



"مقاله پژوهشی"

تنوع گونه‌ای و عمل‌کردی مناطق گلازنی شده و کمتر دست‌خورده در جنگل‌های زاگرس شمالی

راضیه حسامی^۱، نقی شعبانیان^۲ و کیومرث محمدی سمائی^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران، (نویسنده مسوول: r_hesamii@yahoo.com)

۲- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، مرکز پژوهش و توسعه جنگلداری زاگرس شمالی، سنندج، ایران

۳- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، مرکز پژوهش و توسعه جنگلداری زاگرس شمالی، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۱۲

صفحه: ۸۸ تا ۹۸

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: تنوع‌زیستی به عنوان یک شاخص مهم در بررسی سلامت و پایداری بوم‌سامانه‌های طبیعی مورد توجه است. این پژوهش با هدف بررسی تنوع گونه‌ای و عمل‌کردی پوشش‌علفی در جنگل‌های زاگرس شمالی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: جهت انجام این تحقیق، ۳۲ قطعه‌نمونه از مناطق کمتر دست‌خورده و ۳۰ قطعه‌نمونه از مناطق گلازنی‌شده در جنگل‌های شهرستان بانه در اندازه‌ی ۳۰۰ مترمربعی با استفاده از روش «سطح حداقل» برداشت شد. برخی از ویژگی‌های عمل‌کردی گیاهان شامل وزن خشک برگ، سطح ویژه برگ، فرم زیستی، کورولوژی، ارتفاع کل گیاه و سیستم ریشه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. از مرکز و چهار گوشه قطعات نمونه در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متر نمونه‌های خاک برداشت و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آنها بررسی شد. در تجزیه انتخاب رو به جلو، چهار متغیر محیطی از قبیل مقدار پتاسیم، درصد شن، درصد بیرون زدگی سنگی و جهت جغرافیایی انتخاب شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که دو گروه قبرستان و گلاجار، بر اساس ترکیب گونه‌ای به خوبی از همدیگر قابل تفکیک هستند. ارزیابی تأثیر متغیرهای محیطی و خاک بر شاخص تنوع گونه‌ای و تنوع عمل‌کردی بر اساس تجزیه گردیدان مستقیم (RDA)، نشان داد که یکنواختی عمل‌کردی با شاخص برآورد یکنواختی تفاوت چشمگیری دارد. نتایج رسته‌بندی متمایز بودن گلاجار و مناطق کمتر دست‌خورده را به عنوان دو گروه مجزا به خوبی نشان داد. مقدار پتاسیم خاک و درصد شن در گلاجارها کمتر ولی میزان بیرون زدگی سنگ بستر بیشتر بود.

نتیجه‌گیری: به طور کلی می‌توان گفت که تراکم، تنوع گونه‌ای و عمل‌کردی پوشش گیاهی در گلاجارها نسبت به مناطق کمتر دست‌خورده کمتر بوده است. با توجه به اینکه در مناطق گلازنی شده تنوع گونه‌ای کمتر از مناطق کم‌تر دست‌خورده است پیشنهاد می‌شود جنگل‌های کمتر دست‌خورده به عنوان یک الگوی مدیریتی مد نظر قرار بگیرند.

واژه‌های کلیدی: بانه، تنوع گونه‌ای، تنوع عمل‌کردی، گلاجار، RDA

مقدمه

افزایش روزافزون انقراض گونه‌ای در دهه‌های اخیر، منجر به کاهش عملکرد و خدمات شمار زیادی از اکوسیستم‌های دنیا شده است (۵). این امر اهمیت حفاظت از تنوع‌زیستی را دوچندان کرده است به نحوی که بسیاری از کشورها در کنوانسیون بین‌المللی ناگویا در ژاپن، کاهش نرخ انقراض گونه‌ای را به عنوان مهمترین هدف تا سال ۲۰۲۰ عنوان کرده‌اند (۳۱). تغییر کاربری اکوسیستم‌های طبیعی منجر به تغییر خاک و سایر متغیرهای محیطی خواهد شد که آنها نیز به نوبه خود می‌توانند بر تنوع زیستی و ترکیب جوامع گیاهی و جانوری تأثیر جبران ناپذیری بگذارند (۸). تنوع گونه‌ای فقط بیان‌کننده تنوع تاکسونومیکی است در حالی که تنوع عمل‌کردی، با استفاده از صفات موجوداتی که روی خصوصیات اکوسیستم تأثیر می‌گذارند (ویژگی‌های عمل‌کردی)، ارزیابی می‌گردد. این ویژگی‌ها در سطح گونه اندازه‌گیری شده و می‌تواند دامنه وسیعی از صفات کمی و کیفی موجودات را شامل شود (۶). امروزه تنوع عمل‌کردی به عنوان یکی از مباحث مهم در علم بوم‌شناسی (اکولوژی) شناخته شده و صحت بالای آن در تفسیر فرایندهای موجود در اکوسیستم آن را به عنوان ابزاری کاربردی در مطالعات اکولوژیک مطرح می‌نماید (۷، ۳۹).

تنوع عمل‌کردی خود بخشی از تنوع‌زیستی است و شامل غنای عمل‌کردی، یکنواختی عمل‌کردی و واگرایی عمل‌کردی

ناحیه رویشی زاگرس جز جنگل‌های نیمه‌خشک کشور است و حدود ۳/۴٪ از مساحت کشور را که شامل ۶۹٪ فلورایران می‌شود را به خود اختصاص داده است (۳۲) که از پیرانشهر آذربایجان غربی تا اطراف جهرم و فسا در استان فارس ادامه می‌یابد (۲۶). گونه غالب این جنگل‌ها برو *Quercus brantii* Lindl.، مازو *Quercus Oliv.* *infectorio* و وی‌ول *Quercus Libani* Oliv. می‌باشد، به همین دلیل این جنگل‌ها به جنگل‌های بلوط‌غرب مشهور است که مساحتی در حدود ۵ میلیون هکتار از سطح کشور را پوشش داده‌اند (۲۶). جنگل‌های مورد بررسی در این پژوهش جزئی از زاگرس شمالی (از پیرانشهر آذربایجان غربی تا گهواره استان کرمانشاه) است. ۹۴٪ گونه‌های تشکیل‌دهنده این جنگل‌ها از سه گونه اصلی بلوط (برو، مازو و وی‌ول) و ۶٪ آن از گونه‌های همراه مانند زالزالک و گلابی وحشی است. بیش از ۸۰٪ گونه‌ها شاخه زاد و مابقی دانه‌زاد اند. به دلیل وابستگی شدید زندگی مردم محلی (برای تامین هیزم و علوفه) به این جنگل‌ها، جنگل‌های این مناطق بسیار تخریب شده و به گلاجار تبدیل شده‌اند، اما در مقابل عدم برداشت چوب و پوشش‌علفی از قبرستان‌ها (به دلیل تقدس و احترام مردم نسبت به آنها) جنگل‌های داخل قبرستانها دست‌نخورده باقی مانده‌اند.

می‌باشد. غنای عمل‌کردی در واقع فراوانی صفت هر گونه را در اکوسیستم مورد نظر، نشان می‌دهد. یکنواختی عمل‌کردی نحوه پراکنش صفت گونه‌ها را بیان می‌کند و واگرایی عمل‌کردی زمانی به حداکثر خود می‌رسد که منابع غذایی گونه‌های یک اکوسیستم متفاوت‌است. هرچه تنوع‌زیستی در اکوسیستم‌ها بالاتر باشد، پایداری آن اکوسیستم بالاتر خواهد بود و این موضوع اهمیت مطالعه تنوع‌زیستی در اکوسیستم‌های جنگلی را بیش‌تر بیان می‌کند. تنوع‌زیستی بالاتر یعنی زنجیره‌ غذایی طولانی‌تر و شبکه‌های حیاتی پیچیده‌تر، بنابراین چنین محیطی پایدارتر و از شرایط خود تنظیمی بیشتری برخوردار است (۲). مطالعات مربوط به تنوع عمل‌کردی به ویژه در دو دهه اخیر، به سرعت در حال افزایش است به صورتی که مطالعات قابل توجهی در زمینه تنوع عمل‌کردی، تحت تاثیر گرادیان‌های زیست‌محیطی و آشفتگی‌های موجود در اکوسیستم‌های مختلف، در نقاط مختلف جهان، انجام شده است (۴۶، ۱۸، ۳۸)، حال آنکه مطالعات کمی در اکوسیستم‌های ایران، به ویژه در بخش جنگل، انجام شده است. خاک یکی دیگر از مهمترین عوامل محیطی در تعیین وضعیت تنوع‌زیستی در یک اکوسیستم طبیعی است و نقش عمده‌ای در تغییر و تنوع پوشش گیاهی جنگل دارد (۳۳). بافت خاک از خصوصیات فیزیکی بسیار مهم خاک است که با تاثیر بر میزان نفوذ و نگهداشت آب و قابلیت دسترسی مواد غذایی و آب در گیاهان در استقرار گونه‌های گیاهی در یک منطقه بسیار موثر هستند (۳۸).

