



دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی گیلان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیستم و یکم، شماره دوم، ۱۳۹۳

<http://jwfst.gau.ac.ir>

## بررسی وضعیت تغییرات تنوع گونه‌های درختی و درختچه‌ای در پارامترهای فیزیوگرافی، خاک و پوشش گیاهی (در سری یک طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا)

آزاده عبدالله‌نژاد<sup>۱</sup> و \*شعبان شتایی جویباری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی‌ارشد، جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

<sup>۲</sup>دانشیار، گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۲۶

### چکیده

هدف از این پژوهش بررسی تنوع گونه‌های درختی و درختچه‌ای با شاخص‌های غنای گونه‌ای، یکنواختی و ناهمگنی در شرایط متفاوت توپوگرافی، انواع تحت رده خاک، تیپ‌های جنگل مختلف و تأثیر اجرای طرح جنگل‌داری در سری یک طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا می‌باشد. اطلاعات درختان و درختچه‌ها از ۵۱۸ قطعه نمونه طرح جنگل‌داری استخراج گردید. مقدار شاخص‌های تنوع گونه‌ای برای هر قطعه نمونه هم براساس تعداد درختان و هم براساس رویه زمینی محاسبه گردید. نقشه‌های خصوصیات اولیه توپوگرافی با استفاده از مدل رقومی زمین منطقه تهیه گردید. نقشه‌های تحت رده‌های خاک و تیپ‌های جنگل نیز از پایگاه داده‌های طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا استخراج گردید. میانگین شاخص‌ها در طبقات مختلف متغیرهای مورد بررسی در محیط GIS به دست آمد. بررسی معنی‌داری بین متغیرها و مقادیر تنوع گونه‌ای با آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و همگنی گروه‌ها با آزمون توکی در سطح ۰/۰۵ انجام پذیرفت. نتایج نشان داد مقادیر شاخص تنوع در اکثر شاخص‌های محاسبه شده به دو طریق تعداد گونه‌های درختی و رویه زمینی در طبقات مختلف ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت شیب، نوع تیپ درختی و تحت رده‌های خاک دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد بودند. مقایسه مقادیر شاخص‌های تنوع در توده مدیریت شده و شاهد (پارسل ۳۲) نشان داد که

\*مسئول مکاتبه: [shataee@yahoo.com](mailto:shataee@yahoo.com)

این توده‌ها از نظر تنوع گونه‌ای تنها در شاخص‌های ناهمگنی براساس تعداد درختان، دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد بودند و تفاوتی از نظر سایر شاخص‌ها با یکدیگر نداشتند.

**واژه‌های کلیدی:** تنوع گونه‌ای، خصوصیات توپوگرافی، تحت رده خاک، تیپ جنگل طرح جنگل‌داری  
دکتر بهرام‌نیا

### مقدمه

در سال‌های اخیر در محافل محیط‌زیستی جهان دو موضوع تنوع‌زیستی و تغییرات آب و هوایی به‌عنوان مسائل اصلی محیط‌زیست شناخته می‌شوند (قاسمی و فنایی، ۲۰۰۴). تنوع‌زیستی به‌عنوان گنجینه زیستی یا بانکی از داده‌های زیست‌شناختی در نظر گرفته می‌شود و شکل‌های متفاوتی از زندگی و فرم‌های رویشی در سطح کره زمین را نشان می‌دهد. تنوع‌زیستی یک مفهوم سلسله‌مراتبی است و باید در سطوح مختلف در نظر گرفته شود و عموماً شامل سه سطح ژنتیکی، گونه‌ای و بوم‌سازگان می‌باشد (اجتهادی و همکاران، ۲۰۰۹). تنوع گونه‌ای یا تاکسونی (ون در مارل، ۲۰۰۵)، سطح میانه نظام سلسله‌مراتبی تنوع‌زیستی است و به بررسی تنوع گونه‌ها اعم از گیاهی یا جانوری در نواحی خاص، می‌پردازد و به تفاوت‌های میان گروه‌های تاکسونومیکی و در بین نواحی جغرافیایی اشاره دارد. تنوع یک مساله اساسی در حفاظت محیط‌زیست بوده و هدف اصلی از حفاظت محیط نیز نگاه‌داری بیشترین تعداد ممکن از گونه‌های بومی در یک ناحیه می‌باشد و این هدف تنها از طریق شناخت تنوع و راه‌های اندازه‌گیری آن حاصل می‌شود. به‌طور کلی اندازه‌گیری و مطالعه تنوع از دو جنبه حفاظت و کنترل محیط کاربرد اساسی دارد. گرچه تنوع‌زیستی مفهوم وسیع‌تری نسبت به تنوع گونه‌ای دارد ولی با این وجود، تنوع گونه‌ای بخش عظیمی از مطالعات تنوع‌زیستی را به خود اختصاص داده و به‌طور کلی شامل دو جزء می‌باشد: غنای گونه‌ای و یکنواختی (مگوران، ۱۹۹۶؛ لودینگ و رونالد، ۱۹۸۸؛ کربس، ۱۹۹۹) غنای گونه‌ای یکی از معیارهای اساسی تنوع منطقه‌ای است. تأثیر غنای گونه‌ای بر تنوع کاملاً مشخص است چرا که در مقایسه دو جامعه، جامعه‌ای که تعداد بیشتری گونه داشته باشد تنوع بیشتری نیز خواهد داشت (اجتهادی و همکاران، ۲۰۰۹). دانشمندان تعداد گونه‌های موجود بر روی کره‌زمین را حدود ۳/۶ میلیون تا ۱۱۷/۷ میلیون تخمین زده‌اند، تاکنون حدود ۱/۵ تا ۱/۷۵ میلیون آن شناسایی شده است (اردستانی و همکاران، ۲۰۱۰). یکنواختی چگونگی توزیع فراوانی افراد را در بین گونه‌ها نمایش می‌دهد (اجتهادی و همکاران،

۲۰۰۹). الگوهای یکنواختی زیادی در جوامع مشاهده می‌شود که شایع‌ترین آن‌ها وجود یک یا دو گونه غالب، همراه با تعدادی گونه با وفور نسبی متوسط و تعداد زیادی گونه نادر می‌باشد. از نظر مقایسه، در جوامع با یکنواختی مشابه، جامعه‌ای که دارای غنای گونه‌ای بیشتری است، شاخص تنوع بالاتری را نمایش می‌دهد و در جوامع با غنای گونه‌ای مشابه، جامعه‌ای که دارای یکنواختی بیشتری می‌باشد از تنوع بیشتری برخوردار خواهد بود. بنابراین چنانچه هر دو مؤلفه غنا و یکنواختی در سطح جوامع تغییر کند، به طوری که یکی از جوامع غنی‌تر و جامعه دیگر یکنواخت‌تر باشد، شناخت جامعه به تنوع بیشتر به راحتی میسر نمی‌باشد. بر این اساس شاخص‌های تنوع بسیاری، از ترکیب دو مؤلفه غنای گونه‌ای و یکنواختی تشکیل شده‌اند و جزء روش‌های غیرپارامتریک طبقه‌بندی می‌شود (اردستانی و همکاران، ۲۰۱۰).

درختان در اجتماع زیستی خود به صورت جنگل، به عنوان یکی از مهم‌ترین سیستم‌های زیست‌محیطی به حساب می‌آیند. جدا از اهمیت اقتصادی، بلاتردید جنگل‌ها تضمین‌کننده بقا و پایداری آب، خاک و هوای سالم هر سرزمین بوده و پشتوانه مطمئنی برای نگاه‌داری و توسعه کشاورزی و سایر منابع تغذیه انسان محسوب می‌شوند (مجنونیان، ۱۹۷۶). جنگل‌های شمال ایران به لحاظ تنوع گونه‌های گیاهی یکی از غنی‌ترین اکوسیستم‌های جنگلی در مناطق معتدله جهان محسوب می‌شود (مروی مهاجر، ۲۰۰۶). نظر به اهمیت و جایگاه جنگل‌های شمال کشور در جهت دستیابی به توسعه پایدار و همچنین حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی و تنوع‌زیستی آن‌ها لازم است، نقش عوامل اکولوژیکی و تأثیر آن‌ها در تنوع گونه‌های درختی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد (فلاح چای و مروی مهاجر، ۲۰۰۵). از جمله عوامل اکولوژیکی مؤثر بر تنوع‌زیستی می‌توان به تغییر تدریجی عرض جغرافیایی، تغییر تدریجی ارتفاع از سطح دریا، عوامل توپوگرافی نظیر جهت و شیب زمین و عوامل دیگری نظیر تخریب و فعالیت‌های انسانی اشاره کرد (اجتهادی و همکاران، ۲۰۰۹). مطالعات زیادی تاکنون در این رابطه و در مکان‌های مختلف انجام شده است. حسینی (۲۰۰۰) تنوع زیستی را در جنگل‌های سوزنی برگ شمال مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که مقادیر شاخص‌های تنوع‌زیستی با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد. اسماعیل‌زاده و حسینی (۲۰۰۷) با طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیکی ذخیرگاه سرخدار و بررسی ارتباط آن‌ها با شاخص‌های تنوع زیستی به این نتیجه رسیدند که با افزایش ارتفاع و شیب از میزان تنوع گونه‌ای کاسته می‌شود. فلاح چای و مروی مهاجر (۲۰۰۵) با

