

بررسی تغییرات شاخص‌های تنوع زیستی در اشکوب درختی تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا در

جنگل‌های آراسباران

میلاد صفری^{۱*}، ناصر امید^۲، کیومرث سفیدی^۳، سخاوت ابهشت^۴، محمدرضی الهیان^۵

*۱- دانش‌آموخته کارشناس ارشد جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه ارومیه، ایران

۳- دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران

۴- کارشناس حقوق، اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان کلیبر، ایران

۵- کارشناس ارشد اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان آذربایجان شرقی، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: safarimilad72@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۴/۲۲

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۲۴

چکیده

برآورد تنوع زیستی یکی از موضوعات کلیدی در مدیریت اکوسیستم جنگل به‌عنوان یکی از پایدارترین و کامل‌ترین اکوسیستم‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است و درختان به‌عنوان اصلی‌ترین عضو اکوسیستم‌های جنگلی محسوب می‌شوند. از این رو هدف مطالعه حاضر بررسی روند تغییرات تنوع زیستی درختان تحت تغییرات ارتفاع از سطح دریا در بخشی از جنگل آراسباران بود. به‌این منظور شاخص‌های غنای گونه‌ای، یکنواختی سیمپسون و اسمیت-ویلسون و شاخص‌های تنوع شانون، سیمپسون، N1 و N2 با اطلاعات حاصل از قطعات نمونه در طبقات ارتفاعی مختلف و اندازه‌گیری انواع گونه‌های درختی محاسبه شدند. نتایج نشان داد که با افزایش ارتفاع غنای گونه‌ای کاهش یافت اما یکنواختی افزایش داشت. همچنین شاخص‌های شانون و N2 طبقه ارتفاعی کم و شاخص‌های سیمپسون و N1 طبقه ارتفاعی متوسط را به‌عنوان متنوع‌ترین طبقات ارتفاعی در اشکوب درختی در منطقه مورد مطالعه نشان دادند. نتایج نهایی مطالعه حاضر حاکی از آن بود که ارتفاع از سطح دریا بر روی انواع شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی اثر گذاشته و سبب کاهش تنوع خواهد شد، بنابراین بررسی عوامل محیطی مؤثر بر این کاهش پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی

"تنوع زیستی"، "جنگل"، "غنا"، "یکنواختی"

Influence of Elevation on Tree Species Biodiversity Indicators in

Arasbaran Forest

Milad Safari^{1*}, Naser Omid², Kiomars Sefidi³, Sakhavat Abhasht⁴, Mohammad Razi Elahian⁵

1*. MSc Graduate Student of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

2. MSc Student of Watershed Management, Urmia University, Urmia, Iran.

3. Associated Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

4. Expert of Law, Department of Natural Resources and Watershed Management Office, Kaleibar, Iran.

5. Senior Expert, Azarbayjan Province Department of Natural Resources and Watershed Management Main Office, Tabriz, Iran.

*Email Address: safarimilad72@gmail.com

Abstract

Biodiversity estimation is one of the key issues in the management of the forest as one of the most sustainable and complete ecosystems and trees are considered the main members of forest ecosystems. Therefore, the aim of this study was to investigate the influence of the elevation on the changes of tree species biodiversity in a part of the Arasbaran forest. For this purpose, species richness, Simpson and Smith-Wilson uniformity indices, and diversity indicators included Shannon, Simpson, N1, and N2 were calculated by using the data obtained from sampling plots in different elevation classes and measurement of various tree species. The results showed that species richness decreased with an increase in elevation but uniformity increased. Also, the Shannon and N2 indices in low elevation and the Simpson and N1 in high elevation showed the most diversity in the study area. The final results of the present study indicated that elevation is effective on a variety of indicators of diversity, richness, and uniformity and will reduce them. Therefore, this is recommended to the study of environmental factors affecting this reduction.

