مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و پنجم، شماره یازده، بهمن ماه ۱۴۰۲ (۱۰۶-۹۳)

رابطه تنوع گونه‌های گیاهی با عوامل محیطی در منطقه وزگ یاسوج

رقیه آقایی[۱]

سهراب الوانی نژاد[۲*]

salvaninejad@yu.ac.ir

رضا بصیری[۳]

رقیه ذوالفقاری[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۹/۱۸ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵**

چکیده

زمینه و هدف: تنوع گونه‌ای یکی از موضوعات مهم و اساسی در اکولوژی به خصوص اکولوژی پوشش گیاهی مطرح می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق مطالعه تنوع گونه‌های گیاهی در رابطه با عوامل محیطی در بوم‌سازگان‌های جنگلی زاگرس واقع در منطقه وزگ، در جنوب شرقی یاسوج بوده است.

روش بررسی: برای این منظور منطقه‌ای به مساحت ۳۰۸ هکتار انتخاب شد. سپس به صورت تصادفی- سیستماتیک تعداد ۶۱ قطعه نمونه به ابعاد ۳۰×۱۵ متر و ۳۰۵ میکروپلات به ابعاد ۲×۰/۵ متر به روش حداقل مساحت نمونه‌برداری شد. به منظور بررسی تنوع گونه‌ای گیاهان، از متداول‌ترین شاخص‌های تنوع گونه‌ای استفاده شد. سپس از آنالیز واریانس یک طرفه برای بررسی اختلاف‌های کلی در طبقات مختلف عوامل فیزیوگرافی استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که ارتفاع از سطح دریا بر تنوع و یکنواختی تأثیر معنی‌دار داشته و دامنه ارتفاعی بالا بیشترین تنوع و یکنواختی را دارد. جهت دامنه نیز بر غنای گونه‌ای اثر معنی‌دار داشته و جهت شمال شرقی بیشترین مقدار غنا را نشان داد. اثر شیب بر تنوع و یکنواختی معنی‌دار بود به طوری که شاخص تنوع و یکنواختی در شیب‌های بالا (۵۱-۷۰ درصد) بالاترین مقدار بود. همچنین نتایج نشان داد که شاخص‌های تنوع گونه‌ای با خصوصیات خاک مانند نیتروژن کل، سیلت و نسبت C/N همبستگی معنی‌داری دارند.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، گروه جنگل، مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه یاسوج.

۲- استادیار گروه جنگل، مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه یاسوج. *(مسوول مکاتبات)

۳- دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.

۴- دانشیار گروه گروه جنگل، مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه یاسوج.

بحث و نتیجه‌گیری: بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که در منطقه مورد مطالعه، عوامل فیزیوگرافی رویشگاه (ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت جغرافیایی) همراه با عوامل خاکی همواره نقش اساسی و تعیین کننده‌ای بر الگوی تغییرات تنوع زیستی گیاهی ایفا می‌کنند. بنابراین انجام مطالعات متعدد در این زمینه در جنگل‌های زاگرس یکی از بهترین راهکارها برای نیل به مدیریت بهینه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های تنوع زیستی، عوامل فیزیوگرافی، ویژگی‌های خاک، یاسوج.

J. Env. Sci. Tech., Vol 25, No.11, February, 2024

The relationship between the diversity of plant species and environmental factors in Vezg region of Yasouj

Roghaye Aghaei[1]
Sohrab Alvaninejad [2*]
salvaninejad@yu.ac.ir
Reza Basiri[3]
Roghaye Zolfaghari [4]

Admission Date: January 15, 2024 Date Received: December 9, 2023

Abstract

Background and Objective: The diversity is one of the most important issues in ecological studies, especially in vegetation ecology. This research aims to study plant biodiversity in relation to environmental factors survived in the southeast of Yasouj which is the central forests of Zagros ecosystem.

Material and Methodology: For this purpose, a region with an area of 308 hectares was selected. Then, 61 plots (15×30 m) and 305 microplots (0.5×2 m) were established using random–systematic sampling method. The plots dimensions were also determined using minimal area method. To evaluate the diversity of plant species the most commonly diversity indices was used. Then, one-way ANOVA was used to examine differences in various classes.

Findings: Results showed that elevation factor had a strong effect on species diversity and evenness as higher altitude showed higher amount of diversity and evenness. Aspect had significant effect on richness and marked the highest in the northeast. The results also showed that diversity and evenness were affected by slope and they are higher in 51-70 % of slopes. Also, the results indicated that there was a correlation between biodiversity indices with soil properties such as N, Silt and C/N ratio.

Discussion and Conclusion: Overall, the results of this research in the region showed that, physiographic factors (altitude, slope and aspect) with soil properties always play a decisive role in the pattern of changes in plant biodiversity. So, of many studies carried out in this subject in Zagros forests, this is a very good one to achieve optimal management.

Keywords: Biodiversity indices, Physiographic Factors, Soil Properties, Yasouj.

1-M.S. of Forestry, Dept. of Forestry, Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Yasouj University. Yasouj, I.R. of Iran
2-Assistant Prof. Dept. of Forestry, Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Yasouj University. Yasouj, I.R. of Iran. * (*Corresponding Author)*
3- Associate Prof. Dept. of forestry, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam alanbia University of technology, Behbahan, I.R. of Iran.
4- Associate Prof. Dept. of Forestry, Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Yasouj University. Yasouj, I.R. of Iran.

