ارزیابی تنوع گونه‌های گیاهی زیراشکوب بین گروه‌های اکولوژیک در ارتباط با برخی از عوامل محیطی در جنگل‌های شهرستان باغملک

سینا عطار روشن[1*] و مهدی حیدری[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۱)

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی تنوع گونه‌ای گیاهی بین گروه‌های اکولوژیک در رابطه با عوامل محیطی انجام شد. منطقه‌ای به مساحت ۲۱۶ هکتار در جنوب شرقی شهرستان باغملک انتخاب و در آن ۷۰ قطعه نمونه ۲۰×۲۰ متر به‌روش تصادفی- سیستماتیک پیاده شد. در هر قطعه نمونه، مشخصه‌های خاک و عوامل فیزیوگرافی ثبت شد. ترکیب پوشش‌علفی در چهار قطعه نمونه ۱×۱ متر در اطراف مرکز هر قطعه نمونه اصلی برداشت شد. براساس تجزیه و تحلیل خوشه‌ای و تحلیل تطبیقی متعارف سه گروه بوم‌شناختی تشخیص داده شد. نتایج نشان داد که اسیدیته، نیتروژن، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد ماده آلی و درصد رس مهم‌ترین خصوصیات در تشکیل گروه اول با گونه‌های شاخص *Agropyrom trichophorum*، *Hordeum bulbosum* و *Aegilops triuncialis* بودند. گروه دوم با گونه‌های شاخص *Bromus tectorum*، *Salvia macrosiphon* و *Bromus danthonia* با رس، کربن آلی، پتاسیم، فسفر و نیتروژن همبستگی داشت. گروه سوم با گونه‌های شاخص *Artemisia haussknechtii*، *Astragalus gossypinus*، *Phlomis persica* و *Artemisia aucheri* با مشخصه‌های ارتفاع از سطح دریا، درصد شن، وزن مخصوص ظاهری و شوری همبستگی نشان داد. نتایج نشان داد که تنوع گونه‌ای به‌طور معنی‌داری بین گروه‌ها تفاوت داشت و در گروه اول بیشترین و در گروه سوم کمترین مقدار را داشت. یافته‌های این تحقیق می‌تواند برای ارزیابی بهتر تنوع گونه‌ای و مدیریت تنوع زیستی استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: گونه‌های گیاهی، رسته‌بندی، غنا، خوزستان

۱. گروه علوم محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲. گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Sina_2934@yahoo.com

مقدمه

در اکوسیستم‌های جنگلی بین گیاهان و سایر قسمت‌های آن رابطه تنگاتنگی وجود دارد. با مشاهده سیمای ظاهری رستنی‌های زمین مشخص می‌شود که این گونه‌ها براساس سرشت اکولوژیک خود، رویشگاه خود را انتخاب می‌کنند (۲). گونه‌های کف جنگل که مشخص‌کننده شرایط رویشگاهی نظیر رطوبت، مواد غذایی، اسیدیته خاک و همچنین شرایط آب‌وهوایی مشابه هستند، با همدیگر گروهی را ایجاد می‌کنند که به آن گروه گونه‌های اکولوژیک می‌گویند (۱۷). پوشش گیاهی، فصل مشترک خصوصیات فیزیوگرافی و خاک بوده که همواره از آنها تأثیر می‌پذیرد. بنابراین طبقه‌بندی پوشش گیاهی رویشگاه جنگلی، طبقه‌بندی خاک و فیزیوگرافی آن رویشگاه را به‌همراه خواهد داشت (۲۲). با توجه به اینکه بسیاری از گونه‌های جنگل‌های زاگرس نایاب و تعداد زیادی از آنها حدود ۱۸۶ گونه درختی، درختچه‌ای و علفی در خطر نابودی قرار گرفته است، مطالعه و شناخت کافی از وضعیت جنگل و پتانسیل بالقوه و بالفعل آن به‌منظور برنامه‌ریزی صحیح، ضروری به‌نظر می‌رسد که متأسفانه تاکنون به آن کمتر توجه شده و اطلاعات موجود در این زمینه محدود است (۲۱). استفاده از پوشش گیاهی به‌عنوان ابزاری برای طبقه‌بندی رویشگاه‌های جنگلی سابقه علمی و تجربی بسیار طولانی دارد (۳۰). با مشخص شدن میزان تأثیر عوامل محیطی بر پراکنش پوشش گیاهی رویشگاه می‌توان پتانسیل تولید در شرایط مشابه اکولوژیک را به‌دست آورد (۳ و ۲۶). درحقیقت مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق طرح‌های حفاظتی و اجرایی در جنگل نیازمند شناسایی نیازهای اکولوژیک تک‌تک گونه‌های جنگلی منطقه است. تشخیص گروه‌های گیاهی و شرایط محیطی حاکم بر آنها راهنمای مفیدی برای تشخیص توان تولیدی رویشگاه است و به‌عنوان گام مهمی در مدیریت بهینه و برنامه‌ریزی اصولی منابع طبیعی تلقی می‌شود (۱۵).

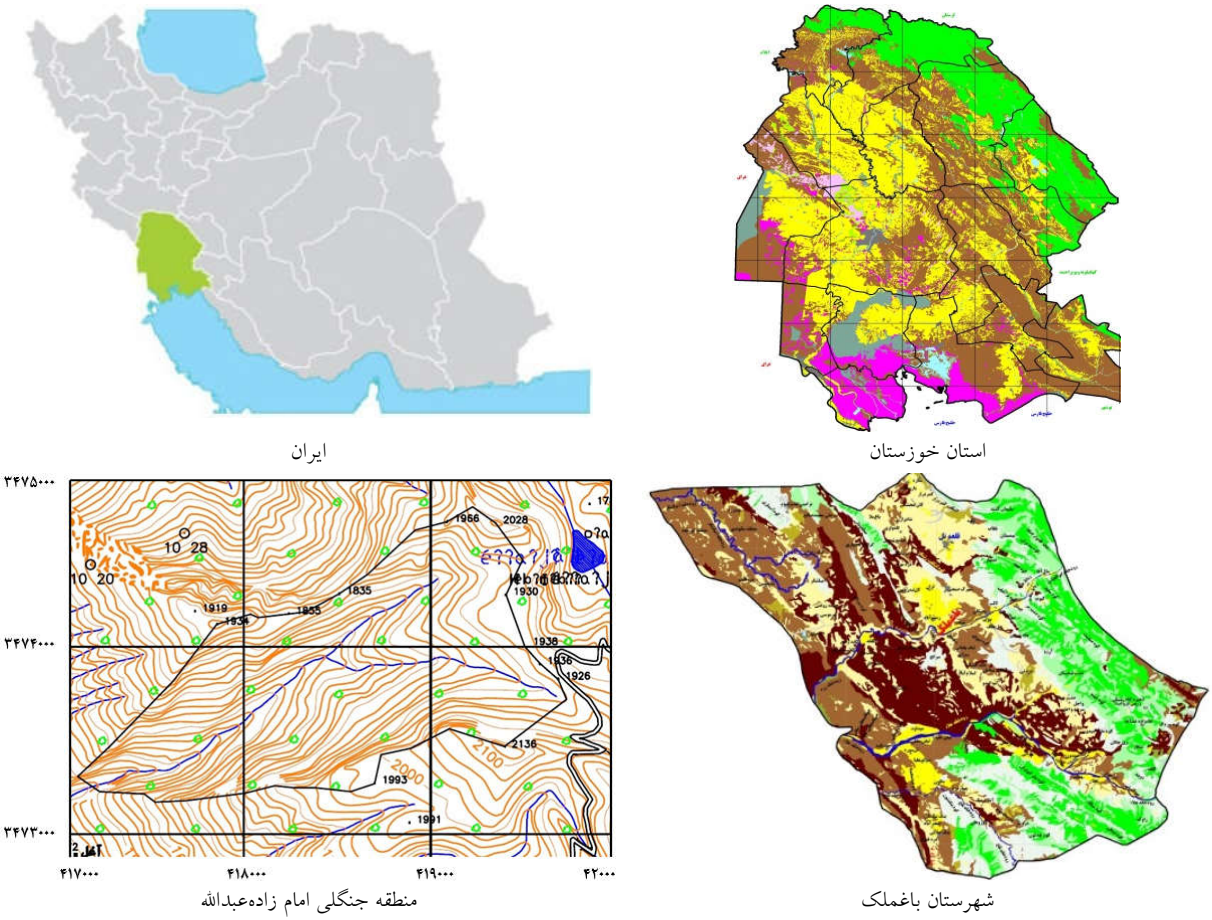
میرزایی و همکاران زادآوری گونه‌های چوبی را بین گروه گونه‌های اکولوژیک در ناحیه رویشی زاگرس بررسی کردند (۱۳). نتایج نشان داد که میزان زادآوری گونه‌های درختی و درختچه‌ای در گروه‌های اکولوژیک مختلف متغیر است و این مسئله ارتباط نزدیکی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و فیزیوگرافی دارد. عادل و همکاران رابطه بین گروه گونه‌های اکولوژیک و عوامل محیطی را در جنگل‌های بهره‌برداری نشده راش در شمال ایران بررسی کردند و نشان دادند که شش گروه در منطقه وجود دارد (۱۴). عوامل توپوگرافی و برخی خصوصیات خاک مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم از مهم‌ترین عوامل تفکیک این گروه‌ها بودند. حیدری و مهدوی تنوع و غنای گونه‌های گیاهی را در بین گروه گونه‌های اکولوژیک گیاهی در منطقه مله‌گون ایلام بررسی کردند (۲۰). نتایج نشان داد در منطقه مورد مطالعه پنج گروه گونه وجود دارد. بیشترین تنوع و غنای گونه‌ای در گروهی دیده شد که درصد رطوبت اشباع، ازت، فسفر و پتاسیم آن حداکثر بود. پوربابایی و حقگوی تغییر تنوع گونه‌های گیاهی را بین گروه‌های اکولوژیک بررسی و بیان کردند که شاخص‌های تنوع بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری دارد و تشکیل گروه‌ها و تنوع موجود در آنها تحت تأثیر ترکیبی از عوامل محیطی است (۲۷). سباستیا به بررسی نقش عوامل توپوگرافی و خاک در تفکیک جوامع گیاهی پرداخت و با استفاده از روش‌های چند متغیره دو گروه متقابل علفزارهای مرطوب و علفزارهای خشک را تشخیص داده و بیان کردند که خاک گروه مرطوب، اسیدی‌تر و حاصلخیزتر از گروه خشک است (۲۹).

