

مقایسه تنوع گونه‌های درختی در دو منطقه حفاظت شده و غیر حفاظتی (مطالعه موردی در جنگل‌های ناواسالم)

میر مظفر فلاح چای*^۱، حمید پیام^۲، سید آرمین هاشمی^۳، خشایار کلانتری چروده^۴

*^۱ و ^۲ - دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگلداری، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

^۴ - اداره کل منابع طبیعی استان گیلان، رشت، ایران، صندوق پستی: ۳۶۶۴-۳۱۹

mir_mozaffar@yahoo.com

چکیده

در این مطالعه تنوع گونه‌های درختی در دو منطقه حفاظت شده و غیر حفاظتی جنگل‌های ناواسالم در شمال ایران از نظر شاخص‌های غنا و یکنواختی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. به منظور انجام این بررسی، دو پارسل حفاظت شده و غیر حفاظتی به دلیل داشتن ترکیب گونه‌ای و فیزیوگرافی مشابه انتخاب شدند. آمار برداری با روش تصادفی - سیستماتیک با شبکه آمار برداری ۱۰۰×۱۰۰ متر با قطعات نمونه ۷ آری انجام گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها شاخص‌های مختلف درختی در هر قطعه نمونه محاسبه و برای آزمون معنی دار بودن اختلاف بین میانگین شاخص‌ها در دو منطقه از آزمون آماری t استفاده شد. نتایج نشان داد که بین میانگین شاخص‌های بکاررفته تنها شاخص تنوع گونه‌ای N_p هیل در دو منطقه حفاظت شده و غیر حفاظتی اختلاف معنی داری وجود دارد. و سایر شاخص‌های تنوع مانند سیمپسون، شانون-وینر، بریلوین و N_1 مک آرتور اختلاف معنی داری در دو توده نداشتند.

کلمات کلیدی: گیلان، جنگل، ناواسالم، تنوع گونه‌ای.

مقدمه

تنوع زیستی جهت ادامه حیات بشر، مسائل اقتصادی، پایداری و عملکرد اکوسیستم‌ها امری ضروری است (۲۲). بنابراین شاخص تنوع گونه‌ای یکی از شاخص‌های مهم تنوع زیستی است که در ارزیابی زیستگاه‌ها از آن استفاده می‌شود و میزان آن به ثبات محیط زیست آن بستگی دارد. تنوع گونه‌ای زیاد مؤید این است که به دلیل وجود شرایط محیطی مساعد گونه‌های متعددی می‌توانند در محل مستقر شوند (۱). در مناطقی که به مدت طولانی تحت تأثیر مداخلات انسان واقع شده‌اند، ساختار تغییر شکل یافته جنگل به عنوان یکی از عوامل اصلی تهدید کننده تنوع زیستی در نظر گرفته می‌شود (۹). نوع و شیوه مدیریت جنگل هم یک نوع از دخالت‌های بشری است که تأثیر زیادی بر روی تنوع گونه‌ای، رقابت، ساختار توده و عملکردهای اکوسیستم جنگل خواهد گذاشت (۱۵). تاکنون مطالعات زیادی درباره تنوع زیستی صورت گرفته ولی مطالعه در خصوص مقایسه تنوع زادآوری گونه‌های درختی در مناطق حفاظت شده و غیرحفاظتی اندک است. برای مثال (۵) در تحقیقی تنوع گونه‌ای گیاهان چوبی در دو منطقه حفاظت شده و غیر حفاظتی بخشی از جنگل‌های ارسباران را از نظر شاخص‌های تنوع مورد مطالعه قرار داده و نتیجه گرفته است که شاخص‌های غنا، یکنواختی و تنوع گونه‌ای در توده‌های جنگلی منطقه حفاظت شده در مقایسه با منطقه غیر حفاظتی اختلاف معنی داری دارند. داستانگو (۴) نیز روش‌های برآورد شاخص‌های تنوع زیستی درختان جنگلی را در طرح جنگلداری نکا - ظالم رود مورد بررسی و مقایسه قرار داد و نتیجه گرفت که بهترین شاخص در محاسبه ناهمگنی در سطح قطعه، شاخص

