

بررسی عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش گروه‌های بوم‌شناختی گیاهی در پروفیل ارتفاعی مراتع مغان - سبلان

- ❖ سحر غفاری؛ دانش‌آموخته دکتري علوم مرتع، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.
- ❖ اردوان قربانی*؛ استاد گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.
- ❖ مهدی معمری؛ دانشیار گروه علوم گیاهی و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.
- ❖ رئوف مصطفی‌زاده؛ دانشیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.
- ❖ محمود بیدارلرد؛ استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران.
- ❖ آزاد کاکه‌ممی؛ دانشجوی دکتري علوم و مهندسی مرتع، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر عوامل پستی و بلندی، خاک، اقلیم و سنجه‌های سیمای سرزمین بر توزیع و پراکنش جوامع گیاهی در پروفیل ارتفاعی مراتع مغان - سبلان در استان اردبیل بوده است. برای بررسی و تعیین گروه‌های اکولوژیک ۸۴۰ پلات یک متر مربعی در ۲۸ سایت به صورت تصادفی-سیستماتیک برداشت شد و تراکم و درصد پوشش گونه‌های گیاهی ثبت شد. نمونه‌برداری خاک در هر سایت، از دو عمق ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد. با استفاده از آنالیز دو طرفه گونه‌های معرف (TWINSpan) پوشش گیاهی طبقه‌بندی شد و برای آزمون هم‌خطی و تعیین مؤثرترین عوامل محیطی از روش همبستگی و آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) و برای بررسی روابط پوشش گیاهی با عوامل محیطی از آنالیز تطبیقی متعارف (CCA) استفاده شد. با توجه به نتایج TWINSpan، چهار گروه گونه‌های اکولوژیک تفکیک شد. رابطه گونه-محیط برای محورهای CCA (و مقادیر ویژه آن‌ها) برای محورهای اول و دوم به ترتیب ۲۰/۸ (۰/۷۷) و ۳۸/۴ (۰/۶۵) به دست آمد. همبستگی گونه-محیط محاسبه شده توسط دو محور اول ۰/۹۵ و ۰/۹۶ است. گروه اکولوژیک اول در جهت معکوس گرادیان‌های ارتفاع، شیب، بارندگی و متوسط اندازه لکه و در امتداد گرادیان‌های اسیدیته، رس و رس قابل انتشار عمق اول، وزن مخصوص ظاهری، تراکم لبه و ضریب تغییرات اندازه لکه قرار گرفته است. گروه اکولوژیک دوم و سوم از لحاظ ترکیب گیاهی و شرایط محیطی در حد واسطه گروه‌های اکولوژیک اول و چهارم قرار دارند. این دو گروه در ارتفاعات میانی گسترش دارند. گروه اکولوژیک چهارم در انتهای گرادیان ارتفاع، بارندگی، شیب، متوسط اندازه لکه در جهت معکوس رس و رس قابل انتشار عمق اول قرار گرفته‌اند و مناطق ارتفاعی مرتفع و خاک‌های سبک را ترجیح می‌دهند.

کلید واژگان: گروه گونه‌های اکولوژیک، عوامل محیطی، آنالیز چند متغیره

۱. مقدمه

جوامع گیاهی به‌طور ذاتی دارای پویایی بوده و تغییر در عوامل محیطی مانند تغییرات خاک، اقلیم و پستی و بلندی این پویایی را دست‌خوش تغییرات می‌کنند [۱۵]، [۲۱]. محققان عوامل متعددی (زنده و غیرزنده) را که اساساً در تشکیل ساختار جامعه گیاهی مؤثرند، مورد مطالعه قرار داده‌اند. این عوامل به درک توزیع، ترکیب، تنوع گونه‌ها و جوامع گیاهی کمک می‌کنند [۱۶]. متغیرهای غیرزنده ویژگی‌های شناخته شده‌ای هستند که در هر دو بعد زمان و مکان بر روی جمعیت و جوامع گیاهی اثر گذارند [۲۳]. هر یک از این عوامل غیرزنده بسته به قوت یا ضعف خود تغییرات جوامع گیاهی را موجب شده‌اند که از آن به گرادیان یا شیب تغییرات محیطی یاد شده است [۸]. از طرفی فعالیت‌های انسانی به دلیل عدم توجه به محدودیت‌های زیست‌محیطی، بر سیمای محیط تأثیر گذار بوده و آثار زیست‌محیطی شدیدی بر روی اکوسیستم‌های طبیعی به‌جا می‌گذارد [۲]. لذا ضروری است، علاوه بر ناهمگنی‌های زیست‌محیطی، انسان را نیز به‌عنوان موجودی اثرگذار بر ساختار و عملکرد پوشش گیاهی مورد توجه قرار داد [۴]. با نمونه‌برداری و تحلیل در فواصل معین در امتداد گرادیان محیطی، می‌توان به مطالعه تغییرات پیوسته پوشش گیاهی در اثر عوامل محیطی پرداخت [۲۵]. ناهمگنی زیست‌محیطی معمولاً با افزایش تغییرات پستی و بلندی، به دلیل اثرگذاری بر خاک و اقلیم (مز و اقلیم، اختلالات طبیعی، شرایط خاک و یا شدت تأثیر انسان) که به‌صورت بالقوه ترکیب و تنوع گونه‌ای را تحت تأثیر قرار می‌دهد، افزایش می‌یابد [۵، ۳۴]. از آنجایی که عوامل محیطی باعث می‌شوند گیاهانی که نیازهای بوم‌شناسی یکسانی دارند در یک ناحیه مشاهده شوند و تشکیل جوامع گیاهی را بدهند [۱۶] چنین فرض می‌شود که گیاهانی که به‌طور مکرر با همدیگر در نواحی با ترکیب‌های مشابهی از رطوبت، خاک، مواد غذایی، نور و دیگر عوامل حضور می‌یابند، دارای نیازهای بوم‌شناسی یا

بردباری مشابهی دارند و در یک گروه دسته‌بندی می‌شوند. این گروه را به نام گروه گونه‌های بوم‌شناختی می‌خوانند [۹].

در تحقیقی [۳] در بررسی تیپ‌های گیاهی اصلی و تنوع گونه‌های گیاهی در طول یک شیب ارتفاعی با استفاده از روش آنالیز تطبیقی متعارفی در عربستان سعودی بیان داشتند که بین تنوع گیاهی با ارتفاع و جنبه‌های پستی و بلندی ارتباط وجود دارد و به نظر می‌رسد بیش‌تر تحت تأثیر دامنه‌های کوه باشد. هم‌چنین عواملی مانند مه، ارتفاع، شیب، جهت، رطوبت، خاک و پستی و بلندی با ترکیب گونه‌ای در ارتباط بوده است. تراکم گونه بیش‌تر تحت تأثیر ارتفاع بوده، به‌طوری که در ارتفاعات بالاتر تراکم گونه افزایش و با کاهش ارتفاع در دشت‌های ساحلی با کاهش بارندگی و افزایش درجه حرارت تراکم گونه کاهش نشان داده است. در تحقیقی دیگر [۲۲] در مطالعه جوامع و گونه‌های گیاهی در تعامل با عوامل خاکی و پستی و بلندی در کوه الوم منطقه سوات بیان داشتند ارتفاع، جهت و بافت خاک اثر قابل توجهی در ترکیب گونه و توزیع جوامع دارند. [۳۰] در مطالعه‌ای با استفاده از روش آنالیز تطبیقی متعارفی، ارتباط بین عوامل محیطی و پوشش در منطقه دیواندره کردستان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که مهم‌ترین خصوصیات پستی و بلندی و خاکی در این جوامع ازت، پتاسیم، کربن‌آلی، درصد ماده آلی، اسیدیته، درصد رطوبت اشباع، بافت خاک و هدایت الکتریکی، ارتفاع از سطح دریا، جهت و شیب است. [۲۸] در بررسی تغییرات شاخص‌های تنوع زیستی گروه گونه‌های اکولوژیک در امتداد گرادیان ارتفاعی جنگل‌های صلاح الدین کلا نوشهر بیان داشتند که عامل ارتفاع از سطح دریا می‌تواند به عنوان یک عامل محیطی مهم، نقش تعیین‌کننده‌ای در تغییرات شاخص‌های تنوع زیستی گروه گونه‌های اکولوژیک و تفکیک جوامع گیاهی و پراکنش آن‌ها در منطقه ایفا می‌کند.

شناخت چگونگی پاسخ گونه‌های گیاهی به متغیرهای

دسترسى باشند؛ ج) پرهیز از اثر حاشیة مناطق مسكونى، جاده‌ها، زمین‌های زراعى، مناطق تفریحى، پهنه‌های آبی، پرتگاه‌ها و ... انتخاب شوند؛ د) شیب کمتر از ۶۰ درصد داشته باشند؛ و ح) جهت شمالی باشند. با توجه به ضوابط فوق در امتداد گرادیان ارتفاعی مغان-سبلان بین ۱۰۰ تا ۳۳۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا (اراضی کمتر از ۱۰۰ متر ارتفاع، عمدتاً زمین‌های کشاورزی، مناطق مسكونى و صنعتی و فاقد مراتع طبیعی بوده و مراتع در ارتفاع بیش از ۳۳۰۰ متر، فاقد جاده دسترسى بوده است) نمونه‌برداری در طبقات ارتفاعی ۳۰۰ متر از سطح دریا انتخاب شد. منطقه مورد مطالعه دارای تابستان خشک و زمستان‌های سرد است؛ برای سه تا چهار ماه از سال، با برف و یخ پوشانده می‌شود؛ از اواسط اردیبهشت تا اواسط شهریورماه، فصل خشک بوده و براساس شاخص دومارتن در ارتفاعات پایین اقلیم از نوع خشک و در ارتفاعات بالا، از نوع نیمه خشک است [۱۴، ۱۷]. خصوصیات توصیفی مربوط به سایت‌های مطالعاتی در جدول (۱) ارائه شده است.