تعیین گروه‌های بوم‌شناختی گیاهی و برآورد تنوع گونه‌ای گیاهی در هر گروه اکولوژیک برای جنگل‌های زاگرس که مسئله حفاظت و حمایت در آن از اولویت خاصی برخوردار است، می‌تواند مفید و کاربردی باشد (۷). لذا این مطالعه به هدف بررسی تنوع گونه‌ای گیاهی بین گروه گونه‌های اکولوژیک در رابطه با عوامل محیطی در بخشی از جنگل‌های زاگرس جنوبی انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در منطقه جنگلی امامزاده عبدالله شهرستان باغملک



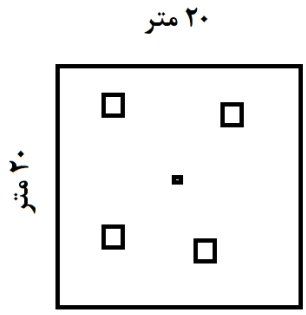
شکل ۱. نقشه منطقه مورد مطالعه (رنگی در نسخه الکترونیکی)

واقع در استان خوزستان به مساحت ۲۱۶ هکتار با مختصات "۵۰°۰۷′۴۰ تا "۵۰°۰۹′۲۸ طول جغرافیایی و "۳۱°۲۳′۳۰ تا "۳۱°۲۳′۴۵ عرض جغرافیایی انجام گرفت (شکل ۱).

به‌طور کلی این منطقه از نظر شکل زمین کوهستانی و دارای جهات جغرافیایی متنوع است. حداقل ارتفاع متوسط ۱۴۰۰ متر از سطح دریا و حداکثر آن ۲۱۳۶ متر برآورد می‌شود براساس گزارش نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی منطقه میزان بارندگی سالانه در منطقه به‌طور متوسط ۵۷۶/۴ میلی‌متر بوده که حداقل آن در تابستان به میزان صفر میلی‌متر و حداکثر آن در فصل زمستان به میزان ۲۹۴/۳ میلی‌متر است و متوسط درجه حرارت سالانه منطقه ۱۹/۱ درجه سانتی‌گراد و گونه غالب این منطقه بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) است.

برداشت داده‌ها

پس از تعیین سطح قطعه نمونه به‌روش پلات‌های حلزونی، از روش نمونه‌برداری تصادفی سیستماتیک با ابعاد شبکه ۲۰۰×۱۵۰ متر استفاده شد. در مجموع تعداد ۷۰ قطعه نمونه ۴۰۰ مترمربعی با مشخصه‌های قطر برابر سینه، ارتفاع کل درخت، مساحت تاج، همچنین تعداد و نوع گونه‌ها نیز برداشت و شناسایی شدند (۱۳). علاوه بر مشخصه‌های فوق، عوامل فیزیوگرافی شامل شیب، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا هم در قطعات نمونه برداشت شد. در اطراف مرکز قطعات نمونه ۴۰۰ مترمربعی، چهار قطعه نمونه یک مترمربعی به‌صورت تصادفی به‌منظور برداشت پوشش علفی پیاده شد (شکل ۲). سطح این قطعات نمونه با استفاده از روش پلات‌های حلزونی ویتاکر تعیین شد.



شکل ۲. روش پیاده کرده قطعات نمونه (□ قطعات نمونه ۱ مترمربعی)

در هر قطعه نمونه علاوه بر تعداد یا پوشش سطحی (براساس مقیاس براون بلانکه)، نام علمی گیاهان به تفکیک جنس و گونه ثبت شد. به‌منظور بررسی افق سطحی خاک از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر در هر قطعه نمونه ۴۰۰ مترمربعی، پنج نمونه برداشت شد؛ خاک به‌دست آمده از این نمونه‌ها با هم مخلوط شد و به‌عنوان یک نمونه ترکیبی خاک که نماینده هر قطعه نمونه باشد و در مجموع ۷۰ نمونه خاک برای ارزیابی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شدند (۲۵). مشخصه‌هایی نظیر pH خاک با دستگاه هدایت الکتریکی‌سنج، وزن مخصوص ظاهری با روش کلوخه، بافت خاک با روش هیدرومتری بایکاس، فسفر قابل جذب با استفاده از روش اولسون، پتاسیم خاک به‌روش استات، نیتروژن کل به‌روش کجلدال، درصد کربن آلی با استفاده از روش والکی بلاک، آهک خاک به‌روش کلسیمتری و هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه EC متر اندازه‌گیری شدند (۲۶). اندازه‌گیری تنوع زیستی گیاهی در این مطالعه با استفاده از شاخص‌های زیر انجام شد:

الف) شاخص تنوع سیمپسون $$D = \sum_{i=1}^{s}\left[\frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}\right]$$

S تعداد گونه‌ها، n_i فراوانی گونه iام، N فراوانی کل گونه‌ها

ب) شاخص تنوع شانون- وینر $$H' = \frac{n\log n - \sum f_i \log f_i}{n}$$

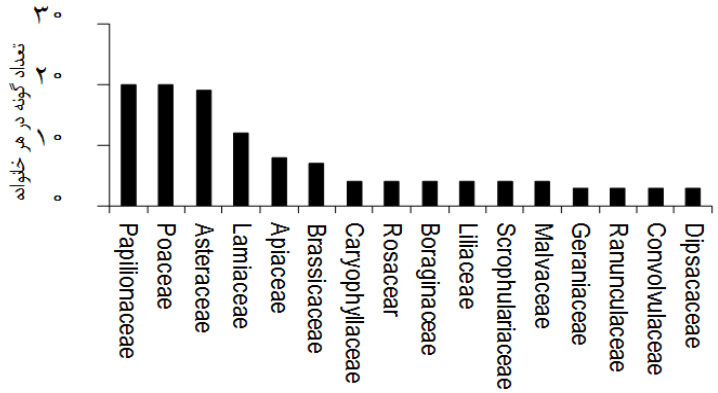
n فراوانی کل (مجموع فراوانی نسبی) و f_i فراوانی نسبی هر گونه