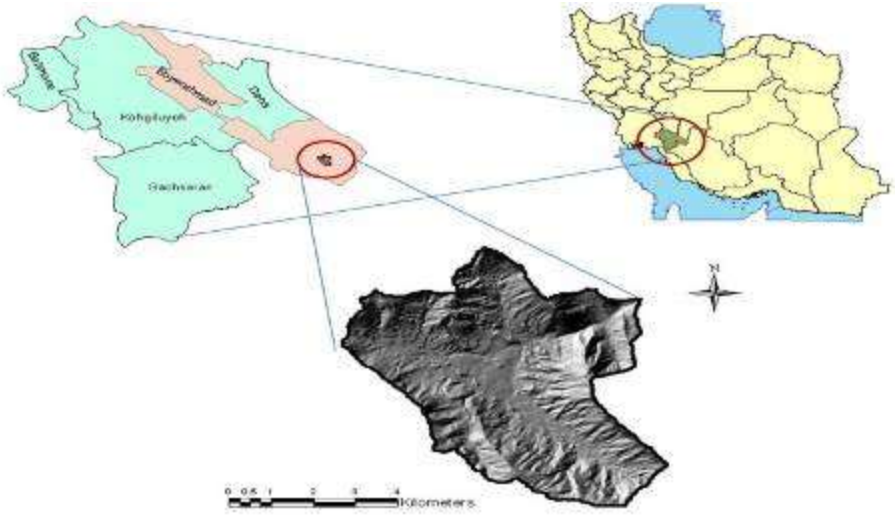
مقدمه

با افزایش روز افزون جمعیت دنیا، پیشرفت علم و توسعه تکنولوژی، تأثیر تخریب انسان روی طبیعت بیشتر شده و سیمای طبیعت روز به روز حالت طبیعی و اولیه خود را از دست می‌دهد. در سال‌های اخیر دو موضوع تنوع گونه‌ای و تغییرات آب و هوا به عنوان مسائل اصلی محیط زیست بشر مطرح شده‌اند. تنوع گونه‌ای به عنوان گنجینه زیستی یا بانکی از داده‌های زیست‌شناختی در نظر گرفته می‌شود و شکل‌های متفاوتی از زندگی و فرم‌های رویشی در سطح کره زمین را نشان می‌دهد (۱). تغییر در غنا و تنوع گونه‌ای از مشخصه‌های اکوسیستم‌های دستکاری شده است. هرچه تنوع گونه‌ای یک اکوسیستم بیشتر باشد زنجیره غذایی پیچیده‌تر می شود (۲). ولی متأسفانه امروزه تخریب پوشش گیاهی و از بین رفتن بوم‌سازگان‌ها باعث کاهش تنوع گونه‌ای گردیده است. جنگل‌های زاگرس که در صد و سیعی از جنگل‌های کشور را به خود اختصاص می‌دهند، در برگیرنده تعداد زیادی از گونه‌های جانوری و گیاهی می‌باشد که به دلایل مختلفی از جمله قطع درختان توسط روستاییان و عشایر (برای تأمین چوب سوخت و ساختمان)، چرای بیش از حد دام، کشاورزی در زیراشکوب جنگل، جمع‌آوری بذر درختان و غیره به شدت در حال تخریب هستند. با توجه به اینکه بسیاری از گونه‌های جنگلی زاگرس نایاب و تعدادی زیادی از آنها در خطر نابودی قرار دارند مطالعه و شناخت کافی و همه جانبه از وضعیت جنگل و پتانسیل بالقوه و بالفعل آن به منظور برنامه‌ریزی بهتر، ضروری به نظر می‌رسد. عوامل مؤثر بر پراکنش، رشد و استقرار گونه‌های گیاهی در یک اکوسیستم طبیعی، شامل پستی و بلندی، اقلیم، نوع خاک و عوامل مدیریتی می‌باشند (۳). یکی از عوامل مهم و مؤثر بر تنوع گونه گیاهی، خصوصیات خاک می‌باشد. خاک تابعی از اقلیم، ارگانیسم‌ها، توپوگرافی، مواد مادری، پوشش گیاهی و زمان است. فاکتورهای فیزیکی چون رطوبت و بافت خاک فاکتورهای شیمیایی شامل pH، کلسیم تبادلی و کربن آلی ترکیب گونه های گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۴). محققین دیگری تنوع گونه‌ای را با در نظر گرفتن توپوگرافی و یا یکی از عوامل مختلف آن به صورت مجزا، مانند ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت مورد برر سی قرار داده‌اند. عوامل توپوگرافی به طور معنی‌داری روی رشد و عملکرد گیاهان تأثیر گذار هستند، به ویژه وقتی که مطالعه در مقیاس کوچکتری انجام گیرد (۵). ارتفاع از سطح دریا یکی از عوامل تأثیرگذار و محدود کننده رویش و پراکنش گونه‌های گیاهی است. محققان زیادی در سراسر جهان در بررسی خود ارتفاع از سطح دریا را در پراکنش، تنوع و غنای پوشش گیاهی مهم دانسته‌اند (۶ و ۷). جهت و شیب نیز عوامل مهمی هستند که می‌تواند در پراکنش، تنوع و غنای گونه‌های گیاهی مؤثر باشند (۸ و ۹). حمید و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیق خود وجود اختلاف معنی‌دار در خصوصیات خاکی را در طول گرادیان ارتفاعی و جهات مختلف جغرافیایی گزارش کردند. همچنین در این تحقیق مشخص گردید که علاوه بر عامل ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی نیز نقش مهمی را در پویایی جوامع گیاهی در مناطق کوهستانی ایفا می‌کند (۱۰). در ایران در زمینه تنوع گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل محیطی در مناطق مختلف رویشی مطالعاتی انجام شده است. مهدوی و همکاران (۲۰۱۰) طی تحقیقی در منطقه کبیر کوه واقع در استان ایلام گزارش کردند که در دامنه‌های شمالی تنوع گونه‌های علفی با ارتفاع همبستگی منفی و تنوع گونه‌های چوبی با ارتفاع همبستگی مثبت داشت (۱۱). زمانی و ذوالفقاری (۲۰۱۳) نیز در تحقیق خود در منطقه حفاظت شده دنای غربی گزارش کردند که مقدار شاخص تنوع شانون گیاهان علفی در شیبهای بالا (۲۰-۴۰ و ۶۰-۴۰در صد) بیشترین و در شیب پایین (۰-۲۰ درصد) کمترین مقدار بود، در حالی که بیشترین غنای گونه‌های علفی در شیب‌های ملایم (۲۰-۴۰ درصد) بدست آمد (۱۲). محمد زاده و همکاران (۲۰۱۵) طی تحقیقی در جنگل‌های ارسباران گزارش کردند که شیب دامنه روی شاخص یکنواختی گونه‌های گیاهی تأثیر معنی‌داری نداشته اما تأثیر آن روی شاخص غنا و ناهمگنی معنی‌دار است (۱۳). در تحقیقی دیگر در همین منطقه گزارش شد که بالاترین مقادیر شاخص‌های غنا، یکنواختی و ناهمگنی در طبقه ارتفاعی بالا و کمترین مقادیر آنها در طبقه ارتفاعی پایین مشاهده شد (۱۴). اما چنین مطالعاتی به ویژه برای

