دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

تنوع گونه‌های گیاهی علفی و چوبی در رابطه با موقعیت‌های مختلف فیزیوگرافی با استفاده از شاخص‌های عددی و غیرعددی در جنگل‌های کوهستانی زاگرس

جواد چراغی[۱]، مهدی حیدری[۲]، رضا امیدی پور[۳] و مجید میراب بالو[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
۲- استادیار، گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام، ایلام، ایران، (نویسنده مسوول: m.heidari@ilam.ac.ir)
۳- مربی، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و زمین شناسی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۴ – استادیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
تاریخ دریافت: ۹۶/۹/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۲۶

چکیده

شاخص‌های عددی و شاخص‌های غیرعددی دو گروه از مهم‌ترین و پرکاربردترین شاخص‌های ارزیابی تنوع زیستی در جوامع مختلف هستند. با این وجود کارایی و انتخاب آنها در بوم‌سازگان‌های مختلف همواره یکی از مباحث چالش برانگیز بوم‌شناسی بوده است. در این مطالعه، شاخص‌های عددی تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای و نیز مدل‌های توزیع فراوانی-رتبه تنوع گونه‌ای شامل عصای شکسته، لوگ نرمال، سری لگاریتمی و سری هندسی به‌عنوان شاخص‌های پارامتریک به تفکیک برای گونه‌های علفی و چوبی در شرایط فیزیوگرافی مختلف بوم‌سازگان جنگلی زاگرس محاسبه شد. نتایج نشان داد که از نظر شاخص‌های عددی تنوع بین موقعیت‌های مختلف فیزیوگرافی تفاوت معنی‌داری وجود دارد، به‌طوریکه تنوع شانون وینر و غنای مارگالف گونه‌های علفی در جهت شمالی روند مشابهی داشته و بیشترین مقدار این شاخص‌ها در شیب ۰-۲۵ درصد بود و مقدار آنها با افزایش شیب کاهش یافت. در مقابل، تنوع و غنای گونه‌های چوبی در جهت جنوبی و در شیب بیش از ۵۰ درصد بیشترین بود. نتایج نشان داد که در تمامی موقعیت‌ها، توزیع فراوانی گونه های علفی بیشتر از مدل سری هندسی که نشان‌دهنده جوامع با تنوع پایین و شکننده است. در مورد توزیع گونه‌های چوبی نتایج نشان داد که مدل سری هندسی و عصای شکسته به ترتیب برای جهت دامنه شمالی و جنوبی بهترین مدل بودند.

واژه‌های کلیدی: مدل سری هندسی، شاخص شانون وینر، بلوط، زاگرس

مقدمه

مطالعه و بررسی تنوع‌زیستی گونه‌ای گیاهی در مطالعات بوم‌شناسی از اهمیت بالایی برخوردار است و جایگاه و نقش پوشش گیاهی و رستنی‌های یک منطقه به‌عنوان عاملی مؤثر بر شرایط زیست محیطی، سبب می‌شود که اطلاعات دقیق و جامعی از آن تهیه گردد. تنوع گیاهی یا تعداد گونه در واحد سطح منطقه، از ویژگی‌های مهم جوامع گیاهی است که انعکاس‌دهنده میزان غنای گونه‌ای و وفورنسبی گونه‌های جامعه بوده و بررسی وضعیت آن از ضروریات شناخت تنوع‌زیستی و شرایط رویشی می‌باشد (۳۱)، شناختی که می‌تواند نشان‌دهنده میزان سلامت سیستم‌های بوم‌شناسی در مقیاس‌های مختلف مکانی و زمانی و تضمین‌کننده پایداری آنها در مقابل تغییرات مختلف زیست‌محیطی باشد و به حفاظت بهتر و استفاده اصولی‌تر از این منابع منجر شود (۱،۸،۲۵). عوامل مختلف تهدیدکننده تنوع‌زیستی کره زمین نظیر کاهش روزافزون وسعت زیستگاه‌ها، افزایش آسیب به موجودات زنده با تخریب‌های انسانی و اثرات جهانی تغییرات آب و هوا، نشان‌دهنده اهمیت بالای تنوع‌زیستی در سراسر جهان می‌باشد (۵۶،۲۹). از جنبه‌های مهم حفاظت از بوم‌سازگان‌های طبیعی و تنوع‌زیستی آنها، درک نحوه تأثیر عوامل محیطی همچون توپوگرافی و مؤلفه‌های آن از قبیل شیب، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا بر تنوع گونه‌های گیاهی است که می‌تواند تأثیر بسزائی در شناخت نحوه اثر آنها بر پراکنش گیاهان هر منطقه داشته باشد (۲۳،۴). شناختی که می‌تواند نشان دهد چگونه ساختار جامعه با فشارهای محیطی زنده و غیرزنده دستخوش تغییر می‌شود (۵۰،۶). در نواحی کوهستانی، پراکنش و توزیع گونه‌ها بیشتر تحت تأثیر عوامل توپوگرافی است که خود عامل تغییر در خرد اقلیم و خصوصیات ادافیکی می‌باشد (۲۰). فیزیوگرافی در مناطق مختلف کوهستانی از عوامل مؤثر بر تنوع گونه‌های گیاهی قلمداد شده است هرچند، میزان اثرگذاری هر یک از مؤلفه‌های آن در مناطق مختلف متفاوت بوده است (۴۹،۳۶،۳۳،۳۰،۷). تاکنون روش‌های متعددی برای این ارزیابی‌ها تنوع زیستی با توجه به مسائلی مانند دقت، هزینه و زمان مورد نیاز در برآوردهای میدانی پیشنهاد شده است (۸،۲۱). دو گروه عمده از این شاخص‌ها شامل شاخص‌های عددی (از قبیل شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی) و شاخص‌های غیرعددی (از قبیل مدل توزیع فراوانی گونه‌ای مثل سری هندسی و عصای شکسته) می‌باشد که هر دو دارای مزایا و معایبی مختص به خود می‌باشند. از مشکلات اساسی شاخص‌های عددی اینست که هرکدام از آنها در مورد گروه‌های خاص از گونه‌ها کاربرد دارند (۱۰)، بطوریکه شاخص سیمپسون (۵۲) برای گونه‌های عمومی و شاخص تنوع شانون (۵۰) برای گونه‌های کمیاب اهمیت بیشتری قائل است. این مسئله باعث ایجاد مشکلاتی در هنگام تفسیرهای بوم‌شناسی تنوع زیستی می‌گردد. یکی از راهکارها برای حل این مشکل، استفاده از شاخص‌های غیرعددی است (۲۶). این روش‌ها دو جامعه را به‌صورت گرافیکی با یکدیگر مقایسه می‌کنند (۳۸). تاکنون روش مدل‌سازی توزیع گونه‌ها به‌طور گسترده‌ای برای پاسخ به سؤالات مربوط به محیط‌زیست،

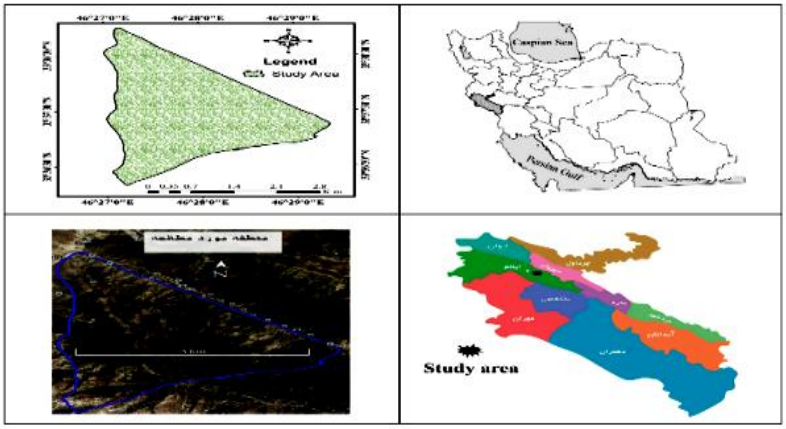
[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1396.5.9.7.7]
[DOI: 10.29252/ifej.5.9.24]

زیست‌شناسی و حفاظت گونه‌ها در مقیاس جهانی و منطقه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است (۹). بطور مثال مدل سری هندسی نشان‌دهنده جوامعی با تعداد کمی از گونه‌ها است که می‌تواند به‌علت شرایط بوم‌شناسی سخت حاکم بر آنها و یا به‌علت واقع بودن در مراحل اولیه توالی باشد که در آن مراحل اکثر گونه‌ها نابالغ بوده و تعداد کمی از آنها توانایی استقرار در محیط را دارند و لذا آن جوامع از فقر گونه‌ای رنج می‌برند، درحالیکه غالبیت مدل سری لگاریتمی نشان‌دهنده جوامعی است که در آن یک عامل محیطی غالب، فراوانی گونه‌ها را کنترل می‌کند و معمولاً این جوامع تعداد نسبتاً کمی گونه دارند. همچنین مدل لوگ نرمال بر یک جامعه بیانگر جوامع طبیعی، گسترده، متنوع، بالغ و با غنای گونه‌ای و ثبات بالا و نهایتاً غالبیت مدل عصای شکسته مک آرتور نشان‌دهنده توزیع متعادل‌تر منابع در بین گونه‌های جامعه می‌باشد (۲۵،۲۶،۴۴). با توجه به لزوم حفاظت از تنوع‌زیستی و به‌منظور توصیف و مقایسه وضعیت اکولوژیک اکوسیستم‌ها، بررسی آنها با استفاده از شاخص‌های مختلف تنوع در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در مورد عرصه‌های منابع طبیعی بسیار مهم است (۲۲،۴). در بوم‌سازگان‌های جنگلی و مرتعی رشته کوه‌های زاگرس در غرب ایران در زمینه اقدامات مدیریتی مانند حفاظت و نیز عدم حفاظت (۱۸)، پایش سابقه اختلالات و تخریب رویشگاه (۱۹،۴۶) و اثر عوامل فیزیوگرافی (۳۵) با استفاده از شاخص‌های عددی تنوع مطالعاتی انجام شده است ولی در زمینه بررسی تأثیر عوامل فیزیوگرافی بر شاخص‌های عددی تنوع گیاهی و شاخص‌های غیرعددی در این ناحیه مطالعات بسیار محدود بوده است. هدف از این تحقیق بررسی تنوع گونه‌های گیاهی علفی و چوبی در شرایط فیزیوگرافی مختلف با استفاده از شاخص‌های عددی و غیر عددی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