اینریت و همکاران (۹) در یک پارک ملی در پاکستان به بررسی پوشش گیاهی پرداختند که نتایج ایشان نشان داد که پوشش گیاهی کوهها، صخره‌ها و دره‌ها از غنای گونه‌ای بالاتری برخوردارند و تاثیرات فعالیتهای انسانی (چرای دام و برداشت چوب) بر پوشش گیاهی این مناطق کمتر است، همچنین فاکتورهای محیطی نسبت به عوامل شیمیایی خاک و تاثیر انسان مهمتر شناخته شده است. مهدوی و همکاران (۲۳) در بررسی رابطه تنوع و غنای گونه‌های علفی و چوبی نسبت به عوامل فیزیکی و شیمیایی خاک و فیزیوگرافی منطقه حفاظت شده کبیرکوه در استان ایلام به این نتیجه رسیدند که تنوع گونه‌های علفی در دامنه‌های جنوبی با مقدار رس و شن همبستگی منفی و با سیلت و آهک همبستگی مثبت دارد به علاوه در دامنه‌های شمالی تنوع گونه‌های علفی با درصد رطوبت اشباع، ماده آلی و نیتروژن همبستگی مثبت و با ارتفاع از سطح دریا همبستگی منفی دارد. در مطالعه دیگری شکرالهی و همکاران (۳۷) به منظور تعیین ارتباط دو ویژگی پوشش تاجی و تراکم گیاهی با عوامل محیطی در مراتع ییلاقی پلور به این نتیجه رسیدند که درصد تاج پوشش و تراکم گونه‌های گیاهی این منطقه متفاوت و متاثر از خصوصیات فیزیوگرافی و عوامل خاکی است. همچنین در یک بررسی جعفریان و همکاران (۱۵) خصوصیات محیطی و رسته‌بندی رابطه گونه‌های چوبی با عوامل محیطی در جنگل‌های شهرستان ایلام را مقایسه کردند. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی و عوامل محیطی در گونه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان دادند و به این نتیجه رسیدند که این

خصوصیات بر حضور و عدم حضور گونه‌ها تاثیر گذارند. جعفری سربانی و همکاران (۱۷) از بررسی تنوع و غنای اشکوب علفی تیپ‌های جنگلی زاگرس میانی و ارتباط آن با مشخصه‌های اشکوب درختی و برخی متغیرهای خاکی نشان داد که مقادیر غنا و تنوع گونه‌ای اشکوب علفی تیپ جنگلی مازودار بیشتر از تیپ بلوط ایرانی است. در ضمن اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های غالبیت، یکنواختی و تنوع سیمپسون نداشتند، همچنین نتایج همبستگی پیرسون، همبستگی مثبت مقادیر غنا و تنوع گونه‌ای تیپ‌های مورد بررسی را با مقادیر سیلت، آهک، رس، کلسیم و اسیدیته خاک، نشان داد جعفریان و همکاران (۱۸) تاثیر شدت‌های چرای دام بر تغییرات شاخص‌های تنوع گونه‌ای و تنوع کارکردی گونه‌های گیاهی در مرتع بلبان آباد کردستان را بررسی کردند. نتایج ایشان حاکی از آن بود که افزایش شدت چرا باعث کاهش شاخص‌های غنای گونه‌ای و شانون-وینر و همچنین تنوع کارکردی می‌شود. واکارو و همکاران (۴۰) به این موضوع پرداختند که چه کاربری‌هایی بیشتر باعث حفظ تنوع تاکسونومیکی و عمل‌کردی پرندگان در مراتع می‌باشد. ایشان در این تحقیق به این نتیجه رسیدند که ترکیب پرندگان و تنوع عمل‌کردی در مراتعی که چرای دام (گاو) انجام شود، بیشترین شباهت را به مناطق حفاظت‌شده دارد، همچنین با مزارع زراعی تفاوت معنی‌داری ندارد. و تبدیل مناطق حفاظت‌شده به مراتعی برای چرا یا اراضی برای کشاورزی، منجر به از بین رفتن گونه‌های پرند و همچنین باعث افزایش تنوع عمل‌کردی نسبت به تبدیل این مناطق به مناطق درختکاری‌شده یا مناطق شهری شده است. بنابراین ایشان بر لزوم حفاظت از زیستگاه تاکید کردند. تحقیقات حیدری و همکاران (۱۳) نشان می‌دهد که پارامترهای فیزیوگرافی مانند شیب و ارتفاع از سطح دریا بر تنوع گیاهی منطقه اثر معنی‌داری داشته است. همچنین محمودی و همکاران (۲۴) به این نتیجه رسیدند که میزان شیب بر تراکم درختان و بسته شدن تاج پوشش و در نتیجه کاهش تراکم پوشش علفی نیز تاثیر گذار است و در قسمت مقرر شیب تراکم درختان بالا باعث بسته شدن تاج پوشش و در نتیجه رسیدن نور کمتر به کف جنگل می‌شود.

جنگل‌های زاگرس شمالی که خود بخشی از جنگل‌های زاگرس است با دارا بودن اقلیم شبه‌مدیترانه‌ای از تنوع گونه‌ای بالایی برخوردار بوده و به دلیل وابستگی مردم محلی به این جنگل‌ها از دیرباز (گلازنی، چرای دام، زراعت زیراشکوب و غیره) ساختار، ترکیب و تنوع آنها به شدت دچار تغییر شده است. با این وجود در مناطق مختلف این جنگل‌ها توده‌های پراکنده‌ای وجود دارند که به دلیل ارزش و تقدسی که برای مردم دارند از کمترین بهره‌برداری و دخالت برخوردار بوده‌اند. این توده‌ها اغلب در قبرستان‌ها و مناطق مقدس واقع شده و فرصت مناسبی جهت مطالعه فرایندهای طبیعی را در اختیار محققین قرار می‌دهند (۱۹). در این پژوهش سعی بر این است با بررسی توده‌های کمتر دست‌خورده شهرستان بانه و همچنین تعدادی گلاجار با شرایط اقلیمی کم و بیش یکسان با آنها،

تأثیر متغیرهای محیطی و خاک بر تنوع‌زیستی و تنوع عمل‌کردی مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش

منطقه مورد مطالعه سامان عرفی شیوی ده، کوچر، دله گویر از بخش آرموده شهرستان بانه در شمال‌غربی استان کردستان می‌باشد که از لحاظ جغرافیایی در طول $46^{\circ} 45'$ تا $48^{\circ} 48'$ شرقی و عرض $35^{\circ} 53'$ تا $35^{\circ} 55'$ شمالی قرار دارد. ۹۴٪ گونه‌های تشکیل‌دهنده این جنگل‌ها از سه گونه اصلی بلوط برو (*Quercus brantii* Lindl)، مازو (*Quercus infectoria Olive*) و وی‌ول (*Quercus libani Olive*) و شش درصد آن از گونه‌های همراه مانند زالزالک و گلابی وحشی می‌باشند. میانگین ارتفاع از سطح دریای آزاد ۱۵۵۰ متر است. میانگین شیب دامنه‌ای آن ۳۵ درصد است (۴۱). این منطقه تحت تأثیر توده‌های هوای سرد سیبری و شرقی مدیترانه است. در طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه بانه دارای اقلیم نیمه‌مرطوب و سرد است و منحنی آمبروترمیک چهار تا پنج ماه خشک را نشان می‌دهد. شهرستان بانه دارای زمستان‌های سرد و کاملاً متفاوت از تابستان (معتدل) است. این تفاوت به دلیل وجود پستی و بلندی‌ها در توده‌های جنگلی است. بارش‌های زمستانی این منطقه بیشتر به صورت برف است و در سایر فصول به صورت باران نازل می‌شود. میانگین سالانه این بارندگی‌ها بر پایه آمار هواشناسی استان از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۶، ۶۳۴ میلی‌متر، بیشینه دما ۲۵ درجه سانتیگراد و کمینه دما دو و نه دهم درجه سانتیگراد گزارش شده است. همچنین میانگین دمای هوا هم $14/2^{\circ}$ درجه سانتیگراد است (۲۹).