ج) یکنواختی شانون- وینر $$Evenness = \frac{H}{\ln S(Richness)}$$

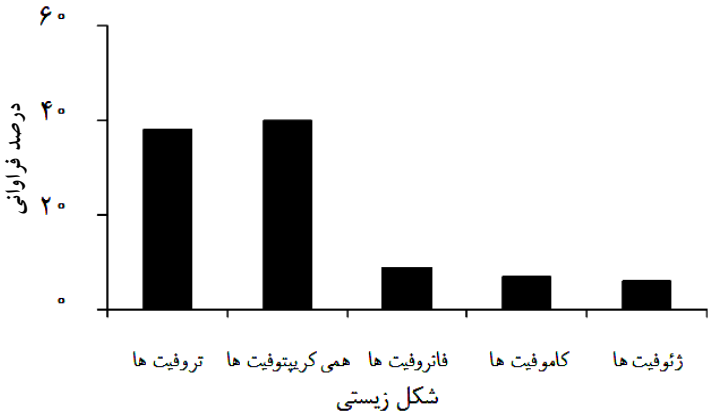
H تنوع شانون- وینر و S مقدار غنای گونه‌ای

د) غنای گونه‌ای $$R = S$$

S غنای گونه‌ای و R تعداد کل گونه‌های شمارش شده در این مطالعه تحلیل خوشه‌ای به‌منظور کاهش عامل ذهنیت در گسسته کردن گروه‌ها و تعیین گروه‌های اکولوژیک به‌کار گرفته شد. در این تحلیل برای اندازه‌گیری فاصله قطعات نمونه از روش سورنسون و به‌منظور ادغام گروه‌ها با یکدیگر از روش Flexible beta استفاده شد. پس از طبقه‌بندی قطعات نمونه، به‌منظور بررسی اختلاف گروه‌ها از نظر ترکیب گیاهی از آنالیز MRPP (Multi-Response Permutation Procedures) استفاده شد. در این تحلیل با تلفیق معیار وفور نسبی و فراوانی نسبی گونه‌های گیاهی مقادیر ارزش شاخص برای هر گونه در هر یک از گروه‌های طبقه‌بندی شده محاسبه می‌شود (۱۹). بر این اساس میزان تعلق گونه‌ها نسبت به یک گروه مشخص تعیین می‌شود. ارزیابی معنی‌دار بودن مقادیر ارزش شاخص نیز با استفاده از آزمون مونت‌کارلو به‌دست آمد (۲۴). بر این اساس گونه‌ای که دارای بیشترین ارزش شاخص در یک گروه باشد به‌عنوان گونه شاخص آن گروه یا اجتماع گیاهی معرفی می‌شود. آنالیز CCA (Canonical Correspondence Analysis) یا تجزیه و تحلیل تطبیقی متعارف به‌عنوان یکی از کارآمدترین روش‌های رسته‌بندی مستقیم برای بررسی روابط میان گونه‌ها و عوامل محیطی استفاده شد (۱۱ و ۲۲). پس از تعیین شاخص‌های تنوع گونه‌ای، فیزیوگرافی و مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف، از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه اختلاف مقادیر مشخصه‌های مربوطه



شکل ۳. فراوانی گونه‌های متعلق به هر خانواده گیاهی



شکل ۴. درصد فراوانی اشکال زیستی گونه‌های گیاهی

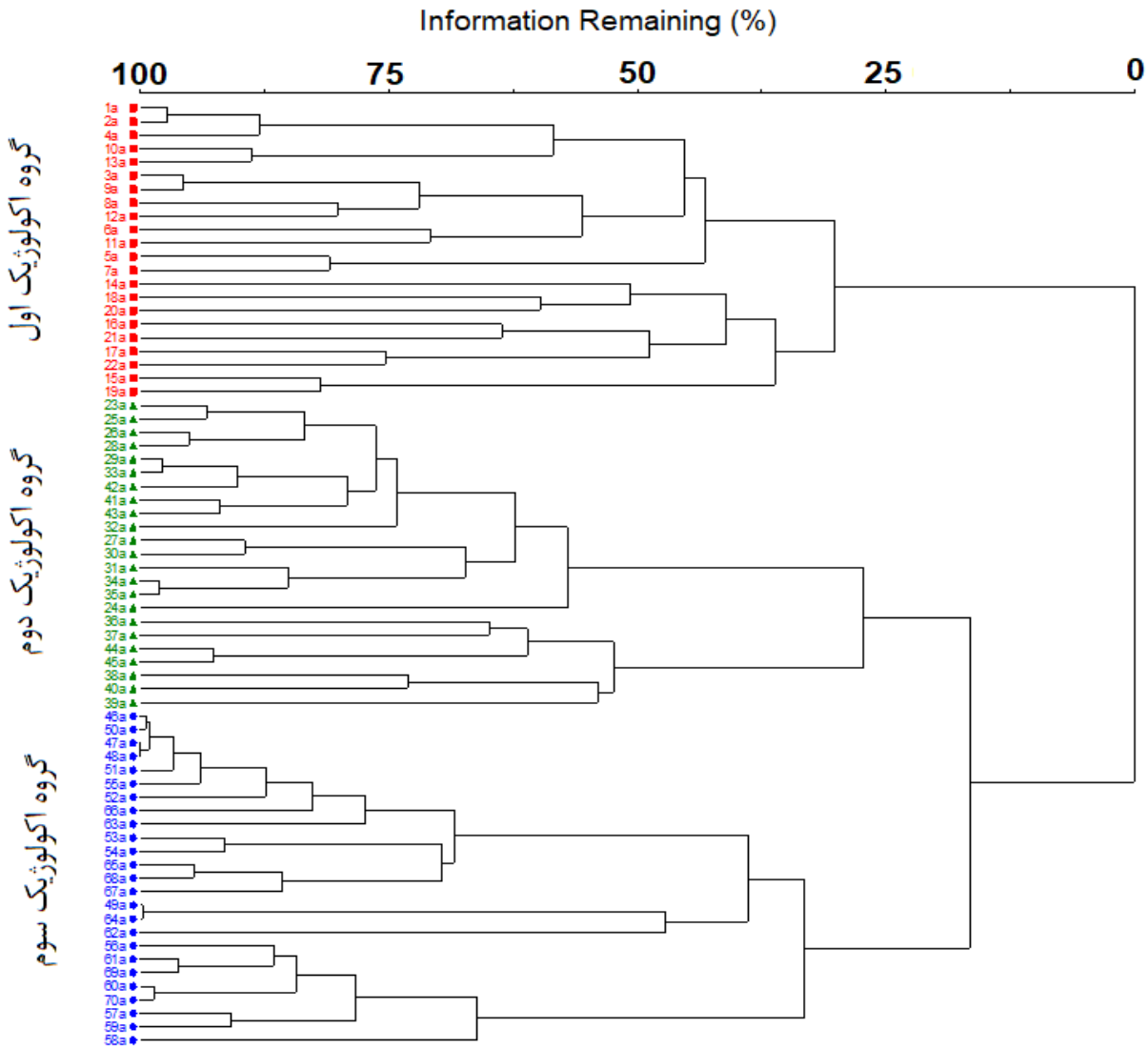
در سطح احتمال ۹۵ درصد محاسبه و به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد. در این مطالعه تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ و PC- ORD نسخه ۴ انجام شد.

نتایج

نتایج حاصل از بررسی نشان می‌دهد در این منطقه تعداد ۱۵۴ گونه گیاهی متعلق به ۱۰۶ جنس و ۳۸ تیره از گیاهان آوندی، حضور دارند. در این مطالعه، خانواده‌های گیاهی Papilionaceae (۲۰ گونه)، Poaceae (۲۰ گونه)، Asteraceae (۱۹ گونه) و Lamiaceae با ۱۲ گونه پرجمعیت‌ترین خانواده‌های این منطقه محسوب شده و در مجموع ۴۶/۱ درصد از کل گونه‌های گیاهی این منطقه را شامل می‌شوند (شکل ۳). همچنین طبقه‌بندی شکل‌های زیستی گیاهان نیز به‌روش رانکایر نشان داد که همی‌کریپتوفیت‌ها و تروفیت‌ها شکل زیستی غالب منطقه هستند (شکل ۴).