شانون - وینر و در محاسبه یکنواختی شاخص تعدیل شده نی (Nee) است. مطالعه (۳) در منطقه دار بادام استان کرمانشاه درباره وضعیت کمی جنگل در دو منطقه حفاظت شده و حفاظت نشده نشان داد که به طور کلی وضعیت کمی و کیفی در توده حفاظت شده بهتر از منطقه حفاظت نشده است. کمی اوپلی و همکاران (۷) روند تغییرات مشخصه‌های کمی در دو جامعه گیاهی مدیریت شده در جنگل خیرودکنار نوشهر را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان داد که در جامعه راشستان در طی دوره‌های مختلف، تغییرات معنی داری به لحاظ مشخصه‌های کمی حاصل نشده، در حالی که در جامعه راش - ممرزستان این تغییرات معنی دار بود. مطالعه فلاح چای و مروی مهاجر، (۶) در جنگل‌های سیاهکل در شمال ایران نیز نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا از تعداد گونه‌ها (غنا گونه‌ای) کاسته شده ولی فراوانی گونه‌ها افزایش می‌یابد بطوری که بیشترین تنوع گونه‌ای در ارتفاع ۱۰۰ تا ۷۰۰ متر از سطح دریا و کمترین تنوع گونه‌ای از ارتفاع ۷۰۰ متر به بالا دیده می‌شود.

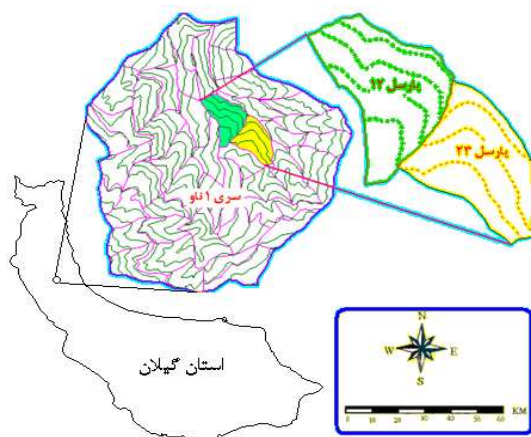
در تحقیق دیگری تأثیر سیستم‌های مختلف مدیریت جنگل بر روی تنوع گونه‌های گیاهی در جنگل‌های راش در قسمت‌های مرکزی ژاپن مورد بررسی قرار گرفته است (۱۵). نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که تفاوت مشاهده شده در ترکیب گونه‌ای بین جنگل‌های اولیه و بهره‌برداری شده به شیوه پناهی معنی دار نیست، در حالی که بین جنگل‌های اولیه و جنگل کاری و جنگل‌های ثانویه تفاوت معنی دار بوده است که این موضوع به غلبه تجدید حیات درختان بر می‌گردد. در کشور هند نیز (۱۷) تنوع درختی را در رویشگاه‌های دخالت شده و دخالت نشده جنگل‌های

مواد و روش ها

جنگل های اسالم در شمال کشور و در عرض جغرافیایی ۳۸°، ۳۷° شمالی و در طول جغرافیایی ۵۲°، ۴۸° شرقی با ارتفاع ۸۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. محل اجرای این مطالعه جنگل های سری ۱ ناو اسالم از حوزه آنجیز ۷ ناو می باشد (شکل ۱) که از سال ۱۳۴۸ طرح جنگلداری در آن آغاز شده است.

به طور کلی این سری به ۴۸ پارسل تقسیم بندی شده و پارسل ۲۳ آن از ابتدا به عنوان پارسل شاهد حفاظت گردیده و تاکنون هیچگونه دخالتی در آن صورت نگرفته است. مطالعه حاضر در پارسل های ۲۳ (به عنوان پارسل حفاظتی) و ۱۲ (به عنوان پارسل غیر حفاظتی) صورت پذیرفت. این دو پارسل در کنار یکدیگر قرار داشته و از نظر بسیاری از خصوصیات اقلیمی، ادافیکی و فیزیوگرافی مشابه یکدیگر می باشند. از نظر زمین شناسی متعلق به دوران دوم زمین شناسی و از نظر خاک شناسی، تیپ خاک هوموسی واریزی و نوع سنگ مادری آن شیست است. متوسط بارش سالیانه منطقه طرح، حدود ۹۴۵ میلی متر و متوسط درجه حرارت سالیانه آن ۱۲/۴ درجه سانتی گراد بوده و نوع اقلیم منطقه براساس روش آمبرژه از نوع مرطوب سرد می باشد.

