

تأثیر فاکتورهای خاک روی تنوع زیستی گیاهی گروه گونه‌های اکولوژیک در جنگل حفاظت شده خراسان شمالی

جواد جعفری، مسعود طبری کوچک‌سرایلی*، سید محسن حسینی و یحیی کوچ

نور، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگل‌داری

تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۲۴

چکیده

به منظور بررسی تأثیر فاکتورهای خاک روی تنوع زیستی گیاهی و گروه‌های اکولوژیک گیاهی، ۲۲۰ هکتار از جنگل‌های جوزک-درکش خراسان شمالی مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا ۵۵ قطعه نمونه ۲۰×۲۰ متر برای برآورد پوشش گیاهی انتخاب شد. سپس ۱۸ نمونه از لایه معدنی خاک (عمق‌های ۰-۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰ و ۳۰-۴۰ سانتی‌متر) برداشت شد و اسیدیته، هدایت الکتریکی، ماده آلی، نیتروژن کل، فسفر قابل جذب، بافت خاک، پتاسیم و نسبت کربن به نیتروژن اندازه‌گیری شد. با روش تجزیه و تحلیل دو طرفه گونه‌های شاخص TWINSPAN گروه‌های اکولوژیک گیاهی تعیین و منطقه به پنج واحد اکولوژیک *Cotoneaster*, *Acer laetum* (E), *Carpinus betulus betulus* (D), *Prunus divaricata*, *Fraxinus excelsior* (B) *integeryma* (A) (C) تقسیم گردید. تجزیه و تحلیل واریانس یک‌طرفه گروه‌های اکولوژیک نشان داد که گروه‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری ($p < 0.05$) روی تنوع گونه‌ای سیمپسون داشتند. نتایج آزمون دانکن آشکار ساخت که بیشترین تنوع گونه‌ای به ترتیب به گروه‌های اکولوژیک (E) و (B) و (D) تعلق داشت، در حالی که از لحاظ سایر شاخص‌های تنوع زیستی تفاوتی بین گروه‌های اکولوژیک دیده نشد. نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که افزایش pH در عمق سوم خاک روی تنوع زیستی سیمپسون و غنای گونه‌ای مارگالف تأثیر منفی داشت. مقدار ماده آلی و پتاسیم در عمق اول خاک روی تنوع زیستی سیمپسون تأثیر مثبت داشت اما سایر مشخصه‌های خاک تأثیری در شاخص‌های تنوع زیستی نشان ندادند. از این تحقیق استنتاج می‌شود که از میان فاکتورهای مؤثر، ماده آلی و پتاسیم سطحی خاک می‌توانستند گروه‌های پنج‌گانه اکولوژیک را در منطقه مورد مطالعه از یکدیگر تفکیک نمایند.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌های جوزک-درکش، تنوع گونه‌ای، غنای گونه‌ای، ویژگی‌های خاک

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۲۲۴۶۲۵۰، پست الکترونیکی: mtabari@modares.ac.ir

مقدمه

جنگل شده است (۱۶). استفاده بیش از ظرفیت رویشگاه، تغییرات شدید تنوع زیستی را به همراه دارد، از این رو حفاظت از تنوع زیستی برای جنگل‌داری آینده یک وظیفه مهم خواهد بود (۱۰) که در اکوسیستم-های جنگلی موجب مدیریت پایدار جنگل می‌شود (۲۲) و (۲۹).

بررسی تنوع زیستی گونه‌های گیاهی در مطالعات اکولوژیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۲). در سرتاسر جهان نیاز فزاینده‌ای به حفظ پایداری جنگل‌ها وجود دارد. نگرانی درباره تنگناهای اجتماعی و زیست محیطی مرتبط با پایداری جنگل مانند تغییر تنوع زیستی، شادابی و سلامت، تولید فرآورده‌های چوبی و غیر چوبی جنگل منجر به توافق و برنامه‌ریزی به منظور بهبود فعالیت‌های مدیریتی

اکوسیستم جنگلی ممرز (*Carpinus betulus*) مشخص شد که فسفر قابل جذب در هر سه عمق خاک به عنوان مؤثرترین عامل تأثیرگذار بر مشخصه‌های تنوع زیستی می‌باشد (۱۱). با مطالعه وضعیت زادآوری طبیعی بلوط ایرانی در بین گروه‌های بوم‌شناختی منطقه حفاظت شده مله‌گون ایلام آشکار شد که زادآوری دانه زاد با ماده آلی، ازت کل، جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا و درصد رطوبت اشباع همبستگی مثبت داشت. (۴). در تحقیق دیگری با مطالعه گروه‌های بوم‌شناختی توده شمشادستان در پارک جنگلی سی سنگان و ارتباط آنها با متغیرهای خاک مشاهده شد که اسیددیده، پتاسیم قابل جذب، هدایت الکتریکی، درصد کربن آلی، نسبت کربن آلی به نیتروژن کل، رطوبت و بافت خاک از ویژگی‌های اصلی تغییرپذیری در گروه‌های بوم‌شناختی منطقه بوده است (۵). با بررسی ارتباط بین گروه‌گونه‌های اکولوژیک گیاهی و فاکتورهای محیطی در اکوسیستم جنگلی بلوط ایرانی معلوم شد که مشخصه‌های نیتروژن، کربنات کلسیم، درصد رس خاک و همچنین ارتفاع از سطح دریا به عنوان مهمترین پارامترهای تأثیرگذار در تفکیک گروه‌های گیاهی بلوط ایرانی می‌باشند (۱۸). در یک مطالعه‌ای در بخش‌های جنوبی نیجریه ارتباط پوشش جنگلی ثانویه با مشخصه‌های خاک توسط PCA و CCA بررسی شد. نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون و همچنین چند متغیره بیانگر آن است که مشخصه‌های سدیم تبادل، مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، کلسیم تبادل و درصد شن مهمترین عوامل تأثیرگذار در ترکیب گونه‌های جنگلی و همچنین غنای گونه‌های گیاهی می‌باشند. نتایج کلی نیز مبین ارتباط متقابل بین پوشش گیاهی منطقه و مشخصه‌های مختلف خاک می‌باشد (۲۵).

