

تغییرات گروه گونه های گیاهی در ارتباط با عوامل محیطی و مدیریتی در

اکوسیستم های کوهستانی زاگرس (مطالعه موردی: بانه)

بختیار فتاحی^{۱*}، محمدعلی زارع چاهوکی^۲، محمد جعفری^۱، حسین آذرنیوند^۲، پژمان طهماسبی^۳

۱- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر،

۲- استاد گروه احیا مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه شهرکرد

(تاریخ دریافت ۹۶/۱۰/۱۸ - تاریخ پذیرش ۹۶/۱۰/۲۷)

چکیده

این مطالعه تغییرات گروه گونه های گیاهی را در ارتباط با عوامل محیطی و مدیریتی در مراتع کوهستانی بانه-کردستان بررسی کرده است. برای این منظور ۴ گروه گونه گیاهی بوته زار، علفزار، بوته زار - علفزار و گراسلند هر کدام با ۳ سایت، در منطقه مورد مطالعه شناسایی گردید. در هر سایت تعداد ۳۰ پلات ۲ متر مربعی به روش تصادفی-سیستماتیک مستقر گردید و تعداد ۱۰ پروفیل خاک در مرکز پلات های هر سایت تا عمق ۳۰ سانتیمتری حفر گردید (در مجموع برای هر گروه گونه ۹۰ پلات و ۳۰ نمونه خاک) و کلیه فاکتورهای گیاهی، خاکی، توپوگرافی و مدیریتی در همه سایت ها اندازه گیری شد. نتایج آنالیز چند متغیره تجزیه به مؤلفه های اصلی (PCA) نشان داد که دو محور اول و دوم، در مجموع ۷۳٪ از تغییرات صفات گیاهی گروه گونه ها را توجیه می کنند. گروه گونه های علفزار و بوته زار - علفزار با متغیرهای رس، مواد آلی، نیتروژن، عمق خاک، پتاسیم و سیلت عمق اول و هدایت الکتریکی عمق دوم و دامنه شمالی ارتباط مستقیم دارند. گراسلند با فاکتورهای سیلت، عمق دوم، اسیدیته، آهک عمق دوم و دامنه جنوبی و گروه بوته زار با متغیرهای شن، سنگریزه عمقی و سطحی، دامنه جنوبی و چرای دام ارتباط مستقیم دارد. به عبارت دیگر توپوگرافی، چرا و فاکتورهای فیزیکی خاک به همراه نیتروژن و مواد آلی مهمترین عوامل تاثیرگذار در تفکیک گروه گونه های گیاهی بودند. گروه گونه های ی که دارای گروه های عملکردی مختلفی بودند (بوته و علفی) تولید و پوشش، بیشتری داشتند.

کلید واژگان: ساختار، عملکرد، فرم رویشی، مرتع

۱. مقدمه

اکوسیستم‌ها به عنوان یک کل نظام مند و پویا از اجزا زیاد و روابط میان آن‌ها تشکیل شده‌اند. پوشش گیاهی به عنوان یکی از مهمترین عناصر سازنده اکوسیستم‌ها تحت تاثیر عوامل متعدد محیطی به صورت جوامع گیاهی در نقاط مختلف ظاهر می‌شود و همواره با سایر اجزای اکوسیستم ارتباط تنگاتنگی داشته‌اند (Askarizadeh and Heshmati, 2012). پوشش گیاهی هر اکوسیستم فرآیندی غیر تصادفی از شرایط محیطی حاکم بر آن اکوسیستم می‌باشد (Aghaie *et al.*, 2012) و تابعی از عوامل اکولوژیکی، اقلیمی، خاکی، پستی و بلندی و زیستی است؛ زیرا این عوامل، آب قابل دسترس و سایر شرایط محیطی مانند نور، دما و ... را که برای رشد گیاهان ضروری هستند تحت تأثیر قرار می‌دهند (Vetaas and Gerytnes, 2002). مطالعات مختلفی توسط محققین در زمینه روابط گروه گونه‌های اکولوژیکی پوشش گیاهی با عوامل محیطی اکوسیستم انجام شده است.

Zare Chahouki و همکاران (2011) نشان دادند که فاکتورهای سنگریزه، بافت، آهک و هدایت الکتریکی خاک از مهمترین عوامل خاکی و توپوگرافی تاثیرگذار بر پراکنش پوشش گیاهی مراتع منطقه اشتهاارد هستند.

Aghaie و همکاران (2012) ارتباط معنی‌داری بین فاکتورهای خاکی و گروه‌های اکولوژیکی گیاهی در جنوب شرق یاسوج نیافتند اما متغیرهای محیطی دیگر مانند ارتفاع از سطح دریا، درصد لاشبرگ، پوشش علفی و شیب ارتباط معنی‌دار و نقش مؤثرتری در تفکیک و پراکنش گروه‌های اکولوژیکی داشتند.

Heshmati و Askarizadeh (2012) با بررسی تاثیر عوامل محیطی برفرم‌های رویشی گیاهان در مراتع بیلاقی جواهرده رامسر نشان دادند که تفکیک پذیری فرم‌های رویشی تحت تاثیر ارتفاع، جهت و خاک قرار داشته و هر یک از این فرم‌ها دارای آشیان‌های اکولوژیکی متفاوتی از همدیگر شده‌اند. Mirdeylami و همکاران (2012) عوامل جهت جغرافیایی، شیب، اسیدیته، هدایت الکتریکی، بافت و آهک خاک را در پراکنش گروه‌های اکولوژیکی (تیپ‌های رویشی) مراتع کچیک مراوه تپه مؤثر دانسته‌اند. Farajollahi و همکاران (2012) نشان دادند که درصد رس، سیلت، شن، سنگریزه، آهک، ارتفاع و شیب مهمترین خصوصیات مؤثر بر پراکنش اجتماعات گیاهی منطقه حفاظت شده بیجار هستند. Sadeghinia و همکاران (2012) به بررسی اثر عوامل محیطی و فاکتورهای خاکی بر روی استقرار تیپ‌های گیاهی در مراتع سبزدشت بافق در استان یزد پرداختند و نشان دادند که فاکتورهایی از خاک مانند بافت، پتاسیم، فسفر، هدایت الکتریکی و لوم بیشترین اثر را بر روی واریانس و پراکنش تیپ‌های گیاهی دارند.

Gholinejad و همکاران (2014) خصوصیات فیزیکی خاک شامل عمق، درصد سنگ و سنگریزه، شن و سیلت و شدت چرای دام و ارتفاع از سطح دریا را از مؤثرترین عوامل در شکل‌گیری تیپ‌های گیاهی مراتع سارال کردستان به شمار آوردند در حالی که خصوصیات شیمیایی خاک نقشی در استقرار جوامع گیاهی در منطقه مورد مطالعه ندارند. Yari و همکاران (2012) در بررسی رابطه عوامل محیطی با پراکنش جوامع گیاهی مراتع سرچاه عماری شهرستان بیرجند

تعیین می کنند و ترکیب نیز به نوبه خود بر تولید- تنوع گیاهی اثر می گذارد. Dorji و همکاران (2014) در مطالعه چگونگی تغییر خصوصیات جوامع گیاهی در امتداد گرادیان های ارتفاع، رطوبت خاک، شدت چرا، تابش اشعه خورشیدی و ناهمواری سطح خاک نشان دادند که غنای گونه ای در ارتباط با ارتفاع، به صورت خطی افزایش می یابد. یکنواختی گونه ای نیز با رطوبت خاک افزایش می یابد. شدت چرا اهمیت کمتری نسبت به ارتفاع و رطوبت داشت. ترکیب گونه ای با همه عوامل محیطی به استثنای تابش خورشیدی همبستگی نشان داد.