Keywords

"Diversity", "Evenness", "Forest", "Richness"

۱- مقدمه

مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق طرح‌های حفاظتی و اجرایی در جنگل نیازمند شناسایی نیازهای اکولوژیکی گونه‌های جنگلی و بررسی تنوع زیستی می‌باشد و با توجه به این که امروزه انسان‌ها با مشکلات متعدد زیست‌محیطی و تهدید تنوع زیستی مواجه هستند لذا ارزیابی، بهترین راه برای نجات تنوع زیستی است زیرا اکوسیستم‌هایی که تنوع زیستی بالایی دارند پایداری اکولوژیکی و تولید بیشتری نیز دارند (کوچ و همکاران، ۱۳۸۹). حفاظت از تنوع زیستی یکی از موضوعات کلیدی در مدیریت مناطق جنگلی به‌عنوان یکی از پایدارترین و کامل‌ترین اکوسیستم‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. به‌طوری که هدف نهایی در مدیریت اکوسیستم جنگلی نیز حفاظت از تنوع زیستی آن بیان شده است و آنچه بر اهمیت تنوع زیستی می‌افزاید نقش آن در حفظ ثبات اکوسیستم‌ها در زمینه‌های مختلف بوم‌شناختی، زیست‌شناختی و فرآیندهای تکاملی در یک اکوسیستم است (نوری و همکاران، ۱۳۸۷). درختان به‌عنوان اصلی ترین عضو اکوسیستم‌های جنگلی محسوب می‌شوند که حیات سایر موجودات در این اکوسیستم به آن‌ها وابسته است. جنگل‌ها از جمله منابع مهم تنوع زیستی در جهان هستند که مطالعه و بررسی تنوع گونه‌های درختی و تنوع اکوسیستم‌های جنگلی با محاسبه انواع شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی مقدور است (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۲؛ نوری و همکاران، ۱۳۸۹). تخریب جنگل‌ها و کاهش مساحت آن‌ها، انقراض گونه‌های گیاهی و جانوری و در نتیجه کاهش تنوع زیستی در مقیاس جهانی را به‌همراه خواهد داشت. از این رو با مطالعه تغییرات تنوع و عوامل مختلف محیطی می‌توان به پایداری جوامع گیاهی و همبستگی این عوامل با پوشش گیاهی پی برد که این مسئله از نظر توسعه و احیای جوامع جنگلی و تنوع گونه‌ای به‌عنوان یکی از موضوعات در اکولوژی گیاهی بسیار مهم و کاربردی است (ذاکری پاشاکالایی و همکاران، ۱۳۹۳). جنگل‌ها علاوه بر اینکه در بردارنده انواع عناصر گیاهی شامل گیاهان چوبی، علفی، آوندی، خزه‌ها، سرخس‌ها، گیاهان بالارونده، قارچ‌ها و عناصر جانوری شامل پرندگان، ماهی‌ها و غیره هستند، منعکس‌کننده تنوع اقلیمی و زمین‌شناسی نیز هستند بنابراین تنوع زیستی مناطق جنگلی همواره نیازمند حفاظت است (عابدی، ۱۳۹۸). تنوع زیستی موضوع بررسی محققان زیادی در مناطق مختلف بوده است، نوری و همکاران (۱۳۸۹) تنوع گونه‌ای درختان در اشکوب‌های مختلف در جنگل آموزشی خیرود را بررسی کرده و تعداد گونه‌ها را به‌منظور بررسی غنا، شاخص‌های یکنواختی سیمپسون و اسمیت-ویلسون را به‌منظور برآورد فراوانی نسبی و شاخص‌های سیمپسون، شانون و N_2 را به‌منظور بررسی ناهمگنی گونه‌ها مورد استفاده قرار دادند نتایج آن‌ها نشان داد که تنوع در اشکوب سوم بیشتر بود. بهمنی و همکاران (۱۳۹۲) اندازه‌گیری تنوع گیاهان چوبی در دو جهت جغرافیایی شمالی و جنوبی در بخشی از جنگل دارابکلا به‌منظور حفاظت از تنوع زیستی انجام دادند. تنوع را با شاخص‌های سیمپسون، شانون وینر و غنای گونه‌ای را با استفاده از شاخص‌های مارگالف، منهنیک و یکنواختی را به‌وسیله شاخص‌های پیت و هیل برای هر یک از پلات‌ها محاسبه کردند و نشان دادند که بالاترین مقادیر تنوع گونه‌ای، غنای گونه‌ای و یکنواختی در جهت‌های شمالی و جنوبی به ترتیب مربوط به شاخص‌های شانون وینر، شاخص مارگالف و شاخص هیل بود و شاخص‌های تنوع گونه‌ای در جهت شمالی بیشتر از جهت جنوبی به‌دست آمد. ولی در مورد شاخص غنای

