*، *Amygdalus scoparia* و *Rhumex ribes*، و برخی از گونه‌های جنس *Allium* را در گروه اکولوژیک سوم به خوبی توضیح می‌دهد (۱۶ و ۳۴).

منجر به افزایش غنای گونه‌های بویژه در گونه‌های مرتعی در گروه‌های دوم و سوم اکولوژیک شده است. شرایطی که سهم بزرگی در تغییر مسیر توالی جنگل‌ها داشته و منجر به سیر قهقه‌ریایی (توالی پس‌رونده) در آنها شده است. محققان دیگری همچون Hickman و همکاران (۱۴)، Jouri و همکاران (۱۷)، Zarekia و همکاران (۴۴) و Kamali Maskooni و همکاران (۱۸) نیز بر نتیجه این تحقیق مبنی بر افزایش غنای گونه‌ای، تحت شرایط دست‌خوردگی دائمی و چرای شدید، صحه گذاشته‌اند).

با وجود مجموعه‌ای از گونه‌های مشترک، ترکیب فلورستیکی اکوسیستم جنگلی مورد بررسی در میان گروه‌های اکولوژیک متمایز از یکدیگر بود و همان‌طور که بیان شد، تحت تاثیر عوامل اقلیمی، توپوگرافی و دست‌خوردگی‌ها متغیر بودند. علی‌رغم عدم تفاوت در غنای گونه‌های درختی و درختچه‌ای و همچنین حضور برخی از گونه‌ها (*Quercus brantii*, *Fraxinus*, *Pistacia atlantica*, *Acer monspessulanum*, *rotundifolia*, *Gundelia*, *Rumex conglomeratus*, *Plantago psyllium*)

مورد بررسی، که ناشی از بردباری بیشتر و گستره وسیع آشیان اکولوژیک این گونه‌ها است، وجود مناطق فرعی فلورستیکی نیز مشخص است. محدوده انتشار و پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی را عوامل متعددی از جمله سرشت اکولوژیک گونه‌ها، شرایط اکولوژیک رویشگاه و حتی توانایی‌های ژنتیکی و رقابتی آنها تعیین و کنترل می‌کنند. گاهی یک و یا مجموعه‌ای از این عوامل مانع انتشار و جریان ژنی گونه‌های گیاهی شده و آنها را محدود به شرایط اکولوژیکی خاص و اشغال قلمرو کوچکی می‌کنند. فرآیندی که منجر به ایزوله شدن گونه‌ها در قالب جدایی جغرافیایی و واگرایی ژنتیکی شده و سرانجام گونه‌زایی و بوم‌زادی را در پی دارد (۳۱ و ۴۵). در این تحقیق نیز محتمل است که تغییرات آب و هوایی، توپوگرافی و عامل مهم آشفستگی‌های انسان‌زاد، توانسته‌اند بر تغییرات فلورستیکی و الگوهای درون منطقه‌ای تأثیرگذار باشند و سبب جدایی جغرافیایی و متعاقباً محدود شدن خزانه‌های ژنتیکی به شرایط جغرافیایی خاص در راستای انتخاب طبیعی شده‌اند.