رویشگاه مورد مطالعه با مساحت ۱۱۰۰ هکتار با گونه غالب درختان بلوط (*Quercus brantii Lindl*) در منطقه کوهستانی و جنگلی شلم واقع شده است که بخشی از منطقه حفاظت شده مانشت و قلارنگ، در شهرستان ایلام است. این منطقه در طول جغرافیایی '۲۶ ، °۴۶ تا '۲۸ ، °۴۶ شرقی و عرض جغرافیایی '۳۶ ، °۳۳ تا '۳۷ ، °۳۳ شمالی و ارتفاع از سطح دریای ۱۵۰۰ تا ۲۱۵۰ متر و با دو جهت غالب دامنه شمالی و جنوبی واقع شده است (شکل ۱). رژیم بارندگی منطقه مورد مطالعه مدیترانه‌ای و میانگین بارندگی سالیانه محدوده منطقه حفاظت شده مانشت قلارنگ، بر اساس نقشه خطوط همباران سالیانه، معادل۶۳۲ میلی‌متر محاسبه شده است. میانگین بیشینه دمای منطقه ۱۸/۴ درجه سانتی‌گراد، میانگین کمینه دمای منطقه ۰/۶ درجه سانتی‌گراد و متوسط ایام یخبندان ۴۲ روز در سال است. کمینه و بیشینه مطلق دما به‌ترتیب ۱۵- و ۴۷ درجه سانتی‌گراد است (۳۲).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد پژوهش
Figure 1. Location of the research area

جمع‌آوری داده‌ها

نمونه‌برداری در بهار سال ۱۳۹۵ مطابق با اوج رویش گیاهان در منطقه مورد مطالعه انجام شد. به این منظور پس از بازدید از منطقه موردمطالعه، براساس تغییرات پوشش‌گیاهی، طبقات‌ارتفاعی (پایین‌بند، میان‌بند و بالابند) درطول گرادیان ارتفاعی (۱۵۰۰ تا ۲۱۵۰ متر) تعیین شد. در دو جهت غالب این منطقه کوهستانی (شمالی و جنوبی)، در هر طبقه ارتفاعی سه شیب مختلف (کمتر از ۲۵ درصد، ۲۵-۵۰ درصد و بیش از۵۰ درصد) تعیین و سپس در هر کلاس‌شیب، سه نقطه به‌صورت تصادفی مشخص شد. در هرنقطه یک ترانسکت به طول ۱۰۰ متر، عمود بر جهت شیب (برای کاهش تغییرات پوشش‌گیاهی در طول ترانسکت‌ها) پیاده گردید. بر روی هر ترانسکت به فاصله هر ۲۰ متر یک ۵ قطعه نمونه ۲×۲ متر انتخاب گردید. نمونه‌های موردنیاز برای بررسی پوشش‌گیاهی از هر ۵ قطعه نمونه و برای گونه‌های درختی و درختچه‌ای در قطعه نمونه‌هایی با ابعاد۲۰ × ۲۰ متر از نقاط ابتدا، وسط و انتهای هر ترانسکت برداشت و شناسایی شد. در مجموع در دو دامنه از هر طبقه ارتفاعی تعداد ۹۰ قطعه نمونه (۲۷۰ قطعه نمونه برای سه طبقه ارتفاعی) به‌منظور بررسی و شناسایی گونه‌های‌علفی و ۵۴ قطعه‌نمونه (۱۶۲ قطعه نمونه برای سه

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1396.5.9.7.7]
[DOI: 10.29252/ifej.5.9.24]

طبقه ارتفاعی) به‌منظور بررسی وشناسایی گونه‌های چوبی (درختی ودرختچه‌ای) تعیین شد. گونه‌ها با استفاده از فلورا ایرانیکا (۴۷)، فلور استان ایلام (۳۹) و نمونه‌های هرباریوم دانشگاه ایلام مورد شناسایی دقیق قرار گرفتند.

تجزیه و تحلیل آماری

برای اندازه‌گیری تنوع، از شاخص‌های غنا، یکنواختی و تنوع از شاخص‌های شانون وینر، غنای مارگالف و یکنواختی پایلو استفاده شد. این شاخص‌ها در نرم‌افزار Ecological methodology نسخه ۷/۱۲ محاسبه شدند. نرمال بودن و همگنی داده‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنف و لون بررسی شد و در صورت نیاز (داده‌های غیرنرمال)، از تبدیل‌های مرسوم از قبیل لوگاریتم استفاده شد. با توجه به نرمال بودن داده‌ها به منظور بررسی اثر ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت دامنه و اثر متقابل آن‌ها بر تنوع، غنا و یکنواختی تنوع گیاهی، از آزمون تجزیه واریانس چند طرفه (GLM) و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. همچنین مقایسه شاخص‌های تنوع بین گونه‌های گیاهی (علفی و چوبی) و در هر کدام از موقعیت‌ها با استفاده از آزمون t مستقل انجام شد. در این مطالعه علاوه بر شاخص‌های عددی تنوع، مدل‌های توزیع فراوانی-رتبه تنوع گونه‌ای (شاخص‌های پارامتریک) شامل عصای شکسته، سری لگاریتمی و سری هندسی استفاده گردید. به‌منظور بررسی تطابق بین الگوی پراکنش گونه‌ای در هر منطقه با مدل‌های مورد استفاده، ابتدا فراوانی هر گونه تعیین و پس از مرتب‌کردن (رتبه‌بندی) داده بر اساس فراوانی (از زیاد به کم) نمودار توزیع فراوانی گونه‌ای هر منطقه ایجاد شد. بر اساس داده‌های فراوانی واقعی، فراوانی هر گونه بر اساس مدل‌های پارامتریک نیز ایجاد شدند (۳۸). در نهایت برای بررسی تطابق بین فراوانی گونه‌ای واقعی و فراوانی ایجاد شده توسط هر مدل، از آزمون کای‌اسکور در نرم‌افزار PAST var. 3.04 استفاده گردید. آزمون کای‌اسکور برای ارزیابی ارتباط بین فراوانی گونه‌های دیده شده و فراوانی قابل انتظار در هریک از طبقات به‌کار می‌رود و اگر p محاسبه شده بیشتر از ۰/۰۵ باشد (معنی‌دار نباشد) اختلافی بین الگوی مشاهده‌ای و الگوی مدل نبوده و بنابراین داده‌ها از آن مدل پیروی می‌کنند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که ۱۲۹ گونه، از ۱۰۱جنس و ۳۴ خانواده در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. خانواده‌های *Poaceae* با ۲۰ گونه، *Papilionaceae* با ۱۸ گونه، *Asteraceae* با ۱۵گونه، *Lamiaceae* با ۱۲ گونه، به‌ترتیب ۱۵/۵، ۱۳/۹۵، ۱۱/۶۲ و۹/۳۰ درصد، بیشترین تعداد گونه‌ها را به خود اختصاص دادند که در مجموع میزان ۵۰/۳۷ درصد، از کل گونه‌های شناسایی‌شده درمنطقه را شامل می‌گردد که از این نظر جزو مهم‌ترین خانواده‌های موجود در این‌منطقه به‌حساب می‌آیند.

شاخص‌های عددی تنوع گیاهی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌های تنوع گیاهی علفی، شاخص‌های تنوع شانون وینر و غنای مارگالف بطور معنی‌داری ($p < ۰/۰۵$) تحت تأثیر شیب، جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا و اثر متقابل آنها قرار گرفته است. از طرفی یکنواختی به طور معنی‌داری تحت تأثیر جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا و اثر متقابل آنها قرار گرفته است. در مورد گونه‌های چوبی، شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی به طور معنی‌داری تحت تأثیر جهت دامنه، شیب و ارتفاع از سطح دریا و نیز اثر متقابل آنها قرار گرفتند (جدول ۱).