بررسی نقش اکولوژیکی ارتفاع از سطح دریا در تنوع گونه‌های درختی در جنگل‌های سیاهکل استان گیلان به این نتیجه رسیدند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا از غنای گونه‌ای کاسته شده ولی یکنواختی گونه‌ها افزایش می‌یابد به طوری که بیشترین تنوع گونه‌های درختی از ارتفاع ۱۰۰۰ متر به بالا دیده می‌شود. شعبانی و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر عوامل فیزیوگرافیک را بر تنوع گونه‌ای گیاهی در محل روشن‌های جنگلی مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش ارتفاع به طور معنی‌داری تنوع کاهش می‌یابد و در بین طبقات جهت شیب، جهت شمالی دارای حداکثر تنوع می‌باشد. قمی اوپلی و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی تنوع زیستی گونه‌های چوبی در دو جامعه گیاهی راشستان و راش ممرزستان، به این نتیجه رسیدند که خاک‌های راندزین به علت ضعف منابع آبی نسبت به خاک‌های قهوه‌ای شسته شده دارای تنوع گونه‌ای کمتری می‌باشند. اجتهادی و همکاران (۲۰۰۷) نیز در بررسی تأثیر ویژگی‌های خاک و فیزیوگرافی بر تنوع گونه‌ای جنگل‌های منطقه دودانگه ساری با استفاده از تحلیل ممیزی نشان دادند که در بین عوامل مختلف خاک و فیزیوگرافی ارتفاع از سطح دریا به عنوان مهم‌ترین عامل در تفکیک تیپ‌های جنگلی این منطقه می‌باشد. گارسیا (۲۰۰۷) با بررسی تأثیر جهات شیب و ارتفاع بر روی ترکیب و فلور گونه‌ای در اسپانیا به این نتیجه رسیدند که غنا و تنوع گونه‌ای با جهت شیب تغییری نکرده و با افزایش ارتفاع نیز کاهش ناچیزی نشان دادند. در مورد اثر مدیریت بر تنوع گونه‌ای نیز تحقیقاتی انجام شده است. کولوان (۲۰۰۲) نتیجه گرفت جنگل مدیریت شده روسیه حداکثر نصف غنای گونه‌ای جنگل طبیعی را دارد. محمدی و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی تأثیر شیوه تدریجی- پناهی بر تنوع گونه‌ای در هر یک از مراحل اجرای آن در سه توده مدیریت شده و توده شاهد (مدیریت شده) بر اساس شاخص‌های تنوع شانن- وینر، یکنواختی اسمیت و ویلسون و غنای گونه‌ای نشان دادند که چهار توده یاد شده از نظر شاخص‌های تنوع گونه‌ای با یکدیگر تفاوت داشته و بیشترین مقدار شاخص یکنواختی اسمیت و ویلسون به همراه کمترین مقدار شاخص تنوع شانن- وینر مربوط به توده شاهد بوده است. کیماسی (۲۰۱۲) در بررسی توزیع مکانی گونه‌های درختی و درختچه‌ای در جنگل‌های استان گلستان با استفاده از GIS نتیجه گرفت که تمامی شاخص‌های غنای گونه‌ای با افزایش ارتفاع از سطح دریا کاهش می‌یابند. نتایج این پژوهش همچنین نشان داد که یکنواختی با افزایش شیب کاهش ولی غنا و ناهمگنی با افزایش شیب، افزایش یافته و اجرای طرح جنگل‌داری باعث افزایش تنوع گونه‌ای شده است. زارع و همکاران (۲۰۰۴) تنوع گونه‌ای

تیپ جنگلی سیاه بیشه چالوس در استان مازندران را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که تیپ اوری- پلت *Quercus macranthera-Acer hyrcanum* در مورد تمامی شاخص‌های عددی از تنوع گونه‌ای بیشتری نسبت به تیپ سفید مازو- لور- کرب *Quercus petraea- Carpinus orientalis* *Acer campestre* برخوردار است. هدف از انجام این پژوهش بررسی وضعیت تغییرات تنوع گونه‌ای درختی و درختچه‌ای در پارامترهای فیزیوگرافی، خاک و پوشش گیاهی در سری یک طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا می‌باشد. همچنین به منظور بررسی اثر مدیریت جنگل، میزان تنوع گونه‌ای در دو پارسل شاهد و مدیریت شده که از نظر سایر ویژگی‌ها مانند ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب، خاک، تیپ‌بندی جنگل و... مشابه یکدیگرند مورد مقایسه قرار گرفت.

#### مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه سری یک طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا (شصت‌کلاته) است که در جنوب شهر گرگان قرار دارد و در عرض جغرافیای ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی قرار دارد. کل مساحت سری ۱۷۱۴ هکتار و دارای ۳۳ پارسل می‌باشد. میزان ارتفاع از سطح دریا از ۲۲۰ تا ۱۰۱۲ متر متغیر است. میزان شیب منطقه بین ۰ تا ۸۰ درصد متغیر می‌باشد. خاک منطقه عمدتاً از نوع قهوه‌ای و قهوه‌ای خاکستری است. متوسط سالیانه میزان بارندگی ۶۴۹ میلی‌متر می‌باشد. از نظر توزیع عرصه در جهات شیب مختلف، ۴۵ درصد از مساحت منطقه در جهت غرب، ۴۲ درصد در جهت شمال، ۱۰ درصد در جهت شرق و ۳ درصد در جهت جنوبی قرار دارد. از نظر تیپ جنگل بیشترین سطح منطقه دارای تیپ ممرز- انجیلی است. به طوری که ۴۰ درصد منطقه را پوشش می‌دهد. تیپ راش- انجیلی- ممرز با ۱۵ درصد و تیپ انجیلی- راش- ممرز با ۱۴ درصد پوشش کل عرصه، وسیع‌ترین تیپ‌ها پس از تیپ ممرز- انجیلی هستند. تیپ توسکا- افرا با ۲ درصد پوشش کل عرصه کمترین مساحت را به خود اختصاص داده است. گونه‌های انجیلی، ممرز و راش به ترتیب بیشترین تعداد را به خود اختصاص دادند (کتابچه تجدیدنظر دوم طرح جنگل‌داری، ۲۰۰۸).

تهیه اطلاعات زمینی: اطلاعات درختان و درختچه‌ها برای محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای از اطلاعات قطعات نمونه طرح تجدیدنظر دوم سری یک طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا (تعداد ۵۱۸ قطعه نمونه دایره‌ای شکل ۱۰ آری که به روش منظم تصادفی با ابعاد شبکه ۲۰۰×۱۵۰ متر در سطح منطقه برداشت شدند) استخراج و محاسبه مقادیر شاخص‌ها براساس رویه زمینی و تعداد درختان انجام شده است. نقشه تیپ پارسل‌های جنگل در ۹ طبقه و نقشه تحت رده‌های خاک در ۱۳ طبقه از پایگاه اطلاعات طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا تهیه گردید. مدل رقومی زمین با قدرت تفکیک ۳۰ متر، با استفاده از نقشه ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی تهیه گردید و به هشت طبقه ۱۰۰ متری تقسیم‌بندی شد. با استفاده از مدل رقومی زمین، نقشه‌های شیب و جهت در محیط GIS تهیه گردید. نقشه جهت به ۴ طبقه شمال، جنوب، شرق و غرب تقسیم‌بندی شد. همچنین نقشه شیب از دیدگاه جنگل‌شناسی مطابق با تدوین طرح‌های جنگل‌داری به سه طبقه شیب‌های ۰-۳۰ درصد، ۳۰-۶۰ درصد و بالای ۶۰ درصد تقسیم‌بندی شد (داستانگو، ۲۰۰۴). جهت بررسی تأثیر اجرای طرح جنگل‌داری بر روی تنوع گونه‌ای به مقایسه بین میزان شاخص‌ها در دو پارسل ۳۲ (شاهد) و پارسل ۳۱ که از لحاظ ویژگی‌های اداپتیکی، فیزیوگرافی و پوشش درختی و درختچه‌ای تقریباً مشابه و مجاور یکدیگر می‌باشند استفاده شد. سپس مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌ای در طبقات مختلف از طریق تابع استخراج آمار ناحیه‌ای در محیط GIS استخراج گردید.