منابع مورد استفاده

1. Abella, S. R. and V. B. Shelburne, 2004. Ecological species groups of South Carolina's Jocassee Gorges, southern Appalachian Mountains. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 131(3): 220-231.
2. Abella, S. R. and W. W. Covington, 2006. Vegetation-environment relationships and ecological species groups of an Arizona *Pinus ponderosa* landscape, USA. *Plant Ecology*, 185(2): 255-268.
3. Aghaei, R., S. Alvaninejad, R. Basiri and R. Zolfaghari, 2013. Relationship between ecological species groups and environmental factors (case study: Vezg region in southeast of Yasouj). *Iranian Journal of Applied Ecology*, 1(2): 53-64. (In Farsi).
4. Archibold, O. W., 1995. Ecology of World Vegetation. Springer, Dordrecht, 510p.
5. Arellano-Rivas, A., M. A. Munguía-Rosas, J. A. De-Nova and S. Montiel, 2017. Effects of spatial patch characteristics and landscape context on plant phylogenetic diversity in a naturally fragmented forest. *Tropical Conservation Science*, 10(1): 1-11.
6. Arroyo-Rodríguez, V., F. P. Melo, M. Martínez-Ramos, F. Bongers, R. L. Chazdon, J. A. Meave, N. Norden, B.A. Santos, I.R. Leal and M. Tabarelli, 2015. Multiple successional pathways in human-modified tropical landscapes: new insights from forest succession, forest fragmentation and landscape ecology research. *Biological Reviews*, 92(1): 326-340.
7. Attaroshan, S., and M. Heydari, 2018. Evaluation of understory plant species diversity in relation to some environmental factors in Imamzadeh Abdollah Baghmalek forests. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 7(2): 1-15. (In Farsi).
8. Castillón, E. E., J. R. Arévalo, J. Á. V. Quintanilla, M. M. S. Rodríguez, J. A. Encina-Domínguez, H. G. Rodríguez and C. M. C. Ayala, 2015. Classification and ordination of main plant communities along an altitudinal gradient in the arid and temperate climates of northeastern Mexico. *The Science of Nature*, 102(9): 1-11.
9. de Martonne, E., 1926. Une nouvelle fonction climatologique: L'indice d'aridité. *Meteorologie*, 2: 449-459.

10. Dinarvand, M., H. Ejtehad, M. Jangjoo and B. Andarzian, 2017. Species diversity and identification of plant functional types of woodland of Shimbar protected area, Khuzestan province. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 5(15): 1-13. (In Farsi).
11. Eastern Ontario Model Forest, 1994. The Role of Photo Interpretation in Providing Forest Resource Information for IRM. Canadian Forest Service Publications, Toronto. 55p.
12. Gabor, M., P. Beracko, V. Faltan, I. Matecny, L. Karlik, F. Petrovič, D. Vallo and I. Machar, 2019. Drivers of the distribution of ecological species groups in temperate deciduous managed forests in the western Carpathian Mountains. *Forests*, 10(9): 1-14.
13. Gond, V., V. Freycon, J. F. Molino, O. Brunaux, F. Ingrassia, P. Joubert, J. F. Pekel, M. F. Prevost, P. J. Trombe and D. Sabatier, 2011. Broad-scale spatial pattern of forest landscape types in the Guiana Shield. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 13(3): 357-367.
14. Hickman, K., D. Hartnett, R. Cochran, and C. Owensby, 2004. Grazing management effects on plant species diversity in tallgrass prairie. *Journal of Range Management*, 57(1): 58-65.
15. Hoseinzadeh, J., M. R. Jaafari and M. Mohammadpour, 2013. Investigation on vegetation types and ecological units in Seimareh river catchment, Ilam and Lorestan provinces. *Journal of Conservation and Utilization of Natural Resources*, 1(2): 13-26. (In Farsi).
16. Jazirehi, M. H. and M. Ebrahimi Rostaghi, 2014. Silviculture in Zagros. University of Tehran press, Tehran, Iran, 560p.
17. Jouri, M. H., B. Tomzad, M. Shokri and B. Manihashemi, 2009. Comparison of diversity and richness indices for evaluation of mountain rangeland health (Case study: rangelands of Javaherdeh of Ramsar). *Journal of rangeland*, 2(4): 330-344. (In Farsi).
18. Kamali Maskooni, E., B. Adeli and I. Amiri, 2020. Effect of different grazing intensities on diversity and plants cover composition in semi-arid grazing (case study: Mohammad Abad, Jiroft). *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(2): 287-297. (In Farsi).
19. Kargar, M., Z. Hafarian, R. Tamartash and S. J. Alavi, 2017. The study distribution and some ecological indicators of plant species, Siahboneh rangeland, Haraz. *Journal of plant research (Iranian journal of biology)*, 29(4): 855-866. (In Farsi).
20. Kashian, D. M., B. V. BarnesWalker, 2003. Ecological species groups of landform-level ecosystems dominated by jack pine in northern Lower Michigan, USA. *Plant Ecology*, 166(1): 75-91.
21. Küchler, A. W. and I. S. Zonneveld, 2012. Vegetation Mapping. Springer Science & Business Media. 622p.
22. Mahmoodi, M., E., J. Ramezani, Eshaghi Rad and M. Heidari Rikan, 2015a. On the relationship between vegetation cover and physiographic factors in a gallery forest in Southern Urmia, NW Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(2): 279-293. (In Farsi).
23. Mahmoodi, M., E., J. Ramezani, Eshaghi Rad and M. Heidari Rikan, 2015b. Floristic study of gallery forest in northern Zagros (Khan valley, Urmia, Nw Iran). *Journal of plant research (Iranian journal of biology)*, 28(4): 861-876. (In Farsi).
24. McCune, B. and D. Keon, 2002a. Equations for potential annual direct incident radiation and heat load. *Journal of vegetation science*, 13(4): 603-606.
25. McCune, B., and J. B. Grace, 2002b. Analysis of Ecological Communities. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA, 307p.
26. McKee, T. B., N. J. Doesken, and J. Kleist, 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17(22): 179-183.
27. Mohsenzadeh, M., M. Shokri, H. Zali and Z. Jafarian, 2010. The effects of soil properties and physiographic factors on plant communities distribution (case study: Behrestagh rangeland, Haraz). *Rangeland*, 4(2): 262-275. (In Farsi).
28. Mozaffarian, V., 2017. Flora of Chaharmahal and Bakhtiari. Chaharmahal va Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, 894p.
29. Ohmann, J. L., and T. A. Spies, 1998. Regional gradient analysis and spatial pattern of woody plant communities of Oregon forests. *Ecological Monographs*, 68(2): 151-182.
30. Pairanj, J., A. Ebrahimi, F. Tarnain and M. Hassanzadeh, 2011. Investigation on the geographical distribution and life form of plant species in sub alpine zone Karsanak region, Shahrekord. *Journal of Taxonomy and Biosystematics*, 3(7): 1-10. (In Farsi).
31. Palumbi, S. R., 1994. Genetic divergence, reproductive isolation, and marine speciation. *Annual review of ecology and systematics*, 25(1): 547-572.
32. Peck, J. E., 2010. Multivariate Analysis for Community Ecologists. MjM Software Design, 169p.
33. Picard, N., and A. Franc, 2003. Are ecological groups of species optimal for forest dynamics modelling? *Ecological Modelling*, 163(3): 175-186.