تحقیق حاضر در منطقه جنگلی جوزک- درکش در استان خراسان شمالی در حد واسط ناحیه رویشی ایرانی-تورانی و هیرکانی با دارا بودن خصوصیات اکوتونی که دربرگیرنده عناصر معرف هر دو ناحیه می‌باشد، انجام شده است. لازم

پوشش گیاهی هر منطقه بیان‌کننده خصوصیات رویشگاهی آن است که شاخص‌های کیفیت رویشگاه را می‌توان در آن یافت (۳۰). گیاهانی که به طور مکرر با یکدیگر در مناطقی با ترکیب مشابهی از رطوبت، خاک، مواد غذایی، نور و دیگر عوامل حضور می‌یابند دارای نیازهای اکولوژیکی مشابهی می‌باشند و تحت گروهی دسته‌بندی می‌شوند که گروه‌های اکولوژیک نامیده می‌شوند (۲۱). گروه‌های اکولوژیک از طریق معیارهایی نظیر حضور و غیاب یا پوشش نسبی در هر گروه، به شناسایی اکوسیستم‌ها و طبقه‌بندی آنها کمک می‌کنند (۲). خاک‌ها به عنوان بخش مهمی از اکوسیستم‌ها شناخته شده‌اند و نقش مهمی در توسعه پوشش گیاهی جنگلی دارند (۳۱). باید پذیرفت که بین جوامع گیاهی و شرایط خاک روابط مشخصی وجود دارد و این روابط یک طرفه نیست. به عبارت دیگر، اگرچه ماهیت خاک روی ترکیب گونه‌ای تأثیر بسزایی دارد؛ اما در مقابل، بدون دخالت پوشش گیاهی، خاک‌زایی به وقوع نخواهد پیوست. بدین ترتیب، محققان در تلاشند تا ارتباط بین پوشش‌های گیاهی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را بشناسند (۳۸). در این ارتباط محققانی نیز بر دو سویه بودن کنش خاک و پوشش گیاهی تأکید نموده‌اند (۹، ۱۹، ۲۰ و ۲۶). بنابراین برای ارزیابی حاصل‌خیزی رویشگاه و طبقه‌بندی آن اطلاع از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی خاک ضروریست (۳۸).

تنوع در گروه‌های اکولوژیک را محققان مختلفی مد نظر قرار داده‌اند (۲، ۸ و ۳۵). به عنوان نمونه می‌توان به مطالعات زیر اشاره داشت. در تحقیقی به تنوع گونه‌ای گیاهان جنگل حفاظت شده کلار آباد در سطح گروه‌های اکولوژیک پرداخته شد و پس از تعیین چهار گروه اکولوژیک در منطقه معلوم شد که تنوع گونه‌های گیاهی در سطح گروه‌های اکولوژیک به دلیل عدم وجود شرایط فیزیوگرافی متفاوت تحت تأثیر عامل حفاظت بوده است (۱۴). در تحقیق دیگری با بررسی تنوع زیستی واحدهای زیست محیطی در ارتباط با برخی خصوصیات خاک در

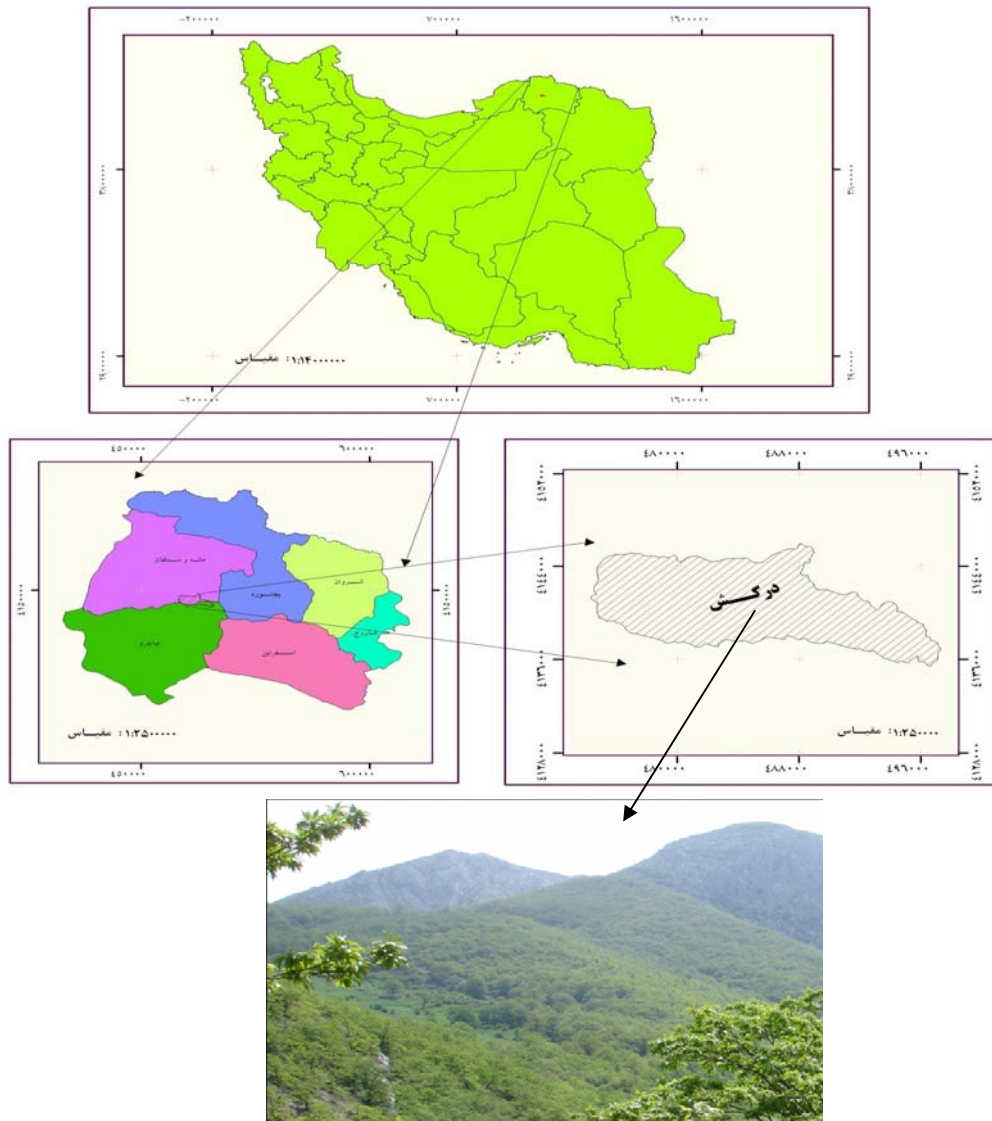
نمونه‌برداری و جمع‌آوری داده‌ها: در این تحقیق در مساحت مورد مطالعه تعداد ۵۵ قطعه نمونه ۴۰۰ متر مربعی (۲۰ × ۲۰ متر) با عنایت به روش حداقل سطح، واقع در محل تقاطع شبکه‌های ۲۰۰ × ۱۵۰ متر انتخاب شد (۱۳). در داخل هر یک از قطعات نمونه، ارتفاع از سطح دریا به کمک GPS ثبت گردید. جهت جغرافیایی با ثبت دقیق آزیموت از بالا به پایین شیب اندازه‌گیری شد و شیب منطقه نیز با استفاده از شیب‌سنج سونتو، بر حسب درصد اندازه‌گیری شد. سپس در داخل هر یک از قطعات نمونه مربعی شکل نام‌گونه، تعداد عناصر درختی، درختچه‌ای، تعداد و درصد پوشش (با اندازه‌گیری قطر کوچک و بزرگ تاج) یادداشت گردید (۲۱). در داخل هر یک از پلات‌های ۲۰ × ۲۰ متری نیز تعداد ۹ میکروپلات ۲ × ۲ متری پیاده شد (شکل ۲) و نوع گونه و درصد پوشش گونه‌های علفی و زادآوری ثبت شد (۱۷).

