

ارزیابی تنوع زیستی گونه‌های گیاهی منطقه ارسباران با استفاده از شاخص‌های غیر پارامتریک در ارتباط با عامل توپوگرافی شیب (مطالعه موردی: حوضه آبخیز ایلگنه-چای و کلیبرچای)

الله وردی محمدزاده^{۱*}، رضا بصیری^۱، علی اصغر تراهی^۲، رباب داداشیان^۳ و محمدرضی الهیان^۴

^۱ بهبهان، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبياء، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگل‌داری

^۲ تهران، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیایی، گروه سنجش از دور و GIS

^۳ تبریز، اداره کل منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی

^۴ کلیبر، اداره منابع طبیعی شهرستان کلیبر

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۳

چکیده

به منظور دستیابی به توسعه پایدار و همچنین حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی و تنوع زیستی آنها لازم است نقش عوامل توپوگرافی و تأثیر آنها بر تنوع گونه‌های گیاهی مورد ارزیابی قرار گیرد. در این راستا با توجه به شرایط توپوگرافی جنگل‌های ارسباران، عامل توپوگرافی شیب از اهمیت خاصی برخوردار بوده و بسیاری از پارامترهای کمی و کیفی درختان تابع آن می‌باشد. به همین منظور، شبکه آماربرداری بصورت تصادفی - سیستماتیک با ابعاد ۳۰۰×۳۰۰ متر طراحی و تعداد ۱۶۰ قطعه نمونه دایره‌ای شکل به مساحت ۳۱۴ مترمربع در جنگل‌های ارسباران مورد بررسی قرار گرفت. گونه‌های درختی و درختچه‌ای در قطعه نمونه اصلی مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. گونه، درصد تاج پوشش و تعداد پایه به عنوان معیارهای اندازه‌گیری پوشش گیاهی در نظر گرفته شد. گونه‌های علفی در ریزقطعه نمونه‌هایی به مساحت ۳/۱۴ مترمربع اندازه‌گیری شدند. در ریزقطعه نمونه‌ها گونه و درصد پوشش علفی برداشت شد. برای ارزیابی تنوع زیستی گونه‌های گیاهی در طبقات شیب، شیب منطقه به سه طبقه (۰-۲۵، ۲۵-۵۰ و بالای ۵۰ درصد) تقسیم و بعد شاخص‌های مارگالف، منهنیک، اسمیث - ویلسون، مودیفاید، شانون - وینر و سیمپسون در هر طبقه محاسبه شد. از تحلیل واریانس یکطرفه و آزمون مقایسات چند دامنه دانکن برای بررسی تفاوت معنی‌دار در بین طبقات استفاده گردید. نتایج نشان داد که شیب دامنه روی شاخص یکنواختی گونه‌های گیاهی تأثیر معنی‌داری نداشته، اما تأثیر آن روی شاخص غنا و ناهمگنی معنی‌دار است. همچنین نتایج نشان داد، شاخص غنای گونه‌ای نقش بسزایی در افزایش تنوع زیستی منطقه مورد مطالعه در رابطه با افزایش شیب دارد. برای معرفی بهترین شاخص از آماره ضریب تغییرات و ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج نشان داد برای اندازه‌گیری غنا، شاخص مارگالف، برای اندازه‌گیری یکنواختی شاخص مودیفاید و برای اندازه‌گیری ناهمگنی شاخص شانون- وینر، بهترین شاخص هستند.

واژه‌های کلیدی: غنای گونه‌ای، یکنواختی، ناهمگنی، درصد شیب، جنگل‌های ارسباران، شمال غرب ایران

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۳۹۹۷۸۸۳۴۵، پست الکترونیکی: Ecology2020@yahoo.com

مقدمه

واژه تنوع زیستی اولین بار توسط روسن در سال ۱۹۸۵ میلادی معرفی شد (۶۵). تلاش‌های ایشان و انتشار Biodiversity توسط ویلسون در سال ۱۹۸۸ نقش مؤثری مجموعه مقالات بصورت کتابی تحت عنوان

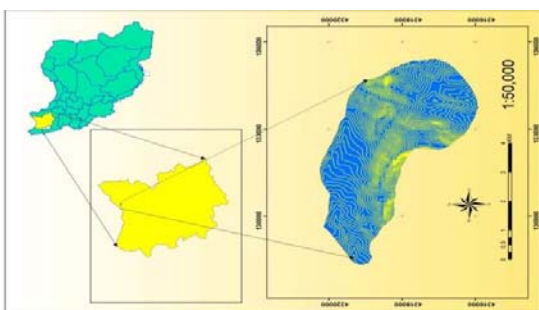
گونه‌ای (غنا، یکنواختی و ناهمگنی) را در یک واحد نمونه‌برداری یا یک جامعه نشان می‌دهند، شاخص‌های غیرپارامتریک می‌گویند (۲). تحقیقات بسیار زیادی در زمینه تنوع‌زیستی گونه‌های گیاهی در ایران انجام شده است که در این تحقیقات از شاخص‌های تنوع به‌منظور بررسی توان و پایداری اکولوژیکی اکوسیستم‌ها، مقایسه جوامع و تیپ‌های گیاهی و بررسی وضعیت پوشش گیاهی جوامع استفاده شده است (۱۳).

تنوع‌زیستی رویشگاه متأثر از عوامل محیطی می‌باشد (۳۶)، و عوامل فیزیوگرافیک زمین از جمله شیب، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا از فاکتورهای مهم در این ارتباط می‌باشند (۱۴، ۴۵، ۴۷، ۵۰، ۵۴، ۵۷، ۵۶). تنوع‌زیستی در مجموعه پیچیده‌ای همچون اکوسیستم جنگل که دائماً در حال پویایی و توالی است باید با توجه به همه ابعاد آن مورد مطالعه قرار گیرد و پژوهش حاضر نیز فقط مدعی آن است که در منطقه مورد مطالعه تنوع گونه‌های گیاهی با تغییرات شیب دامنه، تغییر می‌کند. شیب دامنه از فاکتورهایی است که در تغییر پوشش گیاهی نقش مهمی ایفا می‌کند (۸، ۶۲). در این ارتباط، مطالعاتی در ایران انجام شده است. مطالعه میرزایی و همکاران (۱۳۸۶) در اکوسیستم جنگلی زاگرس میانی نشان داد که درصد شیب تأثیر معنی‌داری بر غنا، یکنواختی و تنوع نداشته است (۲۴). مطالعه قلیچ‌نیا (۱۳۸۷) و مهدوی و حیدری (۱۳۸۸) در اکوسیستم جنگلی زاگرس میانی در منطقه نردین، بیشترین تنوع را در شیب‌های پایین گزارش کردند (۱۸، ۲۳). نتایج پژوهش حیدری و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که درصد شیب تأثیر معنی‌داری بر غنا و تنوع داشته است (۱۱). نتایج پژوهش طالبی و اکبری‌نیا (۱۳۹۰) نشان داد که با افزایش درصد شیب، تنوع و غنای گونه‌ای افزایش می‌یابد (۱۵). در خارج از کشور مطالعات زیادی در این زمینه انجام شده است. کارلوس (۲۰۰۴)، ضمن تحقیقی روی تنوع‌زیستی جنگلهای ارس (*Juniperus oxycedrus*) واقع در جنوب-غربی اسپانیا بالاترین تنوع‌زیستی را در شیب‌های تند و