34. Pilehvar, B., H. Jafari Sarabi and G. Veiskarami, 2016. Plant communities change under different physiographic conditions and soil properties in the central Zagros forests. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24(3): 402-414. (In Farsi).
35. Pourbabaei, H., V. Rahimi and M. N. Adel, 2015. Effect of environmental factors on rangeland vegetation distribution in Divan-Darre area, Kurdistan. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 4(11): 27-39. (In Farsi).
36. Roques, K. G., T. G. O'Connor and A. R. Watkinson (2001) Dynamics of shrub encroachment in an African savannah: Relative influences of fire, herbivory, rainfall and density dependence. *Journal of Applied Ecology*, 38(2): 268-280.
37. Samadi Khangah, S., A. Ghorbani and M. Moameri, 2021. Relationship between ecological species groups and environmental factors in Fandoghlu rangelands of Ardabil, Iran. *Ecopersia*, 9(2): 131-138.
38. Shirmardi, H. A., V. Mozaffarian, P. Gholami, Gh. Heidari and M. Safaei, 2014. Introduction of the flora, life form and chorology of Helen protected area in Chaharmahal and Bakhtiari province. *Iranian Journal of Plant Biology*, 6(20): 75-96. (In Farsi).
39. Soltani, S., L. Yaghmaei, M. Khoda Gholi and R. Sabouhi, 2011. Bioclimatic classification of Chahar-Mahal & Bakhtiari province using multivariate statistical methods. *Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)*, 14(54): 53-68. (In Farsi).
40. Suggitt, A.J., D. G. Lister and C. D. Thomas, 2019. Widespread effects of climate change on local plant diversity. *Current Biology*, 29(17): 2905-2911.
41. Vahdati, F. B., S. S. Mehrvarz, D. C. Dey and A. Naqinezhad, 2017. Environmental factors-ecological species group relationships in the Surash lowland-mountain forests in northern Iran. *Nordic Journal of Botany*, 35(2): 240-250.
42. Whittaker, R. H., 1960. Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. *Ecological monographs*, 30(3): 279-338.
43. Whittaker, R. H., 1965. Dominance and diversity in land plant communities: numerical relations of species express the importance of competition in community function and evolution. *Science*, 147(3655): 250-260.
44. Zarekia, S., H. Arzani, M. Jafari and N. Zare, 2015. Effect of grazing utilization on vegetation and soil properties in steppe rangelands (Case study: steppe rangelands Saveh), *Iranian journal of Range and Desert Research*, 22(3): 745-756. (In Farsi).
45. Zare, H., A. Jalili, T. Amini and M. Ebrahimi Rastaghi, 2021. Introducing of some distribution areas of two ancient Confers of Iran. *Iran Nature*, 6(1): 81-93. (In Farsi).
46. Zhang, Z., R. Zang, G. Wang and X. Huang, 2016. Classification of landscape types based on land cover, successional stages and plant functional groups in a species-rich forest in Hainan Island, China. *Tropical Conservation Science*, 9(1): 135-152.