همیشه سبز مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که تغییرات تنوع، نوع گونه، غنای گونه ای و فراوانی آن ها به دخالت های انسان بر می گردد. همچنین در مطالعه دیگری (۱۶) تنوع گیاهی و ساختار عمومی را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گیری نمودند که توده های طبیعی در مقایسه با توده های دست خورده دارای یکنواختی بیشتری می باشند. همچنین ترکیب گونه های گیاهی، درصد پوشش هر گونه و شاخص تنوع سیمپسون شاخص های مناسبی برای ارزیابی ناهمگنی در منطقه مورد مطالعه هستند. Rodriguez و همکاران (۱۸) مطالعه ای را در زمینه شاخص های تنوع زیستی جنگل در منطقه آندز کشور کلمبیا انجام دادند. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که عامل ارتفاع از سطح دریا و تفاوت های ژئومورفولوژیکی از مهم ترین عوامل مؤثر در ایجاد تنوع زیستی می باشد. و تراکم جمعیت و فعالیت های اقتصادی به عنوان عوامل منفی تأثیر گذار بر تنوع زیستی معرفی شده اند. لذا مدیریت مبتنی بر حفاظت می تواند راهکار مناسبی برای حفظ تنوع گونه ای جنگل ها باشد. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی و مقایسه تنوع زادآوری گونه های درختی توده های جنگلی در دو منطقه حفاظت شده و غیر حفاظتی با شرایط ترکیب گونه ای و فیزیوگرافی مشابه می باشد.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان گیلان

که در این تحقیق از متداول‌ترین آن‌ها برای محاسبه تنوع گونه‌ای قطعات نمونه استفاده شده است.

شاخص سیمپسون (Simpson Index, 1949)

فرمول این شاخص به صورت زیر است (Krebs, 1989):

$$1-D = 1 - \sum_{i=1}^s \left[\frac{ni(ni-1)}{N(N-1)} \right]$$

در این $1-D$ فرمول شاخص تنوع سیمپسون، s تعداد گونه‌ها (غنا)، ni فراوانی گونه i ام و N فراوانی همه گونه‌هاست. این شاخص حساسیت بیشتری به پوشش گونه‌های عمومی در جامعه دارد و دامنه تغییرات آن از صفر تا $1 - \frac{1}{s}$ است.

N_p هیل

هیل با استفاده از شاخص سیمپسون (۱۳) فرمول زیر را معرفی کرد که تعداد گونه‌ها با فراوانی بیشتر را مشخص می‌کند.

به منظور انجام این بررسی دو پارسل ۱۲ (حفاظت نشده) به مساحت ۶۳ هکتار و پارسل ۲۳ (حفاظت شده) به مساحت ۴۳ هکتار در سری ۱ ناو اسالم انتخاب گردیدند. در این منطقه به دلیل همگن و یکدست بودن شکل توده و پیاده کردن راحت و دقیق قطعات نمونه از روش نمونه برداری تصادفی-سیستماتیک استفاده گردید. مساحت قطعه نمونه هفت آری (۷۰۰ متر مربع) در نظر گرفته شد تا خطای آمار برداری درختان واقع در روی حاشیه قطعه نمونه حداقل باشد. در کل تعداد ۷۵ قطعه نمونه (به تفکیک ۳۲ قطعه نمونه در منطقه حفاظت شده و ۴۳ قطعه نمونه در منطقه حفاظت نشده) با شبکه آماربرداری 100×100 متر مربع در منطقه پیاده شد (۵) که با توجه به آن شدت آمار برداری در این مطالعه ۵/۲ درصد محاسبه گردید.