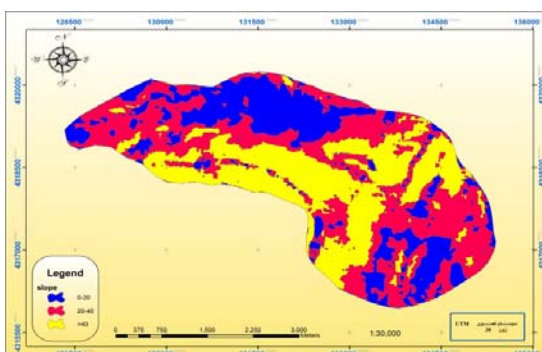
در آگاهی عموم و سیاستمداران و توجه به مخاطرات تنوع‌زیستی در نتیجه فعالیت‌های انسانی داشت. تنوع-زیستی، تمام گونه‌های گیاهی، جانوری، ریزموجودات و بوم‌سازگان و فرایندهای بوم‌شناختی آنها را دربر می‌گیرد (۴۹). هدف از آن رسیدن به کمیتی واحد برای سهولت مقایسه و ارزیابی جوامع و اکوسیستم‌هاست. آنچه امروز بر اهمیت روزافزون تنوع‌زیستی می‌افزاید نقش آن در حفظ ثبات اکوسیستم‌هاست. زیرا حضور گونه‌های بیشتر در یک منطقه، ساختار پیچیده‌تری به اکوسیستم‌های طبیعی خواهد داد و در نتیجه این اکوسیستم‌ها در پاسخ به تغییرات توانایی بیشتری داشته و با ثبات‌تر هستند. تنوع‌زیستی بالاتر اکوسیستم‌ها نشان‌دهنده پایداری بیشتر آن اکوسیستم‌هاست (۴۰). تنوع‌زیستی جنگل منبع بسیار مهم و با ارزشی است، زیرا گونه‌های موجود در جنگل و ذخایر ژنتیکی تشکیل دهنده آن برای سلامتی و تأمین نیازهای بشر و سایر موجودات حائز اهمیت بوده، و قطعاً فقدان تنوع‌زیستی تهدید خطرناکی برای بقای انسان و سایر موجودات محسوب می‌شود. تنوع‌زیستی در جنگل به حفظ تعادل گازهای اتمسفری، چرخه مواد غذایی، تنظیم آب و هوا، حفظ چرخه هیدرولوژیکی و ایجاد، تولید و حفظ خاک کمک می‌کند (۲۰). تنوع‌زیستی دارای معنای بسیار گسترده‌ای بوده و از تنوع ژنتیکی تا تنوع اکوسیستم‌ها را شامل می‌شود، تنوع گونه‌ای یکی از مؤلفه‌های مهم تنوع-زیستی است که به تنوع در سطح محلی و یا منطقه‌ای اشاره می‌کند (۴۱). تنوع گونه‌ای بر مفاهیمی استوار است که یکی از مهمترین آنها غنای گونه‌ایست. غنای گونه‌ای، بیانگر حضور انواع گونه‌ها در محیط مورد مطالعه است. دومین مؤلفه تنوع گونه‌ای یکنواختی (و فور نسبی) است که به توزیع افراد گونه‌ها مربوط می‌شود. در واقع این مؤلفه بیانگر نحوه توزیع افراد بین گونه‌ها از لحاظ کیفی می‌باشد (۲۱). سومین مؤلفه تنوع گونه‌ای، ناهمگنی است که بیانگر ترکیب دو مفهوم غنا و یکنواختی می‌باشد (۴۲).

شاخص‌هایی که با ارائه یک عدد به‌عنوان نتیجه، تنوع

۳۳' و ۴۶° تا ۵۱' و ۴۶° طول شرقی ۳۸° تا ۵۱' و ۳۸° عرض شمالی و حوضه آبخیز کلیبرچای با مختصات جغرافیایی ۴۰' و ۴۶° تا ۱۳' و ۴۷° طول شرقی و ۳۹' و ۳۸° تا ۹' و ۳۹° عرض شمالی، با حداقل و حداکثر ارتفاع ۶۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است (شکل ۱). میزان بارندگی سالیانه این منطقه ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر برآورد شده است (۱۷). میانگین دمای سالیانه از ارتفاعات پایین (حاشیه رود ارس) تا کوهستانهای مرتفع متغیر بوده و به ترتیب از ۵ تا ۱۷ درجه سانتی‌گراد برآورد شده است (۱۷). اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه، مرطوب و سرد است (۶). منطقه ارسباران از نظر زمین‌شناسی متعلق به دوران سوم بوده و قسمت عمده زمین‌شناسی منطقه را واحدهای آهکی و آذرین تشکیل می‌دهند. خاک منطقه در نقاط جنگلی عمدتاً از نوع خاک قهوه‌ای جنگلی و خاک قهوه‌ای آهکی است. این خاکها عمدتاً بر روی سنگ مادری آهکی سخت، مارن و ماسه‌سنگ واقع شده‌اند (۳).



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد پژوهش در کشور و در استان آذربایجان شرقی



شکل ۲- نقشه طبقات شیب منطقه مورد پژوهش

سنگلاخی و صخره‌ای مشاهده کرد (۳۲). در مطالعات (۳۳)، (۲۹، ۴۳)، درصد شیب به‌عنوان عاملی مؤثر بر غنا و تنوع ذکر شده است. منطقه ارسباران بدلیل داشتن عناصر رویشی مربوط به اقلیم‌های متعدد، منطقه گذر بین چند رویشگاه محسوب می‌شود. وجه تمایز این جنگل‌ها از دیگر مناطق، وجود شرایط اقلیمی خاص، تنوع‌زیستی زیاد، حضور گونه‌های کمیاب گیاهی و جانوری و همچنین وجود عناصر رویشی مربوط به اقلیم‌های متعدد است (۷). نظر به اهمیت و جایگاه جنگلهای ارسباران از نظر گونه‌های گیاهی و جانوری، تأثیرگذاری عمده بر بیلان آبی رودخانه ارس، حفظ ذخایر بیولوژیکی، تأثیرگذاری در تلطیف آب و هوایی منطقه، جلوگیری از فرسایش خاک، ارزش‌های اکوتوریسمی و غیره و نیز برای دستیابی به توسعه پایدار، حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی و تنوع‌زیستی آنها لازم است و یکی از گام‌های مهم در این راستا بررسی پوشش-گیاهی و عوامل مؤثر بر پراکنش، تنوع و غنا در این جنگلهاست (۲۲). با توجه به مطالعات محدود انجام شده در این رابطه در ناحیه رویشی ارسباران، هدف این پژوهش آن است که غنا، یکنواختی و تنوع‌گونه‌ای را بررسی و تأثیر عامل محیطی شیب را بر هر یک از این معیارها در منطقه مورد پژوهش تعیین کند، همچنین بهترین شاخص‌های غیرپارامتریک را برای ارزیابی تنوع در طبقات شیب تعیین کند تا بدین وسیله بتوان با دیدی بهتر نسبت به حفظ تنوع‌زیستی آن، تأمین پایگاه اطلاعاتی و ارزیابی توان‌های منطقه در بلندمدت اقدام نمود.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه: منطقه ارسباران در شمال غرب کشور و شمال استان آذربایجان شرقی قرار دارد. عمده جنگل‌های منطقه ارسباران در چهار حوضه هیدرولوژیک کلیبرچای، ایلگنه‌چای، حاجیلرچای و سلن‌چای واقع شده است. رویشگاه مورد مطالعه با مساحت ۱۵۰۰ هکتار در توده‌های جنگلی حوضه آبخیز ایلگنه‌چای با مختصات جغرافیایی

اسمیرونوف و همگن بودن واریانس‌ها بوسیله آزمون لون بررسی شد. بمنظور بررسی تفاوت یا عدم تفاوت طبقات مختلف شیب بر اساس هر یک از شاخص‌های تنوع با توجه به نرمال بودن و همگن بودن داده‌ها از آنالیز واریانس یکطرفه (۳۱، ۵۵ و ۶۴) استفاده شد. پس از معنی‌دار شدن اختلاف شاخص‌ها در طبقات مختلف شیب، برای مقایسه جزئی‌تر میانگین‌ها از آزمون دانکن (۵۳) استفاده شد.