پیوست ۱. لیست گونه‌های گیاهی با علامت اختصاری، شکل‌های زیستی (Ph: فانروفیت، Ch: کامفیت، He: همی کریتوفیت، Cr: کریتوفیت، Th: تروفیت) و تفکیک شده در گروه‌های اکولوژیک نتیجه این تحقیق

تیره	گونه	علامت اختصاری	شکل زیستی	گروه اکولوژیک		
				۱	۲	۳
Aceraceae	<i>Acer monspessulanum</i>	Aceanum	Ph	*	*	*
Amaryllidaceae	<i>Ixiolirion tataricum</i>	Ixiicum	Cr		*	*
	<i>Sternbergia lutea</i>	Steutea	Cr		*	
Anacardiaceae	<i>Pistacia atlantica</i>	Pistica	Ph	*	*	*
	<i>Pistacia khinjuk</i>	Pisnjuk	Ph		*	*
	<i>Rhus coriaria</i>	Rhuaria	Ph			*
Araceae	<i>Arum conophalloides</i>	Aruides	Cr	*	*	*
	<i>Biarum carduchorum</i>	Biaorum	Cr		*	*
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia olivieri</i>	Ariieri	He	*	*	*
Asclepiadaceae	<i>Marsdenia erecta</i>	Marecta	Ph		*	*
Asteraceae	<i>Achillea micrantha</i>	Achntha	He		*	*

	<i>Aegopordon berardioides</i>	Aegides	He	*	*
	<i>Artemisia persica</i>	Artsica	Ch	*	
	<i>Centaurea aucheri</i>	Cenheri	He	*	*
	<i>Centaurea pterocaula</i>	Cenaula	He		*
	<i>Cirsium arvense</i>	Cirense	Cr	*	*
	<i>Cousinia bachtiarica</i>	Courica	He	*	*
	<i>Echinops cephalotes</i>	Echotes	He	*	*
	<i>Francoeuria undulata</i>	Fralata	Ch	*	
	<i>Gnaphalium luteoalbum</i>	Gnalbum	He	*	*
	<i>Gundelia tournefortii</i>	Gunrtii	He	*	*
	<i>Helichrysum leucocephalum</i>	Helalum	He	*	*
	<i>Hertia angustifolia</i>	Herolia	Ch		*
	<i>Jurinea eriobasis</i>	Jurasis	He		*
	<i>Lactuca orientalis</i>	Lacalis	Ch	*	*
	<i>Onopordon leptolepis</i>	Onoepis	He		*
	<i>Scorzonera cinerea</i>	Scoerea	He		*
	<i>Senecio vernalis</i>	Senalis	He		*
	<i>Tanacetum parthenium</i>	Tannium	He	*	
	<i>Tanacetum polycephalum</i>	Tanalum	He	*	
	<i>Taraxacum syriacum</i>	Taracum	He		*
	<i>Tragopogon graminifolius</i>	Tralius	He		*
	<i>Xanthium spinosum</i>	Xanosum	Th	*	
Boraginaceae	<i>Anchusa italica</i>	Anclica	He	*	
	<i>Asperugo procumbens</i>	Aspbens	Th	*	*
	<i>Caccinia strigosa</i>	Cacgosa	He		*
	<i>Lithospermum tenuiflorum</i>	Litorum	Th	*	*
	<i>Onosma sericeum</i>	Onoceum	He	*	*
	<i>Rochelia disperma</i>	Rocerma	Th	*	*
Campanulaceae	<i>Campanula acutiloba</i>	Camloba	He	*	*
	<i>Campanula perpusilla</i>	Camilla	He	*	*
Capparidaceae	<i>Capparis sicula</i>	Capcula	Ch	*	*
Caprifoliaceae	<i>Lunicera nummularifolia</i>	Lunolia	Ph	*	*
Caryophyllaceae	<i>Acanthophyllum bracteatum</i>	Acaatum	Ch	*	*
	<i>Arenaria persica</i>	Aresica	Ch	*	
	<i>Cerastium dichotomum</i>	Ceromum	Th	*	
	<i>Dianthus macranthoides</i>	Diaides	Ch	*	*
	<i>Dianthus orientalis</i>	Diaalis	Ch	*	
	<i>Gypsophila virgata</i>	Gypgata	Ch	*	
	<i>Holosteum umbellatum</i>	Holatum	Th	*	
	<i>Saponaria cretica</i>	Saptica	Th	*	
	<i>Silene albescens</i>	Silcens	Ch		*
	<i>Silene lagenocalyx</i>	Silalyx	Th	*	*