شاخص‌های تنوع گونه‌ای

تنوع گونه‌ای تابعی از غنا (تعداد گونه‌ها) و همچنین فراوانی (یکنواختی) می‌باشد (۱۳). برای ارزیابی تنوع گونه‌ای، شاخص‌های متعددی وجود دارد

شاخص بریلوین (Brillouins Index)

این شاخص همانند تابع شانون - وینر به فراوانی گونه های نادر در جامعه یا نمونه حساس است و فرمول آن بصورت زیر است (۱۳):

$$H = \frac{1}{N} \text{Log} \left[\frac{N!}{n_1! n_2! n_3! \dots} \right]$$

که در آن H شاخص بریلوین، N فراوانی تمام گونه ها و... و n_1 و n_2 و n_3 مربوط به فراوانی گونه های مختلف است.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوط به شاخص های تنوع گونه ای در دو منطقه از نرم افزار Ecological Methodology استفاده گردید و معنی دار بودن اختلاف بین میانگین شاخص ها با استفاده از آزمون آماری t (۲) توسط نرم افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

بررسی شاخص تنوع گونه های درختی در دو منطقه حفاظت شده و غیر حفاظتی نشان می دهد که میانگین شاخص تنوع گونه ای N_p هیل در منطقه حفاظت شده کاهش چشمگیری را نشان داده و از مقدار $1/82$ به $1/5$ رسیده است و سایر شاخص های تنوع تفاوت قابل ملاحظه ای را نشان نداده اند (جدول ۱).

$$N_p = \frac{1}{D} = \frac{1}{\sum_{i=1}^s P_i^2}$$

در این فرمول N_p تعداد گونه های خیلی فراوان، P_i فراوانی نسبی گونه i ام است. دامنه تغییرات N_p از یک تا S (تعداد گونه ها) است.

شاخص شانون - وینر (۲۰)

این شاخص حساسیت بیشتری به گونه های نادر در جامعه دارد و فرمول آن به صورت زیر است (Krebs, 1989):

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \text{Log}_e P_i$$

که در آن H' تابع شانون - وینر، s و P_i به ترتیب تعداد گونه ها و فراوانی نسبی گونه i ام هستند. تغییرات مقدار H' بین $\text{Log}_s [N/(N-s)]$ تا Log_s است که MC-Arthur به کمک تابع شانون - وینر تعداد گونه های فراوان را از فرمول دیگری به دست آورد که به صورت زیر است (۱۳):

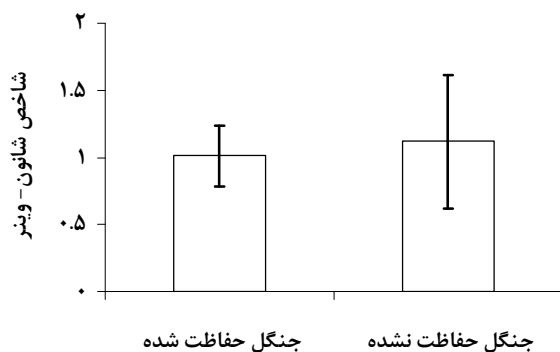
$$N_1 = 2^{H'}$$

که در آن N_1 تعداد گونه های فراوان و H' تابع شانون - وینر است.

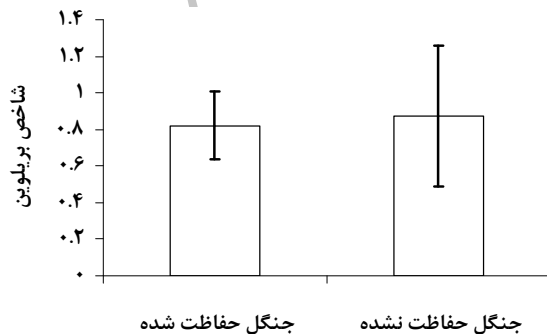
جدول ۱: نتایج شاخص های تنوع گونه ای درختی در دو منطقه حفاظت شده و غیر حفاظتی