دندروگرام حاصل از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای براساس حضور و عدم حضور گونه‌ها، قطعات نمونه را به سه گروه تقسیم‌بندی کرد که هر یک به‌ترتیب شامل ۲۵، ۲۳ و ۲۲ قطعه نمونه هستند. گروه اکولوژیک اول معرف پایین‌بند (۱۵۰۰–۱۲۰۰ متر)، گروه دوم معرف میان‌بند (۱۸۰۰–۱۵۰۰ متر) و گروه سوم معرف بالابند (بیش از ۱۸۰۰ متر از سطح دریا) است (شکل ۵).

پس از طبقه‌بندی قطعات نمونه حاصل از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، با استفاده از آنالیز MRPP گروه‌های تفکیک شده



شکل ۵. دندروگرام حاصل از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای قطعات نمونه

جدول ۱. نتایج مقایسات چندگانه MRPP براساس ترکیب عناصر رویشی

گروه‌ها	آماره T	دلتای مشاهده شده	دلتای مورد انتظار	آماره A	P
اول و دوم	-۳۱/۲۹	۰/۲۲۵	۰/۴۳۱	۰/۴۷۶	۰/۰۰۱<
اول و سوم	-۳۰/۰۳	۰/۲۲۱	۰/۴۲۵	۰/۴۷۹	۰/۰۰۱<
دوم و سوم	-۳۱/۱	۰/۲۰۸	۰/۳۶۷	۰/۴۳۲	۰/۰۰۱<

به‌صورت جفتی براساس ترکیب گیاهی مورد آزمون قرار گرفتند (جدول ۱). این تحلیل نیز صحت تفکیک گروه‌های سه‌گانه را تأیید کرد.

بر اساس تجزیه تحلیل گونه‌های معرف، گونه‌های *Agropyrom trichophorum*، *Hordeum bulbosum* و *Aegilops triuncialis* به‌ترتیب با مقدار ارزش معرف ۹۵، ۹۸ و ۹۴ در گروه اول و گونه‌های *Bromus tectorum*، *Salvia macrosiphon* و *Bromus danthonia* به‌ترتیب با

جدول ۲. گونه‌های شاخص گروه گونه‌های اکولوژیک

ردیف	گونه‌های گیاهی	ارزش معرف در هر گروه			سطح معنی‌داری آزمون مونت‌کارلو
		گروه اول	گروه دوم	گروه سوم	
۱	*Agropyron trichophorum*	۹۵	۱	۲	۰/۰۰۱
۲	*Artemisia aucheri*	۲	۲	۹۶	۰/۰۰۱
۳	*Artemisia haussknechtii*	۱	۰	۹۷	۰/۰۰۱
۴	*Astragalus fasciculifolius*	۴	۰	۹۸	۰/۰۰۱
۵	*Astragalus adscendens*	۳	۱	۷۵	۰/۰۰۱
۶	*Astragalus gossypinus*	۰	۰	۹۸	۰/۰۰۱
۷	*Astragalus sieberi*	۸	۶	۶۰	۰/۰۰۱
۸	*Bromus danthonia*	۲	۹۴	۱	۰/۰۰۱
۹	*Bromus tectorum*	۱	۹۸	۱	۰/۰۰۱
۱۰	*Campanula cecilii*	۰	۲۶	۱	۰/۰۰۴
۱۱	*Campanula perpusilla*	۰	۶۰	۴۰	۰/۰۰۹
۱۲	*Centaurea pabotii*	۰	۳۲	۷	۰/۰۰۳
۱۳	*Gundelia tournefortii*	۵	۶۳	۳۳	۰/۰۰۱
۱۴	*Hordeum bulbosum*	۹۸	۱	۰	۰/۰۰۹
۱۵	*Nepeta persica*	۰	۲۵	۴	
۱۶	*Phlomis persica*	۱	۱	۹۵	۰/۰۰۱
۱۷	*Pistacia atlantica*	۵۱	۱۲	۱۲	۰/۰۰۹
۱۸	*Pterocephalus brevis*	۰	۰	۱۸	۰/۰۰۹
۱۹	*Quercus brantii*	۳۸	۳۶	۲۵	۰/۰۰۲
۲۰	*Rhamnus persica*	۳۵	۶	۳	۰/۰۰۲
۲۱	*Salvia macrosiphon*	۱	۹۵	۱	۰/۰۰۱
۲۲	*Stachys lavandulifolia*	۰	۰	۱۸	۰/۰۰۴
۲۳	*Acer monspessulanum*	۰	۱	۵۲	۰/۰۰۱
۲۴	*Anthemis persica*	۱	۳۷	۳	۰/۰۰۱
۲۵	*Astragalus cephalanthus*	۲	۱	۸۰	۰/۰۰۱
۲۶	*Festuca ovina*	۳	۲۶	۰	۰/۰۰۷
۲۷	*Crataegus azarolus*	۴	۶	۸۶	۰/۰۰۱
۲۸	*Aegilops triuncialis*	۹۴	۱	۲	۰/۰۰۱

گونه‌های شاخص هر گروه با بالاترین ارزش شاخص با خط زیر مشخص شده است

مقدار ارزش معرف ۹۸، ۹۵ و ۹۴ در گروه دوم و گونه‌های *Artemisia haussknechtii*، *Astragalus gossypinus*، *Phlomis persica* و *Artemisia aucheri* به‌ترتیب با مقدار ارزش معرف ۹۷، ۹۸، ۹۵ و ۹۶ گونه‌های معرف گروه سوم شناخته شدند. پس از محاسبه ارزش معرف گونه‌های گیاهی در گروه‌های مختلف، حداکثر ارزش معرف هر گونه از لحاظ آماری با روش مونت‌کارلو مورد آزمون قرار گرفت که نتایج این آزمون در سطح یک درصد معنی‌دار بودن حداکثر ارزش معرف گونه‌ها را نشان داد (جدول ۲).

روابط بین عوامل محیطی و پوشش گیاهی با استفاده از آنالیز CCA بررسی شد. در این آنالیز از محورهای اول و دوم CCA