روش پژوهش

برداشت پلات‌ها

در خرداد ماه ۱۳۹۶ برداشت داده‌های پوشش گیاهی (براساس مکتب براون-بلانکه) انجام شد. مساحت رولوه‌های مورد نظر با استفاده از پلات‌های حلزونی (حداقل سطح) روش کین و رسم منحنی سطح-گونه ۳۰۰ مترمربع تعیین شد و فراوانی غلبه آن‌ها با استفاده از ضریب Londo ثبت شد همچنین محل استقرار قطعات نمونه به صورت تصادفی سیستماتیک انتخاب شدند. علاوه بر این داده‌ها جهت، درصد شیب‌دامنه، ارتفاع از سطح دریا، موقعیت جغرافیایی رولوه، درصد و عمق لاشبرگ، درصد بیرون‌زدگی سنگ‌بستر و درصد تاج پوشش توده در فرم‌ها وارد شد. با داشتن سطح حداقل به صورت تصادفی گوشه‌ای از پلات مشخص و با قطب‌نما و متر قطعه نمونه را روی زمین پیاده و موقعیت همه‌ی پلات‌ها با GPS ثبت شد (برای مراجعات بعدی). در همه قطعه‌نمونه‌ها خصوصیت اجتماع‌پذیری و فراوانی-چیرگی تعیین شد. برای نمونه‌برداری خاک از چهار گوشه و مرکز قطعات نمونه عمق صفر تا ده سانتی‌متر نمونه‌برداری شد و این نمونه مرکب از الک دو میلی‌متری عبور داده شد و فاکتورهای بافت،

کربن‌آلی، ازت، فسفر، پتاسیم و pH اندازه‌گیری شد. بافت خاک به روش هیدرومتری^۱، pH به روش پتانسیومتری^۲، کربن آلی به روش والکی و بلاک^۳، نیتروژن کل به روش کج‌دال^۴ با استفاده از اتوکجلیتیک، فسفر قابل جذب به روش اولسن^۵ توسط دستگاه اسپکتروفتومتر و پتاسیم به روش محلول استات آمونیوم^۶ توسط دستگاه فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری شد (۱۶). خصوصیات خاک تابعی از سنگ بستر، ترکیب گونه‌های درختی، اقلیم و گیاهان زیراشکوب و فعالیت‌های انسانی است. پس باید در تعیین محل نمونه‌برداری دقت کافی به کار گرفته می‌شد.

برای جمع‌آوری داده‌های تنوع عمل‌کردی، طول اندام‌های هوایی و زیرزمینی گیاهان در عرصه هنگام برداشت گونه‌ها ثبت شد و فرم‌زیستی و کورولوژی با استفاده از کتاب‌های مرجع و مقالات مرتبط استخراج شد. وزن برگ‌های گیاهان در آزمایشگاه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۱/۱۰۰۰۰ اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری سطح برگ‌ها با استفاده از نرم‌افزار Image J انجام گرفت. بررسی تأثیر کلی خاک، متغیرهای محیطی و منطقه بر شاخص‌های تنوع زیستی و تنوع عملکردی با رسته‌بندی مستقیم RDA انجام گرفت و انتخاب رویه‌جولو به منظور تعیین مهمترین عوامل محیطی تأثیرگذار بر تنوع‌زیستی و تنوع عملکردی هم با همین رسته‌بندی انجام شد.

روش تحلیل

تجزیه داده‌ها در نرم‌افزار R (بسته FD (Functional diversity) انجام شد. از تجزیه non metric multi-dimensional scaling برای تفکیک رویشگاه‌های مورد نظر (قبرستان و گلاجار) بر اساس ترکیب گونه‌ای و از تجزیه PERMANOVA (تجزیه واریانس چند متغیره ناپارامتریک با ۹۹۹ جایگشت) برای مقایسه این دو ترکیب گیاهی با همدیگر استفاده شد.

نتایج و بحث

پوشش گیاهی

نتایج حاصل از تجزیه مقیاس‌بندی چند بعدی غیر متریک scaling non metric multi-dimensional (MDA) دو گروه قبرستان و گلاجار بر اساس ترکیب گونه‌ای به وسیله نمودار عنکبوتی یا Spider plot (شکل ۱) به خوبی از همدیگر تفکیک شده است. در سمت راست گلاجارها و در سمت چپ رولوه‌های مربوط به قبرستان واقع شده‌اند. این نمودار نشان می‌دهد که دو منطقه همبستگی بالایی با محور اول دارند. هر کدام از خط‌ها بیانگر یک رولوه است و فاصله آنها از مرکز ثقل تفاوت آنها را از میانگین ترکیب گونه‌ای منطقه نشان می‌دهد. به عبارت دیگر می‌توان گفت که در گلاجارها پوشش گیاهی مناطق مختلف شباهت بسیار بیشتری به همدیگر دارند و پوشش گیاهی همگن‌تر است.

1- Hydrometer

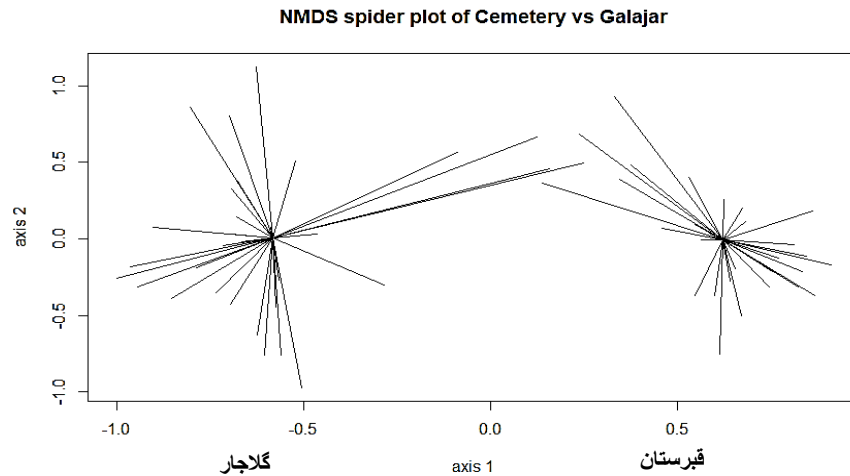
2- Potentiometer

3- Walkley- Black

4- Kjeldahl

5- Olsen

6- Ammonium acetate solution



شکل ۱- نمودار عنکبوتی (Spider plot)، حاصل از تجزیه non metric multi-dimensional scaling و تفکیک دو گروه رویشگاه بر اساس ترکیب‌گونه‌ای

Figure 1. Spider plots obtained from non metric multi-dimensional scaling analysis and separation of two sites based on species composition

مقایسه آماره آزمون با مقدار آماره حاصل از تعداد ۹۹۹ جایگشت تصادفی محاسبه می‌شود. بر اساس نتایج حاصله از جدول ۱ اختلاف ترکیب‌گونه‌ای دو رویشگاه از نظر آماری معنی‌دار است.

