تاریخ چاپ: تابستان ۱۳۹۰

# بررسی تنوع زیستی گیاهی در ارتباط با متغیرهای ارتفاع و جهت شیب: بررسی موردی در ارتفاعات کلات گناباد، خراسان

پروین واثقی، حمید اجتهادی: دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم
حجت اله زاهدی‌پور: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

## چکیده

پهنهٔ رویشی بررسی شده در تحقیق حاضر ارتفاعات کلات–زیرجان گناباد، واقع در استان خراسان رضوی است. ارتفاع آن از ۱۱۰۰ تا ۲۸۳۰ متر از سطح دریا متغیر و میانگین بارندگی و درجه حرارت سالانهٔ آن به ترتیب ۱۴۳/۲ میلی‌متر و ۱۷/۲ سانتی‌گراد است. تعداد ۲۶۱ کوادرات ۱ متر مربعی به روش سیستماتیک – تصادفی در منطقه مستقر شد. در هر یک از کوادرات‌ها، فهرست گیاهان موجود به همراه درصد پوشش تاجی و فراوانی گونه ها ثبت شد. هدف از این پژوهش بررسی اثرات متغیرهای ارتفاع و جهت شیب روی تنوع گونه‌ای گیاهان بود. کل کوادرات‌ها به سه طبقهٔ ارتفاعی و چهار طبقه از نظر جهت شیب تقسیم‌بندی شدند. شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای و یکنواختی در هر طبقه محاسبه و نمودارهای درجه‌بندی تنوع و رتبه-فراوانی رسم شد. تمام شاخص‌ها و نمودارهای مربوط حاکی از بیش‌ترین میزان تنوع گونه‌ای، غنا و یکنواختی در طبقهٔ متوسط ارتفاعی و کم‌ترین میزان آن‌ها در طبقات ارتفاعی بالا (به دلیل تشعشعات فراوان UV) و پایین (به دلیل تخریبات انسانی) است. بالاترین میزان غنای گونه‌ای در شیب‌های رو به جنوب مشاهده می‌شود. اما از نظر تنوع گونه‌ای و یکنواختی، اختلاف معنی‌داری بین مقادیر شاخص‌ها در جهت شیب‌های مختلف وجود ندارد. بنا بر این در این ناحیه عامل ارتفاع نسبت به جهت شیب اثرگذاری بیش‌تری بر تنوع گونه‌ای داشته است. در مورد انطباق داده‌ها با مدل‌های توزیع وفور گونه، طبقهٔ پایینی ارتفاع با مدل لگ نرمال مطابقت کرد. اما دو طبقهٔ دیگر از هیچ مدلی پیروی نکردند.

## مقدمه

تنوع گونه‌ای یکی از پارامترهای اکولوژیک مهم برای مقایسه جوامع از جنبه‌های مختلف و بررسی اثر اختلالات محیطی است. تنوع جامعه شامل دو ویژگی اساسی غنا و یکنواختی است. قدیمی‌ترین و ساده‌ترین مفهوم تنوع گونه‌ای، غنای گونه‌ای است (تعداد گونه در جامعه). یکنواختی گونه‌ای به چه‌گونگی وفور گونه‌ای اشاره می‌کند. برای روشن شدن مفهوم یکنواختی، جامعه‌ای از ۱۰ گونه شامل ۱۰۰ فرد را در نظر می‌گیریم. جامعه‌ای که از هر گونه ۱۰ فرد دارد یکنواخت‌تر از جامعه‌ای است که ۹۱ فرد از یک گونه و از هر گونه دیگر یک فرد دارد.

**واژه‌های کلیدی:** تنوع گونه‌ای، طبقات ارتفاعی، جهت شیب، خراسان رضوی
دریافت ۸۷/۶/۱۰ پذیرش۸۹/۳/٤



[ Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-11-06 ]

شواهد موجود نشان می‌دهد که نظم طبیعی اکوسیستم‌ها بر اثر تداخل‌های متعدد به هم‌خورده و کاهش تنوع زیستی در برخی از این اکوسیستم‌ها منجر به کاهش ظرفیت‌های زیست محیطی شده است. از همین رو بررسی موضوع تنوع برای ارزیابی چه‌گونگی کارکرد اکوسیستم‌ها از اهمیت چشم‌گیری برخوردار است.

اجتهادی و همکاران (۱۳۸۰) تنوع گونه ای گیاهان موجود در دو رویشگاه متفاوت از نظر چرا (قرق و تحت چرا) را با استفاده از شاخص‌های عددی تنوع مقایسه کردند و نشان دادند که رویشگاه قرق در مقابل رویشگاه تحت چرا، نه تنها دارای غنای گونه‌ای بیش‌تری است، بلکه شاخص‌های یک‌نواختی و تنوع گونه‌ای آن نیز بیش‌تر است [۱]. کویین[۱] و رایکلفس[۲] (۲۰۰۰) پیشنهاد کردند که توپوگرافی پیچیدهٔ شرق آسیا که تولید گونه‌های جدید را سرعت می‌بخشد، عامل افزایش غنای گونه‌ای منطقه‌ای و محلی آن‌جا در مقایسه با جنوب شرقی امریکاست[۱٤]. کوهستانی (۱۳۷۷) در بررسی پوشش گیاهی مراتع کله‌بر اسدآباد همدان نتیجه گرفت که شیب، ارتفاع و فاصله از منبع آب بیش‌ترین تأثیر را بر پارامترهای پوشش گیاهی دارد و تعداد گونه‌های گیاهان یک‌ساله در ارتفاعات بالاتر با تحمل کم‌تری نسبت به سرما و یخبندان، کم‌تر است [٥]. چمنی (۱۳۷٤) تنوع و غنای گونه‌ای پارک ملی گلستان را در سه واحد دشت، تپه ماهور و کوهستان بررسی کرد و نشان داد که با افزایش ارتفاع، غنای گونه‌ای افزایش می‌یابد [٤].

