

ارتباط عوامل توپوگرافی و تنوع گیاهان در جنگل‌های شرق دودانگه ساری، استان مازندران

زهره آتشگاهی^۱، حمید اجتهادی^{۱*} و حبیب زارع^۲

^۱ مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

^۲ نوشهر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، هرباریوم باغ گیاه‌شناسی شمال

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۱۶

چکیده

تنوع گونه‌ای گیاهان در یک اجتماع در پاسخ به عوامل توپوگرافی تغییر می‌کند. هدف از این مطالعه بررسی اثر عوامل توپوگرافی مانند ارتفاع از سطح دریا، جهت دامنه و درجه شیب روی تنوع گونه‌ای گیاهان در منطقه جنگلی دودانگه واقع در جنوب شهرستان ساری بود. با نمونه‌برداری از پوشش گیاهی منطقه توسط کوادرات‌های ۴۰۰ مترمربعی، ۲۳۷ گونه گیاهی شناسایی شد. کل کوادرات‌ها به ۷ طبقه ارتفاعی، ۳ طبقه از نظر درجه شیب و ۸ طبقه از نظر جهت دامنه تقسیم شدند. آنالیز تابع تشخیص نشان داد که اولین عامل تعیین کننده در تفکیک جوامع گیاهی، ارتفاع از سطح دریاست. شاخص‌های رایج تنوع گونه‌ای و یکنواختی در هر طبقه محاسبه گردید و نمودارهای آن رسم شد. بیشترین تنوع (۱/۵) تا ۱/۶ برای شاخص شانون در پایه لگاریتمی (۱۰) و بیشترین یکنواختی (۰/۳۸) تا ۰/۴۲ برای شاخص اسمیت و ویلسون) در طبقات ارتفاعی متوسط بدست آمد. تنوع کمتر دامنه‌های شمال‌غربی نسبت به دامنه‌های جنوبی، جنوب‌شرقی و جنوب‌غربی، بدلیل دمای کمتر و سرمای زودرس شیب‌های شمال‌غربی است که باعث از بین رفتن قسمت‌های هوایی غیرخشی درختان و سایر گیاهان و در نتیجه تنوع کمتر می‌شود. تفاوت تنوع در درجات شیب و در تیپ‌های مختلف گیاهی از نظر آماری معنی‌دار نبود. بنابراین، می‌توان نظریه پیوستگی گلیسون را در مقیاس مورد مطالعه تأیید کرد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، تنوع گونه‌ای، جهت دامنه، درجه شیب، دودانگه

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۵۱۳۸۷۶۲۲۲۷، پست الکترونیکی: hejtehadi@um.ac.ir

مقدمه

در زنجیره‌های غذایی اکوسیستم دارد و با نابودی یک گونه، تعادل طبیعت بهم می‌خورد (۵)، بنابراین حفظ جنگل‌ها و گونه‌های گیاهی و جانوری آن امری حیاتی است. در یک اکوسیستم هر چه تنوع گونه‌ای بیشتر باشد زنجیره‌های غذایی طولانی‌تر و شبکه‌های حیات پیچیده‌تر بوده و در نتیجه محیط پایدارتر و از شرایط خود تنظیمی بیشتری برخوردار می‌شود. تنوع گونه‌ای یکی از سلسله مراتب تنوع زیستی است که بیانگر تنوع گونه‌های یک

کشور ایران در میان تمام کشورهای جنوب‌غربی آسیا متنوع‌ترین و پرجاذبه‌ترین شرایط را از نظر پوشش گیاهی دارا می‌باشد. جنگل‌های هیرکانی که محدود به اراضی جلگه‌ای جنوب خزر و شیب‌های شمالی البرز تا ارتفاع ۲۵۰۰ متر است، از آستارا در غرب شروع شده و تا پارک ملی گلستان در شرق گرگان ادامه پیدا می‌کند (۸). با تخریب جنگل‌ها و کاهش مساحت آنها، انقراض گونه‌های گیاهی و جانوری و در نتیجه کاهش تنوع زیستی در دنیا اتفاق می‌افتد. از آنجائی که هر یک از گونه‌ها نقشی حیاتی

قرار می‌گیرد. در این روش که پائین‌ترین منحنی نشان‌دهنده بیشترین تنوع است، فقط می‌توان پلات‌هایی را با هم مقایسه کرد که منحنی آنها با هم همپوشانی نداشته باشد (۲۳).

در ایران تهیه و تدوین طرح‌های مدیریت از سال ۱۳۳۵ در سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور و اجرای طرح‌ها از سال ۱۳۳۹ با اجرای طرح جنگلداری سری گلبند از جنگل ویسر (جنوب نوشهر) به منصفه ظهور رسید (۹). برای تهیه و تدوین صحیح این طرح‌های مدیریت، نیاز به مطالعات علمی گسترده در زمینه‌های مختلفی مانند شناسایی فلور، تنوع زیستی، خصوصیات محیطی و ... مانند آنچه در این مبحث آمده است، می‌باشد.

هدف از این مطالعه نیز فراهم نمودن اطلاعات علمی دقیق درباره وضعیت تنوع گونه‌های گیاهان در جنگل‌های شرق دودانگه بود. دودانگه ناحیه وسیعی است از جنگل‌های هیرکانی که در دامنه‌های شمالی البرز در ۸۰ کیلومتری جنوب شهرستان ساری واقع شده و با پوشش گیاهی انبوه خود علاوه بر این که مامن تعداد بیشماری از گروه‌های جانوری و حیات وحش است، سکونتگاه بسیاری از روستائیان و منبع درآمد آنها بوده و همچنین سرچشمه بسیاری از جویبارها و رودخانه‌ها مانند شیرین‌رود است. بنابراین مطالعه عوامل مؤثر بر تنوع زیستی آن و بهره‌جویی از این مطالعات در برنامه‌های حفاظتی، ضامن پایداری تنوع ژنتیکی بخشی از جنگل‌های ارزشمند هیرکانی است.

عوامل اقلیمی مانند رطوبت و درجه حرارت می‌توانند عوامل بسیار مؤثری در تنوع گونه‌های باشند و از آنجا که فیزیوگرافی یعنی شکل‌های ویژه سطح زمین باعث ایجاد خرداقلیم‌های متفاوتی در نواحی وسیع می‌شوند، بنابراین می‌توانند در تنوع گونه‌ای و ایجاد پوشش‌های گیاهی مختلف در ارتفاعات، شیب‌ها و جهت دامنه‌های مختلف اثرگذار باشند (۱۴). دودانگه از نظر زمین‌شناسی دارای چین‌خوردگی‌های متعددی بوده و اختلاف ارتفاعی پست-

منطقه است که شیوه‌های مختلفی برای اندازه‌گیری آن وجود دارد (۳).