جدول ۳. نتایج همبستگی پیرسون بین مشخصه‌های محیطی و محورهای اول و دوم CCA

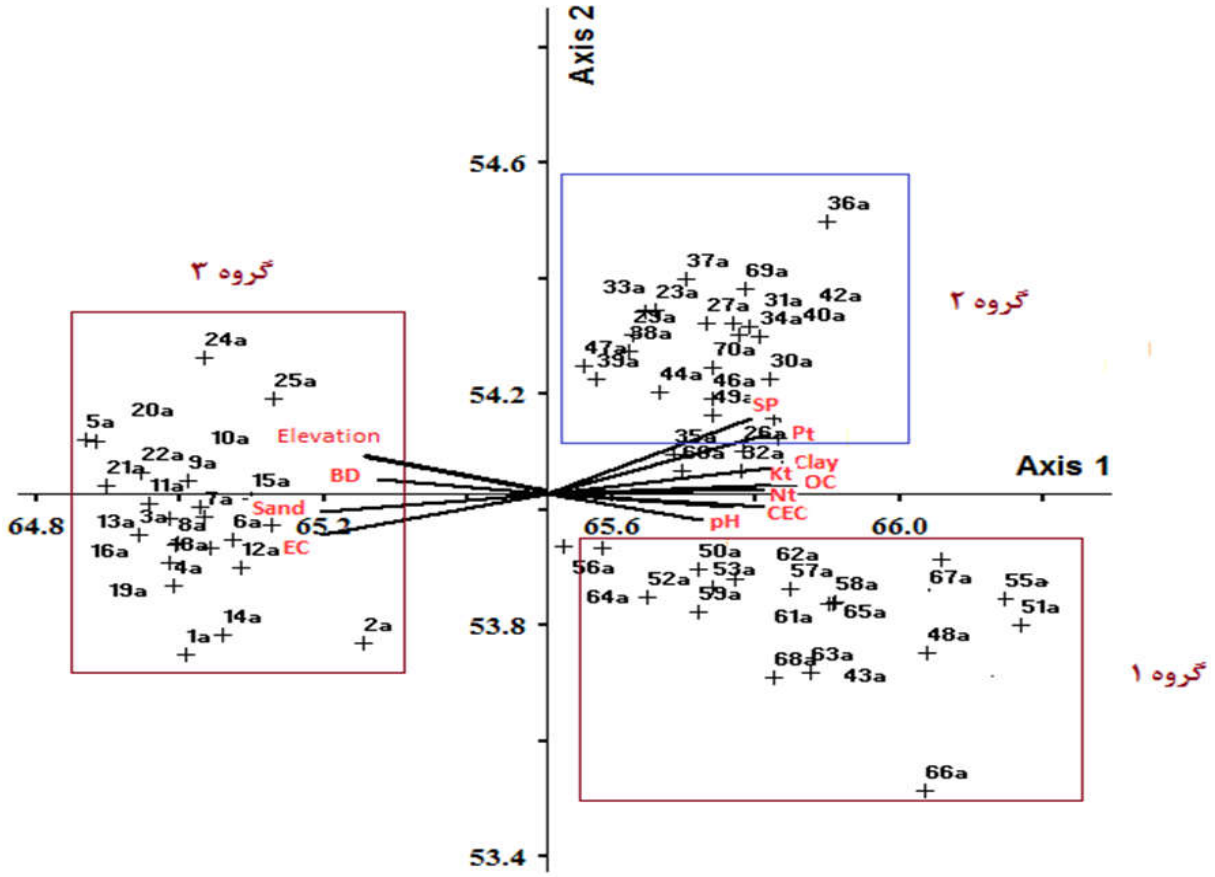
متغیرهای محیطی	محور اول	محور دوم
اسیدیته (1:1 H_2O)	۰/ ۴۹۶*	−۰/۱۸۶ ^{ns}
هدایت الکتریکی (dsm/m)	−۰/۸۴۹**	−۰/۲۹۲ ^{ns}
رطوبت اشباع (درصد)	۰/۷۴۴**	۰/۵۵۲*
رس (درصد)	۰/۸۹۰**	۰/۲۳۰ ^{ns}
شن (درصد)	−۰/۷۴۸**	−۰/۱۲۶ ^{ns}
سیلت (درصد)	−۰/ ۲۳۵ ^{ns}	−۰/۲۰۳ ^{ns}
وزن مخصوص ظاهری ($gr\ cm^{-3}$)	−۰/۶۳۷**	۰/۱۱۴^{ns}
کربن آلی (درصد)	۰/۸۰۱**	۰/۰۴ ^{ns}
نیتروژن کل (درصد)	۰/۸۳۴**	۰/۰۹ ^{ns}
پتاسیم کل ($mg\ kg^{-1}$)	۰/۹۳۲**	−۰/۱۱۳ ^{ns}
فسفر کل ($mg\ kg^{-1}$)	۰/۸۰۵**	۰/۴۳۲*
ظرفیت تبادل کاتیونی (cmol/kg)	۰/۶۸۸**	−۰/۰۸ ^{ns}
ارتفاع از سطح دریا (متر)	−۰/۶۱۱**	۰/۱۴۲ ^{ns}
مقادیر ویژه	۰/۳۲۱	۰/۲۵۶
درصد تبیین واریانس	۷۲/۴	۱۳/۳

**معنی‌داری در سطح خطای ۰/۰۱، *معنی‌داری در سطح خطای ۰/۰۵، **ns** عدم معنی‌داری

به‌دلیل دارا بودن بالاترین مقدار ویژه به‌ترتیب ۰/۳۲۱ و ۰/۲۵۶ و همچنین ۷۳/۴ و ۱۳/۳ درصد واریانس جهت نشان دادن همبستگی استفاده شد (جدول ۳). رسته‌بندی گونه‌های گیاهی حاصل از تجزیه و تحلیل CCA در شکل‌های ۶ و ۷ نمایش داده شده است. تحلیل همبستگی انجام شده نشان داد بیش از ۸۰ درصد از قطعات نمونه گروه اول مربوط به ارتفاع ۱۵۰۰–۱۲۰۰ متر از سطح دریا بوده که با محور یک همبستگی مثبت دارد. اسدیته، ازت کل، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد ماده آلی و رس بالا مهم‌ترین خصوصیات ادافیکی در تشکیل این گروه هستند. گونه‌های *Hordeum bulbosum*، *Agropyrom trichophorum* و *Aegilops triuncialis* از جمله گونه‌های گیاهی شاخص این گروه محسوب می‌شوند. گروه دوم در بالای گروه اول قرار گرفته و با محور اول و دوم همبستگی مثبت دارد. اکثر قطعات نمونه این گروه مربوط به ارتفاع ۱۸۰۰–۱۵۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد.

مشخصه‌های درصد ماده آلی، رس، پتاسیم، فسفر و ازت کل از جمله مهم‌ترین عوامل در تشکیل این گروه هستند. گونه‌های *Bromus tectorum*، *Salvia macrosiphon* و *Bromus danthonia* از گونه‌های گیاهی شاخص این گروه اکولوژیک محسوب می‌شوند. گروه سوم در نقطه مقابل گروه اول و دوم قرار گرفته است. این گروه که بیشتر قطعات نمونه آن در حدود ارتفاع بیش از ۱۸۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته با مشخصه‌های ارتفاع از سطح دریا، هدایت الکتریکی، وزن مخصوص ظاهری و درصد شن همبستگی بالایی نشان می‌دهد. گونه‌های *Artemisia haussknechtii*، *Astragalus gossypinus*، *Phlomis persica* و *Artemisia aucheri* از گونه‌های شاخص این گروه محسوب می‌شوند.

نتایج آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) نشان داد که بین گروه‌ها از نظر اسیدیته، شوری، رطوبت اشباع، درصد



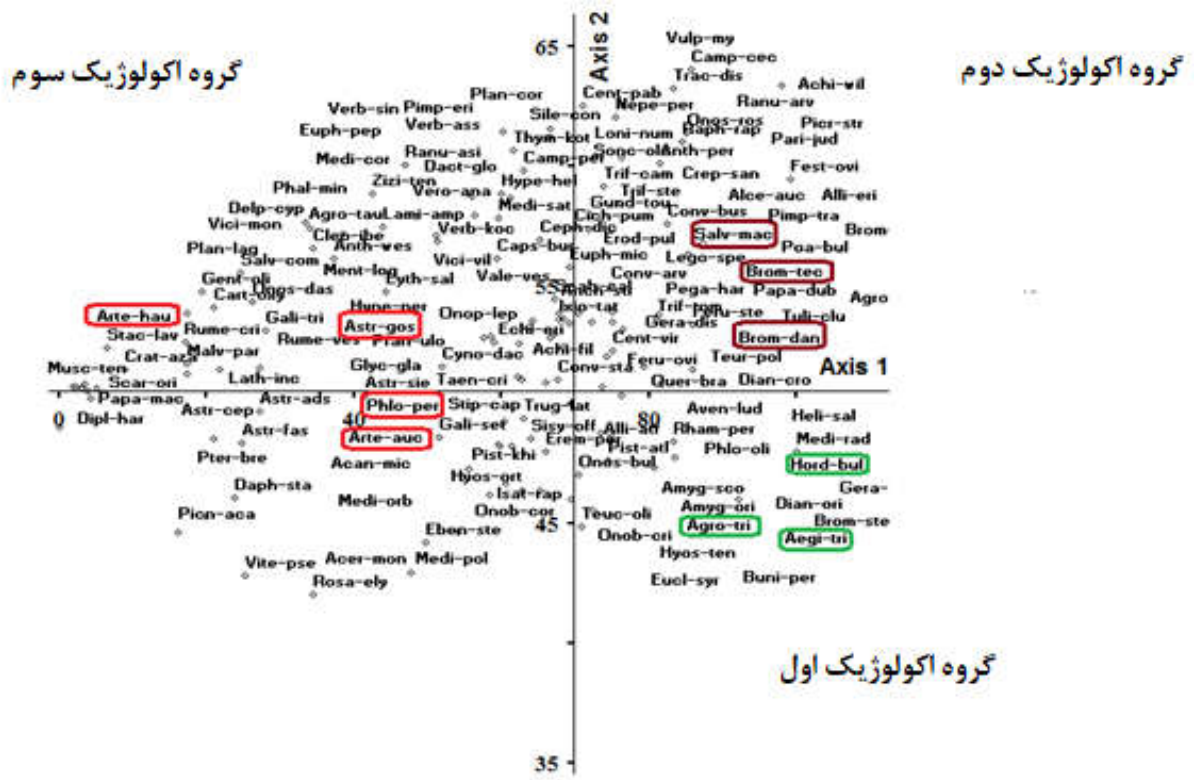
شکل ۶. رسته‌بندی قطعات نمونه حاصل از تجزیه و تحلیل CCA (SP: درصد رطوبت اشباع، pH: اسیدیته، Pt: فسفر کل، Kt: پتاسیم کل، Nt: نیتروژن کل، OC: کربن آلی، CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی، EC: شوری، Clay: رس، Sand: شن،BD : وزن مخصوص ظاهری، Elevation: ارتفاع از سطح دریا) (رنگی در نسخه الکترونیکی)

رس، سیلت و شن، وزن مخصوص ظاهری، درصد کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم کل، ظرفیت تبادل کاتیونی و ارتفاع از سطح دریا اختلاف معنی‌داری وجود دارد و شیب بین گروه گونه‌های اکولوژیک اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. نتایج مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن نشان داد که اسیدیته، درصد رس، درصد کربن آلی، نیتروژن و پتاسیم کل در گروه‌های سوم و دوم بیشتر از گروه اول است. شوری، درصد سیلت، درصد شن و وزن مخصوص ظاهری هم در گروه اول بیشتر از سایر گروه گونه‌های اکولوژیک است (جدول ۴).