جدول ۱- تأثیر جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا، شیب و اثر متقابل آنها بر تنوع شانون وینر، غنای مارگالف و یکنواختی پایلو برای گونه‌های علفی و چوبی

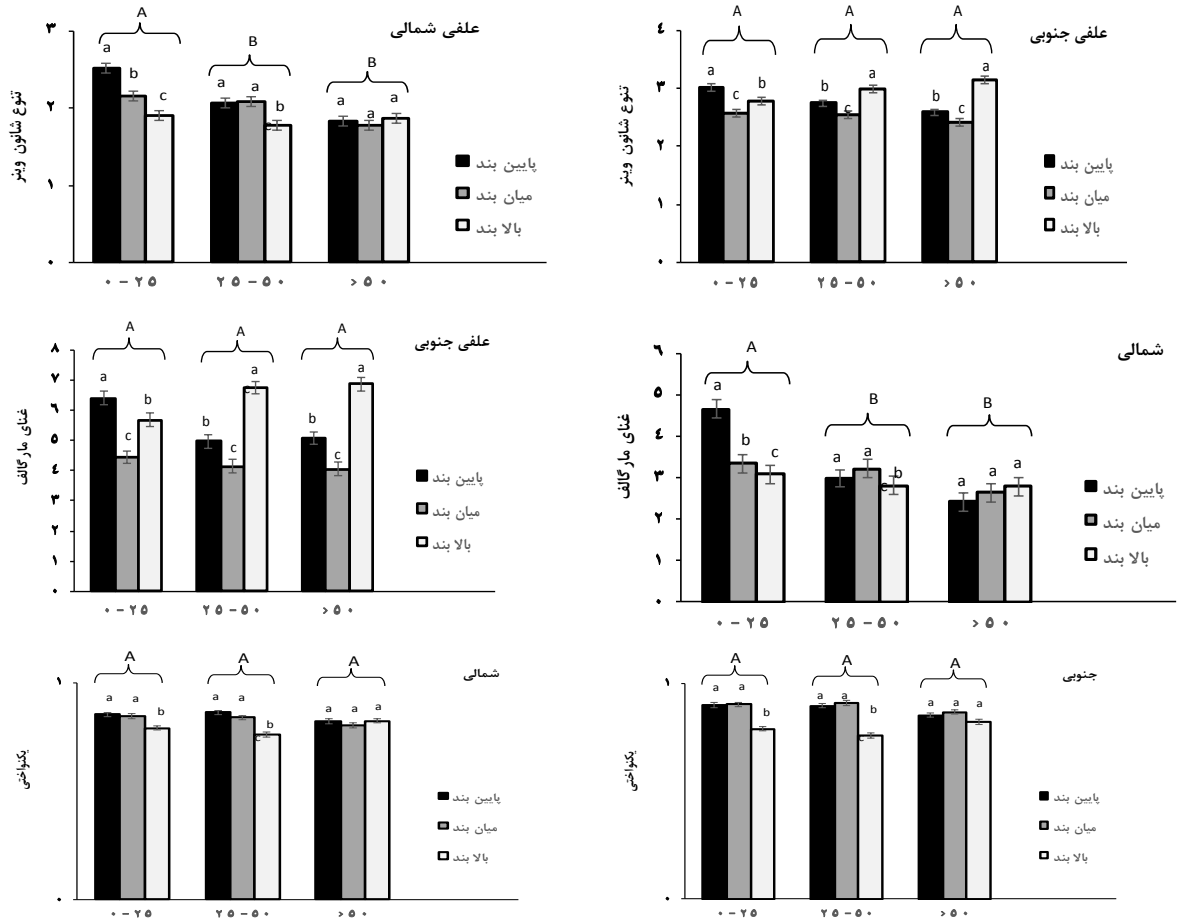
Table 1. Effect of aspect, elevation, slope and their interaction on Shannon Wiener diversity, Margalaf richness and Pielou evenness for herbaceous and woody species

	گونه‌های علفی					
	تنوع شانون وینر		غنای مارگالف		یکنواختی	
منبع تغییرات	سطح معنی‌داری	F	سطح معنی‌داری	F	سطح معنی‌داری	F
جهت دامنه	۰/۰۰۰	۶۵۸/۸۵۴	۰/۰۰۰	۵۰۰/۴۰۸	۰/۰۰۰	۲۱۳/۷۴۳
ارتفاع از سطح دریا	۰/۰۰۰	۱۶/۵۰۰	۰/۰۰۰	۳۶/۸۹۷	۰/۰۵۸	۳/۰۷۷
شیب	۰/۰۰۰	۱۸/۷۵۱	۰/۰۰۰	۱۳/۵۷۷	۰/۱۳۲	۲/۰۳۸
جهت× ارتفاع	۰/۰۰۰	۳۹/۷۶۳	۰/۰۰۰	۴۶/۶۹۳	۰/۰۰۰	۲۱/۴۹۱
جهت× شیب	۰/۰۰۱	۷/۵۴۷	۰/۰۰۲	۶/۵۳۵	۰/۶۹۳	۰/۳۶۹
ارتفاع ×شیب	۰/۰۰۰	۱۷/۵۲۲	۰/۰۰۰	۱۶/۲۸۶	۰/۰۰۰	۱۵/۳۷۱
جهت× ارتفاع× شیب	۰/۰۰۰	۰/۶۳۸	۰/۰۰۰	۱/۸۵۳	۰/۶۴۱	۰/۶۳۰
	گونه‌های چوبی					
جهت دامنه	۰/۰۰۰	۱۱۹/۲۰۷	۰/۰۰۰	۲۷/۹۶۱	۰/۰۰۰	۱۷۸/۰۹۰
ارتفاع از سطح دریا	۰/۰۰۰	۴۶/۱۲۶	۰/۰۰۰	۲۴/۳۲۴	۰/۰۰۰	۲۱/۵۶۷
شیب	۰/۰۰۰	۱۴/۷۰۹	۰/۰۰۰	۱۱/۳۳۳	۰/۰۰۰	۱۲/۷۵۹
جهت× ارتفاع	۰/۰۰۴	۵/۶۳۷	۰/۳۹۲	۰/۹۴۲	۰/۰۰۰	۲۴/۴۶۱
جهت× شیب	۰/۰۰۰	۲۸/۹۳۰	۰/۰۰۰	۲۴/۳۴۲	۰/۰۰۰	۱۳/۸۳۴
ارتفاع ×شیب	۰/۰۰۰	۶/۲۹۶	۰/۰۰۱	۵/۲۸۷	۰/۲۶۱	۱/۳۳۱
جهت× ارتفاع× شیب	۰/۰۰۰	۱۴/۱۱۲	۰/۰۰۰	۶/۶۶۶	۰/۰۰۰	۶/۸۲۷

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1396.5.9.7.7]
[DOI: 10.29252/ifej.5.9.24]

تنوع گونه‌های علفی بر اساس شاخص‌های عددی

مقایسه میانگین اثر متقابل شیب و ارتفاع از سطح دریا در جهت شمالی نشان داد که تنوع شانون وینر و غنای مارگالف گونه‌های علفی روند مشابهی دارند. بطوریکه بیشترین مقدار این شاخص‌ها در شیب ۰–۲۵ درصد و کمترین مقدار آنها در شیب های (۲۵–۵۰ درصد و ۵۰< درصد) بود. هرچند که بین دو کلاس شیب ۲۵–۵۰ و بیش از ۵۰ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. از طرفی در جهت جنوبی مقدار تشاخص‌های تنوع بین طبقات شیب اختلاف معنی‌داری نشان نداد (شکل ۲).

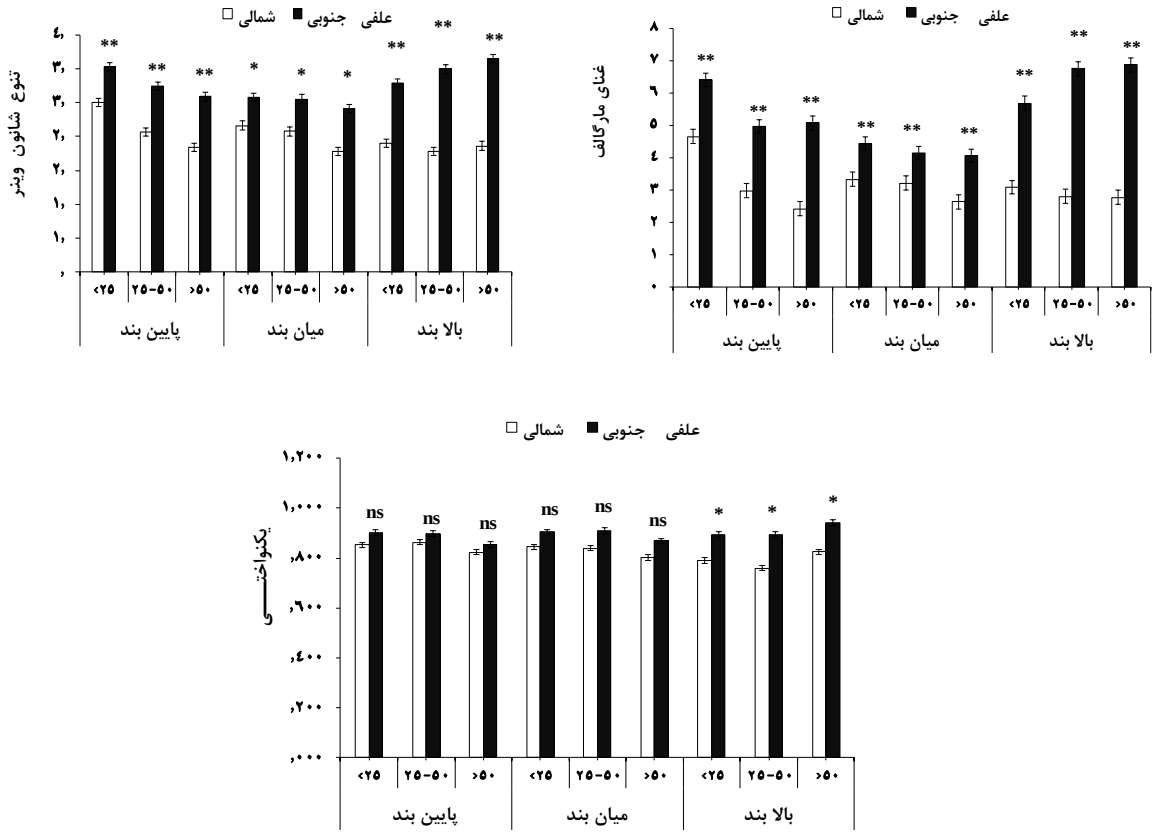


شکل ۲- نتایج تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌های گیاهی علفی بین طبقات مختلف شیب (حروف بزرگ) و طبقات ارتفاعی در هر طبقه شیب (حروف کوچک) در دو جهت شمالی و جنوبی، حروف مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین موقعیت‌های فیزیوگرافی است.