گونه‌ای این دو جهت تقریباً برابر بود و در مورد شاخص یکنواختی شاخص پیت در جهت شمالی و شاخص هیل در جهت جنوبی بیشتر بود. ذاکری پاشاکالایی و همکاران (۱۳۹۳) رابطه تنوع زیستی را با عوامل توپوگرافی در جنگل پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که شاخص غنای گونه‌ای در ارتفاعات بالا و شاخص یکنواختی و تنوع در ارتفاعات میانی بیشتر بود. در ارتباط با گونه‌های چوبی نتایج نشان داد که اثر ارتفاع از سطح دریا بر روی کلیه شاخص‌های تنوع معنی‌دار بود. بیات و همکاران (۱۳۹۸) به‌منظور مقایسه شاخص‌های مختلف تنوع در اشکوب درختی در جنگل‌های هیرکانی از شاخص‌های تنوع زیستی شامل مارگالف و منهنیک برای غنای گونه‌ای، سیمپسون و شانون برای تنوع زیستی و پیلو و هیب را برای یکنواختی در سه منطقه جنگلی استفاده کردند. نتایج در سه ناحیه جنگلی مورد بررسی نشان داد که تمامی شاخص‌ها دارای اختلاف معناداری هستند و 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 در وضعیت نامطلوبی از نظر شاخص‌های تنوع زیستی قرار دارند. میرهاشمی و همکاران (۱۳۹۸) تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر تنوع و اهمیت نسبی گونه‌های علفی در جنگل‌های کبیرکوه استان ایلام بررسی کردند. از شاخص‌های تنوع شانون، شاخص یکنواختی اسمیت-ویلسون و شاخص غنای گونه‌ای $R=S$ استفاده کردند. همچنین همبستگی بین شاخص‌های تنوع زیستی و عامل ارتفاع از سطح دریا با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون صورت گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که عامل ارتفاع از سطح دریا تأثیر معنی‌داری بر تنوع و غنای گونه‌های علفی دارد و بین این شاخص‌ها با ارتفاع از سطح دریا همبستگی منفی وجود دارد. بیشترین مقدار شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای در طبقه ارتفاعی میانی به‌دست آمد. ارتفاع از سطح دریا تأثیر معنی‌داری بر یکنواختی گونه‌های علفی نداشت و همچنین انواع شکل منحنی اهمیت نسبی گونه‌ها در هر سه طبقه ارتفاعی به‌صورت نرمال لگاریتمی حاصل شد. Sinha و همکاران (۲۰۱۸) اثر ارتفاع از سطح دریا و اقلیم را شکل-گیری جوامع جنگلی متنوع در پارک ملی *Khangchendzonga* در هند بررسی کردند و نشان دادند که این دو پارامتر محیطی اثرات مهمی بر ترکیب و تنوع پوشش درختی دارند.

بنابراین حفاظت از تنوع زیستی در منابع جنگلی نیازمند مطالعه در این زمینه و محاسبه تنوع زیستی است. هدف مقاله حاضر نیز تحقیق در زمینه محاسبه تنوع زیستی، یکنواختی و غنای گونه‌ای درختان در بخشی از جنگل‌های ارسباران و شناسایی تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر روند تغییرات این شاخص‌ها بود.

۲- روش انجام تحقیق

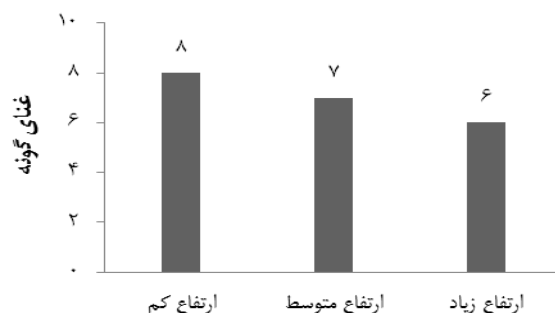
• محدوده مورد مطالعه

مطالعه حاضر در بخشی از جنگل‌های ارسباران در محدوده شهرستان کلیدر در شمال غرب ایران انجام شد. مساحت کل جنگل‌های ارسباران بیشتر از ۱۶۴۰۰۰ هکتار است که ۵۶ درصد آن (در حدود ۷۲۴۰۰ هکتار) از سال ۱۳۵۰ تحت مدیریت مبتنی بر حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست کشور قرار گرفته است و مابقی این جنگل‌ها غیرحفاظتی بوده و زیر نظر اداره کل منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی مدیریت می‌شود. میانگین بارندگی در این جنگل‌ها حدود ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر

یک هکتاری با شناسایی نوع گونه درختان، شمارش تعداد هر گونه و اندازه‌گیری قطر در ارتفاع برابر سینه ($dbh \geq 7/5$ cm) انجام شد. به منظور تحلیل داده‌ها و محاسبه تنوع از شاخص‌های تنوع سیمپسون، شانون، $N1$ و $N2$ استفاده شد. یکنواختی توسط شاخص‌های سیمپسون و اسمیت-ویلسون محاسبه شد و غنای گونه‌ای نیز برابر با تعداد گونه در هر قطعه نمونه در نظر گرفته شد. کلیه محاسبات در محیط نرم افزارهای Excel و Ecological Methodology انجام شد.

۳- نتایج

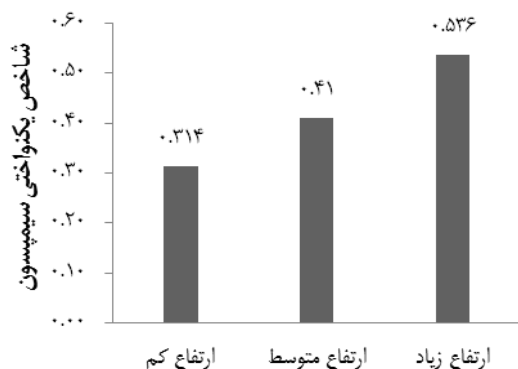
نتایج بررسی غنای گونه‌های درختی در منطقه مورد مطالعه نشان داد که با افزایش ارتفاع از تعداد گونه‌های درختی در قطعات نمونه کاسته شد و ارتفاع کم با میانگین ۸ گونه دارای بیشترین تعداد گونه در قطعه نمونه و پس از آن ارتفاع متوسط با ۷ گونه و ارتفاع زیاد با ۶ گونه در زبته‌های بعدی قرار داشتند (شکل ۱).



ارتفاع از سطح دریا

شکل ۱. غنای گونه‌ای در سه ارتفاع مورد مطالعه

ارتفاع کاهش یکنواختی را نشان داد به طوری که مقدار این شاخص در ارتفاع کم $0/315$ و به ترتیب در ارتفاع متوسط و زیاد به ترتیب $0/117$ و $0/098$ بود (شکل ۲ ب).



ارتفاع از سطح دریا

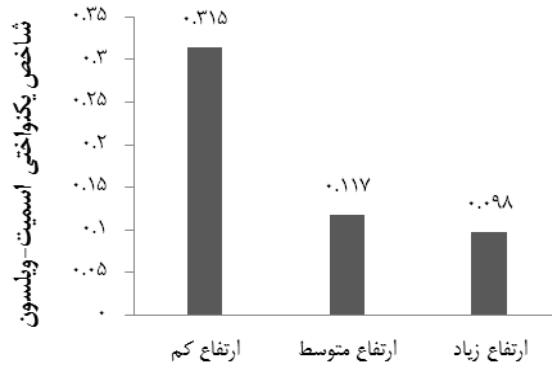
(ب)

گزارش شده و بخش‌های جنگلی به‌طور عمده در دامنه‌های شمالی گسترش دارند. خاک منطقه در نقاط جنگلی اغلب از نوع خاک قهوه‌ای جنگلی و قهوه‌ای آهکی است. کوهستانی بودن، شیب به نسبت زیاد، وجود درختان بومی، تغییرات شدید آمیختگی و ساختار در ارتفاع از سطح دریا و فیزیوگرافی مختلف از مهم‌ترین ویژگی‌های این جنگل‌ها است. در این جنگل‌ها گونه‌های ممرز، بلوط سیاه، بلوط سفید، کرب، کیکم و گیلاس وحشی به‌عنوان گونه‌های اصلی و گونه‌های ملج، ون، گوشوارک، زغال‌اخته، ال، گلابی وحشی، آردوج، سرخدار و پسته وحشی به‌عنوان گونه‌های همراه انتشار دارند (ساسانی و همکاران، ۱۳۹۷).