تحقیق حاضر با هدف بررسی، محاسبه و مقایسهٔ شاخص‌های غنای گونه‌ای، یک‌نواختی و تنوع گونه‌ای، تنوع مبتنی بر پلات‌های رنک/آبوندانس[۳] و نیز روش‌های درجه‌بندی تنوع برای سه طبقه ارتفاعی و چهار جهت شیب در ارتفاعات کلات–زیرجان گناباد و به منظور تعیین نقش عامل ارتفاع و جهت شیب بر تنوع گونه‌ای گیاهان منطقه انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### منطقهٔ پژوهش

منطقهٔ پژوهش در فاصله ۳٥۰ کیلومتری جنوب مشهد در مسیر جادهٔ گناباد به فردوس (شکل ۱)، و بین محدودهٔ جغرافیایی ٥۸ درجه و ۲٥ دقیقه تا ٥۸ درجه و ۳٥ دقیقه طول‌شرقی و ۳٤ درجه و ٦ دقیقه تا ۳٤ درجه و ۱٦ دقیقه عرض شمالی واقع است. میانگین بارندگی سالانه ۱٤۳/۲ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه نیز ۱۷/۳درجهٔ سانتی‌گراد است. در تقسیمات زمین‌شناسی ایران منطقهٔ پژوهش بخشی از زون ایران مرکزی به شمار می‌رود. سنگ‌های کربناته سازند جمال یکی از قدیمی‌ترین تشکیلات زمین‌شناسی منطقه است و رسوبات آبرفتی کواترنری جدیدترین نهشته‌های زمین‌شناسی منطقه را تشکیل می‌دهد. بر اساس طبقه‌بندی انجام شده، خاک‌های منطقهٔ پژوهش در دو ردهٔ انتی‌سول[٤] و اریدی‌سول[٥] قرار دارند [۳]. ارتفاع از جمله عواملی است که بر روی اقلیم تأثیر می‌گذارد. اقلیم منطقه بر مبنای روش دومارتن خشک و بر اساس روش آمبرژه سرد و خشک

۱. Qian ۲. Ricklefs ۳. Rank/abundance ٤. Entiosls ٥. Aridisols

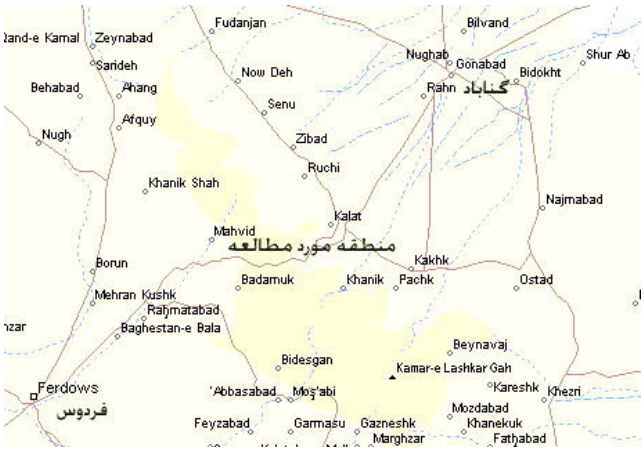


[ Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-11-06 ]

است. با توجه به منحنی آمبروترمیک مربوطه، در منطقه حدود ۸ ماه خشک وجود دارد که از اردیبهشت تا آذر ماه ادامه دارد [۲].




**شکل ۱. منطقهٔ پژوهش بر روی نقشه ایران (بالا) و در جنوب غربی گناباد (پایین).**




**نمونه‌برداری و جمع‌آوری داده‌ها:**

ابتدا نقشه توپوگرافی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه و موقعیت منطقه بر روی آن مشخص شد. تعداد ۲۶۱ کوادرات ۱ متر مربعی به روش سیستماتیک- تصادفی در منطقه مستقر شد. در هر یک از کوادرات‌ها فهرست گیاهان موجود به همراه درصد پوشش تاجی و تعداد گونه ثبت شد. نمونه‌برداری از اردیبهشت ۱۳۸٤ تا اردیبهشت ۱۳۸۵ انجام شد. شناسایی گیاهان بر اساس روش‌های مرسوم تاکسونومی گیاهی و به‌کارگیری فلورها و منابع مربوط موجود انجام گرفت (جدول ۹). با استفاده از GPS، ارتفاع از سطح دریا، طول و عرض جغرافیایی و جهت شیب در هر واحد نمونه برداری یاد داشت شد.



[ Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-11-06 ]

**پردازش و آنالیز داده‌ها:**

برای بررسی‌های لازم داده‌ها، داده‌های فراوانی و درصد پوشش گزارش شده در منطقه، به نرم‌افزار اکسل[۱] وارد شد. ماتریس حاصل از داده‌های پوشش تاجی و فراوانی گونه‌ها با توجه به جهات اصلی شیب (N، E، S، W) و نیز طبقات ارتفاعی (سه طبقه) در نرم‌افزار اکسل مرتب شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار تخصصی نوکاسا[۲][۱۷] برای محاسبهٔ شاخص‌های شانن، بریلوئین، سیمپسون، مکینتاش، رنی[۳]، هیل[۴] و پلات‌های رنک/آبوندانس و انجام تست‌های آماری برای مقایسهٔ آن‌ها و نرم افزار تخصصی اکولوژیکال متدولوژی[۵] [۱۱] برای محاسبهٔ شاخص‌های یک‌نواختی، سیمپسون، کامارگو، اسمیت و ویلسون و اصلاح شده نیی[۶] انجام شد. شاخص‌های پارامتریک از طریق برنامه دیورد[۷] [۱۶] و شاخص‌های غنای گونه‌ای از طریق نرم‌افزار دایور[۸] [۶] و پلات ک- دومینانس[۹] از طریق نرم‌افزار بیودایورسیتی پرو[۱۰] [۱۳] محاسبه شد.

## نتایج و بحث

جدول‌های ۱ و ۲ نتایج محاسبهٔ شاخص‌های غنای گونه‌ای را در طبقات ارتفاعی و شیب‌های مختلف منطقهٔ پژوهش بر اساس پارامتر فراوانی نشان می‌دهند.