منطقه حفاظت نشده			منطقه حفاظت شده			مشخصه
اشتباه معیار	انحراف معیار	میانگین	اشتباه معیار	انحراف معیار	میانگین	فاکتور شاخص تنوع
۰/۰۲۹	۰/۱۹۶	۰/۴۰۳	۰/۰۱۷	۰/۰۹۳	۰/۳۴۷	سیمپسون
۰/۰۷۵	۰/۴۹۷	۱/۱۲	۰/۰۴۰	۰/۲۲۸	۱/۰۱	شانون - وینر
۰/۱۱۸	۰/۷۸۰	۱/۸۲	۰/۰۲۷	۰/۱۵۴	۱/۵	N ₂ هیل
۰/۰۵۸	۰/۳۸۶	۰/۸۷۱	۰/۰۳۳	۰/۱۸۸	۰/۸۲۲	بریلوین
۰/۱۳۳	۰/۸۷۷	۲/۳۱	۰/۰۵۳	۰/۳۰۰	۲/۰۵	N ₁ مک آرتور

شاخص های تنوع پس از اجرای ۴۰ سال مدیریت حفاظت شده کاهش معنی داری را نشان داده است.

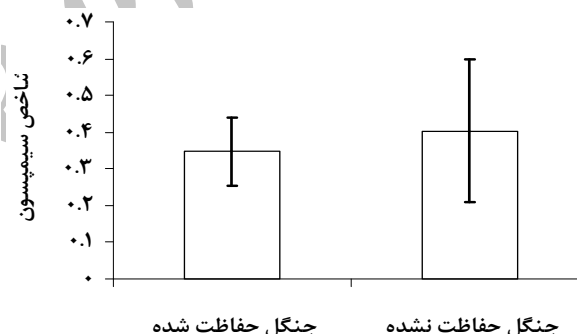


شکل ۳: میانگین و حدود اعتماد شاخص تنوع شانون - وینر در دو توده حفاظت شده و حفاظت نشده

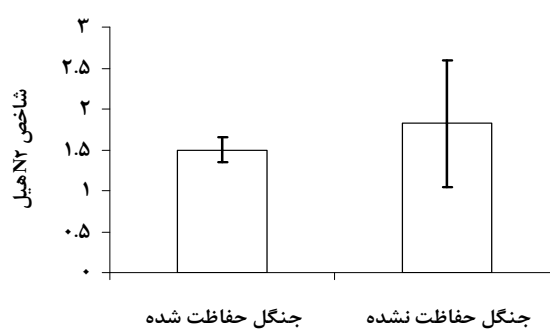


شکل ۵: میانگین و حدود اعتماد شاخص تنوع بریلوین در دو توده حفاظت شده و حفاظت نشده

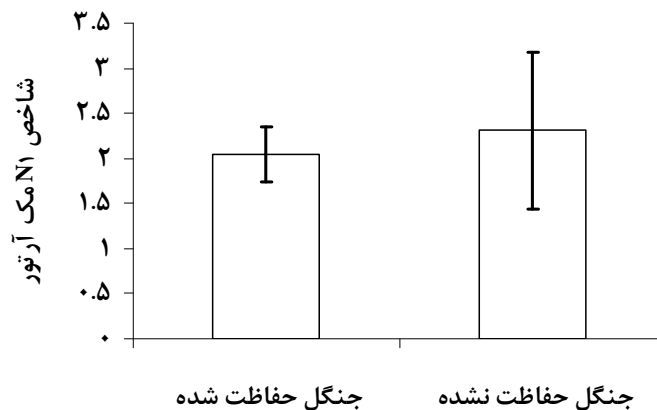
شکل های ۲ تا ۶ نیز میانگین و حدود اعتماد شاخص های تنوع گونه ای را نشان می دهند. همانگونه که ملاحظه می شود بجز شاخص تنوع هیل N₂ سایر



شکل ۲: میانگین و حدود اعتماد شاخص تنوع سیمپسون در دو توده حفاظت شده و حفاظت نشده



شکل ۴: میانگین و حدود اعتماد شاخص تنوع هیل در دو توده حفاظت شده و حفاظت نشده



شکل ۶: میانگین و حدود اعتماد شاخص تنوع مک آرتور در دو توده حفاظت شده و حفاظت نشده

شاخص تنوع N_p هیل در دو منطقه اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد وجود دارد و سایر شاخص های تنوع در دو توده اختلاف معنی دار در هیچیک از سطوح ۱ و ۵ درصد نشان نداده اند.