• روش پژوهش

به‌منظور جمع‌آوری داده با جنگل گردی و بررسی کلی منطقه مورد مطالعه اقدام به تقسیم‌بندی منطقه به سه طبقه ارتفاعی شد. طبقات ارتفاعی بنابر حداقل و حداکثر ارتفاع در محدوده مورد مطالعه انتخاب شد که شامل ارتفاع کم تا 1400 متر، ارتفاع متوسط تا 1600 متر و ارتفاع بالا تا 1800 متر بود. در هر طبقه ارتفاعی تعداد سه قطعه نمونه

نتایج بررسی یکنواختی گونه‌ای در ارتفاع‌های مختلف نشان داد که شاخص سیمپسون با افزایش ارتفاع، افزایش یکنواختی را نشان داد به طوری که مقدار این شاخص در ارتفاع کم برابر با $0/314$ به‌دست آمد در حالی که در ارتفاع متوسط $0/410$ و در ارتفاع زیاد $0/536$ بود (شکل ۲ الف). اما در مقابل شاخص یکنواختی اسمیت-ویلسون با افزایش



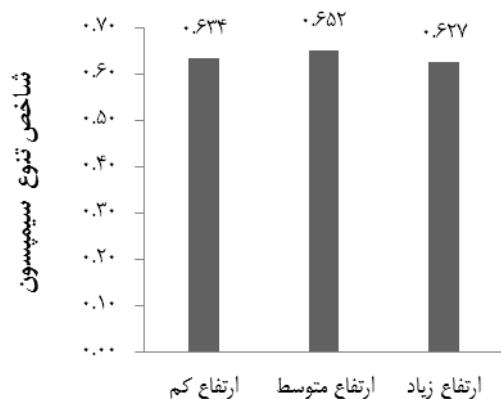
ارتفاع از سطح دریا

(الف)

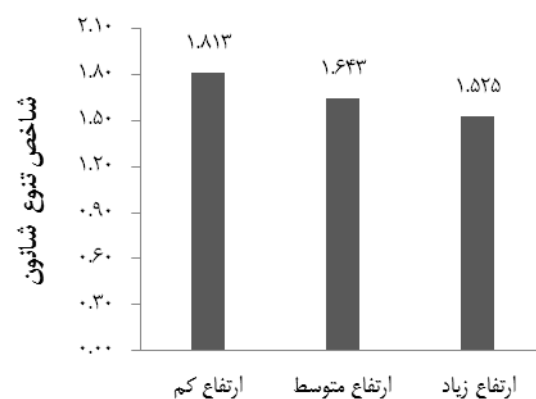
شکل ۲. شاخص‌های یکنواختی اسمیت-ویلسون (الف) و سیمپسون (ب) در سه ارتفاع مورد مطالعه

ارتفاع کم مقدار تنوع را ۲/۷۲۴، ارتفاع میانی برابر با ۲/۸۶۸ و در ارتفاع زیاد برابر با ۲/۶۸۰ برآورد کرد که ارتفاع میانی با تفاوت ناچیزی تنوع بیشتری داشت (شکل ۳، ج). شاخص تنوع N1 نیز کاهش تنوع را با افزایش ارتفاع نشان داد و در ارتفاع کم برابر با ۳/۵۱، مقدار آن در ارتفاع متوسط برابر با ۳/۱۲ و در ارتفاع زیاد ۲/۸۸ بدست آمد (شکل ۳، د).

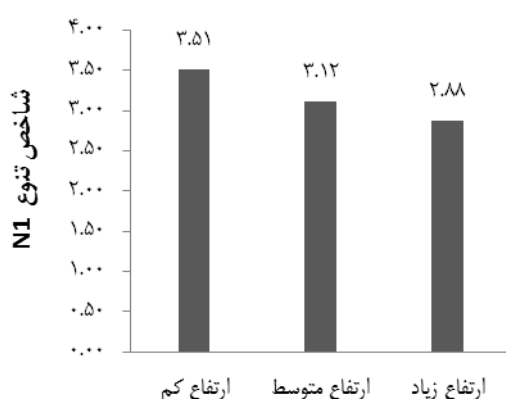
نتیجه محاسبه انواع شاخص‌های تنوع حاکی از کاهش تنوع گونه‌ای با افزایش ارتفاع بود. به طوری که شاخص تنوع شانون بیشترین تنوع گونه‌ای را در ارتفاع کم با مقدار ۱/۸۱۳ نشان داد و پس از آن ارتفاع متوسط با مقدار ۱/۶۴۳ و ارتفاع زیاد با ۱/۵۲۵ در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (شکل ۳، الف). شاخص سیمپسون در ارتفاع کم مقدار تنوع ۰/۶۳۴، در ارتفاع متوسط ۰/۶۵۲ و در ارتفاع زیاد ۰/۶۲۷ را نشان داد که به مفهوم تنوع بیشتر در ارتفاع متوسط بود (شکل ۳، ب). شاخص تنوع N2 تغییرات زیادی را در سه ارتفاع نشان نداد به طوری که در