	<i>Silene latifolia</i>	Silolia	He	*	*
	<i>Vaccaria pyramidata</i>	Vacdata	Th	*	
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium botrys</i>	Chetrys	Th		*
	<i>Noea mucronata</i>	Noenata	Ch		*
Cistaceae	<i>Cistus salviifolius</i>	Cislius	Ch	*	*
Cruciferae	<i>Alyssum linifolium</i>	Alylium	Th		*
	<i>Brassica nigra</i>	Braigra	Th	*	*
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Caporis	Th	*	*
	<i>Hesperis persica</i>	Hessica	He		*
	<i>Isatis cappadocica</i>	Isacica	He		*
Cupressaceae	<i>Juniperus excelsa</i>	Junelsa	Ph		*
Dipsacaceae	<i>Cephalaria syriaca</i>	Cepiaca	Th		*
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Elaolia	Ph	*	*
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia denticulata</i>	Euplata	He	*	*
Fagaceae	<i>Quercus brantii</i>	Quentii	Ph	*	*
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>	Erorium	He	*	*
	<i>Geranium collinum</i>	Gerinum	Cr		*
Graminae	<i>Aegilops triuncialis</i>	Aegalis	Th		*
	<i>Agropyron podperae</i>	Agrerae	He		*
	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	Braicum	He	*	*
	<i>Bromus tomentellus</i>	Brollus	He	*	*
	<i>Festuca ovina</i>	Fesvina	He		*
	<i>Hordeum spontaneum</i>	Horneum	Th		*
	<i>Stipa capensis</i>	Stinsis	Th		*
	<i>Taeniatherium crinitum</i>	Taeitum	Th		*
Lamiaceae	<i>Lamium album</i>	Lamlbum	He	*	
	<i>Marrubium cuneatum</i>	Maratum	He		*
	<i>Marrubium vulgare</i>	Margare	He		*
	<i>Nepeta glomerulosa</i>	Neplosa	Th		*
	<i>Nepeta heliotropifolia</i>	Nepolia	He	*	
	<i>Nepeta persica</i>	Nepsica	Ch		*
	<i>Origanum vulgare</i>	Origare	He		*
	<i>Phlomis anisodonta</i>	Phlonta	He	*	*
	<i>Salvia hydrangea</i>	Salngea	He		*
	<i>Salvia compressa</i>	Salessa	He	*	
	<i>Scutellaria albida</i>	Scubida	He	*	*
	<i>Stachys aucheri</i>	Staheri	Ch	*	
	<i>Stachys lavandulifolia</i>	Staolia	He		*
	<i>Stachys pilifera</i>	Stafera	He	*	*
	<i>Teucrium polium</i>	Teulium	He		*
	<i>Thymus kotschyanus</i>	Thyanus	Ch		*
Fabaceae	<i>Astragalus campylorhynchus</i>	Astchus	Th	*	*