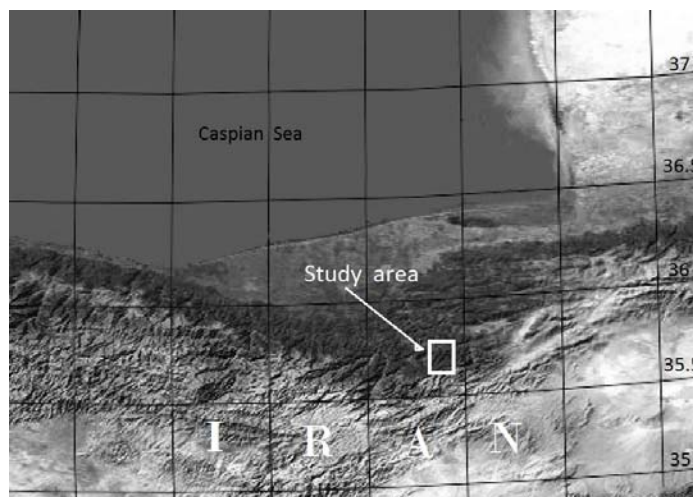
تنوع گونه‌ای دارای دو فاکتور غنای گونه‌ای (Species richness) و یکنواختی گونه‌ای (Evenness) است. غنای گونه‌ای ساده‌ترین راه اندازه‌گیری تنوع می‌باشد. در مقایسه دو جامعه، جامعه‌ای که غنای گونه‌ای بیشتری داشته باشد تنوع بیشتری نیز خواهد داشت. اما اغلب شمارش تمام گونه‌ها در یک جامعه غیرممکن است (۲۱). هیچ جامعه‌ای متشکل از گونه‌هایی با تراکم برابر نیست. معمولاً تعداد زیادی از گونه‌ها در یک جامعه نادرند. تعداد متوسطی از گونه‌ها توزیع متداول دارند و تعداد کمی از گونه‌ها نیز فراوانی بالا دارند. یکنواختی چگونگی توزیع فراوانی را در بین گونه‌ها نمایش می‌دهد و بیانگر میزان تعادل در فراوانی گونه‌هاست. بطور کلی، یکنواختی بالا، زمانی که فراوانی گونه‌ها در جامعه یکسان باشد، معادل تنوع بالا در نظر گرفته می‌شود. یعنی جوامع هموزن، یکنواختی بالاتری داشته و تنوع زیادتری دارند (۲ و ۲۳). اکولوژیست‌ها تنوع گونه‌ای را از طریق فرمول‌های ریاضی بصورت کمی قابل محاسبه نموده‌اند. شاخص‌های مختلفی مانند شاخص هتروژنیته شانون-وینر و شاخص‌های غالبیت سیمپسون (۲۱، ۲۲، ۲۳ و ۲۵) برای راحت‌تر بودن مقایسه تنوع جوامع ارائه شده است. شاخص‌های متفاوتی از یکنواختی نیز در منابع ذکر شده است، مانند اندازه‌گیری سیمپسون از یکنواختی، شاخص کامارگو (Camargo's Index of Evenness)، شاخص اسمیت و ویلسون (Smith and Wilson's Index of Evenness) و شاخص تغییر یافته نی از یکنواختی (Modified Nee Index of Evenness) (۲).

برای داده‌های فراوانی-رتبه‌ای، نیز روش‌ها و مدل‌های متعددی پیشنهاد شده است. روش پلات‌های K-dominance یا نمودارهای غالبیت کا یکی از جدیدترین روش‌های گرافیکی رسم منحنی فراوانی گونه‌ای است که در آن درصد فراوانی تجمعی در مقابل طبقه لگاریتمی گونه

منطقه مورد مطالعه: عرصه مورد بررسی در این تحقیق، مناطق جنگلی شرق دودانگه در شهرستان ساری با مساحتی معادل ۸۰۰۰ هکتار است که بین عرض‌های جغرافیایی "۵۰' ۷' ۳۶° تا "۹' ۱۲' ۳۶° شمالی نسبت به استوا و طول‌های جغرافیایی "۴' ۲۰' ۵۳° تا "۵۱' ۲۴' ۵۳° شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است (شکل ۱). منطقه مورد مطالعه در محدوده ارتفاعی ۷۰۰ تا ۲۰۱۰ متری از سطح دریا واقع شده است.

ترین و مرتفع‌ترین نقطه آن بیش از ۱۳۰۰ متر است. چنین وضعیت توپوگرافیکی طبیعتاً باعث آشیان‌گزینی گونه‌های متعددی با فراوانی‌های مختلف در جای‌جای آن می‌گردد و به تبع آن تنوع گونه‌ای گیاهی مختلفی را در ارتباط با عوامل توپوگرافی مانند ارتفاع، جهت و درجه شیب ایجاد خواهد کرد. در این مطالعه به بررسی اثر این عوامل توپوگرافی بر تنوع گیاهان ناحیه دودانگه پرداخته شده است.

مواد و روشها



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (منبع: Google Earth)

است. از نظر خاک‌شناسی، وضعیت عمومی خاک جنگل-های این منطقه در کتابچه طرح‌های جنگلداری حوزه‌های آبخیز جنگل‌های شمال تشریح شده است. عموماً بافت خاک سبک یا سیلتی-لومی تا کمی سنگین یا رسی-لومی است، بنابراین نفوذپذیری آب در خاک متوسط تا خوب است. اسیدپته خاک در مناطقی با خاک‌های ماسه‌سنگی و شنی بمیزان ۴ تا ۵/۵ است و در مناطق با سنگ‌های آهکی، به علت آبشویی آهک و انتقال آن به طبقات زیرین، اغلب اسیدی تا خنثی و میزان آن ۷/۵ - ۵/۲ متغیر است (۷).