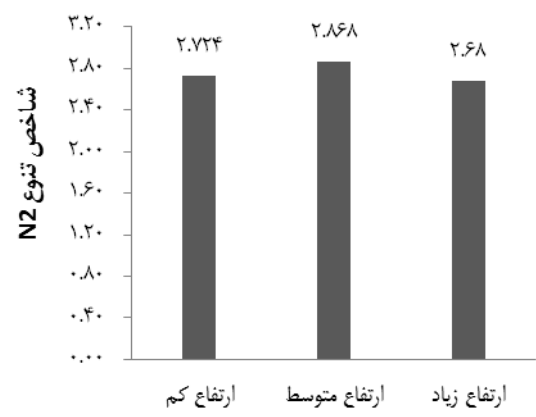
ارتفاع از سطح دریا
(ب)



ارتفاع از سطح دریا
(الف)



ارتفاع از سطح دریا
(د)



ارتفاع از سطح دریا
(ج)

شکل ۳. شاخص‌های تنوع شانون (الف)، سیمپسون (ب)، N2 (ج) و N1 (د) در سه ارتفاع مورد مطالعه

انسانی در ارتفاعات بالاتر بیان کردند. میرهاشمی و همکاران (۱۳۹۸) نیز کمترین غنای گونه‌های درختی را در ارتفاعات بالا گزارش کردند و دلیل این امر را تغییرات در عوامل محیطی مانند درجه حرارت، بارندگی، تبخیر و تعرق، شدت تشعشعات خورشیدی و تأثیر عوامل خاکی معرفی کردند. بنابراین نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داده شد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا توده‌های مورد مطالعه به سمت خالص شدن پیش رفتند. Sinha و همکاران (۲۰۱۸) نیز کاهش تنوع را با افزایش ارتفاع از سطح دریا در بررسی یک پارک ملی کوهستانی در هند گزارش کردند و دلیل این مسئله را در ارتباط با تغییرات شرایط

۴- بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی غنای گونه‌ای در مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا غنای گونه‌ای یا به عبارت دیگر تعداد گونه-های درختی کاسته شد. این نتیجه مطابق با نتایج پژوهش‌های پاشاکلائی و همکاران (۱۳۹۳) بود که عامل ارتفاع از سطح دریا را از جمله عوامل مهم مؤثر بر تنوع زیستی معرفی کرده و در نتایج تحقیق خود نیز نشان دادند که شاخص غنای گونه‌ای در اشکوب درختی ارتباط منفی با ارتفاع داشت، به این مفهوم که با افزایش ارتفاع از سطح دریا غنای گونه‌های درختی کاسته شد. دلیل این امر را کاهش دخالت‌های