	<i>Astragalus crassicaarpus</i>	Astrpus	He	*	*
	<i>Astragalus ovinus</i>	Astinus	He	*	*
	<i>Astragalus vanilla</i>	Astilla	He	*	
	<i>Ebenus stellata</i>	Ebelata	Ch	*	
	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	Glyabra	He	*	*
	<i>Hymenocarpus circinnatus</i>	Hymatus	Th	*	*
	<i>Lathyrus aphaca</i>	Lathaca	Th	*	*
	<i>Medicago polymorpha</i>	Medrpha	Th		*
	<i>Medicago rigidula</i>	Meddula	Th	*	*
	<i>Melilotus albus</i>	Mellbus	He		*
	<i>Melilotus indicus</i>	Melicus	Th	*	*
	<i>Onobrychis gaubae</i>	Onoubae	He	*	*
	<i>Ononis reclinata</i>	Ononata	He		*
	<i>Scorpiurus muricatus</i>	Scoatus	Th		*
	<i>Trifolium campestre</i>	Tristre	Th	*	*
	<i>Trifolium tomentosum</i>	Triosum	Th	*	*
	<i>Trigonella arcuata</i>	Triuata	Th	*	*
	<i>Trigonella aurantiaca</i>	Triiaca	Th	*	*
	<i>Trigonella stellata</i>	Trilata	Th	*	
Liliaceae	<i>Allium ampeloprasum</i>	Allasum	Cr	*	*
	<i>Allium atroviolaceum</i>	Allceum	Cr	*	*
	<i>Allium latifolium</i>	Allium	Cr		*
	<i>Allium xiphopetalum</i>	Allalum	Cr		*
	<i>Bellevalia longistyla</i>	Beltyla	Cr	*	
	<i>Eremurus persicus</i>	Ereicus	Cr		*
	<i>Muscari neglectum</i>	Musctum	Cr	*	*
	<i>Ornithogalum persicum</i>	Ornicum	Cr		*
	<i>Tulipa biflora</i>	Tullora	Cr		*
Loranthaceae	<i>Loranthus europaeus</i>	Loraeus	Ph		*
Moraceae	<i>Ficus carica</i>	Ficrica	Ph	*	*
Morinaceae	<i>Morina persica</i>	Morsica	He		*
Myrtaceae	<i>Myrtus communis</i>	Myrunis	Ph		*
Oleaceae	<i>Fraxinus rotundifolia</i>	Fraolia	Ph	*	*
Papaveraceae	<i>Glaucium corniculatum</i>	Glaatum	Th		*
	<i>Glaucium oxylobum</i>	Glaobum	Th	*	*
Plantaginaceae	<i>Plantago psyllium</i>	Plalium	Th	*	*
Platanaceae	<i>Platanus orientalis</i>	Plaalis	Ph	*	*
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i>	Pollare	Th		*
	<i>Pteropyrum aucheri</i>	Pteheri	Ph		*
	<i>Rheum ribes</i>	Rheibes	He		*
	<i>Rumex conglomeratus</i>	Rumatus	He	*	*
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>	Anansis	Th	*	