۲.۲. نمونه‌برداری پوشش گیاهی و خاک

نمونه‌برداری از خاک و پوشش گیاهی به‌منظور مدل‌سازی از دو پروفیل ارتفاعی از ۱۰۰ تا ۳۳۰۰ متر از سطح دریا از دشت مغان تا نیمه شمالی سبلان در استان اردبیل و در مجموع با انتخاب ۲۸ سایت انجام شد. در هر سایت ۳ ترانسکت و در طول هر ترانسکت ۱۰۰ متری (طول ترانسکت با توجه به سطح رویشگاه‌ها و نوع پوشش گیاهی) ۱۰ پلات یک متر مربعی (اندازه پلات با توجه به نوع و نحوه پراکنش گونه‌های گیاهی) و با توجه به مطالعات گذشته [۱۶، ۲۷] تعیین شد. سپس در طول هر ترانسکت با توجه به خصوصیات پوشش گیاهی، وضعیت پستی و بلندی، عوامل اکولوژیک، هدف تحقیق و مساحت رویشگاه [۷]، فاصله پلات‌ها از یکدیگر ده متر (هر ترانسکت ۱۰ پلات و در مجموع ۹۰ پلات) برای نمونه‌برداری در نظر گرفته شد. تعداد پلات‌ها در هر واحد نمونه‌برداری بعد از نمونه‌برداری اولیه با توجه به تغییرات

محیطی به‌منظور آزمون تئوری‌های بوم‌شناسی، اصلاح روش‌های آنالیز جوامع گیاهی، تعیین گونه‌های شاخص در ارزیابی‌های محیطی، تخمین پراکنش قلمرو جغرافیایی و بوم‌شناسی گونه‌ها و تخمین اثرات عوامل محیطی و تغییرات اقلیمی بر روی پوشش گیاهی مفید است و نقش مهمی در برنامه‌ریزی طرح‌های زیست‌محیطی و مدیریتی دارد. با توجه به اهمیت و توانمندی مراتع مغان-سبلان استان اردبیل که یکی از مهم‌ترین مراتع کشور بوده و عشایر شاهسون با توجه به الگوی زیست‌عشایری (کوچرو بودن) در طول سال از این مراتع استفاده می‌کنند و همچنین با توجه به مرور منابع، تحقیق جامعی در ارتباط با پوشش گیاهی این منطقه صورت نگرفته است. به‌منظور نیاز مدیریتی اصولی از مراتع مغان-سبلان، بررسی روابط متقابل گروه گونه‌های بوم‌شناختی و عوامل محیطی نیاز به شناخت دارد. هدف از پژوهش حاضر بررسی روند تغییرات گروه گونه‌های بوم‌شناختی با متغیرهای محیطی (پستی و بلندی، اقلیمی، خاک و سنجه‌های سیمای سرزمین) و تعیین مهم‌ترین متغیرهای محیطی مؤثر بر گسترش پوشش گیاهی بوده است.

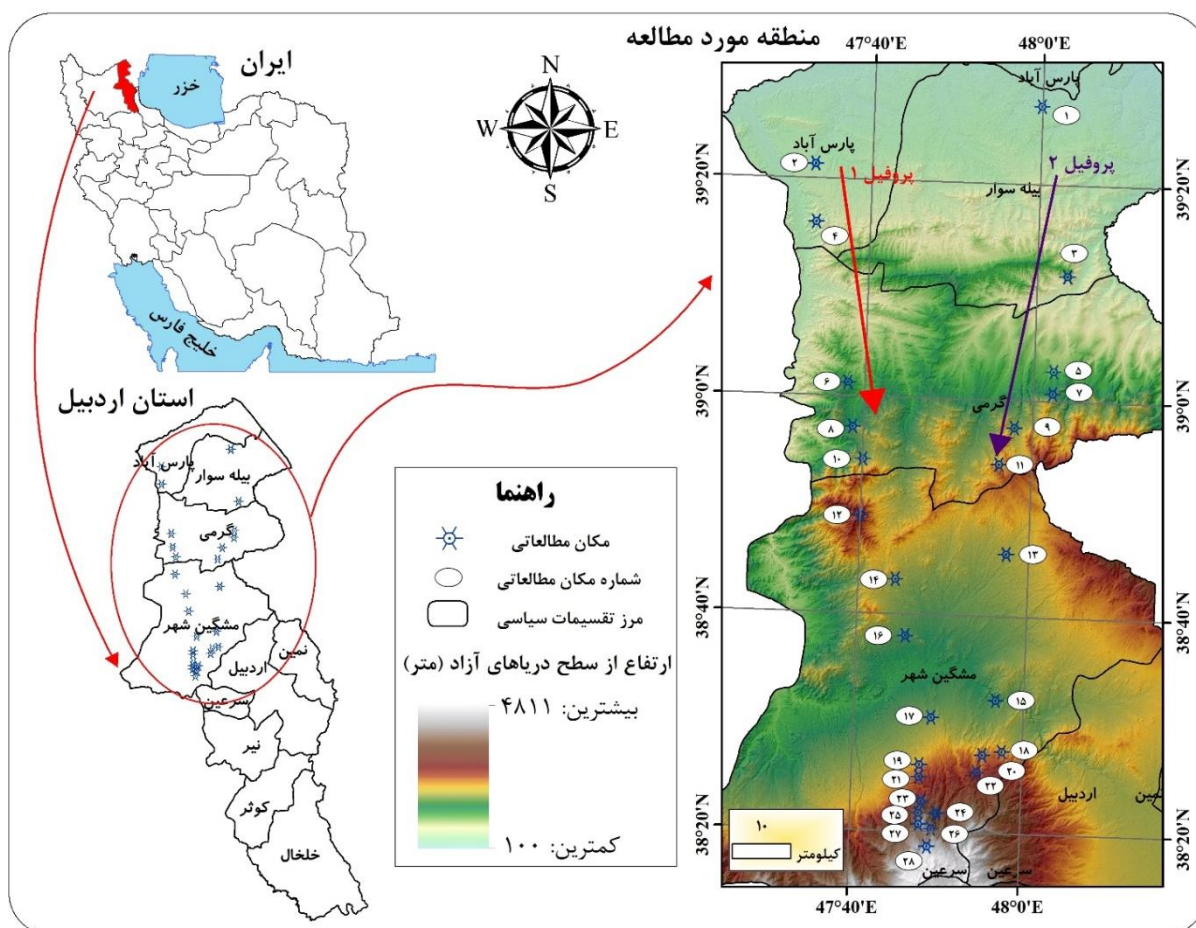
۲. روش‌شناسی

۲.۱. معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی با حدود جغرافیایی $45^{\circ} 47'$ تا $23^{\circ} 48'$ طول شرقی و $18^{\circ} 38'$ تا $27^{\circ} 39'$ عرض شمالی در بخش شمالی استان اردبیل قرار گرفته است. مساحت منطقه مورد مطالعه حدود ۶۶۰۰ هکتار است (شکل ۱). به‌منظور بررسی اثر گرادیان ارتفاعی بر روی تغییرات الگوهای توزیع گونه‌ای، با توجه به مشاهدات میدانی و بر پایه تحقیقات قبلی، طبقات ارتفاعی ۳۰۰ متر، ارتفاع مناسب برای مقایسه تغییرات پوشش گیاهی تعیین شد [۱۴]. معیارهای انتخاب سایت برای نمونه‌برداری گیاهی شامل: الف) حداقل ۳۰۰ متر اختلاف ارتفاع داشته باشند؛ ب) مراتع طبیعی و با قابلیت

اطلاعات پستی و بلندی و اقلیمی از لایه‌های اطلاعاتی مربوطه برای هر پلات نمونه‌برداری مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌برداری خاک از دو عمق ۰ تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری (عمق متوسط خاک منطقه، وجود یا عدم وجود سخت لایه، عمق ریشه‌دوانی و محدوده گسترش ریشه‌های اکثر گیاهان) در پلات‌های اول، پنجم و دهم هر ترانسکت برداشت و با هم مخلوط شد. نمونه‌های خاک در آزمایشگاه هوا خشک شده، سپس کوبیده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داد شد و بعد از آن بر روی ذرات کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی انجام شد.

پوشش گیاهی با روش آماری ۳۰ پلات تعیین شد. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی منطقه در طی فصل رویش، هنگامی که اکثر گونه‌های گیاهی به رشد کامل رسیده بودند صورت گرفت. با توجه به تأثیر ارتفاع بر رشد گیاهان، نمونه‌برداری از اواسط فروردین (ارتفاعات پایین) تا اوایل تیرماه (ارتفاعات بالا) صورت گرفت. مناطق نمونه‌برداری علاوه بر ثبت اطلاعات پوشش گیاهی (نوع گونه، درصد تاج پوشش، تراکم) پارامترهای سطح خاک (خاک لخت، لاشبرگ، سنگ و سنگریزه و فضولات دامی)، در هر پلات ثبت شد. موقعیت هر پلات با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت و سپس این نقاط در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی برای استخراج



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران، استان اردبیل و موقعیت سایت‌های نمونه‌برداری و وضعیت ارتفاعی دو پروفل ارتفاعی