**شاخص‌های تنوع گونه‌ای:** دو گروه عمده از روش‌های اندازه‌گیری تنوع که در منابع مختلف آمده است، استفاده از شاخص‌های عددی و شاخص‌های پارامتری یا غیر عددی است (اجتهادی و همکاران، ۲۰۰۹). شاخص‌های عددی با ارائه یک عدد به‌عنوان نتیجه، تنوع را در یک واحد نمونه‌برداری یا یک جامعه نشان می‌دهند. این شاخص‌ها براساس این‌که فقط از مؤلفه غنای گونه‌ای، یا تنها از مؤلفه یکنواختی و یا از هر دو مؤلفه غنا و یکنواختی استفاده نمایند به سه گروه زیر تقسیم می‌شوند.

۱- **شاخص‌های غنای گونه‌ای:** ساده‌ترین و قدیمی‌ترین روش اندازه‌گیری تنوع است و براساس تعداد کل گونه‌ها و افراد موجود در نمونه محاسبه می‌شود (اجتهادی و همکاران، ۲۰۰۹). از جمله شاخص‌هایی که براساس تعداد کل گونه‌ها (s) و تعداد کل افراد در مورد تمام گونه‌ها (N)، که به

اندازه واحد نمونه وابسته است، معرفی شده‌اند می‌توان به شاخص منهینیک (معادله ۱) (ویتاگر، ۱۹۷۷) اشاره کرد (مگوران، ۱۹۹۶):

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}} \quad \text{معادله ۱}$$

۲- شاخص‌های یکنواختی: اسمیت و ویلسون (۱۹۹۶) بیان کردند که شاخص‌های یکنواختی نباید وابسته به غنای گونه‌ای باشند ولی از آنجایی که متأسفانه بسیاری از شاخص‌های یکنواختی این ویژگی را ندارند، آن‌ها سه شاخص یکنواختی سیمپسون، کامارگو و شاخص اصلاح شدنی را پیشنهاد کردند (اجتهادی و همکاران، ۲۰۰۹).

الف- شاخص یکنواختی سیمپسون: در شاخص سیمپسون بیشترین تنوع زمانی حاصل می‌شود که تمام فراوانی‌ها یکسان باشد. این شاخص از (معادله ۲) محاسبه می‌شود:

$$E_{1/D} = \frac{1/\bar{D}}{S} \quad \text{معادله ۲}$$

که در این فرمول  $E_{1/D}$  شاخص یکنواختی سیمپسون،  $\bar{D}$  شاخص سیمپسون و  $S$  تعداد گونه‌ها در نمونه است. این شاخص بین صفر و یک تغییر می‌کند و تقریباً تحت تأثیر گونه‌های نادر در نمونه قرار نمی‌گیرد.

ب- شاخص کامارگو: این شاخص تحت تأثیر غنای گونه‌ای و گونه‌های نادر قرار نمی‌گیرد (معادله ۳):

$$E' = 1 - \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=i+1}^S \left[ \frac{|P_i - P_j|}{S} \right] \right) \quad \text{معادله ۳}$$

که در این معادله  $E'$  شاخص یکنواختی کامارگو،  $P_i$  سهم گونه  $i$  در کل نمونه،  $P_j$  سهم گونه  $j$  در کل نمونه و  $S$  تعداد گونه‌ها در کل نمونه است.

ج- شاخص اصلاح شده نی: نی و همکاران (۱۹۹۲)، شاخصی را جهت محاسبه یکنواختی با استفاده از شیب منحنی تنوع- غالبیت ویتاگر (معادله ۶) پیشنهاد کردند که بین صفر تا منفی بی‌نهایت تغییر می‌کرد:

$$E_Q = \frac{2\arctan(b)}{\pi} \quad \text{معادله ۴}$$

$E_Q$ : شاخص اصلاح شده نی

b: شیب خط رابطه تنوع- غالبیت ویتاگر

۳- شاخص‌های ناهمگنی: تعدادی از شاخص‌های پیشنهادی براساس فراوانی نسبی گونه‌ها عمل کنند. این دسته از شاخص‌ها به نام شاخص‌های ناهمگنی معرفی شدند چرا که اندازه‌گیری یکنواختی و غنای گونه‌ای را با هم در بر می‌گیرند (اجتهادی و همکاران، ۲۰۰۹).

الف- شاخص ناهمگنی شانن- واینر: این شاخص (معادله ۵) بر پایه نظریه عدم اطمینان بنا شده است و نشان‌دهنده تخمینی از میانگین درجه عدم اطمینان در پیشگویی تعلق یک فرد است که به طور تصادفی از مجموعه‌ای با S گونه و N فرد انتخاب شده باشد و از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i = -\sum_{i=1}^S (P_i) (\log_2 P_i) \quad \text{معادله ۵}$$

H': محتوای اطلاعات نمونه که سنجشی از عدم اطمینان است و هرچه مقدار این شاخص بزرگ‌تر باشد، عدم اطمینان بیشتر است = شاخص تنوع گونه‌ای

P<sub>i</sub>: سهم افراد در گونه i ام نسبت به کل نمونه که به صورت  $P_i = \frac{n_i}{N}$  تعریف می‌شود.

S: تعداد گونه‌ها.

ب- شاخص ناهمگنی سیمپسون: یکی از معروف‌ترین شاخص‌های ناهمگنی و اولین شاخص ناپارامتری تنوع، شاخص سیمپسون است. این شاخص (معادله ۶) به شدت متوجه گونه‌های غالب بوده ولی به غنای گونه‌ای حساسیت اندکی دارد:

$$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 \quad \text{معادله ۶}$$

که در آن D شاخص سیمپسون و P<sub>i</sub> نسبت افراد در گونه i ام یا نسبت گونه i در جامعه است که از طریق فرمول  $P_i = \frac{n_i}{N}$  محاسبه می‌شود و در آن n<sub>i</sub> تعداد افراد در گونه i ام و N تعداد کل افراد است.

د- شاخص ناهمگنی سیمپسون معکوس: از آنجایی که با افزایش D، تنوع کاهش می‌یابد، بنابراین شاخص تنوع سیمپسون معمولاً به صورت 1-D و یا 1/D براساس معادله ۷ بیان می‌شود:

$$\frac{1}{D} = \frac{1}{\sum P_i^2} \quad \text{معادله ۷}$$

که در آن  $\frac{1}{D}$  عکس شاخص سیمپسون و P<sub>i</sub> سهم گونه i ام در جامعه است.



محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای: محاسبه شاخص‌ها با در نظر گرفتن درختان به صورت انفرادی و همچنین بر حسب میزان رویه‌زمینی (سطح مقطع برابر سینه درخت)، محاسبه گردید. سپس میانگین سطح مقطع برابر سینه هر گونه درختی در هر قطعه نمونه محاسبه شد. با داشتن میانگین سطح مقطع برابر سینه و تعداد گونه در هر قطعه نمونه، عملیات محاسبه شاخص‌های تنوع در قطعات نمونه آغاز شد. در هر قطعه نمونه برای محاسبه شاخص غنای گونه‌ای منهینیک از تعداد گونه در واحد سطح و فرمول‌های مربوطه استفاده گردید. در هر قطعه نمونه ۳ شاخص یکنواختی (سیمپسون، کامارگو و شاخص اصلاح شده نی) و ۳ شاخص ناهمگنی (شانن- واینر، سیمپسون و سیمپسون معکوس) توسط نرم‌افزار Ecological Methodology محاسبه شد.

**تجزیه و تحلیل‌های معنی‌داری:** تجزیه و تحلیل‌های توصیفی جهت تعیین میزان حداقل، حداکثر و میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای در طبقات مختلف پارامترهای مورد بررسی انجام پذیرفت و نتایج به دست آمده بعد از انتقال به محیط Excel به صورت جدول و نمودار ارائه گردید. برای بررسی همبستگی بین شاخص‌های تنوع گونه‌ای با متغیرهای مستقل از ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید. همچنین برای بررسی اختلاف معنی‌داری مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌ای درختی و درختچه‌ای در هر یک از طبقات ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت دامنه، تیپ جنگل، تحت رده خاک و توده‌های مدیریت شده و نشده از آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون توکی در سطح احتمال ۹۵ درصد استفاده شد.

## نتایج

نتایج بررسی همبستگی مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌ای با متغیرهای مستقل توسط ضریب همبستگی پیرسون در جدول ۱ و همچنین تحلیل‌های توصیفی حداقل، حداکثر و میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای در منطقه مورد مطالعه، در جدول ۲ آورده شده است.