به طور کلی، در مناطق کوهستانی عوامل ارتفاع و شیب و جهت و تا حدودی بافت خاک نقش تعیین کننده تری نسبت به سایر عوامل بر روی پوشش گیاهی داشته اند اما در مناطق مرکزی و شرقی، عوامل شیمیایی و تا حدودی رطوبت خاک نقش موثرتری داشته اند.

پژوهش حاضر به منظور بررسی و تحلیل تغییرات گروه گونه های پوشش گیاهی در ارتباط با عوامل محیطی و مدیریتی در اکوسیستم های کوهستانی زاگرس در منطقه گردنه "کلی خان" بانه انجام شد زیرا اطلاعات حاصل از این تحقیق که نشان دهنده ارتباط بین الگوی توزیع مکانی تیپ های گیاهی و عوامل محیطی است می تواند برای حل مسائل اکولوژیکی، حفاظت زیستی، مدیریت منابع طبیعی مفید باشد و به پیش بینی روند تغییرات پوشش گیاهی در آینده کمک کند.

۲. مواد و روش ها

۱.۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

نشان دادند که پراکنش پوشش گیاهی با درصد شن همبستگی مثبت و با درصد شیب، هدایت الکتریکی، سدیم، گچ و ماده آلی خاک همبستگی منفی داشت. Shokrollahi و همکاران (2014) حدود ۹۳ درصد از تغییرات و پراکنش گروه گونه های گیاهی مراتع بیلاقی پلور مازندران را مربوط به عوامل محیطی دانسته اند و شیب، جهت، شن، سیلت، فسفر، اسیدپته و لاشبرگ بیشترین همبستگی را با پوشش گیاهی داشته اند. Parsamehr و همکاران (2015) نشان دادند که عوامل بافت خاک، آهک، پتاسیم و هدایت الکتریکی متغیرهای تاثیرگذار در استقرار و گسترش جوامع گیاهی مراتع منطقه اردستان هستند. SheydayeKarkaj و همکاران (2015) در مراتع بیلاقی چهار باغ گلستان نشان دادند که حدود ۹۰ درصد از پراکنش گروه گونه های اکولوژیک توسط خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، ۰/۰۱ درصد توسط عوامل مدیریتی و ۱۰ درصد تحت تاثیر مشترک این دو عامل بوده است. در بین فاکتورهای خاک، درصد رس عمق اول، فسفر عمق دوم، وزن مخصوص، تخلخل و درصد رطوبت اشباع عمق اول و پتاسیم عمق دوم بیشترین نقش را داشتند. Javadi و همکاران (2016) بیان کردند که سنگریزه، رس، سیلت، شن، گچ، آهک، اسیدپته، هدایت الکتریکی، پتاسیم و ارتفاع از سطح دریا در تفکیک تیپ های رویشی پارک ملی خجیر تهران نقش داشته اند.

Zuo و همکاران (2013) به بررسی اثر فاکتورهای محیطی (خاک و توپوگرافی) بر ترکیب، تنوع و تولیدگیاهی در شمال چین پرداختند و نتیجه گرفتند که فاکتورهای خاک و توپوگرافی ترکیب گیاهی را

حداکثر ۲۴/۷۱ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۵۰/۳۳ درصد است. بارش‌های زمستانه به صورت برف و بارش‌های بهار و پاییزه به صورت باران می‌باشد. منحنی آمبروترمیک منطقه نشان می‌دهد که خرداد تا مهرماه، خشک‌ترین ماه‌ها ی سال هستند بنابراین طول فصل مرطوب ۶ ماه و فصل خشک ۶ ماه می‌باشد. مردم روستای کیله شین (در جنوب و خروجی حوزه) مالکان عرفی و بهره برداران مراتع منطقه هستند که از گذشته تاکنون تعدادی از آنها به دامداری و زنبورداری اشتغال دارند. اما امروزه تعداد دام موجود در مرتع به شدت کاهش پیدا کرده است تا جائیکه بخش عمده مراتع منطقه چرا نمی‌شود و یا چرای سبک دارند و فقط در بخش‌های اندکی از مراتع، چرای مفرط دیده می‌شود.

این پژوهش در مراتع کوهستانی منطقه کیله شین در ۲۰ کیلومتری جاده بانه-سقز بعد از گردنه "کلی‌خان" در غرب استان کردستان و شمال شرق شهرستان بانه انجام شد. مساحت آن حدود ۱۲۵۴ هکتار می‌باشد (شکل ۱). سازند زمین‌شناسی آن شامل ماسه‌سنگ و کنگلومرا، شیست و شیل است. شیب عمومی منطقه ۳۷ درصد و دامنه‌های آن دارای شیب نسبتاً تند با آبراهه‌های کم عمق تا عمیق است. تمامی جهت‌های اصلی و فرعی جغرافیایی در منطقه مشاهده می‌شوند و در دامنه‌ها پوشش گیاهی مناسبی مستقر شده است. مرتفع‌ترین نقطه حوزه، قله‌ای در جنوب‌غربی حوزه با ۲۶۷۶ متر ارتفاع و پست‌ترین نقطه نیز در محل خروج رودخانه از حوزه با ۱۷۰۰ متر ارتفاع می‌باشد. بر اساس آمار (دوره ۱۳۹۴-۱۳۴۱) نزدیکترین ایستگاه‌های هواشناسی (بانه و سقز) و نقشه پهنه بندی داده‌های اقلیمی، میانگین بارش سالانه در منطقه ۶۵۵ میلیمتر و میانگین سالانه دما ۱۴، دمای حداقل ۲/۷۸ و دمای



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

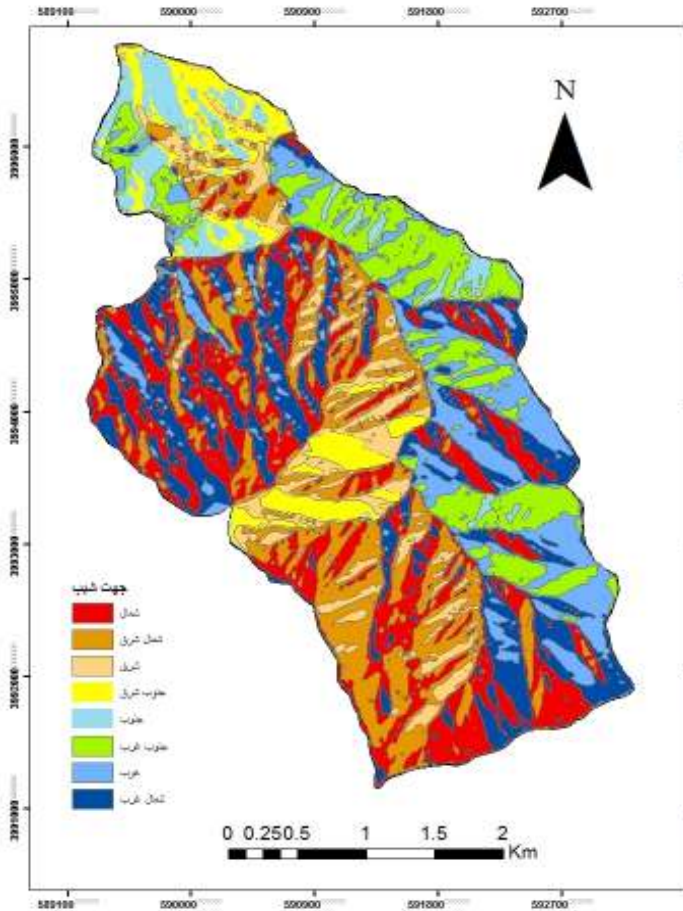
۲.۲. تهیه نقشه ها و بازدید میدانی

مرزبندی منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه های توپوگرافی ۱: ۲۵,۰۰۰ منطقه انجام شد. با پیمایش صحرایی و به روش فیزیونومیک-فلورستیک، ۴ گروه گونه(تیپ) گیاهی بوته زار، علفزار، گراسلند، بوته زار - علفزار و سایت های آنها شناسایی شدند و محدوده آنها بر روی نقشه مشخص گردید. با استفاده از نرم افزار ArcGIS، نقشه های شیب، جهت و DEM منطقه تهیه شد (اشکال ۲ و ۳).