جدول ۱. موقعیت و خصوصیت مکان‌های مطالعاتی در طول گرادیان ارتفاعی مغان - سبلان

ارتفاع	شماره سایت روی شکل (۱)	مختصات جغرافیایی	شیب (درصد)	گونه‌های غالب	بارندگی (میلی‌متر)	دما (درجه سانتی‌گراد)
۱۰۰-۳۰۰	۱	۴۸° ۰۱' ۰۷" ۳۹° ۲۷' ۲۰"	۳	<i>Lolium perenne - Medicago minima</i>	۲۷۰	۱۴
۱۰۰-۳۰۰	۲	۴۷° ۳۴' ۲۷" ۳۹° ۲۱' ۱۹"	۳	<i>Trigonella monspeliaca - Erodium deserti</i>	۲۷۴	۱۴
۳۰۰-۶۰۰	۳	۴۸° ۰۴' ۵۳" ۳۹° ۱۱' ۳۸"	۲۲	<i>Artemisia austriaca - Trifolium subterraneum</i>	۲۷۹	۱۳
۳۰۰-۶۰۰	۴	۴۷° ۳۴' ۵۰" ۳۹° ۱۶' ۰۲"	۲۲	<i>Avena eriantha - Artemisia austriaca</i>	۲۸۲	۱۳
۶۰۰-۹۰۰	۵	۴۸° ۰۳' ۳۱" ۳۹° ۰۲' ۵۱"	۳۱	<i>Trifolium subterraneum</i>	۲۹۸	۱۲
۶۰۰-۹۰۰	۶	۴۷° ۳۹' ۱۴" ۳۹° ۰۱' ۱۷"	۱۲	<i>Trachynia distachya</i>	۳۰۰	۱۲
۹۰۰-۱۲۰۰	۷	۴۸° ۰۳' ۲۸" ۳۹° ۰۰' ۴۸"	۳۸	<i>Medicago minima - Poa bulbosa - Trifolium resupinatum</i>	۳۱۱	۱۱
۹۰۰-۱۲۰۰	۸	۴۷° ۳۹' ۵۹" ۳۸° ۵۷' ۱۱"	۳۶	<i>Bromus arvensis - Thymus kotschyanus</i>	۳۲۱	۱۱
۱۲۰۰-۱۵۰۰	۹	۴۷° ۵۹' ۰۴" ۳۸° ۵۷' ۳۲"	۲۱	<i>Astragalus microcephalus - Festuca ovina</i>	۳۴۲	۱۰
۱۲۰۰-۱۵۰۰	۱۰	۴۷° ۴۱' ۱۷" ۳۸° ۵۴' ۱۸"	۹	<i>Astragalus microcephalus - Medicago minima</i>	۳۳۵	۱۰
۱۸۰۰-۱۵۰۰	۱۱	۴۷° ۵۷' ۲۳" ۳۸° ۵۴' ۰۹"	۱۸	<i>Artemisia austriaca - Festuca ovina</i>	۳۵۹	۱۰
۱۸۰۰-۱۵۰۰	۱۲	۴۷° ۴۱' ۱۴" ۳۸° ۴۹' ۰۵"	۲۸	<i>Festuca ovina - Dactylis glomerata</i>	۳۴۸	۹
۱۲۰۰-۱۵۰۰	۱۳	۴۷° ۵۸' ۳۹" ۳۸° ۴۵' ۵۳"	۱	<i>Xeranthemum squamosum - Artemisia austriaca</i>	۳۳۷	۱۰
۱۲۰۰-۱۵۰۰	۱۴	۴۷° ۴۵' ۴۱" ۳۸° ۴۳' ۱۶"	۳۰	<i>Festuca ovina - Trigonella arcuata - Erodium cicutarium</i>	۳۲۸	۱۰
۹۰۰-۱۲۰۰	۱۵	۴۷° ۵۷' ۵۴" ۳۸° ۳۳' ۲۲"	۲۴	<i>Artemisia austriaca</i>	۳۲۳	۱۱
۹۰۰-۱۲۰۰	۱۶	۴۷° ۴۷' ۰۰" ۳۸° ۳۸' ۰۹"	۱۲	<i>Artemisia austriaca - Lasiopogon muscoides</i>	۳۱۶	۱۱
۱۲۰۰-۱۵۰۰	۱۷	۴۷° ۵۸' ۵۲" ۳۸° ۲۷' ۳۸"	۳۵	<i>Astragalus microcephalus - Trifolium arvense - Acantholimon gilliatii</i>	۳۴۰	۱۰
۱۲۰۰-۱۵۰۰	۱۸	۴۷° ۵۰' ۲۴" ۳۸° ۳۰' ۳۸"	۱۲	<i>Medicago minima - Aegilops triuncialis - Astragalus vegetus</i>	۳۲۵	۱۰
۱۸۰۰-۱۵۰۰	۱۹	۴۷° ۵۶' ۲۰" ۳۸° ۲۷' ۱۷"	۱۴	<i>Astragalus microcephalus - Taeniatherum caput-medusae</i>	۳۵۵	۹
۱۸۰۰-۱۵۰۰	۲۰	۴۷° ۴۹' ۱۰" ۳۸° ۲۶' ۱۵"	۲۰	<i>Taeniatherum caput-medusae - Medicago sativa</i>	۳۴۶	۹
۲۱۰۰-۱۸۰۰	۲۱	۴۷° ۵۵' ۵۵" ۳۸° ۲۵' ۴۱"	۳۴	<i>Astragalus microcephalus - Bromus arvensis - Thymus kotschyanus</i>	۳۶۶	۸
۲۱۰۰-۱۸۰۰	۲۲	۴۷° ۴۹' ۰۹" ۳۸° ۲۵' ۰۶"	۲۰	<i>Bromus tectorum</i>	۳۶۱	۸
۲۱۰۰-۲۴۰۰	۲۳	۴۷° ۵۱' ۱۹" ۳۸° ۲۱' ۴۵"	۳۱	<i>Festuca akhaniai - Astragalus eriostylus - Poa pratensis</i>	۳۸۵	۷
۲۱۰۰-۲۴۰۰	۲۴	۴۷° ۴۹' ۳۱" ۳۸° ۲۳' ۵۲"	۳۷	<i>Astragalus aureus - Festuca ovina</i>	۳۷۹	۷
۲۴۰۰-۲۷۰۰	۲۵	۴۷° ۴۹' ۱۳" ۳۸° ۲۱' ۴۷"	۳۹	<i>Festuca ovina - Astragalus aureus</i>	۳۹۸	۶
۲۴۰۰-۲۷۰۰	۲۶	۴۷° ۵۰' ۵۱" ۳۸° ۲۰' ۲۱"	۴۰	<i>Festuca ovina - Trifolium medium</i>	۳۹۳	۶
۲۷۰۰-۳۰۰۰	۲۷	۴۷° ۴۹' ۱۶" ۳۸° ۲۰' ۴۳"	۳۳	<i>Lolium rigidum - Festuca ovina - Trifolium medium</i>	۴۰۴	۶
۳۰۰۰-۳۳۰۰	۲۸	۴۷° ۵۰' ۲۵" ۳۸° ۱۸' ۴۴"	۱۹	<i>Festuca ovina - Alopecurus vaginatus</i>	۴۲۵	۱۱

۳،۲. متغیرهای مورد بررسی

با توجه به اقلیم منطقه و اهمیت عوامل خاکی و تأثیر فعالیت‌های انسانی در این مطالعه ۱۷ عامل خاکی (در دو عمق)، شامل: اسیدیته (pH متر)، هدایت الکتریکی (عصاره گل ۱ شباع)، کلاسیم (تیترا سیون)، منیزیم (تیترا سیون)، فسفر (اولسن)، پتاسیم (فلیم فتومتری)، ازت (کجلدال)، ماده آلی (والکی و بلاک)، ماده آلی ذره‌ای (اکسیداسیون تر)، وزن مخصوص ظاهری (استوانه‌های فلزی با حجم ثابت)، بی‌کربنات (تیتراسیون)، آهک (تیتراسیون)، رس (هیدرومتری بایکاس)، شن (هیدرومتری بایکاس)، سیلت (هیدرومتری بایکاس)، رس قابل انتشار (هیدرومتری و به صورت نسبتی از کل رس) و سدیم (فلیم فتومتری)؛ ۳ عامل پوشش سطحی شامل: خاک لخت، سنگ و سنگریزه و لاشبرگ؛ ۲ عامل اقلیمی شامل: میانگین بارندگی و درجه حرارت سالانه؛ ۳ عامل پستی و بلندی شامل: ارتفاع، شیب و جهت و ۷ شاخص سنج‌سرزمین در سطح کلاس شامل: تراکم لبه، متوسط سطح لکه، تغییرات ضریب اندازه لکه، میانگین فاصله تا اثرات انسانی، شاخص تجمع، میانگین شاخص شکل و متوسط شاخص بعد فراکتال مورد بررسی قرار گرفت. متغیر بارندگی بر اساس آمار ایستگاه‌های باران‌سنجی (پارس آباد، بيله سوار، جعفرآباد، اصلاندوز، بران، آقا محمد بیگلر، شورشستان، شورگل، گیلارلو، انگوت، دوستیگلر، گرمی، ارسق، ارباب کندی، قره قشلاق، کنگرلو، مشگین، خلیفه لو) و سینوپتیک (پارس آباد، گرمی، مشگین شهر، بيله سوار) و رابطه گرادیان بارندگی - ارتفاع استخراج شده نقشه‌سازی شد. با توجه به اینکه تعداد و پراکنش ایستگاه‌های سینوپتیک در استان اردبیل نامطلوب است و امکان نقشه‌سازی متغیرهای وابسته به درجه حرارت با صحت مناسب وجود ندارد؛ لذا به منظور تهیه نقشه متغیر درجه حرارت سالانه از بانک اطلاعات WorldClim استفاده شد. اطلاعات پستی و بلندی با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM) در نرم‌افزار ArcGIS (ورژن ۱۰،۵) تهیه شدند. استخراج سنج‌های سرزمین با استفاده از نرم‌افزار

Fragstats (ورژن ۴) انجام شد.

۴،۲. تجزیه و تحلیل

در بررسی روابط پراکنش پوشش گیاهی با عوامل محیطی ابتدا برای جلوگیری از هم‌خطی و انتخاب مهم‌ترین شاخص‌های محیطی با کمترین همبستگی و هم‌خطی، همبستگی بین عوامل محیطی مورد بررسی قرار گرفت و از بین جفت متغیرهایی که دارای همبستگی بالاتر از ۰/۸ بودند با انجام آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی یکی از آن‌ها حذف شد. آزمون همبستگی با نرم‌افزار SPSS (ورژن ۲۲) و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با نرم‌افزار PC-ORD (ورژن ۵) انجام شد.

به منظور تجزیه کارآمد پوشش گیاهی و ارتباط آن با متغیرهای محیطی، از دو تکنیک طبقه‌بندی و رسته‌بندی به طور هم‌زمان استفاده شد. به منظور طبقه‌بندی پوشش گیاهی و تشخیص گروه گونه‌های اکولوژیک با نیازهای بوم‌شناسی یکسان، پوشش گیاهی منطقه با استفاده از مقیاس عددی وان-در-مارل [۳۶] و به کمک روش TWINSpan طبقه‌بندی شد. ابتدا سایت‌های نمونه‌برداری به وسیله دسته‌بندی سلسله‌مراتبی مقسومی مرتب شد و سپس گونه‌های گیاهی بر اساس طبقه‌بندی سایت‌ها دسته‌بندی شدند. خروجی این تجزیه، جدول مرتب شده دوطرفه‌ای بود که به اختصار رابطه بین مناطق نمونه‌برداری و گونه‌های گیاهی را نشان می‌داد. برای تعیین گونه‌های معرف برای گروه‌های اکولوژیک حاصل از آزمون از روش شاخص اهمیت گونه‌ها (IVI) استفاده شد. برای اجرای تحلیل TWINSpan از نرم‌افزار WinTWINS استفاده شد. به منظور مقایسه گروه‌های اکولوژیک از نظر متغیرهای محیطی، از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و چند دامنه‌ای دانکن در نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

به منظور انتخاب روش مناسب رسته‌بندی و بررسی دقیق‌تر روابط بین گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی ابتدا از آنالیز تطبیقی اریب (DCA) برای دستیابی به طول

گروه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه بودند. تروفیت‌ها و گونه‌های کریپتوفیت‌ها به ترتیب هر کدام با ۱۶۴ و ۱۶۲ گونه غالب‌ترین اشکال زیستی در منطقه مورد مطالعه بودند. تعداد همی کریپتوفیت‌ها روند صعودی با افزایش ارتفاع نشان دادند، در حالی که تروفیت‌ها روند نزولی را با افزایش ارتفاع نشان دادند، ژئوفیت‌ها دارای ۴۰ گونه (۱۰/۳۴ درصد)، کامفیت‌ها با ۱۸ گونه (۴/۶۵ درصد) و فانروفیت‌ها دارای ۳ گونه (۰/۷۸ درصد) بودند.