نتایج

از مجموع ۱۶۰ قطعه نمونه برداشت شده، تعداد ۲۶ گونه چوبی و ۸۱ گونه علفی متعلق به ۷۲ جنس و ۳۹ خانواده در منطقه مورد مطالعه شناسایی گردید (جدول ۴). از عمده‌ترین خانواده‌های گیاهی منطقه *Fabaceae* (۱۵ درصد)، *Asteraceae* (۱۳ درصد)، *Rosaceae* (۷/۵ درصد) و *Lamiaceae* (۵/۶ درصد) را می‌توان نام برد. نتایج حکایت از آن دارد که گونه *Quercus petraea* (بلوط سفید) بالاترین حضور در ۹۳/۸٪ از قطعات حضور داشته است. پس از آن گونه‌های *Carpinus betulus* (ممرز) با ۶۷/۷٪ و *Cornus mass* (ذغال آخته) با ۶۵٪ حضور ثبت شده‌اند. تجزیه واریانس شاخص‌های غنا، یکنواختی و ناهمگنی در طبقات مختلف شیب نشان داد که مقادیر شاخص‌ها، از غنای شاخص مارگالف و از شاخص‌های ناهمگنی شاخص شانون-واینر دارای تفاوت معنی‌داری (p=۰/۰۵) می‌باشند ولی شاخص‌های یکنواختی تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۲). به‌طوری‌که بالاترین مقادیر شاخص‌های غنا، یکنواختی و ناهمگنی در طبقه سوم و کمترین مقادیر آنها در طبقه اول مشاهده گردید (شکل‌های ۲-۷). نتایج آمار توصیفی و درصد ضریب تغییرات شاخص‌های غنای گونه‌ای، یکنواختی و ناهمگنی نشان داد که از بین شاخص‌های غنا، شاخص مارگالف (۱۸/۲ درصد)، از بین شاخص‌های یکنواختی، شاخص مودیفاید (۱۶/۵ درصد) و از بین شاخص‌های ناهمگنی، شاخص شانون-واینر (۱۰ درصد) بالاترین ضرایب تغییرات را در

ساختمان خاک از دانه ریز تا درشت و از مکعبی تا کروی است. زهکشی به‌خوبی انجام شده و هیچ گونه هیدرومورفی مشاهده نمی‌شود. تراکم ریشه‌ها بین اعماق ۱۰ تا ۷۳ سانتی‌متر نشانگر سطحی و عمیق بودن خاک‌ها در فرم‌های مختلف زمین است (۱۶).

نمونه‌برداری از پوشش گیاهی: تعداد ۱۶۰ قطعه‌نمونه دایره‌ای شکل به مساحت ۳۱۴ متر مربعی به روش تصادفی-سیستماتیک ثبت شد (۳۰ قطعه نمونه به دلیل واقع شدن در زمین زراعی و مناطق صعب‌العبور برداشت نشد). در هر قطعه نمونه اصلی یک ریزقطعه‌نمونه ۳/۱۴ متر مربعی به‌منظور برداشت پوشش علفی پیاده شد که در مجموع ۱۶۰ ریزقطعه‌نمونه ثبت گردید. در قطعه‌نمونه اصلی نام گونه، تعداد و درصد پوشش درختان و درختچه‌ها یادداشت شد. در ریزقطعه‌نمونه‌ها نیز نام گونه و درصد پوشش گونه‌های علفی بر اساس مقیاس براون-بلانکه ثبت شد. تعداد قطعات نمونه از طریق محاسبه ضریب تغییرات و خطای قابل قبول نمونه‌برداری تعیین گردید (۲۷). مساحت قطعه‌نمونه‌ها از طریق رسم منحنی سطح-گونه (۳۰) برای پوشش علفی و پوشش درختی و درختچه‌ای بطور جداگانه به‌دست آمد.

تعیین طبقات شیب: در هر یک از قطعات نمونه اصلی، عامل محیطی شیب با استفاده از شیب‌سنج سونتو ثبت گردید. برای ارزیابی تنوع زیستی در طبقات مختلف شیب، شیب منطقه به سه طبقه (۰-۲۵، ۲۵-۵۰ و بالای ۵۰ درصد) تقسیم شد، بطوریکه هر یک از طبقات شیب به ترتیب ۲۹، ۶۳ و ۳۸ قطعه‌نمونه را به خود اختصاص دادند.

محاسبه شاخص‌های تنوع: شاخص‌های غنا، یکنواختی و ناهمگنی (تنوع) مختلفی در بررسی پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه به‌کار گرفته شد که شرح آنها در جدول ۱ آمده است (۴۶، ۴۸، ۵۱، ۵۸، ۵۹ و ۶۰).

تجزیه و تحلیل آماری: در ابتدا تبعیت داده‌های اصلی و تبدیل شده از توزیع نرمال به وسیله آزمون کولموگروف

بین شاخص‌های مورد بررسی بخود اختصاص داده‌اند (جدول ۲). ضرایب همبستگی پیرسون شاخص‌های تنوع-زیستی بیانگر آن است که از بین شاخص‌های غنای گونه-ای، شاخص‌های مارگالف و منهنیک دارای همبستگی

جدول ۱- شاخص‌های غنا، یکنواختی و ناهمگنی مورد استفاده در این پژوهش

مؤلفه تنوع	شاخص	فرمول	دامنه	مرجع
غنا	Margalef	$R1 = (S-1)/\ln(n)$	0-∞	Margalef(1958)
	Menhinick	$R2 = S/\sqrt{n}$	0-∞	Menhinick(1964)
یکنواختی	Modified Nee	$Eg = \frac{2 \arctan(b)}{\pi}$	0-1	Nee et al(1992)
	Smith and wilson	$E_{var} = 1 - \left(\frac{2}{\pi} \left[\arctan \left(\frac{2 \sum_{i=1}^s (log_e f_i) - 2 \sum_{i=1}^s (log_e (f_i/s))^2}{s} \right) \right] \right)$	0-1	Smith and wilson(1996)
ناهمگنی	Shannon and wiener	$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i) (log_e p_i)$	0-4.5	Shannon and weaver(1949)
	Simpson	$D = \sum_{i=1}^s R_i^2$	0-1	Simpson(1949)

S = تعداد کل گونه‌ها یا تعداد گونه‌ها در نمونه، N = حجم یا اندازه نمونه یا تعداد کل افراد در نمونه، $\ln N =$ لگاریتم طبیعی N یا $\log_e N$ است، $R_i =$ سهم افراد در گونه i ام نسبت به کل نمونه که به صورت $R_i = \frac{f_i}{N}$ تعریف می‌شود.

جدول ۲- آمار توصیفی و تجزیه واریانس شاخص‌های غنای گونه‌ای، یکنواختی و ناهمگنی در طبقات ارتفاعی

شاخص‌ها	غنا	یکنواختی	ناهمگنی
آماره‌ها	مارگالف	اسمیث و ویلسون	مودیفاید
کمینه	۱/۳	۱/۶	۱/۲
بیشینه	۳/۳	۱/۶	۳/۸
میانگین	۲/۲	۱/۲	۳
انحراف معیار	۱/۴	۱/۲	۱/۰۵
ضریب تغییرات (%)	۱۸/۲	۱۶/۶	۱۶/۵
مقدار F	۳/۲	۱	۶
Sig	۱/۰۴*	۱/۴ ^{ns}	۱/۰۳*

* در سطح ۵ درصد معنی‌دار، ^{ns} عدم معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول ۳- نیمه ماتریس همبستگی و میزان معنی‌داری بین شاخص‌های غنا، یکنواختی و ناهمگنی