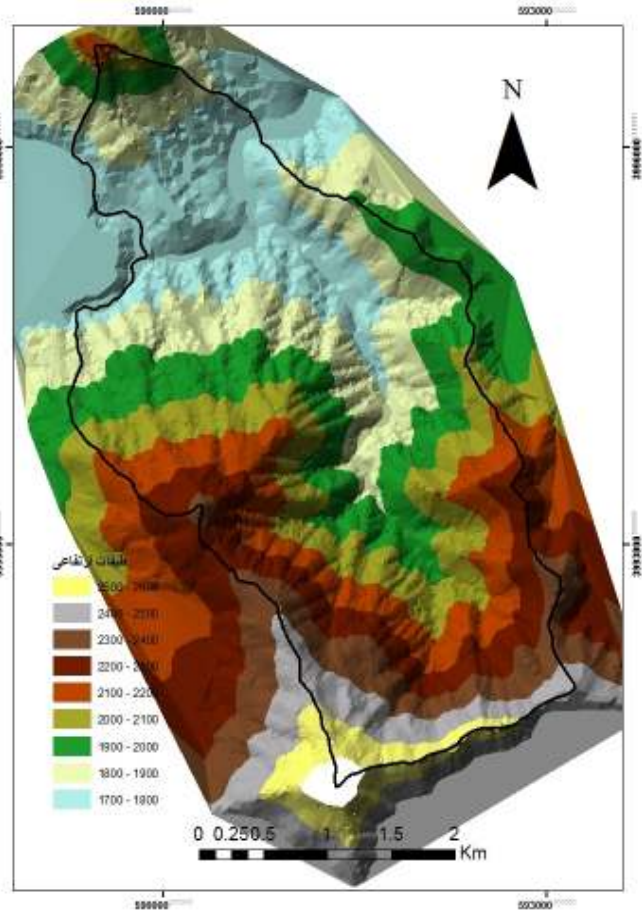
۳.۲. روش نمونه برداری

بر اساس نقشه ها و بازدیدهای میدانی، برای هر گروه گونه، ۳ سایت (واحد کاری همگن) جهت پلات اندازی و نمونه برداری خاک مشخص شد. سطح پلات به روش سطح حداقل و با توجه به بزرگترین تاج پوشش گونه های غالب، ۲ متر مربع تعیین گردید و تعداد ۳۰ پلات نیز به روش ترسیمی (بر مبنای فاکتور تولید) برای هر سایت محاسبه شد (هر گروه گونه ۹۰ پلات) و به روش تصادفی- سیستماتیک مستقر شدند؛ به این ترتیب که سه ترانسکت ۵۰ متری (با لحاظ طول دامنه، دو

ترانسکت در راستای شیب در امتداد هم و دیگری عمود بر شیب) در نظر گرفته شد و پلاتها با فواصل ۵ متر بر روی ترانسکت مستقر شدند. در هر پلات، درصد پوشش گیاهی، پوشش هر یک از گونه ها، لاشبرگ، سنگ و سنگریزه، خاک لخت و تراکم گونه ها برآورد گردید. تولید (زیتوده بالای سطح خاک) هر یک از گونه ها بطور جداگانه از سطح زمین قطع و در پاکت های کاغذی ریخته شد. نمونه ها در هوای آزاد (دور از تابش مستقیم آفتاب) خشک شدند (شکل ۴). در هر سایت تعداد ۹ نمونه خاک (در پلاتهای ۱، ۵ و ۱۰ هر ترانسکت) از دو لایه عمقی ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتیمتری برداشت گردید که پس از خشک شدن در هوای آزاد، برای اندازه گیری فاکتورهای درصد سنگریزه، رس، سیلت، شن، اسیدیته، هدایت الکتریکی، کربن آلی، ازت، فسفر، پتاسیم و آهنک به آزمایشگاه منتقل شدند (شکل ۵). متغیر جهت دامنه از عوامل توپوگرافی و متغیرهای چرای دام و آتش سوزی از عوامل مدیریتی، متغیرهای کیفی هستند که برای مشارکت در محاسبات و تحلیل های آماری باید به شکل کمی بیان شوند.



شکل ۳. نقشه جهات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲. نقشه سه بعدی ارتفاع منطقه مورد مطالعه



شکل ۴. برداشت تولید گونه ها، تفکیک تولید سال جاری در گیاهان بوته‌ای، خشک کردن نمونه ها در هوای آزاد



شکل ۵. حفر پروفیل خاک و نمونه برداری از دو لایه آن (۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتیمتر) و خشک کردن نمونه خاکها

منطقه)، اتفاق افتاده بود که باعث تغییر ترکیب پوشش گیاهی این سایت شده و آن را از بوته زار (بر اساس مقایسه با مناطق همجوار) به علفزار تبدیل کرده است.

۲-۴. تجزیه و تحلیل داده ها

پارامترهای خاک و توپوگرافی (جهت، شیب، ارتفاع) به عنوان عوامل محیطی، چرای دام و آتش سوزی به عنوان عوامل انسانی (مدیریتی) و گونه های گیاهی به عنوان ترکیب پوشش گیاهی در نظر گرفته شدند.

برای بررسی نرمال بودن داده های متغیرهای مختلف از آزمون کلموگروف اسمیرنوف استفاده شد و همگنی واریانسها نیز با استفاده از آزمون لیون مورد بررسی قرار گرفت. میانگین فاکتورهای مختلف، در سایتها و بعداً در جوامع مورد مطالعه به وسیله آنالیز واریانس یکطرفه مقایسه شدند و بررسی اختلاف معنی داری بین آنها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد. برای شناسایی مهمترین عوامل موثر بر گروه گونه ها از آنالیز رسته-بندی استفاده شد. با توجه به اینکه در این تحقیق هر دو گروه متغیرهای محیطی و داده های هدف (پوشش گیاهی) وجود داشتند بنابراین از بین روشهای رسته-بندی (مستقیم، غیر مستقیم، هیبریدی و جزئی) از

برای تبدیل جهت دامنه از حالت کیفی (مقیاس اسمی) به کمی (مقیاس نسبتی)، از عامل جنوبیت استفاده شد. در این روش، برای تبدیل آزیموت جهت از رابطه (۱) استفاده گردید (McCune *et al.*, 2002).

$$\text{Southness Aspect} = \frac{(1 - \cos(\theta - 45))}{2} \quad (1)$$

که در آن θ آزیموت جهت بوده و مقدار آن در مبنای ۳۶۰ درجه است. عدد بدست آمده از رابطه فوق بین صفر تا یک است. با نزدیک شدن به عدد ۱، جهت جنوبی تر می شود و با نزدیک شدن به عدد صفر، جهت شمالی تر می شود. در هر یک از پلاتها جهت دامنه از طریق رابطه فوق، به صورت کمی در آمد. برای تبدیل متغیر چرا از کیفی به کمی، از روش کدهی بر مبنای مقیاس رتبه ای استفاده شد. در این روش به شدت چرای سبک، متوسط و سنگین (بر اساس ترکیب و وضعیت گونه ها، لگدکوبی دام، دامگذاری...) به ترتیب کدهای ۱، ۲ و ۳ داده شد؛ یعنی افزایش عددی کد، نشان دهنده افزایش شدت چرا در سایت مورد نظر است. آتش سوزی فقط در یکی از سایتها و حدود ۷-۵ سال قبل از این مطالعه (بر اساس اظهارات بهره برداران

در مجموع تعداد ۴ گروه گونه بوته زار، علفزار، گراسلند و بوته زار-علفزار (ترکیبی) در منطقه مورد مطالعه شناسایی شدند (جدول ۱). متغیرهای تولید، درصد پوشش گیاهی، لاشبرگ، سنگ و سنگریزه، خاک لخت، همچنین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک، عوامل توپوگرافی، مدیریتی و زمین شناسی در هر یک از گروه گونه ها در جدول (۲) ارائه شده اند.