**جدول ۱. غنای گونه‌ای در طبقات ارتفاعی مختلف**

| | شاخص‌های غنای گونه‌ای | | | |
|---|---|---|---|---|
| طبقه ارتفاعی | تعداد گونه | تعداد گونه بر اساس Rarefaction | شاخص منهینیک | شاخص مارگالف |
| ۱۰۰۰-۱۴۰۰ | ۳۷ | ۳۱/۵۴ | ۱/۳۷ | ۵/۴۵ |
| ۱۴۰۰-۱۹۰۰ | ۹۶ | ۵۲/۴۶ | ۱/۵۶ | ۱۱/۵۳ |
| ۱۹۰۰-۲۲۰۰ | ۷۷ | ۵۰/۲۵ | ۱/۴۸ | ۹/۶۱ |

**جدول ۲.غنای گونه‌ای در جهات مختلف شیب**

| | شاخص‌های غنای گونه‌ای | | | |
|---|---|---|---|---|
| جهت شیب | تعداد گونه | تعداد گونه بر اساس Rarefaction | شاخص منهینیک | شاخص مارگالف |
| شمال | ۷۷ | ۵۲/۴۷ | ۱/۵۱ | ۹/۶۶ |
| جنوب | ۷۲ | ۵۸/۹۹ | ۱/۶۲ | ۹/۳۶ |
| شرق | ۶۶ | ۴۹/۵۰ | ۱/۶۰ | ۸/۷۳ |
| غرب | ۵۷ | ۵۲/۵۹ | ۱/۸۶ | ۸/۱۸ |

شاخص‌های غنای گونه‌ای منهینیک و مارگالف برای کل منطقه به ترتیب ۱/۵۴ و ۱۴/۶۳ بود. بالاترین غنای گونه‌ای در طبقهٔ میانی ارتفاع و در جهت جنوبی شیب‌ها مشاهده شد. جدول‌های ۳ تا ۸ مقادیر شاخص‌های را نشان می‌دهند که هم فراوانی و هم غنای گونه‌ای را در نظر گرفته‌اند. هر چه مقدار این شاخص‌ها بیش‌تر باشد، دلیل تنوع بیش‌تر خواهد بود.

**جدول ۳. مقادیر محاسبه شده برای شاخص‌های مختلف یک‌نواختی در کل منطقه**

| شانن | بریلوئین | سیمپسون | مک اینتاش | کامارگو | اسمیت ویلسون | اصلاح شده Nee | پیلو |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰/۶۵ | ۰/۶۵ | ۰/۹۲ | ۰/۷۷ | ۰/۱۶ | ۰/۱۶ | ۰/۰۹ | ۰/۶۵ |

۱. Excel ۲. Nucosa ۳. Renyi ۴. Hill ۵. Ecological Methodology
۶. Nee ۷. Divord ۸. Diver ۹. K-dominance ۱۰. Biodiversity Pro



[ Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-11-06 ]

**جدول ٤. مقادیر محاسبه شده برای شاخص‌های مختلف یک‌نواختی در طبقات ارتفاعی مختلف**

| | شاخص‌های مختلف یک‌نواختی | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبقهٔ ارتفاعی | شانن | بریلوئین | سیمپسون | مک‌اینتاش | کامارگو | اسمیت ویلسون | اصلاح شده Nee | پیلو |
| ١٠٠٠-١٤٠٠ | ٠/٦٠ | ٠/٦٠ | ٠/٨٤ | ٠/٦٧ | ٠/٢٣ | ٠/٢٤ | ٠/١١ | ٠/٦٠ |
| ١٤٠٠-١٩٠٠ | ٠/٧٧ | ٠/٧٧ | ٠/٩٥ | ٠/٨٤ | ٠/١٩ | ٠/٢١ | ٠/١٠ | ٠/٧٧ |
| ١٩٠٠-٢٢٠٠ | ٠/٧٠ | ٠/٧٠ | ٠/٩٣ | ٠/٨٠ | ٠/٢٣ | ٠/٢٢ | ٠/١٣ | ٠/٧٠ |

**جدول ٥. مقادیر محاسبه شده برای شاخص‌های مختلف یک‌نواختی در جهات مختلف شیب**

| | شاخص‌های مختلف یکنواختی | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جهت شیب | شانن | بریلوئین | سیمپسون | مک‌اینتاش | کامارگو | اسمیت ویلسون | اصلاح شده Nee | پیلو |
| شمال | ٠/٦٤ | ٠/٦٤ | ٠/٨٩ | ٠/٧٤ | ٠/١٨ | ٠/٢١ | ٠/١٠ | ٠/٦٤ |
| جنوب | ٠/٧٣ | ٠/٧٣ | ٠/٩٣ | ٠/٨٠ | ٠/٢٦ | ٠/٢٦ | ٠/١٢ | ٠/٧٣ |
| شرق | ٠/٦٩ | ٠/٦٩ | ٠/٩٢ | ٠/٧٩ | ٠/٢٢ | ٠/٢١ | ٠/١٠ | ٠/٦٩ |
| غرب | ٠/٧٤ | ٠/٧٤ | ٠/٩٣ | ٠/٨١ | ٠/٢٨ | ٠/٢٧ | ٠/١٢ | ٠/٧٤ |

**جدول ٦. مقادیر محاسبه شده برای شاخص‌های مختلف تنوع در کل منطقه**

| شانن | بریلوئین | سیمپسون | مک‌اینتاش | برگر - پارکر | N1 هیل | N2 هیل | عکس برگر پارکر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٣/١٧ | ٣/١٣ | ٠/٩١ | ٠/٧١ | ٠/٢٢ | ٢٣/٦٩ | ١١/٤٠ | ٤/٦٠ |

**جدول ٧. مقادیر محاسبه شده برای شاخص‌های مختلف تنوع در طبقات ارتفاعی مختلف**

| | شاخص‌های مختلف تنوع | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبقه ارتفاعی | شانن | بریلوئین | سیمپسون | مک‌اینتاش | برگر-پارکر | N1 هیل | N2 هیل | عکس برگر پارکر |
| ١٠٠٠-١٤٠٠ | ٢/٥١ | ٢/٤٦ | ٠/٨٣ | ٠/٦٠ | ٠/٣٣ | ١٠/٨٢ | ٦/٣٤ | ٣ |
| ١٤٠٠-١٩٠٠ | ٣/٣٢ | ٣/٢٢ | ٠/٩٤ | ٠/٧٧ | ٠/٢٠ | ٢٠/٥٠ | ١٠/٩٤ | ٤/٩٧ |
| ١٩٠٠-٢٢٠٠ | ٢/٩٦ | ٢/٩٢ | ٠/٩١ | ٠/٧٢ | ٠/٢٧ | ٢٠/٢٨ | ٩/٥٠ | ٣/٦٥ |