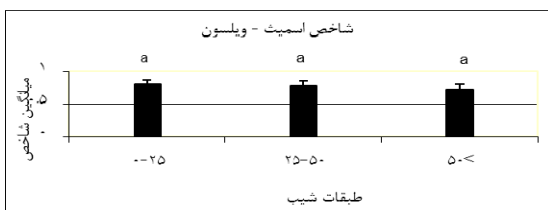
شاخص‌ها	مارگالف	منهنیک	اسمیث و ویلسون	مودیفاید	شانون-وینر	سیمپسون
همبستگی						
مارگالف	۱	-	-	-	-	-
منهنیک	۱/۹۶*	۱	-	-	-	-
اسمیث و ویلسون	۱/۵۱*	۱/۶۷*	۱	-	-	-
مودیفاید	۱/۲۸*	۱/۴۱*	۱/۸۷*	۱	-	-
شانون-وینر	۱/۸۲*	۱/۸۲*	۱/۶۷*	۱/۵۵*	۱	-
سیمپسون	۱/۷۴*	۱/۷۹*	۱/۸۱*	۱/۶۹*	۹۱*	۱

* همبستگی در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

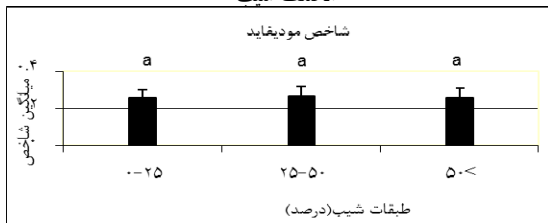
جدول ۴- گونه‌های گیاهی (درختی، درختچه ای و علفی) منطقه مورد پژوهش

نام فارسی	خانواده	گونه	نام فارسی	خانواده	گونه
شیدر گوناگون	Papilionaceae	<i>Vicia variabilis</i>	سیاه تلو	Rhamnaceae	<i>Paliurus spin christi</i> Mill.
شیدر رنگارنگ	Papilionaceae	<i>Vicia variegata</i>	انار	Punicaceae	<i>Punica granatum</i> L.
زبان پس قفا	Ranunculaceae	<i>Delphinium ochroleucum</i>	بلوط سفید	Fagaceae	<i>Quercus petraea</i> .
خلربی برگ	Fabaceae	<i>Lathyrus aphaca</i>	قره میغ	Rhamnaceae	<i>Rhamnus pallasii</i> .
خلر قرمز	Fabaceae	<i>Lathyrus roseus</i>	سیاه ال	Cornaceae	<i>Cornus sanguines</i>
زنگوله‌ای بخیرای	Boraginaceae	<i>Onosma bodeanum</i>	پلاخوربرگدار	Caprifoliaceae	<i>Lonicera bractedlaris</i>
ترشک غده دار	Polygonaceae	<i>Rumex tuberosus</i>	نسترن	Rosaceae	<i>Rosa cannia</i>
یونجه باغی عقربی	Fabaceae	<i>Coronilla scorpioides</i>	زغال آخته	Cornaceae	<i>Cornus mass</i>
فرفیون شماطه	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia helioscopia</i>	ممرز	Corylaceae	<i>Carpinus betulus</i>
فرفیون شنی	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia seguieriana</i>	هفت کول	Caprifoliaceae	<i>Viburnum lantana</i>
فرفیون فلس دار	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia squamosa</i>	آلوچه	Rosaceae	<i>Prunus divaricata</i> .
شیرپنیر	Rubiaceae	<i>Galium humifissum</i>	اسپیره	Rosaceae	<i>Spiraea crenata</i>
شیرپنیر	Rubiaceae	<i>Galium verum</i>	افرا (کرب)	Aceraceae	<i>Acer campestre</i>
گل مروارید عطری	Rubiaceae	<i>Galium odoratum</i>	تا (داغداغان)	Ulmaceae	<i>Celtis caucasica</i>
بابونه زرد	Asteraceae	<i>Athemis tinctoria</i>	اوجا	Ulmaceae	<i>Ulmus carpinifolia</i>
بابونه بیشه زار	Asteraceae	<i>Athemis triumfetii</i>	زبان گنجشک	Oleaceae	<i>Fraxinus rotundifolia</i> .
زبرنیه رایج	Rubiaceae	<i>Aseperula arvensis</i>	چتنه	Cupressaceae	<i>Juniperus foetidissima</i>
گاوزبان	Boraginaceae	<i>Anchusa azurea</i>	ارس	Cupressaceae	<i>Juniperus obloga</i>
درمنه شرقی	Asteraceae	<i>Artemisia scoparia</i>	گوشوارک	Celastraceae	<i>Evonymus latifolius</i>
بومادران زرد	Asteraceae	<i>Achillea biebersteinii</i>	زالزالک	Rosaceae	<i>Crataegus orientalis</i>
گل گندم عزیزی	Asteraceae	<i>Centaurea aziziana</i>	بارانک	Rosaceae	<i>Sorbus torminalis</i> L.
گل گندم چمنزار	Asteraceae	<i>Centaurea iberica</i>	گلایی	Rosaceae	<i>Pyrus salicifolia</i> .
گل گندم بوته‌ای	Asteraceae	<i>Centaurea virgata</i>	سرخدار	Taxaceae	<i>Taxus baccata</i> L.
گل گندم جنگلی	Asteraceae	<i>Centaurea zuvandica</i>	گیلاس	Rosaceae	<i>Cerasus avium</i> L.
دم اسب رودخانه	Equisetaceae	<i>Eqisetum fluviatile</i>	ازگیل	Rosaceae	<i>Mespilus germanica</i> L.
فراموشم‌مکن	Boraginaceae	<i>Myosotis asiatica</i>	بنه	Anacardiaceae	<i>Pistacia atlantica</i> .
فراموشم‌مکن تنک	Boraginaceae	<i>Myosotis sparsiflora</i>	قدومه سهندی	Brassicaceae	<i>Alyssum longistylum</i>
هفت بند نرم	Polygonaceae	<i>Polygonum mite</i>	قدومه گل ریز	Brassicaceae	<i>Alyssum strigosum</i>
هفت بند عقربی	Polygonaceae	<i>Polygonum paronychioides</i>	قدومه	Brassicaceae	<i>Alyssum alyssoides</i>
گل ماهور غاضی	Scrophulariaceae	<i>Verbascum agrimonifolium</i>	علف بره	Poaceae	<i>Festuca ovina</i>
گل ماهور ارتفاع پسند	Scrophulariaceae	<i>Verbascum orephilum</i>	مصفا‌ی بریتانیایی	Asteraceae	<i>Inula britanniana</i>
گل ماهور آذربایجانی	Scrophulariaceae	<i>Verbascum szovitsianum</i>	مصفا‌ی زنجبیل	Asteraceae	<i>Inula helenium</i>