جنگل های زاگرس موردی و محدود بوده و باید تحقیقات بیشتری در این زمینه صورت گیرد تا بدین ترتیب بتوان با شیوه مناسب و اصولی برای حفاظت از این بوم‌سازگان‌های طبیعی کشور که اغلب تخریب یافته هستند، اقدام نمود. نظر به اهمیت و جایگاه جنگل‌های زاگرس از نظر مسائل اقتصادی-اجتماعی، تنوع گونه های گیاهی و جانوری، مراتع زیراشکوب و ذخایر ژنتیکی نیاز به شناخت بهتر روابط بین رستنی‌ها و شرایط رویشگاهی این بوم سازگان‌ها و تنوع گونه‌ای در آنها می‌باشد. با توجه به مطالعات محدود انجام شده در این زمینه در جنگل‌های زاگرس هدف از انجام این تحقیق بررسی شاخص‌های تنوع زیستی، غنا و یکنواختی گونه‌های گیاهی و تأثیر عوامل محیطی ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی، شیب و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر هر یک از این شاخص‌ها در منطقه مورد مطالعه می‌باشد تا بدین وسیله بتوان با دید بهتری نسبت به حفظ تنوع زیستی آن و مدیریت این بوم‌سازگان‌ها اقدام نمود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: این تحقیق در منطقه وزگ با وسعت ۳۰۸ هکتار، در ۱۵ کیلومتری جنوب شرقی یاسوج در استان کهگیلویه و بویر احمد و در محدوده ۵۱ درجه، ۳۹دقیقه و ۵۵ ثانیه تا ۵۱ درجه، ۴۱ دقیقه و ۱۰ ثانیه طول شرقی و ۳۰ درجه، ۳۰ دقیقه و ۳۵ ثانیه تا ۳۰ درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی انجام شد (شکل ۱). حداقل ارتفاع منطقه از سطح دریا ۲۱۰۰ و حداکثر ۲۵۵۰ متر می‌باشد. در بررسی وضعیت آب و هوایی منطقه بر اساس اطلاعات ۲۰ ساله (۱۳۸۵-۱۳۶۵) ایستگاه هواشناسی یاسوج (نزدیکترین ایستگاه هواشناسی به منطقه مورد مطالعه) متوسط بارندگی سالیانه ۸۹۵/۷ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه، متوسط حداقل و حداکثر دما به ترتیب ۱۴/۴، ۶/۳ و ۲۲/۶ درجه سانتی گراد گزارش گردید. محدوده مورد مطالعه از نظر ژئومورفولوژی در کمربند چین خورده زاگرس واقع و سازندهای تشکیل دهنده آن را سازندهای سروک و ایلام تشکیل می‌دهند. بافت خاک در تیپ‌های مختلف متفاوت می‌باشد، اما به‌طور کلی در تیپ اراضی کوه‌ها و تپه‌ها عمدتاً با سنگ و سنگریزه همراه بوده و بافت آن در کلاس‌های لومی، سیلتی-لوم و لومی-رسی قرار دارد. با توجه به آمار و اطلاعات موجود جنگل‌های استان کهگیلویه و بویر احمد حدود ۹۰۰۰۰۰ هکتار وسعت داشته که ۸۰ درصد آن را گونه بلوط ایرانی تشکیل می‌دهد. از مهمترین گونه‌های درختی و درختچه‌ای همراه بلوط ایرانی در جنگلهای استان می‌توان به گونه‌های زبان‌گنجشک، بنه، گلابی وحشی، گیلاس وحشی، زالزالک، کیکم، شن، ارژن، شیرخشت و دافنه اشاره کرد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و در استان کهگیلویه و بویر احمد

Figure 1. The location of the study area in Iran and in the province of Kohgiloye and Boyer Ahmad

روش پژوهش: در این روش ابتدا با استفاده از نقشه توپوگرافی و با مراجعه به منطقه حدود آن روی نقشه مشخص گردید. درمرحله بعد با استفاده از روش پلات‌های آشیانه‌ای حداقل سطح قطعه نمونه ۴۵۰ متر مربع (۳۰×۱۵ متر) محاسبه گردید (۱۵). پس از پیاده کردن اولین قطعه نمونه به صورت تصادفی، قطعات نمونه بعدی به طور سیستماتیک در یک شبکه آماربرداری (۳۰۰×۱۵۰ متر) مشخص شدند و در مجموع تعداد ۶۱ قطعه نمونه در منطقه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. در داخل هر قطعه نمونه، نوع گونه‌های چوبی و درصد پوشش آنها با اندازه‌گیری دو قطر عمود بر هم تاج محاسبه شد. همچنین در داخل هر پلات ارتفاع از سطح دریا به متر به وسیله آلتیمتر، شیب به وسیله شیب سنج سونتو و جهت شیب با استفاده از قطب‌نما اندازه‌گیری شد. جهت برداشت پوشش علفی در داخل هر پلات پنج میکرو پلات در مرکز و چهار گوشه پلات به ابعاد ۲× ۰/۵ متر (یک متر مربع) (۱۶) که مساحت آنها نیز با استفاده از روش حداقل سطح مشخص شده بود برداشت شد (۱۷) و نوع گونه و درصد پوشش آن تخمین زده شد. در مجموع ۳۰۵ میکروپلات مستطیل شکل در منطقه مورد مطالعه برداشت گردید. در ضمن گونه‌های گیاهی موجود با استفاده از منابع معتبر و در دسترس مانند فلور رنگی ایران (۱۸) و مجموعه فلورهای فارسی ایران (۱۹) و با تائید کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد و دانشگاه یاسوج مورد شناسایی قرار گرفت. برای نمونه‌برداری از خاک، در مرکز هر پلات اصلی با فاصله معینی از هم (۲ متر) ۳ نمونه از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر تهیه و یک نمونه ترکیبی برای هر قطعه نمونه به آزمایشگاه منتقل گردید (۲۰). پس از آن نمونه‌های خاک خشک گردیدند و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. برای تعیین برخی خصوصیات شیمیایی نظیر pH با نسبت ۱ به ۲/۵ و با استفاده از دستگاه pH متر، قابلیت هدایت الکتریکی (EC) با نسبت ۱ به ۵ و با کاربرد هدایت سنج الکتریکی (dSm-1)، میزان مواد آلی با کاربرد روش اکسایش با کرومیک اسید (۲۱)، کربنات کلسیم معادل یا آهک با کاربرد روش خنثی کردن با اسید کلریدریک، نیتروژن کل با روش کجلدال (۲۲) و فسفر خاک (mg/kg) با روش اولسن[1] و همکاران (۱۹۵۴) مورد آزمایش قرار گرفت (۲۳). پتاسیم قابل استفاده (mg/kg) با عصاره گیری به وسیله آمونیم استات یک نرمال و سدیم قابل استفاده (mg/kg) به وسیله عصاره اشباع انجام شد و سپس قرائت به روش شعله سنجی صورت گرفت. تعیین بافت خاک و تعیین درصد رس، لای و ماسه به روش هیدرومتری انجام گرفت (۲۴).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: به منظور بررسی تنوع گونه‌ای گیاهان در منطقه مورد مطالعه، از متداول‌ترین شاخص‌های تنوع گونه‌ای (۲۵) تنوع شانون-وینر، تنوع سیمپسون، شاخص‌های غنای مارگالف و منهینیک و یکنواختی پایلو استفاده شد (جدول ۱). ارتفاع از سطح دریا به سه طبقه ارتفاعی (۲۲۵۰-۲۱۰۰، ۲۲۵۱-۲۴۰۰، ۲۵۵۰-۲۴۰۱)، شیب در سه طبقه (۳۰-۱۰، ۵۰-۳۱، ۷۰-۵۱) و جهت‌های دامنه به صورت شمالی، شمال غربی، شمال شرقی و جنوب غربی تعیین شد. نرمال بودن متغیرهای وابسته که شامل شاخص‌های تنوع، غنای گونه‌ای و یکنواختی می‌باشند در هر یک از طبقه‌های ارتفاع، شیب و جهت با استفاده از آزمون کولموگروف – اسمیرنوف[2] و همگن بودن واریانس‌ها توسط آزمون لون[3] بررسی شد. با توجه به نرمال بودن داده‌ها از واریانس یک طرفه برای بررسی اختلاف‌های کلی در طبقات مختلف استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن استفاده شد. همچنین به منظور بررسی همبستگی خصوصیات فیزیوگرافی رویشگاه (ارتفاع از سطح دریا، جهت دامنه و شیب) و عوامل خاکی با شاخص‌های تنوع گونه‌ای، با توجه به نرمال بودن داده‌ها از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزارهای Excel و SPSS Ver.19 انجام گرفت. شکل زیستی گیاهان بر اساس تقسیم‌بندی رانکایر[4] تعیین گردید (۲۶). در این رده‌بندی، گیاهان بر اساس موقعیت جوانه‌های تجدیدکننده حیات که شاخه‌ها و برگ‌های جدید پس