Figure 2. The results of diversity, richness and evenness of herbaceous species between different slope classes (uppercase letters) and elevation classes in each slope class (lowercase letters) in north and south aspect; Different letters indicate significant differences between physiographic conditions

مقایسه شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی در هر کلاس شیب براساس طبقات ارتفاع از سطح دریا نشان داد که در دامنه شمالی و در شیب ۰–۲۵ و ۲۵–۵۰ درصد تنوع و غنا و با افزایش ارتفاع از سطح دریا روند نزولی داشت ولی در شیب بیش از ۵۰ درصد بین طبقات ارتفاعی مختلف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. همچنین در جهت شمالی و در هر سه طبقه شیب بین طبقات ارتفاعی از نظر یکنواختی پوشش علفی اختلافی مشاهده نشد. در دامنه جنوبی تنوع شانون وینر، غنای مارگالف و یکنواختی در شیب ۰–۲۵ درصد در پایین بند بیشترین مقدار بود ولی در شیب ۲۵–۵۰ بیشترین مقدار تنوع و غنا در بالابند اتفاق افتاد. در دامنه جنوبی، در شیب ۲۵–۵۰ و بیش از ۵۰ درصد تنوع و غنا در بالابند بطور معنی‌داری بیشتر از دوطبقه ارتفاعی دیگر بود. از لحاظ یکنواختی در شیب بیشتر از ۵۰ درصد دامنه جنوبی اختلاف معنی‌داری بین طبقات ارتفاعی مختلف مشاهده نشد که این حالت کاملا در دامنه شمالی نیز رخ داد. مقایسه شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی در دو جهت شمالی و جنوبی برای گونه‌های علفی نشان داد که در مورد تنوع و غنا تمام کلاسه‌های ارتفاعی- شیب، میزان تنوع و غنا در جهت جنوبی بیشتر از جهت شمالی بود، اما در مورد یکنواختی تنها در مورد کلاسه ارتفاعی بالابند ودر طبقات شیب کمتر از ۲۵ و ۲۵–۵۰ و بیش از ۵۰ بین جهت شمالی و جنوبی اختلاف معنی‌داری وجود داشت و یکنواختی در جهت جنوبی بیشتر از جهت شمالی بود (شکل ۳).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1396.5.9.7.7]
[DOI: 10.29252/ifej.5.9.24]



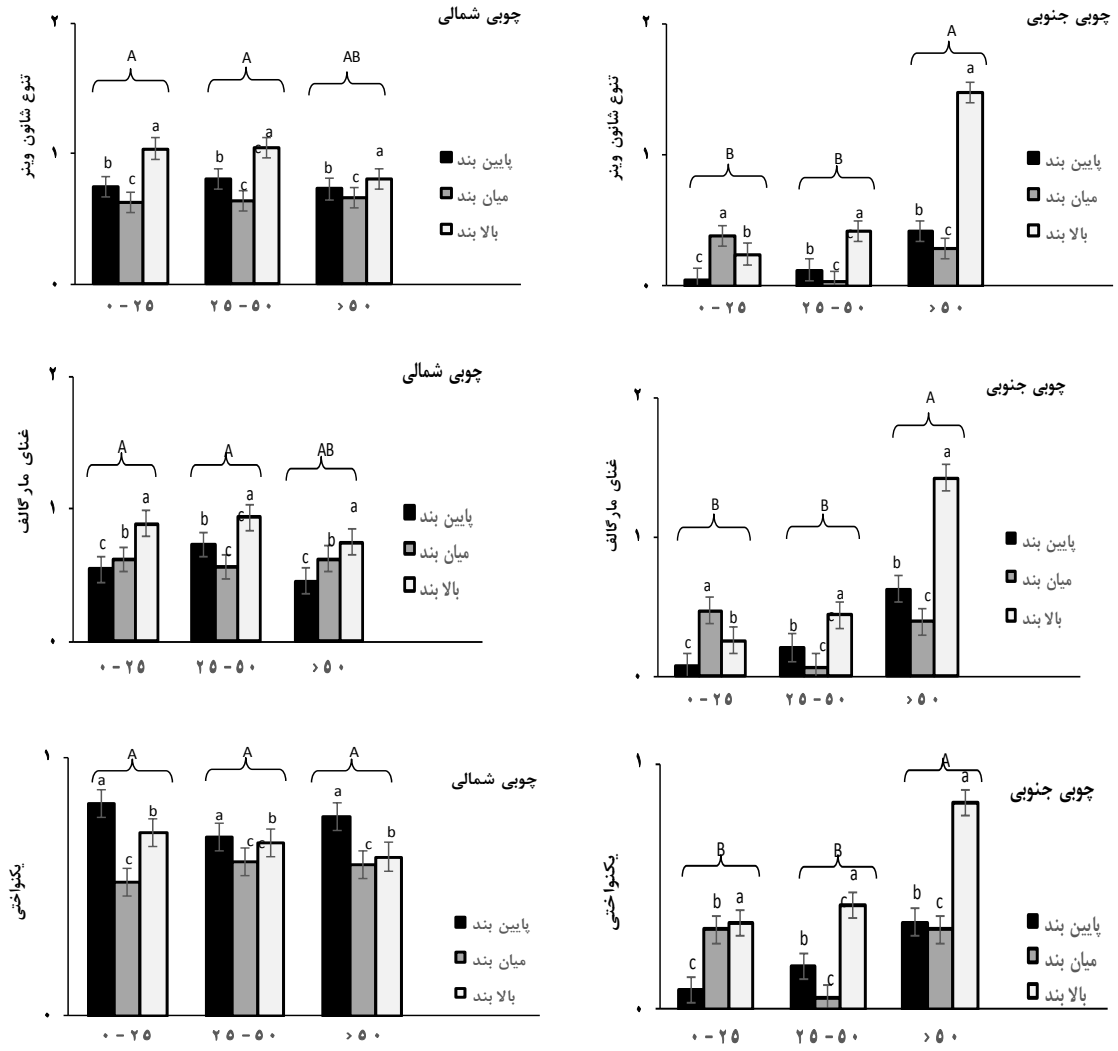
شکل ۳- تفاوت تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌های علفی بین دو جهت شمالی و جنوبی برای طبقه شیب در هر محدوده ارتفاع. ستاره‌ها نشان می‌دهند که بین دو جهت دامنه در هر محدوده ارتفاع و در هر شیب بر اساس آزمون تی اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($p<0.05$ * و $p<0.01$ ** و ns اختلاف معنی‌دار نیست)

Figure 3. Differences in diversity, richness and evenness of herbaceous species between the two aspects for each elevation and slope class. Stars indicate significant differences (*p< 0.05 and **p < 0.01; ns = no significant) between the two aspects in each elevation and slope class based on independent t-test

تنوع گونه‌های چوبی بر اساس شاخص‌های عددی

بررسی اثر متقابل شیب و ارتفاع از سطح دریا در جهت شمالی نشان داد که میزان تنوع، غنا و یکنواختی بین طبقات شیب اختلاف معنی‌داری نداشت. اما در جهت جنوبی، تنوع، غنا و یکنواختی در شیب بیش از ۵۰ درصد بیشترین مقدار بود، اما بین دو کلاس شیب دیگر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اما بررسی روند تغییرات تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌های چوبی در هر کلاس شیب بر اساس طبقات ارتفاعی نشان داد که در جهت شمالی میزان تنوع و غنا در بالابند بیشتر از دو کلاس ارتفاعی دیگر بود. ولی میزان یکنواختی در هر سه کلاس شیب در پایین بند بیش از میان‌بند و بالابند بود. اما در جهت جنوبی بطورکلی در دو کلاس شیب ۵۰-۲۵ و بیش از ۵۰ درصد میزان تنوع در بالابند بیشتر از میان‌بند و پایین بند بود، اما در شیب ۰-۲۵ تنوع و غنا در میان‌بند بطور معنی‌داری بیشتر از دوکلاس ارتفاعی دیگر بود (شکل ۴).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1396.5.9.7.7]
[DOI: 10.29252/ifej.5.9.24]

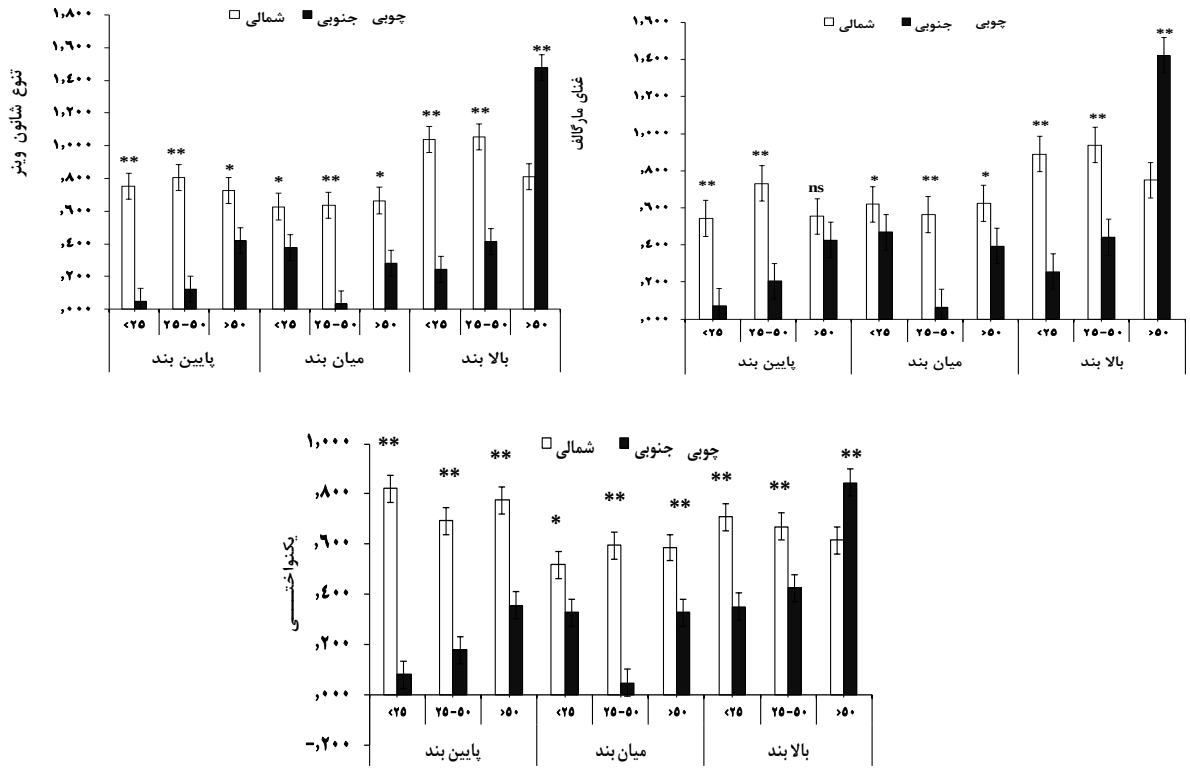


شکل ۴- نتایج تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌های گیاهی چوبی بین طبقات مختلف شیب (حروف بزرگ) و طبقات ارتفاعی در هر طبقه شیب (حروف کوچک) در دو جهت شمالی و جنوبی، حروف مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین موقعیت‌های فیزیوگرافی است.