انتخاب نقاط مطالعاتی و نمونه‌برداری از خاک: پس از برداشت داده‌های مربوط به پوشش‌های گیاهی و تعیین گروه گونه‌های اکولوژیک و همچنین محاسبه ضریب تشابه جاکارد بین گروه‌ها اقدام به برداشت ۱۸ پروفیل خاک از لایه معدنی (عمق‌های ۰-۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰ سانتی‌متری) در سطح گروه‌های مورد نظر شد. نمونه‌های خاک بعد از انتقال به آزمایشگاه ابتدا در معرض هوا خشک گردید و بعد از جدا کردن ریشه‌ها، سنگ‌ها و سایر ناخالصی‌ها آسیاب شده و بعد از الک با قطر ۲ میلی‌متر عبور داده شد. ویژگی‌های خاک شامل اسیدیته خاک بوسیله دستگاه pH متر، هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه مخصوص هدایت الکتریکی سنج، ماده آلی والکلی-بلاک، نیتروژن کل به روش کج‌دال، فسفر قابل جذب و نسبت کربن به نیتروژن به روش اولسون، بافت خاک به روش هیدرومتری و پتاسیم قابل جذب به روش فلام فتومتری در محیط آزمایشگاه مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

به ذکر است این منطقه جنگلی تا به امروز مورد توجه قرار نگرفته و ذخیره‌گاه بسیار ارزشمندی است که نیاز به مطالعات بیشتری دارد. هدف از این تحقیق مقایسه شاخص‌های تنوع در بین گروه گونه‌های اکولوژیک و ارتباط آن با برخی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه: این بررسی در جنگل‌های جوزک - درکش، واقع در حوزه شهرستان مانه و سملقان (۶۵ کیلومتری غرب بجنورد) با طول جغرافیایی $33^{\circ} 56'$ تا $58^{\circ} 56'$ و عرض جغرافیایی $23^{\circ} 37'$ تا $26^{\circ} 37'$ انجام شد. این جنگل‌ها با مساحت ۲۲۵۰۰ هکتار در استان خراسان شمالی است و از توابع شهر آشنخانه (مرکز مانه و سملقان به ارتفاع حدود ۷۴۰ متر از سطح دریا) و به فاصله تقریبی ۳۵ کیلومتری از آن قرار دارد که ۴۰۰۰ هکتار از این جنگل‌ها از سال ۱۳۷۴ قرق اعلام شده است. حداقل ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا در حد جنوبی پل درکش و حداکثر آن ۲۴۵۵ متری از سطح دریا (یکی از قله‌های کوه‌های یامان داغی واقع در خط‌الرأس رشته کوه آلا‌داغ) واقع در جنوب روستای درکش می‌باشد. فاصله افقی منطقه مورد مطالعه از کنار جاده شوشه گرگان-مشهد حدود ۵ کیلومتر می‌باشد و تحقیق حاضر در بخشی از این جنگل حفاظت شده و در سطح ۲۲۰ هکتار، در طول گرادیان ارتفاعی (۲۰۰۰-۱۴۰۰ متر از سطح دریا) انجام شده است. اقلیم منطقه با استفاده از آمارهای موجود دوره ۲۰ ساله و با توجه به طبقه‌بندی اقلیمی و اقلیم‌نمای آمبرژه نیمه خشک سرد می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه در ایستگاه درکش (ارتفاع ۱۰۴۰ متری از سطح دریا)، $468/3$ میلیمتر و درجه حرارت سالانه منطقه $10/2$ درجه سانتیگراد است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: ابتدا داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار Excel به عنوان بانک اطلاعات ذخیره شد.

سپس شاخص‌ها محاسبه شد و با نرم‌افزار SPSS 11.5، نرمال بودن داده‌ها به وسیله آزمون Kolmogorov-Smirnov، و همگن بودن واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون Levene بررسی شد. سپس به منظور بررسی تفاوت

روش مطالعه تنوع زیستی: برای مقایسه تنوع زیستی در گروه گونه‌های اکولوژیک در هر قطعه نمونه، تنوع گونه-ای سیمپسون، غنای گونه‌ای مارگالف، یکنواختی هیل و غلبه گونه‌ای برگر- پارکر با استفاده از فرمول‌های صفحه بعد محاسبه شد (۲۸ و ۴۲):

فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده گردید. آزمون Duncan نیز به منظور مقایسه چندگانه میانگین‌ها و آزمون همبستگی Pearson نیز برای ارتباط بین شاخص‌های تنوع زیستی و ویژگی‌های خاک بکار گرفته شد.

یا عدم تفاوت گروه‌های اکولوژیک بر اساس هر یک از شاخص‌های تنوع زیستی با توجه به نرمال و همگن بودن داده‌ها از آزمون One-Way-ANOVA استفاده گردید. از آزمون General Linear Model برای بررسی اثرات متقابل

جدول ۱- شاخص‌های تنوع گونه‌ای استفاده شده در این مطالعه

نام شاخص	پارامترها	رابطه
تنوع سیمسون	S = شاخص سیمسون ; S = تعداد گونه ; ni = تعداد افراد مربوط به گونه با رتبه i ; Ni = تعداد کل افراد	$\xi = 1 - \sum_{i=1}^s \left[\frac{ni(ni-1)}{Ni(Ni-1)} \right]$
غنای مارگالف	R = غنای گونه‌ای ; S = تعداد گونه‌ها ; Ln = لگاریتم طبیعی ; N = تعداد افراد	$R = \frac{S-1}{LnN}$
یکنواختی هیل	$E2$ = شاخص هیل ; S = شاخص سیمسون ; H = شاخص شانون-وینر	$E2 = \frac{1}{\xi \times H}$
غلبه برگر-پارکر	که در آن D_{BD} شاخص برگر-پارکر، N_{max} تعداد افرادی که بیشترین فراوانی را دارند، N تعداد کل گونه‌ها می‌باشد.	$D_{BD} = \frac{N_{max}}{N}$

