

ارزیابی و مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی گونه‌های درختی در جنگلهای هیرکانی (مطالعه

موردی: جنگل‌های خیرود، رامسر و نکا)

محمود بیات^{۱*} و سحر حیدری مستعلی^۲

^۱ ایران، تهران، آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

^۲ ایران، کرج، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی،

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۷

چکیده

تعیین و مقایسه تنوع زیستی در جوامع جنگلی مختلف، برای شناخت دقیق و مدیریت جنگل از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. هدف از این پژوهش بررسی وضعیت تنوع گونه‌های درختی در سه منطقه جنگلی گرازین جنگل خیرود نوشهر، اشکنه‌چال جنگل صفارود رامسر و هفت خال نکا می‌باشد. بررسی تنوع گونه‌ای در قطعات نمونه ثابت، با محاسبه شاخص مارگالف و منهنیک (شاخص‌های غنای گونه‌ای)، سیمسون، شانون وینر (شاخص‌های تنوع گونه‌ای) و پیلو، هیپ (شاخص‌های یکنواختی) انجام و نیز در تمام قطعات نمونه ثابت ده‌آری، قطر برابر سینه تمام درختان زنده یادداشت شد. سپس به منظور مقایسه سه منطقه، از نظر شاخص‌های تنوع زیستی، تحلیل‌های واریانس یک طرفه و دانکن انجام شد. نتایج تجزیه و تحلیل واریانس در سه ناحیه جنگلی مورد بررسی نشان داد که تمامی شاخص‌ها در سطح احتمال ۹۵ درصد دارای اختلاف معناداری هستند. بیشترین مقدار شاخص غنای مارگالف و منهنیک، در جنگل خیرود و کمترین آن در جنگل نکا می‌باشد. همچنین بیشترین مقدار شاخص‌های تنوع گونه‌ای سیمسون و شانون وینر نیز در جنگل خیرود و کمترین آن در جنگل نکا مشاهده شد. شاخص‌های یکنواختی هیپ و پیلو، در جنگل رامسر با اختلاف کمی بیشتر از جنگل خیرود کمترین مقدار آن در جنگل نکا است. نتایج نشان می‌دهد وضعیت تنوع گونه‌های چوبی در جنگل خیرود با مدیریت دانشگاهی، در مقایسه با مناطق جنگلی دیگر از وضعیت بهتری برخوردار است و دو منطقه دیگر (به‌ویژه نکا) در وضعیت نامطلوبی از نظر شاخص‌های تنوع زیستی قرار دارند.

واژه‌های کلیدی: آزمون دانکن، جنگل، سیمسون، شانون وینر، غنای گونه‌ای.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۸۳۶۱۱۵۶۱، پست الکترونیکی: Mbayat@rifr-ac.ir

مقدمه

و سایر موجودات دارای اهمیت بوده و به طور قطع نبود تنوع زیستی تهدید خطرناکی برای بقای انسان و سایر موجودات محسوب می‌شود (۲۲). بررسی تنوع زیستی گونه‌ها در مطالعات اکولوژیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و در سراسر جهان همواره، نیاز فزاینده‌ای به حفظ پایداری جنگل‌ها وجود دارد (۹). از این رو، بررسی تنوع زیستی می‌تواند ابزاری مناسب به منظور تصمیم‌گیری‌ها در مدیریت جنگل به شمار آید. شاخص‌های تنوع زیستی به

یکی از اهداف مهم جنگلداری نوین، حفظ ساختار و تنوع زیستی بوم سازگان‌هاست. به این منظور برای مدیریت جنگل، به ابزارهایی نیاز است که بتوان با صرف کمترین هزینه و زمان به بررسی وضعیت فعلی و همچنین تغییرات ایجاد شده بر اثر فعالیت‌های مدیریتی و تکامل طبیعی جنگل پرداخت. تنوع زیستی جنگل منبع بسیار مهم و با ارزشی است، زیرا گونه‌های موجود در جنگل و ذخایر ژنتیکی تشکیل‌دهنده آن برای سلامتی و تأمین نیازهای بشر

سیمسون، هیل و اسمیت ویلسون را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که شاخصهای غنا و مارگالف، شاخصهای ناهمگونی شانون وینر و هیل و شاخص یکنواختی سیمپسون به طور معنی‌داری در منطقه بهره‌برداری نشده بالاتر بود. جی باتل و همکاران (۲۰) تأثیر مدیریت جنگل را بر تنوع گونه‌های گیاهی در یک جنگل سوزنی برگ در نوادا کالیفرنیا بررسی کرده و چنین نتیجه گرفتند که غنای گونه‌ای به طور طبیعی در مناطق تحت مدیریت و پناهگاهی در مقایسه با سایر مناطق بیشتر بود. دوگاید و اشتون (۱۹) تأثیر مدیریت جنگل برای بهره‌برداری چوب را بر تنوع گیاهان جنگل‌های گرمسیری مورد بررسی قرار داده و در نتایج خود ذکر کردند که حتی گاهی در طی ۵۰ سال اول پس از برداشت چوب، ممکن است اثر قابل تشخیصی بر غنای گونه‌ای مشاهده نشود، اما در مراحل پس از جانشینی گونه‌های اولیه توالی، به طور قابل ملاحظه‌ای شاخص‌های تنوع افت خواهد کرد. مولر و همکاران (۲۵) تأثیر مدیریت و تخریب جنگل را بر غنای گونه‌ها در جنگل‌های مرکزی اروپا بررسی کرده و نتیجه گرفتند که افزایش ناهمگنی ساختاری و تنوع گونه‌ای با حفظ تکه‌های با گروه‌های از درختان قدیمی، بالغ و جوان در جنگل‌های مدیریت شده بیشتر بوده و شیوه‌هایی مانند برداشت انتخابی به جای پاک‌تراشی نقش مهمی در حفظ تنوع ساختاری در جنگل‌ها دارد. ضرورت چنین پژوهش‌هایی برای جنگل‌های شمال کشور باتوجه به اهمیت این جنگل‌ها به عنوان مهم‌ترین و با ارزش‌ترین اکوسیستم‌های جنگلی کشور از نظر تولید چوب و محصولات فرعی، حائز اهمیت است، تا بتوان با برنامه‌ریزی اصولی در زمینه حفاظت و استفاده مستمر از این منابع اقدام کرد. در چند دهه گذشته تعداد قابل توجهی از شاخص‌های ساختاری متفاوت معرفی شده‌اند و به منظور کمی‌سازی ساختار جنگل و همچنین به منظور اندازه‌گیری‌های جایگزین با هدف کمی‌سازی تنوع زیستی به کار برده شده‌اند (۲۶). در پژوهش حاضر، از هر سه گروه شاخص‌های تنوع زیستی و