Figure 4. The results of diversity, richness and evenness of woody species between different slope classes (uppercase letters) and elevation classes in each slope class (lowercase letters) in north and south aspect; Different letters indicate significant differences between physiographic conditions.

در مورد تنوع شانون وینر در پایین بند و میان بند در تمام طبقات شیب و در بالابند در طبقه شیب ۲۵-۰ و ۵۰-۲۵ میزان تنوع درجهت شمالی بیشتر از جنوبی بود. ولی دربالابند و شیب بیشتر از ۵۰، بیشترین تنوع در جهت جنوبی وجود داشت. در مورد غنای مارگالف نیز در پایین بند و میان بند در تمام طبقات شیب و در بالابند در طبقه شیب ۲۵-۰ و ۵۰-۲۵ میزان غنا درجهت شمالی بطور معنی‌داری بیشتر از جهت جنوبی بود، اما در بالابند (شیب بیشتر از ۵۰) همانند وضعیت تنوع، غنا نیز در جهت جنوبی بیشتر ازشمالی بود. یکنواختی نیز روند کاملا مشابهی با تنوع و غنا داشت و در همه کلاس‌های ارتفاعی بجز در شیب بیشتر از ۵۰ بالابند، درجهت شمالی بیشتر از جنوبی بود (شکل ۵).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1396.5.9.7.7]
[DOI: 10.29252/ifej.5.9.24]



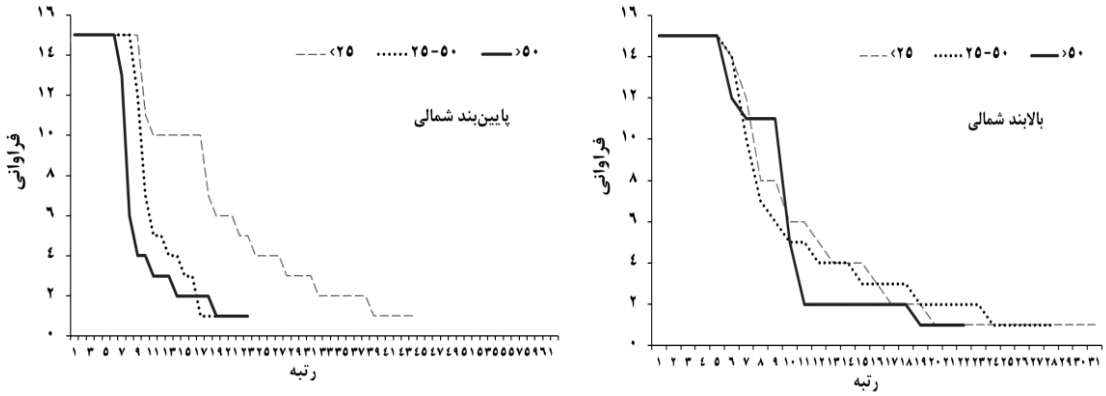
شکل ۵- تفاوت تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌های چوبی بین دو جهت شمالی و جنوبی برای طبقه شیب در هر محدوده ارتفاع. ستاره‌ها نشان می‌دهند که بین دو جهت دامنه در هر محدوده ارتفاع و در هر شیب بر اساس آزمون تی اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($p <0.05$ * و $p <0.01$ ** و ns اختلاف معنی‌دار نیست)

Figure 5. Differences in diversity, richness and evenness of woody species between the two aspects for each elevation and slope class. Stars indicate significant differences (*p< 0.05 and **p < 0.01; ns = no significant) between the two aspects in each elevation and slope class based on independent t-test

توزیع فراوانی تنوع گیاهی پوشش علفی

نتایج بررسی تطابق الگوی توزیع فراوانی پوشش علفی با مدل‌های مورد استفاده در این تحقیق نشان داد که در تمامی موارد در هر دو جهت شمالی و جنوبی الگوی پراکنش از مدل سری هندسی پیروی می‌کند ($p >۰/۰۵$).

پس از مدل سری هندسی، داده‌ها بیشترین تطابق را با مدل عصای شکسته نشان دادند و تقریباً در تمامی موارد، الگوی توزیع از این مدل نیز پیروی کرده است ($p >۰/۰۵$) (جدول ۲). با توجه به تعدد نمودارها، در همه کلاس‌های ارتفاعی تنها دو نمودار ارائه گردیده است (شکل ۶).



شکل ۶- نمودار رتبه – فراوانی تنوع گیاهی برای پوشش علفی در بالابند- دامنه شمالی (سمت راست) و پایین‌بند – دامنه شمالی (سمت چپ)

Figiure 6. Species abundance –ranking curve of herbaceous species in high land- north aspect (right) and low land-north aspect (left)

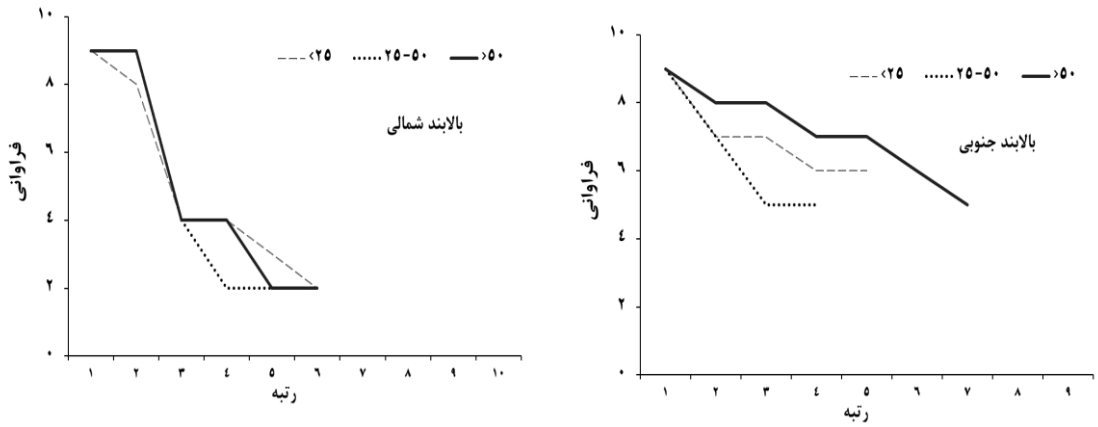
[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1396.5.9.7.7]
[DOI: 10.29252/ifej.5.9.24]

جدول ۲- نتایج تطابق فراوانی پوشش گیاهی (علفی) با مدل‌های توزیع فراوانی
Table 2. Results of fitting of vegetation cover (herbaceous) data with parametric models of frequency distribution

		علفی دامنه شمالی								
		پایین بند			میان بند			بالا بند		
مدل		۲۵<	۲۵-۵۰	۵۰>	۲۵<	۲۵-۵۰	۵۰>	۲۵<	۲۵-۵۰	۵۰>
هندسی	کای اسکور ۲	۹/۳۴	۲۱/۹۷	۱۲/۵۱	۳۱/۲۴	۱۲/۲۸	۷/۷۰	۵/۷۹	۵/۲۹	۱۴/۹۵
	P	۱/۰۰	۰/۰۸	۰/۵۷	۰/۰۱	۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۹۹	۱/۰۰	۰/۳۱
سری لگاریتمی	کای اسکور	۶۱/۳۰	۷۰/۳۱	۲۳/۸۷	۷۷/۱۶	۲۰/۴۱	۲۷/۵۹	۱۵/۳۵	۱۵/۱۳	۳۲/۰۷
	P	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۳۱	۰/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۴	۰/۰۰
عصای شکسته	کای اسکور	۱۸/۳۷	۲۵/۲۶	۱۷/۵۶	۳۰/۵۳	۱۷/۶۴	۱۱/۲۲	۱۳/۰۶	۹/۲۱	۱۸/۵۳
	P	۰/۹۷	۰/۰۵	۰/۳۴	۰/۰۳	۰/۷۳	۰/۶۷	۰/۹۱	۰/۹۷	۰/۲۹
لوگ نرمال	کای اسکور	۱۱/۹۸	۸/۰۳	۴/۹۹	۱۳/۶۶	۵/۸۰	۴/۴۸	۱۰/۴۴	۱/۴۶	۱۲/۶۱
	P	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۴۸	۰/۰۰
		علفی دامنه جنوبی								
هندسی	کای اسکور	۲۳/۸۲	۳۱/۱۶	۱۴/۲۰	۳۵/۸۷	۱۲/۲۳	۱۲/۷۴	۲۶/۰۷	۶۰/۵۱	۱۰/۷۹
	P	۱/۰۰	۰/۴۱	۱/۰۰	۰/۰۷	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۸۹	۰/۰۳	۱/۰۰
سری لگاریتمی	کای اسکور	۱۷۱/۷۰	۱۲۰/۸۰	۷۲/۲۳	۱۲۶/۵۰	۷۶/۰۷	۹۰/۳۴	۱۴۸/۹۰	۲۷۶/۶۰	۹۷/۷۳
	P	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
عصای شکسته	کای اسکور	۴۸/۳۴	۴۰/۹۲	۲۱/۵۵	۴۱/۸۶	۲۴/۳۱	۲۶/۲۴	۴۱/۶۸	۸۱/۹۸	۲۸/۱۷
	P	۰/۲۰	۰/۱۱	۰/۹۴	۰/۰۲	۰/۴۴	۰/۲۴	۰/۱۷	۰/۰۰	۰/۹۸
لوگ نرمال	کای اسکور	۲۶/۰۰	۱۲/۵۷	۱۹/۷۴	۳۵/۲۳	۹/۱۶	۱۲/۶۱	۲۹/۱۸	۴۹/۰۶	۱۴/۹۰
	P	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰

توزیع فراوانی تنوع گیاهی برای پوشش چوبی

نتایج بررسی تطابق الگوی توزیع فراوانی تنوع گیاهی برای پوشش چوبی با مدل‌های مورد استفاده در این تحقیق نشان داد که در تمامی موارد همانند پوشش علفی در جهت شمالی، پراکنش از مدل سری هندسی پیروی می‌کند ($p >$ ۰/۰۵). پس از مدل سری هندسی، داده‌های مورد مطالعه بیشترین تطابق را با مدل عصای شکسته نشان دادند و تقریباً در تمامی موارد، توزیع پراکنش از این مدل نیز پیروی کرده است ($p >$ ۰/۰۵). اما برخلاف پوشش علفی در جهت جنوبی توزیع پوشش چوبی بیشتر از مدل عصای شکسته پیروی می‌کند ($p >$ ۰/۰۵) (جدول ۳). با توجه به تعدد نمودارها، در همه کلاس‌های ارتفاعی تنها دو نمودار ارائه گردیده است (شکل ۷).



شکل ۷- نمودار رتبه – فراوانی تنوع گیاهی برای پوشش علفی در بالابند- دامنه جنوبی (سمت راست) و بالابند – دامنه شمالی (سمت چپ)
Figiure 7. Species abundance –ranking curve of woody species in high land- south aspect (right) and high land- north aspect (left)

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1396.5.9.7.7]
[DOI: 10.29252/ifej.5.9.24]

جدول ۳- نتایج تطابق فراوانی پوشش گیاهی (چوبی) با مدل‌های توزیع فراوانی
Table 3. Results of fitting of vegetation cover (woody) data with parametric models of frequency distribution

مدل		چوبی دامنه شمالی								
		پایین بند			میان بند			بالا بند		
		<۲۵	۲۵-۵۰	>۵۰	<۲۵	۲۵-۵۰	>۵۰	<۲۵	۲۵-۵۰	>۵۰
هندسی	کای اسکور	۰/۲۹	۰/۷۷	۱/۴۶	۰/۴۶	۱/۵۱	۱/۰۱	۰/۰۷	۲/۵۳	۲/۹۰
	P	۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۴۸	۰/۹۸	۰/۶۸	۰/۸۰	۱/۰۰	۰/۷۷	۰/۴۱
سری لگاریتمی	کای اسکور	۱/۹۲	۴/۱۶	۶/۵۴	۳/۱۵	۲/۱۰	۳/۵۴	۲۱/۲۷	۱۵/۱۲	۱۱/۹۴
	P	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۰۱	۰/۲۱	۰/۳۵	۰/۱۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
عصای شکسته	کای اسکور	۲/۳۹	۳/۶۹	۲/۴۸	۱/۳۳	۱/۵۷	۱/۶۸	۸/۵۲	۶/۴۰	۶/۵۲
	P	۰/۵۰	۰/۴۵	۰/۲۹	۰/۷۲	۰/۶۷	۰/۶۴	۰/۰۴	۰/۱۷	۰/۰۹
لوگ نرمال	کای اسکور	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
	P	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
		چوبی دامنه جنوبی								
هندسی	کای اسکور	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۶۵	۱/۲۱	۰/۰۰	۰/۶۳	۰/۰۰	۰/۳۱	۲/۶۱
	P	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۷۲	۰/۵۵	۰/۰۰	۰/۷۳	۰/۰۰	۰/۸۶	۰/۹۲
سری لگاریتمی	کای اسکور	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۳۴	۷/۱۴	۰/۰۰	۴/۲۹	۰/۰۰	۳/۱۶	۱۸,۳۳
	P	۰/۰۰	۰/۰۰	۰,۵۱	۰,۰۱	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۰
عصای شکسته	کای اسکور	۰,۲۷	۱,۸۰	۰,۸۹	۲,۸۰	۰,۲۷	۱,۶۵	۳,۰۰	۰/۹۰	۸/۲۷
	P	۰/۶۰	۰/۱۸	۰/۸۳	۰/۲۵	۰/۶۰	۰/۴۴	۰/۰۸	۰/۶۴	۰/۲۲
لوگ نرمال	کای اسکور	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۹۸
	P	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۳۲

مقایسه شاخص‌های تنوع نشان داد که تنوع شانون وینر و غنای مارگالف گونه‌های علفی در جهت شمالی روند مشابهی داشته و بیشترین مقدار این شاخص‌ها در شیب ۰-۲۵ درصد بود و مقدار آنها با افزایش شیب کاهش یافت. افزایش شیب عامل مهمی در فرسایش سطحی خاک است، در چنین شرایطی استقرار و رشد گونه‌های گیاهی به دلیل ناپایداری فیزیکی و کاهش حاصلخیزی خاک سطحی دچار اختلال می‌شود (۵۵،۱۶،۱۳). نادال رومرو و همکاران (۴۰) در بررسی اثر شیب بر غنای گونه‌های گیاهی در منطقه‌ای کوهستانی با اقلیم مدیترانه‌ای نشان داد که با افزایش شیب غنای گونه‌های گیاهی کاهش پیدا کرد و بیشترین و کمترین غنا به ترتیب در شیب کمتر ۲۵ و بیشتر از ۵۰ رخ داده است. مطالعات دیگر در ناحیه رویشی زاگرس نیز به کاهش تنوع و غنای گونه‌های یر اشکوب تأکید کرده اند و دلیل آن را اثر منفی شیب‌های تند در خشک شدن خاک، شسته شدن خاک، زهکشی، از دست رفتن عناصر غذایی و کاهش حاصلخیزی ذکر کرده‌اند (۱۷). از طرفی با افزایش شیب و بروز فرسایش خاک و نیز شسته شدن مستقیم بذور، ذخیره بذر گونه‌ها (اندازه بانک بذر) کاهش پیدا می‌کند و تنوع و ترکیب گونه‌های گیاهی تغییر پیدا می‌کند (۵،۱۴). بر خلاف گونه‌های علفی تنوع و غنای گونه‌های چوبی در جهت جنوبی در شیب‌های زیاد (بیش از ۵۰ درصد) بیشترین بود و در جهت شمالی بین طبقات شیب اختلافی مشاهده نشد. نتایج بررسی تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌های چوبی در هر سه طبقه شیب و در جهت شمالی نشان داد که بر خلاف گونه‌های علفی، میزان تنوع و غنا حتی در شیب های زیاد، در بالابند بیشتر از دو کلاس ارتفاعی دیگر بود. در جهت جنوبی نیز مانند جهت شمالی در تمام طبقات شیب، تنوع و غنا در بالابند بیشترین بود. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که در ارتفاعات میان بند تنوع و غنای گونه‌های چوبی افزایش می‌یابد که دلیل ان شرایط بهتر بوم‌شناسی (دما، رطوبت و خاک) ذکر شده است (۵۸،۱۲). میرزایی و همکاران (۳۴) منطبق با نتایج تحقیق حاضر در ناحیه رویشی زاگرس بیان کرد که تنوع و غنای گونه‌های چوبی در جهت‌های مختلف دامنه با ارتفاع از سطح دریا همبستگی مثبت دارد. دلیل این مسئله بالابودن درصد سنگ در ارتفاعات بالا و نقش حفاظتی آن برای استقرار گونه‌های چوبی بیان شده است. وجود گونه‌هایی درختی مانند انجیر کوهی، شن، بنه، خنجوک، زالزالک، بخورک، ارژن، کیکم و آلبالو دانه ریز در ارتفاعات بالا در پناه صخره سنگ‌ها و ریشه دوانی در شیب‌های زیاد در این تحقیق مؤید مناسب بودن چنین شرایطی به عنوان آشیان بوم‌شناسی مناسب استقرار این گونه‌ها است (۳۶). پترز و همکاران (۴۳) نیز به نقش مهم صخره سنگ‌ها در استقرار و پراکنش گونه‌های چوبی و ایجاد شرایط مناسب رطوبتی و حفاظتی برای این گونه‌ها در مناطق خشک اشاره کرده است. از طرفی در طبقه ارتفاعی بالاتر به دلیل کاهش دما، تغییر نوع بارش از باران به برف و افزایش میزان بارندگی گونه‌های چوبی در جهت‌های مختلف دیده می‌شوند و از نظر شادابی و رشد و زادآوری

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1396.5.9.7.7]
[DOI: 10.29252/ifej.5.9.24]