تجزیه PERMANOVA

نتایج تجزیه PERMANOVA با ۹۹۹، Permutation یا جایگشت در جدول زیر آمده است که در حقیقت تجزیه واریانس چند متغیره می‌باشد. در این تجزیه مقدار p-value از

جدول ۱- نتایج آزمون ناپارامتریک PERMANOVA

Table 1. Results of nonparametric PERMANOVA test

Pr (> F)	R ²	F مدل	مجموع میانگین (MS)	مجموع مربعات (SS)	df	
۰/۰۰۱***	۰/۲۱۱۷۷	۱۶/۱۲	۳/۶۶۱۳	۳/۶۶۱۳	۱	رویشگاه (قبرستان و گلاجار)
	۰/۷۸۸۲۳		۰/۲۲۷۱	۱۳/۶۲۷۶	۶۰	باقیمانده‌ها
	۱/۰۰۰۰۰			۱۷/۲۸۸۹	۶۰	تعداد کل قطعات نمونه
۱	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۱*	۰/۰۰۱**	۰***	p value

تجزیه و تحلیل تجزیه مستقیم (RDA)

جهت بررسی تاثیر کلی خاک، متغیرهای محیطی و منطقه بر شاخص‌های تنوع‌زیستی و شاخص‌های تنوع عمل‌کردی تجزیه RDA انجام شد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه مستقیم RDA برای تمامی متغیرهای محیطی

Table 2. Results of Redundancy analysis(RDA) for all environmental variables

۴	۳	۲	۱	محورها
۰/۰۲۸	۰/۰۶۳	۰/۱۴۹	۰/۱۸۶	مقادیر ویژه
۰/۵۱۷	۰/۷۰۱	۰/۷۵۸	۰/۶۴۸	همبستگی گونه - محیط
۴۲/۶	۳۹/۸	۳۳/۵	۱۸/۶	واریانس درصد تجمعی داده‌های گونه‌ها
****	****	۱۸۹۸/۹	۴۲۹/۳	رابطه گونه - محیط
		۱۰۰۰		جمع کل مقادیر ویژه
		۰/۴۲۳		جمع کل مقادیر ویژه متعارف

رسته‌بندی RDA به منظور مشخص نمودن مهمترین عوامل تاثیر گذار بر تنوع‌زیستی و تنوع عمل‌کردی یک تجزیه انتخاب روبه‌جلو انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که از بین متغیرهای بررسی‌شده، چهار متغیر محیطی مقدار پتاسیم، درصد شن، درصد بیرون‌زدگی سنگ‌بستر و جهت‌جغرافیایی بیشترین تاثیر را بر تنوع‌زیستی و تنوع عمل‌کردی داشتند (جدول ۳).

نتایج حاصل از تجزیه مستقیم (Redundancy analysis) به روش انتخاب رو به جلو (Forward selection) که برای تمام متغیرهای محیطی انجام شده است نشان می‌دهد که کل متغیرها (۲۶ عدد) توانسته‌اند ۴۳/۳٪ واریانس موجود در تنوع زیستی (SD) و تنوع عمل‌کردی (FD) را بیان نمایند. در واقع نشان می‌دهد که محور اول با مقدار ویژه ۰/۱۸۶ و همبستگی ۰/۶۴۸، ۱۸/۶٪ تنوع را توجیه می‌کند. تجزیه رو به جلو در

جدول ۳- نتایج انتخاب‌روبه‌جلو در رسته‌بندی RDA

Table 3. Results of Forward Selection in RDA

متغیرهای محیطی	Var.N	LambdaA	F	P
پتاسیم (ppm)	۲۰	۰/۰۷	۰/۰۶	۴/۶۷
شن	۲۴	۰/۰۶	۰/۰۱	۳/۷
بیرون‌زدگی سنگ‌بستر	۱۳	۰/۰۳	۰/۰۷۶	۲/۲
آزیموت	۱۲	۰/۰۳	۰/۰۹۶	۱/۸۸
تاج پوشش	۱۴	۰/۰۲	۰/۱۳۴	۱/۷۹
X2	۳	۰/۰۳	۰/۱۳۸	۱/۷۸
قبرستان	۲۵	۰/۰۲	۰/۱۹۶	۱/۵
Y	۲	۰/۰۲	۰/۲۶۲	۱/۲۲
N	۱۸	۰/۰۲	۰/۲۶۶	۱/۲۳
X	۱	۰/۰۲	۰/۲۷۲	۱/۲۶
فسفر (mg/kg)	۱۹	۰/۰۱	۰/۲۹۴	۱/۱۴
درصد کربن‌آلی	۲۱	۰/۰۲	۰/۳۰۸	۱/۱۵
رس	۲۲	۰/۰۱	۰/۳۱۴	۱/۰۸
ارتفاع	۱۰	۰/۰۱	۰/۴۱۲	۰/۹۳
جهت	۱۱	۰/۰۱	۰/۶۵۴	۰/۵۴
لاشبرگ	۱۵	۰/۰۱	۰/۶۵۸	۰/۵۹
pH	۱۶	.	۰/۷۸۴	۰/۴
سیلت	۲۳	۰/۰۱	۰/۸۷۶	۰/۲۸
EC(μs/cm)	۱۷	.	۰/۹۱۲	۰/۲۶

سپس با چهار متغیر انتخاب شده (مقدار پتاسیم، درصد شن، درصد بیرون‌زدگی سنگ‌بستر و جهت‌جغرافیایی) و دو رویشگاه (قبرستان و گلاجار) مجدداً تجزیه RDA تکرار شد (جدول ۴).

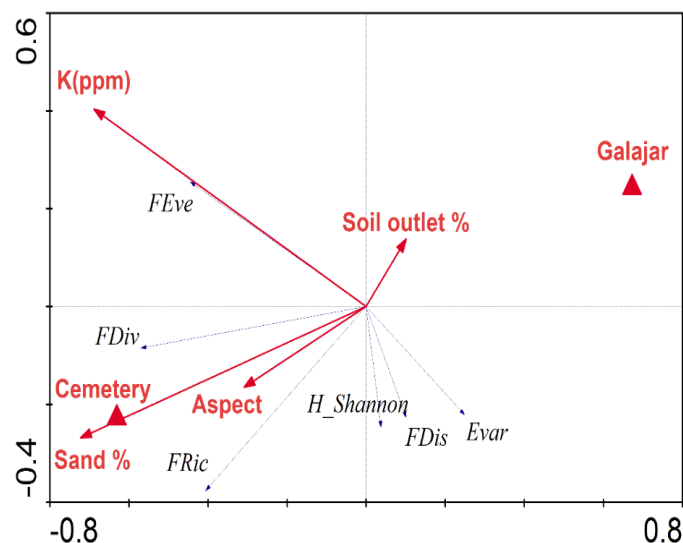
جدول ۴- نتایج حاصل از RDA برای متغیرهای محیطی انتخاب شده

Table 4. Results of RDA for selected environmental variables

محورها	۱	۲	۳	۴
مقادیر ویژه	۰/۱۲۷	۰/۰۶۳	۰/۰۱۶	۰/۰۱
همبستگی گونه - محیط	۰/۶۵۱	۰/۴۱۵	۰/۳۸۶	۰/۰۸
واریانس تجمعی داده‌های گونه‌ها				
	۱۲/۷	۱۹	۲۰/۶	۲۰/۷
رابطه گونه - محیط	۶۱/۴	۹۱/۷	۹۹/۶	۱۰۰
جمع کل مقادیر ویژه		۱۰۰۰		
جمع کل مقادیر ویژه متعارف		۰/۲۰۷		

تنوع را توجیه می‌کند. همچنین آزمون مونت‌کارلو با ۹۹۹ جایگشت انجام شد و تمام محورها RDA معنی‌دار می‌باشند.