۱.۳. تعیین عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش گونه

بر اساس نتایج روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، مؤلفه‌های اول تا پنجم ۵۷/۷۱ درصد تغییرات پوشش را توجیه می‌کنند. در محور اول، بین ۴۸ شاخص محیطی، ۸ شاخص به‌عنوان شاخص‌های مهم مؤلفه اول به‌شمار می‌آیند. بر اساس ضرایب همبستگی بین خصوصیات و مؤلفه‌ها، مؤلفه اول شامل ارتفاع، اسیدیته عمق اول، آهک عمق اول و دوم، رس عمق اول و دوم، شن عمق اول، متوسط درجه حرارت سالانه؛ مؤلفه دوم شامل هدایت الکتریکی عمق دوم، سیلت عمق دوم، کلسیم عمق اول، ماده آلی عمق دوم، پتاسیم عمق دوم، متوسط سطح لکه و متوسط بارندگی سالانه است.

گرادین استفاده شد. با توجه به اینکه طول گرادین بالاتر از ۳ بود برای تحلیل ارتباط بین متغیرهای محیطی و گروه‌های اکولوژیک از روش شیب تغییرات مستقیم یا تحلیل تطبیقی کانونی (CCA) استفاده شد [۳۵]. این تجزیه از نوع مستقیم بوده و ضمن مرتبط ساختن تغییرات جوامع گیاهی (ترکیب و فراوانی) به تغییرات محیطی، امکان تعیین روابط معنی‌دار بین متغیرهای محیطی و پراکنش گروه‌های گیاهی را فراهم نمود. برای شناسایی متغیرهایی که بهترین رابطه را با داده‌های فلورستیکی داشتند از روش انتخاب پیشرو (آزمون لامبدا) در تجزیه CCA استفاده شد. معنی‌داری مقدار ویژه اولین محور رسته‌بندی و همچنین مقادیر ویژه تمام محورها با استفاده از آزمون مونت کارلو [۳۵] بررسی شد تا معلوم شود ساختار به‌دست آمده در مجموعه داده‌ها شانسی نبوده است. برای تعیین معنی‌داری همبستگی از آزمون مونت کارلو با ۹۹۹ تکرار استفاده شد. از نرم‌افزار CANOCO (ورژن ۴.۵) برای انجام تجزیه‌های رسته‌بندی و ترسیم دیاگرام دو پلاتی استفاده شد.

۳. نتایج

در مجموع ۳۸۶ گونه متعلق به ۲۰۰ جنس و ۴۴ خانواده در منطقه مورد مطالعه ثبت شد. خانواده Asteraceae با ۶۶ گونه و پس از آن Poaceae, Fabaceae

جدول ۲. مقدار واریانس مربوط به هر یک از مؤلفه‌ها در روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

مؤلفه	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد تجمعی واریانس	Broken-stick Eigenvalue
۱	۹/۷۸	۲۰/۳۹	۲۰/۳۹	۴/۴۵
۲	۷/۱۰	۱۴/۸۱	۳۵/۲۰	۳/۴۵
۳	۴/۸۰	۱۰/۰۱	۴۵/۲۱	۲/۹۵
۴	۳/۱۸	۶/۶۳	۵۱/۸۴	۲/۶۲
۵	۲/۸۱	۵/۸۶	۵۷/۷۱	۲/۳۷
۶	۲/۰۶	۴/۲۹	۶۲/۰۱	۲/۱۷

به علت تعداد زیاد متغیرهای مورد بررسی و عدم امکان ارائه نتایج مربوط به آزمون همبستگی خلاصه نتایج در جدول (۲) به اختصار ذکر شده است. نتایج همبستگی (جدول ۳) نشان می‌دهد مقدار رس عمق اول که در آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بیش‌ترین بار عاملی را داشت، با شاخص‌های رس عمق دوم، شن عمق اول و دوم

ارتباط معنی‌داری دارد و ضرایب همبستگی برای هر مورد، بیش از ۸۰ درصد است؛ بنابراین برای اجتناب از احتمال هم‌خطی تنها عامل رس عمق اول، شاخص نهایی محور اول انتخاب شد. برای سایر شاخص‌های محیطی آزمون مشابه، صورت گرفت.

جدول ۳. خلاصه نتایج حاصل از آزمون همبستگی پیرسون بین متغیرهای محیطی (توپوگرافی، خاک، اقلیم، سنجه‌های سیمای سرزمین و پارامترهای سطحی خاک) برای تعیین متغیرهای تأثیرگذار بر پراکنش گونه

اسیدیت عمق اول	اسیدیت عمق دوم (۰/۸۴)
رس عمق اول	رس عمق دوم (۰/۸۸)
شن عمق اول	رس عمق اول (۰/۸۹)، رس عمق دوم (۰/۸۷)
شن عمق دوم	رس عمق اول (۰/۸۳)، رس عمق دوم (۰/۹۲)، شن عمق اول (۰/۹۲)
ماده آلی عمق اول	ماده آلی عمق دوم (۰/۸۷)
پتاسیم عمق اول	پتاسیم عمق دوم (۰/۹۲)
ارتفاع	درجه حرارت سالانه (۰/۹۸)
تراکم لبه	شاخص پراکندگی و مجاورت (۰/۸۹)
متوسط سطح لکه	میانگین شاخص شکل (۰/۸۶)
میانگین شاخص شکل	متوسط شاخص بُعد فراکتال (۰/۸۷)

در نهایت از ۴۸ متغیر محیطی اولیه (پستی و بلندی، خاک، اقلیمی، سنجه‌های سیمای سرزمین و پارامترهای سطحی خاک)، ۲۲ متغیر محیطی شامل دو متغیر توپوگرافی (ارتفاع و شیب)، یک متغیر اقلیمی (میانگین بارندگی سالانه)، سیزده متغیر خاکی (اسیدیت عمق اول، هدایت الکتریکی عمق اول و دوم، آهک عمق اول و دوم، رس عمق اول، رس قابل انتشار عمق اول و دوم، سیلت عمق اول و دوم، کلسیم عمق اول، وزن مخصوص ظاهری و پتاسیم عمق دوم)، یک متغیر پوشش سطح زمین (خاک لخت)، پنج متغیر سنجه سیمای سرزمین (تراکم لبه، متوسط سطح لکه، تغییرات ضریب اندازه لکه، میانگین فاصله تا اثرات انسانی و شاخص تجمع) استفاده شد.

۲,۳. طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک و تشریح

پوشش گیاهی

با توجه به نتایج TWINSpan پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه به چهار گروه اکولوژیک تفکیک شد (شکل ۲). ترکیب، ویژگی ساختاری و سایت‌های مربوط به هر گروه اکولوژیک به اختصار در جدول (۴) ارائه شده است.

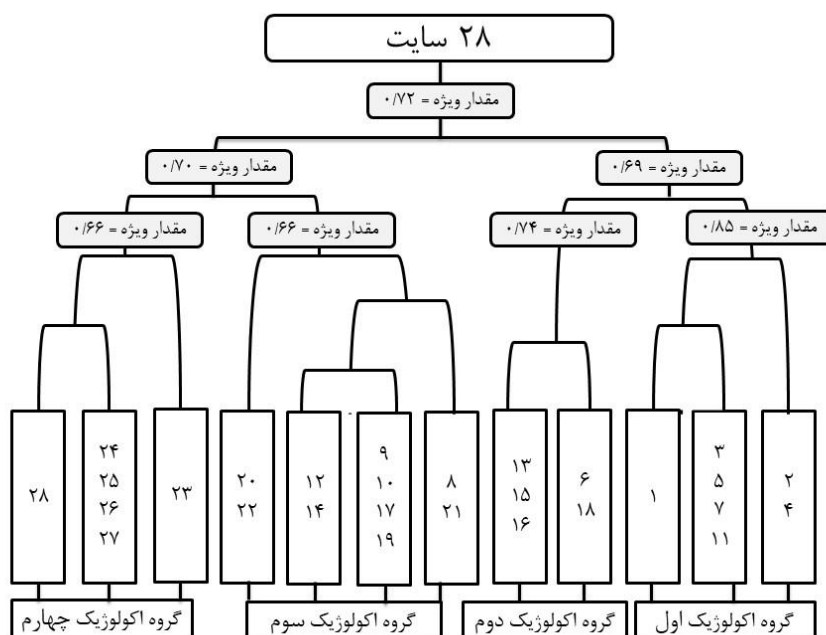
۳,۳. مقایسه متغیرهای محیطی بین رویشگاه

گروه گونه‌های اکولوژیک

مقایسه گروه‌ها از نظر متغیرهای محیطی با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه نشان داد از ۲۲ متغیر محیطی استخراجی از کل عوامل محیطی مورد مطالعه در

ضریب اندازه لکه و شاخص تجمع ($P < 0.01$) و شیب، رس قابل انتشار عمق اول، تراکم لبه ($P < 0.05$) تفاوت معنی داری داشتند (جدول ۵)؛ بنابراین تنها این ۱۱ متغیر در آزمون CCA مورد استفاده قرار گرفتند.

پژوهش، تنها ۱۱ عامل محیطی تفاوت معنی داری در چهار گروه اکولوژیک مورد بررسی داشتند. متغیرهای ارتفاع، متوسط بارندگی سالانه، اسیدیته و رس عمق اول، وزن مخصوص ظاهری، متوسط سطح لکه، تغییرات



شکل ۲. طبقه‌بندی سایت‌های مورد مطالعه با روش TWINSpan

جدول ۴. خصوصیات چهار گروه اکولوژیک گرادیان ارتفاعی مغان-سبلان

گروه گونه اکولوژیک	گونه‌های شاخص	ارتفاع	شامل سایت‌های
اول	<i>Trifolium subterraneum</i> , <i>Artemisia austriaca</i> , <i>Poa bulbosa</i> , <i>Medicago minima</i> , <i>Avena eriantha</i> , <i>Lolium perenne</i> , <i>Trigonella monspeliaca</i> , <i>Filago arvensis</i> , <i>Caucalis platycarpus</i> , <i>Erodium cicutarium</i>	۱۰۰-۱۲۰۰ و ۱۵۰۰-۱۸۰۰	۱-۲-۳-۴-۵-۷-۱۱
دوم	<i>Trachynia distachya</i> , <i>Artemisia austriaca</i> , <i>Helianthemum salicifolium</i> , <i>Minuartia sclerantha</i> , <i>Xeranthemum squamosum</i> , <i>Lasiopogon muscoides</i> , <i>Poa bulbosa</i> , <i>Medicago minima</i> , <i>Erodium cicutarium</i> , <i>Stipa haussknechtii</i>	۹۰۰-۱۵۰۰	۶-۱۳-۱۵-۱۶-۱۸
سوم	<i>Bromus tectorum</i> , <i>Bromus arvensis</i> , <i>Astragalus microcephalus</i> , <i>Festuca ovina</i> , <i>Taeniatherum caput-medusae</i> , <i>Arenaria leptoclados</i> , <i>Poa bulbosa</i> , <i>Alyssum minus</i> , <i>Thymus kotschyanus</i> , <i>Helianthemum salicifolium</i>	۹۰۰-۲۱۰۰	۱۹-۲۰-۲۱-۲۲ ۹-۱۰-۱۲-۱۴-۱۷ ۸
چهارم	<i>Festuca ovina</i> , <i>Colpodium parviflorum</i> , <i>Poa bulbosa</i> , <i>Astragalus aureus</i> , <i>Draba nemorosa</i> , <i>Trifolium medium</i> , <i>Alopecurus vaginatus</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Thymus kotschyanus</i> , <i>Potentilla bifurca</i>	۲۱۰۰-۳۳۰۰	۲۵-۲۶-۲۷-۲۸ ۲۳-۲۴