پس از محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهی در قطعات نمونه مورد مطالعه، میانگین این شاخص‌ها به تفکیک در گروه گونه‌های اکولوژیک تشکیل شده براورد شد. نتایج آنالیز تجزیه واریانس یک‌طرفه این شاخص‌ها در جدول ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بین میانگین شاخص‌ها در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. براساس آزمون مقایسه میانگین‌ها تمام شاخص‌های تنوع گونه‌ای مورد بررسی در گروه اول بیشترین مقدار را داشتند و مقدار آنها در گروه دوم و سوم کاهش معنی‌داری داشت. لازم به ذکر است که یکنواختی بین گروه دوم و سوم اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵).

بحث

در این مطالعه ۱۵۴ گونه گیاهی متعلق به ۱۰۶ جنس و ۳۸ تیره



شکل ۷. رسته‌بندی گونه‌های گیاهی حاصل از تجزیه و تحلیل CCA (رنگی در نسخه الکترونیکی)

جدول ۴. مقایسه میانگین متغیرهای محیطی بین گروه گونه‌های اکولوژیک براساس آزمون دانکن

متغیرها	گروه اکولوژیک ۱	گروه اکولوژیک ۲	گروه اکولوژیک ۳	سطح معنی‌داری
	میانگین ± اشتباه معیار			
اسیدیته (1:1 H_2O)	۷/۲۳ (±۰/۰۱) ^{c}	۷/۴۳ (±۰/۰۳) b	۷/۴۳ (±۰/۰۳) a	۰/۰۰۰ **
شوری ($dS\ m^{-1}$)	۰/۸۹ (±۰/۰۱) ^{a}	۰/۳۶(±۰/۰۱) b	۰/۲۹ (±۰/۰۲) ^{c}	۰/۰۰۰ **
رطوبت اشباع (٪)	۲۸(±۰/۸) ^{c}	۶۰/۹۱ (±۱/۳) ^{a}	۴۶/۹۱ (±۲) b	۰/۰۰۱ **
رس (٪)	۱۸/۳ (±۱/۲) ^{b}	۳۹±(۰/۶) ^{a}	۳۷/۳ (±۰/۷) ^{a}	۰/۰۰۳ **
سیلت (٪)	۳۸(±۱/۲) ^{a}	۳۴/۷±(۰/۶) ^{b}	۳۴/۹ (±۰/۷) ^{b}	۰/۰۳ *
شن (٪)	۴۳/۵۴ (±۱/۴) ^{a}	۲۶/۲۱±(۰/۹) ^{b}	۲۷/۷ (±۰/۹) ^{b}	۰/۰۰۰ **
وزن مخصوص ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	۱/۹ (±/۰۴) ^{a}	۱/۶ (±۰/۰۲) ^{b}	۱/۴ (±۰/۰۱) ^{c}	۰/۰۰۴ **
ماده آلی (٪)	۱/۳ (±۰/۰۳) ^{c}	۲/۳±(۰/۰۲) ^{b}	۲/۵ (±۰/۱) ^{a}	۰/۰۰۱ **
ازت کل (٪)	۰/۱۳ (±۰/۰۶) ^{c}	۲/۹ (±۰/۰۵) ^{b}	۳/۴ (±۰/۱۱) ^{a}	۰/۰۰۰ **
فسفر کل (mg kg-1)	۳۷۱/۳ (±۰/۶) ^{c}	۶۰۵/۲۳(±۶) ^{a}	۵۵۴/۱۵ (±۱۰) ^{b}	۰/۰۰۱ **
پتاسیم کل (mg kg-1)	۲۱۷۰/۱۱ (±۴۱) ^{b}	۳۱۸۸/۱۳(±۷۳) ^{a}	۳۳۰۵ (±۷۵) ^{a}	۰/۰۰۰ **
ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol\ kg^{-1}$)	۱/۴ (±۰/۶) ^{a}	۱/۸(±۰/۶) ^{b}	۲/۲ (±۰/۶) ^{c}	۰/۰۰۰ **
شیب (٪)	۶۲(±۵)	۶۰(±۷)	۵۹ (±۴) ^{c}	۰/ ۲ ns
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۱۴۹۰ (±۱۹۵)	۱۶۷۰ (±۱۸۸)	۱۸۲۰ (±۲۶۵)	۰/۰۰۰ **

** معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ ، * معنی‌داری در سطح ۰/۰۵، ns عدم معنی‌داری؛ حروف غیرهمسان بیانگر وجود اختلاف میانگین مقادیر عوامل مورد بررسی بین مناطق است.

جدول ۵. نتایج آنالیز تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهی

شاخص تنوع	df	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
تنوع سیمپسون	۲	۰/۱۱	۰/۰۵۶	۱۰۶/۷۶	۰/۰۰۱ **
تنوع شانون- وینر	۲	۸/۷۹	۴/۳۹۷	۳۷۸/۳۶	۰/۰۰۲ **
یکنواختی- شانون وینر	۲	۰/۰۹	۰/۰۴۵	۱۴۴/۶۹	۰/۰۰۰ **
غنای گونه‌ای	۲	۵۰۰۷/۰۸	۲۵۰۳/۵۴	۱۱۴/۳	۰/۰۰۱ **

** معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ است.

جدول ۶. نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهی براساس آزمون دانکن (میانگین± اشتباه معیار)

شاخص تنوع	گروه اول	گروه دوم	گروه سوم
تنوع سیمپسون	۰/۷۸±۰/۰۷ a	۰/۶۶±۰/۰۶ b	۰/۵۱±۰/۰۳ c
تنوع شانون- وینر	۲/۶±۰/۲۰ a	۲/۱±۰/۱۷ b	۱/۵۱±۰/۱۳ c
یکنواختی- شانون وینر	۰/۶۱±۰/۰۴ a	۰/۵۱±۰/۰۵ b	۰/۴۹±۰/۰۲ b
غنای گونه‌ای	۵۳±۶/۷ a	۴۰±۷/۴ b	۳۲±۴/۳ c

حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار است.