	<i>Androsace maxima</i>	Andxima	He	*		
	<i>Dionysia revoluta</i>	Dioluta	He		*	
Ranunculaceae	<i>Ranunculus arvensis</i>	Rannsis	Th	*	*	*
Rhamnaceae	<i>Rhamnus pallasii</i>	Rhaasii	Ph	*	*	*
Rosaceae	<i>Amygdalus elaeagnifolia</i>	Amyolia	Ph		*	*
	<i>Amygdalus haussknechtii</i>	Amyhtii	Ph		*	*
	<i>Amygdalus orientalis</i>	Amyalis	Ph		*	*
	<i>Amygdalus scoparia</i>	Amyaria	Ph		*	*
	<i>Cerasus mahaleb</i>	Ceraleb	Ph	*	*	*
	<i>Cerasus microcarpa</i>	Cerarpa	Ph		*	*
	<i>Cotoneaster luristanica</i>	Cotnica	Ph	*	*	*
	<i>Crataegus azarolus</i>	Craolus	Ph	*	*	*
	<i>Pyrus glabra</i>	Pyrabra	Ph	*	*	
	<i>Pyrus syriaca</i>	Pyriaca	Ph	*	*	*
	<i>Rosa canina</i>	Rosnina	Ph	*		
	<i>Sanguisorba minor</i>	Saninor	He			*
Rubiaceae	<i>Galium setaceum</i>	Galceum	Th			*
Salicaceae	<i>Populus euphratica</i>	Poptica	Ph	*	*	
	<i>Salix alba</i>	Salalba	Ph	*	*	*
Scrophulariaceae	<i>Linaria arvensis</i>	Linnsis	Th		*	*
	<i>Scrophularia gaubae</i>	Scrubae	He		*	
	<i>Scrophularia variegata</i>	Scrgata	He	*		*
	<i>Verbascum agrimonifolium</i>	Verlium	He			*
Solanaceae	<i>Hyoscyamus reticulatus</i>	Hyoatus	He	*		
Tamaricaceae	<i>Tamarix ramosissima</i>	Tamsima	Ph	*	*	*
Thymelaeaceae	<i>Daphne mucronata</i>	Dapnata	Ph		*	*
	<i>Daphne stapfii</i>	Dappfii	Ph		*	
Ulmaceae	<i>Celtis caucasica</i>	Celsica	Ph	*	*	*
	<i>Ulmus campestris</i>	Ulmtris	Ph	*		
Umbelliferae	<i>Bifora testiculata</i>	Biflata	Th			*
	<i>Bunium cylindricum</i>	Bunicum	Cr	*		
	<i>Bupleurum kurdicum</i>	Bupicum	He		*	
	<i>Chaerophyllum macropodum</i>	Chaodum	He	*		
	<i>Eryngium noeanum</i>	Eryanum	He		*	*
	<i>Falcaria vulgaris</i>	Falaris	He			*
	<i>Ferula haussknechtii</i>	Ferhtii	He			*
	<i>Ferulago macrocarpa</i>	Ferarpa	He	*	*	*
	<i>Haussknechtia elymaitica</i>	Hautica	He	*	*	
	<i>Lagoecia cuminoides</i>	Lagides	Th		*	
	<i>Malabaila porphyrodiscus</i>	Malscus	He	*		
	<i>Prangos ferulacea</i>	Praacea	He			*
	<i>Prangos uloptera</i>	Pratera	He		*	

	<i>Scaligeria meifolia</i>	Scaolia	Cr	*		
	<i>Scandix iberica</i>	Scarica	Th			*
	<i>Thecocarpus meifolius</i>	Thelius	He			*
	<i>Torilis arvensis</i>	Tornsis	Th			*
	<i>Turgenia latifolia</i>	Turolia	Th	*	*	*
Vitaceae	<i>Vitis sylvestris</i>	Vittris	Ph	*		

Floristic Classification of Large-Scale Ecological Groups in the Forests of Central Zagros

F. Bahmani¹, A. Soltani^{2*} and D. Mafi-Gholami²

(Received: February 19-2022; Accepted: July 27-2022)

Abstract

Do climatic variations and drought magnitude affect large-scale vegetation composition in the Central Zagrosian forests, and to what extent do topographic variables of altitude and aspect play a role in these potential differences? To answer this question, in this research, the flora list of 15 Central Zagros forests was obtained in five plant life forms between the valleys of two rivers, Gerdbisheh and Bazeft, over the distance of 170 km, using 226 half-hectare sample plots. Two-way cluster analysis and multi-reference permutation procedures (MRPP) were used to validate significant differences in plant composition at the landscape level. Subsequently, plant communities were divided into three ecological groups: eastern, central and western. Canonical correspondence analysis (CCA) was used to determine the correlation between changing plant composition and climatic and topographic variables as well as plant life forms. The results showed that forests in the western ecological group are significantly and positively correlated with the De Marton aridity index, while the drought magnitude differentiates the other two ecological groups. Also, altitude had a significant effect on differentiating the eastern and central ecological groups. The main difference between the three ecological groups in terms of plant life forms, was due to the significant correlation of Therophytes, Cryptophytes and Hemicryptophytes with the driest ecological group (eastern). Despite the fact that all the plots were covered with forests, Phanerophytes were not effective in distinguishing ecological groups.

Keywords: Canonical correspondence analysis, Climatic indicators, Drought gradient, Multi-response permutation procedures, Plant life form, Two-way cluster analysis

-
1. Ph.D. Student, Department of Forest Science, Faculty of Natural Resources and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
 2. Associate professor, Department of Forest Science, Faculty of Natural Resources and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

*: Corresponding Author, Email: ali.soltani@sku.ac.ir