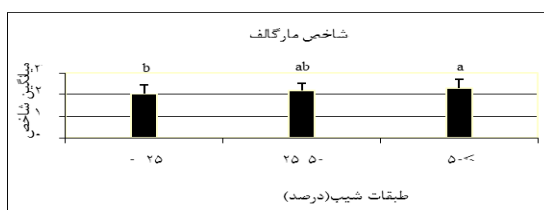
Inula oculus-christi	Asteraceae	مصفاى چشم مسيح	Campanula rapunculoides	Campanulaceae	گل استکانی
Medicago orbicularis	Fabaceae	یونجه دایره‌ای	Campanula stevenii	Campanulaceae	گل استکانی تک گل
Medicago sativa	Fabaceae	یونجه	Convolvulus arvensis	Convolvulaceae	پیچک صحرایی
Plantago lanceolata	Potamogetonaceae	بارهنگ سرنیزه‌ای	Campanula cantabrica	Convolvulaceae	پیچک
Tragopogon kemulariae	Asteraceae	شنگ خوبی	Onobrychis hohenuckeriana	Fabaceae	اسپرس تالش
Urtica dioica	Urticaceae	گزنه	Onobrychis mischouxii	Fabaceae	اسپرس رودباری
Thymus kotschyanus	Lamiaceae	آویشن	Onobrychis shahpurenensis	Fabaceae	اسپرس شاهپوری
Thymus serpyllum	Lamiaceae	آویشن واقعی	Veronica persica	Scrophulariaceae	سبزاب ایرانی
Ziziphora capitata	Lamiaceae	آویشن	Veronica orientalis	Scrophulariaceae	سبزاب شرقی
Agropyron tauri	Graminaceae	چمن گندم سیسلی	Poa bulbosa	Poaceae	چمن پیازک‌دار
Erodium oxyrhynchm	Geraniaceae	نوک لک لک تیز	Poa nemoralis	Poaceae	چمن مرتعی
Lotus corniculatus	Fabaceae	آهوماش زرد	Silene conoidea	Caryophyllaceae	سینلن هرز
Papaver macrostemum	Papaveraceae	خشخاش پرچم درشت	Verbena officinalis	Verbenaceae	شاه پسند
Teucrium polium	Lamiaceae	مریم نخودی	Bromus japonicus	Poaceae	جاروعلفی
Trifolium ambiguum	Fabaceae	شیدر مشکوک	Bromus sterilis	Poaceae	جاروعلفی نازا
Trifolium angustifolium	Fabaceae	شیدر برگ باریک	Carex divulsa	Cyperaceae	جگن
Trifolium arvense	Fabaceae	شیدر خودروی	Callipeltis cuucularis	Asteraceae	زیباسر
Trifolium campestre	Fabaceae	شیدرزرد	Cephalanthera damasonium	Orchidaceae	گلسر جنگلی
Trifolium spruneriana	Fabaceae	شیدر	Satureja sahadica	Lamiaceae	مرزه سهندی
Vicia narbonensis	Fabaceae	ماشک	Cirsium arrense	Asteraceae	کنگر سفید
Vicia sativa L.	Fabaceae	ماشک	Gladiolus segetum	Iridaceae	گلایول صحرانی
			Origanum vulgare	Lamiaceae	مرزنگوش



شکل ۴- میزان شاخص یکنواختی اسمیت - ویلسون در طبقات مختلف شیب



شکل ۵- میزان شاخص یکنواختی مودیفاید در طبقات مختلف شیب



شکل ۲- میزان شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در طبقات مختلف شیب - حروف متفاوت لاتین نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون آماری دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشد.



شکل ۳- میزان شاخص غنای گونه‌ای منهیک در طبقات مختلف شیب

میزان این شاخص در طبقه سوم (شیب بالای ۵۰ درصد) و دوم (شیب ۲۵-۵۰ درصد) بشکل معنی‌داری از طبقه اول (شیب ۰-۲۵ درصد) بیشتر است. ب: شاخص سیمپسون: شکل ۷ میزان شاخص ناهمگنی سیمپسون را در طبقات مختلف شیب نشان داده و مشخص می‌کند که میزان این شاخص در طبقه سوم (شیب بالای ۵۰ درصد) بشکل معنی‌داری از طبقات اول و دوم بیشتر است.

بحث و نتیجه‌گیری

فیزیوگرافی که بمعنای شکل سطحی یک منطقه است (۲۴) تأثیر زیادی بر تنوع گیاهان و پراکنش آنها دارد (۲۸). بدین منظور، محققان مختلف تنوع‌زیستی را با در نظر گرفتن فیزیوگرافی و یا هر یک از عوامل مختلف فیزیوگرافی به صورت مجزا، مانند ارتفاع از سطح دریا، جهت و شیب مورد بررسی قرار داده‌اند (۲۶، ۶۱). بنابراین عوامل توپوگرافی از جمله عواملی هستند که بر حضور و عدم حضور گونه‌های گیاهی تأثیرگذار هستند (۳۴). درصد شیب یکی از این عوامل است که اثر زیادی بر تنوع و غنای گونه‌ای دارد (۲۴)، محققان زیادی در داخل و خارج کشور به بررسی نقش شیب در تنوع و غنای گونه‌ای پرداخته و همبستگی‌های معنی‌داری را مشاهده کرده‌اند (۱، ۱۵، ۱۰، ۳۵ و ۴۴). پژوهش حاضر نیز فقط مدعی آن است که در منطقه مورد مطالعه تنوع گونه‌های گیاهی با تغییرات شیب دامنه تغییر می‌کند. محاسبه و مقایسه شاخص‌های مختلف تنوع، به‌عنوان روشی مطلوب برای مطالعه تنوع-زیستی مورد توجه است (۲۲، ۱۹ و ۹). هر شش شاخص تنوع‌زیستی محاسبه شده (دو شاخص غنا، دو شاخص یکنواختی و دو شاخص ناهمگنی)، در منابع به‌عنوان پرکاربردترین شاخص‌ها ذکر شده‌اند (۲۲، ۵۲، ۴۲، ۴۴). همانطوری که نتایج نشان می‌دهد شیب دامنه روی شاخص‌های منهنیک، اسمیث - ویلسون، مودیفاید و ناهمگنی سیمپسون گونه‌های گیاهی تأثیر نداشت. اما تأثیر آن روی شاخص مارگالف ($p=0/4$) و شانون-واینر



شکل ۶- میزان شاخص ناهمگنی شانون- وینر در طبقات مختلف شیب - حروف متفاوت لاتین نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون آماری دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشد.



شکل ۷- میزان شاخص ناهمگنی سیمپسون در طبقات مختلف شیب - حروف متفاوت لاتین نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون آماری دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشد.

شاخص‌های غنای گونه‌ای: الف: شاخص مارگالف: شکل ۲ میزان شاخص مارگالف را در طبقات مختلف شیب نشان داده و مشخص می‌کند که میزان این شاخص در طبقه سوم (شیب بالای ۵۰ درصد) بشکل معنی‌داری از طبقات اول و دوم بیشتر است. ب: شاخص منهنیک: شکل ۳ میزان شاخص منهنیک را در طبقات مختلف شیب نشان داده و مشخص می‌کند که میزان این شاخص در طبقات مختلف شیب تفاوت آماری معنی‌داری ندارد.

شاخص‌های یکنواختی: الف: شاخص اسمیث - ویلسون: شکل ۴ میزان شاخص یکنواختی اسمیث- ویلسون را در طبقات مختلف شیب نشان داده و مشخص می‌کند که میزان این شاخص در طبقات مختلف شیب تفاوت آماری معنی‌داری ندارد.

ب: شاخص اصلاح شده نی: شکل ۵ میزان شاخص یکنواختی اسمیث- ویلسون را در طبقات مختلف شیب نشان داده و مشخص می‌کند که میزان این شاخص در طبقات مختلف شیب تفاوت آماری معنی‌داری ندارد.

شاخص‌های ناهمگنی: الف: شاخص شانون - وینر: شکل ۶ میزان شاخص ناهمگنی شانون-واینر را در طبقات مختلف شیب نشان داده، همان‌گونه که مشاهده می‌شود

تا ۷). از طرفی نتایج سایر تحقیقات نیز نشان می‌دهد که در افزایش شاخص سیمپسون یکنواختی و در افزایش شاخص شانون- وینر شاخص‌های غنا دارای اهمیت است (۴)، در نتیجه جنگل مذکور یک جنگل طبیعی پهن‌برگ آمیخته خزان‌کننده بوده و از تنوع‌گونه‌ای بالایی برخوردار است که با نتایج بدست آمده از پژوهش‌های سایر محققان همخوانی دارد، یعنی بیشتر بودن تنوع زیستی در این جنگل‌های طبیعی پهن‌برگ نسبت به جنگل‌های سوزنی‌برگ (۴۳)؛ که علت بالا بودن تنوع زیستی در این جنگل‌ها را می‌توان به دمای مناسب، خاک حاصلخیز و رطوبت بالا نسبت داد (۳۹).