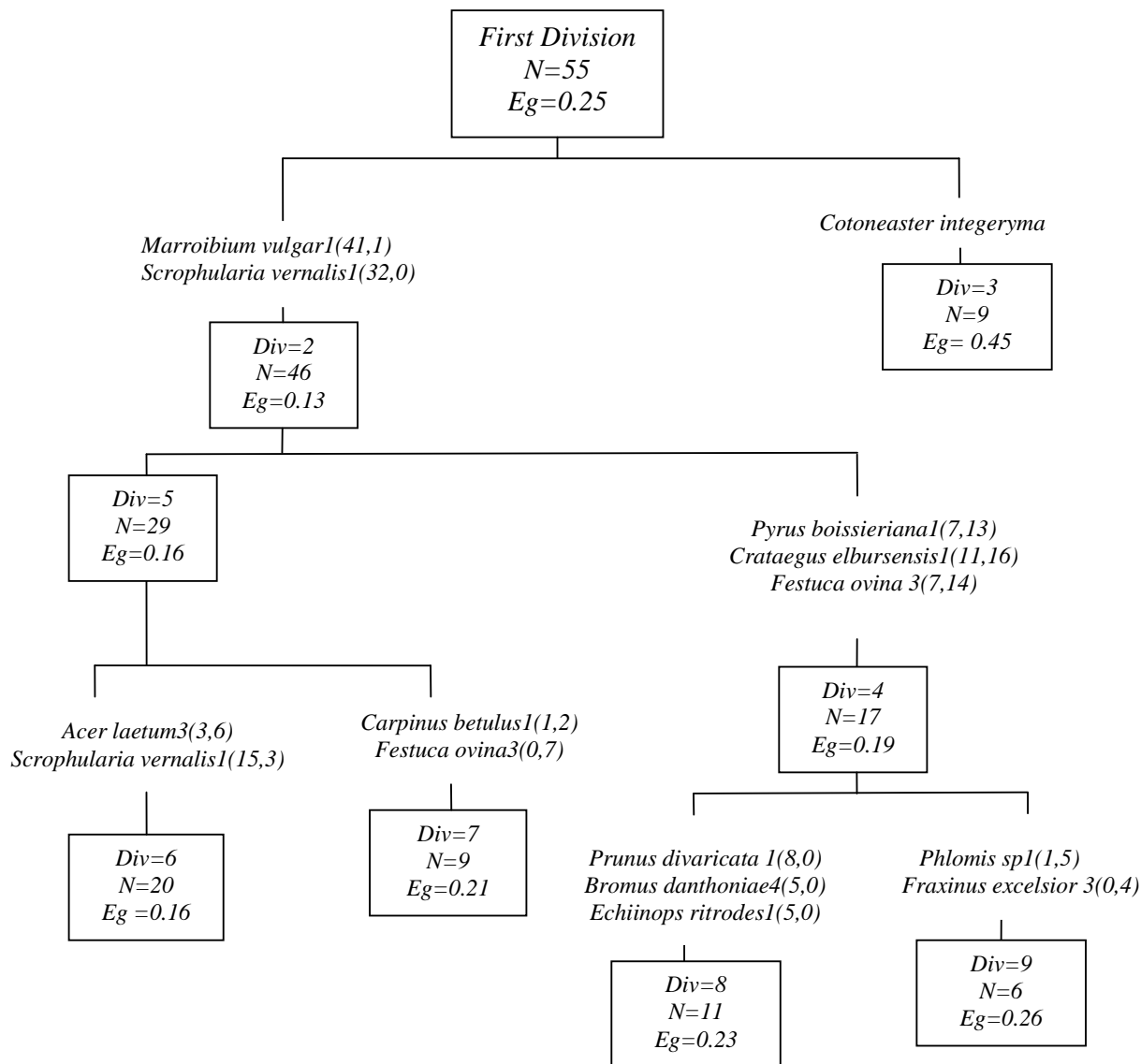
نتایج

تقسیم انجام شد و در نهایت پنج گروه اکولوژیک که بوسیله قطعات نمونه در منطقه مشخص می‌شود، معرفی شد. برای نامگذاری این واحدهای زیست محیطی از گونه‌های معرف و میزان تکرار آنها در هر یک از جهات تقسیم بندی حاصل از اجرای TWINSpan استفاده گردید (شکل ۲).

تجزیه و تحلیل متغیرهای خاک در ارتباط با گروه‌های اکولوژیک گیاهی: به منظور تعیین تفاوت معنی داری و مقایسه بین گروه‌های گیاهی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عوامل فیزیوگرافی و همچنین مشخص کردن وضعیت آنها به ترتیب از تجزیه واریانس یک طرفه، دوطرفه و آزمون مقایسه میانگین دانکن استفاده شد. نتایج حکایت از آن داشت که بیشترین مقدار نیتروژن، فسفر و ماده آلی در گروه D و کمترین مقدار آن در گروه اکولوژیک A قرار دارد. در ارتباط با اسیدیته خاک بیشترین

تعیین گروه‌های اکولوژیک گیاهی: برای تجزیه و تحلیل پوشش گیاهی از روش تجزیه و تحلیل دو طرفه گونه‌های شاخص TWINSpan در قالب نرم‌افزار PC-ORD for Win. Ver., 4.17 (۳۴) استفاده شد. این آنالیز بر اساس برنامه فرترن (Fortran) طراحی شد که برای مطالعه عوامل بوم‌شناختی و گونه‌ها که نتایج آن به صورت جدول دو طرفه‌ای از گونه‌ها و قطعات نمونه نشان داده می‌شود، بکار می‌رود، به طوری که گونه‌ها در یک جدول دوطرفه قرار می‌گیرند. در واقع قطعات نمونه بر اساس وجود یا عدم وجود گونه‌ها و نیز عاملی بنام شبه‌گونه با هم مقایسه شده و قطعات نمونه‌ای که دارای نمونه‌ای با تشابه بیشتری باشند در کنار هم قرار می‌گیرند (۲۴). سپس با توجه به مقدار ارزش ویژه تغییرات (Eigen Value)، تقسیم بندی-های استخراج شده از آنالیز TWINSpan تا سطح سوم

مقدار در گروه اکولوژیک A و کمترین مقدار در گروه B و E و کمترین آن در سایر
 اکولوژیک B قرار دارد. در ارتباط با پتاسیم خاک نیز گروه‌ها قرار دارد.



شکل ۲- طبقه‌بندی داده‌های پوشش گیاهی جنگل‌های جوزک- درکش با بهره‌گیری از تجزیه TWINSpan عدد پس از نام گونه میزان فراوانی یا همان ارزش گونه در تقسیم‌بندی و عدد درون پرانتز حضور در دوطرف تقسیم را نشان می‌دهد.

گیاهی منطقه مورد مطالعه شاخص‌های تنوع گونه‌ای
 سیمپسون، غنای گونه‌ای مارگالف، یکنواختی هیل و غلبه

مقایسه تنوع زیستی گیاهی در گروه‌های اکولوژیک
 منطقه: به منظور بررسی تنوع زیستی در سطح گروه‌های

برگر-پارکر بکار گرفته شد. نتایج تجزیه و تحلیل واریانس برگرفته از گروه‌های اکولوژیک نشان داد که گروه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری در ارتباط با تنوع گونه‌ای سیمپسون ($P < 0.05$) داشته‌اند. به طوری که بیشترین تنوع

گونه‌ای به ترتیب در گروه اکولوژیک E و B و D بوده و کمترین آن در گروه اکولوژیک A مشاهده گردید (جدول ۴).