گونه‌های چوبی از شرایط بهتری برخوردار هستند (۴۸). در ارتباط با ارتفاع از سطح دریا، در دامنه شمالی و در شیب های کمتر، تنوع و غنای گونه‌های علفی با افزایش ارتفاع از سطح دریا روند کاهشی داشت یعنی در پایین بند بیشترین و در بالابند کمترین مقدار بود. همانند دامنه شمالی در دامنه جنوبی نیز در شیب‌های کمتر تنوع و غنای گونه‌های علفی در پایین بند بیشترین بود. این نتیجه با یافته‌های انطباق دارد. کاهش دما، کاهش عمق و حاصل‌خیزی خاک و سنگلاخی شدن طبقات ارتفاعی بالا بخصوص در شیب‌های زیاد امکان استقرار گونه‌های علفی را کاهش می‌دهد (۱۱،۴۲). از طرفی کاهش تعداد گونه‌ها در بانک بذر خاک به عنوان منشأ پوشش گیاهی روزمینی در مناطق بالابند نسبت به طبقات ارتفاعی پایین اشاره شده است (۴۶) که می‌تواند از دلایل کاهش تنوع گونه‌های علفی در مناطق بالابند باشد. به طور کلی مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌های چوبی بین دو جهت شمالی و جنوبی بر اساس شیب–طبقه ارتفاعی نشان داد که تنوع، غنا و یکنواختی در جهت شمالی بیشتر از جنوبی بود درحالیکه برای گونه‌های علفی در تمام حالت‌های ارتفاعی– شیب، میزان تنوع و غنا در جهت جنوبی بیشتر از جهت شمالی بود. جهت دامنه به واسطه تأثیر بر رطوبت، حاصلخیزی و عمق خاک از عوامل مهم تغییر تنوع گونه‌های گیاهی است (۱۹،۵۴). نجفی فر (۴۱) اثر شاخص‌های فرم زمین را بر تنوع گونه‌ای گیاهان چوبی در مناطق جنگلی زاگرس میانی در استان ایلام را مورد بررسی قرار داد و بیان کرد که در جهات شمالی مقدار تنوع گونه ای به طور معنی داری بیشتر از جهات دیگر است. مارن و همکاران (۲۸) نیز بیان کرد که در نیمکره شمالی، جهت دامنه جنوبی نور خورشید بیشتری دریافت می‌کند و خشک تر است که این شرایط برای رشد درختان مناسب نیست. بیشتر بودن تنوع گونه‌های علفی در جهت جنوبی می‌تواند به باز بودن تاج پوشش اشکوب فوقانی و دریافت نور بیشتر برای ظهور گونه‌های علفی مرتبط باشد. این نتیجه با یافته‌های مهدوی و حیدری (۲۷) در ناحیه زاگرس انطباق دارد.

نتایج بررسی تطابق الگوی توزیع فراوانی پوشش علفی با مدل‌های مورد استفاده در این تحقیق نشان داد که در تمامی موارد و در هر دو جهت شمالی و جنوبی الگوی پراکنش از مدل سری هندسی و سپس عصای شکسته پیروی می‌کند. نتایج بررسی تطابق الگوی توزیع فراوانی تنوع گیاهی برای پوشش چوبی با مدل‌های مورد استفاده در این تحقیق نشان داد که در تمامی موارد همانند پوشش علفی در جهت شمالی، پراکنش از مدل سری هندسی پیروی می‌کند اما در جهت جنوبی توزیع پوشش چوبی بیشترین انطباق را با مدل عصای شکسته نشان داد. مدل سری هندسی در شرایطی که گونه‌های آن نسبتاً فقیر است و منابع محیطی محدود در استقرار گونه‌ها اهمیت زیادی دارند، اتفاق می‌افتد به عبارتی این مدل بیانگر جوامع شکننده و حساس است (۳۷). این مدل بیانگر این است که در حالت‌های مختلف مورد مطالعه (شرایط فیزوگرافی مختلف) تعداد کمی گونه غالب و تعداد زیادی گونه نادر وجود دارد (۵۶). قهساره اردستانی (۱۵) در بررسی تنوع گونه‌های گیاهی در چهار رویشگاه مرتعی با شرایط فیزیوگرافی و ادافیکی زیاد نشان داد که همه رویشگاه‌ها از مدل لوگ نرمال پیروی کردند ولی شاخص عددی هیل N1 تفاوت تنوع بین رویشگاها را بهتر نشان داد. همچنین در مناطق با سطوح مختلف حفاظتی نیز شاخص‌های عددی بیانگر تفاوت معنی‌دار تنوع بود درحالیکه همه مناطق از مدل لوگ‌نرمال تبعیت کردند (۳).

در این تحقیق مشخص شد که پایش تفاوت تنوع گونه‌های (علفی و چوبی) در شرایط مختلف فیزیوگرافی با شاخص‌های عددی امکان‌پذیر است و مدل‌های توزیع، تفاوت این شرایط را منعکس نکردند. به نظر می‌رسد شاخص‌های عددی در این ناحیه کوهستانی کارایی بیشتری در نشان دادن تفاوت تنوع گونه‌های علفی و چوبی در موقعیت‌های مختلف فیزیوگرافی داشته است. هرچند مدل‌های توزیع بصورت بارزی به این تفاوت‌ها واکنش نشان ندادند ولی می‌توانند اطلاعات تکمیلی مناسبی در زمینه شکننده و حساس بودن یا پایداری جوامع بوم‌سازگان و وضعیت فراوانی گونه‌های غالب و نادر آن ارائه دهد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1396.5.9.7.7]
[DOI: 10.29252/ifej.5.9.24]

منابع

1. Akbarzadeh, M. and Sh. Razaghi. 2002. Preservation and conservation of important species of rangelands using pollen pollination of honeybees in rangelands of Mazandaran province. Proceedings of the first national conference on livestock and rangelands management, 11 pp (In Persian).
2. Atashgahi, Z., H. Ejtehadi and H. Zare. 2015. Plant species diversity in relation to topography in the east of dodangeh forests, Mazandaran province, Iran. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 28(1): 1-11 (In Persian).
3. Bagheri, A., R. Ghorbani, M. Benayan and A. Shafner. 2014. Effect of different levels of environmental protection on plant species diversity. Journal of Agroecology, 6(1): 60-69 (In Persian).
4. Barnes, B.V., D.R. Zak, S.R. Denton and S.H. Spurr. 1998. Forest Ecology. John Wiley and Sons, Inc: 773.
5. Cerdà, A. and P. García-Fayos. 2002. The influence of seed size and shape on their removal by water erosion. Catena, 48: 293-301.
6. Condit, R., N. Pitman, E.G. Leigh, J. Chave, J. Terborgh and R.B. Foster. 2002. Beta-diversity in tropical forest trees. Science, 295(5555): 666-669.
7. Curtin, G.G. 1995. Can landscapes recover from human disturbance? Long-term evidence from disturbed subalpine communities. Biological Conservation, 74: 49-55.
8. Duccio, R., M. Matteo and R. Carlo. 2017. Measuring rao's q diversity index from remote sensing: an open source solution. Ecological Indicators, 72: 234-238.
9. Dukes, J.S. and H.A. Mooney. 1999. Does global change increase the success of biological invaders? Trends in Ecology and Evolution, 14(4): 135-139.
10. Ejtehadi, H., A. Sepehry and H.R. Akkafi. 2009. Methods of Measuring Biodiversity. Ferdowsi University Publication, 228 pp (In Persian).
11. Fisher, M.A. and P.Z. Fuel. 2004. Changes in forest vegetation and arbuscular mycorrhizae along a steep elevation gradient in Arizona. Forest Ecology and Management, 200: 293-311.
12. Fossa, A. 2004. Biodiversity patterns of vascular plant species in mountain vegetation in the Faroe Islands. Diversity and dittribution, 10(3): 2017-223.
13. Gallart, F., M. Marignani, N. Pérez-Gallego, E. Santi and S. Maccherini. 2013. Thirty years of studies on badlands, from physical to vegetational approaches. A succinct review. Catena, 106: 4-11.
14. Garcia-Fayos, P., E. Bochet and A. Cerdà. 2010. Seed removal susceptibility through soil erosion shapes vegetation composition. Plant Soil, 334: 289-297.
15. Ghahsareh Ardestani, A., M. Basiri, M. Tarkesh and M. Borhani. 2010. Distributions of species diversity abundance models and relationship between ecological factors with Hill (N1) species diversity index in 4 range sites of Isfahan Province. Journal of Range and Watershed Management, 63 (3): 387-397 (In Persian).
16. Guardia, R. and J.M. Ninot. 1992. Distribution of plant communities in the badlands of the Upper Llobregat basin (Pyrenees). Studia Geobotanica, 12: 83-103.
17. Heydari, M. and A. Mahdavi. 2009. Pattern of plant species diversity in related to physiographic factors in melah gavan protected area, Iran. Asian Journal of Biological Sciences, 2(1): 21-28.
18. Heydari, M., H. Poorbabaei, M. Bazgir, A. Salehi and J. Eshaghirad. 2014. Earthworms as indicators of different forest management and human disturbance in llam oak foresto lran. Folia Forestalia Polonica, series A, 56(3): 121-134.
19. Heydari, M., P. Prevosto, T. Abdi, J. Mirzaei, M. Mirab-balou, N. Rostami, M. Khosravi and D. Pothier. 2017. Establishment of oak seedlings in historically disturbed sites: regeneration success as a function of stand structure and soil characteristics. Ecological Engineering, 107: 172-182.
20. Hua, Y. 2002. Distribution of plant species richness along elevation gradient in Hubei Province, China. International Institute for Earth System Science, Nanjnng University, 14 pp.
21. Ibanez, J.J., S. De-Albs, F.F. Bermúdez and A. García-Álvarez. 1995. Pedodiversity: concepts and measures. Catena, 24(3): 215-232.
22. Kolongo, T.S.D., G. Decocq Adou Aao, E. Blom and R.S.A. Van Rompaey. 2006. Plant species diversity in the southern part of the Tai national park (Cote divoire). Biodiversity and Conservation, 15: 2123-2142.
23. Kraft, N.J. B., L.S. Comita, J.M. Chase, N.J. Sanders, N.G. Swenson, T.O. Crist, J.C. Stegen, M. Vellend, B. Boyle, M.J. Anderson, H.V. Cornell, K.F. Davies, A.L. Freestone, B.D. Inouye, S.P. Harrison and J.A. Myers. 2011. Disentangling the drivers of b diversity along latitudinal and elevational gradients. Science, 333: 1755-1758.
24. Krebs, C.J. 2001. Ecology. Benjamin Cummings Sanfransisco. Fifth Ed, pp: 343-384.
25. Loghmanpour, M., M. Elahi, A. Yakhshaki and Z. Vardaneyan. 2015. Study of the effects of type of participatory and governmental management on the diversity of wooden species using parametric models of diversity. Forest and Wood Products. Journal of Natural Resources of Iran, 68(2): 457-468 (In Persian).
26. Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helmeted. London.
27. Mahdavi, A., M. Heydari, R. Bastam and H. Abdollah. 2010. Vegetation in relation to some edaphic and physiographic characteristics of site (Case study: Zagros forest ecosystem, Kabirkuh protected area, Ilam). Iranian journal of Forest and Poplar Research, 17(4): 581-593 (In Persian).
28. Maren, I.E., S. Karki, C. Prajapati, R.K. Yadav and B. BabuShresthab. 2015. Facing north or south: Does slope aspect impact forest stand characteristics and soil properties in a semiarid trans-Himalayan valley? Journal of Arid Environments, 121: 112-123.
29. Margules, C.R. and R.L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. Nature, 405: 243-253.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1396.5.9.7.7]
[DOI: 10.29252/ifej.5.9.24]