به‌منظور تعیین و تشخیص مناسب‌ترین شاخص‌ها برای ارزیابی تنوع‌زیستی در طبقات شیب در منطقه مورد پژوهش، از آماره ضریب تغییرات استفاده گردید. نسبت انحراف معیار به میانگین را که اغلب به درصد بیان می‌شود، ضریب تغییر می‌نامند. این واحد به واحد اندازه‌گیری بستگی ندارد و در عمل برای مقایسه بکار می‌رود. بدیهی است که مناسب‌ترین شاخص، شاخصی است که بیشترین تغییرپذیری میانگین یا در واقع بیشترین ضریب تغییرات را دارا باشد (۹، ۱۲). نتایج آمار توصیفی و درصد ضریب تغییرات شاخص‌های غنای گونه‌ای، یکنواختی و ناهمگنی نشان داد که از بین شاخص‌های غنا، شاخص مارگالف (۱۸/۲ درصد)، از بین شاخص‌های یکنواختی، شاخص مودیفاید (۱۶/۵ درصد) و از بین شاخص‌های ناهمگنی، شاخص شانون-وینر (۱۰ درصد) بالاترین ضرایب تغییرات را در بین شاخص‌های مورد بررسی به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۲). ضرایب همبستگی پیرسون شاخص‌های تنوع زیستی بیانگر آن است که از بین شاخص‌های غنای گونه‌ای، شاخص‌های مارگالف و منهنیک دارای همبستگی بالایی (۹۶ درصد) با یکدیگر می‌باشند. البته ضرایب همبستگی در شاخص‌های یکنواختی و ناهمگنی هم بسیار بالاست (جدول ۳). با توجه به تعاریف همبستگی، هر چه مقدار عددی این ضرایب در ارتباط بین دو شاخص بیشتر

($p=0/003$) معنی‌دار بوده، به‌طوری‌که با افزایش شیب، شاخص غنای گونه‌ای و تنوع شانون- وینر افزایش یافت (جدول ۲). همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد در جنگل‌های ایلگنه‌چای و کلیبرچای منطقه ارسباران شاخص‌های تنوع و غنا با شیب دامنه همبستگی مثبت دارند. بصورتی که با افزایش شیب دامنه، تنوع و غنای گونه‌ای افزایش می‌یابد، در حالی که در بیشتر تحقیقات همبستگی شاخص‌های تنوع‌زیستی با این عامل منفی بوده است. البته این موضوع می‌تواند بدلائیل ذیل باشد: ۱- بدلیل شرایط خاص میکروکلیمایی پای سنگها و حفظ رطوبت بیشتر در زیر آنها؛ ۲- تخریب انسانی کمتر و همچنین سختی شرایط شیب تند برای چرای دام؛ ۳- هیچ‌گاه نباید انتظار داشت که رابطه بین تنوع‌زیستی و شیب دامنه رابطه علی و معلولی باشد، بلکه ممکن است فاکتور شیب بر روی عوامل دیگر تأثیر گذاشته و باعث افزایش تنوع‌زیستی شود؛ ۴- همچنین با توجه به شرایط حاکم بر منطقه مورد مطالعه، آشفته‌گی‌ها و تخریب‌های شدیدی که در شیب‌های پایین‌تر به سبب نزدیک بودن به جاده، روستاهای حاشیه جنگل و چرای دام و ... رخ داده، باعث شده گونه‌های گیاهی بمنظور حفظ بقا، خود را در طول زمان به شیب‌های تندتر که محیطی امن محسوب می‌شود رسانده و این مسئله باعث ایجاد شرایط مساعد برای استقرار گونه‌های گیاهی در شیب‌های تند شده و همین امر موجب افزایش غنای گونه‌ای شده است.

با توجه به نتایج فوق، شاخص سیمپسون حساسیت بیشتری به فراوانی گونه‌های عمومی (فراوان) دارد و تابع شانون- واینر به فراوانی گونه‌های در سطح جامعه یا نمونه مورد نظر حساسیت بیشتری نشان می‌دهد (۵)؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که شاخص غنای گونه‌ای نقش بسزایی در افزایش تنوع‌زیستی منطقه مورد پژوهش دارد، در حالی که شاخص‌های یکنواختی در طبقات مختلف شیب تفاوت آماری معنی‌داری ندارند، بنابراین با افزایش غنای گونه‌ای تنوع‌زیستی هم افزایش می‌یابد (شکل‌های ۲

تحت مدیریت صحیح قرار گیرند. آنچه مسلم است به- لحاظ پیچیدگی و تنوع خصوصیات اکولوژیک در هر منطقه پوشش، نمی‌توان نتایج بدست آمده در هر مطالعه را به تمامی مطالعات دیگر مرتبط دانست. بنابراین این پژوهش فقط مدعی این است که در منطقه مورد پژوهش تغییرات تنوع‌زیستی در رابطه با تغییرات شیب معنی‌دار می‌باشد، بطوری که با افزایش شیب دامنه غنای گونه‌ای افزایش یافته و موجب افزایش تنوع‌زیستی می‌گردد. بدیهی است ضرورت مطالعات متعدد و موردی از این دست، بهترین راهکار برای نیل به مدیریت بهینه در جنگل‌داری نوین می‌باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند تا بدین‌وسیله از کارشناسان اداره منابع طبیعی شهرستان کلپیر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی و اداره کل منابع طبیعی استان، بدلیل همکاری‌های لازم، تشکر و قدردانی نمایند.

باشد این دو شاخص تفاوت زیادی با یکدیگر نداشته و در موارد لازم می‌توان از یکی دو شاخص استفاده نمود و بعکس، هر چه ضریب همبستگی شاخص‌ها کمتر باشد این بدان معناست که هر یک از شاخص‌ها عملکرد منحصر بخود داشته و خروجی آنها تشابه کمتری با یکدیگر دارند (۹، ۱۲). با این تفاسیر برای بررسی غنا، شاخص مارگالف، برای یکنواختی، شاخص مودیفاید و برای اندازه‌گیری ناهمگنی استفاده از شاخص شانون- وینر بهترین می‌باشند (جدول ۲ و ۳). بطور کلی از نتایج این پژوهش مشخص شد که شیب دامنه روی شاخص یکنواختی گونه‌های گیاهی تأثیر معنی‌داری نداشته، اما تأثیر آن روی شاخص غنا و ناهمگنی معنی‌دار بوده است. همچنین محققان زیادی در داخل و خارج کشور به بررسی نقش شیب بر تنوع و غنای گونه‌ای پرداخته و همبستگی معنی‌داری را مشاهده کرده‌اند (۱، ۱۱، ۱۰، ۱۵، ۲۴، ۴۳ و ۳۵).