1- Olsen
2- Kolmogorov-Smirnov test
3- Levene test
4- Runkiaer

از فصل نامساعد از آن منشأ می‌گیرند، به فانروفیت‌ها، کاموفیت‌ها، همی‌کریپتوفیت‌ها، کریپتوفیت‌ها و تروفیت‌ها تقسیم‌بندی می‌شوند.

نتایج

در این بررسی، ۱۲۲ گونه گیاهی شامل ۱۱ گونه چوبی و ۱۱۱ گونه علفی متعلق به ۱۰۲ جنس و ۳۲ خانواده شناسایی شد. خانواده Compositae و جنس Astragalus بیشترین گونه‌ها را شامل می‌شود. نتایج طبقه‌بندی فرم‌های رویشی بر مبنای طبقه‌بندی زیستی رانکایر نشان داد که تروفیتها (۴۶٪)، همی‌کریپتوفیتها (۳۲٪)، ژئوفیتها (۹,۸٪)، فانروفیتها (۹٪) و کامه‌فیتها (۳,۲۷٪) از گونه‌های منطقه را به خود اختصاص می‌دهند. میانگین، حداقل و حداکثر تنوع، غنا و یکنواختی شاخص‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه در جدول ۲ درج شده است.

جدول ۱- شاخص‌های غنا، یکنواختی و تنوع گونه‌ای

Table 1. Indices of species richness, evenness and diversity

شاخص ها	فرمول
شاخص غنای مارگالف	$R_1 = \frac{S-1}{LnN}$
شاخص غنای منهینیک	$R_2 = \frac{S}{\sqrt{N}}$
شاخص یکنواختی پیلو	$J' = \left[-\sum p_i \ln(p_i)\right] / \ln(S)\ p_i = \frac{n_i}{N}$
شاخص تنوع شانون- وینر	$H' = -\sum_i p_i \ln(p_i)$
شاخص تنوع سیمپسون	$\lambda = 1 - \sum_i p_i^2$
S= تعداد گونه‌ها P_i = نسبت درصد تاج پوشش گونه i ام (n_i) به مجموع درصد تاج پوشش گونه‌ها (N) N= تعداد افراد	

جدول ۲- حداکثر، حداقل و میانگین شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی در منطقه مورد مطالعه

Table 2. Maximum, minimum and average indices of diversity, richness and evenness in the study area

شاخص	حداکثر	حداقل	میانگین (± انحراف معیار)
تنوع‌شانون-وینر	۳/۳۹	۱/۹۵	۲/۰±۶۶/۰۴۸
تنوع سیمپسون	۰/۲۲	۰/۰۳۷	۰/۰±۱۱/۰۴
غنای مارگالف	۹/۵۶	۴/۰۴	۶/۱±۵۳/۲۷
غنای منهینیک	۳/۷۳	۱/۲	۲/۰±۴۴/۵۴
یکنواختی پایلو	۰/۹۷	۰/۵۶	۰/۰±۷۶/۰۸

آنالیز واریانس و مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای

نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که ارتفاع از سطح دریا بر شاخص تنوع سیمپسون و شاخص یکنواختی اثر معنی‌داری دارد ($P<۰/۰۵$). در حالی که ارتفاع از سطح دریا بر دیگر شاخص‌ها اثر معنی‌داری نداشت. نتایج همچنین نشان داد که جهت بر شاخص‌های غنای مارگالف و غنای منهینیک اثر معنی-

داری داشته در حالی که بر شاخص تنوع و یکنواختی اثر معنی-داری نداشت. اثر شیب نیز بر شاخص‌های تنوع سیمپسون و بررسی شاخص‌های تنوع در طبقات مختلف ارتفاع از سطح دریا: نتایج مقایسات چند دامنه دانکن نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا شاخص تنوع سیمپسون افزایش می‌یابد، به طوری که در طبقه ارتفاعی بالا (۲۵۵۰-۲۴۰۱) بیشترین مقدار و در طبقه ارتفاعی پایین (۲۲۵۰- ۲۱۰۰) کمترین مقدار را دارد. در صورتی که میزان شاخص تنوع شانون-وینر، غنای مارگالف و منهینیک بین طبقات ارتفاعی مختلف تفاوت معنی‌داری آماری را نشان ندادند. همچنین میزان شاخص یکنواختی در ارتفاعات مختلف دارای تفاوت معنی‌دار آماری بود، به‌طوری‌که با افزایش ارتفاع از سطح دریا شاخص یکنواختی نیز افزایش نشان داد (جدول ۳).

بررسی شاخص‌های تنوع در طبقات مختلف جهت دامنه: بررسی شاخص‌های تنوع شانون-وینر، سیمپسون و شاخص یکنواختی پیلو در جهات مختلف جغرافیایی نشـــان داد که از لحاظ این شانون- وینر و شاخص یکنواختی معنی‌دار بوده و بر دیگر شاخص‌ها اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

شاخص‌ها بین جهات مختلف جغرافیایی اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد؛ اما نتایج نشان داد از لحاظ میزان شاخص‌های غنای مارگالف و منهینیک بین جهات مختلف جغرافیایی اختلاف معنی‌داری وجود دارد، طوری که میزان این شـــاخص ها در دامنه‌ی شمال شرقی بیشترین مقدار و در دامنه‌ی جنوب‌غربی کمترین مقدار را دارد (جدول ۳).