منظور مقایسه تنوع زیستی توده‌های مختلف و برآورد تغییرات تنوع زیستی در طول زمان در سطح توده اندازه‌گیری می‌شوند. این شاخص‌ها همچنین در مدیریت جنگل برای کمی کردن تأثیر عملیات پرورشی بر روی ساختار توده و نیز در برآورد سطوح مناسب برای انجام عملیات پرورشی کاربرد دارند که در واقع ابزارهایی کنترلی در مدیریت جنگل می‌باشند (۱۱). تاکنون پژوهش‌های مختلفی در زمینه برآورد تنوع زیستی در جنگل‌های کشور انجام گرفته است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد، پوربابایی (۶) تنوع زیستی گونه‌های چوبی در جنگل‌های راش گیلان را مورد بررسی قرار داد و بدین منظور از شاخص‌های شانون وینر، سیمپسون، بریلیون، مارگالف و منهینک استفاده کرد. نتایج نشان داد که جوامع مختلف راش، رویشگاه‌های قطره و ونی، ناو اسالم و تالش شلیشه، املش و رودسر حداکثر ارزش تنوع زیستی و رویشگاه‌هایی مانند سیاهکل، چشمه‌سر و شن‌رود حداقل ارزش تنوع زیستی را دارا بودند. حسینی (۱۰) تنوع زیستی را در جنگل‌های سوزنی برگ بومی شمال ایران بررسی کرده و از شاخص‌های سیمپسون، مارگالف، شانون وینر و منهینک، استفاده کرد. وی چنین نتیجه گرفت که در دامنه رشته کوه‌های البرز حرکت از سمت غرب به شرق یعنی از غرب مازندران به سمت گلستان، با کاهش نسبی تنوع زیستی همراه است که می‌توان آن را در ارتباط با عامل بارندگی تجزیه و تحلیل کرد. نوریان (۱۵) به بررسی وضعیت تنوع گونه‌های درختی و درختچه‌ای در جنگل‌های با مدیریت‌های متفاوت طرح جنگلداری پرداختند. نتایج به طور کلی نشان داد وضعیت تنوع گونه‌های چوبی در سری یک و دو جنگل شصت‌کلاته با مدیریت دانشگاهی در مقایسه با طرح‌های دیگر از وضعیت بهتری برخوردار است و طرح جنگلداری ناهارخوران از نظر شاخص‌های تنوع در وضعیت نامطلوبی قرار دارد. نوری و همکاران (۱۶) در مطالعه‌ی خود در بخش پاتم جنگل خیرود در دو منطقه بهره‌برداری شده و نشده، شاخص‌های غنای مارگالف،

قرار گرفته‌اند (۱۷). خاک این بخش در تقسیم‌بندی کلی جزء خاک‌های قهوه‌ای جنگلی است. براساس اقلیم‌نگار آمبرژه اقلیم منطقه مورد بررسی مرطوب سرد و در سیستم اقلیمی دومارتون با داشتن ضریب خشکی معادل ۸۲/۶، دارای اقلیم "مرطوب نوع ب سرد" می‌باشد (۴). به‌طور کلی چهار جامعه گیاهی جنگلی برای بخش گرازبن تشخیص داده شده است که عبارتند از: جامعه بلوط-مرمرستان (Querceto- Carpinetum)، جامعه راش-مرمرستان (Fageto- Carpinetum)، جامعه راشستان مخلوط (Fagetum mix)، جامعه راشستان شرقی (Fagetum orientalis).

جنگل رامسر: قطعات نمونه مورد مطالعه در جنگل اشکته چال حوضه آبخیز ۳۰، سری ۵ صفارود رامسر، پارسل‌های ۵۱۳ و ۵۱۴ با مساحت‌های به ترتیب ۷۵ و ۴۰ هکتار و در محدوده ارتفاعی ۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا واقع شده‌اند. خاک در قسمت جنوبی عرصه آبرفتی و در قسمت شمالی از نوع قهوه‌ای جنگلی است. در مطالعات خاکشناسی که در این عرصه صورت گرفته، مشخص شده که میانگین pH در خاک ۵/۵۴ و در لایه هوموس ۵/۶۳ است که باعث حضور گونه سیاه گیله (Vaccinium arctostaphylos) در عرصه اشکته چال شده است. در ترکیب پوشش گیاهی می‌توان از گونه‌های درختی: راش (Fagus orientalis Lipsky)، توسکای ییلاقی (Alnus subcordata C.A.Mey)، ممرز (Carpinus betulus L.) و افرا (Acer velutinum Boiss) نام برد. درجه حرارت متوسط سالانه ۱۵/۹ درجه سانتی‌گراد، متوسط رطوبت نسبی سالانه ۸۴/۷ درصد و میزان کل بارندگی سالانه ۱۱۶۲ میلی‌متر است (۵).

جنگل نکا: این منطقه در پارسل ۳۶ سری ۴ بخش ۲ هفت‌خال نکا در جنگل موزیسا قرار دارد. حداقل ارتفاع از سطح دریا ۹۰۰ متر و حداکثر ارتفاع ۲۰۶۰ متر می‌باشد. کل این قطعه دارای شیب ۳۰ درصد بوده و جهت عمومی

از هر گروه چندین شاخص مختلف استفاده شد. در حقیقت، نظر به اهمیت و جایگاه جنگل‌های شمال کشور در جهت دستیابی به توسعه پایدار و همچنین حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی و تنوع زیستی آنها، لازم است مناسب‌ترین شاخص تنوع گونه‌ای، غنای گونه‌ای، یکنواختی و تأثیر آنها در تنوع زیستی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد لذا در این مطالعه شش شاخص پرکاربرد برآورد تنوع زیستی شامل: شاخص مارگالف و منهینک (از گروه شاخص‌های غنای گونه‌ای)، سیمسون، شانون وینر (از گروه شاخص‌های تنوع گونه‌ای) و پیلو، هیپ (از گروه شاخص‌های یکنواختی) در بخش گرازبن جنگل خیرود، رامسر و نکا محاسبه و تعیین شد. سپس به منظور مقایسه سه منطقه، از نظر شاخص‌های تنوع زیستی، از تحلیل‌های واریانس یک طرفه و دانکن استفاده گردید و این شاخص‌ها با هم و همچنین نتایج با سایر پژوهش‌های انجام شده مقایسه و تجزیه و تحلیل شد. بنابراین، با توجه به اهمیت تنوع زیستی، مدیریت و حفاظت و حراست از آن و جایگاه ویژه جنگل‌های شمال در پهنه رویشی ایران و اهمیت تنوع زیستی آنها، هدف از این مطالعه، بررسی جامع و کاملی از شاخص‌های تنوع زیستی و مقایسه و تجزیه و تحلیل این شاخص‌ها به عنوان ابزاری مناسب و کارآمد در بررسی تنوع زیستی جنگل‌های شمال ایران می‌باشد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

جنگل خیرود: بخش گرازبن به وسعت ۹۳۴/۲۴ هکتار، سومین بخش از مجموعه جنگل‌های تحت مدیریت دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران می‌باشد که در ۷ کیلومتری شرق نوشهر قرار دارد. این بخش در ارتفاع بین ۸۴۰-۱۳۵۰ متر قرار دارد و از لحاظ زمین‌شناسی سنگ‌مادر آن، آهکی و طبق نقشه وزارت نفت متعلق به دوران ژوراسیک علیا بوده که در بعضی نقاط از طبقات سخت شکافدار و طبقات نرم به طور متناوب روی هم

شاخص غنای گونه‌ای: غنای گونه‌ای حضور انواع گونه‌ها را نشان می‌دهد که از طریق شمارش گونه‌های گیاهی در یک منطقه به دست می‌آید. تاکنون، تعداد زیادی شاخص غنای گونه‌ای ابداع شده که از میان شاخص‌های ارایه شده، شاخص مارگالف و منهینک (۲۳) مشهورتر است که در این پژوهش از آن استفاده شده است:

$$R = \frac{S-1}{\ln(N)} \quad \text{رابطه ۱- شاخص مارگالف:}$$

$$R2 = \frac{S}{\sqrt{N}} \quad \text{رابطه ۲- شاخص منهینک:}$$

که در روابط ۱ و ۲، S: تعداد گونه‌ها و N: تعداد افراد کل گونه‌ها در نمونه می‌باشد.

