

مقایسه تنوع بی مهرگان لاشبرگ عرصه‌های جنگل طبیعی و جنگل کاریهای پهن برگ و سوزنی برگ در مازندران (مطالعه موردی: دارابکلا)

شیرزاد محمدنژاد کیاسری^{۱*}، خسرو ثاقب طالبی^۲، رامین رحمانی^۳ و دینا داستانگو^۴

*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، ساری. پست الکترونیک: Ms.mohammadnejad@gmail.com

۲- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

۳- دانشیار، دانشکده علوم جنگل و فناوری چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴- کارشناس ارشد، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران، ساری

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱/۲۶

چکیده

بااهمیت‌ترین نقش بی‌مهرگان لاشبرگ، تجزیه لاشبرگ‌ها و کمک در چرخه عناصر غذایی است. این تحقیق به ارزیابی تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ در عرصه‌های جنگل کاری ۲۰ ساله توسکای بیلاقی، پلت، بلندمازو، زرین و عرصه جنگل طبیعی مجاور آنها در منطقه دارابکلا می‌پردازد. جهت بررسی در هر تیمار، ابتدا یک عرصه یک هکتاری تعیین و در آن ده پلات ۱۰۰ مترمربعی با ابعاد شبکه ۱۰×۱۰ متر به صورت سیستماتیک تصادفی انتخاب شد. در هر فصل کلیه لاشبرگ‌های موجود در میکروپلات‌های یک مترمربعی جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل گردید. در طول چهار فصل، بی‌مهرگان لاشبرگ در ۲۰۰ میکروپلات یک مترمربعی مورد شناسایی و شمارش قرار گرفت. همچنین در هر مرحله از نمونه‌برداری، متغیرهای متعددی از ویژگی‌های توده، لاشبرگ و خاک اندازه‌گیری شد. تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ نیز با استفاده از شاخص‌های شانون و سیمپسون تعیین گردید. براساس نتایج تحقیق حاضر روند کاهش مقادیر تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ (سیمپسون) به ترتیب شامل عرصه‌های جنگل کاری توسکا، پلت، عرصه جنگل طبیعی و جنگل کاریهای زرین و بلندمازو بوده است. همچنین تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی نشان داد که تغییرات فصلی تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ، تحت تأثیر متغیرهای درجه حرارت، تاج‌پوشش، شدت نور نسبی، رطوبت لاشبرگ، رطوبت خاک و مقادیر فسفر و نسبت کربن آلی بر فسفر لاشبرگ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: غنا، یکنواختی، چرخه عناصر غذایی، توسکای بیلاقی، پلت، بلندمازو، زرین

مقدمه

رطوبت خاک را موجب می‌گردند (Facelli & Ladd, 1996). همچنین لاشبرگ‌ها محل زندگی بسیاری از بی-مهرگان خاکزی بوده که این موجودات خاکزی منبع غذایی تعدادی از حیوانات را فراهم آورده (Dufour et al., 2000) و از سویی دیگر فعالیت‌های بشر و حیوانات مصرف‌کننده نیز بر ترکیب و فراوانی آنها تأثیر می‌گذارند (Elizabeth & Kris, 2004). لازم به توضیح است که با

چرخه عناصر غذایی که فرایندی اساسی در عملکرد اکوسیستم‌های جنگل است با خزان سالانه برگ‌های درختان تأمین می‌گردد (Steven & Brian, 2005). این چرخه شامل جذب عناصر غذایی خاک توسط گیاهان و بازگشت آنها به شکل لاشریزه می‌باشد (Farhadi, 2006). لاشبرگ‌ها از فرسایش خاک جلوگیری نموده و افزایش

ارزیابی توان اکولوژیک رویشگاه است و استفاده از شاخص‌های تنوع بی‌مهرگان خاک و لاشبرگ نیز یکی از روش‌های مهم در ارزیابی توان اکولوژیک می‌باشد. هر رویشگاهی که تنوع زیستی بالاتری داشته باشد، پایداری اکولوژیکی و حاصلخیزی بیشتری خواهد داشت (Farhadi, 2006). همچنین شناخت تنوع زیستی، امکان ارزیابی و بررسی عوامل مؤثر بر رویشگاه‌ها را ممکن می‌سازد. وجود ده‌ها هکتار جنگل‌کاریهای پهن‌برگ و سوزنی‌برگ در عرصه‌های پایین‌بند شرق مازندران، ضرورت ارزیابی میزان موفقیت حاصل از فعالیت‌های جنگل‌کاری را در احیاء و توسعه عرصه‌های منابع طبیعی روشن می‌سازد. با توجه به اهمیت بی‌مهرگان خاکزی در تجزیه لاشبرگ و چرخه عناصر غذایی، این تحقیق به ارزیابی میزان تأثیر عرصه‌های مختلف جنگل‌کاری نسبت به تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ پرداخته و عوامل مؤثر بر تغییرات فصلی تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ را نیز براساس تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی بیان می‌نماید. بدیهی است که نتایج حاصل از این بررسی ما را در انتخاب گونه‌های مناسب برای جنگل‌کاری، حفظ تنوع زیستی، انجام عملیات پرورشی و نحوه دخالت در جنگل‌های مخروطی پایین‌بند شمال کشور یاری خواهد داد.