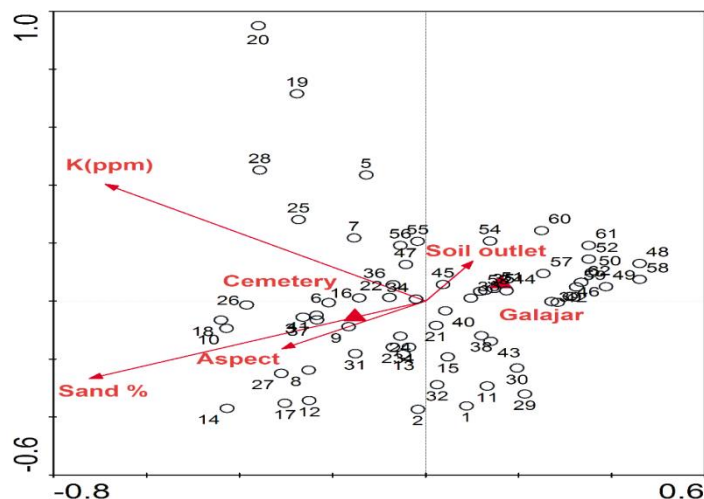
بر اساس این آزمون متغیرهای مورد استفاده ۲۰/۷٪ از واریانس موجود تفسیر شده است. این جدول نشان می‌دهد که محور اول با مقدار ویژه ۰/۱۲۷ و همبستگی ۰/۶۵۱، ۱۲/۷٪



شکل ۲- متغیرهای محیطی- شاخص‌های تنوع در رسته‌بندی آر دی ای
Figure 2. Environmental variables- indices of diversity in the RDA classification

شکل ۲، بیانگر تاثیر متغیرهای محیطی انتخاب‌شده (مقدار پتاسیم، درصدشن، درصد بیرون‌زدگی سنگ‌بستر و جهت‌جغرافیایی) و همچنین دو رویشگاه مورد بررسی (قبرستان و گالاجار) بر شاخص‌های تنوع است. به طور کلی در قبرستان‌ها درصدشن‌خاک بیشتر بوده و عمدتاً بر روی مناطق مسطح و کم‌شیب واقع شده‌اند. در این مناطق مقدار شاخص غنای عمل‌کردی و همچنین واگرایی عمل‌کردی افزایش می‌یابد. در سمت راست نمودار گالاجارها با بیرون‌زدگی سنگ‌بستر بیشتر و غنای عمل‌کردی و واگرایی عمل‌کردی پایین‌تر واقع شده‌اند.

طول پیکان‌های شکل ۲ و شکل ۳ بیانگر میزان اهمیت آن متغیر می‌باشد یعنی هرچه طول پیکان متغیر مورد نظر بیشتر باشد اهمیت آن بیشتر و هرچه طول پیکان کمتر باشد اهمیت آن متغیر کمتر است و همچنین جهت پیکان‌ها نوع همبستگی مثبت یا منفی آن را بیان می‌کند (دو پیکان رو به روی هم با جهت‌های متضاد نشانگر تفاوت فاحش آنها است). شکل ۲، نشان می‌دهد جهت و درصدشن‌خاک با هم همبستگی مثبت داشته ولی اهمیت درصدشن بیشتر بوده و بیرون‌زدگی سنگ‌بستر با این دو متغیر همبستگی منفی دارد و با توجه به طول پیکان مربوطه، بیرون‌زدگی سنگ‌بستر از اهمیت کمتری برخوردار است.



شکل ۳- متغیرهای محیطی- قطعه‌نمونه‌ها در رسته‌بندی آر دی ای
Figure 3. Environmental variables- plots in classification RDA

در شکل ۳ به طور واضح قطعه‌نمونه‌های شماره‌ی ۱ تا ۳۲ که مربوط به قبرستان‌ها هستند در سمت چپ نمودار و قطعه‌نمونه‌های ۳۳ تا ۶۲ که مربوط به گلاجاها هستند در سمت راست قرار گرفته‌اند به عبارت دیگر می‌توان گفت که تشکیل دو گروه متمایز را داده‌اند اما باتوجه به اینکه میزان دست‌خوردگی گلاجاها متفاوت است، مرز مشخص و واضحی بین این دو گروه وجود ندارد.

حضور یا عدم‌حضور یک گونه در رویشگاه به عوامل زیادی از جمله خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک و عوامل فیزیوگرافی بستگی دارد که می‌توانند بر تنوع و غنای گونه‌های گیاهی موثر باشند (۹). البته با توجه به خصوصیات منطقه مورد نظر سهم هر کدام از عوامل محیطی در این تنوع متفاوت است (۲۳). پراکنش گونه‌های درختی و درختچه‌ای در یک منطقه متأثر از خصوصیات خاکی و عوامل فیزیوگرافی می‌باشد (۱۵). اکثر تحقیقات در داخل و خارج از ایران نشان‌دهنده تأثیر جهت‌های جغرافیایی بر تنوع گونه‌ای و چگونگی پراکنش پوشش گیاهی است. جهت‌های جغرافیایی به دلیل تغییر درجه حرارت، وزش بادهای منطقه‌ای و میزان تابش خورشید روی حاصلخیزی، رطوبت، عمق خاک و در نتیجه رویش و پراکنش گیاهان موثر هستند (۳۵). نتایج رسته‌بندی RDA رو به جلو در این تحقیق نشان داد که جهت جغرافیایی یکی از چهار عامل موثر در تنوع زیستی و عمل‌کردی جنگل‌های زاگرس شمالی در بخش آرمرده می‌باشد. این عامل با درصودن، غنای عمل‌کردی و واگرایی عمل‌کردی همبستگی مثبت و با بیرون‌زدگی سنگ بستر همبستگی منفی داشت به علاوه تأثیر جهت جغرافیایی بر تنوع در جنگل کمتر دست‌خورده (قبرستان) بیشتر بود. این نتایج با یافته‌های شکراللهی و همکاران (۳۷) و پاوند درو و همکاران (۳۰) که در تحقیقات خودشان جهت جغرافیایی را از عوامل محیطی موثر در تنوع بیان کردند مطابقت دارد در حالی که مغایر نتایج تحقیقات قیطوری و همکاران (۱۱) است که بیان کردند جهت جغرافیایی هیچ تأثیری بر تنوع نداشته است. علت این مغایرت به خاطر شرایط اقلیمی متفاوت حاکم در دو منطقه می‌باشد، ایشان در کرمانشاه تحقیق خود را انجام دادند و عوامل رطوبت، بافت خاک و دوره یخبندان، درصد شیب و ارتفاع را از عوامل مهم تأثیرگذار در تحقیق خود بیان کردند.

درجه تخریب یافتگی جنگل‌ها می‌تواند باعث تغییر در خصوصیات خاک شود (۳۴). نتایج رسته‌بندی RDA در این تحقیق، افزایش درصودن در جنگل کمتر دست‌خورده و افزایش بیرون‌زدگی سنگ در گلاجاها را نشان می‌دهد. علت این نتیجه را می‌توان در این دانست که قبرستان‌ها عمدتاً بر روی مناطق مسطح و کم‌شیب واقع شده‌اند و ریشه‌دوانی عمیق گیاهان در این مناطق (قبرستان‌ها یا کمتر دست‌خورده) باعث تسهیل خروج رس از خاک می‌شود. که مشابه نتایج تحقیق محمدی سمائی و همکاران (۲۸) است همچنین شکراللهی و همکاران (۳۷) علت پایین‌تر بودن رس در جنگل را آبشویی بالایی رس در این مناطق می‌داند و بیان می‌دارد که احتمالاً با ریشه‌دوانی عمیق‌تر درختان جنگلی، آبشویی رس به اعماق راحت‌تر می‌شود، در حالی که این نتایج برخلاف

یافته‌های تحقیق مارتینز منا و همکاران (۲۵) می‌باشد که بیان کردند در اکوسیستم‌های جنگلی و مرتعی بر اثر آشفته‌گی‌ها و تخریب، میزان‌شن در خاک منطقه افزایش و میزان‌رس و سیلت کاهش می‌یابد. خرمالی و شمسی (۲۰) بر اساس نتایج تحقیقی بیان می‌کند که در اثر آشفته‌گی و تخریب و تغییر کاربری در اراضی جنگلی، مقدارشن افزایش می‌یابد و علت بروز این نتیجه را در این می‌داند که به دلیل کاهش ماده‌آلی خاک در اثر تغییر کاربری زمین‌های جنگلی و به موجب آن کاهش پایداری خاکدانه‌ها و افزایش فرسایش خاک باعث کاهش مقدار ذرات ریز رس و سیلت و باقی‌ماندن ذرات‌شن در خاک می‌شود. همچنین جعفری سرابی و همکاران (۱۷) بیان کردند که مقدار شن همبستگی منفی با مقادیر تنوع و غنای گونه‌ای دارد. ایشان همبستگی مثبت بین شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای با مقادیر رس خاک را در نتیجه حفظ رطوبت خاک توسط رس و در دسترس قرار گرفتن بیشتر آن برای گیاه توجیه کردند. نتایج رسته‌بندی در تحقیق حاضر همبستگی مثبت درصودن با جهت جغرافیایی، واگرایی عمل‌کردی و غنای عمل‌کردی را نشان می‌دهد. این نتیجه با نتایج تحقیقات شکراللهی و همکاران (۳۷) که بیان کردند که مقدارشن و جهت جغرافیایی با هم همبستگی مثبت داشته و از عوامل موثر و مهم در میزان تنوع پوشش گیاهی می‌باشند، مطابقت دارد. همچنین پاونددرو و همکاران (۳۰) و حسنی و شاهمرادی (۱۴) بر اساس نتایج تحقیقاتشان بر روی خاک و پوشش گیاهی بیان کردند که شن از عوامل مهم و موثر در تعیین تنوع پوشش گیاهی در یک منطقه می‌باشد.