شاخص تنوع گونه‌ای: شاخص‌های تنوع گونه‌ای، در واقع ترکیبی از غنای گونه‌ای و یکنواختی است. این شاخص، دو مقدار غنای گونه‌ای و یکنواختی را در یک کمیت جمع-آوری می‌کند. در این پژوهش برای بررسی تنوع گونه‌ای از شاخص‌های شانون وینر و سیمپسون (۱۸) استفاده شد.

$$H = -\sum \pi_i \ln(\pi_i) \quad \text{رابطه ۳- شاخص شانون وینر:}$$

$$\lambda = 1 - \sum \pi_i^2 \quad \text{رابطه ۴- شاخص سیمپسون:}$$

که در روابط ۳ و ۴، π_i : فراوانی نسبی گونه‌ی i ام می‌باشد.

شاخص یکنواختی گونه‌ای: شاخص یکنواختی، نحوه پراکنش و توزیع جهت افراد گونه‌ها را نشان می‌دهد. هر چه توزیع گونه‌ها یکنواخت‌تر باشد، میزان پایداری و ثبات بیشتر بوده، در نتیجه تنوع زیستی بیشتر خواهد بود. در این تحقیق، برای بررسی شاخص یکنواختی از توابع پیلو و هیپ (۲۳) استفاده شد.

$$E = \frac{H}{\ln S} \quad \text{رابطه ۵- شاخص پیلو:}$$

$$A = \frac{e^{H-1}}{S-1} \quad \text{رابطه ۶- شاخص هیپ:}$$

که در روابط ۵ و ۶، H: شاخص محاسبه شده‌ی تنوع شانون وینر و S: تعداد گونه‌ها می‌باشد.

آن شمال شرقی- شمالی است. مقدار بارندگی سالیانه آن حدود ۶۱۹ میلی‌متر و درجه حرارت سالیانه بین صفر تا ۲۹ درجه سانتی‌گراد در نوسان است. سنگ مادری از نوع سنگ آهک و سنگ آهک دولومیتی بوده، تیپ خاک قهوه-ای شسته شده، بافت خاک کمی سنگین تا سنگین، خاک عمیق، ساختمان خاک دانه‌ای ریز تا درشت و چندوجهی، هوموس از نوع مول، عمق ریشه دوانی متوسط، مقدار نفوذپذیری خاک متوسط تا ضعیف است. توده جنگل متشکل از راش همراه با توسکا و تک درختان ممرز، به ندرت بلوط که گونه بلوط در اطراف فضاها خالی مشاهده گردیده و درختان توسکا نیز در برخی از سطوح افزایش دارند (۱۳).

روش پژوهش

نحوه اندازه‌گیری در قطعه نمونه: پس از مشخص شدن مرکز قطعات نمونه ثابت، در داخل قطعه نمونه، قطر برابر سینه تمام درختان زنده که در ارتفاع برابر سینه، قطری بزرگتر از ۷/۵ سانتی‌متر داشتند به کمک خط‌کش دو بازو اندازه‌گیری و مقادیر آنها در طبقات یک سانتی‌متری در فرم‌های آماربرداری به تفکیک گونه یادداشت شد. در مرکز و چهار جهت خارجی هر قطعه نمونه قطعات نمونه دیگری به مساحت چهار متر مربع تعیین و نسبت به برداشت اطلاعات آنها اقدام گردید. این قطعات در سال ۱۳۹۵ برای جنگل خیرود و بخش گرازبن و در رامسر و نکا برای اولین بار پیاده و اندازه‌گیری شدند. به طوری که ۲۵۸ قطعه نمونه ۰/۱ هکتاری در بخش گرازبن، در رامسر ۳۸ قطعه نمونه ۰/۱ هکتاری و در نکا ۴۰ قطعه نمونه ۰/۱ هکتاری به صورت ثابت پیاده و اندازه‌گیری شدند.

شاخص‌های تنوع زیستی: مقادیر تنوع گونه‌ای در هر قطعه نمونه با استفاده از شاخص‌های ذیل در نرم‌افزار اکسل محاسبه شد.

تحلیل آماری: به منظور مقایسه سه منطقه مورد مطالعه، از نظر شاخص‌های تنوع زیستی، پس از احراز شرایط نرمال بودن و همگنی واریانس از تحلیل‌های واریانس یک طرفه و دانکن به ترتیب برای مقایسه کلی بین گروه‌ها و مقایسه میانگین استفاده گردید. کلیه محاسبات مذکور با بهره‌گیری از نرم‌افزار SPSS 17 انجام شد، که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

نتایج

مشخصه قطر در تمامی قطعات نمونه در سه منطقه مورد

مطالعه، برآورد و با هم مقایسه شده است که نتایج آن در جدول ۱ مشاهده می‌شود.

تحلیل‌های توصیفی حداقل، حداکثر و میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای در منطقه مورد پژوهش در جدول‌های ۲، ۳ و ۴ ارائه شده است.

همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود در جنگل خیرود، بیشترین مقدار شاخص، عدد ۱/۷۰ برای شاخص غنای مارگالف و کمترین آن ۰/۱۱ برای شاخص تنوع شانون وینر است.