جدول ۵. مقایسه میانگین متغیرهای محیطی بین رویشگاه گروه گونه‌های اکولوژیک بر اساس آزمون دانکن

F	گروه اکولوژیک				واحد	متغیر
	گروه چهارم	گروه سوم	گروه دوم	گروه اول		
۳۲/۶۸**	۲۶۴۱/۱۲۴±۱۸/۵۲ ^d	۱۵۹۰/۹۰±۱۲/۹۷ ^c	۱۱۶۳/۸۸±۶۳/۶۲ ^b	۷۱۵/۲۰۴±۸۸/۳۵ ^a	متر از سطح دریا	ارتفاع
۴/۳۱*	۳۲/۳±۹۰/۲۳ ^c	۲۴/۲±۷۲/۹۶ ^{bc}	۱۱/۳±۹۶/۶۵ ^a	۱۹/۵±۴۵/۰۳ ^{ab}	درصد	شیب
۱۷/۲۷**	۴۲۳/۱۴±۴۳/۵۹ ^b	۲۹۹/۱۳±۶۵/۰۴ ^a	۲۷۸/۱۶±۴۱/۶۶ ^a	۳۱۹/۱۳±۲۷/۵۴ ^a	میلی متر	میانگین بارندگی سالانه
۱۰/۷۹**	۶/۰±۳۱/۲۰ ^b	۷/۰±۱۳/۱۲ ^a	۷/۰±۵۴/۱۱ ^a	۷/۰±۲۷/۱۲ ^a	-	اسیدیته عمق اول
۱/۷۰ ^{ns}	۱/۰±۰۳/۲۱ ^b	۰/۰±۷۷/۱۱ ^{ab}	۰/۰±۷۹/۱۲ ^{ab}	۰/۰±۵۹/۰۵ ^a	میکرو دسی زیمنس بر متر	هدایت الکتریکی عمق اول
۱/۴۳ ^{ns}	۰/۰±۵۵/۰۶ ^a	۰/۰±۴۶/۰۳ ^a	۰/۰±۵۶/۰۹ ^a	۰/۰±۴۲/۰۳ ^a	میکرو دسی زیمنس بر متر	هدایت الکتریکی عمق دوم
۲/۷۹ ^{ns}	۱/۰±۹۴/۶۰ ^b	۴/۰±۴۰/۹۷ ^{ab}	۴/۱±۹۱/۰۱ ^{ab}	۶/۱±۶۱/۴۴ ^a	درصد	آهک عمق اول
۲/۸۴ ^{ns}	۱/۰±۹۷/۵۱ ^a	۵/۱±۹۱/۳۸ ^b	۶/۱±۵۶/۵۶ ^b	۶/۱±۵۵/۰۳ ^b	درصد	آهک عمق دوم
۱۴/۲۴**	۱۱/۰±۷۹/۹۷ ^b	۲۱/۳±۷۵/۱۶ ^b	۲۱/۲±۲۱/۲۹ ^b	۴۱/۴±۶۳/۱۷ ^a	درصد	رس عمق اول
۳/۱۹*	۳۱/۷±۹۱/۳۳ ^{ab}	۲۶/۵±۷۲/۶۰ ^{ab}	۱۷/۴±۹۴/۸۵ ^b	۴۸/۸±۰۶/۱۱ ^a	درصد	رس قابل انتشار عمق اول
۲/۸۴ ^{ns}	۳۳/۵±۱۸/۳۱ ^{ab}	۳۱/۶±۶۶/۱۵ ^{ab}	۱۷/۳±۱۹/۸۲ ^b	۴۷/۸±۰۳/۷۸ ^a	درصد	رس قابل انتشار عمق دوم
۱/۱۶ ^{ns}	۲۵/۲±۹۹/۱۸ ^a	۲۷/۲±۱۱/۴۰ ^a	۳۱/۲±۱۹/۲۳ ^a	۳۳/۴±۰۳/۳۶ ^a	درصد	سیلت عمق اول
۱/۵۰ ^{ns}	۲۵/۱±۸۳/۹۷ ^a	۲۵/۲±۶۹/۰۷ ^a	۲۷/۲±۱۷/۰۳ ^a	۳۱/۲±۷۵/۹۸ ^a	درصد	سیلت عمق دوم
۱/۳۳ ^{ns}	۹/۲±۳۷/۳۷ ^a	۶/۱±۶۵/۰۰ ^a	۶/۱±۶۸/۴۴ ^a	۵/۰±۴۳/۵۳ ^a	میلی اکی والان بر لیتر	کلسیم عمق اول
۵/۶۳**	۱/۰±۰۲/۹۱ ^b	۱/۱±۱۸/۱۲ ^a	۱/۰±۲۲/۰۳ ^a	۱/۰±۲۶/۰۵ ^a	گرم	وزن مخصوص ظاهری
۱/۵۱ ^{ns}	۲۰/۱±۵۲/۱۹ ^a	۲۴/۴±۹۸/۲۶ ^a	۱۹/۱±۰۹/۵۹ ^a	۲۹/۳±۴۲/۹۴ ^a	میلی اکی والان بر لیتر	پتاسیم عمق دوم
۰/۴ ^{ns}	۱۵/۴±۱۲/۰۹ ^a	۱۱/۲±۸۱/۴۸ ^a	۱۰/۲±۸۵/۹۳ ^a	۱۵/۵±۹۱/۲۵ ^a	درصد	خاک لخت
۳/۵۹*	۱/۰±۵۴/۹۲ ^b	۱۱/۳±۱۷/۸۶ ^{ab}	۱۵/۵±۰۸/۲۳ ^a	۱۸/۲±۰۱/۲۸ ^a	متر در هکتار	تراکم لبه
۶/۶۸**	۲۳۶/۴۲±۸۸/۵۸ ^c	۵۲۹/۱۰۱±۰۹/۳۹ ^{bc}	۸۱۶/۱۷۳±۷۴/۸۲ ^{ab}	۹۰۷/۱۰۷±۳۸/۹۵ ^a	-	تغییرات ضریب اندازه لکه
۳۶/۱۴**	۱۱۹۹/۱۶۷±۳۳/۵۸ ^b	۲۴/۹±۵۲/۱۴ ^a	۷۱/۲۳±۶۱/۵۲ ^a	۲۹۷/۱۰۰±۹۵/۱۲ ^a	هکتار	متوسط اندازه لکه
۱/۸۳ ^{ns}	۱۴۱۹/۳۶±۵۲/۷۰ ^a	۱۵۸۰/۶۱±۴۳/۹۸ ^a	۵۸۱/۲۶±۲۳/۸۳ ^a	۲۵۳/۵۸±۷۶/۸۵ ^a	متر	فاصله تا اثرات انسانی
۷/۸۷**	۹۸/۰±۱۰/۰۷ ^a	۸۸/۱±۸۴/۹۶ ^b	۹۳/۱±۴۷/۱۵ ^{ab}	۹۶/۰±۲۷/۸۳ ^a	درصد	شاخص تجمع

درصد از رابطه گونه - محیط را توجیه نمود (مقدار ویژه برای محور اول ۰/۷۷ و برای محور دوم ۰/۶۵ است؛ جدول ۶).

نتایج انتخاب پیش‌رو نشان داد که از بین ۱۱ متغیر محیطی مورد بررسی، متغیرهای ارتفاع، رس عمق اول، متوسط اندازه لکه، اسیدیته عمق اول و تغییرات ضریب اندازه لکه تأثیر معنی‌داری بر مدل توزیع گونه‌ای داشته و بیشترین واریانس اضافی را با ورود به مدل ایجاد کرده‌اند. دیگر متغیرها واریانس اضافه کمی در هنگام ورود به مدل ایجاد کرده و از نظر آماری معنی‌دار نبودند (جدول ۷).

۴.۳. نتایج تجزیه و تحلیل تطبیقی متعارف (CCA)

نتایج DCA نشان داد که به علت اینکه گرادیان در طول محور اول بیشتر از ۳ است، مدل‌های پاسخ خطی فاقد اعتبار است و نشان‌دهنده دگرگونی در ترکیب گونه‌ای در طول این گرادیان است؛ بنابراین CCA به عنوان روش رسته‌بندی مناسب برای داده‌ها انتخاب شد (جدول ۶). نتایج حاصل از رج‌بندی عوامل محیطی با توزیع گروه گونه‌های اکولوژیک حاکی از آن است که بیشترین مقادیر ویژه متعلق به دو محور اول رج‌بندی بود که جمعاً ۳۸/۴

جدول ۶. نتایج آنالیز DCA و CCA

آزمون	محور اول	محور دوم	محور سوم	محور چهارم
DCA	۶/۰۱	۳/۵۴	۳/۵۳	۳/۰۸
	۰/۷۷	۰/۶۵	۰/۵۴	۰/۵۰
CCA	۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۸۹	۰/۹۱
	۱۱/۷	۲۱/۷	۳۰	۳۷/۶
	۲۰/۸	۳۸/۴	۵۳/۱	۶۶/۶

جدول ۷. نتایج حاصل از روش پیشرو (آزمون لامبدا) در انتخاب متغیرهای اثرگذار در توزیع گروه گونه‌های اکولوژیک

متغیر	لامبدا	سهم هر متغیر از کل تغییرات (درصد)	F	P
شاخص تجمع	۰/۲۵	۱۱	۰/۲۳	۱/۳۰
تراکم لبه	۰/۲۶	۱۰	۱/۳۲	۰/۱۲
تغییرات ضریب اندازه لکه	۰/۳۲	۹	۱/۷۲	۰/۰۴
متوسط اندازه لکه	۰/۴۵	۸	۲/۱۹	۰/۰۰
بارندگی سالانه	۰/۲۱	۷	۱/۷۱	۰/۲۴
وزن مخصوص ظاهری	۰/۲۱	۶	۱/۱۷	۰/۳۱
رس قابل انتشار عمق اول	۰/۲۱	۵	۱/۲۷	۰/۲۱
رس عمق اول	۰/۴۸	۴	۲/۲۶	۰/۰۳
اسیدیته عمق اول	۰/۳۵	۳	۱/۷۶	۰/۰۱
شیب	۰/۲۱	۲	۱/۱۵	۰/۳۰
ارتفاع	۰/۷۴	۱	۳/۲۹	۰/۰۰

مجموع مقادیر ویژه تمام محورها در سطح یک درصد معنی دار است (جدول ۸).