**جدول ٨. . مقادیر محاسبه شده برای شاخص‌های مختلف تنوع در جهات مختلف شیب**

| | شاخص‌های مختلف تنوع | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جهت شیب | شانن | بریلوئین | سیمپسون | مک‌اینتاش | برگر- پارکر | N1 هیل | N2 هیل | عکس برگر پارکر |
| شمال | ٢/٨٠ | ٢/٧٥ | ٠/٨٨ | ٠/٦٧ | ٠/٢٨ | ١٦/٤٥ | ٨/٣١ | ٣/٦٠ |
| جنوب | ٣/١٢ | ٣/٠٥ | ٠/٩٢ | ٠/٧٢ | ٠/١٩ | ٢٢/٦٤ | ١١/٧٦ | ٥/٣٠ |
| شرق | ٢/٩٠ | ٢/٨٣ | ٠/٩١ | ٠/٧١ | ٠/٢١ | ١٨/١٨ | ١٠/٥٨ | ٤/٨٢ |
| غرب | ٣/٠١ | ٢/٩١ | ٠/٩١ | ٠/٧٣ | ٠/٢٣ | ٢٠/٣٣ | ١١/٣٠ | ٤/٢٦ |

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که تنوع و یک‌نواختی در طبقهٔ میانی ارتفاع، یعنی از ١۴٠٠ تا ١٩٠٠ متر بیش از دو طبقهٔ ارتفاعی دیگر (١٠٠٠ تا ١۴٠٠ و ١٩٠٠ تا ٢٢٠٠) بود.

لی[1] در سال ٢٠٠٥ پژوهشی در جنوب تایوان در ارتفاع ٢٨٧ تا ١٦٨٠ متر با استفاده از شاخص‌های شانن، منهینیک و عکس برگر پارکر انجام داد. در این پژوهش مشخص شد که بیش‌ترین غنا و تنوع گونه‌ای در طبقهٔ میانی ارتفاع در کوه‌های جنوب تایوان وجود دارد [١٢]. گریتنس[2] در سال ٢٠٠٦ با مقایسهٔ غنای گونه‌ای گیاهان آوندی، بریوفیت‌ها و گلسنگ‌ها در طول یک گرادیان ارتفاعی (٣١٠ تا ١١٣٥ متر از سطح دریا) در غرب نروژ نتیجه گرفت که غنای گونه‌ای در طبقهٔ میانی ارتفاع بیش‌تر از سایر طبقات است [٨]. در سال ٢٠٠٤ الگوهای غنای گونه‌ای اسپرماتوفیت‌ها در طول گرادیان ارتفاع در ایالت هوبی[3] چین بررسی شد. نتایج توزیعی زنگوله‌ای شکل، با غنای گونه‌ای بالا در رنج میانی ارتفاع از ٨٠٠ تا ١۴٠٠ متر را نشان داد.

حداکثر مقدار غنا ی گونه‌ای در ١٠٠٠ متر، یعنی طبقهٔ متوسط ارتفاعی، مشاهده شد [١٠]. هگزی[4] و همکاران درسال ١٩٩٨ با آنالیز پوشش گیاهی در گرادیان ارتفاعی واقع در جنوب غربی عربستان سعودی نشان دادند که برهمکنش پیچیدهٔ عوامل مختلف محیطی در ارتباط با ارتفاع، منجر به تغییر انواع زیستگاه، کمربندهای پوشش گیاهی و جوامع گیاهی مختلف می‌شود. در این منطقه، طبقهٔ میانی ارتفاع دارای جوامع گیاهی پیوسته بود.

١. Lee ٢. Grytnes ٣. Hubei ۴. Hegazy



[ Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-11-06 ]

پوشش گیاهی در کمربند میانی ارتفاع، بیش‌ترین غنا و تنوع گونه‌ای را داشت. همچنین دارای یک‌نواختی نسبتاً زیای بود [۹].

در زمینهٔ جهات شیب، در منطقهٔ پژوهش شاخص‌های تنوع در جهت جنوبی و شاخص‌های یک‌نواختی در جهت جنوبی و غربی بیش‌تر است با توجه به این‌که نرمال بودن داده‌ها در هر یک از طبقات ارتفاعی و جهات شیب با آزمون کولموگروف اسمیرنوف مشخص گردید، از ANOVA برای بررسی معنی‌دار بودن تفاوت‌ها استفاده شد. با توجه به آزمون آماری بر مبنای شاخص شانن، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

پلات رنک/ آبوندانس[۱] نحوهٔ توزیع فراوانی گونه‌ها را ترسیم می‌کند. در این پلات‌ها، منحنی یکنواخت‌تر تعداد گونه‌های غالب و نادر کم‌تری دارد، یکنواخت‌تر است و بنا بر این متنوع‌تر است. شکل ۲ نشان می‌دهد که طبقهٔ میانی ارتفاع (منحنی۲) منحنی مسطح‌تری نسبت به دو طبقهٔ ارتفاعی دیگر دارد؛ یعنی فراوانی‌ها به‌طور یک‌نواختی توزیع یافته‌اند و بیان‌گر این است که طبقهٔ میانی ارتفاع با تعداد گونه‌های غالب و نادر کم‌تر، متنوع‌تر از دو طبقهٔ ارتفاعی دیگر است. در زمینهٔ جهات شیب (شکل ۳)، جهت جنوبی (منحنی ۲) دارای منحنی مسطح‌تری است و تنوع بیش‌تری دارد. جهت شمالی (منحنی ۱) دارای تنوع و یک‌نواختی کم‌تری است. با توجه به همهٔ شاخص‌های تنوع و یک‌نواختی محاسبه شده برای منطقهٔ پژوهش، تنوع و یک‌نواختی در طبقهٔ میانی ارتفاع بیش از سایر طبقات بود و با مقایسهٔ اعداد شاخص شانن مشخص می‌شود که این طبقه تحت تنش کم‌تری نسبت به دو طبقه دیگر است. حضور گستردهٔ گونه‌های غالب، از جمله آکانتولیمون[۲]، آرتمیزیا اوشری[۳]، آستراگالوس هراتنسیس[۴]، آکانتوفیلیوم گلاندولوزوم[۵] در طبقهٔ بالایی ارتفاع از یک‌نواختی و در نتیجه تنوع آن می‌کاهد. در طبقه پایینی ارتفاع نیز به‌دلیل دخالت‌های انسانی و چرای زیاد یک‌نواختی و نهایتاً تنوع گونه‌ای کاهش می‌یابد.