از گیاهان آوندی شناسایی شدند که حضور این تعداد گونه گیاهی در عرصه‌ای به مساحت تقریبی ۲۱۶ هکتار با توجه به موقعیت جغرافیایی منطقه بسیار درخور توجه است. طیف زیستی غالب منطقه نشانگر فلور تیپیک جنگلی است که در آن درصد حضور همی‌کریپتوفیت‌ها بالاست (۱). دلیل این امر ناشی از سپری کردن فصل سرما توسط جوانه‌های تجدیدکننده حیات در این گیاهان در سطح خاک و در میان لاشبرگ‌ها و برف‌های زمستانی می‌تواند باشد که با توجه به شروع زود هنگام بارش برف در ارتفاعات منطقه توجیه‌پذیر است (۲). تشخیص و تفکیک اجتماعات گیاهی با تمرکز بر پراکنش، ترکیب و طبقه‌بندی جوامع گیاهی قلب علم پوشش گیاهی است (۲۳). همان‌طور که در بخش نتایج تجزیه و تحلیل خوشه‌ای ملاحظه شد، درصورتی که سه گروه از قطعات نمونه انتخاب شوند قطعات نمونه هر گروه از جهت شرایط فلورستیکی دارای بیشترین شباهت در بین خود و کمترین شباهت را نسبت به قطعات نمونه سایر گروه‌ها خواهند داشت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که روش تجزیه و تحلیل گونه‌های معرف به همراه آزمون مونت‌کارلو می‌تواند به‌عنوان یک روش کمی مناسب برای انتخاب تعداد بهینه گروه‌ها در روش‌های مختلف طبقه‌بندی رویشگاه به‌کار گرفته شود. طبقه‌بندی پوشش‌گیاهی با به‌کارگیری روش‌های یاد شده منجر به تفکیک سه گروه اکولوژیک در منطقه مورد مطالعه می‌شود. مناطق پایین‌بند، میان‌بند و بالابند هر کدام تشکیل یک گروه اکولوژیک مجزا داده‌اند. تجزیه و تحلیل MRPP مشخص کرد که گروه‌های تشکیل شده از نظر ترکیب عناصر رویشی دارای اختلاف معنی‌داری هستند. همچنین مشخص شد مناطق پایین‌بند و میان‌بند نسبت به بالابند به‌دلیل بزرگ‌تر بودن آماره T در آنها دارای کمترین اختلاف بوده که این نتیجه دور از انتظار نبود. اما مناطق پایین‌بند و بالابند نسبت به میان‌بند به‌دلیل کوچکتر بودن آماره T در آنها دارای اختلاف بیشتری هستند. این مطلب بیانگر این نکته است که با افزایش ارتفاع در منطقه مورد مطالعه ترکیب پوشش گیاهی تغییرات چشمگیری کرده است و این تغییر با طبقات ارتفاع از سطح دریا انطباق دارد. گونه‌های *Agropyrom trichophorum*، *Hordeum bulbosum*

و *Aegilops triuncialis* از جمله گونه‌های گیاهی شاخص گروه اول محسوب می‌شوند. گروه دوم در بالای گروه اول قرار گرفته و با محور اول و دوم همبستگی مثبت دارد. اکثر قطعات نمونه این گروه مربوط به ارتفاع ۱۸۰۰-۱۵۰۰ متر از سطح دریا است. مشخصه‌های درصد کربن آلی، رس، پتاسیم، فسفر و نیتروژن کل از جمله مهم‌ترین عوامل در تشکیل این گروه هستند. ماده آلی و نیتروژن کل از خصوصیات مهم خاک در رشد و پراکنش گونه‌های گیاهی هستند (۱۸). گونه‌های گیاهی *Bromus danthonia* و *Salvia macrosiphon*، *Bromustectorum* از جمله گونه‌های شاخص گروه اکولوژیک دوم محسوب می‌شوند. بیشتر گونه‌های گیاهی متعلق به این دو گروه اکولوژیک، از جمله گونه‌های علفی و تروفیت‌هایی با بذر ریز هستند. چنین گونه‌هایی با توجه به بذر ریز در خاک‌های با فشردگی کم و ماده آلی بالا در فصل بذرافشانی می‌توانند بهتر در خاک نفوذ کنند و در فصل رویش در رویشگاه استقرار پیدا کنند. گونه‌های شاخص گروه‌های اول و دوم که مربوط به رویشگاه‌هایی با خاک حاصل‌خیز و ارتفاعات پایین‌بند و میان‌بند هستند؛ حضور این گونه‌ها در مطالعات دیگر در ناحیه رویشی زاگرس مورد تأیید قرار گرفته‌اند (۱۳). گروه سوم در نقطه مقابل گروه اول و دوم قرار گرفته است. این گروه که بیشتر قطعات نمونه آن در حدود ارتفاع بیش از ۱۸۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته با مشخصه‌های ارتفاع از سطح دریا، هدایت الکتریکی، وزن مخصوص ظاهری و درصد شن همبستگی بالایی نشان می‌دهد. گونه‌های *haussknechtii Artemisia*، *Astragalus gossypinus*، *Phlomis persica* و *Artemisia aucheri* شاخص این گروه محسوب می‌شوند. بیشتر گونه‌های گروه سوم به‌خصوص گونه‌های شاخص که بیشتر سطح رویشگاه را در ارتفاعات بالا به‌خود اختصاص داده‌اند جزء گونه‌های مقاوم در برابر شرایط سخت رویشگاهی هستند. این گونه‌ها در مطالعات روی خاک‌های سنگلاخی و شرایط سخت محیطی گزارش شده‌اند (۵). ریشه نفوذی و عمیق از دلایل اصلی حضور این گونه‌ها در شرایط یاد شده است (۸). متغیر ارتفاع از سطح دریا بر پراکنش پوشش گیاهی و تشکیل گروه گونه‌های اکولوژیک تأثیر بسزایی داشت. این متغیر با تأثیر و ایجاد تغییرات بر میزان درجه حرارت بر پراکنش گونه‌های مختلف گیاهی اثر می‌گذارد. جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی (۴)، نیز ارتفاع از سطح دریا را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده در جنگل‌های زاگرس می‌دانند (۴). مرادی و احمدی‌پور (۱۰) اظهار داشتند که عامل ارتفاع از سطح دریا از مؤثرترین عوامل تغییر پوشش گیاهی است (۱۰). همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که شیب روی ترکیب و پراکنش گیاهان تأثیر زیادی نداشته است، دلیل این مسئله احتمالاً یکنواختی شیب در منطقه مورد مطالعه است. همچنین نتایج حاکی از آن است که وزن مخصوص ظاهری در تفکیک گروه‌های گیاهی و پراکنش گونه‌ها مؤثر است. باجتالا نشان داد که وزن مخصوص ظاهری بر میزان رطوبت خاک و درنتیجه پراکنش گونه‌های گیاهی مؤثر است (۱۶). نتایج این مطالعه نشان داد، رویشگاه‌هایی که میزان مواد آلی خاک بیشتر است (گروه‌های اول و دوم)، pH پایین‌تر و خاک اسیدی‌تر دارند. اسیدیته از عوامل مهم در پراکنش و استقرار جوامع گیاهی است (۶). علت بالا بودن میزان پتاسیم در گروه‌های اول و دوم می‌تواند در اثر بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی این گروه‌ها باشد که این مسئله خود ناشی از بالا بودن میزان مواد آلی و ذرات رس در خاک این گروه‌ها است. در مطالعات مشابه فسفر، پتاسیم و نیتروژن از عوامل مهم در پراکنش و تفکیک جوامع گیاهی معرفی شده‌اند (۶ و ۲۸). رس در تشکیل گروه‌های اول و دوم منطقه اثر مثبت داشته است. درحقیقت، رس خاک از طریق تشکیل کمپلکس‌های آلی- معدنی و جذب سطحی مواد هوموسی، ماده آلی را در خاک حفظ می‌کند (۹). در کل براساس نتایج می‌توان اذعان کرد که تنوع گونه‌ای در گروه‌ها بیشتر تحت تأثیر غنای گونه‌ای بوده است. همچنین یکنواختی اثر چندانی بر تنوع گونه‌ای نداشته است. مهم‌ترین عوامل بوم‌شناختی مؤثر در شکل‌دهی تنوع گونه‌ای، غنا و یکنواختی آنها در اکوسیستم، ارتفاع از سطح دریا است. با بررسی شاخص

تنوع و غنا مشخص شد که گروه سوم که در دامنه ارتفاعی بالاتری قرار داشت، تنوع کمتری نسبت به گروه‌های اول و دوم دارا بود. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، مهدوی و همکاران (۱۲) با بررسی تنوع زیستی و غنای گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی و فیزیکی- شیمیایی خاک در منطقه حفاظت شده کبیرکوه زاگرس بیان کردند که تنوع گونه‌ای با ارتفاع از سطح دریا و شوری خاک همبستگی منفی و با ماده آلی، نیتروژن همبستگی مثبت دارد که نتایج حاصل از این مطالعه نیز مؤید این مطلب است (۱۲).

منابع مورد استفاده

۱. آتشگاهی، ز.، ح. اجتهادی و ح. زارع. ۱۳۸۸. معرفی فلور، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان در جنگل‌های شرق دودانگه ساری، استان مازندران. *مجله زیست شناسی ایران* ۲۲(۲): ۲۰۳-۱۹۳.

۲. اردکانی، م. ۱۳۸۵. اکولوژی عمومی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هفتم، ۳۴۰ ص.