بررسی شاخص‌های تنوع در طبقات مختلف شیب: نتایج نشان داد که میزان شـاخص‌های تنوع شـانون وینر و سـیمپسـون در طبقه شـیب (۳۰-۱۰٪) کمترین و در طبقات شـیب (۵۰-۳۱ و ۷۰-۵۱ درصـد) بیشـترین مقدار را دارد. از لحاظ شـاخص‌های غنای مارگالف و منهینیک بین طبقات مختلف شـــیب اختلاف معنی‌دار آماری مشـــاهده نشـــد. شـــاخص یکنواختی نیز در شیب‌های بالا بیشترین مقدار را داشت (جدول ۳).

جدول ۳- آنالیز واریانس و مقایسه میانگین (±اشتباه معیار) شاخص‌های تنوع گونه‌ای در طبقات مختلف ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی و شیب

Table 3. Analysis of variance and average comparison (± standard error) of biodiversity indices in different classes of altitude, geographical direction and slope

کلاسه‌های مختلف		شاخص تنوع		شاخص غنا		شاخص یکنواختی
		شانون وینر	سیمپسون	مارگالف	منهنیک	پیلو
ارتفاع از سطح دریا (متر)	(۱۹)۲۲۵۰-۲۱۰۰	۲/۰±۶۵/۰۸a	۰/۰±۰۸/۰۰۹ b	۶/۶۴ ±۰/۲۶a	۲/۴۷ ±۰/۱a	۰/۷۳ ±۰/۰۱۷ b
	(۱۷)۲۴۰۰-۲۲۵۱	۲/۰±۷۶/۰۷a	۰/۰±۱/۰۰۶ab	۶/۵۱ ± ۰/۲۳a	۲/۰±۴۱/۱a	۰/۷۷ ± ۰/۰۲ab
	(۱۵)۲۵۵۰-۲۴۰۱	۲/۰±۹۱/۰۹a	۰/۱۳ ±۰/۰۹ a	۶/۳۸ ± ۰/۴۵a	۲/۴۷ ±۰/۱۶a	۰/۸۲ ±۰/۰۱ a
	مقدار F محاسباتی	۱/۶	۳/۲	۰/۱۴	۰/۰۹	۴/۳
	مقدار احتمال	۰/۷۶^{ns}	۰/۰۳۰*	۰/۲۱^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۰/۰۱۸*
جهت جغرافیایی	جنوب غربی (۲۵)	۲/۶ ±۰/۰۶a	۰/۱۲ ± ۰/۰۰۷ a	۶/۰۳ ±۰/۲۳ b	۲/۲ ±۰/۰۸ b	۰/۷۴ ±۰/۰۱ a
	شمال غربی (۱۳)	۲/۹ ±۰/۱۱a	۰/۰۹ ±۰/۰۱ a	۶/۷۴ ±۰/۳ab	۲/۶ ±۰/۱۸ ab	۰/۸ ±۰/۰۳ a
	شمالی (۱۱)	۲/۸ ±۱۵ a	۰/۱ ±۰/۰۲ a	۶/۸۵ ±۰/۴۴ab	۲/۶ ±۰/۱۸ ab	۰/۷۸ ± ۰/۰۳ a
	شمال شرقی (۱۲)	۲/۸۶ ±۰/۱ a	۰/۱ ±۰/۰۱ a	۷/۳۶ ±۰/۲۱ a	۲/۷۲ ±۰/۱۴ a	۰/۷۷ ± ۰/۰۲ a
	مقدار F محاسباتی	۲/۶	۲/۶۵	۴/۲	۳/۸	۱/۵
	مقدار احتمال	۰/۰۷۴^{ns}	۰/۰۸۶^{ns}	۰/۰۰۹**	۰/۰۱۴*	۰/۲^{ns}

شیب (٪)	۱۰-۳۰ (۲۰)	۲/۵۵ ±۰/۰۷ b	۰/۰۱۴ ±۰/۰۰۷b	۶/۳۷ ±۰/۲۵ a	۲/۲۷ ±۰/۰۸ a	۰/۷ ±۰/۰۱b
	۳۱-۵۰ (۲۵)	۲/۸ ±۰/۰۶ a	۰/۱ ± ۰/۰۰۶a	۶/۷۵ ±۰/۲۳ a	۲/۵۵ ± ۰/۱۱ a	۰/۸ ±۰/۰۱a
	۵۱-۷۰ (۱۵)	۲/۸ ±۰/۱۳ a	۰/۱۱ ± ۰/۰۱a	۶/۰۱ ±۰/۵۴a	۲/۴۸ ±۰/۲۳ a	۰/۸۳ ±۰/۰۳ a
	مقدار F محاسباتی	۵/۶	۸/۰۸	۳/۷	۳/۹	۹/۵
	مقدار احتمال	۰/۰۱۲*	۰/۰۰۱**	۰/۳۱ns	۰/۲ns	۰/۰۰۶**

(** معرف معنی‌دار بودن در سطح ۱ در صد، * معنی‌دار بودن در سطح ۵ در صد و علامت ns عدم معنی‌داری است. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشد. اعداد داخل پرانتز در کنار طبقات مختلف عوامل فیزیوگرافی نشان‌دهنده تعداد قطعات نمونه اندازه‌گیری شده در هر یک از این طبقات می‌باشد).

همبستگی بین شاخص‌های تنوع گونه‌ای با عوامل فیزیوگرافی و خاکی:

نتایج همبستگی نشان داد که بین فاکتورهای ارتفاع از سطح دریا و شیب با تنوع سیمپسون همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد. بین جهت جغرافیایی با غنای مارگالف و منهنیک همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد. شاخص یکنواختی پیلو نیز با ارتفاع از سطح دریا و شیب همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. از طرفی بین شاخص غنای منهنیک با نیتروژن کل و سیلت درشت همبستگی منفی و بین شاخص یکنواختی پیلو با نیتروژن کل و سیلت درشت همبستگی منفی و با نسبت C/N خاک همبستگی مثبت مشاهده شد (جدول ۴).