نتایج آزمون مونت کارلو برای بررسی معنی داری مقدار ویژه محورها CCA بیان می شود. محور اول و برای

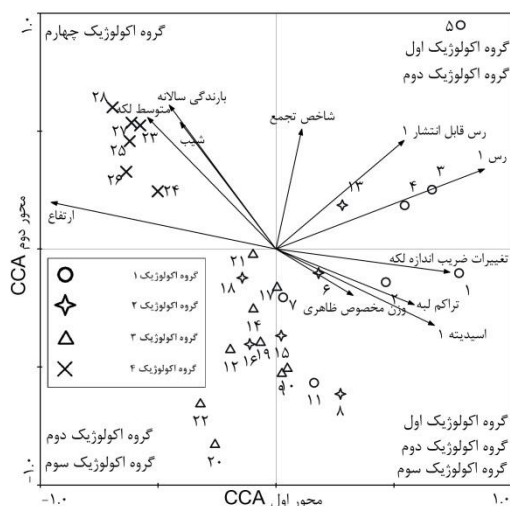
جدول ۸. نتایج آزمون مونت کارلو برای بررسی معنی داری آماری مقدار ویژه محورها رسته بندی CCA

مقدار ویژه	F-ratio	سطح معنی داری
محور اول	۲/۱۲	۰/۰۰
همه محورها	۱/۸۸	۰/۰۰

شیب، بارندگی و متوسط اندازه لکه و در امتداد گرادین‌های اسیدیته، رس و رس قابل انتشار عمق اول، وزن مخصوص ظاهری، تراکم لبه و ضریب تغییرات اندازه لکه قرار گرفته است. گروه اکولوژیک دوم و سوم از لحاظ ترکیب گیاهی و شرایط محیطی در حد واسط گروه‌های

در نمودار رسته بندی ارائه شده در شکل‌های ۳ و ۴، گروه گونه‌های اکولوژیک حاصل از طبقه بندی TWINSpan در ارتباط با گرادین‌های محیطی و تفاوت در ترکیب گیاهی آن‌ها از یکدیگر جدا شده اند. گروه اکولوژیک اول در جهت معکوس گرادین‌های ارتفاع،

اندازه لکه در جهت معکوس رس و رس قابل انتشار عمق اول قرار گرفته‌اند و به‌طور معمول مناطق ارتفاعی مرتفع و خاک‌های سبک را ترجیح می‌دهند.

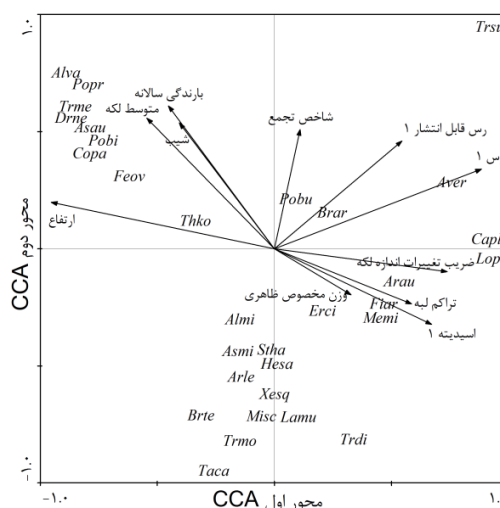


شکل ۴. دیاگرام توزیع گروه اکولوژیک-عوامل محیطی حاصل از رج‌بندی CCA

رسته‌بندی با استفاده از تجزیه DCA نشان می‌دهد که یک فراگشت اساسی در پوشش گیاهی منطقه با طول گرادیان ۶/۰۱ در امتداد محور اول رخ داده است. به نظر می‌رسد علت آن مربوط به جایگزینی گونه‌های غالب منطقه با یکدیگر باشد [۱]. میزان تغییرات در طول محورهای دوم، سوم و چهارم کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده این است که در طول این محورها ترکیب گیاهی به‌طور کلی دگرگون نشده است. علت این امر را می‌توان به حضور ثابت برخی از گونه‌های گیاهی ثابت در گروه‌های گیاهی ارتفاعات میانی منطقه نسبت داد [۱].

نتایج بررسی‌های رسته‌بندی به همراه تجزیه و تحلیل داده‌ها با آزمون آماری تجزیه واریانس یکطرفه نشان داد که بین گروه‌های اکولوژیک با تفاوت ترکیب گونه‌ای و خصوصیات محیطی متفاوت از نظر ترکیب گونه‌ای نیز تفاوت معنی‌دار آماری وجود دارد. قطعات نمونه با خصوصیات محیطی و ترکیب گونه‌ای مشابه تشکیل

اکولوژیک اول و چهارم قرار دارند. این دو گروه ارتفاعات میانی را ترجیح می‌دهند. گروه اکولوژیک چهارم در انتهای گرادیان ارتفاع، بارندگی سالانه، شیب، متوسط



شکل ۳. دیاگرام توزیع گونه-عوامل محیطی حاصل از رج‌بندی CCA

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در تجزیه و تحلیل داده‌های پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه، با استفاده از آنالیز دوطرفه گونه‌های شاخص (TWINSPAN)، تعداد خوشه‌ها از ۲ تا ۱۲ گروه متغیر است. با افزایش تعداد خوشه‌ها (۱۲ خوشه)، گونه‌ها در بیشتر قطعات نمونه گروه‌های مختلف حضور دارند و در نتیجه شباهت بین گروه‌ها بسیار زیاد می‌شود که اصل طبقه‌بندی قطعات نمونه به تعدادی منطقی از گروه‌ها که بیشترین عدم شباهت را نسبت به هم داشته باشند را نفی می‌کند. از طرف دیگر با کاهش تعداد خوشه‌ها (کمتر از ۴ خوشه)، گونه‌ها در تعداد کمی از قطعات نمونه یک گروه پراکنش داشته، بنابراین ناهمگنی در هر گروه افزایش می‌یابد [۱۲]؛ بنابراین در منطقه مورد مطالعه چهار گروه اکولوژیک گیاهی تفکیک شد که هر گروه اکولوژیک بیانگر واحد همگن گیاهی است.

بررسی تغییرات پوشش گیاهی در طول محورهای

نیمه خشک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این موضوع اهمیت مکان مناسب برای استقرار و گسترش سیستم ریشه‌های گونه‌های گیاهی مختلف جهت تأمین نیاز رطوبتی را در طی فصل خشک برای بقا نشان می‌دهد [۲۶]. به‌طور کلی، در طول گرادیان ارتفاعی، بر میزان بارندگی افزوده و از میزان دما و تبخیر و تعرق کاسته شده است [۳۷]. با توجه به افزایش میزان بارندگی در ارتفاعات منطقه، به نظر می‌رسد حذف بسیاری از گونه‌ها در این مناطق ناشی از حساسیت این گونه‌ها به کاهش درجه حرارت باشد که امکان نفوذ این گونه‌ها را به ترازهای بالایی ارتفاع نداده و شرایط را برای حضور گونه‌های همی کریپتوفیت و کامفیت با مقاومت به سرمای بالاتر فراهم نموده است [۱۴]. نقاط مرتفع منطقه بیشتر به مناطق پرشیب و سستیغ‌های کوهستانی منتهی می‌شود. در دامنه‌های شیب‌دار، رواناب و فرسایش شدیدتر بوده و امکان دسترسی به آب برای گیاهان تنها در لایه‌های عمیق‌تر خاک ممکن است [۳۱]. در این شرایط گیاهانی مانند *Festuca ovina*، *Astragalus aureus* و *Thymus kotschyanus* و انواع گیاهان بوته‌ای (گروه اکولوژیک چهارم) قادرند با ریشه‌های عمیق خود به آب دست یافته و بر روی مواد بستری ناپایدار رشد کنند [۱].

اثر گرادیان خاکی بر ترکیب گیاهی محدود است و تنها عامل رس و اسیدیت عمق اول به‌عنوان متغیر تأثیرگذار شناخته شده است. [۲۳] در بررسی اثر عوامل خاکی و پستی و بلندی بر تغییرات تنوع گونه‌ای عامل اسیدیت و رس را از عوامل اثرگذار بر توزیع گونه دانستند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. رس خاک از طریق تشکیل کمپلکس‌های آلی- معدنی و جذب سطحی مواد هوموسی، ماده آلی را در خاک حفظ می‌کند [۶]. تفاوت در میزان رس خاک به‌عنوان یکی از عوامل تعیین کننده بافت خاک در گروه گونه‌های اکولوژیک پژوهش حاضر نشان‌دهنده این است که گونه‌های مختلف گیاهی بستر رویشی متفاوتی را برای استقرار نیاز دارند. بافت خاک از طریق نگهداری رطوبت، ذخیره مواد غذایی و

گروه‌های اکولوژیک مشخص می‌دهند که هر گروه با دیگر گروه‌ها از نظر ویژگی‌های فلور سستیکی و محیطی متمایز است. نتایج CCA، ۶۶/۶ درصد روابط گونه-محیط و ۳۷/۶ درصد واریانس داده‌های گونه‌ها (توجیه شده) را بررسی می‌کند. پایین بودن تغییرات توجیه شده در داده‌های گونه‌ها را می‌توان به دلیل آشفته‌گی‌های محیطی از جمله تغییر کاربری و مداخلات انسانی و چرای شدید دام در منطقه دانست که باعث حضور گونه‌های گیاهی مهاجم و تغییر در شرایط فلور سستیکی منطقه شده است [۳۲، ۱۳] که نیازمند تحقیقات گسترده در خصوص بررسی شدت و نوع عوامل تخریبی در منطقه مورد مطالعه است.