جدول ۲- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (\pm اشتباه معیار) متغیرهای محیطی روی گروه‌های اکولوژیک گیاهی

معنی داری	F	<i>Cotoneaster integeryma</i> (A)	<i>Fraxinus excelsior</i> (B)	<i>Prunus divaricata</i> (C)	<i>Carpinus betulus</i> (D)	<i>Acer laetum</i> (E)	متغیرهای محیطی
۰/۰۰**	۶/۷۷	۷/۹۰±۰/۱۱ ^a	۷/۱۳±۰/۱۱ ^c	۷/۷۶±۰/۱۰ ^{ab}	۷/۵۸±۰/۱۱ ^{ab}	۷/۴۷±۰/۰۹ ^b	اسیدیته
۰/۵۲ ^{ns}	۰/۸۱	۰/۱۵±۰/۰۱	۰/۱۴±۰/۰۱	۰/۱۶±۰/۰۱	۰/۱۷±۰/۰۱	۰/۱۵±۰/۰۱	هدایت الکتریکی (ds/m)
۰/۴۶ ^{ns}	۰/۹۱	۲۶/۲۲±۲/۰۹	۲۳/۳۳±۲/۰۹	۲۸/۴۱±۱/۸۱	۲۶/۶۶±۲/۰۹	۲۵/۳۳±۱/۶۲	شن (%)
۰/۳۳ ^{ns}	۱/۱۸	۳۹/۳۳±۱/۵۱	۴۳/۱۱±۱/۵۱	۳۹/۹۱±۱/۵۱	۴۲/۳۳±۱/۵۱	۴۱/۶۰±۱/۱۷	سیلت (%)
۰/۷۹ ^{ns}	۰/۴۱	۳۴/۴۴±۲/۲۴	۳۵/۵۵±۲/۲۴	۳۱/۶۶±۱/۹۴	۳۱/۰۰±۲/۲۴	۳۳/۰۶±۱/۷۳	رس (%)
۰/۰۰**	۴/۳۲	۱/۷۹±۰/۲۷ ^c	۲/۴۵±۰/۲۷ ^b	۲/۳۴±۰/۲۴ ^{bc}	۳/۳۲±۰/۲۷ ^a	۲/۷۷±۰/۲۱ ^{ab}	ماده آلی (%)
۰/۰۰**	۵/۴۰	۰/۱۷±۰/۰۳ ^c	۰/۲۸±۰/۰۳ ^b	۰/۲۶±۰/۰۲ ^b	۰/۳۷±۰/۰۳ ^a	۰/۲۸±۰/۰۲ ^b	نیترژن (%)
۰/۸۸ ^{ns}	۰/۲۸	۶/۰۹±۰/۵۴	۵/۸۷±۰/۵۴	۵/۶۴±۰/۴۶	۵/۷۴±۰/۵۴	۶/۳۱±۰/۴۱	C/N
۰/۰۰**	۹/۲۰	۳۷/۹۴±۷/۸۱ ^b	۸۷/۵۰±۷/۸۱ ^a	۴۷/۶۶±۶/۷۶ ^b	۳۹/۸۳±۷/۸۱ ^b	۷۵/۵۰±۶/۰۵ ^a	پتاسیم (ppm)
۰/۰۲*	۳/۱۸	۲۰/۵۸±۳/۸۶ ^b	۲۲/۲۱±۳/۸۶ ^b	۳۱/۵۰±۳/۳۴ ^{ab}	۳۶/۴۴±۳/۸۶ ^a	۳۱/۴۱±۲/۹۹ ^{ab}	فسفر (ppm)
۰/۱۹ ^{ns}	۱/۶۱	۱/۱۷±۰/۱۰	۱/۳۹±۰/۱۰	۱/۳۷±۰/۰۸	۱/۳۶±۰/۱۰	۱/۳۵±۰/۰۸	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm ³)

** و *: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱ درصد و ۵ درصد، ns: غیر معنی‌داری

جدول ۳. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (\pm اشتباه معیار) مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در عمق‌های مختلف

معنی داری	F	عمق ۲۰-۳۰ سانتی‌متر	عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متر	عمق ۰-۱۰ سانتی‌متر	متغیرها/ خصوصیات خاک
۰/۰۰**	۵/۶۱	۷/۷۹±۰/۰۸ ^a	۷/۴۹±۰/۰۸ ^b	۷/۴۴±۰/۰۸ ^b	اسیدیته
۰/۲۱ ^{ns}	۵۹/۱	۰/۱۴۶±۰/۰۱	۰/۱۶۸±۰/۰۱	۰/۱۶۳±۰/۰۱	هدایت الکتریکی (ds/m)
۰/۲۸ ^{ns}	۱/۳۶	۲۵/۰۵±۱/۵۱	۲۵/۲۷±۱/۵۱	۲۷/۸۳±۱/۵۱	شن (%)
۰/۰۰**	۸/۲۸	۳۸/۷۲±۱/۰۹ ^c	۴۰/۲۷±۱/۰۹ ^b	۴۴/۶۶±۱/۰۹ ^a	سیلت (%)
۰/۰۰**	۹/۱۱	۳۶/۲۲±۱/۶۲ ^a	۳۴/۴۴±۱/۶۲ ^a	۲۷/۵۰±۱/۶۲ ^b	رس (%)
۰/۰۰**	۵/۹۳	۲/۱۸±۰/۲۰ ^b	۲/۳۱±۰/۲۰ ^b	۳/۱۴±۰/۲۰ ^a	ماده آلی (%)
۰/۰۰**	۲۰/۹۵	۰/۱۸±۰/۰۲ ^b	۰/۲۴±۰/۰۲ ^b	۰/۳۹±۰/۰۲ ^a	نیترژن (%)
۰/۲۸ ^{ns}	۱/۲۸	۶/۳۸±۰/۳۹	۵/۹۲±۰/۳۹	۵/۵۰±۰/۳۹	C/N
۰/۳۷ ^{ns}	۱/۰۱	۵۶/۶۶±۵/۶۴	۵۶/۲۲±۵/۶۴	۶۴/۴۴±۵/۶۴	پتاسیم (ppm)
۰/۰۳*	۳/۶۶	۲۳/۴۲±۲/۷۹ ^b	۲۹/۰۰±۲/۷۹ ^{ab}	۳۴/۳۷±۲/۷۹ ^a	فسفر (ppm)
۰/۳۴ ^{ns}	۱/۰۸	۱/۴۰±۰/۲۴	۱/۳۰±۰/۲۴	۱/۲۳±۰/۲۴	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm ³)

** و *: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱ درصد و ۵ درصد، ns: غیر معنی‌داری

همبستگی مثبت نشان دادند. مقدار پتاسیم نیز در عمق اول خاک با شاخص تنوع سیمپسون دارای همبستگی مثبت می‌باشد. به طوری که بین سایر مشخصه‌های خاک نیز با شاخص‌های تنوع زیستی همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵).