جدول ۱- مقدار حداقل، حداکثر و میانگین مشخصه‌های قطر برابر سینه (cm) و ارتفاع درختان در سه منطقه مورد مطالعه

| منطقه | نام گونه درختی | حداقل | حداکثر | میانگین |
|-------|----------------|-------|--------|---------|
| خیرود | راش | ۷ | ۱۸۸ | ۳۰/۹۰ |
| | افرا | ۸ | ۱۹۴ | ۲۵/۵۷ |
| | ممرز | ۸ | ۱۷۵ | ۴۵/۵۵ |
| | توسکا | ۱۰ | ۱۶۰ | ۴۰/۳۵ |
| | بلوط | ۱۰ | ۲۱۰ | ۵۰/۲۵ |
| | سایر گونه‌ها | ۱۰ | ۱۵۰ | ۳۰/۴۵ |
| رامسر | راش | ۸ | ۱۱۵ | ۳۳/۶۸ |
| | افرا | ۸ | ۵۸ | ۱۵/۰۷ |
| | توسکا | ۱۶ | ۱۳۰ | ۶۲/۵۸ |
| | ممرز | ۱۰ | ۹۵ | ۴۷/۵۴ |
| | سایر گونه‌ها | ۸ | ۸۵ | ۴۱/۱۶ |
| نکا | راش | ۷ | ۱۰۰ | ۲۴/۱۲ |
| | توسکا | ۹ | ۱۰۰ | ۴۷/۴۰ |
| | ممرز | ۱۴ | ۸۸ | ۵۲/۵ |

جدول ۲- مقدار حداقل، حداکثر و میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای در بخش گرازین جنگل خیرود

| شاخص‌های تنوع زیستی | حداقل | حداکثر | میانگین | انحراف معیار |
|---------------------|--------|--------|---------|--------------|
| مارگالف | ۰/۲۳۳۰ | ۱/۷۰۰۰ | ۰/۷۱۹۳ | ۰/۲۲۵۸ |
| منهینک | ۰/۱۶۴۳ | ۱/۲۹۰۰ | ۰/۶۲۱۶ | ۰/۱۳۵۹ |
| شانون وینر | ۰/۱۱۹۲ | ۱/۵۶۰۰ | ۰/۷۴۳۲ | ۰/۲۰۸۵ |
| سیمپسون | ۰/۱۷۲۰ | ۱ | ۰/۶۳۸۱ | ۰/۰۹۰۴ |
| پیلو | ۰/۱۷۰۰ | ۱ | ۰/۶۳۰۰ | ۰/۰۹۰۳ |
| یکنواختی گونه‌ای | ۰/۱۲۰۰ | ۱ | ۰/۵۲۰۰ | ۰/۱۰۰۸ |

در اشکال ۱، ۲ و ۳ تمامی شاخص‌های بررسی شده در نمودار، جهت مقایسه بهتر، خلاصه شده است.

همان‌طور که در اشکال ۱ تا ۳ دیده می‌شود، بیشترین مقدار شاخص غنای مارگالف و منهینک، در جنگل خیرود و کمترین آن در جنگل نکا می‌باشد. همچنین بیشترین مقدار شاخص‌های تنوع گونه‌ای سیمپسون و شانون وینر نیز در جنگل خیرود و کمترین آن در جنگل نکا و در مورد شاخص‌های یکنواختی هیپ و پیلو در جنگل رامسر و بعد از آن، با اختلاف کمی در جنگل خیرود و کمترین آن در جنگل نکا است.

در جدول ۳ نیز مشاهده می‌شود که در منطقه جنگلی مورد بررسی در رامسر نیز بیشترین مقدار شاخص، عدد $1/61$ برای شاخص غنای مارگالف و کمترین آن $0/17$ برای شاخص‌های تنوع شانون وینر و هیپ است.

و در نهایت در منطقه جنگلی نکا، بیشترین مقدار شاخص، عدد $0/99$ برای شاخص تنوع سیمپسون و کمترین آن $0/03$ برای شاخص سیمپسون است.

نتایج تجزیه واریانس یک‌طرفه در سه ناحیه جنگلی مورد بررسی نشان داد که تمامی شاخص‌های تنوع سیمپسون، شانون وینر و غنای مارگالف و منهینک، همچنین شاخص‌های یکنواختی پیلو و هیپ در سطح احتمال ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری هستند. (جدول ۵).

جدول ۳- مقدار حداقل، حداکثر و میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای در جنگل اشکنه‌چال رامسر

| شاخص‌های تنوع زیستی | حداقل | حداکثر | میانگین | انحراف معیار |
|---------------------|--------|--------|---------|--------------|
| غنای گونه‌ای | ۰/۲۶۷۵ | ۱/۶۱۰۰ | ۰/۶۲۹۴ | ۰/۲۴۸۸ |
| منهینک | ۰/۱۷۴۰ | ۱/۲۷۰۰ | ۰/۵۵۹۶ | ۰/۱۸۳۵ |
| شانون وینر | ۰/۲۱۴۵ | ۱/۳۰۰۰ | ۰/۶۷۷۴ | ۰/۱۲۵۰ |
| سیمپسون | ۰/۱۰۴۹ | ۰/۷۰۰۰ | ۰/۳۷۹۴ | ۰/۰۸۴۶ |
| پیلو | ۰/۲۷۰۰ | ۱/۱۸۰۰ | ۰/۶۶۰۰ | ۰/۱۴۲۳ |
| هیپ | ۰/۱۷۰۰ | ۱/۳۳۰۰ | ۰/۵۷۰۰ | ۰/۱۴۹۰ |

جدول ۴- مقدار حداقل، حداکثر و میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای در جنگل هفت‌خال نکا

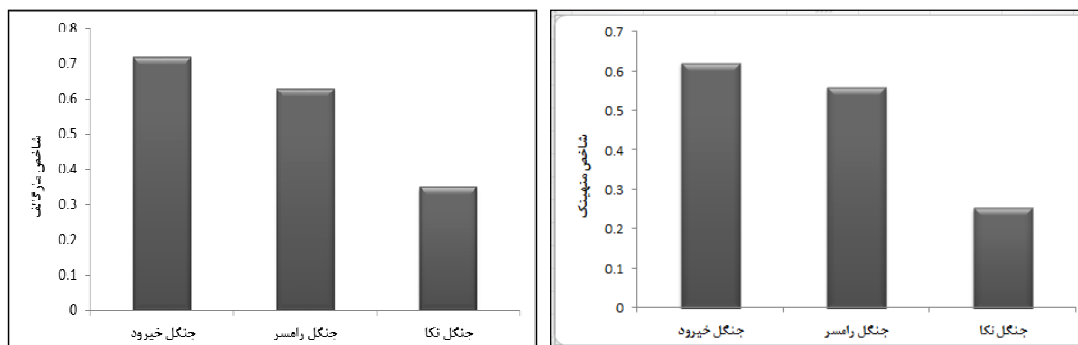
| شاخص‌های تنوع زیستی | حداقل | حداکثر | میانگین | انحراف معیار |
|---------------------|--------|--------|---------|--------------|
| غنای گونه‌ای | ۰/۲۴۰۰ | ۰/۶۲۱۳ | ۰/۳۵ | ۰/۰۵۷۹ |
| منهینک | ۰/۰۹۶۰ | ۰/۶۰۰۰ | ۰/۲۵۴۱ | ۰/۰۴۵۰ |
| شانون وینر | ۰/۰۴۳۰ | ۰/۴۹۸۷ | ۰/۱۸۲۸ | ۰/۰۴۰۸ |
| سیمپسون | ۰/۰۳۰ | ۰/۹۹۰۰ | ۰/۲۳۴۵ | ۰/۰۲۴۰ |
| پیلو | ۰/۱۳۰۰ | ۰/۶۰۰۰ | ۰/۳۳۸۶ | ۰/۰۵۰۵ |
| هیپ | ۰/۱۰۰۰ | ۰/۵۱۰۰ | ۰/۲۴۶۰ | ۰/۰۳۰۲ |