گراسیا[۶] و همکارانش در سال ۲۰۰۷ تأثیر جهات شیب و ارتفاع را روی ترکیب و فلور گونه‌ای در اسپانیا بررسی کردند. غنای گونه ای و تنوع با جهت شیب تغییری نکرد و با افزایش ارتفاع نیز کاهش ناچیزی را نشان داد، اما تغییر در ارتفاع و جهت شیب منجر به تغییرات عمده ای در ترکیب گونه‌ای شد [۷].

در زمینهٔ جهات شیب در منطقه، جهات شمالی نسبت به سایر جهات دارای تنوع گونه‌ای اندک و یک‌نواختی کمی هستند. باید توجه داشت که منطقهٔ پژوهش دقیقاً بین دو گسل گناباد و فردوس واقع شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که عمل‌کرد گسل گناباد موجب پایین افتادن دشت گناباد گردیده و بنا بر این، جهت شمالی منطقهٔ پژوهش (جهت رو به گناباد) دارای شیبی تند بوده و به‌دلیل فرسایش، ضخامت خاک در این شیب بسیار کم است و برعکس در جهت جنوبی (جهت رو به فردوس) شیب ملایم‌تری مشاهده می‌گردد که ناشی از عمل‌کرد متفاوت گسل فردوس بوده و نتیجتاً فرسایش خاک در این نواحی به مراتب کم‌تر از نواحی شمالی بوده و به عبارت دیگر،

۱. Rank-abundance ۲. *Acantholimon erinaceum* ۳. *Artemizia aucheri.*
۴. *Astragalus heratensis* ۴. *Acantophilum glandulosum* ۵. Gracia



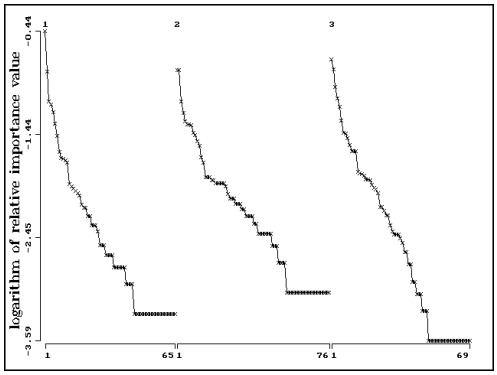
[ Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-11-06 ]

ضخامت آبرفت در ناحیهٔ کوهستانی در شیب‌های جنوبی بیش‌تر از شیب‌های شمالی است. تنوع و یک‌نواختی کم‌تر شیب شمالی نسبت به سایر جهات شیب با توجه به ضخامت کم خاک (تکامل کم‌تر خاک) در این شیب قابل توجیه است. اما با توجه به معنی‌دار نبودن نتایج آماری مربوط به جهات شیب و ارتباط مستقیم جهات شیب با درصد شیب در این ناحیه، بررسی‌های بیش‌تری در بارهٔ اثر احتمالی درصد شیب بر تنوع گونه‌ای گیاهی این ناحیه ضروری به نظر می‌رسد.

طبقهٔ میانی ارتفاع، منحنی مسطح‌تری نسبت به دو طبقهٔ دیگر داشت (شکل ۲) که بیان‌گر این است که این طبقه با تعداد گونه‌های غالب و نادر کم‌تر متنوع‌تر از سایر طبقات است. در طبقهٔ پایینی ارتفاع به‌دلیل دست‌رسی بیش‌تر انسان به منطقه و افزایش آمایش سرزمین از یکنواختی و تنوع کاسته شده است. در زمینهٔ جهات شیب، شیب جنوبی منحنی مسطح‌تری دارد و متنوع‌تر است. در شیب شمالی فرسایش خاک از یک‌نواختی و تنوع کاسته است.

با توجه به منحنی‌های درجه‌بندی تنوع رسم شده برای طبقات ارتفاعی و جهات شیب (شکل‌های ٤ تا ٧) مشخص می‌شود که در منحنی مربوط به طبقات ارتفاعی، منحنی طبقهٔ میانی ارتفاع (منحنی ۲) بالاتر بوده و این بیان‌گر تنوع بیش‌تر این طبقه است. در هیچ موردی در منحنی‌های مربوط به طبقات ارتفاعی، تقاطع منحنی‌ها دیده نشد و از این رو منحنی‌ها با یکدیگر قابل مقایسه‌اند. در زمینهٔ جهات شیب، منحنی مربوط به شیب جنوب در منحنی‌های رنی و هیل بالاتر بود که بیان‌گر تنوع بیش‌تر است. منحنی‌های سایر جهات شیب به‌دلیل تقاطع قابل مقایسه نیستند.

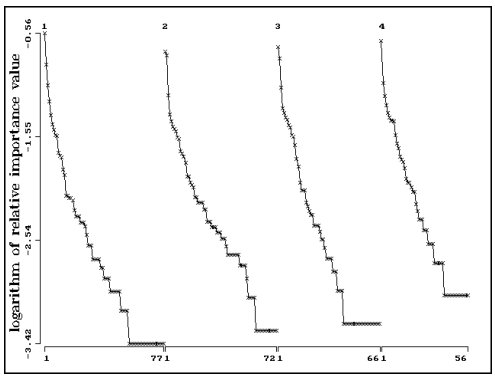
محاسبه شاخص‌های غنای گونه‌ای، تنوع و یک‌نواختی (جدول‌های ۳ تا ٦) در کل منطقه می‌تواند به‌عنوان پایگاهی اطلاعاتی برای بررسی‌های آینده ثبت شود. از سوی دیگر، چون محل واحدهای نمونه برداری با GPS ثبت شده است، می‌توان با تکرار این عمل در سال‌های آینده سیر تغییرات تنوع را مشاهده کرد.