روش مستقیم و نیز با توجه به اینکه طول گرادیان کمتر از ۳ بود از تکنیک PCA استفاده شد (Ghorbani, 2015). مجموعه کارهای آماده سازی و تجزیه و تحلیل داده ها توسط نرم افزارهای Excel، SPSS، XLSTAT و CANOCO انجام گردید.

۳. نتایج

۱.۳. گروه گونه های گیاهی مورد مطالعه

جدول ۱- گونه های شاخص، تعداد سایت و مساحت هر یک از گروه گونه های مورد مطالعه

گروه گونه	گونه های شاخص	تعداد سایت	مساحت (ha)
بوته زار	<i>Astragalus parrowianus</i>	۳	۱۹۵
	<i>Annual grasses</i>		
	<i>Xeranthemum squarrosum</i>		
علفزار	<i>Prangos ferulaceae</i>	۳	۱۸۷
	<i>Rhabdosciadium petiolare</i>		
	<i>Ferula bernardi</i>		
	<i>Bilacunaria microcarpa</i>		
گراسلند	<i>Bromus tomentellus</i>	۳	۱۵۳
	<i>Agropyron intermedium</i>		
	<i>Agropyron trichophorum</i>		
بوته زار - علفزار	<i>Astragalus parrowianus</i>	۳	۲۱۰
	<i>Prangos ferulaceae</i>		
	<i>Rhabdosciadium</i>		
	<i>Centaurea behen</i>		

آماري مناسب خطي و غير خطي، آناليز تطبيفي قوس-گیری شده (DCA) بر روی داده های پوشش گیاهی (داده های پاسخ) انجام شد. نتایج نشان داد که متوسط طول گرادیان کمتر از سه (در حدود ۰/۹ - ۰/۳) است (جدول ۳)؛ بنابراین از روش تجزیه به مولفه های اصلی (PCA) به عنوان روش خطی استفاده شد.

۲.۳. عوامل موثر بر گروه گونه های گیاهی

با وجود تعداد زیاد متغیرها، به منظور کاهش تعداد داده ها، ماتریس های کورولاسیون بزرگ در ترکیبات جدیدی به نام مؤلفه ها یا محورها و یا بردارها خلاصه شد. به منظور بررسی ارتباط متغیرهای گیاهی با عوامل محیطی در گروه های گیاهی مورد بررسی، پس از تشکیل ماتریس داده های گیاهی و ماتریس عوامل محیطی، جهت تعیین طول گرادیان و انتخاب روش

تغییرات گروه گونه های گیاهی در ارتباط با عوامل محیطی و مدیریتی ...

جدول ۲- مقادیر متغیرها در گروه گونه های گیاهی مورد مطالعه

گروه گونه ها				فاکتورها
گراسلند	علفزار	بوته زار - علفزار	بوته زار	
۸۱/۰۳±۱/۸۲ b	۹۷/۱۹±۲/۷ a	۹۵/۰۸±۱/۷a	۵۶/۹۲±۱/۳۶ c	پوشش (/.)
۴۲۱/۲۳±۱۰/۹۴b	۴۵۷/۶۳±۱۰/۸۴b	۶۵۱/۸۹±۱۷/۵۰ a	۴۲۵/۷۷±۱۶/۱۵b	تولید (gr/m ²)
۹/۷۸±۰/۴۵ a	۶/۸۲±۰/۳۰ c	۸/۰۳±۰/۲۸ b	۳/۸۷±۰/۲۷ d	لاشبرگ (/.)
۶/۱۲±۰/۷۴b	۷/۴۵±۱/۰۵b	۵/۷±۰/۵۶۷b	۲۱/۴۵±۱/۴۸ a	پوشش سنگریزه (/.)
۶/۱۴±۰/۶۵b	۶/۸۳±۰/۶۴b	۷/۰۲±۰/۵۷b	۱۹/۸۳±۰/۹۸ a	خاک لخت (/.)
۳۴/۶۶±۲/۴۰ b	۳۵/۹۷±۲/۰۴ b	۴۲/۵۶±۱/۶ a	۲۰/۴۴±۰/۸۵c	عمق خاک (cm)
۴۱/۱۳±۱/۹۰ a	۳۵/۶۱±۱/۶۹ b	۲۲/۸۴±۱/۳۴ c	۴۵/۳۳±۱/۴۵ a	سنگریزه عمقی ۱ (/.)
۵۸/۵۰±۲/۵۱ a	۵۳/۴۱±۱/۸۱ b	۴۴/۲۶±۱/۵۷ c	۶۵/۸۴±۱/۱۹ a	سنگریزه عمقی ۲ (/.)
۷/۰۳±۰/۰۳۹ b	۶/۹۱±۰/۰۴۲ b	۶/۷۶±۰/۰۳ c	۷/۲۶±۰/۰۴۳ a	اسیدیت ۱
۶/۷۶±۰/۰۴۶ b	۶/۶۸±۰/۰۵۰ b	۶/۵۱±۰/۰۲۸ c	۶/۹۴±۰/۰۵۰ a	اسیدیت ۲
۰/۱۹۱±۰/۰۰۸a	۰/۱۵۸±۰/۰۰۸ c	۰/۱۷۹±۰/۰۰۹ab	۰/۱۶۲±۰/۰۰۶c	هدایت الکتریکی ۱ (dsm ⁻¹)
۰/۱۳۹±۰/۰۰۸ a	۰/۱۴۴±۰/۰۱۰ a	۰/۱۳۱±۰/۰۰۶ ab	۰/۱۱۵±۰/۰۰۶ b	هدایت الکتریکی ۲ (dsm ⁻¹)
۰/۱۵۱±۰/۰۰۸ b	۰/۱۸۲±۰/۰۰۲۹ b	۰/۲۴۴±۰/۰۱۰ a	۰/۱۰۴±۰/۰۰۴ c	نیترژن ۱ (/.)
۰/۰۹۲±۰/۰۰۴b	۰/۱۱۷±۰/۰۰۷b	۰/۱۴۴±۰/۰۰۷a	۰/۰۷۵±۰/۰۰۳c	نیترژن ۲ (/.)
۲۵/۳۲±۰/۱۴ bc	۲۷/۷۰±۱/۴۱ b	۳۳/۵۸±۱/۱۱ a	۲۰/۳۹±۱/۲۷ c	رس ۱ (/.)
۲۸/۸۵±۱/۸۰ b	۳۲/۹۴±۱/۴۶ ab	۳۷/۲۷±۱/۱۹ a	۲۳/۵۵±۱/۱۶ c	رس ۲ (/.)
۲۷/۹۹±۲/۰۹ a	۲۶/۶۳±۱/۳۰ a	۲۹/۶۴±۰/۹۲ a	۲۷/۳۹±۱/۶۴ a	سیلت ۱ (/.)
۲۱/۱۸±۱/۱۶ a	۲۱/۰۸±۱/۳۵ a	۲۲/۰۵±۰/۹۱ a	۲۱/۲۶±۱/۵۲ a	سیلت ۲ (/.)
۴۶/۷۰±۱/۲۳ ab	۴۵/۶۷±۱/۹۴ b	۳۶/۷۷±۱/۰۲ c	۵۲/۲۲±۲/۳۴ a	شن ۱ (/.)
۴۹/۹۶±۱/۸۰ a	۴۵/۹۸±۱/۸۲ b	۴۰/۶۶±۱/۲۰ b	۵۵/۱۹±۲/۰۹ a	شن ۲ (/.)
۲۳۷/۸۰±۱۵/۳۲ b	۲۷۳/۷۴±۱۶/۱۱a	۲۸۳/۷۰±۱۲/۲۲a	۲۱۵/۶۹±۱۷/۱۸ c	پتاسیم ۱ (ppm)
۱۵۵/۲۳±۱۲/۱۰b	۱۸۹/۸۱±۱۴/۰۲a	۱۸۴/۶۸±۱۰/۲۶a	۱۳۳/۵۸±۹/۳۳ c	پتاسیم ۲ (ppm)
۱/۸۵±۰/۱۱۹ c	۲/۳۷±۰/۱۲۵ b	۲/۸۲±۰/۰۷۵ a	۱/۳۰±۰/۰۱۰۷ d	مواد آلی ۱ (/.)
۱/۱۵۴±۰/۰۵۶ c	۱/۴۲۷±۰/۰۷۸b	۱/۶۳۶±۰/۰۴۸ a	۰/۹۸۷±۰/۰۷۰ d	مواد آلی ۲ (/.)
۳۵/۸۵±۱/۸۴c	۴۱/۴۵±۱/۴۵b	۴۰/۹۳۸±۱/۲۳b	۴۴/۸۳±۰/۷۴a	فسفر ۱ (ppm)
۲۸/۱۶۷±۱/۵۲c	۳۲/۶۳۷±۱/۴۰ b	۳۲/۰۳۲±۱/۰۴b	۵۰/۳۷۰±۱/۰۲ a	فسفر ۲ (ppm)
۱/۱۴۷±۰/۰۷۸c	۱/۵۳۰±۰/۰۸۶b	۱/۶۷۰±۰/۰۷۲ a	۱/۲۰۷±۰/۰۵۶c	آهک ۱ (/.)
۱/۴۰۲±۰/۱۲۸ ab	۱/۳۵۳±۰/۰۹۶b	۱/۵۳۳±۰/۰۸۶ a	۱/۴۹۲±۰/۱۴ a	آهک ۲ (/.)
۱/۱۹۳±۰/۰۶۵ c	۱/۵۲۱±۰/۰۷۲ b	۱/۸۱۵±۰/۰۴۷ a	۰/۷۸۴±۰/۰۳۸ d	کربن آلی ۱ (/.)
۰/۶۷۴±۰/۰۳۰ b	۰/۹۵۷±۰/۰۴۳ a	۱/۰۳۶±۰/۰۳۱ a	۰/۵۸۳±۰/۰۴۱ c	کربن آلی ۲ (/.)
۱	۱	۱	۳	چرای دام*
۰	۰	۰	۰	آتش سوزی*
۳۲/۵۰	۵۰/۸۷	۴۲/۸۰	۳۹/۲۸	شیب (/.)
۰/۳۲۷	۰/۱۲۷	۰/۲۲۶	۰/۷۹۲	جهت*
۲۰۱۸/۳۹	۱۹۹۳/۱۹۱	۱۹۸۰/۶۱	۲۰۵۹/۲۵	ارتفاع (m)