روش مطالعه و جمع‌آوری داده‌ها: پس از انجام مطالعات تفصیلی در مورد تنوع و شاخص‌های آن و پوشش‌های جنگلی ایران، مطالعه منطقه آغاز شد. در طی سال ۱۳۸۵، در سه مرحله به ترتیب در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و

بر اساس آخرین آمارهای اقلیمی (سال‌های ۱۳۷۱-۱۳۴۹) حاصل از ایستگاه باران‌سنجی اوریمک که نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به منطقه مورد مطالعه و در ارتفاع ۱۵۰۰ متری از سطح دریاست و بر اساس تقسیم‌بندی اقلیمی آمبرژه، این منطقه در اقلیم معتدل مرطوب کوهستانی قرار می‌گیرد (۱). همچنین منطقه فاقد فصل خشک است و عمده نزولات زمستانه آن بصورت برف است و در کل حوزه، رابطه بارندگی- ارتفاع برقرار می‌باشد. متوسط بارندگی آن ۷۴۱ میلی‌متر و متوسط حرارت سالیانه آن ۹/۰۳ درجه سانتی‌گراد است. بیشینه میزان بارندگی، ۱۰۷۰ میلی‌متر و کمینه آن ۵۹۰ میلی‌متر در سال اندازه‌گیری شده است. از نظر زمین‌شناسی، گستره مورد بررسی عمدتاً از رسوبات مربوط به دوران اول و دوم زمین‌شناسی است. بسیاری از گسیختگی‌های منطقه دارای امتداد شرقی-غربی

عوامل، گروه‌بندی عوامل انجام شده و شاخص‌های تنوع برای طبقات مختلف آنها محاسبه شد.

کل کوادرات‌های نمونه‌برداری شده بر اساس ارتفاع به ۷ گروه (۷۰۰-۹۰۰، ۱۱۰۰-۱۳۰۰، ۱۵۰۰-۱۷۰۰، ۱۷۰۰-۱۹۰۰، ۱۹۰۰-۲۱۰۰، ۲۱۰۰-۲۳۰۰، ۲۳۰۰-۲۵۰۰) سطح دریا، بر اساس درجه شیب به ۳ گروه (گروه اول: شیب کمتر از ۳۰ درجه، گروه دوم: شیب ۳۰-۶۰ درجه، گروه سوم: شیب بیش از ۶۰ درجه) و بر اساس جهت دامنه به ۹ گروه (شمالی، جنوبی، شرقی، غربی، شمال-شرقی، شمال‌غربی، جنوب‌شرقی، جنوب‌غربی و بدون جهت) تقسیم‌بندی شدند. شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون در هر یک از طبقات مذکور محاسبه شدند.

نتایج

در ناحیه مورد مطالعه، ارتفاع نقش اساسی را در تفکیک جوامع دارد و بعد از آن به ترتیب عوامل درجه شیب و جهت دامنه قرار می‌گیرند. به علاوه، برای تابع تشخیص، مقدار ویژه (Eigen value) و درصد واریانس کل محاسبه شده است. این مقادیر نشان می‌دهد در اولین ریشه، ارتفاع ۶۳ درصد کل تغییرات را دربر دارد و درصد واریانس کل برای ریشه اول و دوم حدود ۹۰ درصد است، یعنی ۹۰ درصد تغییرات بین جوامع گیاهی توسط عامل ارتفاع و درجه شیب توضیح داده می‌شود (جدول ۱). درصد اطمینان این گفته نیز بالاست، بنحوی که با $P < 0000$ صحت آن تأیید می‌شود (جدول ۲).

آبان، پوشش گیاهی نمونه‌برداری شد. برداشت‌ها در تمام جهات جغرافیایی (شمالی، جنوبی، شرقی، غربی، شمال-شرقی، شمال‌غربی، جنوب‌شرقی و جنوب‌غربی)، طبقات ارتفاعی در درجه شیب‌های مختلف و در تمام تپ‌های گیاهی موجود انجام شد. ابعاد کوادرات‌ها 20×20 متری (۴۰۰ مترمربعی) و تعداد آنها ۵۹ واحد و نمونه‌برداری و ثبت داده‌ها مربوط به هر دو لایه درختی و علفی بود. طرح نمونه‌برداری بصورت تصادفی بود. در هر کوادرات شماره‌ای به هر گونه داده شده و این شماره‌ها در یک ستون مرتب و درصد پوشش مربوط به هر گونه در ستون بعدی ثبت شد. علاوه بر این برای هر کوادرات ارتفاع از سطح دریا و جهت جغرافیایی محل کوادرات نیز بطور دقیق ثبت شد. شماره ثبت شده برای هر گونه عیناً توسط برچسب به نمونه‌ای از آن گیاه چسبانیده شد و گیاهان برای خشک شدن و مراحل شناسایی به هرباریوم انتقال یافتند و با استفاده از منابع موجود و فلورها شناسایی و معرفی شدند (۱). نام هر گونه گیاهی بطور کامل ثبت و داده‌ها وارد نرم‌افزار صفحه گسترده اکسل شد. داده‌ها برای تجزیه و تحلیل‌های لازم با کمک نرم‌افزارهای تخصصی تنوع آماده شد. داده‌های موجود در اکسل به نرم‌افزارهای Ecological Methodology (۲۰) و BioDiversity Pro (۲۴) انتقال یافته و شاخص‌های مختلف تنوع برحسب نیاز محاسبه شدند. برای تأیید آماری نتایج از نرم‌افزار Minitab استفاده شد (۱۷). برای معرفی عامل یا عوامل تعیین‌کننده در تفکیک جوامع گیاهی از آنالیز تابع تشخیص در نرم‌افزار Statistica استفاده شد (۱۹). بعد از مشخص شدن اهمیت

جدول ۱- ماتریس ساختار فاکتور جوامع گیاهی دودانگه (نشان‌دهنده اهمیت عوامل مؤثر در تفکیک جوامع گیاهی بود)، (ریشه اول: اولین عامل مؤثر،

ریشه دوم: دومین عامل مؤثر و ریشه سوم: سومین عامل مؤثر)

متغیرها	ضرایب استاندارد شده برای متغیرهای متعارفی		
	ریشه اول	ریشه دوم	ریشه سوم
ارتفاع	-۰/۹۸۶۱۵	-۰/۲۶۲۸۲	۰/۱۰۲۷۳۶
درجه شیب	-۰/۳۸۳۵۳	۰/۷۶۷۴۳۴	۰/۵۶۸۵۸۵
جهت دامنه	۰/۱۸۶۲۸۲	-۰/۴۴۴۰۷	۰/۸۸۰۶۳
مقدار ویژه	۲/۰۶۹۹۹۴	۰/۸۳۷۵۵۱	۰/۳۳۳۹۷۹
درصد واریانس کل	۰/۶۳۸۵۸۷	۰/۸۹۶۹۶۸	۱