خصوصیات شیمیایی و موادآلی خاک در ایجاد فضای مناسب برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها و افزایش تعداد و فعالیت آن‌ها و ترکیبات آلی و عناصر غذایی مهم است و باعث نگهداری آب، ظرفیت تبدالی و به طور کلی بهبود شرایط فیزیکی خاک می‌شود. همچنین کاتیون‌ها (مانند K^+) شاخص خوبی از اختلال هستند چون به آسانی از بافت‌های گیاه و خاک شسته می‌شوند (۴۲). نتایج رو به جلوی رسته‌بندی RDA نشان داد که پتاسیم یکی از چهار عامل مهم در تنوع زیستی و عمل‌کردی جنگل‌های مورد مطالعه بوده است و طول زیاد پیکان آن (شکل ۴-۲) حاکی از اهمیت بالای آن است، ولی در راستای گلاجا و قبرستان قرار ندارد. به علاوه با یکنواختی عمل‌کردی همبستگی مثبت و با شاخص برآورد یکنواختی، پراکنش عمل‌کردی، و شاخص شانون- وینر همبستگی منفی دارد. همچنین ارتباطی بین مقدار پتاسیم با غنای عمل‌کردی، واگرایی عمل‌کردی و بیرون‌زدگی سنگ بستر وجود نداشت. گهرنژاد و همکاران (۱۲) نیز در مطالعاتی به این نتیجه رسیدند که عوامل ادافیکی، پارامترهای نیتروژن و پتاسیم حدود ۳۲٪ از تغییرات تنوع عملکرد زیتوده گیاهی را توجیه می‌کنند.

نتایج حاصل از تجزیه non metric multi-dimensional scaling دو گروه قبرستان و گلاجا (رویشگاه‌های مورد بررسی) را بر اساس ترکیب گونه‌ای به خوبی از همدیگر تفکیک کرد. دو منطقه همبستگی بالایی را با محور اول نشان دادند. در گلاجاها پوشش گیاهی مناطق مختلف شباهت بسیار

تنوع عملکردی در کل جهان روبه کاهش است (۱۰). نتایج رسته‌بندی RDA تفاوت غنای عمل‌کردی و واگرایی عمل‌کردی دو رویشگاه کم‌تردست‌خورده و گلاجار را به خوبی نشان می‌دهد. غنای عمل‌کردی و واگرایی عمل‌کردی در گلاجار کمتر از قبرستان و بیرون‌زدگی سنگ‌بستر در گلاجار بیشتر از قبرستان بود. آنچه قابل توجه بود اینکه شاخص برآورد یکنواختی اسمیت- ویلسون و یکنواختی عمل‌کردی کاملاً در دو جهت مخالف هم بودند که نشان‌دهنده همبستگی منفی آنها با هم است. همچنین یکنواختی عمل‌کردی با مقدار پتاسیم خاک همبستگی مثبت داشت. به علاوه غنای عمل‌کردی و واگرایی عمل‌کردی هم جهت با درصدشن و جهت جغرافیایی بودند و با بیرون‌زدگی سنگ‌بستر همبستگی منفی داشتند. همچنین پراکنش عمل‌کردی و یکنواختی اسمیت- ویلسون هم جهت و در خلاف جهت یکنواختی عمل‌کردی و مقدار پتاسیم بودند. نتایج آزمون T-test مستقل، هم بجز در شاخص واگرایی عمل‌کردی در دو رویشگاه (جنگل کم‌تردست‌خورده و جنگل دست‌خورده) که تفاوت معنی‌دار بود در دیگر شاخص‌های عمل‌کردی (غنای عمل‌کردی، یکنواختی عمل‌کردی و پراکنش عمل‌کردی) تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. که با نتایج جعفریان و همکاران (۱۸) همخوانی دارد که بیان داشت تفاوت معنی‌داری بین شاخص غنای عمل‌کردی منطقه قرق و منطقه تحت‌چرای متوسط وجود ندارد.

به‌طور کلی می‌توان گفت که بر اساس نتایج این تحقیق نوع مدیریت در جنگل‌های زاگرس شمالی بر روی ترکیب و تنوع گونه‌ای تاثیر معنی‌داری دارد به طوری که در مناطق کم‌تردست‌خورده شهرستان بانه شاخصهای تنوع گونه‌ای و عمل‌کردی وضعیت بهتری نسبت به مناطق گلازنی‌شده داشتند. به منظور بهبود شاخصهای تنوع گونه‌ای و عمل‌کردی توده‌های جنگلی پیشنهاد می‌شود که در گلازنی از نظر مکانی و زمانی طوری مدیریت شود که آسیب کمتری به تنوع گونه ای وارد شود. تحقیق در مورد مناطقی مانند جنگلهای زاگرس جهت جمع‌آوری اطلاعات کافی و مفید برای مدیریت آن ضروری است. عوامل فیزیوگرافی و محیطی می‌توانند بر تنوع و غنای گونه‌های گیاهی موثر باشند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تاثیر متغیرهای محیطی مقدار پتاسیم، درصدشن، درصد بیرون‌زدگی سنگ‌بستر و جهت جغرافیایی بر تنوع زیستی و تنوع عمل‌کردی بیش از دیگر متغیرهای محیطی است. بیرون‌زدگی سنگ‌بستر در گلاجرهای مورد بررسی به دلیل آشفته‌گی‌هایی مانند گلازنی و چرای دام، تضعیف خاک، کاهش عمق خاک بیشتر مشاهده شد.

هدف اصلی در مدیریت جنگل‌ها حفظ تنوع زیستی است که باعث پایداری بیشتر آن می‌شود. در مقایسه دو توده کمتر دست‌خورده (قبرستان‌ها) و گلازنی شده مشخص شد که در توده کم‌تردست‌خورده نسبت به توده گلازنی شده تنوع عمل‌کردی وضعیت بهتری دارد. تنوع عمل‌کردی توده جنگلی ضامن بقای آنها است. از آنجایی که قبرستان‌ها به

بیشتری به همدیگر دارند و پوشش گیاهی همگن‌تر است. به علاوه نتایج تجزیه PERMANOVA (تجزیه واریانس چند متغیره) با ۹۹۹ جایگشت اختلاف دو رویشگاه را معنی‌دار نشان داد. همچنین نتایج رسته‌بندی RDA تفاوت غنای زیستی و عمل‌کردی دو رویشگاه کم‌تردست‌خورده و گلاجار را به خوبی نشان می‌دهد. غنای عمل‌کردی، و واگرایی عمل‌کردی با هم همبستگی مثبت داشته و در جنگل کم‌تردست‌خورده بیشتر و این شاخص‌ها با بیرون‌زدگی سنگ‌بستر همبستگی منفی داشتند. به علاوه غنای عمل‌کردی و واگرایی عمل‌کردی در گلاجار کمتر ولی بیرون‌زدگی سنگ‌بستر در گلاجار بیشتر بود. آلمدیا و همکاران (۱) بیان می‌دارد که نوع رویشگاه، صفات و ویژگی‌های غالب جامعه را تعیین می‌کند و آنچه بر ویژگی‌های جامعه گیاهی اثر می‌گذارد اطلاعات مربوط به رویشگاه و نوع متغیرهای محیطی مورد استفاده است. در تحقیقی واکارو همکاران (۴۰) تفاوت غنای گونه‌ای در رویشگاه حفاظت‌شده، رویشگاه دارای چرا و رویشگاه‌زراعی را معنی‌دار نیافتند همچنین تفاوت معنی‌داری از لحاظ شاخص پراکنش عمل‌کردی بین رویشگاه حفاظت‌شده، رویشگاه دارای چرا، رویشگاه‌زراعی و منطقه- جنگل کاری‌شده مشاهده نکردند.