(۱۳۹۳) نیز کاهش تنوع را در ارتفاعات بالا برای گونه‌های درختی در مطالعه خود گزارش کردند و دلیل این امر را اینگونه استدلال کردند که کاهش دما و ریزش نزولات آسمانی به‌صورت برف و وزش باد که شرایط را برای حضور گونه‌های درختی مشکل می‌کند و سبب افزایش یکنواختی گونه‌های درختی می‌شود و در مقابل ارتفاعات پایین‌تر به-دلیل شرایط مطلوب دما و رطوبت سبب افزایش تنوع و غنای گونه‌های درختی خواهد شد. ذکر این نکته ضروری است که در مطالعه حاضر بالا بودن ارتفاع در منطقه ارسباران سبب شد که حتی دامنه ارتفاعی پایین نیز دارای ارتفاع زیادی در مقایسه با سایر مناطق جنگلی باشد یعنی ارتفاع ۱۲۰۰ نیز در بسیاری از مناطق جزو دامنه ارتفاعات متوسط و حتی بالا محسوب می‌شود اما در ارسباران و به‌خصوص در این مطالعه به‌عنوان دامنه پایین ارتفاعی رویش درختان بود و این موضوع سبب شده تا تفاوت چشمگیری در بین شاخص‌ها محاسبه شده مشاهده نشود. بررسی روند تغییرات شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌های درختی در این مطالعه نشان داد که با افزایش ارتفاع غنا و تنوع کاهش و یکنواختی افزایش داشت. این نتایج مختص اشکوب درختی بود بنابراین پیشنهاد می‌شود که تنوع زیستی در سایر اشکوب‌ها مانند گونه‌های علفی و همچنین برای سایر شرایط فیزیوگرافی مانند جهت دامنه و شیب نیز محاسبه شود و به‌دلیل وسعت منطقه ارسباران برای سایر مناطق نیز انجام و گزارش شود زیرا با مقایسه نتایج متعدد در نواحی مختلف یک اکوسیستم می‌توان تصمیمات حفاظتی دقیق‌تری در زمینه تنوع زیستی اتخاذ کرد.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از جناب سرهنگ محمدرضا حسن‌زاده فرمانده محترم یگان حفاظت اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان آذربایجان شرقی که ما را در هماهنگی امور مربوط به عملیات صحرایی این تحقیق در جنگل‌های ارسباران در شهرستان کلیبر راهنمایی و یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

اقلیمی تحت افزایش ارتفاع بیان کردند. Horak و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی تنوع و ساختار توده در جنگل‌های کوهستانی پارک جنگلی در کشور چک تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا، تغییرات پوشش درختی، درختچه‌ای و گیاهان علفی را در گرادیان ارتفاعی گزارش کردند. یکنواختی بیانگر میزان تعادل در فراوانی گونه‌ها است و هر چه میزان یکنواختی بیشتر باشد یعنی تعادل در فراوانی گونه‌ها بیشتر است و همه گونه‌ها تقریباً دارای تعداد افراد مساوی هستند و گونه غالب تقریباً وجود ندارد (کریمی و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج حاصل از شاخص‌های یکنواختی در مطالعه حاضر نشان داد که بنابر شاخص سیمپسون یکنواختی توده در ارتفاعات بالا بیشتر شد، درحالی‌که شاخص اسمیت-ویلسون نشان‌دهنده کاهش یکنواختی در ارتفاعات بود. دلیل اختلاف این دو شاخص در مطالعه حاضر می‌تواند این باشد که شاخص اسمیت-ویلسون شاخصی است که مستقل از غنای گونه‌ای بوده و به هر دو گونه نادر و رایج در جامعه حساس است در حالی‌که شاخص سیمپسون بسیار حساس به گونه‌های رایج است و به گونه‌های نادر حساسیت کمتری دارد (نوری و همکاران، ۱۳۸۹). بیات و همکاران (۱۳۹۸) نیز عامل رقابت را مطرح کرده و بیان کردند که عامل پایین بودن شاخص یکنواختی گونه‌ای یا به‌عبارت دیگر تفاوت در فراوانی نسبی گونه‌ای را می‌توان رقابت بالای بین گونه‌های دانست به‌طوری‌که با خالص شده گونه‌ها و کاهش غنا در توده رقابت بین گونه‌های کاهش یافته و توده یکنواخت خواهد شد. نتایج شاخص‌های تنوع در مطالعه حاضر حاکی از آن است که شاخص‌های تنوع شانون و $N1$ ارتفاع کم و شاخص‌های سیمپسون و $N2$ ارتفاع متوسط را به‌عنوان دامنه‌های ارتفاعی با بیشترین مقدار تنوع نشان دادند و آنچه بین همه آن‌ها مشترک بود کاهش شاخص‌های تنوع در ارتفاع زیاد بود. بنابراین می‌توان گفت با افزایش ارتفاع مقدار تنوع کاهش یافت. بنابر ماهیت شاخص تنوع شانون، این شاخص ترکیبی از غنا و یکنواختی است و حساسیت بیشتری به گونه‌های نادر دارد در حالی‌که شاخص $N2$ بیشتر نشان‌دهنده ناهنگی گونه است (نوری و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج مطالعه بهمنی و همکاران (۱۳۹۲) نشان داده است که در افزایش شاخص سیمپسون، یکنواختی مهم‌تر از غنا است. ذاکری پاشاکالایی و همکاران