جدول ۲- خلاصه آماره‌های توابع تشخیص کانونی (ویلکس لامبدا (Wilks' Lambda)، نشان‌دهنده میزان صحت اهمیت عوامل مؤثر در تفکیک جوامع گیاهی دودانگه است. هر چه مقدار آن کمتر باشد نشان‌دهنده اعتبار بیشتر در تعیین عامل مؤثر در تفکیک جوامع است)

مقدار P	درجه آزادی	کای اسکویر	آماره ویلکس لامبدا	ضریب همبستگی کانونی	مقدار ویژه	متغیرها
۲/۶۷E-۹	۲۷	۹۳/۸۴۹۸۲	۰/۱۳۲۸۸۴	۰/۸۲۱۱۳۷	۲/۰۶۹۹۹۴	ارتفاع
۰/۰۰۰۴۴۱	۱۶	۴۱/۶۹۱۹۱	۰/۴۰۷۹۵۴	۰/۶۷۵۱۲۸	۰/۸۳۷۵۵۱	درجه شیب
۰/۰۶۲۹۸۵	۷	۱۳/۳۹۹۷۴	۰/۷۴۹۶۳۷	۰/۵۰۰۳۶۳	۰/۳۳۳۹۷۹	جهت شیب

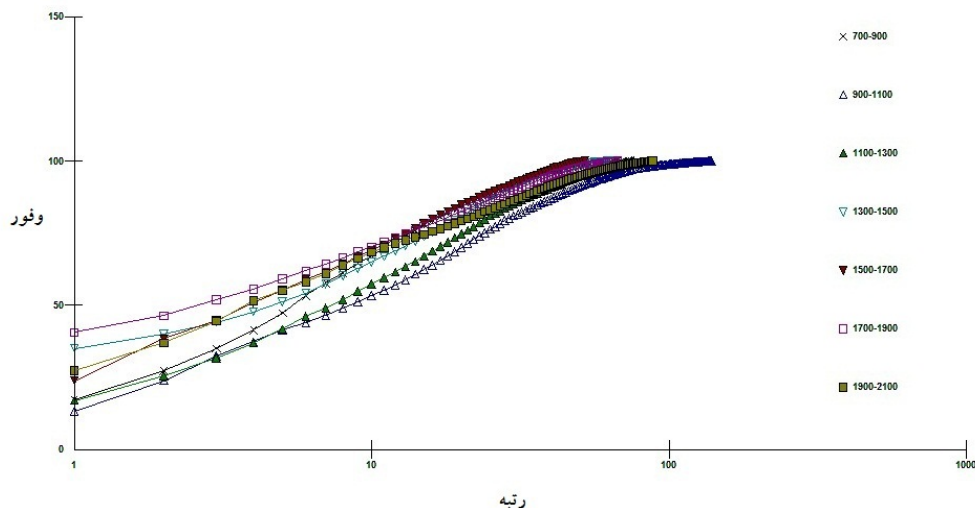
منحنی طبقه ارتفاعی ۱۱۰۰-۱۳۰۰ متر را قطع می‌کند، بنابراین با این طبقه قابل مقایسه نیست، اما نسبت به سایر منحنی‌ها دارای شیب کمتر و تنوع بیشتری است. سایر منحنی‌ها بدلیل اینکه یکدیگر را قطع می‌کنند، قابل مقایسه نیستند. بنابراین برای مقایسه تنوع آنها بهتر است از سایر شاخص‌های تنوع استفاده نمود. اما در نمودار رتبه- فراوانی ملایم‌ترین شیب مربوط به طبقه ارتفاعی ۱۱۰۰-۹۰۰ متر است. یعنی این طبقه دارای بیشترین تنوع است.

محاسبه شاخص‌های تنوع و یکنواختی در طبقات ارتفاعی مختلف: بیشترین تنوع در طبقه ارتفاعی ۱۱۰۰-۹۰۰ متر و بعد از آن در طبقه ارتفاعی ۱۳۰۰-۱۱۰۰ متر و کمترین تنوع در ارتفاعات بیش از ۱۷۰۰ متر دیده می‌شود (جدول ۳).

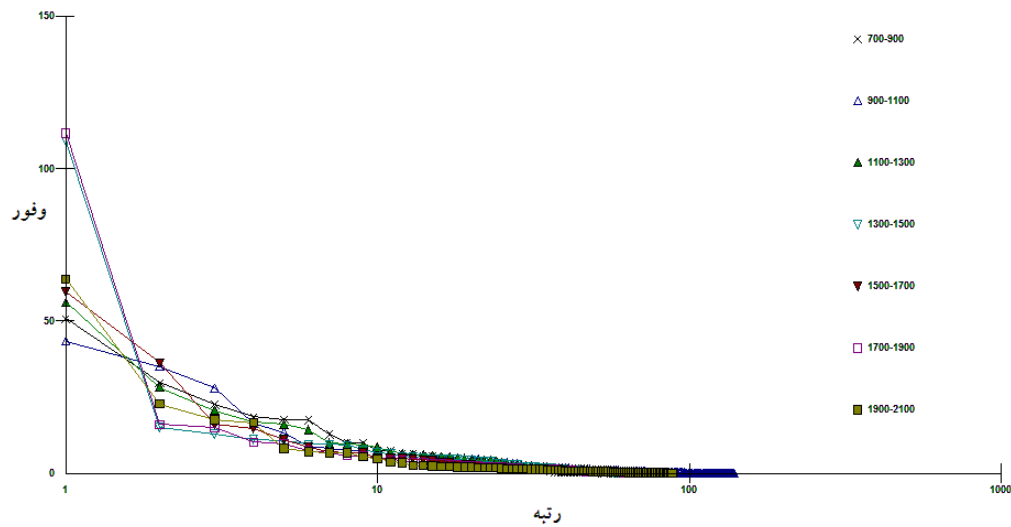
ترسیم منحنی‌های فراوانی گونه‌ای: نمودارهای مقایسه‌ای غالبیت کا (شکل ۲) و رتبه- فراوانی (شکل ۳) برای داده‌های ارتفاع در نرم‌افزار Biodiversity Pro رسم شد. منحنی غالبیت کا در طبقه ارتفاعی ۹۰۰-۱۱۰۰ متر فقط