جدول۴- همبستگی بین شاخص‌های تنوع زیستی با عوامل محیطی

Table 4. Correlation between biodiversity indices and environmental factors

عوامل محیطی	میانگین± انحراف معیار عوامل محیطی	تنوع		غنا		یکنواختی
		شانون وینر	سیمپسون	مارگالف	منهینیک	پایلو
آهک	۵۷/۲۳±۵/۹	-۰/۰۷ns	۰/۰۲ ns	-۰/۰۰۴ ns	-۰/۱ ns	-۰/۰۸ ns
ماده آلی	۵/۲±۰۷/۱	۰/۱ ns	۰/۱۶ ns	-۰/۰۰۶ns	۰/۰۹ ns	۰/۱۷ ns
فسفر	۱۱/۸±۲۲/۰۷	۰/۱ ns	۰/۰۳ ns	-۰/۰۲ ns	۰/۶ ns	۰/۶ ns
پتاسیم	۴۷/۵۹±۶/۶	۰/۰۵ ns	۰/۱۵ ns	۰/۱۴ ns	۰/۱ ns	۰/۱ ns
هدایت الکتریکی	۱۳۷/۲۵±۲/۶	۰/۱۵ ns	-۰/۰۳ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۱ ns	-۰/۰۶ ns
سدیم تبادلی	۱۱۳/۲۵±۶/۲	-۰/۰۱ ns	-۰/۰۵ ns	۰/۱ ns	۰/۰۹ ns	-۰/۰۳ ns
ماسه	۲۱/۸±۸۳/۳۳	-۰/۰۴ns	۰/۲ ns	۰/۰۳ ns	-۰/۱۴ ns	۰/۲ ns
سیلت درشت	۳۰/۵±۰۹/۱	۰/۱ *	-۰/۰۸ ns	۰/۰۳ ns	-۰/۰۸ns	۰/۰۹ns
رس	۴۱/۶±۰۹/۲	۰/۰۵ ns	-۰/۱ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۱ ns	-۰/۱ ns
سیلت ریز	۶/۳±۹۸/۱۲	۰/۰۵ ns	-۰/۲ ns	-۰/۱۶ ns	-۰/۲۶ *	-۰/۲ *
اسیدیته	۷/۰±۷۴/۳۳	-۰/۲۶ns	-۰/۰۸ ns	۰/۰۳ ns	۰/۱ ns	-۰/۱۴ns
نیتروژن کل	۹/۴±۷۷/۳۷	-۰/۳۹*	-۰/۲۳ ns	-۰/۲۶ ns	-۰/۱۶*	-۰/۲۹*

نسبت C/N	۲/۱±۸/۱	۰/۱۸ ns	۰/۲۵ ns	۰/۰۳ ns	۰/۱ ns	۰/۲۶*
ارتفاع از سطح دریا	۲۳۱۸/۱۰۰±۴/۵	۰/۲۴ns	۰/۳۱*	۰/۰۵ns	-۰/۰۱ns	۰/۳۲*
جهت جغرافیایی	۱۸۳/۱۱۷±۶/۸	۰/۳۱ ns	۰/۲۶ns	۰/۳۹ **	۰/۴ *	۰/۲ ns
درصد شیب	۰/۰±۳۷/۱۳	۰/۳۷ **	۰/۴۷**	۰/۰۳ns	۰/۱۹ ns	۰/۴۹ **

** معرف معنی‌دار بودن در سطح ۱ درصد، * معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد و علامت ns عدم معنی‌داری است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که ارتفاع از سطح دریا بر شاخص‌های تنوع و یکنواختی تأثیر معنی‌داری دارد. به طوری که با افزایش ارتفاع از سطح دریا شاخص تنوع سیمپسون و شاخص یکنواختی پیلو افزایش نشان دادند. با افزایش ارتفاع از سطح دریا، درجه حرارت کاهش یافته که این عامل می‌تواند روی کاهش پوشش درختی و افزایش پوشش علفی به دلیل رسیدن نور بیشتری به کف جنگل تأثیر گذاشته و در نهایت موجب افزایش تنوع سیمپسون شود. وانی[1] و همکاران (۲۰۲۳) و راوات و نیگی[2] (۲۰۲۱) نیز در تحقیقات خود فاکتور ارتفاع از سطح دریا را بعنوان مهمترین فاکتور محیطی مؤثر در الگوی پراکنش گیاهان و تغییرات ترکیب و تنوع گونه‌ای یک منطقه معرفی کردند (۲۷ و ۲۸). در تحقیق محمدزاده و همکاران (۲۰۱۵) در منطقه ارسباران نیز نتیجه‌گیری شد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا مقدار شاخصهای ناهمگنی (سیمپسون و شانون وینر) و شاخص یکنواختی افزایش می‌یابد که دلیل این امر را وجود شرایط سخت محیطی (نزدیکی به جاده و فشار چرای دام) در ارتفاعات پایین گزارش نمودند (۱۴). اما طبق نتایج این تحقیق اثر ارتفاع از سطح دریا بر غنای گونه‌ای معنی‌دار نبود. مشابه با نتایج این تحقیق اسماعیل‌زاده و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود در ذخیره‌گاه جنگلی سرخدار افرا تخته گزارش کردند که عامل ارتفاع از سطح دریا تأثیری روی غنای گونه‌ای ندارد که دلیل این امر را محدود بودن دامنه ارتفاعی منطقه اعلام کردند (۲۹). سهرابی و اکبری‌نیا (۲۰۰۵) نیز این موضوع را در مطالعه خود گزارش نمودند (۳۰). نتایج نشان داد که جهت دامنه تأثیر معنی‌داری بر غنای گونه‌ای دارد، به طوری که دامنه شمال‌شرقی بیشترین غنا و دامنه جنوب غربی کمترین مقدار را دارد. به عقیده برخی از محققین (۳۱ و ۳۲) شیب‌های شمالی به دلیل کم‌تر قرار گرفتن در معرض نور آفتاب هوای معتدل‌تری نسبت به شیب‌های جنوبی دارند و در نتیجه خاک آنها دارای رطوبت بیشتری است که شرایط مناسب‌تری را برای حضور گونه‌های گیاهی به ویژه در مناطق خشک مانند زاگرس به وجود می‌آورد. هاشمی[3] (۲۰۱۰) نیز به تأثیر جهت بر تنوع گونه‌های گیاهی تأکید دارد و نتیجه‌گیری کرد که دامنه‌های شمالی دارای تنوع بیشتری نسبت به دیگر دامنه‌ها می‌باشد (۸). همچنین مطالعه انجام شده توسط وانی همکاران (۲۰۲۳) نیز نشان داد که جهت جغرافیایی و تفاوت‌های رویشگاهی دارای تأثیر معنی‌دار روی غنای گونه‌ای گیاهی می‌باشد. در این مطالعه همچنین مشخص شد که اثر شیب بر شاخص‌های تنوع معنی‌دار بود به طوری که شاخص‌های تنوع شانون-وینر و سیمپسون و شاخص یکنواختی پیلو با افزایش شیب افزایش یافتند. به دلیل اینکه معمولاً در شیب‌های بالا فشار چرای دام کمتر می‌باشد بنابراین مقدار تنوع گونه‌ای گیاهی در آنها بالاتر است (۲۷). همچنین مشابه با نتایج این تحقیق زمانی و ذوالفقاری (۲۰۱۳) نیز در تحقیق خود در منطقه حفاظت شده دنای غربی در زاگرس گزارش کردند که با افزایش شیب مقدار شاخص تنوع شانون گیاهان علفی افزایش می‌یابد (۱۲). رضوی و همکاران (۲۰۰۹)، نیز در بررسی تنوع گونه‌ای در جنگل تحقیقاتی واز در شمال ایران گزارش کردند که با افزایش درصد شیب، تنوع و یکنواختی افزایش یافت که علت این امر را تخریب بیش از حد توده‌های جنگلی در