بر اساس نتایج به‌دست آمده متغیرهای ارتفاع، اسیدیت، رس و رس قابل انتشار عمق اول، وزن مخصوص ظاهری و تراکم لبه ضامن همبستگی بالا با محور اول رسته‌بندی، مهم‌ترین گرادیان‌های اکولوژیکی منطقه را تشکیل و در مجموع ۲۰/۸ درصد از کل تغییرات گروه‌های اکولوژیک گیاهی منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه، یک منطقه کوهستانی است و نمونه‌برداری در طول گرادیان ارتفاعی برداشت شده است، ارتفاع نقش بیشتری نسبت به سایر عوامل داشت و می‌توان بیان کرد ارتفاع سایر عوامل را به نحوی تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌عنوان مثال، عامل اقلیمی بارندگی که یکی از عوامل مؤثر در استقرار پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه است، خود متأثر از عامل ارتفاع از سطح دریا است. قرار گرفتن ارتفاع و شیب در مؤلفه‌های اصلی اول و دوم و همچنین ضریب لامبدا بالای ارتفاع گواه این مدعاست. محققان بسیاری [۲۴، ۲۵، ۲۶] در بررسی اثر عوامل محیطی بر پراکنش پوشش گیاهی، عامل اساسی تغییرات پوشش گیاهی را در مناطق کوهستانی، ارتفاع از سطح دریا معرفی می‌کنند که با پژوهش حاضر مطابقت دارد.

پس از عامل ارتفاع، رطوبت مهم‌ترین عامل محدود کننده محیطی است که بقای گیاهان در مناطق

میزان آبشویی متفاوت املاح بعد از بارندگی، وضعیت تهویه، نفوذپذیری، روی استقرار گیاهان نقش دارد [۲۰]. از طرف دیگر گیاهان مختلف نیز به دلیل تفاوت در نیازهای رطوبتی، تغذیه‌ای و تهویه‌ای خودشان توانایی استقرار در هر نوع خاکی را دارا نیستند [۳۳]. بالا بودن ذرات رس سبب افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در سطح خاک شده و از نفوذ آن به عمق پایین‌تر جلوگیری می‌کند [۱]؛ بنابراین در مناطق کم ارتفاع گونه‌های یکساله با سیستم ریشه‌ای کم‌عمق و مقاوم به خشکی، اغلب بر روی خاک‌های ریزدانه گسترش دارند؛ در حالی که در مناطق مرتفع با خاک‌های درشت‌دانه، اغلب گیاهان با ریشه عمیق و بوته‌ای‌ها حضور گسترده دارند. هم‌راستا با نتایج این تحقیق محققان دیگری بر نقش مؤثر بافت خاک بر پراکنش گروه‌های اکولوژیک گیاهی تأکید نموده‌اند [۸].

اسیدیتته خاک نیز تأثیر معنی‌داری بر روی پراکنش گونه‌های گیاهی منطقه دارد. با توجه به نتایج این تحقیق، با افزایش ارتفاع اسیدیتته خاک کاهش می‌یابد. اسیدیتته با میزان بارندگی رابطه عکس دارد. کمبود بارندگی باعث تجمع بازهای تبدالی در خاک و قلیایی شدن آن می‌شود [۲۶]؛ بنابراین با افزایش ارتفاع میزان بارندگی افزایش می‌یابد و این باعث کاهش اسیدیتته می‌شود.

متغیرهای تغییرات ضریب اندازه لکه با محور اول و متوسط سطح لکه با محور دوم رسته‌بندی بر اساس ضریب لامبدا، نسبت به متغیرهای ارتفاع و رس عمق اول در درجه سوم اهمیت قرار دارند. شاخص تراکم لبه اثر متقابل با مناطق همجوار را نشان می‌دهند. در مناطق مرتفع به دلیل برودت هوا و عدم امکان تغییر کاربری برای زمین‌های کشاورزی تنها شامل کاربری مرتعی است و حداقل میزان تراکم لبه را در گروه اکولوژیک چهارم می‌توان مشاهده کرد؛ در حالی که در گروه‌های اکولوژیک اول، دوم و سوم که در ارتفاعات کم و میانی واقع شده‌اند مقدار این شاخص افزایش یافته است و در تغییر ترکیب گیاهی با توجه به پیچ‌شدگی مراتع و غلبه گیاهان مهاجم

در منطقه را فراهم آورده است [۱۸]. گروه اکولوژیک اول در مناطق دشتی و کم شیب واقع شده است. در گروه اکولوژیک اول به دلیل دشتی بودن منطقه، ارتفاع را بطه معکوسی نشان داد. گونه‌های *Avena eriantha*, *Trifolium subterraneum* و *Lolium perenne* *Caucalis platycarpus* گونه‌های شاخص گروه اکولوژیک اول هستند. عوامل مختلفی همچون ارتفاع و مقدار رس در گسترش این گونه‌ها همبستگی مثبت و ارتفاع، شیب و میزان بارندگی همبستگی منفی دارد. این گونه‌ها مناطقی با خاک سنگین و مناطق دشتی را ترجیح می‌دهند. [۲۹] در مطالعه‌ای در پوشش جنگلی قلازنگ ایلام بیان داشتند که ماده آلی در ارتفاعات بالا بیشتر از ارتفاعات پایین است، در حالی که اسیدیتته خاک در ارتفاعات پایین بیشتر است که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد.

گروه اکولوژیک چهارم دارای بیشترین ارتفاع و در مناطقی با شیب زیاد واقع شده است. تغییرات گونه‌ای عمده در گروه اکولوژیک چهارم (مناطق مرتفع) افزایش گونه‌های همی‌کریپتوفیت و بوته‌ای است. در مناطق مرتفع میزان بارش نسبت به مناطق دشتی به‌طور محسوسی افزایش می‌یابد که می‌توان از آن به‌عنوان یک عامل محیطی تغییرپذیر در تفسیر نتایج استفاده کرد. در امتداد محور اول، گرادیان‌های ارتفاع، بارندگی سالانه، رس عمق اول باعث جداسازی گروه اکولوژیک چهارم با گونه غالب *Festuca ovina-Colpodium parviflorum* از *Poa bulbosa* سایر گروه‌های اکولوژیک شد. با توجه به نمودار CCA می‌توان این‌طور تفسیر نمود که با افزایش ارتفاع ۳۳۰۰-۲۱۰۰ فرم گیاهان در این محدوده ارتفاعی اکثراً همی‌کریپتوفیت‌ها و بوته‌های بالشتکی و سنگ‌زی دیده می‌شود [۱۹]. عامل شیب سبب تخلیه رواناب ارتفاعات در شبکه‌های هیدرولوژی منطقه و با توجه به بافت شنی خاک و وضعیت زهکشی در مناطق مرتفع سبب شده تا میزان اسیدیتته خاک نیز در این گروه اکولوژیک از عوامل مؤثر باشد. به تدریج که از مناطق کم

محیطی امری بسیار دشوار است. در چنین مواردی رابطه عوامل محیطی و توزیع گونه همبستگی ضعیفی نشان می‌دهند. علت پایین بودن معنی‌داری برخی از گونه‌ها با عوامل محیطی را باید در عوامل بیرونی از مدل جستجو کرد. به‌طور کلی با توجه به تخریب و مداخلات انسانی در تمام سطوح منطقه مورد مطالعه که می‌تواند نقش به‌سزایی در پراکنش گونه‌ها داشته باشد.

جمع‌بندی حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که عامل ارتفاع نقش مهم‌تری را در تفکیک گروه گونه‌های اکولوژیک ایفا می‌کند. به بیان دیگر این عامل از طریق تأثیر بر اقلیم (میزان بارندگی، درجه حرارت، میزان تشعشع خورشیدی و میزان تبخیر و تعرق) و خصوصیات خاک، تغییر کاربری و درجه نفوذ انسان بر پراکنش پوشش گیاهی تأثیر می‌گذارد. با توجه به طبقه‌بندی منطقه به چهار گروه اکولوژیک با توانمندی‌های مختلف گیاهی و محیطی، می‌توان با دیدگاه‌های متفاوت مدیریتی را با توجه به وضعیت هر گروه پیشنهاد داد. شرایط نامساعد، تغییر شدید کاربری، هجوم گیاهان مهاجم و غیرخوشخوراک در گروه‌های اکولوژیک اول، دوم و سوم در ارتفاعات پایین و میانی نشان از وضعیت حساس و شکننده این محدوده ارتفاعی دارد؛ بنابراین بهره‌برداری از مراتع موجود در این محدوده ارتفاعی نه‌تنها مقرون به‌صرفه نیست بلکه در آخر از بین رفتن تدریجی گونه‌های مرغوب و در معرض خطر را در پی خواهد داشت. با توجه به شرایط مساعد محیطی (بارندگی و درجه حرارت مطلوب) در کنار مدیریت چرا در این محدوده ارتفاعی، اجرای عملیات اصلاحی (بذرپاشی و بوته‌کاری با گونه‌های بومی منطقه) قابل پیشنهاد است.

نتیجه‌گیری کلی اینکه به‌جای استفاده از یک گونه خاص به‌عنوان گونه راهنما که ممکن است در اثر حوادث مختلف حذف شود، گروه گونه‌های اکولوژیک می‌توانند در زمینه تشخیص شرایط رویشگاه به‌کار گرفته شوند. با توجه به نقش و اهمیت گروه گونه‌های اکولوژیک در بیان سریع و کم‌هزینه شرایط محیطی توصیه می‌شود که از

ارتفاع به مناطق مرتفع پیش برویم نوع خاک و پوشش گیاهی وابسته به آن نیز تغییر می‌کند و در ارتفاعات پایین تغییرات جوامع بیشتر با ویژگی‌های خاک و سنجه‌های سرزمین در ارتباط است ولی در مناطق مرتفع، ارتفاع نقش مهم‌تری در تغییرات جوامع اکولوژیکی گیاهان ایفا می‌کند [۲۶]. گروه اکولوژیک چهارم با واقع شدن در ارتفاعات بالا و مناطق صعب‌العبور کمتر در معرض تخریب قرار داشته و به‌عنوان ذخیرگاه بسیاری از گونه‌های گیاهی منطقه از دیدگاه حفاظت اکولوژیک دارای اهمیت فراوانی است. بیشتر گونه‌های گروه اکولوژیک چهارم به‌خصوص گونه‌های شاخص که بیشتر سطح رویشگاه را در مناطق مرتفع به خود اختصاص داده‌اند، جزء گونه‌های مقاوم در برابر شرایط سخت رویشگاهی (برودت هوا و بادهای شدید) هستند. گونه *Astragalus aureus* که در محدوده منطقه مورد مطالعه تنها در ارتفاعات کوهستانی گسترش دارد، با توجه به صخره دوست بودن این گونه، می‌توان انتظار داشت پاسخ این گونه در پاسخ به حضور سنگ و سنگریزه و میزان شن در پروفیل خاک باشد.

گروه اکولوژیک دوم و سوم از نظر ترکیب گیاهی و شرایط محیطی در حد واسطه گروه اول و چهارم قرار دارند. این دو گروه با قرار گرفتن در همه محوره‌های نمودار رسته‌بندی، ترجیح خاصی نسبت به متغیرهای محیطی وارد شده در تجزیه نشان ندادند. گروه‌های مذکور احتمالاً تحت تأثیر دیگر متغیرهای محیطی بودند که در تجزیه رسته‌بندی از آن‌ها استفاده نشده است.