۳. پوربابایی، ح.، م. حیدری و ع. صالحی. ۱۳۸۹. گروه گونه‌های اکولوژیک در رابطه با عوامل محیطی در جنگل‌های منطقه قلارنگ استان ایلام. *مجله زیست شناسی ایران* ۲۳(۴): ۵۱۹-۵۰۸.

۴. جزیره‌ای، م. ح. و م. ابراهیمی رستاقی. ۱۳۸۲. جنگل‌شناسی زاگرس، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۶۰ ص.

۵. جوری، م .ح.، د. پاتیل و ر. گاوالی. ۱۳۹۰. بررسی بیوکلیما در اکوسیستم‌های مراتع کوهستانی البرز شمالی با استفاده از روش رسته‌بندی. *مجله علمی پژوهشی مرتع* ۵ (۱): ۱۸-۹.

۶. زاهدی‌امیری، ق. و س. محمد لیمائی. ۱۳۸۱. ارتباط بین گروه‌های اکولوژیک گیاهی در اشکوب علفی با عوامل رویشگاهی (مطالعه موردی: جنگل‌های میان‌بند نکا). *مجله منابع طبیعی ایران* ۵۵ :۳۵۳-۳۴۱.

۷. سهرابی، ه. ۱۳۸۳. تحلیل واحدهای اکوسیستمی منطقه رویش مازودار. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، ۶۴ ص.

۸. شریفی‌نیارق، ج.، ا. ع. شاهمرادی و ع. ا. ایمانی. ۱۳۸۹. بررسی برخی از خصوصیات اکولوژیکی گونه گون‌علفی (*Astragalus brachyodontus*) در مراتع اردبیل. *تحقیقات مرتع و بیابان ایران* ۱۷(۲): ۲۳۳-۲۲۱.

۹. صادقی، س. و س. ع. ابطحی. ۱۳۸۲. تأثیر برخی از عوامل خاکی و اقلیمی مؤثر بر تشکیل مالی‌سولها در منطقه دشت روم استان کهگیلویه و بویر احمد. علوم خاک و آب ۱۷(۱): ۹۶-۹۰.

۱۰. مرادی، ح. ر. و ش. احمدی‌پور. ۱۳۸۵. بررسی نقش مورفولوژی و خاک بر پوشش گیاهی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: بخشی از مراتع حوضه واز). *پژوهش‌های جغرافیایی* ۳۸(۵۸): ۳۲-۱۷.

۱۱. مصداقی، م. ۱۳۸۰. توصیف و تحلیل پوشش گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۸۸ ص.

۱۲. مهدوی، ع.، م. حیدری و ج. اسحاقی‌راد. ۱۳۸۹. بررسی تنوع زیستی و غنای گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی و فیزیکوشیمیایی خاک در منطقه حفاظت شده کبیرکوه. *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران* ۱۸(۳ (پیاپی ۴۱)): ۴۳۶-۴۲۶.

۱۳. میرزایی، ج.، م. اکبری‌نیا، س. م. حسینی و ج. حسین‌زاده. ۱۳۸۵. بررسی اکولوژیکی رویشگاه جنگلی ارغوان در شمال ایلام. *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران* ۱۴(۴): ۳۸۱-۳۷۱.

14. Adel, M. N., H. Pourbabaei and D. C. Dey. 2014. Ecological species group-environmental factors relationships in unharvested beech forests in the north of Iran. *Ecological Engineering* 69: 1-7.

15. Archambullt, L., B. V. Barnes and J. A. Witter. 1989. Ecological species groups of oak ecosystem of southeastern

Michigan. *Forest Science* 35(4): 1058-1074.
16. Bajtala, M. J. 1999. Spatial patterns of duff consumption in Black spruce and Jack pine stands in the Boreal mixed wood forest. For the degree of Master of Science. National library of Canada.
17. Barnes, B. V., D. R. Zak and S. H. Spurr. 1998. Forest Ecology, John Wiley and Sons Inc, New York, 774 p.
18. Christine, J. S. and B. C. McCarthy. 2005. Relationship of understory diversity to soil nitrogen, topographic variation, and stand age in an eastern Oak forest, USA. *Forest Ecology and Management* 217(1): 230-243.
19. Dufrene, C. T. and C. T. Legender. 1997. The effect of logging and slash burning on soil structure. *Advances in Soil Science* 21(1): 444-447.
20. Heydari, M. and A. Mahdavi. 2009. The survey of plant species diversity and richness between ecological species groups (Zagros Ecosystem, Ilam). *Journal of Applied Sciences* 9(4): 745-751.
21. Jabeen, T. and S. S. Ahmad. 2009. Multivariate analysis of environmental and vegetation data of Ayub National Park Rawalpindi. *Soil and Environment* 28(2): 106-112.
22. Jangman, R. H. G., C. J. G. ter Break, and O. F. R. Van Tongeren. 1987. Data Analysis In. Community and Landscape Ecololgy, Pudoc, Wageningen, Jongman, pp. 91-212.
23. Kashina, D. M., B. V. Barnes and W. S. Walker. 2003. Ecological species groups of landform-level ecosystems dominated by Jack pine in northern lower Michigan, USA. *Plant Ecology* 166(1): 75-91.
24. Macune, B. and M. J. Mefford. 1999. PC-ORD for windows (software). Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 3.1. MjM Software, Gleneden Beach, OR, USA.
25. Maranon, T., R. Ajbilou, F. Ojeda and J. Arroya. 1999. Biodiversity of woody species in oak woodland of southern Spain and northern Morocco. *Forest Ecology and Management* 115(1): 147-156.
26. Merzaei, J., M. Heydari, and P. Bernard, 2017. Effects of vegetation patterns and environmental factors on woody regeneration in semi-arid oak-dominated forests of western Iran. *Journal of Arid Land* 9(3): 368-378.
27. Pourbabaei, H. and T. Haghgooy, 2012. Plant species diversity in the ecological species groups in the Kandelat Forest Park, Guilan, north of Iran. *Biodiversitas* 13: 7-12.
28. Salifu, K. F., M. A. Nicidemus, D. F. Jacobs and A. S. Davis. 2006. Evaluating chemical indices of growing media for nursery production of *Quercus rubur* seedlings. *Hort Science* 41(1): 1342-1346.
29. Sebastia, M. T. 2004. Role of topography and soils in grassland structuring at the landscape and community scales. *Basic and Applied Ecology* 5(1): 331-346.
30. Smith, F. 1996. Biological diversity, Ecosystem stability and economic development. *Ecological Economics* 16(1): 191-203.

Evaluation of Understory Plant Species Diversity in Relation to Some Environmental Factors in Imamzadeh Abdollah Baghmalek Forests

S. Attarroshan[1*] and M. Heydari[2]

(Received: March 29-2017; Accepted: Oct. 23-2018)

Abstract

This study aimed to investigate plant species diversity in the ecological species group in relation to the environmental factors. A study area of 216 ha in the southeast of Baghmalek on which seventy 20×20 m plots were established according to the random-systematic method was selected. Soil properties and physiographic factors were recorded at each plot. Herbaceous species composition was recorded using four 1×1 m subplots around the center of the main plot. A cluster analysis and a CCA analysis were undertaken and three ecological groups were identified. The results showed that pH, Nitrogen, cation exchange capacity, organic carbon and clay percentage were the most important factors of the first group, and the indicator species were, *Agropyrom trichophorum, Hordeum bulbosum, Aegilops triuncialis.* The second group with *Bromus tectorum, Salvia macrosiphon, Bromus danthonia* as indicator species could be correlated with clay, organic carbon, Potassium, Phosphorous, Nitrogen, values. Lastly, the third group, characterized by *Artemisia aucheri, Astragalus gossypinus, Phlomis persica, Artemisia haussknechtii* as the indicator species, could be correlated with the elevation percentage of sand, Bulk Density and EC. We also found that species diversity varied significantly among the groups, and it was the highest in the first group and the lowest in the third group. The results could, therefore, contribute to better evaluation of species diversity and management of the biodiversity.

Keywords: plant species diversity, ordination, richness, Khuzestan.

1. Dept. of Environ., Ahvaz branch, Islamic Azad Univ., Ahvaz, Iran.
2. Dept. of forest sci., Faculty of Agric., Ilam Univ., Ilam Iran.
*: Corresponding Author, Email: Sina_2934@yahoo.com