جدول ۳- مقادیر شاخص‌های تنوع در طبقات ارتفاعی مختلف، دودانگه و ساری

طبقات ارتفاعی (متر)	شاخص‌ها		
	شانون (پایه لگاریتمی ۱۰)	سیمپسون (1/D)	سیمپسون (1-D)
۷۰۰-۹۰۰	۱/۴۰۶	۱۵/۲۳۹	۰/۹۳۴
۹۰۰-۱۱۰۰	۱/۶۱۹	۲۱/۰۱۶	۰/۹۵۲
۱۱۰۰-۱۳۰۰	۱/۵۳۲	۱۸/۳۸۹	۰/۹۴۶
۱۳۰۰-۱۵۰۰	۱/۳۰۵	۷/۲۹۱	۰/۸۶۳
۱۵۰۰-۱۷۰۰	۱/۳۲۲	۱۰/۵۹۶	۰/۹۰۶
۱۷۰۰-۱۹۰۰	۱/۲۳	۵/۶۱۵	۰/۸۲۲
۱۹۰۰-۲۱۰۰	۱/۳۹	۹/۸۹	۰/۸۹۹



شکل ۲- منحنی غالبیت کا گونه‌های گیاهی در ارتفاعات مختلف، دودانگه و ساری



شکل ۳- منحنی رتبه- فراوانی گونه‌های گیاهی در ارتفاعات مختلف، دودانگه و ساری

شاخص‌های یکنواختی در طبقات ارتفاعی مختلف با کمک چهار شاخص یکنواختی کامارگو، اسمیت و ویلسون، سیمپسون و ویرایش شده نی اندازه‌گیری و ثبت شدند. تقریباً در تمام این شاخص‌ها همانند تنوع، با افزایش ارتفاع یکنواختی افزایش می‌یابد و از طبقات ارتفاعی متوسط به بالا دوباره یکنواختی کاهش می‌یابد (جدول ۴).

جدول ۴- شاخص‌های یکنواختی در طبقات ارتفاعی مختلف، دودانگه و ساری

طبقات ارتفاعی	شاخص‌های یکنواختی			
	کامارگو	اسمیت و ویلسون	سیمپسون	ویرایش‌شده نی
۷۰۰-۹۰۰	۰/۲۹۵	۰/۲۷۲	۰/۲۲۶	۰/۱۲۱
۹۰۰-۱۱۰۰	۰/۲۶۴	۰/۲۲۷	۰/۱۴۸	۰/۱۰۹
۱۱۰۰-۱۳۰۰	۰/۳۶۴	۰/۳۷۷	۰/۲۳۹	۰/۱۸۵
۱۳۰۰-۱۵۰۰	۰/۳۱۹	۰/۳۱۱	۰/۱۱۵	۰/۱۷۴
۱۵۰۰-۱۷۰۰	۰/۳۴۷	۰/۴۱۹	۰/۲۰۲	۰/۱۷۴
۱۷۰۰-۱۹۰۰	۰/۲۸۲	۰/۳۷۸	۰/۰۸۴	۰/۱۵۲
۱۹۰۰-۲۱۰۰	۰/۲۶۹	۰/۳۵۳	۰/۱۱۲	۰/۱۳۹

کا و رتبه-فراوانی در درجات مختلف شیب نیز مشابه با نتایج تنوع شانون و سیمپسون بودند. یعنی شیب‌های تند دارای بیشترین و شیب‌های متوسط دارای کمترین تنوع است. انجام آزمون آنوا برای شاخص شانون با مقایسه جفت‌های فیشر نشان داد که بین میانگین‌های مقادیر شانون در طبقات شیب هیچ تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. به همین دلیل در این مبحث از ارائه نمودارها و جدول‌های مربوط به درجه شیب صرف نظر شد.

بر مبنای شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون بیشترین تنوع در شیب‌های زیاد (بیش از ۶۰ درجه) و کمترین تنوع در شیب‌های متوسط (بین ۳۰ تا ۶۰ درجه) دیده شد. شاخص‌های یکنواختی مختلف، نتایج متناقضی را درباره اثر مقدار شیب بر تنوع نشان دادند. بنابراین شاخص غالبیت برگر- پارکر نیز در این سه طبقه شیب محاسبه گردید. مقدار غالبیت در شیب‌های متوسط (۳۰ تا ۶۰ درجه) در بیشترین مقدار خود بود. نمودارهای مقایسه‌ای غالبیت

جدول ۵- مقادیر شاخص‌های تنوع در جهات دامنه مختلف، دودانگه و ساری (E: شرقی، N: شمالی، NE: شمال‌شرقی، NW: شمال‌غربی، S: جنوبی، SE: جنوب‌شرقی، SW: جنوب‌غربی، W: غربی، P: مسطح)

جهت دامنه‌ها	شاخص‌های تنوع		
	شانون (پایه لگاریتمی ۱۰)	سیمپسون (1/D)	سیمپسون (1-D)
E	۱/۴۱۳	۹/۵۵۸	۰/۸۹۵
N	۱/۳۹۲	۱۱/۲۳	۰/۹۱۱
NE	۱/۵۱۱	۱۸/۴۵۱	۰/۹۴۶
NW	۱/۴۸۸	۱۴/۴۹۱	۰/۹۳۱
S	۱/۶۲۶	۲۵/۳۱۷	۰/۹۶۱
SE	۱/۵۸۱	۲۰/۹۱۴	۰/۹۵۲
SW	۱/۵۲۹	۱۴/۲۷۳	۰/۹۳
W	۱/۴۷۷	۱۲/۲۵۳	۰/۹۱۸
P	۱/۲۴۳	۹/۶۹۷	۰/۸۹۷

دامنه‌های رو به جنوب غرب بالاترین یکنواختی را دارا بودند. کمترین یکنواختی در اکثر شاخص‌ها مربوط به دامنه‌های رو به شرق و رو به شمال بود. دامنه‌های شمال-غربی نیز یکنواختی بالایی نداشتند (جدول ۶).