جدول ۵- آنالیز تجزیه واریانس شاخص‌های تنوع زیستی گونه‌های درختی در سه منطقه مورد مطالعه

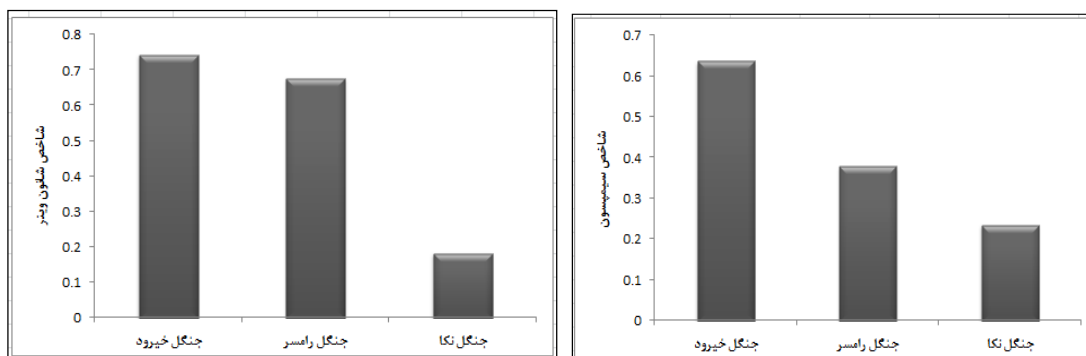
| شاخص | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F محاسباتی | مقدار معنی‌داری |
|--------------|--------------|------------|----------------|------------|-----------------|
| بین گروه‌ها | ۴/۴۶۲ | ۲ | ۲/۲۳۱ | ۱۶/۷۴۱ | *۰/۰۰۰ |
| درون گروه‌ها | ۳۳/۹۸۱ | ۲۵۵ | ۰/۱۳۳ | | |
| کل | ۳۸/۴۴۳ | ۲۵۷ | | | |

| | | | | | | |
|---------|--------------|--------|-----|-------|--------|--------|
| منهنگ | بین گروه‌ها | ۲/۴۸۳ | ۲ | ۱/۲۴۲ | ۲۱/۹۸۴ | *./۰۰۰ |
| | درون گروه‌ها | ۱۴/۴۰۱ | ۲۵۵ | ۰/۰۵۶ | | |
| | کل | ۱۶/۸۸۴ | ۲۵۷ | | | |
| سیمپسون | بین گروه‌ها | ۲/۲۱۱ | ۲ | ۱/۱۰۵ | ۱۲/۲۵۸ | *./۰۰۰ |
| | درون گروه‌ها | ۱۸/۴۷۲ | ۲۵۵ | ۰/۰۷۲ | | |
| | کل | ۲۰/۶۸۲ | ۲۵۷ | | | |
| شانون | بین گروه‌ها | ۴/۶۶۸ | ۲ | ۲/۳۳۴ | ۱۸/۶۲۵ | *./۰۰۰ |
| | درون گروه‌ها | ۳۱/۹۰۸ | ۲۵۵ | ۰/۱۲۵ | | |
| | کل | ۳۶/۵۷۶ | ۲۵۷ | | | |
| هیپ | بین گروه‌ها | ۰/۷۵۷ | ۲ | ۰/۳۷۹ | ۷/۹۱۶ | *./۰۰۰ |
| | درون گروه‌ها | ۱۰/۵۷۳ | ۲۲۱ | ۰/۰۴۸ | | |
| | کل | ۱۱/۳۳۱ | ۲۲۳ | | | |
| پیلو | بین گروه‌ها | ۰/۸۸۷ | ۲ | ۰/۴۴۴ | ۱۱/۴۷۵ | *./۰۰۰ |
| | درون گروه‌ها | ۸/۵۸۳ | ۲۲۲ | ۰/۰۳۹ | | |
| | کل | ۹/۴۷۱ | ۲۲۴ | | | |

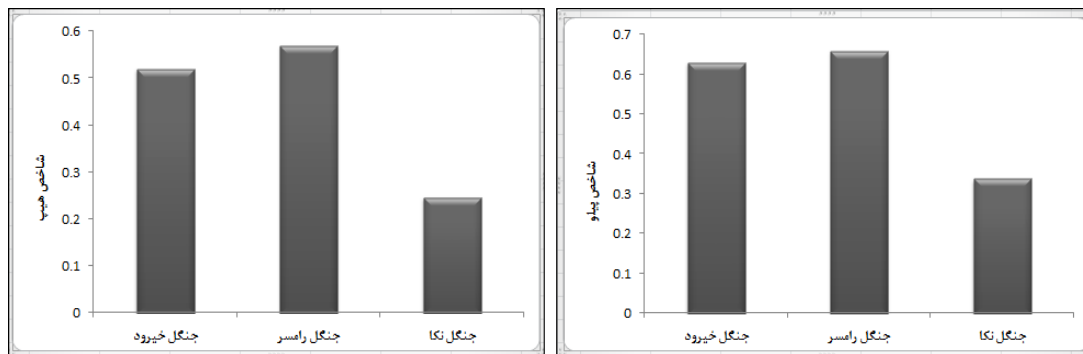
* معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد



شکل ۱- مقایسه شاخص‌های غنای گونه‌ای بین سه منطقه مورد مطالعه



شکل ۲- مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌ای بین سه منطقه مورد مطالعه



شکل ۳- مقایسه شاخص‌های یکنواختی گونه‌ای بین سه منطقه مورد مطالعه

بحث و نتیجه‌گیری

می‌دهد که طبقات متوسط ارتفاعی عموماً دارای بیشترین شاخص غنا و تنوع گونه‌ای است که در پژوهش حاضر هم علت بالا بودن این شاخص‌ها در بخش گرازیب جنگل خیرود را علاوه بر عامل مهم حفاظتی و مدیریتی، می‌توان به این عامل نسبت داد. چنان‌که آتشگاهی و همکاران (۱) در پژوهشی که در جنگل دودانگه ساری انجام دادند چنین نتیجه گرفتند، که بالاترین شاخص‌های تنوع در طبقه ارتفاعی ۹۰۰-۱۱۰۰ متر دیده شده که دقیقاً همسو با یافته پژوهش حاضر می‌باشد. بنابراین، در کل شاخص‌های غنا و ناهمگنی در منطقه جنگلی تحت مدیریت و حفاظت‌شده، نسبت به سایر مناطق دارای افزایش معنی‌داری است که نشان دهنده این مسأله است که تخریب توده‌های جنگلی ناشی از قطع درختان و فشار انسان در عرصه‌های جنگلی سبب کاهش شدید تعداد و تنوع زادآوری گونه‌های مختلف شده است. نوریان و همکاران، قمی و پوربابایی (۶، ۱۲ و ۱۵) و اجتهادی و همکاران (۲) و نیز جی باتل، هندریکس و مولر (۲۰، ۲۱ و ۲۵) که در پژوهش‌های خود به این نتیجه رسیدند که تنوع گونه‌ای در مناطق تخریب یافته کاهش پیدا کرده و نیز بیشترین تنوع گونه‌ای را می‌توان در مناطق تحت مدیریت مشاهده نمود، که این نتایج همسو با یافته‌های پژوهش حاضر می‌باشد. در مورد شاخص‌های یکنواختی گونه‌ای (شامل شاخص پیلو و هیپ) بیشترین مقدار آن در جنگل رامسر و با اختلاف بسیار کمی از آن در جنگل خیرود و کمترین آن در منطقه جنگلی نکا بود.