باید خاطرنشان کرد که روش‌های مطالعه تنوع‌زیستی در اکوسیستم جنگل زمانی مفید و سودمند است که در راستای اهداف شناخته شده مدیریت جنگل قرار گیرند. بمنظور حفظ و توسعه تنوع‌زیستی، جنگل‌های ارسبان باید

منابع

۱. ابراهیمی‌کبریا، خ. ۱۳۸۱. بررسی عوامل توپوگرافی و چرا بر تغییرات درصد پوشش گیاهی و تنوع در زیر حوضه سفیدآب هراز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه مازندران، ۸۲ صفحه.
۲. اجتهادی، ح.ع، سپهری، ح.ر، عکافی، ۱۳۸۸. روش‌های اندازه‌گیری تنوع زیستی، انتشارات دانشگاه مشهد، ۵۳۰، ۲۲۶ ص
۳. بی‌نام، ۱۳۷۳. مطالعات جامع توسعه کشاورزی حوضه آبریز دریاچه ارومیه و ارس. مهندسين مشاور جامع ايران. جلد دوازدهم جنگل و بیشه زار، ۳۵۰ صفحه.
۴. پوربابایی، ح. ۱۳۸۰. بررسی تنوع زیستی گونه‌های چوبی در جنگل‌های راش گیلان. مقالات همایش ملی مدیریت جنگل‌های شمال و توسعه پایدار. انتشارات سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور. ۷۷۰ صفحه.
۵. پوربابایی، ح. ۱۳۸۳. کاربرد آمار در بوم‌شناسی (جان الف. لودویک و جیمزاف. رینولدز). انتشارات دانشگاه گیلان، ۴۲۸
۶. پوربابایی، ح.، منافی، ح و عابدی، ط. ۱۳۸۹. بررسی تنوع گونه‌های چوبی در رویشگاه‌های سفیدمازوی گرجستانی (*Quercus petraea subsp. Iberica*) (مطالعه موردی: رویشگاه‌های چوبه‌درق و دارانا ارسباران). مجله جنگل ایران، سال دوم، شماره ۳، صفحه ۲۰۷-۱۹۷
۷. ثاقب‌طالبی، خ. ساجدی، ت. یزدیان، ف. ۱۳۸۴. نگاهی به جنگل-های ایران، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع بخش تحقیقات جنگل، ۵۵ صفحه.
۸. تیمورزاده، ع. ۱۳۸۲. بررسی جامعه‌شناسی گیاهی در جنگلهای شرق اردبیل، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳۵: ۱۴۲-۱۳۵ صفحه.

۹. حاجی میرزا آقایی، س. جلیلود، ح. کوچ، ی و پورمجیدیان، م. ۱۳۹۰. تنوع گونه‌های گیاهی در ارتباط با عامل اکولوژیک ارتفاع از سطح دریا در جنگلهای سرد آبرود چالوس، مجله زیست‌شناسی ایران. ۲۴(۳): ۴۱۱-۴۰۰ صفحه.
۱۰. حسینی، س. ع. ۱۳۷۴. بررسی جوامع گیاهی دشت میزابیلو و آلمه پارک ملی گلستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۸۶ صفحه.
۱۱. حیدری، م. عطاروشن، س و حاتمی، خ. ۱۳۸۹. ارزیابی تنوع-زیستی گیاهان علفی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی در اکوسیستم-های جنگلی زاگرس میانی- منطقه حفاظت شده دالاب. مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، سال اول، شماره دوم، صفحات ۲۲-۲۸.
۱۲. داستانگو، د. ف. رفیعی‌جزی و ر. رحمانی. ۱۳۸۷. ارزیابی شاخص‌های تنوع ساختار درختان جنگلی در اکوسیستم‌های خزری (مطالعه موردی: سری ۳ بخش ۵ طرح جنگلداری نکا- ظالمرو). اولین کنفرانس بین‌المللی تغییرات زیست محیطی منطقه خزری، دانشگاه مازندران- بابلسر، ۱۷ صفحه.
۱۳. روانبخش، م. ح. اجتهادی، ح. پوربابایی. و ج. قرشی‌الحسینی. (۱۳۸۶). بررسی تنوع گونه‌های گیاهی ذخیره‌گاه جنگلی گیسوم تالش در استان گیلان. مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۲۰، شماره ۳، صفحات ۲۲۹-۲۱۸.
۱۴. صابریان، غ. ر. ۱۳۸۰. بررسی درجه همبستگی پوشش گیاهی با عوامل توپوگرافی در زیر حوضه سفید دشت گرمسار (شهرستان سمنان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشگاه مازندران، ۱۱۳ صفحه.
۱۵. طالشی، ح. اکبری‌نیا، م. ۱۳۹۰. تنوع‌زیستی گونه‌های چوبی و علفی در ارتباط با عوامل محیطی در جنگلهای پایین‌بند شرق نوشهر، مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۲۴، شماره ۵، صفحات ۷۷۷-۷۶۶.
۱۶. علیجانپور، ا. ۱۳۷۹. بررسی تعیین آماربرداری بهینه و کاربرد آن در جنگل‌های ارسباران. رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۶۰ صفحه.
۱۷. علیجانپور، ا. اسحاقی‌راد، ج. و بانج‌شفیعی، ع. ۱۳۸۸. بررسی و مقایسه تنوع گیاهان چوبی و منطقه حفاظت شده و غیر حفاظتی ارسباران. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱۷، شماره ۱، صفحات ۱۳۳-۱۲۵.
۱۸. قلیچ‌نیا، ج. ۱۳۸۷. بررسی درجه همبستگی جوامع گیاهی با عوامل توپوگرافی (شیب و جهت) در منطقه نردین. فصلنامه پژوهش و سازندگی، شماره ۴۳، ۴۱-۳۳ صفحه.
۱۹. کریمی‌پ. گرگین‌کرچی، م. بصیری، ر. کارگری، ا. ۱۳۸۷. تجزیه و تحلیل تنوع گونه‌ای در گروه‌گونه‌های اکولوژیک (مطالعه موردی: زیستگاه کوهسالان کردستان)، مجله محیط‌شناسی، سال سی- و چهارم، شماره ۴۶، صفحه ۵۶-۴۷.
۲۰. محمودی، ج. ۱۳۸۶. بررسی تنوع گونه‌های جنگل حفاظت شده کلار آباد در سطح گروه‌های اکولوژیک، مجله زیست‌شناسی ایران. ۲۰(۴): ۳۶۲-۳۵۳.
۲۱. مصدافی، م. ۱۳۸۰. توصیف و تحلیل پوشش گیاهی (مارتین کنت و پدی کاکر). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۳ صفحه.
۲۲. محمدزاده، ا. ۱۳۹۱. ارزیابی تنوع‌زیستی گونه‌های گیاهی در گروه گونه‌های اکولوژیک با استفاده از برخی از شاخص‌های غیرپارامتریک در منطقه ارسباران (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ایلگنه‌چای و کلپیرچای). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء (ص) بهبهان، ۱۶۲ صفحه.
۲۳. مهدوی، ع. حیدری، م. ۱۳۸۸. بررسی رابطه جهت دامنه، شیب و ارتفاع از سطح دریا (عوامل فیزیوگرافی) با تنوع‌زیستی گونه‌های گیاهی (منطقه موردی در منطقه مله گون، استان ایلام)، انجمن جنگلبانی ایران، سومین همایش ملی جنگل، ۱۱ صفحه.
۲۴. میرزایی، ج. اکبری‌نیا، م. حسینی، س. م. سهرابی، ه و حسین‌زاده، ج. ۱۳۸۶. تنوع گونه‌های گیاهان علفی در رابطه با عوامل فیزیوگرافی در اکوسیستم‌های جنگلی زاگرس میانی. مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۲۰، شماره ۴، صفحات ۳۸۲-۳۷۵.
25. Baev, P.V., Penev, L.D. 1995. BIODIV. Program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Version 5.1. Pensoft, 57 pp.
26. Baker, M.E. and Barnes, B.V., 1998. Landscape ecosystem diversity of river floodplains in northwestern Lower Michigan, USA, Canadian Journal of Forest Research, 28: 1405-1418.
27. Barbour, M.G. et al. 1999. Terrestrial Plant Ecology (3rd edition), An important of Addison Wesley Longman Incorporation, 649 pp.