همبستگی شاخص‌های تنوع زیستی و ویژگی‌های خاک:
نتایج آنالیز همبستگی مشخصه‌های خاک با مقادیر تنوع زیستی در سطح گروه‌های گیاهی نشان داد که مقدار اسیدیته خاک در عمق سوم خاک با شاخص تنوع سیمپسون و غنای مارگالف همبستگی منفی، و مقدار ماده آلی خاک در عمق اول با شاخص تنوع سیمپسون

جدول ۴- تجزیه واریانس مقادیر شاخص‌های تنوع زیستی و میانگین درصد تاج پوشش در ارتباط با گروه‌های اکولوژیک گیاهی

معنی‌داری	F	گروه‌های اکولوژیک					شاخص‌های تنوع زیستی
		<i>Cotoneaster integeryma</i> (A)	<i>Fraxinus excelsior</i> (B)	<i>Prunus divaricata</i> (C)	<i>Carpinus betulus</i> (D)	<i>Acer laetum</i> (E)	
۰/۰۲*	۳/۲۹	۰/۹۳۲±۰/۰۲ ^b	۰/۹۵۹±۰/۰۱ ^a	۰/۹۴۶±۰/۰۱ ^{ab}	۰/۹۵۷±۰/۰۲ ^a	۰/۹۶۱±۰/۰۱ ^a	تنوع گونه‌ای سیمپسون
۰/۰۸ ^{ns}	۲/۱۴	۷/۰۳±۱/۵۱	۸/۱۵±۲/۲۵	۷/۶۴±۱/۶۵	۷/۸۱±۱/۰۹	۸/۴۸±۱/۹۵	غنای گونه‌ای مارگالف
۰/۳۱ ^{ns}	۱/۲۲	۰/۶۰۷±۰/۰۸	۰/۶۱۵±۰/۰۸	۰/۵۵۳±۰/۱۰	۰/۵۹۱±۰/۱۱	۰/۵۶۶±۰/۰۲	یکنواختی هیل
۰/۴۶ ^{ns}	۰/۹۱	۰/۱۴۱±۰/۰۱	۰/۱۲۸±۰/۰۱	۰/۱۳۶±۰/۰۰۷	۰/۱۲۱±۰/۰۱	۰/۱۲۱±۰/۰۰۵	غلبه برگ-پارکر
-	-	۵۷/۲۶	۷۱/۴۹	۶۱/۶۶	۷۳/۶۲	۷۲/۱۸	درصد تاج پوشش

*: معنی‌داری در سطح ۵ درصد NS: غیر معنی‌داری

جدول ۵- نتایج همبستگی پیرسون مقادیر ویژگی‌های خاک و تنوع زیستی

ویژگی‌های خاک / شاخص‌های تنوع زیستی	تنوع سیمپسون	غنای مارگالف	یکنواختی هیل
اسیدیته (در عمق سوم)	-۰/۹۴۰*	-۰/۹۰۲*	-۰/۱۷۳ ^{ns}
ماده آلی (در عمق اول)	۰/۹۳۵*	۰/۱۵۲ ^{ns}	۰/۷۹۳ ^{ns}
پتاسیم قابل جذب (در عمق اول)	۰/۹۱۰*	۰/۸۱۰ ^{ns}	۰/۰۴۸ ^{ns}

**و*: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱ درصد و ۵ درصد NS: غیر معنی‌داری

بحث و نتیجه‌گیری

های چناره مریوان به نتایج مشابهی دست یافتند (۱). نتایج مقایسه میانگین بین گروه‌ها نیز نشان داد که از بین شاخص‌های تنوع گونه‌ای، بالاترین مقدار تنوع گونه‌ای سیمپسون به ترتیب به گروه‌های E (*Acer laetum*)، B (*Fraxinus excelsior*) و D (*Carpinus betulus*) و کمترین مقدار آن به گروه A (*Cotoneaster integeryma*) اختصاص داشت. بیشتر بودن تنوع در گروه‌های E، D و B

در تحقیق حاضر بین گروه گونه‌های اکولوژیک از نظر تنوع سیمپسون ($P < 0.05$) اختلاف معنی‌داری دیده شد. این در حالی است که از نظر یکنواختی و غنا و غلبه گونه-ای اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد. بصیری و کرمی (۱۳۸۵) نیز در سطح شش گروه اکولوژیک جنگل-

نتایج همبستگی پیرسون با ویژگی‌های خاک و تنوع زیستی در سطح گروه گونه‌ها حکایت از همبستگی منفی مقدار pH خاک در عمق سوم با شاخص تنوع سیمپسون و شاخص غنای مارگالف دارد. همچنین، با عنایت به این که pH خاک شاخص مهمی از مواد غذایی بوده و باعث ایجاد اختلافات شدیدی در پوشش گیاهی می‌شود، قابلیت انحلال، تثبیت و جذب عناصر خاک نیز تابع تغییرات pH است، از این رو pH خاک عامل مهمی در تغذیه شیمیایی و بیولوژیک گیاه به‌شمار می‌رود (۴۰) که در این ارتباط بررسی مقادیر pH خاک حکایت از وجود تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای در بین گروه‌های مختلف دارد.

مقدار ماده آلی خاک در عمق اول با شاخص تنوع سیمپسون ($r = 0.903$; $p=0.03$) همبستگی مثبت نشان داد. ماده آلی خاک در لایه‌های سطحی با قابلیت جذب و نگهداری آب باعث افزایش ذخیره رطوبتی در خاک می‌شود و شرایط فیزیکی خاک را بهبود می‌بخشد، به طوری که در تشکیل ساختمان خاک مؤثر بوده، نفوذپذیری را مناسب و تهویه آن را متعادل و از فرسایش ذرات خاک جلوگیری، و اثر بسزایی روی تنوع گونه‌های گیاهی می‌گذارد (۳).

مقدار پتاسیم نیز در عمق اول خاک با شاخص تنوع سیمپسون ($r = 0.933$; $p=0.02$) همبستگی مثبت نشان داد. پتاسیم یکی از عناصر مهم در حاصلخیزی خاک‌ها می‌باشد و مقدار جذب آن به‌وسیله گیاه از جذب هر عنصر دیگری به غیر از نیتروژن بیشتر است (۶). پتاسیم در اکثر خاک‌ها به مقدار نسبتاً زیادی وجود دارد و باعث تشدید عمل کربن‌گیری شده که در شرایط خشکی مقدار آن کاهش می‌یابد و منجر به کاهش تعریق و تعرق و افزایش مقاومت گیاه در برابر خشکی می‌گردد (۱۴). پتاسیم همچنین یکی از مهمترین عناصر غذایی در خاک می‌باشد که نقش بسیار مهمی در رشد گیاهان دارد (۴۱).

را شاید بتوان به حفاظت مطلوب و عدم دسترسی عوامل تخریب (چرای دام، قطع درختان برای تهیه زغال و نیز کشت و زرع در گذشته‌ای نه چندان دور) در این گروه‌ها قلمداد کرد. از طرف دیگر، وجود کوره‌های زغال، تخریب خاک و وجود گونه‌های پیشناز و درختچه‌ای و در نهایت کمتر بودن تعداد در هکتار و پراکنده بودن درختان مرغوب مثل بلوط و شیردار و ممرز در گروه‌های A و C می‌تواند گواه ضعیف بودن تنوع گیاهی باشد. در مطالعات مومنی-پور (۱۳۸۱) و سهرابی و همکاران (۱۳۸۶) نیز عامل حفاظت به عنوان یک فاکتور مهم و تعیین کننده در تنوع زیستی گونه‌های گیاهی عنوان گردیده است (۸ و ۱۵). همچنین محمودی (۱۳۸۶) در بررسی جنگل حفاظت شده کلارآباد دریافت که تنوع گونه‌های گیاهی در سطح گروه‌های اکولوژیک تحت تأثیر عامل حفاظت بوده است (۱۲).

بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در سطح گروه‌های اکولوژیک بیانگر آن است که این واحدها از نظر اسیدیته، ماده آلی، نیتروژن، فسفر قابل جذب، و نیز پتاسیم دارای تفاوت‌های معنی‌داری می‌باشند. مقادیر اسیدیته، درصد سیلت، درصد رس، درصد ماده آلی، نیتروژن کل و مقدار پتاسیم نیز تفاوت‌های معنی‌داری را در عمق‌های مختلف نشان داده‌اند. عوامل مختلفی در محیط جنگل باعث پیدایش تنوع گونه‌های گیاهی می‌شود، و تأثیر این عوامل در یک محیط طبیعی حاصل تأثیری متقابل گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی است. به عبارت دیگر، می‌توان گفت که گونه‌ها و جوامع گیاهی هر منطقه در نتیجه ترکیب عوامل بوم‌شناختی در آن منطقه شکل می‌گیرند، همچنین هرکدام از آنها معرف یکدیگرند. از عوامل عمده بوم‌شناختی مؤثر در شکل‌دهی تنوع گونه‌ای، غنا و یکنواختی جنگل‌ها می‌توان به شرایط آب و هوا، خاک، ارتفاع از سطح دریا و عوامل انسانی اشاره کرد (۱۹، ۲۵ و ۳۸). از بین کلیه این عوامل، برخی محققان فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک را مهمترین عوامل تأثیرگذار بر تنوع گونه‌های گیاهی عنوان می‌کنند (۲۷، ۳۲، ۳۳، ۳۷ و ۳۹).

بیشترین تأثیر مربوط به فاکتورهای خاکی روی شاخص‌های تنوع زیستی در بین گروه‌های اکولوژیک، ماده‌آلی و پتاسیم خاک سطحی بوده که توانسته گروه‌های پنج‌گانه اکولوژیک را در منطقه مورد مطالعه از یکدیگر تفکیک نماید.

به طور کلی، با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان اذعان داشت که بیشترین همبستگی عناصر حاصلخیز خاک با مقادیر تنوع زیستی در عمق‌های فوقانی خاک (۱۰-۰ سانتی‌متر) بوده که در واقع محل تجمع اکثر ریشه‌های ریز مربوط به گونه‌های علفی و چوبی این بخش از خاک می‌باشد (۷). به عبارت دیگر، ممکن است اظهار شود که

منابع

- ۱- بصیری، ر. و کریمی، پ. (۱۳۸۵) ارزیابی تنوع گونه‌ای با استفاده از شاخص‌های تنوع در جنگل‌های چناره مریوان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۵: ۱۶۳-۱۷۲.
- ۲- بصیری، ر. (۱۳۸۲) بررسی اکولوژیک منطقه رویشی وی‌ول با تجزیه و تحلیل عامل‌های محیطی در مریوان، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی نور.
- ۳- حاجی‌زاده، ا. (۱۳۶۹) خاکشناسی کشاورزی. مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی.
- ۴- حیدری، م.، پوربابایی، ح. و عطار روشن، س. ۱۳۹۰. وضعیت زادآوری طبیعی بلوط ایرانی در بین گروه‌های بوم‌شناختی در ناحیه رویشی کردو-زاگرس. مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۴ (۴): ۵۷۸-۵۹۲.
- ۵- رودی، ز.، جلیلود، ح. و اسماعیل‌زاده، ا. ۱۳۹۱. معرفی گروه گونه‌های بوم‌شناختی گیاهی ذخیره‌گاه شمشاد پارک جنگلی سی‌سنگان و بررسی ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های خاک. مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۱۹ (۲):
- ۶- زاهدی‌امیری، ق. و لوست، ن. (۱۳۷۸) طبقه‌بندی هوموس جنگلی بر اساس خصوصیات جوامع گیاهی در یک جنگل آمیخته پهن برگ، مجله منابع طبیعی ایران شماره ۵۲ (۲): ۴۷-۶۲.
- ۷- زرین‌کفش، م. (۱۳۸۰) خاک‌شناسی جنگل. اثرات متقابل خاک و گیاه در ارتباط با عوامل زیست محیطی اکوسیستم‌های جنگلی، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.
- ۸- سهرابی، ه.، اکبری‌نیا، م. و حسینی، س. م. (۱۳۸۶) بررسی تنوع گونه‌های گیاهی در واحدهای اکوسیستمی در منطقه جنگلی ده سرخ، جوانرود، مجله محیط‌شناسی ۴۱: ۶۱-۶۸.
- ۹- عطری، م. (۱۳۷۶) جامعه‌شناسی گیاهی، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.
- ۱۰- قمی‌اویلی، ع.، حسینی، س. م.، متاجی، ا. و جلالی، س. غ. (۱۳۸۶) بررسی تنوع زیستی گونه‌های چوبی و زادآوری در دو جامعه گیاهی مدیریت شده در منطقه خیرودکنار نوشهر، مجله محیط‌شناسی ۴۳: ۱۰۶-۱۰۱.
- ۱۱- کوچ، ی.، جلیلود، ج.، پورمجیدیان، م. ر. و فلاح، ا. (۱۳۸۹). تنوع گونه‌های گیاهی در جهت‌های مختلف جغرافیایی جنگل پایین‌بند خانیکان، چالوس-مازندران. مجله زیست‌شناسی ایران، مجله علوم محیطی ۱: ۱۵۰-۱۳۵.
- ۱۲- محمودی، ر. (۱۳۸۶) بررسی تنوع گونه‌ای گیاهان جنگل حفاظت شده کلار آباد در سطح گروه‌های اکولوژیک، مجله زیست‌شناسی ایران ۴: ۳۵۳-۳۶۲.
- ۱۳- مصداقی، م. (۱۳۸۰) توصیف و تحلیل پوشش گیاهی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۴- ملکوتی، ج. م. و همایی، م. (۱۳۷۳) حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک (مشکلات و راه‌حل‌ها)، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۵- مومنی‌پور، س. (۱۳۸۱) بررسی نقش حفاظت در تنوع زیستی گیاهی پارک ملی خنجیر در مقایسه با منطقه جاجرود، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۶- نوری، ز.، فقهی، ج. و علوی، س. ج. (۱۳۸۷) بررسی پایداری تنوع گونه‌های درختی جنگل با بهره‌گیری از قطعه‌های نمونه متداول در طرح‌های جنگلداری (مطالعه موردی: بخش گرازین جنگل خیرود، نوشهر)، مجله منابع طبیعی ایران ۶۱ (۴): ۹۱۹-۹۰۹.
- ۱۷- هادی، ع. (۱۳۸۰) بررسی تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر روی تنوع گونه‌های چوبی در منطقه تقریباً بکر (جنگل‌های منطقه اسالم)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه گیلان.