رابطه تنوع گیاهی و عمل‌کرد اکوسیستم بسیار بحث برانگیز است با این حال همه بر این معتقدند که تنوع عمل‌کردی بیشتر از تنوع گونه‌ای عمل‌کرد اکوسیستم را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۶). با توجه به اینکه گونه‌های علفی به آب نیاز فراوانی دارند، هر جا رطوبت بیشتر است تنوع و غنای گونه‌ای بیشتر است. معمولاً شاخص شانون- وینر به علت تفکیک‌پذیری بالاتر بهتر می‌تواند اختلاف رویشگاه‌ها را نشان دهد (۱۸). نتایج رسته‌بندی RDA نشان داد که شاخص شانون وینر با برآورد یکنواختی اسمیت- ویلسون و پراکنش عمل‌کردی همبستگی مثبت و با یکنواختی عمل‌کردی و مقدار پتاسیم همبستگی منفی دارند. آنچه قابل توجه بود شاخص برآورد یکنواختی اسمیت- ویلسون و یکنواختی عمل‌کردی است که کاملاً در دو جهت مخالف هم بودند که نشان‌دهنده همبستگی منفی آنها با هم است، بدین معنی که افزایش یکنواختی پوشش گیاهی می‌تواند به معنی کاهش یکنواختی عمل‌کردی است و به غالب شدن گونه‌هایی با ویژگی‌های عمل‌کردی یکسان منجر گردد. مدبری و مینایی (۲۶) نشان داد که تنوع گونه‌های علفی در دامنه‌های شمالی با ارتفاع از سطح دریا همبستگی منفی دارد (به علت فشار ناشی از عوامل انسانی) و با ماده‌آلی و درصد رطوبت اشیاع همبستگی مثبت دارد. نتایج T-test مستقل نشان داد که شاخص‌های زیستی (برآورد یکنواختی اسمیت- ویلسون و شانون- وینر) تفاوت معنی‌داری در دو رویشگاه (جنگل کمتر دست‌خورده و جنگل دست‌خورده) نداشتند این نتایج با نتایج شاکری و همکاران (۳۶) مطابقت دارد که بیان کردند، آشفته‌گی‌ها اثرات ضعیفی بر غنای گونه‌ها، رطوبت و شاخص‌شانون دارد. تنوع عمل‌کردی به عنوان یک توصیف کننده مهم از جامعه است و به عنوان شاخص عملکرد اکوسیستم پیشنهاد شده است. تصور می‌شود که

ساماندهی شود که به سمت این الگو هدایت شوند. به عنوان مثال گلازنی ساماندهی شود و بهره‌برداری چوبی و غیرچوبی توسط بهره‌برداران سنتی طوری سامان‌دهی شود که کمترین خسارت به جنگل وارد شود.

دلیلی مقدس بودن برای مردم از نظر کمی و کیفی وضعیت بهتری دارند و عملاً تا حدی نمونه کلیماکس جنگل‌های زاگرس هستند می‌توانند به عنوان یک الگوی مدیریتی مد نظر قرار بگیرند و در بقیه مناطق بهره‌برداری از جنگل طوری

منابع

- Almeida, B.D.A., A.J. Green, E. Sebastián-González and L. dos Anjos. 2018. Comparing species richness, functional diversity and functional composition of waterbird communities along environmental gradients in the neotropics. *PloS one*, 13(7): 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200959>.
- Badehian, Z. and P. Yousefvand. 2017. The concept and importance of biodiversity in the sustainability of ecosystems. *Proceedings of the 4th International Conference On Environmental Planning and Management*, 1-10 (In Persian).
- Braun-Blanquet, J. 1983. *Plant sociology: the study of plant communities*. New York and London, McGraw-Hill book company, inc. 439 pp.
- Cadotte, M.W., K. Carscadden and N. Mirotchnick. 2011. Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services. *British Ecological Society*, 48(5): 1079-1087.
- Ceballos, G., P.R. Ehrlich, A.D. Barnosky, A. García, R.M. Pringle and T.M. Palmer. 2015. Accelerated modern human-induced species losses. *Entering the sixth mass extinction: Science Advances*, 1(5): 1-5.
- Díaz, S. and M. Cabido. 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution*, 16(11): 646-655.
- Diaz, S., J.G. Hodgson, K. Thompson, M. Cabido, J.H.C. Cornelissen, A. Jalili, G. Montserrat-Marti, J.P. Grime, F. Zarrinkamar, Y. Asri, S.R. Band, S. Basconcelo, P. Castro-Diez, G. Funes, B. Hamzehee, M. Khoshnevi, N. Perez-Harguindeguy, M.C. Perez-Rontome, F.A. Shirvany, F. Vendramini, S. Yazdani, R. Abbas-Azimi, A. Boogaard, S. Boustani, M. Charles, M. Dehghan, L. de Torres-Espuny, V. Falczuk, J. Guerrere-Campo, A. Hynd, G. Jones, E. Kowsary, F. Kazemi-Saeed, M. Maestro-Martinez, A. Romo-Diez, S. Shaw, B. Siavash, P. Villar-Salvador and M.R. Zak. 2004. The plant traits that drive ecosystems: Evidence from three continents. *Journal of Vegetation Science*, 15(3): 295-304.
- Dupouey, J.L., E. Dambrine, J.D. Laffite and C. Moares. 2002. Irreversible Impact Of Past Land Use On Forest Soils and Biodiversity. *esa*, 83(11): 2978-2984.
- Enright, N., B. Miller and R. Akhter. 2005. Desert vegetation and vegetation-environment relationships in Kirthar National Park, Sindh, Pakistan. *Journal of Arid Environments*, 61(3): 397-418.
- Flynn, D.F., M. Gogol-Prokurat, T. Nogeire, N. Molinari, B. Trautman Richers, B.B. Lin, N. Simpson, M.M. Mayfield and F. DeClerck. 2009. Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecology Letters*, 12(1): 22-33.
- Gheitouri, M., B. Malekpour, M. Jafari and A. Jalili. 2006. Investigatio of some ecological characteristics of prangus ferulaceae in Kermanshah province. *Pajohesh and Sazandegi*, 32: 32-35 (In Persian).
- Goharnezhad, A., P. Tahmasebi, E. Asadi and J. Motamedi. 2016. Investigating the relation of functional diversity and biomass of plant communities in the central Zagross. *Journal of Plant Ecosystem Conservation*, 3(7): 145-160. (In Persian).
- Haidari, R.H., A. Sohrabi Zadeh and M. Haidari. 2019. Effect of Physiographic Factors on Plant Biodiversity in the Central Zagros Forests (Case Study: Educational Forest of Razi University of Kermanshah), *Ecology of Iranian Forests*, 7(13): 66-75 (In Persian).
- Hasani, J. and A.A. shahmoradi. 2007. Autecology of Prangosferulaceain Kurdistan province. *Iranian Journal of Range and Desert Reseach*, 14(2): 171-184 (In Persian).
- Jafareiyani, N., J. Mirzaei, M. Moradi and M. Heydari. 2017. Environmental characteristics and ordination of woody plant species and their relation with environmental factors in Ilam forest. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 24(3): 81-94 (In Persian).
- Jafari Haghighi, M. 2003. *Methods of Soil Analysis, Sampling and Important Physical and chemical Analysis*. Iran. Nedaye Zohi Press, 236 pp (In Persian).
- Jafari Sarabi, H., B. Pilehvar, K. Abrari Vajari and S. M. Waez-Mousavi. 2017. Changes of understory species diversity and richness in relation to overstory and some edaphic factors in central Zagros forest types. *Journal of Forest Research and Development*, 4(2): 207 (In Persian).
- Jafarian, Z., F. Ahmadi and M. Kargar. 2018. Effects of grazing intensities on functional diversity and species diversity indices in the Bolban Abad rangeland, Kurdistan province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 24(4): 768-777 (In Persian).