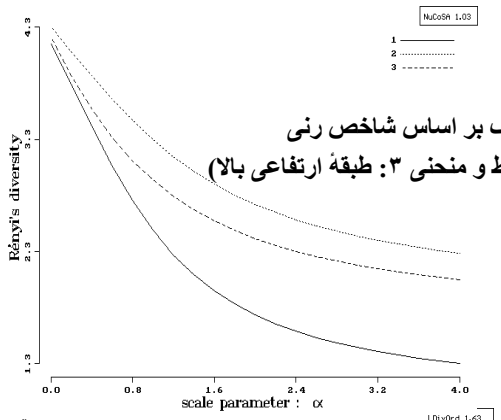

**شکل ۲. پلات رنک/ آبوندانس برای سه طبقهٔ ارتفاعی**
**(منحنی ۱: طبقهٔ ارتفاعی پایین، منحنی ۲: طبقهٔ ارتفاعی متوسط و منحنی ۳: طبقهٔ ارتفاعی بالا)**



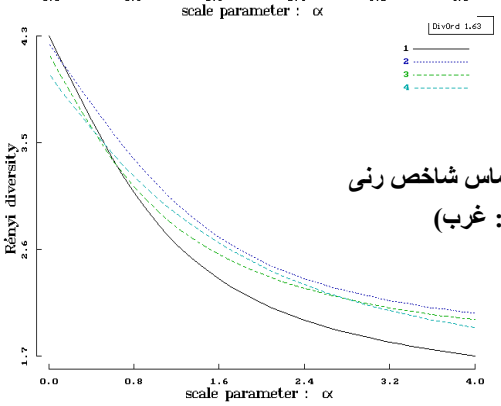
[ Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-11-06 ]



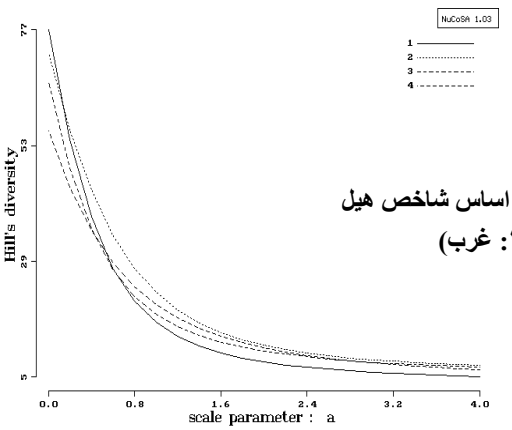

**شکل ۳. پلات رنک/آبوندانس برای جهات مختلف شیب (منحنی ۱: شمال، منحنی ۲: جنوب، منحنی ۳: شرق، منحنی ۴: غرب)**




**شکل ٤. منحنی‌های درجه‌بندی تنوع در سه طبقهٔ ارتفاعی مختلف بر اساس شاخص رنی (منحنی ۱: طبقهٔ ارتفاعی پایین، منحنی ۲: طبقهٔ ارتفاعی متوسط و منحنی ۳: طبقهٔ ارتفاعی بالا)**



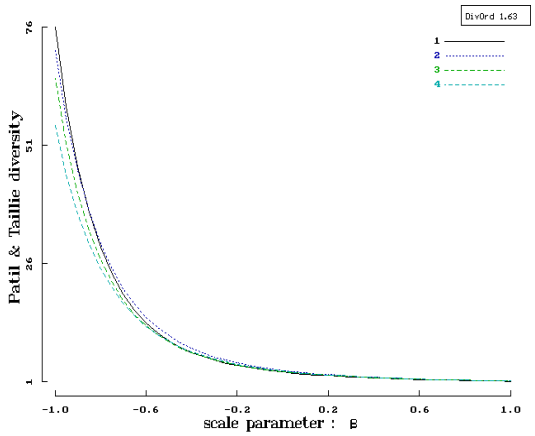

**شکل ۵.منحنی‌های درجه‌بندی تنوع در جهات مختلف شیب بر اساس شاخص رنی (منحنی ۱: شمال، منحنی ۲: جنوب، منحنی ۳: شرق، منحنی ۴: غرب)**




**شکل ۶. منحنی‌های درجه‌بندی تنوع در جهات مختلف شیب بر اساس شاخص هیل (منحنی ۱: شمال، منحنی ۲: جنوب، منحنی ۳: شرق، منحنی ۴: غرب)**



[ Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-11-06 ]




**شکل ۷. منحنی‌های درجه‌بندی تنوع جهات شیب بر اساس شاخص تایلی[۱] و پتیل[۲]**
**(منحنی ۱: شمال، منحنی ۲: جنوب، منحنی ۳: شرق، منحنی ۴: غرب)**

**جدول ۹. فهرست اسامی گیاهان به‌ترتیب حروف الفبای نام تیره‌های گیاهان منطقهٔ پژوهش**

| **Anacardiaceae** | **Fabaceae ادامه** |
|---|---|
| *Pistacia atlantica* Desf. | *Astragalus heratensis* Bunge |
| *Rhus coriaria* L. | *Astragalus jesdianus* Boiss. & Buhse |
| **Apiaceae** | *Astragalus pelitus* Bunge |
| *Bunium cylindricum* (Boiss. & Hohen.) Drude. | *Astragalus schahrudensis* Bunge |
| *Bunium persicum* (Boiss.) B. Fedtsch. | *Cicer khorassanicum* (Bunge) |
| *Bunium badghyzi* (Korov.) Korov. | *Hedysarum wrightianum* Aitch. & Baker |
| *Bupleurum exaltatum* M. B. | *Vicia villosa* Roth. |
| *Eryngium billardieri* F. Delaroche | **Fumariaceae** |
| *Foeniculum vulgare* Miller | *Corydalis rupestris* Ky. |
| *Ferula ovina* (Boiss.) Boiss. | *Fumaria asepala* Boiss. |
| *Prangos latiloba* Korov. | *Fumaria vaillantii* Loisel. |
| *Scaligeria allioides* (Regel & Schmalh) Boiss. | **Geraniaceae** |
| *Scandix pecten-veneris* L. | *Biebersteinia multifida* DC. |
| *Scandix stellata* Banks & Soland | *Geranium kotschyi* Boiss. |
| **Asteraceae** | **Iridaceae** |
| *Achillea wilhelmsii* C. Koch | *Iris kopetdagensis* (Vved) Mathew & Wendelbo |
| *Anthemis rhodocentra* Iranshahr | *Iris songarica* Schrenk. |
| *Artemisia aucheri* Boiss. | **Ixioliriaceae** (Amaryllidaceae) |
| *Artemisia seiberi* Besser | *Ixiolirion tataricum* (Pall.) Herb. |
| *Carthamus oxyacantha* M. B. | **Lamiaceae** |
| *Centaurea depressa* M. B. | *Acinos graveolens* (M. B.) Link. |
| *Centaurea virgata* Lam. | *Eremostachys hyocyamoides* Boiss.& Buhse |
| *Chardinia orientalis* Desf. | *Eremostachys macrophylla* Montbr. & Auch. |
| *Cirsium congestum* Fisch & C. A. Mey. ex DC. | *Hymenocrater bituminosus* Fisch. & C. A. Mey. |
| *Chondrilla juncea* L. | *Marrubium vulgare* L. |
| *Cousinia eryngioides* Boiss. | *Nepeta bracteata* Benth. |
| *Cousinia meshedensis* Bornm.& Rech.f. | *Nepeta pungens* (Bunge) Benth. |
| *Cousinia lachnosphaera* Bunge | *Nepeta persica* Boiss. |
| *Cousinia microcarpa* Boiss. | *Nepeta satureioides* Boiss. |
| *Cousinia heliantha* Bunge | *Perovskia abrotanoides* Karel. |
| *Crepis sancta* (L.) Babcock | *Phlomidoschema parviflorum* (Benth.) Vved. |
| *Cymbolaena griffithii* (A. Gray) Wagenitz | *Salvia leriifolia* Benth. |
| *Echinops robustus* Bunge | *Salvia macrosiphon* Boiss. |