* برای فاکتورهای چرای دام، جهت دامنه و آتش سوزی که کیفی بودند تبدیل به کمی شده اند:

*- چرای دام: چرای سبک با کد ۱، چرای متوسط با کد ۲ و چرای سنگین با کد ۳ مشخص شده اند.

*- آتش سوزی: مناطق سوخته شده با کد ۱ و مناطق بدون آتش سوزی با کد صفر مشخص شده اند.

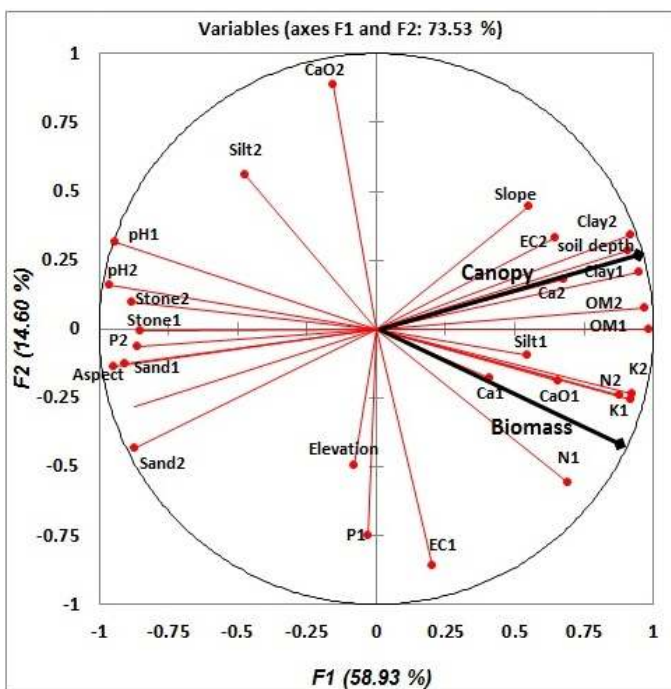
*- جهت: از عامل جنوبیت برای تبدیل آن به مقادیر کمی استفاده شد. هر چه عدد جهت به ۱ نزدیکتر باشد یعنی دامنه جنوبی تر است و هر چه عدد به صفر نزدیکتر باشد،

یعنی دامنه شمالی تر است.

جدول ۳- نتایج آنالیز PCA روی متغیرهای محیطی گروه گونه های گیاهی

محور اول (F1)	محور دوم (F2)	محور سوم (F3)	محور چهارم (F4)	محور پنجم (F5)	طول گرادیان
۰/۹	۰/۷	۰/۶	۰/۴	۰/۳	
۱۷/۰۸۹	۴/۲۳۴	۳/۳۰۱	۲/۹۹۷	۱/۳۷۹	مقدار ویژه ^۱
۵۸/۹۲۸	۱۴/۵۹۹	۱۱/۳۸۳	۱۰/۳۳۴	۴/۷۵۶	تغییرپذیری ^۲ (%)
۵۸/۹۲۸	۷۳/۵۲۷	۸۴/۹۱۰	۹۵/۲۴۴	۱۰۰/۰۰	تغییرپذیری تجمعی ^۳ (%)

1 Eigenvalue
 1 Variability
 1 Cumulative Variability



شکل ۷- نحوه بارگذاری بردارهای متغیرهای محیطی بر روی

نحوه بارگذاری متغیرها بر روی محورهای ۱ و ۲ در شکل (۷) و قرارگیری و پراکنش گروه گونه ها نیز در ارتباط با محورهای ۱ و ۲ در شکل (۸) نشان داده شده است.