تنوع زیستی و حفاظت از آن از موضوعات حیاتی و مهم در زمینه جنگلداری است (۲۴). از مزایای شاخص‌ها و توابع اندازه‌گیری تنوع زیستی می‌توان به صحت بالا، ارزان بودن و انعطاف‌پذیری بالا اشاره کرد (۱۱). این شاخص‌ها به غیراز تجزیه و تحلیل تنوع زیستی برای هر ایستگاه یا جامعه جنگلی به صورت جداگانه، جهت مقایسه بین جوامع جنگلی مختلف نیز بسیار مفید است (۲۲). در این پژوهش میانگین شاخص‌های غنای مارگالف و منهنیک، همچنین شاخص‌های تنوع شانون وینر و سیمپسون، در جنگل خیرود بالاتر از سایر مناطق بود. که تحت مدیریت دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران است که برنامه‌ریزی‌های لازم برای مدیریت آن، علمی و کنترل شده است. نوع و شیوه مدیریت جنگل در افزایش یا کاهش تنوع زیستی نقش اساسی دارد و دستورالعمل‌های جنگلداری و جنگل‌شناسی که در ارتباط با ساختار و سایر شرایط توده تهیه می‌شود در تنوع زیستی خیلی مؤثر خواهد بود. بنابراین اگر روش اتخاذ شده برای مدیریت جنگل با شرایط آن جنگل مطابقت نداشته باشد و یا عوامل غیرقابل کنترل و مخرب در جنگل‌ها کنترل و مدیریت نشود، جنگل در جهت کاهش تنوع زیستی و متعاقب آن سیر فقهقارایی پیش خواهد رفت (۱۵). علاوه بر عوامل مدیریتی و حفاظتی و انسانی، عوامل فیزیوگرافی نیز نقش مهمی در شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای ایفا می‌کنند. نتایج پژوهش‌های مختلف نشان

جنوبی به دست آمده ولی در مورد شاخص غنای گونه‌ای این دو جهت تقریباً برابر بوده است و در مورد شاخص یکنواختی شاخص پیت در جهت شمالی و شاخص هیل در جهت جنوبی بیشتر شده است، که در مورد شاخص یکنواختی هیل، مشابه با نتایج تحقیق حاضر است. همچنین عامل مهم دیگر در بالاتر بودن شاخص‌های تنوع زیستی در غرب استان مازندران (جنگل خیرود در نوشهر) نسبت به شرق استان (نکا) را می‌توان رطوبت نسبی و میزان بارندگی دانست چنان‌که حسینی (۱۰) در تحقیق خود که تنوع زیستی را در جنگل‌های سوزنی برگ بومی شمال ایران بررسی نمود و از شاخص‌های سیمپسون، مارگالف، شانون وینر و منهینک، استفاده کرد، چنین نتیجه گرفت که در دامنه رشته کوه‌های البرز حرکت از سمت غرب به شرق یعنی از غرب مازندران به سمت گلستان، با کاهش نسبی تنوع زیستی همراه است که می‌توان آن را در ارتباط با عامل بارندگی تجزیه و تحلیل کرد، که همسو با نتایج پژوهش حاضر است. به طور کلی، نتایج مطالعات مشابه نیز نشان می‌دهد که دمای کمتر و کندتر آب شدن یخ در این زمین‌ها، سرمای زودرس و از بین رفتن قسمت‌های هوایی غیرخشب‌ی درختان و سایر گیاهان در برخی از مناطق به ویژه در ارتفاعات بالا، باعث تنوع کمتری در این جهات می‌شود. این دامنه‌ها دارای رطوبت و سرمای بیشتری بوده و باعث غالبیت گونه راش شده و در نتیجه سبب کاهش شاخص یکنواختی می‌گردد (۱) البته شایان ذکر است که در مناطق مختلف با توجه به خصوصیات اقلیمی و زمین-شناختی و موقعیت جغرافیایی آنها نتایج مختلفی درباره جهات دامنه حاصل می‌شود ولی معمولاً تنوع در دامنه‌هایی با رطوبت و حرارت بالاتر بیشتر است. به طور کلی تفاوت فاحش در شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای در جنگل تحت مدیریت خیرود نسبت به دو منطقه دیگر (به ویژه منطقه جنگلی نکا) علی‌رغم مشابهت نسبی شرایط اقلیمی، فیزیوگرافی و زیستی، را می‌توان ناشی از شیوه مدیریت در این جنگل‌ها دانست که این یافته همسو با نتایج نوریان و

تخریب و بهره‌برداری شدید در منطقه نکا سبب ایجاد غالبیت بالا برای گونه‌هایی مانند راش و در نتیجه شاخص غالبیت بالا و یکنواختی بسیار پایین شده است، به طوری که در اغلب قطعه نمونه‌ها، یک یا دو گونه غالب با فراوانی بالا (گونه راش) حضور داشته و حضور سایر گونه‌ها کم و یا اصلاً مشاهده نشده است که همین سبب پایین آمدن یکنواختی و افزایش غالبیت در این منطقه شده است. این شاخص‌ها در دو منطقه خیرود و رامسر تقریباً نزدیک به هم و در منطقه جنگلی رامسر اندکی بالاتر از جنگل خیرود است. علاوه بر عامل مدیریت و بهره‌برداری در ارتباط با پایین بودن شاخص‌های یکنواختی در منطقه جنگلی نکا، عامل مهم دیگر در این زمینه، عوامل محیطی و از جمله ارتفاع می‌باشد، به طوری که همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، این منطقه در طبقه ارتفاعی نسبتاً بالاتری از دو منطقه دیگر قرار دارد، این امر و همچنین چیرگی جهت شمالی در این منطقه هم می‌تواند عامل دیگری برای غالبیت گونه راش و غلبه در رقابت با سایر گونه‌ها باشد. اجتهادی و همکاران (۲) نیز در پژوهش خود بررسی تنوع گونه‌ای درختان و فلور ارتفاعات مختلف و شیب‌های شرقی غربی دره شیرین‌رود، استان مازندران، ذکر کرده‌اند که یکنواختی کمتر در ارتفاعات بالا، به علت حضور فراوان و چیرگی گونه راش است. بنابراین یکنواختی پایین این منطقه جنگلی را علاوه بر عامل مدیریت و تخریب و فشار انسان بر عرصه جنگل، می‌توان ناشی از عوامل محیطی به ویژه ارتفاع و جهت دانست. یافته‌های پوربابایی و حقگو (۷) نیز که در پژوهش خود نتیجه گرفته‌اند که نتایج آنالیز واریانس یکطرفه و مقایسات چند دامنه دانکن نشان داد که تأثیر جهت دامنه بر تنوع گونه‌ای و یکنواختی معنی‌دار است و جهت‌های جنوبی تنوع و یکنواختی بالاتری داشتند، مشابه نتیجه مطالعه حاضر است، ولی برخلاف نتیجه تحقیق بهمنی (۳) که مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی گونه‌های درختی در جنگل دارابکلا را انجام داد و اظهار داشت که شاخص‌های تنوع گونه‌ای در جهت شمالی بیشتر از جهت