1- Wani
2- Rawat and Negi
3- Hashemi

شیب‌های پایین و حذف این عوامل مخرب در شیب‌های بالاتر ذکر کرده‌اند (۳۳). سهرابی و اکبری‌نیا (۲۰۰۵) نیز در تحقیق خود به تأثیر شیب بر تنوع تأکید داشتند (۳۰). با توجه به اینکه حداکثر مقدار تنوع شانون-وینر و سیمپسون به ترتیب ۳/۵ و ۰/۹۵ و همچنین محدوده این شاخص‌ها می‌توان این‌طور بیان کرد که منطقه از تنوع بالایی برخوردار ا ست. آلیگن[4] و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی تنوع زیستی جنگل‌های طبیعی در منطقه زیگی در شمال غربی اتیوپی، مقدار شاخص شانون-وینر را ۳/۷۲ محاسبه کردند و بیان کردند که منطقه مورد مطالعه در مقایسه با دیگر مناطق جنگلی واقع در اتیوپی از تنوع بالایی برخوردار است (۳۴). همچنین نتایج همبستگی شاخص‌های تنوع گونه‌ای با عوامل خاکی نشان داد که تنوع شانون-وینر و یکنواختی با سیلت خاک همبستگی مثبت دارد؛ یعنی با افزایش سیلت خاک، تنوع و یکنواختی افزایش می‌یابد. خصوصیت فیزیکی خاک نقش مهمی از دید اکولوژیک دارد. هر خصوصیت بیولوژیکی و شیمیایی از خصوصیت فیزیکی تأثیر می‌پذیرد. سیلت خاک باعث حضور بیشتر گونه‌ها می‌شود به این خاطر که سیلت سبب ذخیره بیشتر آب در محدوده پراکنش گیاهان می‌شود. به‌طور کلی تأثیر بافت خاک بر روی گیاهان به دلیل تأثیر بر روی رطو بت خاک است (۳۵). طی تحقیقی در جنگل‌های منطقه کبیرکوه استان ایلام گزارش شد که در دامنه جنوبی تنوع گونه‌های علفی با مقدار رس و شن همبستگی منفی و با سیلت و آهک همبستگی مثبت دارد، همچنین در همین منطقه، شاخص غنای منهینیک و تنوع شانون-وینر با ازت خاک همبستگی منفی دارد (۱۱). این بدین معناست که در مکان‌هایی که میزان ازت بالا ست، غنا و تنوع گونه‌ای کاهش می‌یابد. در تحقیقی مشابه نتیجه‌گیری شد که شاخص غنا و تنوع گونه‌ای با میزان ازت خاک همبستگی منفی دارد و علت آن را در این دانستند که در خاک‌های حاوی نیتروژن رقابت بر سر مواد غذایی کم بوده و گیاهان بیشتر در کسب نور رقابت می‌کنند در نتیجه گیاهانی که توان رقابت ندارند از بین رفته و غنا و تنوع کاهش می یابد (۳۶). همچنین در بررسی غنای گونه‌ای و ویژگی‌های خاک در جنگل‌های *Pinus ponderosa* گزارش گردید که ازت کل، میزان سیلت خاک و پوشش علفی با غنای گونه‌ای ارتباط دارد (۳۷).

بطور کلی از این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در این منطقه، عوامل فیزیوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی و شیب) همراه با عوامل خاکی دارای تأثیرات گوناگونی روی شاخص‌های تنوع زیستی (غنا، یکنواختی و تنوع گونه‌ای) هستند. بطور کلی شرایط توپوگرافی رویشگاه با تأثیر عمده روی میزان بارش، دما و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، همواره نقش اساسی و تعیین کننده‌ای بر الگوی تغییرات تنوع زیستی گیاهی ایفا می‌کنند. آنچه مسلم است به لحاظ پیچیدگی و تنوع خصوصیات اکولوژیک در هر منطقه نمی‌توان نتایج بدست آمده در هر مطالعه را به تمام مطالعات دیگر مرتبط دانست. بنابراین این پژوهش فقط مدعی این است که در منطقه مورد مطالعه تغییرات تنوع زیستی در ارتباط با تغییرات عوامل فیزیوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی و شیب) و عوامل خاکی چگونه است. بدیهی است ضرورت انجام مطالعات متعدد در این زمینه در جنگل‌های زاگرس یکی از بهترین راهکارها برای نیل به مدیریت بهینه می‌باشد.

4- Alelign

References

1. Ejtehadi, H., Sepehri, A., Akkafi, H.R., 2009. Methods of measuring biodiversity. Ferdowsi university of Mashhad Publication. 228 p. (In Persian)
2. Farzi, H., Tamartash, R., Jafarian, Z., Tatian, M., 2020. Effects of biological treatments on plants functional and Species Diversity Indices (Case study: Arange Watershed, Alborz). Vol. 14. No. 1. Pp. 37-46. (In Persian)
3. Kiasi, Y., Foroozeh, M.R., Mirdeylami, S.Z., Niknahad, H., 2020. Environmental factors and the presence of medicinal species in Khosh Yeylagh

Rangelands in Golestan Province. Journal of Rangeland. Vol. 14. No. 3. Pp. 462-478. (In Persian)