نتایج تجزیه و تحلیل برای مقایسه میانگین شاخص های مختلف تنوع درختی در دو منطقه حفاظت شده و غیر حفاظتی در جدول ۲ نشان داده است. همانطوریکه که ملاحظه می شود تنها بین میانگین

جدول ۲: مقایسه میانگین شاخص های مختلف تنوع گونه ای درختی در دو منطقه حفاظت شده و غیر حفاظتی با آزمون t

مشخصه	منطقه حفاظت شده	منطقه حفاظت نشده	t
میانگین شاخص سیمپسون	۰/۳۴۷	۰/۴۰۳	۱/۵۱ ^{ns}
میانگین شاخص شانون - وینر	۱/۰۱	۱/۱۲	۱/۰۷ ^{ns}
میانگین شاخص N_2 هیل	۱/۵	۱/۸۲	۲/۲۸*
میانگین شاخص بریلوین	۰/۸۲۲	۰/۸۷۱	۰/۶۷ ^{ns}
میانگین شاخص N_1 مک آرتور	۲/۰۵	۲/۳۱	۱/۶۱ ^{ns}

*معنی دار در سطح ۵ درصد معنی دار نیست n.s=non-significant

راشستان بیشتر از جامعه راش - ممرزستان بود که علت کاهش تنوع در جامعه راش - ممرزستان را نشانه گذاری برخی از گونه ها به نفع دیگر گونه ها بیان می دارد. در توده مورد مطالعه علت افزایش تنوع در توده های حفاظت نشده را می توان به کاهش تراکم راش و نشانه گذاری آن و جایگزینی گونه های نورپسند همانند خرمندی در توده دانست. زیرا ترکیب توده

بحث

از نظر تنوع زیستی درختان در دو توده شاخص تنوع N_p هیل دلالت بر افزایش تنوع گونه ای در منطقه حفاظت نشده دارد. در مطالعات علیجانپور و همکاران، (۵) مدیریت مبتنی بر حفاظت باعث افزایش تنوع گونه های چوبی شده است. در مطالعات قمی اویلی و همکاران، (۷) میزان تنوع گونه های چوبی در جامعه

۲. بی‌همتا، م.ر. و زارع چاهوکی، م.ع.، ۱۳۸۷. اصول آمار در علوم منابع طبیعی. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۰۰ ص.
۳. پوررضا، م.، ۱۳۸۳. بررسی وضعیت کمی و کیفی جنگل در دو منطقه حفاظت شده و حفظت نشده در منطقه داربادام کرمانشاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، ۵۷ ص.
۴. داستانگو، د.، ۱۳۸۳. مقایسه روش‌های برآورد شاخص‌های تنوع زیستی درختان جنگلی (طرح جنگلداری نکا - ظالمرو). پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۸۱ ص.
۵. علیجانپور، ا.، اسحاقی راد، ج.، بانج شفیع، ع.، ۱۳۸۸. بررسی و مقایسه تنوع گیاهان چوبی دو منطقه حفاظت شده و غیر حفاظتی ارسباران. مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران (۱۷): ۱۳۲-۱۲۵.
۶. فلاح‌چای، م.م. و مروی مهاجر، م.، ۱۳۸۴. نقش اکولوژیک ارتفاع از سطح دریا در تنوع گونه‌های درختی جنگل‌های سیاهکل در شمال ایران. مجله منابع طبیعی ایران (۵۸): ۹۹-۸۹.
۷. قمی اویسی، ع.؛ حسینی، س.م.؛ متاجی، ا. و جلالی، غ.، ۱۳۸۶. بررسی تنوع زیستی گونه‌های چوبی و زادآوری در دو جامعه گیاهی مدیریت شده در منطقه خیرود کنار نوشهر، مجله محیط شناسی (۴۳): ۱۰۶-۱۰۱.