بررسی جنگل نکا، تخریب جنگل و بهره‌برداری شدید و فشار فراتر از توان به منظور برداشت گونه‌هایی با ارزش اقتصادی زیادتر مانند راش، باعث کاهش تنوع زیستی در این منطقه شده است. اگرچه، به سبب نیاز روزافزون بشر به توسعه صنایع چوب، بهره‌برداری از جنگل اجتناب‌ناپذیر است، اما بهره‌برداری اگر مطابق اصول مناسب باشد، می‌توان تا حد زیادی آثار مخرب آن مانند کاهش تنوع زیستی را کاهش داد و در این میان، یکی از مسائل مهم آگاهی مدیر جنگل از تغییرات اکوسیستم جنگل مورد بهره‌برداری در زمان‌های مختلف است (۱۴). درکل، این بهره‌برداری‌های شدید و گاه غیراصولی و عدم برنامه‌ریزی در جهت بهره‌برداری‌های مدیریت شده را از عوامل مهم تخریب می‌توان به حساب آورد که این شرایط را با مقدار کمتری در منطقه جنگلی صفارود رامسر هم می‌توان مشاهده کرد. که به نظر می‌رسد توجه به اصل حفاظت در برنامه‌های مدیریتی جنگل و انتخاب روش‌های بهره‌برداری مناسب و مدیریت شده در این مناطق جنگلی با شاخص‌های تنوع زیستی نسبتاً پایین، امری لازم و حیاتی است. شاخص‌های تنوع زیستی علاوه بر مفید بودن در جهت مطالعه تنوع زیستی رویشگاه‌ها و جوامع جنگلی، ابزارهای مناسبی برای مقایسه تنوع زیستی بین مناطق جنگلی مختلف نیز می‌باشد (۲۴). کاهش تنوع زیستی در جنگل پیامدهای نامطلوب بی‌شماری را می‌تواند به دنبال داشته باشد که مهمترین آن، بی‌ثباتی بوم‌سازگان جنگلی است و همین امر لزوم بررسی و تجزیه و تحلیل تنوع زیستی در رویشگاه‌ها و مناطق جنگلی مختلف کشور را به روشنی نشان می‌دهد.

همکاران (۱۵) می‌باشد که نتایج پژوهش آنها به طور کلی نشان داد وضعیت تنوع گونه‌های چوبی در سری یک و دو جنگل شصت‌کلاته با مدیریت دانشگاهی در مقایسه با طرح‌های دیگر از وضعیت بهتری برخوردار است و طرح جنگلداری ناهارخوران از نظر شاخص‌های تنوع در وضعیت نامطلوبی قرار دارد. از جمله دیگر پژوهش‌ها که مؤید وجود شاخص‌های تنوع زیستی بالاتر در مناطق تحت مدیریت و بهره‌برداری نشده یا کمتر بهره‌برداری شده، می‌باشد همچنین می‌توان به پژوهش پوربابایی و داوود (۸) و نوری و همکاران (۱۶) اشاره کرد. علاوه بر عوامل مدیریتی و محیطی که می‌توانند بر شاخص‌های تنوع زیستی اثرگذار باشند، عامل مهم دیگر را می‌توان روش‌های جنگل‌شناسی دانست (۱۶)، اما از آنجا که در هر سه منطقه مورد بررسی، از شیوه جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت به روش‌گزینه‌ی استفاده شده است، لذا این عامل اثر کمتری بر تفاوت شاخص‌های تنوع زیستی بین این سه منطقه داشته است، بنابراین، دیگر عوامل ذکر شده به‌خصوص نحوه بهره‌برداری و اجرا را می‌توان عامل مهمتری در این زمینه دانست. همان‌گونه که گفته شد، جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود به مساحت ۱۰۰۰۰ هکتار طی قراردادی برای انجام کارهای آموزشی و پژوهشی در زمینه علوم و فنون جنگل و اجرای طرح‌های جنگلداری نمونه و بهره‌برداری اصولی و غیره به دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران واگذار گردید. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که همان‌گونه که تجزیه و تحلیل و بررسی شاخص‌های تنوع زیستی نشان داد، در منطقه مورد

منابع

- ۱- آتشگاهی، ز.، اجتهادی، ح.، و زارع، ح.، ۱۳۹۴. ارتباط عوامل توپوگرافی و تنوع گیاهان در جنگلهای شرق دودانگه ساری، استان مازندران، مجله پژوهش‌های گیاهی، ۲۸ (۱)، صفحات ۱۱-۱.
- ۲- اجتهادی، ح.، عکافی، ح.، و قریش‌الحسینی، ج.، ۱۳۸۱. بررسی و مقایسه شاخص‌های عددی تنوع گونه‌ای در دو رویشگاه با
- مدیریت چرای متفاوت. مجله زیست‌شناسی ایران، ۳، ۴، صفحات ۴۹-۵۸.
- ۳- بهمنی، ه.، عطایی، ا.، و مرادمند جلالی، ع.، ۱۳۹۲. مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی گونه‌های درختی در جنگل دارابکلا، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۵۹، صفحات ۶۴-۵۵.