4. Abd El-Ghani, M.M. Amer, W.M., 2003. Soil–vegetation relationships in a coastal desert plain of southern Sinai, Egypt Journal of Arid Environments, Vol. 55. Pp. 607-628.
5. Zhang, Q., Wang, J., Wang, Q. 2021. Effects of abiotic factors on plant diversity and species distribution of alpine meadow plants. Ecological Informatics. Vol. 61. Pp. 101-210.
6. Fisher, M.A., Fuel, P.Z.,2004. Changes in forest vegetation and arbuscular mycorrhizae along a steep elevation gradient in Arizona. Forest Ecology and Management, Vol. 200. No.1-3. 293-311.
7. Rana, D., Kapoor, K. S., Samant, S. S., Bhatt, A., 2020. Plant species conservation priority index for preparing management strategies: A case study from western Himalayas of India. Small Scale Forestry. Vol 19. Pp. 461–481.
8. Hashemi, A., 2010. Evaluating plant species diversity and physiographical factors in natural broad leaf Forest. Journal of Environmental Sciences, Vol. 6. No. 1. Pp. 20-25.
9. Mirzaei, J., Akbarinia, M., Hosseini, S.M., Sohrabi, H., Hosseinzade, J., 2007. Biodiversity of herbaceous species in related to physiographic factors in forest ecosystems in central Zagros. Iranian Journal of Biology. Vol. 20. No. 4. Pp. 375-382. (In Persian)
10. Hamid, M., Khuroo, A. A., Malik, A. H., Ahmad, R., Singh, C.P., 2020. Assessment of alpine summit flora in Kashmir Himalaya and its implications for long-term monitoring of climate change impacts. Journal of Mountain Science. Vol. 17. Pp. 1974–1988.
11. Mahdavi, A., Heydari, M., Eshaghi Rad, J., 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. Vol. 18. No.41. Pp. 426-43. (In Persian)
12. Zamani, S.M., Zolfaghari, R., 2013. Investigation of tree and grass biodiversity in the protected area of western Dena and its relationship with environmental factors. Environmental Science. Vol. 11. No. 1. Pp. 131-140 (In Persian).
13. Mohammadzadeh, A., Basiri, R., Torahi, A.A., Dadashian, R., Elahiyan, M., 2015. Evaluation of biodiversity of plant species in Arasbaran area using non-parametric measures with respect to topographic factor of slope: a case study of aquiferous land of Ilgina and Kaleibar rivers. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology). Vol. 27. No. 4. Pp. 728-741. (In Persian)
14. Mohammadzadeh, A., Basiri, R., Torahi, A., 2015. Evaluation of biodiversity of plant species in Arasbaran zone using noun parametric measures with Respect to Ecological Factor of Altitude. Iranian Journal of Biology. Vol. 27. No. 5. Pp. 949-963. (In Persian)
15. Krebs, C.J., 1999. Ecological methodology. Addison Wesley Longman, Inc. 620 pp.
16. Cain, S.A., 1938. The species-area curve. American Midland Natural. Vol. 19. Pp. 573-581.

17. Stohlgren, T., 2007. Measuring plant diversity. New York, Oxford University Press. 408 pp.
18. Ghahraman, A., 1975-2005. Flora of Iran. Research Institute of Forest and Rangelands Publications.
19. Asadi, M., Masumi, A., Khatamsaz, M., Mozafarian, V., 1991-2055. Flora of Iran. Research Institute of Forest and Rangelands Publications. No. 5,6,8,10,13,33,43.
20. Maranon, T., Ajbilou, R.F., Arroya, J., 1999. Biodiversity of woody species in oak woodland of southern Spain and northern Morocco. Forest Ecology and Management. Vol. 115. Pp. 147-156.
21. Jackson, M.L., 1975. Soil chemical analysis. Advanced course. University of Wisconsin College of Agriculture, Department of Soil Madison, WI.
22. Bremner, J.M., 1965. Total nitrogen. Agronomy. Vol. 9. Pp. 1149-1178.
23. Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA. Circ. 939. U.S.Gover.
24. Day, P.R., 1965. Particle fractionation and particle size analysis. pp. 545-565. In: Black CA (eds). Methods of soil analysis. Part1, Monograph. American Society Agronomy, Madison. WI.
25. Magurran, A.E., 2004. Measuring biological diversity. Blackwell publication. 256 pp.
26. Raunkiaer, C., 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford, 632 pp.
27. Wani, Z.A., Negi, V.S., Bhat, J.A., Satish, K.V., Kumar, A., Khan, S., Dhyani, R., Siddiqui, S., Al-Qthanin, R.N., Pant, S., 2023. Elevation, aspect, and habitat heterogeneity determine plant diversity and compositional patterns in the Kashmir Himalaya. Frontiers in Forests and Global Change. Vol. 6. Pp. 1-13.
28. Rawat, B., Negi, A.S., 2021. Plant diversity patterns along environmental gradients in Nanda Devi Biosphere Reserve, West Himalaya. Tropical Ecology. Vol. 62. Pp. 61–70.
29. Esmailzadeh, O., Hosseini, S.M., Asadi, H., Ghadiripour, P., Ahmadi, A., 2012. Plant biodiversity in relation to physiographical factors in Afratakhteh Yew (*Taxus baccata* L.) Habitat, NE Iran. Iranian Journal of Plant Biology. Vol. 4. No. 12. Pp. 1-12. (In Persian)
30. Sohrabi, H., Akbarinia, M., 2005. Plant species diversity in relation to physiographical factors at Dehsorkh woodland. Iranian Journal of Forest and Poplar Research. Vol. 13. No.3. Pp. 279-294. (In Persian)
31. Badano, E.I., Cavieres, L.A., Molinga-Montenegro, m.A., Quiroz, C.L., 2005. Slope aspect influences plant patterns in the Mediterranean mattoral of central Chile, Journal of Arid Environments. Vol. 62. Pp. 93-108.
32. Zhang, Q., Wang, J., Wang, Q. 2021. Effects of abiotic factors on plant diversity and species distribution of alpine meadow plants. Ecological Informatics. Vol. 61. Pp. 101-210.
33. Razavi, S.A., Rahmani, R., Satarian, A., 2009. The Investigation of Effective Factors on Biodiversity Using MLR (Case study; Vaz Research Forest). Journal of wood and forest science and technology. Vol. 16. No. 1. Pp. 33-50. (In Persian)
34. Alelign, A., Teketay, D., Yemshaw, Y., Edward, S., 2007. Diversity and status of regeneration of woody plants on the

peninsula of Zegie, northwestern Ethiopia. Tropical Ecology. Vol. 48. No. 1. Pp. 37-49.

35. Wilson, S.D., Tilman, D., 2002. Quadratic variation in old-field species richness along gradients of disturbance and nitrogen. Ecology. Vol. 83. Pp. 492-504.
36. Taleshi, H., Akbarinia, M., 2011. Biodiversity of woody and herbaceous vegetation Species in relation to environmental factors in lowland forests of eastern Nowshahr. Iranian Journal of Biology. Vol. 24. No. 5. Pp. 766-777. (In Persian)
37. Laughlin, D.C., Abella, S.R., Covington, W.W., Grace, J., 2007. Species richness and soil properties in *Pinus ponderosa* forests: A structural equation modeling analysis. Journal of Vegetation Science. Vol. 18. Pp. 231-242.