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۱)، شماره (۲) ۱۳۹۳

جدول ۱- ضریب همبستگی پیرسون بین مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌ای و متغیرهای مستقل در منطقه مورد مطالعه.

		براساس تعداد			براساس رویه زمینی			
		شاخص‌های یکنواختی			شاخص‌های ناهمگنی			
		اصلاح شده نی	سیمپسون	کامارگو	اصلاح شده نی	سیمپسون	کامارگو	
		سیمپسون معکوس	سیمپسون	شانن واینر	مهنیک	اصلاح شده نی	سیمپسون	کامارگو
		سیمپسون معکوس	سیمپسون	شانن واینر	اصلاح شده نی	سیمپسون	کامارگو	
از تنوع از سطح دریا	شیب	۰/۳۸*	۰/۹۲**	۰/۶۱*	۰/۳۸*	۰/۹۲**	۰/۶۱*	
	جهت دامنه تپ جنگل	۰/۳۸*	۰/۹۲**	۰/۶۱*	۰/۳۸*	۰/۹۲**	۰/۶۱*	
	تحت رده خاک	۰/۳۸*	۰/۹۲**	۰/۶۱*	۰/۳۸*	۰/۹۲**	۰/۶۱*	
تحت رده خاک	شیب	۰/۳۸*	۰/۹۲**	۰/۶۱*	۰/۳۸*	۰/۹۲**	۰/۶۱*	
	جهت دامنه تپ جنگل	۰/۳۸*	۰/۹۲**	۰/۶۱*	۰/۳۸*	۰/۹۲**	۰/۶۱*	
	تحت رده خاک	۰/۳۸*	۰/۹۲**	۰/۶۱*	۰/۳۸*	۰/۹۲**	۰/۶۱*	

\*\* معنی داری در سطح ۹۵ درصد

\* معنی داری در سطح ۹۰ درصد

## آزاده عبدالله‌نژاد و شعبان شتایی جویباری

جدول ۲- میزان حداقل، حداکثر و میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای در منطقه مورد مطالعه.

نوع داده	شاخص‌های تنوع گونه‌ای	حداقل میزان شاخص	حداکثر میزان شاخص	میانگین شاخص
شاخص‌های تنوع گونه‌ای براساس رویه زمینی	شاخص یکنواختی اصلاح شده نی	۰/۰۳۵۵	۱/۶۱۲	۰/۲۱۸۵۱۵
	شاخص یکنواختی سیمپسون	۰/۱۱۷۵	۱	۰/۵۹۴۷۶۷
	شاخص یکنواختی کامارگو	۰/۲۶۳	۲/۴۲	۰/۵۸۱۸۹۲
	شاخص ناهمگنی سیمپسون معکوس	۰/۱۱۵	۴/۶۱۷	۲/۰۰۷۷۴۷
	شاخص ناهمگنی سیمپسون	۰/۰۱۳۵	۱/۱۴۳	۰/۴۵۸۷۴
	شاخص ناهمگنی شانن- وینر	۰/۰۵۲۵	۰/۳۵۲	۰/۱۵۵۷۲۵
شاخص‌های تنوع گونه‌ای با توجه به تعداد افراد	شاخص غنای منهنیک	۰/۱۲۳۰۹۱	۰/۸۹۷۳۶۷	۰/۸۰۵۲۰۲
	شاخص یکنواختی اصلاح شده نی	۰	۰/۹۱۳	۰/۲۳۴۴۷۵
	شاخص یکنواختی سیمپسون	۰/۱۲۴	۱	۰/۶۳۵۹۶۷
	شاخص یکنواختی کامارگو	۰/۱۵۲	۱	۰/۶۱۲۹۸۵
	شاخص ناهمگنی سیمپسون معکوس	۰/۵۱۸	۵	۲/۲۰۷۴۵۹
	شاخص ناهمگنی سیمپسون	۰/۰۱۸	۱	۰/۵۲۲۷۳۶
	شاخص ناهمگنی شانن- وینر	۰/۰۶۴۵	۲/۵۲۳	۱/۲۶۲۶۸۱

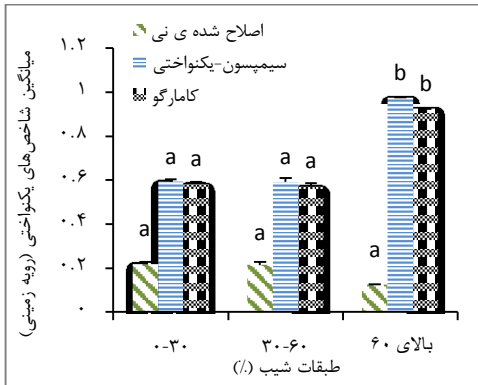
## نتایج تحلیل آماری

تأثیر ارتفاع بر تنوع گونه‌ای: براساس نتایج تحلیل آماری (جدول ۳) اثر تغییر ارتفاع بر تنوع گونه‌ای برای تمامی شاخص‌ها کاملاً معنی‌دار بوده، جز شاخص‌های یکنواختی اصلاح شده نی که با توجه به رویه زمینی محاسبه شده است. حداکثر شاخص‌های یکنواختی و ناهمگنی محاسبه شده با استفاده از رویه زمینی درختان در ارتفاعات ۴۰۰-۷۰۰ و ۸۰۰-۹۰۰ متر قرار دارد و کمترین مقدار تنوع در ارتفاع ۲۲۰-۳۰۰ متر قرار دارد. بیشترین مقدار غنای گونه‌ای نیز در ۶۰۰-۸۰۰ و ۹۰۰-۱۰۱۲ متری قرار دارد و کمترین مقدار آن در ۲۲۰-۳۰۰ و ۳۰۰-۴۰۰ متری از سطح دریا است. حداکثر شاخص‌های یکنواختی و ناهمگنی با توجه به تعداد گونه‌ها در ارتفاع ۶۰۰-۹۰۰ متری قرار دارد و کمترین مقدار آن در ۲۲۰-۳۰۰ متری قرار دارد.

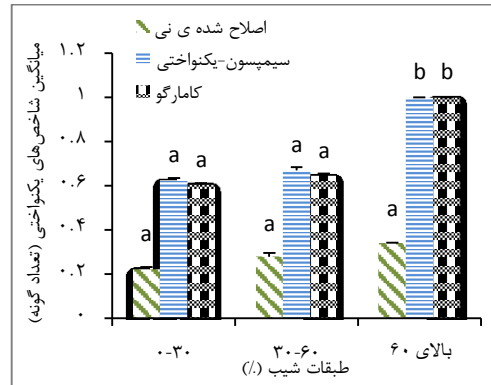
جدول ۳- نتایج تحلیل آماری تفاوت معنی‌داری مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌های درختی و درختچه‌ای در بین طبقات ارتفاعی ۱۰۰ متری.

Sig.	F	MS	Df	SS	شاخص تنوع گونه‌ای	
۰/۰۰	۱۴/۳۱۱	۱/۱۹۵	۷	۸/۳۶۶	شاخص غنای منهنیک	
۰/۰۰۱	۳/۴۹۴	۰/۱۲۸	۷	۰/۸۹۴	شاخص یکنواختی اصلاح شده نی	
۰/۰۰	۷/۴۳۶	۰/۲۹۰	۷	۲/۰۳۳	شاخص یکنواختی سیمپسون	با توجه به
۰/۰۰	۷/۴۷۷	۰/۲۱۸	۷	۱/۵۷۷	شاخص یکنواختی کامارگو	تعداد افراد
۰/۰۰	۱۸/۹۱۹	۱۱/۰۸۷	۷	۷۷/۶۱۲	شاخص ناهمگنی سیمپسون معکوس	
۰/۰۰	۲۰/۲۷۱	۰/۷۲۰	۷	۵۰/۰۴۲	شاخص ناهمگنی سیمپسون	
۰/۰۰	۲۱/۳۷۲	۴/۸۸۴	۷	۳۴/۱۸۸	شاخص ناهمگنی شانن - وینر	
۰/۶۰۲	۰/۷۸۳	۰/۰۲۷	۷	۰/۱۸۹	شاخص یکنواختی اصلاح شده نی	
۰/۰۰۵	۲/۹۴۲	۰/۱۲۳	۷	۰/۸۶۳	شاخص یکنواختی سیمپسون	
۰/۰۲۱	۲/۳۷۸	۰/۰۸۰	۷	۰/۵۶۰	شاخص یکنواختی کامارگو	با توجه به
۰/۰۰	۱۰/۰۴۰	۵/۷۲۲	۷	۴۰/۰۵۲	شاخص ناهمگنی سیمپسون معکوس	رویه زمینی
۰/۰۰	۹/۹۶۸	۰/۳۳۶	۷	۲/۳۵۲	شاخص ناهمگنی سیمپسون	
۰/۰۰	۱۰/۸۵۱	۲/۴۲۷	۷	۱۶/۹۹۲	شاخص ناهمگنی شانن - وینر	