هر چه طول بردار معرف متغیرها یا گروه گونه ها بزرگتر و زاویه آنها با محورهای اصلی کوچکتر باشد همبستگی بین گروه گونه ها با متغیرهای آن محور بیشتر و هر چه نقاط به هم نزدیکتر باشند آن گروه

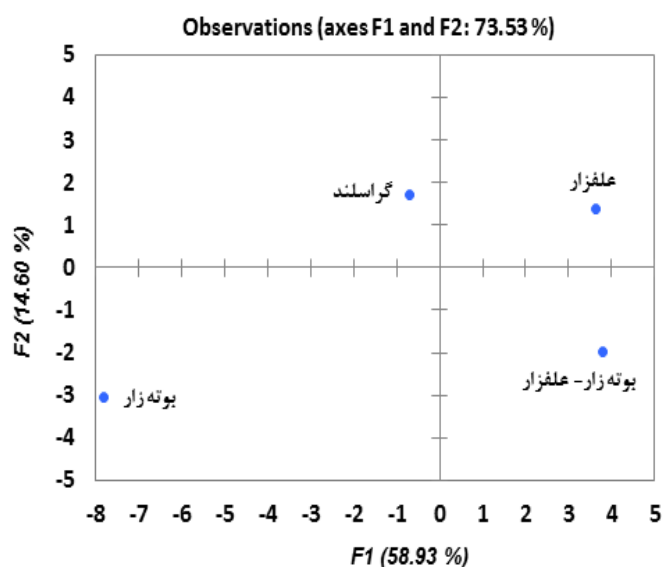
بر مبنای نتایج آنالیز PCA، دو محور اول و دوم، در مجموع ۷۳٪ از تغییرات صفات گیاهی را توجیه می کنند (جدول ۲) و بیشترین ارتباط و تاثیر عوامل محیطی بر صفات گیاهی را نشان می دهند که برای نمایش نتایج، از این دو محور استفاده شد. ضریب بار (بین -۱ تا +۱ متغیر است) هر یک از متغیرهای محیطی بر روی محورهای پنجگانه در جدول (۳) ارائه شده است. این ضریب نشان دهنده میزان تاثیر متغیرها روی محورهای می باشد. هر چه میزان این ضریب به ۱ نزدیکتر باشد یعنی تاثیرگذاری آن متغیر بر روی محور مربوطه بیشتر است. علامت مثبت این ضریب به معنی اثر مثبت (افزایشی) و علامت منفی نشان دهنده اثر معکوس (کاهنده) بر روی محور مربوطه است. همانطور که در جدول (۴) نشان داده شده است بخش عمده ای از متغیرها بر روی محور اول بارگذاری شده اند به عبارت دیگر متغیرهای محور (مؤلفه) ۱ بیشترین و قوی ترین اثر را در تفکیک گروه گونه های منطقه مورد مطالعه داشته اند و مؤلفه های دیگر به تدریج، اهمیت و تاثیرشان کاهش می یابد.

اشکال (۷ و ۸) نشان می دهد گروه های علفزار و بوته زار - علفزار با متغیرهای رس، مواد آلی، نیتروژن، عمق خاک، پتاسیم و سیلتعمق اول و هدایت الکتریکی عمق دوم و دامنه شمالی ارتباط مستقیم دارند. این در حالی است که این دو گروه گونه بیشترین درصد پوشش را دارند و گروه بوته زار - علفزار بیشترین تولید را نیز دارد؛ بنابراین می توان گفت که فاکتورهای موثر بر این گروه گونه ها، بیشترین تاثیر را بر روی پوشش، تولید، دارند. گروه گونه گراسلند با فاکتورهای سیلت، عمق دوم، اسیدپته، آهک عمق دوم و دامنه جنوبی ارتباط مستقیم دارد. گروه بوته زار با متغیرهای شن، سنگریزه عمقی و سطحی، دامنه جنوبی و چرای دام ارتباط دارد، به عبارت دیگر این متغیرها مهمترین نقش را در تفکیک گروه گونه بوته زار داشته اند. این در حالی است که این گروه گونه، کمترین پوشش و تولید را دارد بنابراین با افزایش متغیرهای فوق، فاکتورهای پوشش گیاهی کاهش نشان می دهند.

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج بدست آمده نشان داد که روش آنالیز چند متغیره به خوبی قادر به نشان دادن شدت اثر عوامل محیطی بر روی فاکتورهای گیاهی است و گروه گونه های گیاهی را بر مبنای این فاکتورها به راحتی از هم تفکیک می کند. تجمیع بخش عمده ای از طول گرادیان (۷۰٪) و واریانس متغیرها (۷۳٪) در دو محور اول و دوم صورت گرفت و متغیرهای چرای دام، جهت، عمق خاک، سنگریزه عمقی، اسیدپته، نیتروژن دوم، رس، شن، پتاسیم، مواد آلی، فسفر دوم و آهک اول بر روی محور اول و متغیرهای هدایت الکتریکی اول، فسفر اول و

گونه ها به هم شباهت بیشتری دارند و تحت شرایط مشابهی قرار دارند. متغیرهایی که بردار مربوط به آنها در اطراف گروه های گیاهی قرار دارند اثر مثبتی بر فاکتورهای گیاهی این گروه گونه ها دارند و متغیرهایی که بردارهای آنها در جهت عکس گروه گونه های گیاهی است اثر معکوس و منفی بر روی فاکتورهای گیاهی این گروه گونه ها دارند.



شکل ۸. نحوه قرارگیری گروه گونه های گیاهی در ارتباط با محورهای ۱ و ۲ آنالیز PCA

شکل (۸) نشان می دهد که گروه گونه های مورد مطالعه هر کدام جداگانه در یک ربع قرار گرفته اند این تفاوت ها در طرز قرار گیری گروه گونه ها نسبت به همدیگر بیانگر تفاوت فاکتورهای محیطی و گیاهی موثر بر آنها است. فاصله نقاط معرف گروه گونه ها از همدیگر و میزان فاصله نقاط از محورها بیانگر شدت یا ضعف رابطه هستند. برای تفسیر نمودار رسته بندی باید به علامت جبری ضرایب بارگذاری متغیرها بر روی محورها توجه کرد (جدول ۳).

اولویت سوم قرار داشتند که با نتایج محققان Sheydaye Karkaj *et al.*, 2015; Javadi *et al.*,) (2016; Gholinejadet *al.*, 2014) دیگر نیز مطابقت دارد.

آهک دوم بر روی محور دوم قرار دارند. از طرف دیگر طول بردارهای مربوط به فاکتورهای فیزیکی خاک بیشتر از فاکتورهای دیگر بود و فاکتورهای مدیریتی در جایگاه دوم و فاکتورهای شیمیایی و توپوگرافی در