منابع

- بهمنی، ه، عطایی، الف، مرادمند عقیلی، ع. ۱۳۹۲. مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی گونه‌های درختی در جنگل دارابکلا، علوم تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۵، شماره ۴، ص. ۵۵-۶۴.
- بیات، م، حیدری مستعلی، س، شکرچیان، الف. ۱۳۹۸. مقایسه کمی شاخص‌های تنوع زیستی و متغیرهای محیطی مؤثر بر آن در جنگل‌های راش و ممرز (مطالعه موردی: بخش گرازبن جنگل خیرود)، پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، جلد ۲۶، شماره ۴، ص. ۴۷-۶۴.
- ذاکری پاشاکالایی، م، الوانی نژاد، س، اسماعیل زاده، الف، ۱۳۹۳. رابطه تنوع‌زیستی گیاهان با عوامل، توپوگرافی در جنگل‌های غرب مازندران، (مطالعه موردی: جنگل پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس)، بوم‌شناسی کاربردی، سال ۳، شماره ۸، ص. ۱-۱۵.
- ساسانی، س، علیچانپور، الف، بانج شفیعی، ع، اسحاقی راد، ج، مولایی، م، ۱۳۹۷. تأثیر مدیریت مبتنی بر حفاظت بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک جنگل‌های ارسباران، تحقیقات جنگل و صنوبر، جلد ۲۶، شماره ۱، ص. ۱۰۴-۱۱۷.
- عابدی، ر. ۱۳۹۸. تأثیر گردشگری طبیعت بر ویژگی‌های ساختار و تنوع زیستی گونه‌های چوبی در اکوسیستم جنگلی (مطالعه موردی: جنگل ارسباران)، پژوهش‌های گیاهی، جلد ۳۲، شماره ۲، ص. ۲۴۸-۲۵۸.
- کریمی، س، پوربابائی، ح، و خداکرمی، ی. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر آتشنسوزی بر فلور و شکل زیستی گونه‌های گیاهی در جنگل‌های زاگرس، کرمانشاه. فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی ایران، شماره ۳، ص. ۱۱۱-۱۲۶.

- کوچ، ی، حسینی، س.م، جلیلود، ح، فلاح، الف. ۱۳۸۹. تنوع زیستی واحدهای زیست محیطی در ارتباط با برخی خصوصیات خاک در اکوسیستم جنگلی ممرز، علوم محیطی، سال ۸، شماره ۱، ص. ۱۳۵-۱۵۰.
- میرهاشمی، ه، پوربائی، ح، مزبانی، الف. ۱۳۹۸. تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر تنوع و اهمیت نسبی (SIV) گونه‌های علفی در جنگل‌های کبیرکوه، استان ایلام، پژوهش‌های گیاهی، چاپ آنلاین
- نوری، ز، فقهی، ج، زاهدی امیری، ق، رحمانی، ر. ۱۳۸۹. برآورد تنوع گونه ای درختان در اشکوب های مختلف جنگلی (مطالعه بخش پاتم، جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود)، محیط زیست طبیعی، دوره ۳۳، شماره ۴، ص. ۳۹۹-۴۰۷.
- نوری، ز، فقهی، ج، علوی، س.ج. ۱۳۸۷. بررسی پایداری تنوع گونه‌های درختی جنگل با بهره‌گیری از قطعه‌های نمونه متداول در طرح‌های جنگلداری (مطالعه موردی: بخش گرازبن جنگل خیرود، نوشته)، نشریه دانشکده منابع طبیعی، دوره ۶۱، شماره ۴، ص. ۹۰۹-۹۱۹.
- Horak, J., Materna, J., Halda, J.P., Mladenovic, S., Bogusch, P., Pech, P. 2019. Biodiversity in remnants of natural mountain forests under conservation-oriented management, Scientific Reports. Vol. 9, No. 8, P. 1-10.
- Sinha, S., Badola, H.K., Chhetri, B., Gaira, K.S., Lepcha, J. Dhyani, P.P. 2018. Effect of altitude and climate in shaping the forest compositions of Singalila National Park in Khangchendzonga Landscape, Eastern Himalaya, India. Journal of Asia pacific biodiversity, Vol. 11, P. 267-275.