- 18- Arekhi1, S., Heydari, M. and Pourbabaei, H. (2010). Vegetation-environmental relationships and ecological species groups of the Ilam oak forest landscape, Iran. *Caspian J. Env. Sci.* 8 (2): 115 - 125.
- 19- Azarnivand, H., Jafari, M.; Moghadam, m.R., Jalili, A. and Zare chahooki, M.A. (2003). The effects of soil characteristics and elevation on distribution of two *Artemisia* species. *Iranian Natural, Res.*, 56 (1-2). (In Persian).
- 20- Baghestani Meybodi, N. (1993). Investigation on plant sociology based on geomorphological units and soil Nodooshan reign. M.Sc thesis, natural resources college, University of Tehran, (in Persian).
- 21- Barnes, B.V. (1998). *Forest Ecology*, John Wiley and Sons. INC.
- 22- Boll, T.I., Svenning, I., Vormisto, S., Normand, C., Grandez, C., and Balslev, H. (2005). Spatial distribution and environmental preferences of the piassaba palm *Aphandra Natalie (Arecaceae)* along the pastaza and Urituyacu Rivers in Peru. *Forest Ecology and Management*. 213:175-183.
- 23- Brockway, D.G. (1998). Forest plant diversity at local and landscape scales in the Cascade Mountains of Southwestern Washington. *Forest Ecology and Management* 109: 323-341.
- 24- Coker, P. D. (2000). *Vegetation mapping: From patch to planet*, edited by: Alexander R., and Millington A.C., John Wiley and Sons publication, 135:158.
- 25- Eni, D. D., Iwara, A. I. and Offiong, R. A. (2012). Analysis of soil-vegetation inter relationships in a south-southern secondary forest of Nigeria. *International Journal of Forestry Research*, Volume 2012, Article ID 469326, 8 pages, doi:10.1155/2012/469326.
- 26- Fisher, R. and Binkley, D. (2000). *Ecology and Management of forest soils (Third edition)*, John Wiley & Sons, INC.
- 27- Hardtle, W., Calper, R. and Ruiny, V. (2003). The effects of light and soil conditions on the species richness of the ground vegetation of deciduous forest in northern Germany. *Forest Ecology and Management*, 182: 327 – 338.
- 28- Hawksworth, D.L. (1995). *Biodiversity Measurement and Estimation*. Chapman and Hall, London.
- 29- Jonthn, L. and Nicole, M. (2005). Patterns of plant diversity in riparian corridors. *Forest Ecology and Management*, 20:110-121.
- 30- Kashian, D. M. (2003). Ecological species groups of landform level ecosystems dominated by jack pine in northern lower Michigan, USA. *Plant Ecology*, 166: 75-91.
- 31- Kooch, Y., Jalilvand, H., Bahmanyar, M. A. and Poormajidian, M. R. (2007). Ecological distribution of Indicator species and effective edaphical factors on the northern Iran lowland forests, *Journal of Applied Science*. 7: 1475 - 1483.
- 32- Krizc, M., Collins, R. and Kallony, P. (2003). Plant species diversity and soil quality in harvested and grazed boreal aspen stands of northern British Columbia. *Forest Ecology and Management*, 182: 315 – 325.
- 33- Krzic, M., Raynold, B. and Caroliny, D. (2000). Soil properties and species diversity of grazed crested wheatgrass and negative rangeland. *Journal of Rangeland Management*, 53: 353 – 358.
- 34- Mc Cune, B. and Medford, M. (1999). *Multivariate Analysis of Ecological data Version 4.17*. MJM Software. Gleneden Beach, Oregon, USA.
- 35- Muller, C., Berger, G. and Glemnitz, M. (2003). Quantifying geomorphological heterogeneity to assess species diversity of set-aside arable land, *Agriculture and Environment*, Article in Press:1-8.
- 36- Neumann, M. and Starlinger, F. (2001). The significance of indices for stand structure and diversity in forests. *Forest Ecology and Management* 145: 91-106.
- 37- Roem, W. J. and Berendse, F. (2000). Soil acidity and nutrient supply ratio as possible factors determining changes in plant species diversity in grassland and heath land communities, *Biological Conservation*, 92: 151 – 161.
- 38- Schoenholtz, S.H., Van Miegoret, H., and Burger, J.A. (2000). A review of chemical and physical properties as indicators of soil quality: Challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management*, 132:335 - 356.
- 39- Schuster, B. and Diekman, M. (2005). Species richness and environmental correlates in deciduous forests of northwest Germany. *Forest Ecology and Management*, 206: 197 – 205.
- 40- Sebastia, M. T. (2004). Role of topography and soils in grassland structuring at the landscape and community scales, *Basic and Applied Ecology*, 5: 331-346.

- 41- Spencera, D.F., Kasndera, G. and Whitehand, L., (2004). Spatial and temporal variation in RGR and leaf quality of a clonal riparian plant, *Arundo donax*, *Aquatic Botany*, 81: 27-36.
- 42- Waite, S. (2000). *Statistical ecology in practice: A guide to analyzing environmental and ecological field data.*

Effect of soil properties on plant diversity of ecological groups in the reserved forest of Northern Khorasan

Javad Jafari, Masoud Tabari*, Seyed Mohsen Hosseini and Yahya Kooch

Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran

* Corresponding Author, mtabari@modares.ac.ir

Abstract

In order to investigate the influence of soil factors on plant diversity and ecological groups in the North Khorasan province, an area of 220 hectares of Jozak-Darkesh forest was studied. At first, 55 sample plots each of 20 m × 20 m were selected to determine the vegetation. Then, 18 samples from superficial layer of the soil (from 0-10, 10-20 and 20-30 cm depths) were taken and their electric conductivity, pH, organic matter (OC), total nitrogen, available phosphorus, soil texture, K and C:N ratio were measured. Ecological groups of indicator species were detected using TWINSpan (two way indicator species analysis) and the study area was divided into five different ecological units *Cotoneaster integeryma* (A), *Fraxinus excelsior* (B), *Prunus divaricata* (C), *Carpinus betulus* (D) and *Acer laetum* (E). Analysis of ecological species groups showed that different groups had significant differences ($p < 0.05$) in Simpson's Diversity Index (SDI). Duncan's test revealed that the highest species diversity was allocated to E, B and D ecological groups, respectively. This is while no significant differences were detected among the ecological groups in terms of the other biodiversity indices. Pearson regression analysis displayed that rise in pH in the 3rd depth of the soil had negative effect on the SDI and Margalef's species richness index. The amount of OC and K in the first soil depth had positive effect on the SDI. The other soil characteristics did not affect the diversity indices. It was deduced that among the affective factors, OC and K amounts of the first soil depth separated the five ecological groups in the investigated site.

Key words: Jozak-Darkesh forest, species diversity, richness, SPI, ecological group