- ۱۱- علیجانی، و.، فقهی، ج.، زبیری، م.، و مروی مهاجر، م.، ۱۳۹۱. کمی سازی ساختار مکانی جنگل های میان بند شمال ایران (مطالعه موردی: بخش گرازبن جنگل خیرود). مجله محیط زیست طبیعی، ۶۵، صفحات ۱۱۱-۱۲۵.
- ۱۲- قمی اوپلی، ع.، حسینی، م.، متاجی، ا.، و جلالی، ق.، ۱۳۸۶. بررسی تنوع زیستی گونه های چوبی و زادآوری در دو جامعه گیاهی مدیریت شده در منطقه خیرودکنار نوشهر، مجله محیط شناسی، ۴۳، صفحات ۱۰۶-۱۰۱.
- ۱۳- محمدنژاد کیاسری، ش.، ثاقب طالبی، خ.، رحمانی، ر.، و داستانگو، ت.، ۱۳۹۷. ارزیابی تنوع گیاهان و بی‌مهرگان خاکزی در مرحله‌های تحولی توده طبیعی راش، جنگل هفت‌خال در شرق مازندران، مجله جنگل و فرآورده های چوب، ۳، صفحات ۱۹۷-۱۸۵.
- ۱۴- میرزایی، ج.، حیدری، م.، و عطار روشن، س.، ۱۳۹۴. تغییرات پوشش و تنوع زیستی گونه های گیاهی در اثر بهره برداری صنعتی در جنگل شفاورد گیلان، مجله پژوهش‌های گیاهی، ۲۸، (۲)، صفحات ۴۴۴-۴۳۵.
- ۱۵- نوریان، ن.، شنای جویباری، ش.، و محمدی، ج.، ۱۳۹۶. بررسی وضعیت تنوع گونه‌های درختی و درختچه‌های در جنگلهای با مدیریتهای متفاوت طرح جنگلداری، مجله بوم شناسی کاربردی، ۳، صفحات ۵۴-۴۳.
- ۱۶- نوری، ز.، فقهی، ج.، زاهدی، ق.، و رحمانی، ر.، ۱۳۸۹. برآورد تنوع گونه ای درختان در اشکوب های مختلف جنگلی (مطالعه بخش پاتم، جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود). مجله محیط زیست طبیعی (منابع طبیعی ایران)، ۶۳ (۴)، صفحات ۴۰۷-۳۹۹.
- ۱۷- Bayat, M., Noi, P., Zare, R., and Bui, D. T., 2019. A semi-empirical approach based on genetic programming for the study of biophysical controls on diameter-growth of *fagus orientalis* in Northern Iran. *Remote Sensing*, 11(14), 1680 p. <https://doi.org/10.3390/rs11141680>.
- ۱۸- Bourque, C. P. A., and Bayat, M., 2015. Landscape variation in tree species richness in northern Iran forests, *PLoS One*, 10 (4), PP: 1-18.
- ۱۹- Duguid, M., and Ashton, A., 2013. A meta-analysis of the effect of forest management for timber on understory plant species diversity in temperate forests, *Forest Ecology and Management*, 303(1), PP: 81-90.
- ۴- بیات، م.، حیدری، س.، و بورک، ج.، ۱۳۹۷. کاربرد رگرسیون سیمبولیک و سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوضه آبخیز خیرود برای ارائه مدل‌های مکانی تأثیرگذار بر سطح سیمای سرزمین، مجله محیط شناسی، ۳، صفحات ۴۲۴-۴۱۱.
- ۵- بیات، م.، حسینی، م.، و حیدری، س.، ۱۳۹۸. برآورد رویش ده ساله گونه راش با استفاده از مدل شبکه عصبی و رگرسیون خطی چندگانه در جنگل رامسر، مجله پژوهش و توسعه جنگل، شماره ۳، صفحات ۳۹۴-۳۸۱.
- ۶- پوربابایی، ح.، تنوع زیستی گونه های چوبی در جنگل های راش گیلان، کنگره ملی مدیریت جنگل های شمالی و توسعه پایدار، رامسر، ایران.
- ۷- پوربابایی، ح.، و صفوی، ط.، ۱۳۹۲. تأثیر عوامل فیزیوگرافیک بر تنوع گونه های درختی (تحقیق موردی: پارک جنگلی کندلات، گیلان)، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱ (۲)، صفحات ۲۵۵-۲۴۳.
- ۸- پوربابایی، ح.، و داوود، خ.، ۱۳۸۴. تنوع گونه ای گیاهان چوبی در جنگلهای سری یک کلاردشت، مازندران، مجله زیست شناسی ایران، ۱۸، صفحات ۳۲۱-۳۰۷.
- ۹- جعفری، ج.، طبری کوچک سرائی، م.، حسینی، م.، و کوچ، ی.، ۱۳۹۴. تأثیر فاکتورهای خاک روی تنوع زیستی گیاهی گروه گونه‌های اکولوژیک در جنگل حفاظت شده خراسان شمالی، مجله پژوهش‌های گیاهی، ۲۸ (۱)، صفحات ۵۱-۳۵.
- ۱۰- حسینی، م.، ۱۳۷۸. بررسی تنوع زیستی مخروطیان در جنگلهای بومی شمال ایران، کنگره ملی مدیریت جنگلهای شمالی و توسعه پایدار، رامسر، ایران، صفحات ۸۰-۶۷.
- 20- JBattles, J., JShlisky, A., HBarrett, R., CHald, R., and HAllen-Diaz, B., 2001. The effects of forest management on plant species diversity in a Sierran conifer forest. *Forest Ecology and Management*, 146 (1-3), PP: 211-222.
- 21- Hendricks, H. H., Bond, W. J., Midgley, J. J., and Novellie, P. A., 2005. Plant species richness and composition a long livestock grazing intensity gradients in a Namaqualand (South Africa) protected area. *Plant Ecology*, 176, PP: 19-33.
- 22- Kery, M., and Schmid, H., 2006. Estimating species richness: calibrating a large avian monitoring program, *Appl, Ecol*, 43, PP: 101-110.

- 23- Krebs, C. J., 1999. Ecological Methodology, University of British Columbia, Jim Green publisher, 620 p.
- 24- Lakićević, M., and Srđević, B., 2018. Measuring Biodiversity in Forest Communities - A Role of Biodiversity Indices, Contemporary Agriculture, 67(1), PP: 65 - 70.
- 25- Müller, J., Boche, S., Pratic, D. A., Socher, S., Pommer, U., Hessenmöllere, H. D., Schalli, P., Detlef Schulzee, E., Fischerc, M., 2019. Effects of forest management on bryophyte species richness in Central European forests. Forest Ecology and Management, 432, PP: 850-859.
- 26- Pommerening, A., 2002. Approaches to quantifying forest structures. Forestry, 75(3), PP: 305-324.

Evaluation and Comparison of Biodiversity Indexes of Tree Species in Hyrcanian Forests (Case Study: Kheyroud, Ramsar and Neka Forests)

Bayat M.¹ and Heidari Masteali S.²

¹ Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. of Iran.

² Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. of Iran.

Abstract

Determining and comparing biodiversity in different forest communities is important for accurate identification and forest management. The purpose of this study is an investigation the status of tree species diversity in three forest areas: Gorazbon district of Noushahr Kheyrod forest, Ashkateh Chal of Sefarood Ramsar forest and Haft Khal Neka forest. Species diversity of fixed plots was calculated by Margalf and Manhink (as species richness index), Simson and Shannon-Wiener (as heterogeneity index), and Pielou and Hip (as evenness indices) indices. In all of 10R fixed plots, the DBH of alive trees was recorded. Statistically comparisons were done by one-way ANOVA and Duncan test. The results showed that all indices have significant differences at confidence level of 95%. The maximum and minimum of species richness were seen at Kheyroud and Neka forest, respectively. Also, Simpson and Shannon Wiener diversity indices are also maximum at the Kheyroud and minimum in the Neka forest. Ramsar forest has the most uniformity, then Kheyroud forest. The results show that the status of woody species diversity in Kheyroud forest is better than other forest areas in this study. The Neka forest, specially, has poor condition in terms of biodiversity indicators.

Key words: Duncan test, Forest, Simpson, Shannon Wiener, Species richness