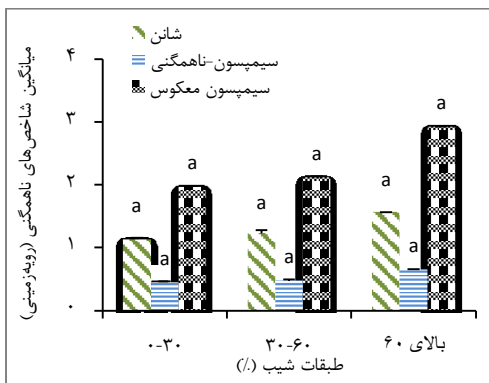
تأثیر شیب بر تنوع گونه‌ای: براساس نتایج شاخص غنای گونه‌ای منهنیک با افزایش مقدار درصد شیب افزایش می‌یابد. ولی تمامی شاخص‌های ناهمگنی و یکنواختی محاسبه شده براساس تعداد گونه‌ها به جز شاخص یکنواختی اصلاح شده نی دارای تفاوت معنی‌داری در طبقات شیب در سطح ۹۵ درصد می‌باشند. شاخص‌های یکنواختی محاسبه شده بر اساس رویه‌زمینی نیز به جز شاخص اصلاح شده نی دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد هستند. به طوری که اختلاف معنی‌داری از نظر میزان شاخص‌های تنوع گونه‌ای، بین شیب‌های بالای ۶۰ درصد و زیر ۶۰ درصد می‌باشد. شاخص‌های ناهمگنی محاسبه شده با توجه به رویه‌زمینی دارای اختلاف چندانی در سطح طبقات درصد شیب نمی‌باشند. اثر تغییر شیب بر روی میانگین شاخص‌های غنا، ناهمگنی و یکنواختی و تابع لگاریتمی تغییر شاخص‌ها به نسبت تغییر درصد شیب، به ترتیب در شکل‌های ۱ تا ۴ مشاهده می‌شود.



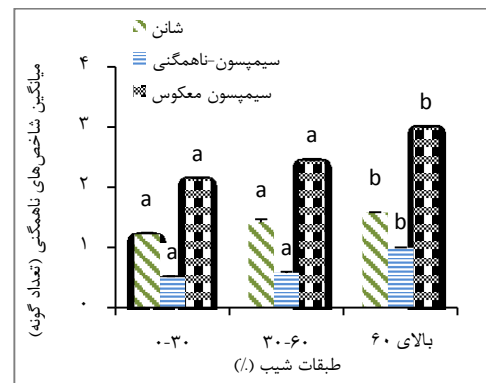
شکل ۲- نمودار ارتباط بین درصد شیب با شاخص‌های یکنواختی (رویه زمینی)



شکل ۱- نمودار ارتباط بین درصد شیب با شاخص‌های یکنواختی (تعداد گونه)



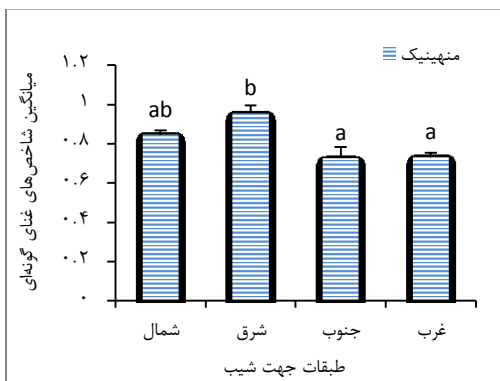
شکل ۴- نمودار ارتباط بین درصد شیب با شاخص‌های ناهمگنی (رویه زمینی)



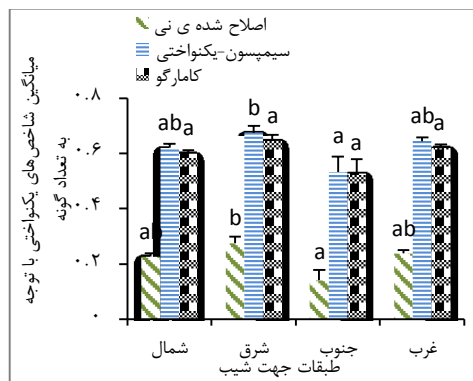
شکل ۳- نمودار ارتباط بین درصد شیب با شاخص‌های ناهمگنی (تعداد گونه)

تأثیر جهت شیب بر تنوع گونه‌ای: نتایج تحلیل آماری، نشان داد که تفاوت مقدار شاخص غنای منهنیک در طبقات جهت شیب در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار بوده است، به طوری که کمترین مقدار شاخص‌های گونه‌ای منهنیک در جهت جنوبی و غربی و بیشترین مقدار آن در جهت شرقی مشاهده شده است. تمامی شاخص‌های یکنواختی و ناهمگنی محاسبه شده براساس تعداد گونه‌های درختی و درختچه‌ای به جز شاخص یکنواختی کامارگو در بین طبقات جهت شیب دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد هستند که در تمامی این شاخص‌ها بیشترین مقدار شاخص در جهت شرقی و کمترین

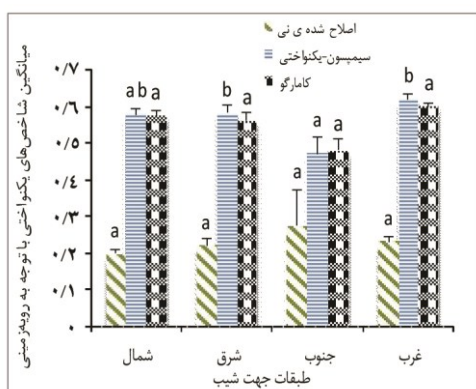
مقدار آن‌ها در جهت جنوبی مشاهده شده است. شاخص‌های محاسبه شده با توجه به رویه زمینی به جز شاخص یکنواختی سیمپسون دارای تغییر چندانی در جهات مختلف شیب نمی‌باشد. کمترین مقدار این شاخص‌ها در جهت جنوب مشاهده شده است. بیشترین مقدار شاخص یکنواختی سیمپسون در جهت غرب و شرق وجود دارد. اثر تغییر شیب بر روی میانگین شاخص‌های غنا، ناهمگنی و یکنواختی و تابع لگاریتمی تغییر شاخص‌ها به نسبت تغییر درصد شیب، به ترتیب در شکل‌های ۵ تا ۹ مشاهده می‌شود.



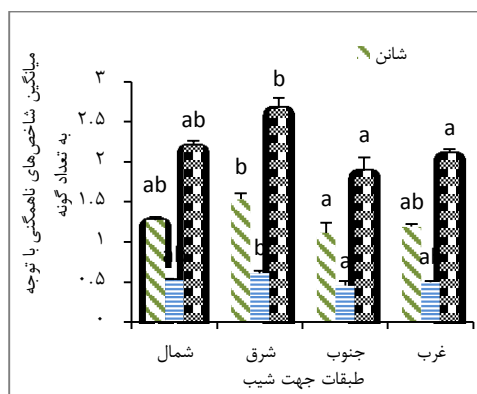
شکل ۵- نمودار ارتباط بین جهت شیب با شاخص‌های غنای گونه‌ای



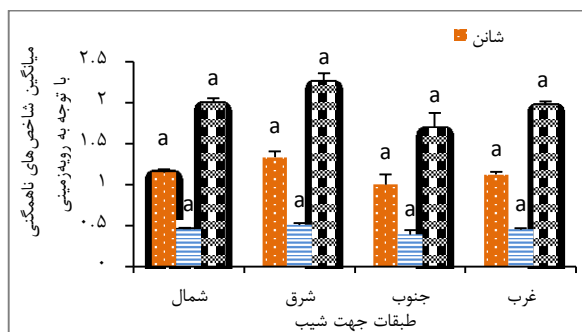
شکل ۶- نمودار ارتباط بین جهت شیب با شاخص‌های یکنواختی براساس گونه