19. Jazirie, M.H. and M. Ebrahimi Rastaghi. 2003. Zagros Silviculture. Tehran University Press, 770 pp (In Persian).
20. Khormali, F. and S. Shamsi. 2009. Micromorphology and quality attribute of the loess derived soils affected by land use change: A case study in Ghapan watershed, Northern Iran. *Soil Science*, 6: 197-204 (In Persian).
21. Londo, G. 1976. The decimal scale for releves of permanent quadrats. *Vegetatio*, 33(1): 61-64.
22. Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm Ltd. Publishing, London, 172 pp.
23. Mahdavi, A., M. Heydari and J. Eshaghi Rad. 2010. Investigation on biodiversity and richness of plant species in relation to physiography and physico-chemical properties of soil in Kabirkoh protected area. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(3): 426-436 (In Persian).
24. Mahmoodi, M., H. Jalilvand, S.M. Hodjati and Y. Kooch. 2019. Plant Biodiversity under Impact of Slope Position in Managed and Unmanaged Beech Forest of Asalem-Gilan, *Ecology of Iranian Forests*, 7(13): 36-45 (In Persian).
25. Martinez-Mena, M., J. Lopez and M. Almagro, C. Boix-Fayos and J. Albaladejo. 2008. Effect of water erosion and cultivation on the soil carbon stock in a semiarid area of South-East Spain. *Soil and Tillage Research*, 99(1): 119-129.
26. Marvi Mohajer M.R. 2005. Silviculture. Tehran, Iran, Tehran University, 387 pp (In Persian).
27. Modaberi, A. and H. Minaee. 2014. Diversity and richness of plant species in relation to physiographic factors and Physico-chemical properties of soil (Khan-e-kamandar region in Khorramabad), *Environmental Science and Engineering*, 1(4): 19-27 (In Persian).
28. Mohammadi Samani, K., N. Pordel, V. Hosseini and Z. Shakeri. 2020. Effect of land-use changes on chemical and physical properties of soil in western Iran (Zagros oak forests). *Journal of Forestry Research*, 31: 637-647 (In Persian).
29. kurdistan province meteorological administration 2016, <http://www.kurdistanmet.ir>
30. Pavand Derow, A., A. Salehi, H. Poorbabaie and S.J. Alavi. 2015. Relation between establishment and distribution of *Acer velutinum* Boiss. With soil physical and chemical properties and topographic factors in Caspian forest: a case study of Nav Asalem district/ Guilan province. *Journal of Plant Research*, 27(4): 520-533 (In Persian).
31. Pereira, H.M., S. Ferrier, M. Walters, G.N. Geller, R.H.G. Jongman, R.J. Scholes, M.W. Bruford, N. Brummitt, S.H.M. Butchart, A.C. Cardoso, N.C. Coops, E. Dulloo, D.P. Faith, J. Freyhof, R.D. Gregory, C. Heip, R. Höft, W. Jetz, D.S. Karp, M.A. McGeoch, D. Obura, Y. Onoda, N. Pettorelli, B. Reyers, R. Sayre, J.P.W. Scharlemann, S.N. Stuart, E. Turak, M. Walpole and M. Wegmann. 2013. Essential Biodiversity Variables. *Science*, 339(6117): 277-278.
32. Sabeti, H. 1994. Forests of Iran. Yazd University Press, 266 pp (In Persian).
33. Salehi, A., M. Zarin kafsh, Gh.A.D. Zahedi amiri and M.R. Marvi Mohajer. 2005. A study of soil physical and chemical properties in relation to tree ecological groups in nam-khaneh district of kheirood-kenar forest. *Iranian Journal of Natural Resources*, 58(3): 567-57 (In Persian).
34. Salehi, A., A. Mohammadi and A. Safari. 2011. Investigation and comparison of physical and chemical soil properties and quantitative characteristics of trees in less-damaged and damaged area of Zagros forests (Case study: Poldokhtar, Lorestan province). *Iranian Journal of Forest*, 3(1): 81-89 (In Persian).
35. Sebastiá, M.T. 2004. Role of topography and soils in grassland structuring at the landscape and community scales. *Basic and Applied Ecology*, 5(4): 331-346.
36. Shakeri, Z., M.R. Marvi Mohadjer, D. Simberloff, V. Etemad, M. Assadi, D. Tobias, W.O. Annette and E.R. Lutz. 2012. Plant community composition and disturbance in Caspian *Fagus orientalis* forests: which are the main driving factors? *Phytocoenologia*, 41(4): 247-263 (In Persian).
37. Shokrollahi, SH., H.R. Moradi and Gh.A. Dianati Tilak. 2012. Effects of soil properties and physiographic factors on vegetation cover (Case study: Polar Summer Rangelands). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 19(4): 655-668 (In Persian).
38. Sperry, J. and U. Hacke. 2002. Desert shrub water relations with respect to soil characteristics and plant functional type. *Functional Ecology*, 16(3): 367-378.
39. Tilman, D. 2001. Functional Diversity. *Encyclopedia of Biodiversity*, 3: 109-120.
40. Vaccaro, A., J. Filloy and M. Bellocq. 2019. What land use better preserves taxonomic and functional diversity of birds in a grassland biome? *Avian Conservation and Ecology*, 14(1): doi.org/10.5751/ACE-01293-140101.
41. Valipour, A., M. Namiranian, H. Ghazanfari, S.M. Heshmatol Vaezin, M.J. Lexer and T. Plieninger. 2013. Relationships between forest structure and tree's dimensions with physiographical factors in Armardeh forests (Northern Zagros). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(1): 30-47 (In Persian).
42. Williams, M., C. Hopkinson, E. Rastetter, J. Vallino and L. Claessens. 2005. Relationships of land use and stream solute concentrations in the Ipswich River basin, northeastern Massachusetts. *Water, Air and Soil Pollution*, 161(1-4): 55-74.

Species and Functional Diversity of Pollarded (Galajar) and Less Disturbed Area in the Northern Zagros Forests

Razieh Hesami¹, Naghi Shabanian² and Kyumars Mohammadi Samani³

1- Graduated Student, In Master Forestry science and engineering, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, I.R. Iran, (Corresponding author: r_hesamii@yahoo.com)

2- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, The Center for Research and Development of Northern Zagros Forestry, Sanandaj, I.R. Iran

3- Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, The Center for Research and Development of Northern Zagros Forestry, Sanandaj, I.R. Iran

Received: March 10, 2022

Accepted: May 2, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: Biodiversity is considered as an important indicator in the study of health and sustainability of natural ecosystems. This investigation was aimed to study of species and functional diversity of grass cover in the north Zagross forests.

Materials and Methods: 32 sample plots with an area of 300 square meters were taken from less disturbed areas and as well as 30 sample plots in the pollarded (Galajar) areas using the minimal area. Some functional characteristics of plants including leaf dry weight, specific leaf area, plant life form, chorology, total plant height and root system were studied. In order to study of chemical and physical properties of soil the soil samples were taken at a depth of 0-10 cm from the center and four corners of the plots as well as. Four environmental variables including potassium content, sand percentage, rock protrusion percentage and geographical direction were selected by forward selection analysis

Results: The results showed that the two groups of Cemetery and Galajar area are well distinguished from each other based on species composition. Evaluation of the effect of environmental and soil variables on the species and functional diversity based on Redundancy analysis (RDA), showed that functional homogeneity is significantly different from the homogeneity estimation index. The classification results showed the distinctiveness of Galajar and less disturbed areas as two separate groups. Soil potassium content and sand percentage were lower in Galajar while bedrock protrusion was higher.

Conclusion: In General, it can be said that the density, species and functional diversity of vegetation in Galajar were lower than less disturbed areas. According to the fact that species diversity is less in the Pollarded area(Galajar) than less disturbed areas, it is suggested that less disturbed forests be considered as a management model.

Keywords: Baneh, Species diversity, Functional diversity, Galajar, RDA