30. Mark, A.F., K.J. Dickinson and R.G. Hofstde. 2000. Alpine vegetation, Plant distribution, Life form, and environments a humid New Zealandregion. Arctile Antarctic and Alpine Research, 32: 240-254.
31. Mi, Z., Z. Kai-hua, Y. Jin-Zhu and G. Bin. 2012. Analysis on slope revegetation diversity in different habitats. Procedia Earth and Planetary Science, 5: 180-187.
32. Mirzaei, J. 2014. Detailed plan of Manesht Qalarang Ilam protected area, 450 pp (In Persian).
33. Mirzaei, J., M. Akbarineya, S.M. Hosseini, H. Sohrabi and J. Hosseinzadeh. 2007. Diversity of herbaceous plants in relation to physiographic factors in middle ecosystems of zagros. Journal of Biology, 20(4): 375-382 (In Persian).
34. Mirzaei, J., M. Akbarineya, S.M. Hosseini and M. Kohzadi. 2008. Comparison of biodiversity response of herbaceous and wood species to environmental factors in different geographical directions of zagros forests. Environmental Sciences, 5(3) (In Persian).
35. Mirzaei, J., M. Akbarinia, S.M. Hosseini, H. Sohrabi and J. Hosseinzade. 2008a. Biodiversity of herbaceous species in relation to physiographic factors in forest ecosystems in Central Zagros. Journal of Iranian Biology, 20(4): 375-382 (In Persian).
36. Mirzaei, J., M. Heydari and P. Bernard. 2017. Effects of vegetation patterns and environmental factors on woody regeneration in semi-arid oak-dominated forests of western Iran. Journal of Arid Land, 9 (3): 368-378.
37. Motamedi, J. and I. Sheidai Karkaj. 2014. Suitable species diversity abundance model in three grazing intensities in Dizaj Batchi Rangelands of west Azerbaijan, Journal of Rangeland and Watershed Management, Journal of Natural Resources of Iran, 67(1): 103-115 (In Persian).
38. Motamedi, J. and M. Souri. 2016. Efficiency of numerical and parametrical indices to determinebiodiversity in mountain rangelands. Acta Ecologica Sinica, 36(2): 108-112.
39. Mozaffarian, V. 2008. Flora ilam. Contemporary culture publishing house, 936 pp. (In Persian).
40. Nadal-Romero, E., K. Petrlic, E. Verachtert, E. Bochet and J. Poesen. 2014. Effects of slope angle and aspect on plant cover, and species richness in a humid Mediterranean badland. Earth Surface Processes and Landforms, 39(13): 1705-1716.
41. Najafifar, A. 2013. Biodiversity of woody species in relation to topographical factors in central Zagros forest ecosystems, Journal of Wood and Forest Science and Technology, 19(4) (In Persian).
42. Namgail, T., G.S. Rawat, C. Mishra, S.E. van Wieren and H.H. Prins. 2012. Biomass and diversity of dry alpine plant communities along altitudinal gradients in the Himalayas. Journal of Plant Research, 125(1): 93-101.
43. Petersa, E.M., C. Martorellb and E. Ezcurrac. 2008. Nurse rocks are more important than nurse plants in determining the distribution and establishment of globose cacti (*Mammillaria*) in the Tehuacán Valley Mexico. Journal of Arid Environments, 72(5): 593-601.
44. Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity, Wiley, New York.
45. Pourreza, M., S.M. Hosseini, A.A. Safari Sanjani, M. Matinizadeh and V. Dick. 2013. Effect of fire intensity on soil macrophona in Iranian oak forests. Journal of forest and Poplar Research, 21(4): 729-741 (In Persian).
46. Li, Q., H. Fang and Q. Cai. 2011. Persistent soil seed banks along altitudinal gradients in the Qilian Mountains in China and their significance for conservation management .African Journal of Agricultural Research, 6(10): 2329-2340.
47. Rechinger, K.H. 1898. Flora Iranica. Nordic Journal of Botany, 8(6): 625-626.
48. Saghari, M., H. Shahrokhi, M. Rostampour and M. Eshghizadeh. 2016. Evaluation of topographic factors affecting the growth characteristics and establishment of Rhus coriaria L. In eastern watershed rangelands (Case study: Kakhak watershed in Gonabad province). Journal of Plant Ecosystem Conservation, 4(9): 133-150 (In Persian).
49. Salick, J., J. Anderson, R. Woo, N. Sherman, A. Cili and S. Dorje. 2004. Tibetan ethnobotany and gradient analyses: Menri (Medicine Mountains), Eastern Himalayas. Millennium Ecosystem Assessment. Economic Botany, 59(4): 312-325.
50. Shannon, C.E. and W. Weaner. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, 131 pp.
51. Shmida, A. and M.A. Wilson. 1985. Biological determinants of species diversity, Journal of biogeography, 12: 1-20.
52. Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. Nature, 163: 688.
53. Siyan, He., Z.h. Yonglin, S. Yudan, S. Zhiyao, J. Xiaorong, H. Yanqiu and Zh. Qing. 2017. Topography-associated thermal gradient predicts warming effects on woody plant structural diversity in a subtropical forest. Scientific Reports, 40387: 1-10.
54. Small, C.J. and B.C. McCarthy. 2005. Relationship of understory diversity to soil nitrogen, topographic variation and stand age in an eastern oak forest, USA. Forest Ecology and Management. 217(2-3): 229-243.
55. Takyu, M., S.I. Aiba and K. Kanehiro. 2002. Effects of topography on tropical lower montane forests under different geological conditions on Mount Kinabalu, Borneo. Plant Ecology, 159: 35-49.
56. Valadi, G., J. Eshaghirad and M. Zargaran. 2016. Evaluation of the effect of turbulence on species diversity of oak forests using parametric indices. Scientific Journal of Forest Research and Development, 2(4): 315-324 (In Persian).
57. Worm, B., E.B. Barbier, N. Beaumont, J.E. Duffy, C. Folke, B.S. Halpern, J.B. Jackson, H.K. Lotze, F. Micheli, S.R. Palumbi and E. Sala. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services, Science, 314(5800): 787-790.
58. Zakeri Pashakalaei, M., S. Alvany Nejad and A. Esmaeil Zadeh. 2014. Relationship between plant biodiversity with topographic factors in western forests of Mazandaran (Case study: Research forest of Tarbiat Modares University). Applied ecology, 3(8): 1-16 (In Persian).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1396.5.9.7.7]
[DOI: 10.29252/ifej.5.9.24]

Diversity of Herbaceous and Woody Plant Species in Relation to Different Physiographic Conditions using Numerical and Parametrical Indices in Zagros Mountainous Forests

Javad Cheraghi[1], Mehdi Heydari[2], Reza Omidipour[3] and Majid Mirab Balo[4]

1- M.Sc. Student of the Forest Sciences, College of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
2- Assistant Professor, Department of Forest Science, College of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran, (Corresponding Author: m.heidari@ilam.ac.ir)
3- Instructore, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
4- Assistant Professor, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
Received: December 17, 2017 Accepted: January 16, 2018

Abstract

Numerical and parametrical indices are two of the most important and most widely used indices for assessing biodiversity in different societies. Nevertheless, their efficiency and selection in various ecosystems has always been one of the challenging issues of ecology. In this study, the numerical indices of diversity, richness and eveness, as well as abundance–ranking distribution models including broken stick, log normal, log series and geometric series as parametrical indices of diversity were calculated seperatly for herbaceous and woody species in different physiogrphic conditions in zagros forest ecosystem. Results showed that there was significant different between various physiographic conditions in term of numerical indices as the Shannon-Wiener diversity and Margalef richness indices of herbaceous species in the northern aspect have a similar trend and the highest values of these indices were on slope of 0-25% and their values decreased with increasing slope. In contrast, the diversity and richness of woody species was higher in south aspect and slope more than 50%. The results showed that, in all physiographic situations, the frequency distribution of herbaceous species is more consistent with the geometric series model which indicates low biodiversity and fragile communities. In the case of the woody species frequency distribution, results showed that the log series and broken stick were the best models on north and south-facing slopes respectively.

Keywords: Geometric series model, Shannon Wiener index, Oak, Zagros

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1396.5.9.7.7]

[DOI: 10.29252/ifej.5.9.24]