شکل ۷- نمودار ارتباط بین جهت شیب با شاخص‌های یکنواختی براساس رویه زمینی



شکل ۸- نمودار ارتباط بین جهت شیب با شاخص‌های ناهمگنی با توجه به تعداد گونه



شکل ۹- نمودار ارتباط بین جهت شیب با شاخص‌های ناهمگنی با توجه به رویه‌زمینی

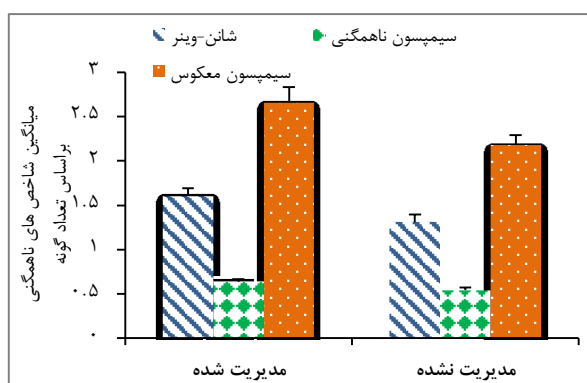
تحلیل آماری تنوع گونه‌ها در تحت رده‌های خاک: براساس نتایج تحلیل‌های آماری، شاخص غنای گونه‌ای منهنیک در تحت رده‌های مختلف خاک منطقه مورد مطالعه، دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد می‌باشند. بیشترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای در تحت رده خاک *Eutric Leptosols* و کمترین مقدار شاخص منهنیک در خاک‌هایی با تحت رده *Hablic Luvisols* مشاهده شده است. تمامی تحت رده‌های خاک دارای تفاوت معنی‌داری از نظر مقادیر شاخص‌های یکنواختی محاسبه شده براساس تعداد گونه، به‌جز شاخص یکنواختی اصلاح شده نی در سطح احتمال ۹۵ درصد می‌باشند. در تمامی شاخص‌ها بیشترین مقدار شاخص‌ها در خاک‌هایی با تحت رده *Eutric Leptosols* و کمترین مقدار شاخص‌ها در خاک‌هایی با تحت رده *Luvic Phaeozems* است. شاخص‌های یکنواختی محاسبه شده براساس رویه‌زمینی به‌جز شاخص یکنواختی سیمپسون در سطح تحت رده‌های خاک دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد نمی‌باشد. تمامی تحت رده‌های خاک دارای تفاوت معنی‌داری از نظر مقادیر شاخص‌های ناهمگنی محاسبه شده براساس رویه‌زمینی در سطح احتمال ۹۵ درصد می‌باشند. کمترین مقدار این شاخص‌ها در خاک‌هایی با تحت رده *Eutric Cambisols* و بیشترین مقدار آن در تحت رده *Eutric Leptosols* و *Endogleyic Cambisols* مشاهده شده است.

بررسی وضعیت تنوع گونه‌ای در تیپ‌های جنگل: براساس نتایج تحلیل آماری انجام شده (جدول ۴) تمامی شاخص‌های غنای گونه‌ای در تیپ‌های مختلف جنگل دارای تفاوت معنی‌دار بوده است. بیشترین مقدار این شاخص‌ها در تیپ انجیلی-راش-ممرز و کمترین آن در طبقه ممرز-انجیلی قرار دارد. تمامی شاخص‌های محاسبه شده با استفاده از تعداد گونه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بوده است.

شاخص‌های یکنواختی محاسبه شده با توجه به رویه‌زمینی گونه‌ها به‌جز سیمپسون در بین طبقات دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند.

جدول ۴- نتایج تحلیل آماری تفاوت معنی‌داری مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌های درختی و درختچه‌ای در بین تیپ‌های جنگل.

Sig.	F	MS	Df	SS	شاخص تنوع گونه‌ای
۰/۰۰۰	۱۵/۲۴۲	۱/۲۳۱	۸	۹/۸۴۸	شاخص غنای منهینیک
۰/۰۰۰	۴/۵۸۹	۰/۱۶۸	۸	۱/۳۱۴	شاخص یکنواختی اصلاح شده نی
۰/۰۰۰	۸/۶۴۶	۰/۳۲۸	۸	۲/۶۲۶	شاخص یکنواختی سیمپسون
۰/۰۰۰	۸/۸۲۴	۰/۲۵۰	۸	۱/۹۹۸	شاخص یکنواختی کامارگو
۰/۰۰۰	۲۰/۷۳۰	۱۱/۵۶۵	۸	۹۲/۵۲۳	شاخص ناهمگنی سیمپسون معکوس
۰/۰۰۰	۲۱/۴۰۴	۰/۷۲۹	۸	۵۰/۹۳۰	شاخص ناهمگنی سیمپسون
۰/۰۰۰	۲۲/۷۲۵	۴/۹۵۹	۸	۳۹/۶۷۰	شاخص ناهمگنی شانن- وینر
۰/۳۴۸	۱/۱۲۰	۰/۰۳۹	۸	۰/۳۰۸	شاخص یکنواختی اصلاح شده نی
۰/۰۱۴	۲/۴۳۵	۰/۱۰۲	۸	۰/۸۱۸	شاخص یکنواختی سیمپسون
۰/۳۴۱	۱/۱۳۰	۰/۰۳۹	۸	۰/۳۰۹	شاخص یکنواختی کامارگو
۰/۰۰۰	۹/۸۷۹	۵/۵۵۶	۸	۴۴/۴۴۶	شاخص ناهمگنی سیمپسون معکوس
۰/۰۰۰	۹/۹۳۴	۰/۳۳۰	۸	۲/۶۴۰	شاخص ناهمگنی سیمپسون
۰/۰۰۰	۱۱/۲۷۹	۲/۴۶۷	۸	۱۹/۷۳۸	شاخص ناهمگنی شانن- وینر



شکل ۱۰- نمودار وضعیت ارتباط شاخص‌های ناهمگنی با توجه به تعداد گونه‌ها و اثر مدیریت بر توده‌ها.



تأثیر مدیریت طرح جنگل‌داری بر تنوع گونه‌ای: براساس نتایج تحلیل‌های آماری انجام شده تنها شاخص‌های ناهمگنی محاسبه شده با توجه به تعداد گونه‌های درختی و درختچه‌ای در بین طبقات در سطح ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری بودند وضعیت مقدار شاخص‌های ناهمگنی در توده‌های شاهد و مدیریت شده در شکل ۱۰ آورده شده است.

### بحث

شناخت وضعیت تنوع گونه‌های گیاهی در جنگل‌های شمال کشور و رابطه آن به عوامل فیزیوگرافی و اداپیکی و انسانی نیاز به بررسی و مطالعه بیشتری دارد. بدیهی است که شناخت وضعیت تنوع گونه‌ای به‌عنوان یکی از شاخص‌های توسعه پایدار روز به روز اهمیت بیشتری می‌یابد. تعیین دقیق‌تر رابطه تنوع گونه‌های گیاهی با عوامل فیزیوگرافی و اداپیکی و انسانی تنها با انجام مطالعات در رویشگاه‌ها و شرایط مختلف جنگلی میسر می‌باشد.

در این پژوهش که در سری یک طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا انجام شده است، تأثیر عوامل فیزیوگرافی، اداپیکی، اجرای طرح جنگل‌داری و تیپ‌های جنگل بر میزان تنوع گونه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است.

با توجه به نتایج ضریب همبستگی پیرسون ارتفاع از سطح دریا موثرترین فاکتور در تغییر میزان تنوع گونه‌ای در منطقه می‌باشد. همچنین جهت شیب دارای کمترین همبستگی با میزان شاخص‌های تنوع گونه‌ای می‌باشد که دلیل این امر می‌تواند گسترش بیش از ۹۰ درصد از کل عرصه در دو جهت شمالی و غربی باشد. همچنین تحت رده خاک تنها در شاخص‌های محاسبه شده براساس تعداد گونه‌های درختی و درختچه‌ای دارای همبستگی معنی‌داری با میزان شاخص‌های تنوع گونه‌ای می‌باشد به این معنی که ویژگی‌های اداپیکی در این پژوهش تنها در فراوانی تعداد درختچه نمونه درختان و درختچه‌ها مؤثر بوده است. به‌طور کلی نتایج آزمون ضریب همبستگی پیرسون نشان داد شاخص‌های محاسبه شده براساس تعداد در هکتار به‌ویژه شاخص‌های ناهمگنی همبستگی بالاتری با متغیرهای مستقل نسبت به شاخص‌های محاسبه شده براساس رویه زمینی دارد. به این معنی که تغییر در شرایط فیزیوگرافی، اداپیکی و پوشش گیاهی به شکل کاملاً معنی‌داری در فراوانی تعداد درختچه نمونه گونه‌های درختی و درختچه‌ای (ناهمگنی) مؤثر است و این همبستگی بین متغیرهای مستقل و فراوانی نسبی رویه زمینی در بین گونه‌های مختلف در سطح پایین‌تری قرار دارد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از نظر تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر میزان تنوع گونه‌ای، می‌توان