۱. Patil . Taillie



[ Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-11-06 ]

| | |
|---|---|
| *Jurinea stenocalathia* Rech. f. | *Teucrium polium* L. |
| *koelpinia linearis* Pall. | *Ziziphora clinopodioides* Lam. |
| *Lactuca glauciifolia* Boiss. | *Ziziphora tenuior* L. |
| *Launaea acanthodes* (Boiss.)O. Kuntze | **Liliaceae** |
| *Onopordon leptolepis* DC. | *Allium caspium* (Pall.) M. B. |
| *Phagnalon nitidum* Cass. | *Allium rubellum* M. B. |
| *Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Boiss. | *Bellevalia longistyla* (Miscz.) Grossh. |
| *Scariola orientalis* (Boiss.) Sojack | **Moraceae** |
| *Schischkina albispina* (Bunge) Iljin | *Ficus johannis* Boiss. |
| *Scorzonera microcalathia* (Rech. f.) Rech. f. | **Onagraceae** |
| *Scorzonera pusilla* Pall. | *Epilobium hirsutum* L. |
| *Scorzonera raddeana* C. Winkl. | **Orobanchaceae** |
| *Senecio paulsenii* O. Hoffm. | *Orobanche amoena* C. A. Mey. |
| *Serratula latifolia* Boiss. | **Papaveraceae** |
| *Tragopogon caricifolius* Boiss. | *Glaucium fimbrilligerum* Boiss. |
| *Tragopogon montanus* S. Nikitin | *Papaver decaisnei* Hochst. & Steu. ex Boiss. |
| *Xeranthemum longipapposum* Fisch & C. A. Mey. | *Roemeria refracta* DC. |
| **Berberidaceae** | *Hypecoum pendulum* L. |
| *Berberis vulgaris* L. | *Roemeria hybrida* (L.) DC. |
| **Boraginaceae** | **Plantaginaceae** |
| *Heliotropium lasiocarpum* Fisch & C. A. Mey. | *Plantago ovata* Forssk. |
| *Heterocaryum szovitsianum* (Fisch. & C. A. Mey) A. DC. | **Plumbaginaceae** |
| *Lappula microcarpa* (Ledeb.) Guerke | *Acantholimon* sp. |
| *Lappula patula* (Lehm.) Ascherson ex Gurke | **Poaceae** |
| *Nonnea persica* Boiss. | *Aegilops columnaris* Zhuk. |
| *Nonnea caspica* (Willd.) G. Don. | *Agropyron imbricatum* Roem. & Schult. |
| *Onosma bulbotrichum* DC. | *Agropyron pectiniforme* Roem. & Schult. |
| *Onosma stenosiphon* Boiss. | *Avena sativa* L. |
| *Paracaryum persicum* (Boiss.) Boiss. | *Boissiera squarrosa* (Banks & soland.) Nevski |
| *Paracaryum rugulosum* Boiss. | *Bromus danthoniae* var. danthoniae Trin |
| *Trichodesma incanum* (Bge.) A. DC. | *Bromus danthoniae trin. Exc. A. Mey.* |
| **Brassicaceae** | *Bromus sericeus* Drobov |
| *Aethionema carneum* (Banks&Soland.) B. Fedtsch. | *Bromus tectorum* L. |
| *Alyssum inflatum* Nyarady | *Cynodon dactylon* (L.) Pers |
| *Alyssum linifolium* Steph. ex Willd | *Elymus baldschuanicus* Roshev. |
| *Alyssum szowitsianum* Fisch. & C. A. Mey. | *Eremopyrum distans* (C. Koch) Nevski |
| *Cardaria draba* (L.) Desv. | *Henrardia persica* (Boiss.) C. E. Hubb. |
| *Descurainia Sophia* (L.) Webb & Berth. | *Heteranthelium piliferum* (Banks & Soland.) Hochst. |
| *Malcolmia africana* (L.) R. Br. | *Hordeum glaucum* Steud. |
| **Capparidaceae** | *Melica persica* Kunth |
| *Cleome khorassanica* Bge. & Bein. ex Boiss. | *Poa bulbosa* L. |
| **Caprifoliaceae** | *Schismus arabicus* Nees |
| *Lonicera nummulariifolia* Jaub. & Spach | *Stipa barbata* Desf. |
| **Caryophyllaceae** | *Taeniatherum crinitum* (Schreb.) Nevski |
| *Acantophyllum glandulosum* Bunge ex Boiss. | **Podophyllaceae** |
| *Cerastium inflatum* Link ex Desf. | *Bongardia chrysogonum* (L.) Spach |
| *Holosteum glutinosum* (M. B.) Fisch. & C. A. Mey. | **Polygonaceae** |
| L*epyrodiclis stellarioides* Fisch. & C. A. Mey. | *Atraphaxis spinosa* L. |
| stellarioides×*Lepyrodiclis holosteoides* | *Polygonum paronychioides* C. A. Mey. ex Hohen. |
| *Silene conoidea* L. | *Pteropyrum aucheri* Jaub. & Spach |
| *Vaccaria oxyodonta* Boiss. | *Rheum ribes* L. |
| **Chenopodiaceae** | **Ranunculaceae** |
| *Atriplex moneta* Bge. ex Boiss. | *Ceratocephalus falcata* (L.) Pers |



[ Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-11-06 ]

| | |
|---|---|
| *Ceratocarpus arenarius* L. | *Consolida orientalis* (J. Gay) R. Schrod. |
| *Chenopodium album* L. | *Nigella* sp. |
| *Chenopodium botrys* L. | *Thalictrum isopyroides* C. A. Mey. |
| *Londesia eriantha* Fisch. & C. A. Mey. | **Resedaceae** |
| *Noaea mucronata* (Forssk.) Aschers. & Schweint | *Reseda lutea* L. |
| *Salsola arbuscula* Pall. | **Rosaceae** |
| *Salsola aucheri* (Moq.) Bunge | *Amaygdalus spinosissima* Bunge |
| **Convolvulaceae** | *Rosa beggeriana* Schrenk |
| *Convolvulus dory*cnium L. | *Rosa persica* Mielx ex Juss. |
| **Cyperaceae** | *Sanguisorba minor* Scop. |
| *Carex* sp. | **Rubiaceae** |
| *Schoenus nigricans* L. | *Asperula glomerata* (M.B.) Griseb. |
| **Dipsacaceae** | *Asperula trichodes* J. Gay |
| *Scabiosa olivieri* Coult. | *Callipeltis cucullris* (L.) Stev |
| *Scabiosa rotata* M. B. | *Galium humifusum* Bieb. |
| **Ephedraceae** | *Rubia rigidifolia* Pojark |
| *Ephedra major* Host | **Scrophulariaceae** |
| *Ephedra strobilacea* Bge. ex Lehm. | *Linaria michauxii* Chav. |
| **Euphorbiaceae** | *Scrophularia steriata* Boiss. |
| *Chrozophora obliqua* (Vahl) Juss. ex Spreng | *Verbascum songaricum* Schrenk ex Fisch. & C. A. Mey. |
| *Euphorbia buhsei* Boiss. | *Veronica* sp. |
| *Euphorbia szovitsii* Fisch. & C. A. Mey. | **Solanaceae** |
| *Euphorbia osyridea* Boiss. | *Hyosyamus arachnoideus* Pojark. |
| **Fabaceae** | **Thymelaeaceae** |
| *Alhagi persarum* Boiss. & Buhse | *Dendrostellera lessertii* (Wikstr.) Tiegh. |
| *Astragalus commixtus* Bunge | *Diarthron vesiculosum* (Endl.) |
| *Astragalus Crenatus* Schultes | **Zygophyllaceae** |
| *Astragalus durandianus* Aitch. & Baker | *Peganum harmala* L. |

## منابع


۱. ح. اجتهادی، ح. ر. عکافی و ج. قرشی الحسینی، " بررسی و مقایسهٔ شاخص‌های عددی تنوع گونه‌ای در دو رویشگاه با مدیریت چرای متفاوت"، *مجله زیست شناسی ایران* ج ۱۳، شماره ۳ و ٤ (۱۳۸۰) ٤۹-۵۸.

۲. اداره کل هواشناسی خراسان رضوی، اداره تحقیقات هواشناسی کشاورزی.

۳. م. باقریان کلات، "گزارش زمین‌شناسی حوزهٔ گناباد"، طرح توسعهٔ آبخوان‌داری گناباد (۱۳۸۰).

٤. ع. چمنی، "بررسی تنوع و غنای گونه‌ای گیاهان موجود در رویشگاه‌های دشت میرزا بایلو و جنوب کوه آلمه"، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، (۱۳۷٤) ۹۲ص.

۵. ن. کوهستانی، "بررسی تأثیر توپوگرافی و فاصله از منبع آب بر روی پوشش گیاهی در مرتع کله‌بر (اسد آباد همدان)"، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، رشته مرتعداری دانشگاه گرگان، (۱۳۷۷) ۱۱۵ ص.

6. P. Ganis, Diver. "A program for diversity measures in ecology University of Trieste", Distributed by Scientia Publishing, Budapse, Hungary (1992).

7. M. Gracia, F. Montane, J. Piquea and J. Retana, "Overstory structure and topographic gradient determining diversity and abundance of understory shrub species in temperate forest




[ Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-11-06 ]

in central Pyrenees (NE Spain)", Forest Ecology and management Volume 242 Issuues 2-3 (2007) 391- 397.

8. J. A Grytnes, "Species ricchness of vascular plants, bryophytes and lichens along an altitudinal gradient in Western Norway", Acta Oecological Vol. 29 Issue 3 (2006) 241-246.
9. A. k Hegazy, M. A. El-Demerdash, H. A. Hosni Vegetation, "species diversity and floristic relation along an altitudinal gradient in South-West Saudi Arabia", Journal of Arid Environments. Vol. 38 Issue 1 (1998) 3-13.
10. R. Jobidon, C. Guillaume, N. Thiffault, "Plant species diversity and composition along an experimental gradient of northern hardwood abundance in Picea mariana Plantations", Forest Ecology and Management 198 (2004) 209-221.
11. Ch. J. Krebs, "Ecological methodology", Program for Ecological methodology, 2nd ed. (2001).
12. T. H. Lee, "Ecological patterns of distribution on gradients of elevation and species diversity of snakes in Southern Taiwan", Amphibia- Reptilia, Vol. 26 Number 3 (2005) 325-332 (8).
13. N. Mcaleece, "Biodiversity Professional Vertion 2", History museum and The Scottish Association for marine science (1997).
14. H. Qian, R.E. Ricklefs and P.S. White, "Beta diversity of angiosperms in temperate floras of eastern Asia and eastern north America", Ecology letters, 8 (2005)15-22.
15. C. M. Shackleton, "Comparison of plant diversity in protected and communal lands in the Bushbu Ckridge lowveld savanna", South Africa. Biological Conservation, Vol.940, Number 3 (2000) 273-285.
16. B. Tóthmérész, "DIVORD 1.50: A program for diversity ordering", Tiscia 27 (1993) 33-44.
17. B. Tothmeresz, "Nucosa 1.0: Number cruncher for community studies and other ecological applications", Abstracta Botanica, 17 (1-2) (1993 b) 283-287, July 2005, 93-108.



[ Downloaded from jsci.khu.ac.ir on 2026-11-06 ]