جدول ۴- ضریب بار متغیرها روی محورهای حاصل از آنالیز PCA

متغیرها	محورها				
	محور اول (F1)	محور دوم (F2)	محور سوم (F3)	محور چهارم (F4)	محور پنجم (F5)
چرای دام	-۰/۹۲۲	-۰/۲۰۲	-۰/۱۰۴	-۰/۲۲۳	-۰/۰۵۸
جهت	-۰/۹۴۷	-۰/۱۳۵	-۰/۱۹۰	-۰/۲۱۳	۰/۰۵۱
ارتفاع (m)	-۰/۰۷۹	-۰/۴۹۴	۰/۸۴۸	۰/۱۶۸	۰/۳۶۱
شیب (%)	۰/۵۵۲	۰/۴۴۶	۰/۵۰۰	-۰/۳۴۱	-۰/۰۰۷
عمق خاک (cm)	۰/۹۰۹	۰/۲۸۲	-۰/۲۴۶	۰/۱۸۴	-۰/۳۱۶
سنگریزه عمقی ۱ (%)	-۰/۸۵۲	-۰/۰۰۷	۰/۱۸۲	۰/۳۷۵	۰/۲۴۰
سنگریزه عمقی ۲ (%)	-۰/۸۸۰	۰/۰۹۶	۰/۳۵۱	۰/۱۸۹	۰/۰۰۰
اسیدیتته ۱	-۰/۹۴۳	۰/۳۱۴	-۰/۰۹۷	۰/۰۴۷	-۰/۰۴۳
اسیدیتته ۲	-۰/۹۶۱	۰/۱۶۲	-۰/۲۱۴	-۰/۰۶۰	-۰/۳۲۷
هدایت الکتریکی ۱ (dsm ⁻¹)	۰/۲۰۲	-۰/۸۵۹	۰/۰۵۱	۰/۳۳۵	۰/۴۰۳
هدایت الکتریکی ۲ (dsm ⁻¹)	۰/۶۴۴	۰/۳۲۹	-۰/۱۶۳	۰/۵۳۶	-۰/۱۷۴
نیترژن ۱ (%)	۰/۶۹۱	-۰/۵۵۶	-۰/۳۹۴	-۰/۱۶۳	۰/۰۵۰
نیترژن ۲ (%)	۰/۹۲۴	-۰/۲۳۳	۰/۲۸۱	-۰/۱۰۴	-۰/۱۶۰
رس ۱ (%)	۰/۹۵۰	۰/۲۰۸	۰/۰۶۵	-۰/۱۵۵	-۰/۰۵۵
رس ۲ (%)	۰/۹۲۰	۰/۳۴۰	-۰/۰۲۸	-۰/۱۸۴	-۰/۲۹۲
سیلت ۱ (%)	۰/۵۴۷	-۰/۰۹۶	۰/۷۷۳	-۰/۰۹۱	-۰/۳۳۳
سیلت ۲ (%)	-۰/۴۷۱	۰/۵۶۲	۰/۵۸۹	-۰/۰۶۳	۰/۲۱۸
شن ۱ (%)	-۰/۹۰۷	-۰/۱۲۸	-۰/۳۰۲	۰/۱۴۸	۰/۱۰۵
شن ۲ (%)	-۰/۸۷۲	-۰/۴۳۱	-۰/۰۵۸	۰/۱۹۸	۰/۲۷۴
پتاسیم ۱ (ppm)	۰/۹۱۹	-۰/۲۵۵	۰/۱۲۴	-۰/۰۲۳	۰/۳۷۳
پتاسیم ۲ (ppm)	۰/۸۸۰	-۰/۲۳۸	۰/۱۶۹	۰/۰۴۳	۰/۰۴۹
مواد آلی ۱ (%)	۰/۹۸۳	-۰/۰۰۱	-۰/۰۶۲	-۰/۱۶۳	۰/۰۰۵
مواد آلی ۲ (%)	۰/۹۶۸	۰/۰۷۴	-۰/۰۸۱	-۰/۲۲۶	۰/۳۳۴
فسفر ۱ (ppm)	-۰/۰۳۱	-۰/۷۵۲	۰/۴۷۰	-۰/۳۱۹	۰/۱۰۵
فسفر ۲ (ppm)	-۰/۸۶۴	-۰/۰۶۴	۰/۲۲۱	-۰/۴۳۵	۰/۰۳۴
کلسیم ۱	۰/۴۰۷	-۰/۱۸۱	۰/۲۹۰	۰/۷۶۶	۰/۱۱۹
کلسیم ۲	۰/۶۷۵	۰/۱۸۰	-۰/۰۸۰	۰/۷۰۱	-۰/۰۶۳

بافت چوبی گیاهان بوته ای گون است که علاوه بر تاج بزرگ، زیتوده و وزن خشک زیادی دارند.

در شرایطی که کمترین لاشبرگ مربوط به گروه گونه بوته زار است بیشترین مقدار آن هم مربوط به گروه گونه گراسلند است و این برخلاف میزان تولید و تاج پوشش بالای گروه گونه های ترکیبی است؛ زیرا در گروه گونه های ترکیبی بیش از ۸۰٪ تولید و تاج پوشش یا مربوط به گون ها است که به صورت چوب ذخیره می شود و یا مربوط به چتریان است که به محض خشک شدن به دلیل شکننده بودن و وزن بسیار کمی که دارند به سرعت شکسته و خرد شده و بوسیه باد و ... جابجا شده و آثاری از لاشبرگ آن ها در منطقه باقی نمی ماند. اما در گروه گونه گراسلند، لاشبرگ برگ های خشک شده گرامینه ها بر روی پنجه ها باقی می ماند و به صورت لاشبرگ دیده می شود. بیشترین خاک لخت و سنگریزه هم مربوط به گروه گونه بوته زار است که در آن چرای شدید وجود دارد و اغلب در دامنه جنوبی و غربی قرار گرفته است.

گروه گونه بوته زار بیشترین مقدار اسیدیتته، کمترین مقدار نیتروژن، پتاسیم، کربن و ماده آلی را دارد. در حالیکه کمترین اسیدیتته، بیشترین پتاسیم، نیتروژن و کربن و ماده آلی مربوط به گروه گونه ترکیبی بوته زار - علفزار است. عامل جنوبیت نیز نشان می دهد که گروه گونه بوته زار به سمت جنوب نزدیکتر است و سایر گروه گونه ها تقریباً رو به شمال هستند در بین آنها گروه گونه ترکیبی بوته زار-علفزار با شمال زاویه کمتری دارد که تحقیقات دیگر نیز نتایج مشابهی را ارائه کردند (Aghaieet al., 2012; Mirdeylamiet al., 2012).

متغیرهای پوشش و تولید گروه گونه ها ارتباط مثبت و قوی با فاکتورهای خاک و توپوگرافی (سیلت، شیب، عمق خاک، نیتروژن، رس، مواد آلی و پتاسیم) داشتند به عبارت دیگر پوشش و تولید نزدیکی بیشتری به این فاکتورها داشتند؛ زیرا این فاکتورها به طور مستقیم بر روی میزان نگهداشت رطوبت و مواد غذایی در خاک و فعالیت میکرو ارگانیسمها و تجزیه مواد آلی و معدنی شدن آنها تاثیرگذار هستند که با نتایج برخی از محققان (Aghaie, 2011) مطابقت دارد. از طرف دیگر فاکتورهای چرا، جهت، اسیدیتته، شن و سنگریزه عمقی در جهت عکس تولید و پوشش بوده و ارتباط منفی قوی با آن دو دارند که این یافته ها مطابق با نتایج سایر محققان می باشد (Zare Chahoukiet al., 2011; Zuoet al., 2013).

در بین گروه گونه ها بالاترین میانگین تولید متعلق به گروه گونه بوته زار - علفزار است که این امر ناشی از نوع فرم رویشی غالب (بوته ای ها و علفی ها باهم) و ویژگی های محیطی مطلوب آن است؛ زیرا این گروه گونه بیشترین عمق خاک، نیتروژن، رس، سیلت، مواد آلی را دارد. چرای سبک در آن اتفاق افتاده است و جهت عمومی آن تقریباً شمالی است و درصد پوشش گیاهی بالایی دارد که برخی از محققین دیگر نیز به نتایج مشابه دست یافتند (Dorjiet al., 2014; Farajollahiet al., 2012). ژائو و همکاران نیز اهمیت فوق العاد برخی گروه های عملکردی (مانند لگومها) در افزایش زیتوده سایت را مورد تاکید قرار دادند (Zuoetal., 2013). بنابراین تولید عامل مهمی در تفکیک این گروه گونه از سایر گروه گونه ها است. دلیل این موضوع مربوط به

با توجه به آنچه که گفته شد می‌توان نتیجه گرفت که پوشش و تولید منعکس کننده بسیاری از شرایط ساختاری اکوسیستم هستند و می‌توانند به عنوان نمایندگان از ساختار و عملکرد اکوسیستم محسوب می‌شوند؛ بنابراین متغیرهای ترکیب گونه‌ای، ساختار و آشفستگی اکوسیستم به طور غیرمستقیم از طریق متغیر تولید بر وضعیت پوشش گیاهی اکوسیستم اثر می‌گذارند. این نتایج با یافته های محققین دیگر نیز مطابقت دارد (Fridley *et al.*, 2012; Grace *et al.*, 2014; Grace *et al.*, 2007; Pan *et al.*, 2012).

تغییرات ویژگی‌های پوشش گیاهی (ترکیب گونه‌ای، پوشش، تولید) مستقیم و غیر مستقیم تحت تاثیر گرادبان‌های عوامل محیطی (توپوگرافی، خاکی) و مدیریتی (چرا، آتش سوزی) قرار دارند. به طور کلی، در مناطق کوهستانی عوامل ارتفاع و شیب و جهت و تا حدودی بافت خاک نقش تعیین کننده‌تری نسبت به سایر عوامل بر روی پوشش گیاهی داشته اند اما در مناطق مرکزی و شرقی کشور، عوامل شیمیایی و تا حدودی رطوبت خاک نقش موثرتری داشته اند. البته باید توجه داشت که این مطالعات در مقیاس محلی بوده اند اما اگر در سطح جغرافیای کشور مورد تحلیل قرار گیرند، بدون شک عامل اقلیم اولین تعیین کننده وضعیت پوشش گیاهی مناطق خواهد بود.