این‌طور بیان نمود که افزایش ارتفاع از سطح دریا باعث تغییرات اکولوژیکی همانند کاهش فشار هوا، رقیق شدن آن، ازدیاد اشعه فرابنفش، کاهش درجه حرارت، تغییر نوع و میزان بارندگی (افزایش تا یک حد و بعد کاهش آن)، کم شدن رطوبت مطلق هوا و نوسان رطوبت نسبی هوا خواهد بود. همچنین باعث کاهش دسترسی و تأثیر عوامل انسانی می‌گردد، که این عوامل بر تنوع گونه‌ای درختی و درختچه‌ای مؤثر است. در این پژوهش نتایج نشان داد با افزایش ارتفاع از سطح دریا بر میزان تنوع گونه‌ای افزوده می‌شود که با نتایج پژوهش مؤمنی مقدم (۲۰۰۲) همخوانی دارد. افزایش شاخص‌های یکنواختی براساس رویه زمینی با افزایش ارتفاع از سطح دریا نیز با نتایج مروی مهاجر (۲۰۰۵)، شیرزاد طبری (۲۰۱۱) همخوانی و نتایج کیماسی (۲۰۱۲) مغایرت دارد. افزایش شاخص‌های غنای گونه‌ای و ناهمگنی افزایش ارتفاع از سطح دریا، با نتایج حسینی (۲۰۰۰)، کیماسی (۲۰۱۲)، فلاح چای و مروی مهاجر (۲۰۰۵) و گارسیا (۲۰۰۷) مغایرت دارد. با توجه به این که منطقه مورد مطالعه جزء جنگل‌های میان‌بند شمال محسوب می‌شود و حد ارتفاعی منطقه بین ۲۲۰-۱۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا می‌باشد و عموماً افزایش ارتفاع در جنگل‌های بالابند و سخت شدن شرایط اکولوژیکی موجب کاهش تنوع گونه‌ای می‌گردد، علت افزایش میزان تنوع گونه‌ای در ارتفاعات بالا در این پژوهش را می‌توان کاهش دسترسی و افزایش میزان نزولات عنوان کرد.

از نظر تأثیر درصد شیب بر میزان تنوع نتایج نشان داد که مقدار شاخص غنای گونه‌ای منهینیک، شاخص‌های ناهمگنی و یکنواختی براساس تعداد درختان و شاخص‌های یکنواختی بر اساس رویه زمینی با افزایش میزان شیب افزایش می‌یابد، که در مورد شاخص‌های غنای گونه‌ای و ناهمگنی با نتایج کیماسی (۲۰۱۲) همخوانی دارد و با اسماعیل‌زاده و حسینی (۲۰۰۷) مغایرت دارد. علت افزایش تنوع گونه‌ای در شیب بالاتر از ۶۰ درصد را میتوان در عدم بهره‌برداری درختان قطور در این شیب‌ها در طرح‌های جنگل‌داری و افزایش زهکشی مناسب خاک عنوان کرد.

از نظر تأثیر جهت شیب بر تنوع گونه‌ای نتایج نشان داد که جهات مختلف، دارای شرایط محیطی خاصی خود می‌باشد. جهت دامنه از راه‌های مختلفی بر پراکنش پوشش گیاهی تأثیر می‌گذارد. نتیجه این مطالعه نشان می‌دهد که جهت دامنه سبب اختلاف در نوع پوشش گیاهی رویشگاه‌های مختلف می‌شود که با بررسی باله و همکاران (۱۹۸۸) هم‌خوانی دارد. میزان اشعه خورشیدی، پرتوگیری، فشار جریان هوا، منابع جریان‌های آبی، تراکم پوشش ابر و مه از عواملی است که در جهات مختلف مقادیر متفاوتی دارند. بیشترین مقدار شاخص‌های غنای گونه‌ای در جهت شرقی و کمترین آن در جهت

جنوبی و غربی وجود دارد. جهات غربی و شرقی دارای بیشترین مقادیر یکنواختی از نظر شاخص‌های عددی به لحاظ رویه زمینی شامل اسمیت و ویلسون و سیمپسون بوده‌اند و در سطح ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم داشته‌اند و در جهت جنوب این شاخص‌ها دارای کمترین مقدار بوده‌اند که با نتایج کیماسی (۲۰۱۲) هم‌خوانی دارد. بیشترین مقدار شاخص‌های غنای گونه‌ای در جهت شرقی و کمترین مقدار آن در جهت جنوبی و غربی می‌باشد. به دلیل افزایش رطوبت در جهات شرقی و شمالی شرایط برای استقرار گونه‌های درختی مناسب‌تر است که باعث افزایش میزان تنوع گونه‌ای شده است. تحت رده‌های خاک در سری یک از نظر شاخص‌های عددی غنای گونه‌ای، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد می‌باشند. شاخص‌های غنای گونه‌ای در تحت رده‌های مختلف خاک منطقه مورد مطالعه، دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد می‌باشند. بیشترین مقدار شاخص‌های غنای گونه‌ای در تحت رده خاک *Eutric Leptosols* وجود دارد و کمترین مقدار شاخص منهنیک در خاک‌هایی با تحت رده *Hablic Luvisols* و کمترین مقدار شاخص‌های بلندای گونه‌ای و مارگالف در خاک‌هایی با تحت رده *Eutric Cambisols* مشاهده شده است. تمامی شاخص‌های محاسبه شده با توجه به تعداد گونه به غیر از شاخص یکنواختی اصلاح شده نی، دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد می‌باشند. در تمامی شاخص‌ها بیشترین مقدار شاخص‌ها در خاک‌هایی با تحت رده *Endogleyic cambisols* و کمترین مقدار شاخص‌ها در خاک‌هایی با تحت رده *Luvic Phaeozems, Eutric cambisols* است. شاخص‌های یکنواختی محاسبه شده براساس رویه‌زمینی به جز شاخص یکنواختی سیمپسون در سطح تحت رده‌های خاک دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد نمی‌باشد. تمامی تحت رده‌های خاک دارای تفاوت معنی‌داری از نظر مقادیر شاخص‌های ناهمگنی محاسبه شده براساس رویه‌زمینی در سطح احتمال ۹۵ درصد می‌باشند. کمترین مقدار این شاخص‌ها در خاک‌هایی با تحت رده *Eutric Cambisols* و بیشترین مقدار آن در تحت رده *Eutric Leptosols* و *Endogleyic Cambisols* مشاهده شده است. بیشترین مقدار شاخص‌های تنوع گونه‌ای در سطح رده‌های خاک، در رده *Fluvisols* (خاک‌های رودخانه‌ای) و پس از آن در خاک‌های *Phaeozems* که خاک‌هایی تیره و با غنی از مواد آلی هستند وجود دارد. پس از آن خاک‌های رده *Combisols* یا خاک‌های قهوه‌ای اسیدی و آهکی که برای درختان خزان‌کننده مناسب هستند و به نوعی جزء خاک‌های کلیماکس محسوب می‌شوند قرار دارد. این خاک‌ها با عمق مناسب و تغییر و تحول بسیار که در اثر فرآیندهای تخریب و هوادیدگی ایجاد شده است و شرایط مناسبی را برای

استقرار و رشد درختان ایجاد می‌کند. علت کاهش میزان تنوع گونه‌ای در خاک‌های رده *luvisols* به علت عمق کم و آهک بسیار و خاک‌های رده *leptosols* با عمق و ضخامت کم، تغییر و تحول بسیار کم و کمبود مواد آلی و منابع آبی می‌باشد که با نتایج علی‌قمی اویلی و همکاران (۲۰۰۶) هم‌خوانی دارد.

نتایج بررسی میزان تنوع گونه‌ای در تیپ‌های مختلف جنگل نشان داد، تمامی شاخص‌های غنای گونه‌ای در تیپ‌های جنگل دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد. بیشترین مقدار این شاخص‌ها در تیپ انجیلی-راش-ممرز و کمترین آن در طبقه ممرز-انجیلی قرار دارد. تمامی شاخص‌های محاسبه شده با استفاده از تعداد گونه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بوده است. کمترین مقدار شاخص‌های ناهمگنی در طبقات توسکا-افرا و ممرز-انجیلی و در شاخص‌های یکنواختی توسکا-افرا و بیشترین مقدار کل شاخص‌ها طبقه انجیلی-راش-ممرز وجود دارد. شاخص‌های یکنواختی محاسبه شده با توجه به رویه‌زمینی گونه‌ها به جز سیمپسون در بین طبقات دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند. کمترین مقدار شاخص یکنواختی سیمپسون در طبقه توسکا-افرا و بیشترین مقدار آن به ترتیب در تیپ انجیلی-ممرز-راش و راش-ممرز-انجیلی قرار دارد. بیشترین میزان شاخص‌های ناهمگنی نیز در تیپ‌های انجیلی-راش-ممرز و کمترین آن به ترتیب در تیپ توسکا-افرا و ممرز-انجیلی وجود دارد. همان‌طور که نتایج نشان داد توده‌های آمیخته از نظر تنوع و پایداری اکوسیستم دارای اهمیت بسیاری هستند. توده‌های آمیخته با افزایش حاصل‌خیزی خاک و استفاده از افق‌های مختلف خاک باعث بهبود کیفیت رویشگاه و استقرار گونه‌های متفاوت می‌گردند.