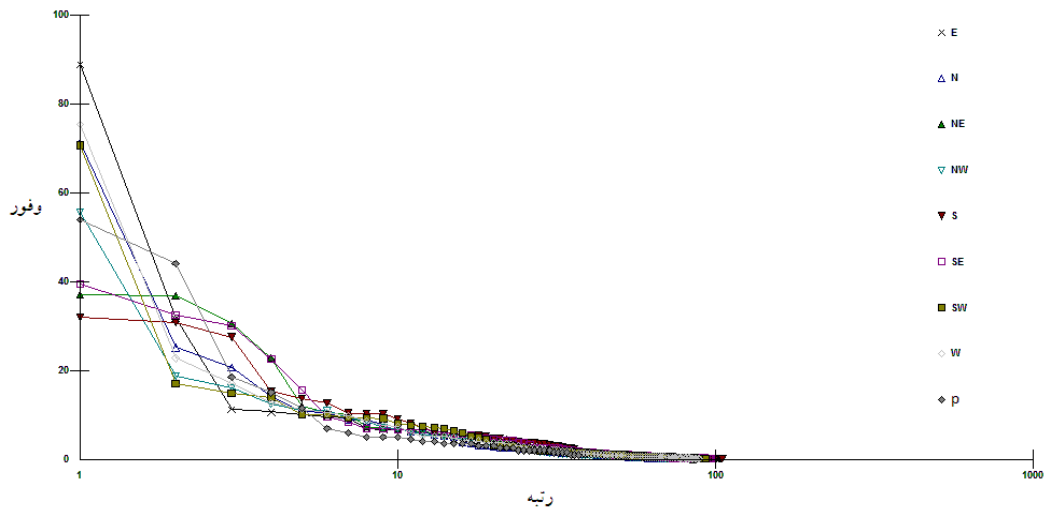
بیشترین تنوع در جهت دامنه‌های جنوبی و بعد از آن در دامنه‌های رو به جنوب شرق و کمترین تنوع در نواحی مسطح بدون جهت دیده شد (جدول ۵). برخلاف تنوع، بیشترین یکنواختی در نواحی بدون جهت بود و پس از آن

جدول ۶- شاخص‌های یکنواختی در دامنه‌های مختلف، دودانگه و ساری (اختصارات همانند جدول ۵ است).

جهت‌ها	شاخص‌های یکنواختی			
	کامارگو	اسمیت و ویلسون	سیمپسون	ویرایش شده نی
E	۰/۲۹۱	۰/۲۸۹	۰/۱۴۶	۰/۱۲۵
N	۰/۳	۰/۲۸۳	۰/۱۵۸	۰/۱۳۳
NE	۰/۳۲۳	۰/۳۴۴	۰/۲۲	۰/۱۵۱
P	۰/۴۱	۰/۵۵	۰/۲۵۷	۰/۲۰۲
NW	۰/۲۹۵	۰/۳۷	۰/۱۳۲	۰/۱۷۴
S	۰/۳۱۸	۰/۳۱۵	۰/۲۳۶	۰/۱۳
SE	۰/۳۲	۰/۳۴۱	۰/۲۱۷	۰/۱۳۹
SW	۰/۳۵۳	۰/۳۸۹	۰/۲۱۸	۰/۱۷۲
W	۰/۲۸۳	۰/۳۰۳	۰/۱۵۶	۰/۱۲۹

نمودار رتبه- فراوانی جهات شیب (شکل ۴) حاکی از بیشترین تنوع در دامنه‌های جنوبی است، چون منحنی مربوط به آن دارای ملایم‌ترین شیب است.

چهار جهتی که اختلافات تنوع معنی‌داری دارند، در نمودار مقایسه‌ای غالبیت کا منحنی‌های متقاطع دارند و برای جلوگیری از طولانی شدن مقاله، این نمودار منظور نشد.



شکل ۴- منحنی رتبه- فراوانی گونه‌های گیاهی شرق دودانگه و ساری در جهت دامنه‌های مختلف (اختصارات همانند جدول ۵ است)

بحث

یافت که علت اصلی آن می‌تواند سردی بیش از حد هوا و یخ‌زدگی سطح زمین در ماه‌های سرد سال باشد.

با توجه به جدول ۳ می‌توان روند خاصی را در تغییرات شاخص شانون در طبقات ارتفاعی مشاهده نمود، بنحوی که حتی می‌توان تقسیم‌بندی مجددی را برای ارتفاع انجام داد و کل منطقه را به دو طبقه ارتفاعی کمتر از ۱۰۰۰ و بیشتر از ۱۰۰۰ متر تقسیم نمود. در این صورت می‌توان گفت، با افزایش ارتفاع در منطقه تا حدود ۱۰۰۰ متر تنوع افزایش یافته و بعد از آن مجدداً روند کاهشی در پی خواهد داشت. یعنی نمودار تنوع در مقابل افزایش ارتفاع، زنگوله‌ای شکل یا تک‌نمایی (Unimodal) خواهد بود. Bruun و همکاران (۲۰۰۶) و Pyšek (۲۰۰۲) در مطالعات جداگانه اثرات ارتفاع روی تنوع را بررسی کرده و تک-نمایی بودن نمودار تنوع در مقابل افزایش ارتفاع را تأیید نمودند. برخی از نواحی استپی نیز تنوع بیشتری را در طبقات ارتفاعی متوسط نشان دادند (۱۳). اما بدلیل تفاوت-های محلی پوشش گیاهی در نواحی مختلف، همیشه تنوع بالاتر ویژه ارتفاعات متوسط نیست. مثلاً Cowling و Lombard (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای در آفریقای جنوبی تنوع گونه‌ای نواحی مرتفع را در مقابل نواحی پست مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها حاکی از غنای بیشتر در

هتروژنیته بالا در یک محیط در هر مقیاسی باعث ایجاد تنوع می‌شود. مثلاً یک الگوی غیریکنواخت از اکوسیستم‌ها و اجزای آن (اقلیم، فیزیوگرافی، خاک، هیدرولوژی) باعث ایجاد تنوع می‌شوند. غنای گونه‌ای با افزایش ارتفاع و افزایش عرض جغرافیایی به سمت قطبین کاهش می‌یابد. دلایل این کاهش به فرایندهای جغرافیایی و تکاملی و شرایط اکولوژیکی محلی مانند کاهش میانگین دمای فصلی و سالانه، استرس خشکی و تشعشعات ماوراء بنفش در ارتفاعات بالاتر برمی‌گردد. تنوع گونه‌ای به گرادیان‌های ارتفاعی در طول دامنه کوه‌ها حتی بیشتر از گرادیان‌های عرض جغرافیایی وابسته است. در کل تنوع گیاهی با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد. این ارتباط به‌ویژه در عرض-های جغرافیایی بالاتر قوی‌تر و مشهودتر است (۱۴). در دودانگه مانند برخی از مناطق دیگر شمال کشور (۱۲) مهمترین عامل ایجادکننده هتروژنیته و تنوع بالا، ارتفاع از سطح دریا بود. اما با افزایش ارتفاع در دودانگه بدلیل دریافت بارندگی بیشتر و دور شدن از محدوده روستاها و تخریب‌های انسانی، تنوع افزایش یافت و از طبقات ارتفاعی متوسط به بالا، روند افزایش تنوع متوقف و معکوس گردید. یعنی در ارتفاعات خیلی زیاد، تنوع کاهش

زودرس و از بین رفتن قسمت‌های هوایی غیرخشیی درختان و سایر گیاهان در برخی از مناطق به‌ویژه در ارتفاعات بالا، باعث تنوع کمتری در این جهات می‌شود. در ناحیه دودانگه کمترین یکنواختی گونه‌ای در دامنه‌های شرقی و شمالی مشاهده شد (جدول ۶). این دامنه‌ها دارای رطوبت و مه بیشتری بوده و باعث غالبیت گونه راش شده و در نتیجه یکنواختی کل را کاهش می‌دهند.