تحقیقات دیگری (Zuo *et al.*, 2013) نیز نشان داده است که فاکتورهای محیطی نظیر خاک و توپوگرافی ترکیب گیاهی را در سایت‌ها تعیین می‌کنند که ترکیب گیاهی به نوبه خود بر رابطه تولید و تنوع گیاهی اثر می‌گذارد. بنابراین تولید تحت تاثیر ترکیب گیاهی است که خود نیز توسط گرادبان‌های محیطی (خاک و توپوگرافی) هدایت می‌شود.

از طرف دیگر بررسی گونه های غالب و همراه گروه گونه ها نشان می‌دهد که تقریباً همه آنها متعلق به تیره ها ی Compositae و Leguminosae و Gramineae و Umbelliferae هستند. گیاهان این تیره ها معمولاً در فرآیندهای تسهیل و رقابت نسبت به همدیگر مشارکت فعالی دارند؛ بنابراین بسته به درصد پوشش یا فراوانی آنها در هر یک از گروه گونه ها، غالبیت یا نقش نسبی هر یک از این فرآیندها در گروه گونه ها تغییر خواهد کرد. البته ماراکوارد و همکاران نیز اشاره کرده اند که وجود گونه های مختلف از خانواده ها و فرم‌های رویشی مختلف تولید را افزایش می‌دهد و ترکیب گونه-ای گروه ها ی عملکردی مختلف می‌تواند به قوی‌تر شدن اثرات تسهیلی میان گونه ها و گروه ها ی عملکردی منجر شود و این یافته با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت دارد (Marquard *et al.*, 2009).

References

- Aghaie, R., Alvani neZhad, S., Basiri, R., Zolfaghari, R., 2012. Relationship between Ecological Species Groups and Environmental Factors (Case Study: Vezg Region in Southeast of Yasouj). Iranian Journal of Applied Ecology, 1 (2), 53-63
- Askarizadeh, D., Heshmati, Gh. A., 2012. An investigation of environment factors' impact on life form of plants (Case study: Javaherdeh rangelands of Ramsar). Journal of Range and Watershed Management, 65 (4), 529-540.
- Dorji, T., Moe, R.S., Klein, A.J., and Totland, O., 2014. Plant species richness, evenness and composition along environmental gradients in an Alpine meadow grazing ecosystem in central Tibet, China.
- Farajollahi, A., Zare Chahouki, M. A., Azarnivand, H., Yari, R., Gholinejad, B., 2012. The effects of environmental factors on distribution of plant communities in rangelands of Bijar protected region. Iranian Journal of Range and Desert Research, 19 (1), 108-119.
- Fridley, J.D., Grime, J.P., Huston, M.A., Pierce, S., Smart, S.M., Thompson, K., Börger, L., Brooker, R.W., Cerabolini, B.E.L., Gross, N., Liancourt, P., Michalet, R., Le Bagousse-Pinguet, Y., 2012. Comment on "Productivity Is a Poor Predictor of Plant Species Richness". Science 335, 1441 .
- Gholinejad, B., Jaffari, M., Zare Chahuki, M. A., Azarniuand, H., Pourbabaei, H., 2014. Environmental and managerial factors effects on plant species distribution (Case study: Saral rangelands of Kurdistan province). Journal of Range and Watershed Management, 67 (2), 279-288.
- Ghorbani, J., 2015. Multivariate Analysis of Ecological Data Using CANOCO. Sari University Press, 318 p.
- Grace, J.B., Adler, P.B., Stanley Harpole, W., Borer, E.T., Seabloom, E.W., 2014. Causal networks clarify productivity–richness interrelations, bivariate plots do not. Functional Ecology 28, 787-798 .
- Grace, J.B., Anderson, T.M., Smith, M.D., Seabloom, E., Andelman, S.J., Meche, G., Weiher, E., Allain, L., Jutila, H., Sankaran, M., Knops, J., Ritchie, M. & Willig, M., 2007. Does species diversity limit productivity in natural grassland communities? Ecology Letters, 10 (8): 680–689.
- Javadi, S. A., khanarmooyi, A. R., Jafari, M., 2016. Investigation of Relationship between Vegetation Factors and Soil Properties (Case Study: Khojir National Park). Journal of Range and Watershed Management, 69 (2), 353-366.
- Marquard, E., Weigelt, A., Temperton, M.V., Roscher, C., Schumacher, J., Buchmann, N., Fischer, M., Welsser, W.W. and Schmid, B., (2009). Plant species richness and functional composition drive overyielding in a six-year grassland experiment. Ecology, 90(12): 3290–3302.
- McCune, B., Grace, J.B. and Urban, D.L. 2002. Analysis of Ecological Communities. MjM Software Design. Gleneden Beach, Or, 28:307 p.

- Mirdeylami, Z., Heshmati, Gh. A., Barani, H., Hematzadeh, Y., 2012. Environmental factors affecting ecological sites distribution of Kachik rangeland, Marave Tappe. Iranian Journal of Range and Desert Research, 19 (2), 333-343.
- Pan, X., Liu, F., Zhang, M., 2012. Comment on "Productivity Is a Poor Predictor of Plant Species Richness". Science 335, 1441.
- Parsamehr, A. H., Vahabi, M. R., Khosravani, Z., 2015. Relationship between plant communities and some soil properties using canonical correspondence analysis (Case Study: Ardestan Rangelands). Iranian Journal of Range and Desert Research, 22 (1), 194-203
- Sadeghinia, M., Jafari, M., Zahedi Amiri, Gh., Baghestani Maybodi, N., Tavili, A., 2012. Investigation on Effects of Environmental and Soil Factors on Establishment of Vegetation Types (Case Study: Sabzdasht, Bafgh). Journal of Rangeland Science, 3(1): 1-10.
- Sheydaye Karkaj, E., Mirdeilami, S. Z., Akbarlou, M., 2015. Relationship of the most effective soil and management factors with distribution of ecological species groups and calculating their common effect (Case study: Chahar Bagh summer rangelands, Golestan. Iranian Journal of Range and Desert Research, 22 (1), 31-46.
- Shokrollahi, sh., Moradi, H. R., Dianati Tilaki, Gh. A., Jabeolansar, Z., 2014. Study of plant species in relation to site edaphic and physiographic factors (Case study: Polur Summer Rangelands, Mazandaran province). Iranian Journal of Range and Desert Research, 21 (3), 541-548.
- Vetaas O.R. and J.A. Gerytnes, 2002. Distribution of vascular plant species richness and endemic richness along the Himalayan elevation gradient in Nepal. Global Ecology and Biogeography, 11: 291-301.
- Yari, R., Azarnivand, H., Zare Chahouki, M. A., Jalil Farzadmehr, J., 2012. Relationship between species diversity and environmental factors in Sarchah Amari rangelands of Birjand. Iranian Journal of Range and Desert Research, 19 (1), 95-107.
- Zare Chahouki, M. A., Nodehi, R., Tavili, A., 2011. Investigation on relationship between plant diversity and environmental factors in Eshtehard rangelands. Journal Management System, 1 (2), 41-49.
- Zuo, X., Knops, J., Zhao, X., Zhao, H., Zhang, T., Li, Y., Guo, Y., 2013. Indirect drivers of plant diversity-productivity relationship in semiarid sandy grasslands. Biogeosciences 9, 1277-1289.