حفاظت نشده دستخوش تغییرات قابل ملاحظه‌ای شده است. در این مطالعه اگرچه تنوع گونه‌های چوبی در توده حفاظت نشده نسبتاً بیشتر است. اما اغلب درختان بجز گونه راش در کلاسه جوان بوده و قدرت تولید بذر کافی را ندارند و به عنوان پایه مادری خوب محسوب نمی‌گردند. از طرفی دیگر پراکنش پایه‌های مادری در سطح توده (بجز گونه راش) اغلب مناسب نمی‌باشد. بنابراین ضعف مدیریتی و تغییرات پی در پی در شیوه‌های جنگل‌شناسی باعث اثرات منفی در توده‌های حفاظت نشده منطقه مورد مطالعه شده است، چرا که بسیاری از مطالعات نشان داده که مدیریت اصولی و صحیح جنگل می‌تواند به افزایش تنوع بیولوژیک منتهی گردد (۸، ۱۲ و ۱۴). مطالعات دیگری در مورد ارتباط بین تنوع گونه‌ای و توان تولید توده‌های جنگلی نشان می‌دهد که با افزایش تنوع گونه‌ای بر توان تولید رویشگاه افزوده می‌شود (۱۰، ۱۱ و ۱۹). بنابراین اعمال مدیریت پایدار و اصولی نه تنها برای توده‌های جنگلی مضر نمی‌باشد بلکه در بسیاری از موارد می‌تواند بهبود ساختار و تنوع زیستی و در نتیجه بقای توده‌های جنگلی را نیز در پی داشته باشد.

سپاسگزاری

از کلیه مسئولین جنگل ناو اسلام که در این مطالعه با ما همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. اردکانی، م.ر.، ۱۳۸۳. اکولوژی، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۴۰ ص.
8. Attiwill, P.M., 1994. The disturbance of forest ecosystems: the ecological basis for conservation management. *Journal of Forest Ecology and Management*, 63: 247-300.

9. Battles, J.J.; Shlisky, A.J.; Barrett, R.H.; Heald, R.C. and Dlaz, B.H., 2001. The effects of forest management an plant species diversity in a sierran conifer forest. *For.Ecol. Manage.*, 146:211-222.
10. Bengtsson, J.; Engelhatr, K. and Giller, P., 2002. The scaling components of biodiversity – ecosystem functioning relations. *Oxford univ. press*, 220p.
11. Caspersen, J. and Pacala, S., 2001. Successional diversity and forest ecosystem function. *Ecol. research*, 16: 895-903.
12. Halpern, C.B. and Spies, T.A., 1995. Plant species diversity in natural and managed forests of the pacific Northwest, *journal of Ecological application*. 5(4):913-934.
13. Krebs, C.J., 1989. *Ecological Methodology*. University of British Columbia, Harper collius publisher, 432p.
14. Larsen, J.B., 1995. Ecological stability of forests and sustainable silviculture. *Journal of Forest Ecology and Management*, 73:85-96.
15. Nagaik, T.; Kamitani, T. and Nakshizuka, T., 2005. Effects of different forest management systems on plant species diversity in a *Fagus crenata* forested landscape of central Japan. Published on the NRC research press, available on: <http://cjfr.nrc.ca>
16. Onaindia, M.; Dominguez, I.; Albizu, I.; Garbius, C. and Aezaga, I., 2004. Vegetation diversity and vertical structure as indicators of forest disturbance. *For. Ecol. Manage.*, 195:341-354.
17. Parthasarathy, N., 1999. Tree diversity and distribution in undisturbed and human – impacted sites of tropical wet evergreen forest in southern western Ghats, India. *Biodiversity and Conservation*, 8:1365-1381.
18. Rodriguez, N.; Armenteras, D.; Rincon, M.H.A.; Morales, M. and Sva, S.; 2004. Forest biodiversity indicators in the Colombia Andes. *Institute de investigation de recursos biologos Alexander Von Humboldt Carrera Bogota*, 7:20-35.
19. Schmid, B., 2002. The species richness – productivity controversy. *Trends ecol. Evol.* 17:113-118.
20. Shannon, C.E., 1949. The mathematical theory of communication. In: Shannon, C.E., wiener, W. (Ed.). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois press, Urbana, pp.29-125.
21. Simpson, E.H., 1949. Measurment of diversity, *Nature*, 12:1-20.
22. Singh, J.S., 2002. The biodiversity crisis: a multifaceted review. *Curr.sci.*82: 499-500.