Hutchings (۱۹۸۳) و Cowling و Lombard (۲۰۰۲) هر یک در مطالعات جداگانه‌ای اثرات جهت دامنه را روی تنوع بررسی نمودند و به تنوع بیشتر در جهات غربی دست یافتند. در مناطق مختلف با توجه به خصوصیات اقلیمی و زمین‌شناختی و موقعیت جغرافیایی آنها نتایج مختلفی درباره جهات دامنه حاصل می‌شود. ولی معمولاً تنوع در دامنه‌هایی با رطوبت و حرارت بالاتر بیشتر است. در میان عوامل مؤثر در تفکیک جوامع و یکنواختی آنها در ناحیه دودانگه، جهت دامنه تأثیر چندانی ندارد. این موضوع شاید به این دلیل باشد که کل منطقه بصورت چین‌خوردگی‌های متعدد و درهم‌تنیده‌ای است که اثر جهت دامنه را بسیار کم‌رنگ می‌کند.

در تیپ‌های گیاهی مختلف منطقه دودانگه، تنوع بر اساس شاخص شانون و سیمپسون تعیین شد. اما بدلیل معنی‌دار نبودن تفاوت آنها از نظر آماری در این مقاله، نتایج ذکر نشده است. ولی توجیه عدم تفاوت تنوع در این تیپ‌ها را می‌توان با نظریه پیوستگی گلیسون توجیه نمود. گلیسون که در سال ۱۹۵۳ پوشش جنگلی منطقه غرب میانه آمریکا را در امتداد گرادیان شمال به جنوب مطالعه کرده بود، به این نتیجه رسید که فراوانی و حضور گونه‌ها بصورت تدریجی تغییر می‌کند. بنابراین، نمی‌توان پوشش گیاهی موجود را به اجتماعات جداگانه‌ای تفکیک کرد (۱۱).

جمع‌بندی نهایی

در نهایت با توجه به نتایج آنالیز تابع تشخیص و جدول‌ها و نمودارهای مربوط به تنوع می‌توان گفت که عامل اصلی

ارتفاعات بالا بود. پوربابایی و دادو (۱۳۸۴) در بررسی تنوع گونه‌ای گیاهان چوبی در جنگل‌های کلاردشت، بیشترین مقدار تنوع گونه‌های درختی را در طبقه ارتفاعی ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر از سطح دریا و کمترین آن را در ارتفاع ۱۵۰۰ تا ۲۵۰۰ متر از سطح دریا نشان دادند. حاد نبودن شرایط در هر طبقه ارتفاعی باعث می‌شود گونه‌های بیشتری با قدرت‌های رقابتی نسبتاً یکنواخت‌تر قادر به زیستن در کنار هم بوده، بنابراین یکنواختی افزایش یابد. البته دور بودن از تخریب‌های انسانی، حاشیه‌نشینی جنگل و چرای دام‌ها و دور بودن از سرما، یخبندان و تشعشعات ماوراءبنفش در ارتفاعات متوسط دودانگه شرایط ایده‌آلی برای افزایش یکنواختی گونه‌ای است.

شیب‌های جنوبی با شدت شیب متوسط بعد از سطوح مسطح بیشترین دریافت کالری خورشیدی را دارند (۱۰). در دودانگه، وجود رطوبت کافی در محل، مانع از خشکی شیب‌های گرم‌تر جنوبی شده و تنوع آنها را نسبت به سایر جهات افزایش داده است. در مقایسات تنوع در دامنه‌های مختلف تنها تنوع کمتر دامنه‌های شمال‌غربی نسبت به دامنه‌های جنوبی، جنوب‌غربی و جنوب‌شرقی معنادار بود. همانند این مطالعه، پوربابایی و حقیگوی (۱۳۹۲) نیز در پارک جنگلی کندلات گیلان، تنوع و یکنواختی بیشتری را در دامنه‌های جنوبی گزارش نمودند. اما باید به این نکته توجه داشت که در جنگل‌های شمال، دامنه‌های شمال-غربی در جهت بادهای پرباران‌تری نسبت به سه جهت ذکر شده قرار دارند، بنابراین باید تنوع بیشتری را نشان دهند. همانگونه که پوربابایی و همکاران (۱۳۷۸) در بررسی تنوع گونه‌ای رویشگاه‌های سرخدار بیشترین تنوع را در شیب‌های تند و رو به جهت‌های شمالی و شمال‌غربی مشاهده نموده و دلیل آن را رطوبت مناسب و دور بودن از آسیب‌های انسانی دانسته‌اند. در توجیه این نتایج متناقض باید به این نکته توجه داشت که با وجود دریافت رطوبت بیشتر در دامنه‌های شمال‌غربی، طبق نظر مصدق (۱۳۷۵) دمای کمتر و کندتر آب شدن یخ در این زمین‌ها، سرمای

دودانگه، در ارتفاعات متوسط، شیب‌های تند و دامنه‌های رو به جنوب، جنوب‌غرب و جنوب‌شرق و کمترین تنوع در ارتفاعات پایین و ارتفاعات خیلی بالا، درجات شیب متوسط و دامنه‌های رو به شمال‌غرب دیده شد.