از نظر بررسی تأثیر اجرای طرح جنگل‌داری بر میزان تنوع گونه‌ای نتایج نشان داد که شاخص‌های ناهمگنی محاسبه شده با توجه به تعداد گونه‌های درختی و درختچه‌ای بین توده مدیریت شده و توده مدیریت نشده (شاهد) در سطح ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری بودند. مقدار این شاخص‌ها در توده مدیریت شده بیشتر از توده شاهد می‌باشد که با نظر احمدی (۲۰۰۰)، سچومان و همکاران (۲۰۰۲) و کیماسی (۲۰۱۲) هم‌خوانی دارد. سایر شاخص‌ها دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد نمی‌باشند. علت افزایش ناهمگنی در توده مدیریت شده را می‌توان بهره‌برداری تعدادی از گونه‌ها دانست که فرصت رشد را برای سایر گونه‌ها فراهم می‌سازد. بنابراین با این‌که دو توده از لحاظ غنای گونه‌ای تقریباً یکسان هستند ولی در توده شاهد، تعداد درختان در گونه‌های متفاوت یکسان نمی‌باشد. یعنی چندگونه غالب بوده و اکثریت تعداد را تشکیل می‌دهد.

در نتایج این پژوهش همواره باید این موضوع را مدنظر قرار داد که عرصه مورد مطالعه، سال‌ها تحت مدیریت قرار داشته است. به عبارتی دیگر دارای شرایط متفاوتی با جنگل‌های بکر و حفاظتی می‌باشد. بنابراین مطالعه تنوع گونه‌ای در جنگل‌های بکر و حفاظتی که در اثر فعالیت‌های انسانی دست خوش تغییر نشده‌اند می‌تواند درک دقیق‌تری از رابطه تنوع گونه‌ای با عوامل فیزیکی و ادافیکی و ... ایجاد کند.

### منابع

1. Ardestani, E., Basiri, M., Torkesh, M. and Borhani, M. 2010. Indicators for assessment of pasture species diversity in four places in Isfahan Province. *Journal of Range*. 4: 1. 43-46p.
2. Bale, C.L., Williams, J.B. and Charley, J.L. 1998. The impact of aspect on structure and floristics in some Eastern Australian site. *Forest Ecology and Management*. 110: 363-377.
3. Clifford, H.T. and Stephenson, W. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, London.
4. Dastango, M. 2003. Comparison of methods for estimating forest biodiversity indicators for forest plan Neka. Master's Thesis. 100p.
5. Ejehadi, H., Emadzadehkh, Joharchi, M.R. and Meamariani, F. 2008. Study and investigation of vegetation floristic and ecological of the Frisi. Research project. Institute of plant sciences. Ferdowsi university of Mashhad. (In Persian)
6. Ejtehadi, H., Sepehry, A. and Akkafi, H.R. 2010. Method of Measuring Biodiversity. Ferdowsi University of Mashhad Publication. NO.530. 228p. (In Persian)
7. Ejtehadi, H., Zare, H. and Habashi, H. 2007. The effect of soil properties on North highland forest diversity. Research project. Ferdowsi university of Mashhad.
8. Esmailzadeh, O. and Hosseini, S.M. 2008. The relationship between plants ecological groups and plant biodiversity indices in Afratakhteh Yew (*Taxus baccata* L.) reserved area. *J. Environmental Studies*, 33: 43. 21-30. (In Persian)
9. Fallahchay, M., Marviemohadjer, M. and Nori, Z. 2008. Investigation associated between spatial of elm species with the physiographic factors in Kheroudkenar forest of Noshar. *J. Mohitshenasi*. 33: 43. 93-100p.
10. Forest action plan of Dr Bahramnia forestry plan, 2008.
11. Hoseyni, S.M. 2000. Biodiversity of native conifers in the forests of northern Iran. National Conference of northern forests and sustainable development. 15p.
12. Gomi Avili, A., Hosseini, S.M., Mataji, A.A. and Jalali, S.Gh.A. 2006. Biodiversity of woody species in different soils of two plant associations. *J. Iran biology*, 20: 2. 200-207. (In Persian)

13. Gracia, M., Montane, F., Piquea, J. and Retana, J. 2007. Overstory structure and topographic gradient determining diversity and abundance of understory shrub species in temperate forest in central Pyrenees (NE Spain). *Forest Ecology and Management*. 242: 391-397.
14. Keimasi, F. 2012. Spatial distribution of tree and shrub species diversity in forests of Golestan province using GIS, M.Sc. Thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences. (In Persian)
15. Krebs, C.J. 1999. *Ecological methodology*. 2<sup>nd</sup> Ed. Addison-Wesley Educational publishers.
16. Kuuluvainen, T. 2002. Structure and dynamic of natural and managed boreal forest landscape-linking landscape pattern and stand structure and species diversity, University of Helsinki. 80p.
17. Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F. 1988. *Statistical Ecology: A primer on methods and computing*. John Wiley and Sons.
18. Maguran, A.E. 1996. *Ecological diversity and its measurement*, Chapman and Hall.
19. Majnoonian, H. 1986. Study and identification of four regions of under management of bioenvironmental organization. Training division of bioenvironmental organization Tehran. 65p. (In Persian)
20. Marvie Mohadjer, M.R. 2006. *Silviculture*. Tehran University Press, 387p. (In Persian)
21. Mohammadi, J., Shataee, Sh., Habashi, H. and Amiri, M. 2009. Effect of shelter wood cutting on tree species diversity in Loveh chestnut forest, Iran *J. of populous and forest*. 16: 2. 241-250p. (In Persian)
22. Shabani, S., Akbarnia, M., Jalali, S.A.GH. and Aliarab, A.R. 2011. Physiographic influences on plant species diversity in the forest areas of open forest lalys of Chalos. *Iran. J of biology*. 23: 3. 418-429p. (In Persian)
23. Shirzad, M. and Tabari, M. 2012. Effect of some environmental factors on the diversity of flora wooden in juniper habitat Case study: Hezarmasghed Mountain. *Iran. J of biology*. 24: 6. 80-88p. (In Persian)
24. Smith, B. and Wilson, J.B. 1996. A consumer's guide to evenness indices *Oikos* 76: 70-82.
25. Van der Maarel, E. 2005. *Vaegation ecology*. Blackwell Publishing.
26. Vittaker, R.H. 1977. Evolution of species diversity in land communities. In: *Evolutionary Biology*, vol. 10 (eds., M.K. Hecht, W.C. Steere and B. Wallace), Plenum, New York, pp.1-67.
27. Zare, H., Ejtehadi, H. and Amini, T. 2005. Investigation plant species diversity on Siyahbishe forest in Chalos, Mazandaran. *J. of Collegiate Jihad Environmental*. 1: 1. 35-42. (In Persian)



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 21(2), 2014*  
<http://jwfst.gau.ac.ir>

## **The study of tree and shrub species diversity changes in the parameters of a physiographic, soil and vegetation Case study: district one of Dr. Bahramnia forestry plan**

**A. Abdollahnejad<sup>1</sup> and Sh. Shataee Jooybari<sup>\*2</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Student of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>2</sup>Associate, Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 01/30/2013 ; Accepted: 10/18/2014

### **Abstract**

The purpose of this research is to study, spatial distribution of tree and shrub species diversity using richness, evenness and heterogeneity indices in different condition of topographic, suborder soil types, forest type and influence of management in the forest of Doctor Bahramnia, district 1. Attribute of tree's and shrub obtained from 518 sample plots of forestry plan. Species diversity indices was determined in each plot based on tree frequency and basal area. The topographic primary attributes maps were derived from a digital terrain model of locale. Suborder soil and forest type's maps obtained from database of Dr. Bahramnia forestry plan. Mean of indices in different class of variables calculated using GIS functions. Data were analyzed using statistical software by analysis of one-way variance (ANOVA) and the homogenous groups were determined with Duncan's test in significant level of  $P < 0.05$ . The results indicated that rat of diversity indices in major of tree based species diversity indices calculated with both way, number of trees and basal area of trees were significance statistical difference ( $P < 0.05$ ) in different class of altitude, slope, aspect, forest type and suborder soil. Comparison of value diversity between managed stand and unmanaged stand (parcel 32) indicated that this stands in heterogeneity indices that calculated with basal area of trees, exhibiting significance statistical difference ( $P < 0.05$ ).

**Keywords:** Species diversity, Attribute of topographic, Suborder soil, Forest type, Dr Bahramnia forestry plan

---

\*Corresponding author; shataee@yahoo.com