28. Barnes, B.V., 1998. Forest ecology, John Wiley and Sons, Inc., 773 pp.
29. Boll, T., Svenning, J. C., Vormisto, J., Normand, S., Grandez, C., and Balslev, H., 2005. Spatial distribution and environmental preferences of the piassaba palm *Aphandra natalia* (Arecaceae) along the Pastaza and Urituyacu rivers in Peru. *Forest Ecology and Management*, 213: 175-183.
30. Cain, S. A. 1938. "The species-area curve ". *American Midland Naturalist*. No.19, pp. 573-581.
31. Cannon, H.C., Peart, R.P., Lighton, L. 1998. Tree species diversity in commercially logged Bornean Rainforest, *Science*, 281: 1366-1368.
32. Carlos, J. 2004. Diversity of maritime *juniper* woodlands. *Forest Ecology and Management*, 192: 267-276.
33. Danita, N., and Ivanchi, T., 1994. Forest ecosystem types in the Moldova republic.
34. Enright, N. J., Miller, B. P. and Akhter, R. 2005. Desert vegetation and vegetation-environment relationships in Kirthar National Park, Sindh, Pakistan, *Journal of Arid Environments*, 61: 397-418.
35. G-Campo, J., Alberto, F., Hodgson, J., G-Ruiz, J. and M-Marti, G. 1999. Plant community patterns in a gypsum area of NE Spain, Interactions with topographic factors and soil erosion. *Journal of Arid Environments*. 41: 401-410.
36. He, M. Z., Zheng, J. G. Li. X. R. and Qian, Y. L. 2007. Environmental factors affecting vegetation composition in the Alxa Plateau, China, *Journal of Arid Environments* 69: 473-489.
39. Hosseini, Seyed Mohsen., 2004, Incomparable Roles of Caspian Forests: Heritage of Humankind, *Forest Sciences*, 3:31-40.
40. Jenkins, M.A., Parker. 1998. Composition and diversity of woody vegetation in silvicultural openings of southern Indiana forests, *Forest ecology and management*, 109: 57-74.
41. Krebs, J. C. 1998, *Ecological Methodology*, Addison Wesley Longman Inc., 620pp.
42. Krebs, C. J. 1999. *Ecological methodology*. 2 nd Ed. Addison Wesley Longman, Menlo Park, California. 620 pp.
43. Maguran A. E. (1996). *Ecological diversity and its measurement*. Chapman & Hall. 384.
44. Magurran, A. 2005. "Measuring Biological Diversity", Blackwell Science, 256pp.
45. Maranon, T., Ajbilou, R., Ojeda, F. and Arroya, J., 1999. Biodiversity of woody species in oak woodland of southern Spain and northern Morocco. *Forest Ecology and Management*, 115: 147-156.
46. Margalef R. 1958. Information theory in ecology. *General systematics* 3:36-71pp.
47. Marti, G., 1999. Plant community patterns in a gypsum area of NE Spain. *Interaction With topographic, Arid Environments*, 41: 401-410.
48. Menhinick, E. F. (1964). "A comparison of some species individual diversity indices applied to samples of field insects ". *Ecology*. No. 45, pp. 839-861.
49. McNeely J. A., Miller K. R., Reid W. V., Mittermeier R. A. and Werner T. B. (1990). *Conserving the world biodiversity*. IUCN, WRI, CI, WWF and World Bank, Washington D.C.
50. Nantel. P. and Gagnon, D., 1999. Variability in the dynamics of Northern Peripheral versus Southern population of two colonial plant species *Helianthus divaricatus* and *Rhus aromatica*, *Forest Ecology and Management*, 87: 748-760.
51. Nee S., Harvey P. H. and Cotgreave P. 1992. Population persistence and the natural relationship between body size and abundance .In: *Conservation of biodiversity for sustainable development* (eds., O. T. Sandlund, K. Hindar and A. D.H. Brown), Scandinavian University Press, Oslo, 124-136 pp.
52. Peet, R.K. 1974. The measurement of species diversity. *Ann. Rev. Ecol. Systematics* 5, 285-307.
53. Pitkanen, S., 1998. The use of diversity indices to assess the diversity of vegetation in managed boreal forests. *Journal of forest ecology and management*, 112:(121-137).
54. Rong, L. X. 2001. Study on shrub community diversity of Ordos plateau, Inner Mongolia, Northern China, *Arid Environments*, 47: 271-279.
55. Sagar, R., Raghubanshi, A.S. and Singh, J.S., 2003. Tree species composition, dispersion and diversity along a disturbance gradient in dry tropical forest region of India, *Forest Ecology and Management*, 186: 61-71.
56. Schmitt, C. B., Denich, M., Demissew, S., Ib Friis, I. and Boehmer, H. J. 2010. Floristic diversity in fragmented Afrotropical rainforests, Altitudinal variation and conservation importance, *Journal of International Association for Vegetation Science*, 13: 291-304.

57. Schuster, B. Diekmann, M., 2005. Species density and environmental factors in deciduous forests of Northwest Germany. *Forest Ecology and Management*, 206: 197-205.
58. Shannon, C.E. and Wiener, W., 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press., 350pp.
59. Simpson, E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688pp.
60. Smith B. and Wilson J. B. 1996., A consumer's guide to evenness indices. *Oikos* 76: 70-82.
61. Spurr, S. H., (eds.). 1998. *Forest Ecology* (4th edition). John Wiley and Sons Inc., 774pp.
62. Strenberg, M. and Shoshany, M. 2001. Influence of slope aspect on Mediterranean woody formations, Comparison of a semi-arid and arid site in Israel. *Ecological Research*, 16: 335-345.
63. Tavili, A. and Jafari, M., 2009. Interrelation between plants and environmental variables. *International Journal of Environmental Research*, 3(2): 239-246.
64. Vujnovic K., Wein, R.W. and Dale, M.R.T, 2002. Predicting plant species diversity in response to disturbance magnitude in grassland remnants of central Alberta, *Canadian Journal of Botany*, 80: 504-511.
65. Wilson E. O. and Peter F. M. 1988., *Biodiversity*. National Academy Press, Washington D.D. 521pp.

Evaluation of biodiversity of plant species in Arasbaran area using non-parametric measures with respect to topographic factor of slope: a case study of aquiferous land of Ilgina and Kaleibar rivers

Mohammadzadeh A.¹, R. Basiry¹, Torahi A.A.², R. Dadashian³, M. Elahian⁴

¹ Forestry Dept., Faculty of Natural Resources, Industrial University of Behbahan, Behbahan, I.R. of Iran

² GIS Dept., Faculty of Geographic Sciences, Kharazmi University, Tehran, I.R. of Iran

³ Natural Resources and Watershed Management Dept., Tabriz, I.R. of Iran

⁴ Forestry Dept., Office of Natural Resources, Kaleibar, I.R. of Iran

Abstract

To achieve sustainable development and conservation of natural ecosystems and their biodiversity, study on topographic factors and their effects is necessary. Regarding to topographical condition of Arasbaran forests of Iran, slope is an important ecological factor controlling many other dependent quantitative and qualitative parameters. So the sampling grid designed by a random-systematic method with dimensions of 300×300 m and 160 round sample plots of 314 m² were taken to Arasbaran forests. Shrub and tree species were measured in the main sample plot. Species, the percentage of crown coverage and being monoecious or dioecious were considered to be measured to determine plant coverage. Weedy species were measured in small plots of 3.14 m². In the small plots, the species and the percentage of weed coverage were measured. In order to determine the biodiversity of plant species in different slope classes, the site slope was divided to three classes (including 0-25, 25-50, and over 50 percent) and then indices of Margalef, Menhinick, Modified Nee, Smith and Wilson, Simpson and Shanon-Wiener were calculated in each class. To determine the difference between slope classes we used one-way variance analysis and Duncan's multi-range comparison test. The results showed that slope of the land didn't have a significant impact on the index of species evenness of the plants; however, its influence on the prevalence and heterogeneity index is weak. Also the results showed that the index of species prevalence has a significant role in increasing biodiversity of the studied area with increasing slope. To identify the best index, coefficient of variation and Pearson correlation coefficient were used. The results showed that Margalef index, to measure prevalence, Modified index to measure the evenness, and Shanon-Wiener index, to measure the heterogeneity, are the best indices.

Key words: Species prevalence, evenness, Heterogeneity, Slope percent, Arasbaran forests, Northwestern Iran