اثرگذار در تنوع گونه‌ای گیاهان در منطقه دودانگه، ارتفاع از سطح دریاست که بطور مستقیم و غیرمستقیم (با اثر بر مقدار و شکل نزولات جوی، دمای هوا، در دسترس بودن جنگل برای روستانشینان و ...) تنوع را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین بیشترین تنوع گونه‌ای در جنگل‌های

منابع

۱. آتشگاهی، ز.، اجتهادی، ح.، زارع، ح. (۱۳۸۸) معرفی فلور، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان در جنگل‌های شرق دودانگه ساری، استان مازندران. مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۲ (۲): ۲۰۳-۱۹۳.
۲. اجتهادی، ح.، سپهری، ع. و عکافی، ح. ر. (۱۳۸۸) روش‌های اندازه‌گیری تنوع زیستی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ۲۲۶ ص.
۳. اردکانی، م. ر. (۱۳۸۵) اکولوژی. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۳۴۰ ص.
۴. پوربابایی، ح. و حقگوی، ط. (۱۳۹۲) تأثیر عوامل فیزیوگرافیک بر تنوع گونه‌های درختی (تحقیق موردی: پارک جنگلی کندلات، گیلان). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱ (۲): ۲۵۵-۲۴۳.
۵. پوربابایی، ح. و دادو، خ. (۱۳۸۴) تنوع گونه‌ای گیاهان چوبی در جنگل‌های سری یک کلاردشت، مازندران. مجله زیست‌شناسی ایران، ۱۸ (۴): ۳۰۷-۳۲۲.
۶. پوربابایی، ح.، جوانشیر، ک.، زبیری، م. و مخدوم، م. (۱۳۷۸) پراکنش سرخدار معمولی *Taxus baccata* و تنوع زیستی با گونه‌های چوبی رویشگاه‌های آن در جنگل‌های گیلان. مجله محیط‌شناسی، شماره ۲۱ و ۲۲: ۴۰-۲۹.
۷. سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، (۶۶-۱۳۶۵) طرح جامع جنگل‌های شمال کشور. (مرحله مقدماتی مطالعاتی) حوزه آبخیز شماره ۶۵، دفتر فنی جنگلداری.
۸. مجنونیان، ه. (۱۳۷۷) جغرافیای گیاهی ایران (کاربرد جغرافیای گیاهی در حفاظت). انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، تهران، ترجمه اثری از زهری، م. و همکاران. ۲۲۲ ص.
۹. مخدوم، م. (۱۳۷۴) شالوده آمایش سرزمین. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۲۹۵ ص.
۱۰. مصدق، ا. (۱۳۸۳) جنگل‌شناسی. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۴۸۱ ص.
۱۱. مقدم، م. ر. (۱۳۸۴) اکولوژی گیاهان خاکروی. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۷۰۱ ص.
۱۲. مهدی‌نیا، ت.، اجتهادی، ح.، سپهری، ع. (۱۳۸۵) بررسی همبستگی متغیرهای فیزیوگرافی و بارندگی با جوامع گیاهی موجود در حوزه آبخیز بابلرود، استان مازندران با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳ (۱): ۱۰۷-۹۹.
۱۳. واتقی، پ. (۱۳۸۵) بررسی شاخص‌های عددی و پارامتریک تنوع گونه‌ای گیاهان در ارتفاعات کلات، زیرجان گناباد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ۱۲۵ ص.
14. Barnes, B. V., Zak, D. R., Denton, Sh. R. and Spurr, S. H. (1998) Forest Ecology. John Wiley & Sons Inc., 774 pp.
15. Bruun, H. H., Moen, J., Virtanen, R., Grytnes, J.-A., Oksanen, L. & Angerbjörn, A., (2006) Effects of altitude and topography on species richness of vascular plants, bryophytes and lichens in alpine communities. Journal of Vegetation Science, 17: 37-46.
16. Cowling, R. M. and Lombard, A. T. (2002) Heterogeneity, Speciation/Extinction History and Climate: Explaining Regional Plant Diversity Patterns in the Cape Floristic Region. Diversity and Distributions, 8(3):163-179.
17. Han Minitab, (1996) MINITAB for windows, MINITAB release 11.12, 32 bit, Minitab Inc.
18. Hutchings, M. J. (1983) Plant Diversity in Four Chalk Grassland Sites with Different Aspects. Plant Ecology (Historical Archive), 53(3):179-189.
19. Kernel, A. (1999) STATISTICA 99 Edition, release 5.5, Statsoft, Inc.

20. Krebs, C. J. and Kenney, A. J. (2001) Programs for Ecological Methodology, Version 6.0, 2nd Ed.
21. Krebs, C. J. (1999) Ecological Methodology. 2nd edition, Jim Green Publication, 620 pp.
22. Ludwig, J. A. and Reynolds, J. F. (1988) Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing. John Wiley & Sons Inc., 337pp.
23. Magurran, A. E. (1988) Ecological Diversity and its Measurement. Cambridge University Press, 179 pp.
24. McAleece, N. (1997) Biodiversity Professional Beta, the Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science.
25. Molles, M. C. J. (1999) Ecology: Concepts and applications. WCB/ McGraw-Hill, 509 pp.
26. Pyšek, P., Kučera, T. and Jarošík, V. (2002) Plant Species Richness of Nature Reserves: The Interplay of Area, Climate and Habitat in a Central European Landscape. *Global Ecology & Biogeography*, 11(4): 279.

Plant species diversity in relation to topography in the east of Dodangeh forests, Mazandaran province, Iran

Atashgahi Z.¹, Ejtehadi H.¹ and Zare H.²

¹ Biology Dept., Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, I.R. of Iran

² Herbarium of Nowshahr Botanical Garden, Research Center of Agricultural and Natural Resources of Mazandaran Province, Nowshahr, I.R. of Iran

Abstract

Diversity of plant species in a community changes in response to topographic factors such as altitude, aspect and slope. This study examined diversity changes in relation to topography in Dodangeh forests, in the south of Sari, Iran. Plant species were collected in sample plots and the cover percent of each species was recorded using quadrat plots of 400 m² and 237 plant species were characterized in the area. All the quadrats were divided into 7 altitudinal, 3 slope and 8 aspect classes. Discriminant function analysis showed that altitude is the most effective factor to discriminate plant communities. The data were also subjected to analysis by specific diversity packages to characterize and obtain species diversity and evenness indices as well as species abundance models. Results showed that the highest species diversity (Shannon's index (H) = 1.5-1.6) and evenness (Smith & Wilson's index (E) = 0.38-0.42) were observed in the moderate levels of altitude. Also it was found that the south, southeast and southwest facing slopes were more diverse than the northwest ones because of more available radiation and temperature. So, vegetation of the area accords with Gleason's continuum view of communities.

Key words: Altitude, Topography, Species diversity, Dodangeh forest