با توجه به اینکه رسته‌بندی براساس نظریه پیوستگی جوامع است گونه‌های حد واسطه که در چندین گروه اکولوژیک حضور داشته‌اند سبب شد گروه‌های اکولوژیک حد واسطه در امتداد گرادیان مشخص شوند [۳۲]. توجه به این نکته حائز اهمیت است که برخی از گونه‌ها همچون *Filago*, *Helianthemum salicifolium*, *Poa bulbosa* در منطقه مورد مطالعه دارای دامنه اکولوژیکی وسیعی هستند و یافتن رابطه‌ای بین آن‌ها و عوامل

محیطی مؤثر بر استقرار گونه‌های گیاهی را شناسایی کرد و در برنامه‌های اصلاح و احیای مراتع از آن‌ها استفاده کرد. از طرف دیگر با شناخت عوامل محیطی در هر رویشگاه می‌توان احتمال موفقیت یا شکست استقرار یک گونه گیاهی را پیش‌بینی کرد.

مطالعات جامعه‌شناسی گیاهی و استفاده از روش گروه گونه‌های اکولوژیک برای مدیریت بهتر و کمک به تعیین عملیات مرتعداری استفاده شود. همچنین مشخص کردن واحدهای اکوسیستمی و نقشه این واحدها برای مدیریت، حفظ و حمایت و بهره‌برداری اصولی از این مراتع مورد توجه قرار گیرد. با انجام تحقیقات مشابه می‌توان عوامل

References

- [1] Abdollahi, J., Naderi, H. and Khavaninzadeh, A. (2015). Impact of some topographical and soil characteristics on distribution of ecological vegetation groups (Case study: rangelands of Khud- Niuk basin, Yazd). *Arid Biome*, 4(2), 76-90. [In Persian]
- [2] Ahern, J. and Andre, L. (2002). Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable Landscape planning. *Landscape and Urban Planning*, 59, 65-93.
- [3] Al-Aklabi, A., Al-Khulaidi, A., Hussain, A. and Al-Sagheer, N. (2016). Main vegetation types and plant species diversity along an altitudinal gradient of Al Baha region, Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23, 687-697.
- [4] Arekhi, S. (2015). Application of landscape metrics in assessing land use changes' trend by using remote sensing and GIS case study: Dehloran desert area. *Geography and Development*, 40, 59-68. [In Persian]
- [5] Arila, K.E. and Gupta, A. (2016). Life forms and biological spectrum along the altitudinal gradient in Montane forests of Senapati district of Manipur in Northeast India. *Pleione*, 10(1), 80-89.
- [6] Attarroshan, S. and Heydari, M. (2018). Evaluation of understory plant species diversity in relation to some environmental factors in Imamzadeh Abdollah Baghmalek forests. *Applied Ecology*, 7(2), 1-15.
- [7] Azarnivand H., Zare Chahouki M.A. (2011). *Rangeland Ecology*. University of Tehran, Tehran. [In Persian]
- [8] Bano, S., Khan, S.M., Alam, J., Alqarawi, A.A., Abd-Allah, E.F., Ahmad, Z., Rahman, I.U., Ahmad, H., Aldubise, A. and Hashem, A. (2017). Eco-floristic studies of the Beer hills along the Indus river in the districts Haripur and Abbottabad, Pakistan. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25(4), 801-810.
- [9] Barnes, B.V., Pregitzer, K.S. and Spies, T.A. (1982). Ecological forest site classification. *Forestry*, 80, 493-498.
- [12] Eshaghi Rad, j., Zahedi Amiri, Gh. and Mataji, A. (2009). Determination of optimum number of ecological groups in vegetation classification (Case study: Kheiroudkenar Forests). *Forest and Poplar Research*, 16(3): 445-466. [In Persian]
- [13] Ghafari, S., Ghorbani, A., Arjmand, K., Teymorzadeh, A., Hashemi Majd, K., Jafari, S., and Dabiri, R. (2017). Effect of grazing intensity on vegetation and soil physiochemical properties (case study: in rangelands of Kolash village, Parsabad, Ardabil province). *Plant Ecosystem Conservation*, 10, 183-204. [In Persian]
- [14] Ghafari, S., Ghorbani, A., Moameri, M., Mostafazadeh, R. and Bidarlord, M. (2018). Composition and structure of species along altitude gradient in Moghan-Sabalan rangelands, Iran. *Mountain Science*, 15(6), 1209-1228.
- [15] Ghorbani, A. and Asghari, A. (2014). Ecological factors affecting the distribution of *Festuca ovina* in Southeastern rangelands of Sabalan. *Range and Desert Research*, 21(2), 368-381. [In Persian]
- [16] Ghorbani, A. and Bahrami, B. (2017). The influence environmental factors on the distribution of plant species in the southeast rangelands of Sabalan. *Watershed Management Research*, 30(2), 15-29. [In Persian]
- [17] Ghorbani, A., Mohammadi Moghaddam, S., Hashemi Majd, K. and Dadgar, N. (2018). Spatial variation analysis of soil properties using spatial statistics: a case study in the region of Sabalan mountain, Iran. *Eco.mont*, 10(1), 60-70.

- [18] Ghorbani, A., Bibak, N., Amirkhani, M., Rahimi, Z., Akbarloo, M., Sefidi, K., Baderzadeh, M. Teimorzadeh, A. and Pournemati, A. (2015). Condition (health) assessment of low altitude habitat of north Sabalan. *Plant Ecosystem Conservation*, 6(3), 43-55. [In Persian]
- [19] Ghorbani, A., Ghafari, S., Sattarian, A., Akbarloo, M. and Bidar lord, M. (2017). Medicinal plants of Sabalan rangeland ecosystem in Ardabil povince. *Plant Ecosystem Conservation*, 9(4), 77-96. [In Persian]
- [20] Jaberalansar, Z., Tarkesh Esfahani, M., Basiri, M. and Pourmanafi, S. (2017). Effects of environmental factors on forage production of Steppe and semi Steppe rangelads in western part of Isfahan province. *Rangeland*, 10(3), 302-314. [In Persian]
- [21] Kacholi, D.S. (2014). Analysis of Structure and Diversity of the Kilengwe Forest in the Morogoro Region, Tanzania. *International Journal of Biodiversity*, 26, 1-8.
- [22] Khan, M., Khan, S.M., Ilyas, M., Alqarawi, A., Ahmad, Z. and Fathi Abd_Allah, E. (2017). Plant species and community's assessment in interaction with edaphic and topographic factors; an ecological study of the mount Eelum District Swat, Pakistan. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(4), 778-786.
- [23] Mirdeilam, S.Z. and Heshmati, Gh.A. (2014). Investigating the effect of soil and topographical factors on variations of plant species diversity (case study: Sabzkesheh summer rangeland at the Mohammad-abad Katool watershed, Golestan province). *Plant Ecosystem Conservation*, 2(4), 31-46. [In Persian]
- [24] Mohandass, D., Hughes, A.C., Mackay, B., Davidar, P. and Chhabra, T. (2016). Floristic species composition and structure of a mid-elevation tropical montane evergreen forests (sholas) of the western ghats, southern India. *Tropical Ecology*, 57(3), 533-543.
- [25] Mota, G.S., Luz, G.R., Mota, N.M., Coutinho, E., Veloso, M.D.M., Fernandes, G.W. and Nunes, Y.R.F. (2017). Changes in species composition, vegetation structure, and life forms along an altitudinal gradient of rupestrian grasslands in Southeastern Brazil. *Flora*, 238, 32-42.
- [26] Naderi, M., Mosleh Arany, A., Moradi, Gh., Piri, A., Kuhzadian, M. and Azimzadeh, H. (2016). Classification of vegetation and its ordination regaring geologic, physiographic and edaphic factors (case study: Manesht Protected Area, Ilam, Iran). *Range and watershed management (Iranian Journal of Natural Resources)*, 69(1), 245-260. [In Persian]
- [27] Nazari Anbaran, F., Ghorbani, A., Azimi Motem, F., Teymorzadeh, A., Asghari, A. and Hashemimajd, K. (2016). Floristic and species diversity in altitudinal gradient of Lahrod-Shabil (North Sabalan). *Plant Ecosystem Conservation*, 7(3), 1-18. [In Persian]
- [28] Nourmohammadi, K. and Esmailzadeh, O. (2018). Changes of plant biodiversity indices in ecological species groups along an altitudinal gradient. *Applied Biology*, 31(1), 303-321. [In Persian]
- [29] Pourbabaiei, H., Heydari, M. and Salehi, A. (2010). Plant ecological groups in relation to environmental factors, Ghlarang's forests, Ilam province. *Biology*, 23(4), 508-519. [In Persian]
- [30] Pourbabaiei, H., Rahimi, V., and Adel M.N. (2015). Effect of Environmental Factors on Rangeland Vegetation Distribution in Divan-Darre Area, Kurdistan. *Applied Ecology Isfahan University of Technology*; 11(4) :27-39. [In Persian]
- [31] Pueyo, Y. and Alados, C.L. (2007). Abiotic factors determining vegetation patterns in a semi-arid Mediterranean landscape: Different responses on gypsum and nongypsum substrates. *Arid Environments*, 69, 490-505.
- [32] Ravanbakhsh, H., Marvie Mohadjer, M.R., Assadi, M., Zobeiri, M. and Etemad, V. (2013). A Classification of *Juniperus excelsa* M. Bieb. Communities and Analysis of Vegetation in Relation to Environmental Variables (Case Study: Some Parts of Alborz Mountains, Iran). *Forest and Wood Product (Iranian journal of natural recources)*, 66 (3), 277-292. [In Persian]
- [33] Sanchez, M., Pedronia, F., Eisenlohrb, P.V. and Oliveira-Filhob, A.T. (2013). Changes in tree community composition and structure of Atlantic rain forest on a slope of the Serra do Mar range, southeastern Brazil, from near sea level to 1000 m of altitude. *Flora*, 208, 184-196.
- [34] Sang, W. (2009). Plant diversity patterns and their relationships with soil and climatic factors along an altitudinal gradient in the middle Tianshan mountain area, Xianjiang, China. *Ecological Research*, 24, 303-314.
- [35] Ter Braak, C.J.F. and Prentice, I.C. (1988). A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Researches*, 18, 271-317.

-
- [36] Van der Maarel, E. (1979). Transformation of cover-abundance value in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio*, 39, 97-114.
- [37] Zhang, J.T., Xi, Y. and Li, J. (2006). The relationships between environment and plant communities in the middle part of Taihang mountain range, North China. *Community Ecology*, 7(2), 155-163.