مواد و روشها

جنگل‌کاریهای منطقه دارابکلا در جنوب شرقی شهرستان ساری و در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی واقع شده است. متوسط ارتفاع منطقه مورد مطالعه برابر با ۱۵۰ متر از سطح دریاست. در این نواحی جنگل‌هایی که مجاور روستاهای اوسا، مرسم و دارابکلا قرار داشتند حالت مخروطی یافته و سیر قهقهه‌رایی بخود گرفته بودند. سازمان جنگل‌ها و مراتع در سال ۱۳۶۶ نسبت به قطع یکسره و عملیات جنگل‌کاری در سطح

اهمیت‌ترین نقش بی‌مهرگان خاکزی در چرخه عناصر غذایی است (Bradford et al., 2002; Finzi et al., 2001). این موجودات خرده‌ریزخوارانی هستند که هنگام تغذیه، لاشبرگ‌ها را به قطعه‌های کوچکتر تقسیم نموده، شرایط افزایش فعالیت تجزیه‌کنندگان را فراهم می‌نمایند و از این طریق تجزیه لاشبرگ‌ها را سرعت می‌بخشند (Rahmani, 2000). در مطالعات متعددی نقش مثبت بی‌مهرگان خاکزی در تجزیه لاشبرگ‌ها مورد تأیید قرار گرفته (Fragoso & Lavella, 1995; Csuzdi et al., 1991) و فقدان آنها کاهش تجزیه لاشبرگ‌ها را موجب شده است (Furuta et al., 1997; Gemesi et al., 1995). به‌طوری که در تحقیقی دیگر حذف بی‌مهرگان خاکزی از لاشبرگ‌های توده‌های جوان و مسن در طول مدت ۴ ماه به ترتیب کاهش تجزیه لاشبرگ‌ها را به میزان ۵ تا ۳۵ درصد نشان داده است (Heraldo & William, 2005). از سویی دیگر سرعت تجزیه لاشبرگ‌ها به کیفیت لاشبرگ‌ها شرایط محیطی (Xuluc-Tolosa et al., 2003; Gholz et al., 2000) و (Gonzalez & Seastedt, 2001; Mafongoya et al., 2000) بستگی دارد. البته از نظر شرایط محیطی، تغییرات بارندگی در مناطق گرمسیری نسبت به تغییرات درجه حرارت اهمیت بیشتری می‌یابد (Wolda, 1988). در مناطق معتدله و نیمه‌گرمسیری نیز، عامل درجه حرارت نسبت به تغییرات بارندگی از تأثیر بالاتری برخوردار است (Basset & Kitching, 1991). تفاوت‌های کیفی لاشبرگ نیز شامل مواد غذایی، کربن، لیگنین و عناصر فنلی است، به‌طوری که لاشبرگ‌هایی با نیتروژن بالا و نسبت C/N پایین‌تر با سرعت بیشتری تجزیه شده (Pearson & Tobin, 1989; Sundarapandian & Swamy, 1999) و بعکس وجود مواد رزینی و فنلی برگ تأثیر منفی در تجزیه لاشبرگ‌ها دارند (Baldwin et al., 1983; Bargali et al., 1993). مدیریت بهینه در عرصه‌های منابع طبیعی مستلزم

عرصه‌های مورد مطالعه مد نظر قرار داد (Mohammadnezhad Kiasari, 2007). در جنگل کاریهای فوق‌الذکر عملیات پرورشی نیز انجام نشده است. در مرحله بعد در هر یک از این عرصه‌ها با استفاده از روش سیستماتیک تصادفی و با ابعاد شبکه ۱۰×۱۰ متر نسبت به انتخاب ۱۰ پلات به وسعت ۱۰۰ مترمربع (۱۰×۱۰ متر) اقدام گردید. موقعیت اولین پلات به صورت تصادفی مشخص شد و با توجه به شکل محوطه‌های یک هکتاری، فاصله پلات‌ها در این تیمارها برابر با ۲۰×۱۰ متر از یکدیگر تعیین شد.

در این تحقیق گروه‌های خرده‌ریزخوار شامل کرم‌های خاکی، پادمان، هزارپایان، کنه‌ها، خرخاکی‌ها، پروتورها، سیمفیلا، دیپلورا، پوروپدا، حشرات (بالدار) و شکارچیانی که از خرده‌ریزخواران تغذیه می‌کنند شامل صدپایان، شبه عقرب‌ها، عنکبوت‌ها و پادرازان با عنوان بی‌مهرگان خاکزی لاشبرگ مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. در اجرای این تحقیق به مدت یک سال (ابتدای تابستان ۱۳۸۵ تا پایان بهار ۱۳۸۶) و به صورت فصلی در هر یک از عرصه‌ها و در محوطه پلات‌های ۱۰۰ مترمربعی، تعداد ده نمونه لاشبرگ از سطح‌هایی به ابعاد یک مترمربع برداشت شد. در مجموع در طول مدت چهار فصل و براساس پلات‌های موجود در پنج تیمار، تعداد ۲۰۰ نمونه یک مترمربعی از لاشبرگ‌های عرصه به آزمایشگاه بیولوژی منتقل شد. جداسازی بی‌مهرگان لاشبرگ با کمک عدسی دستی و به‌روش دست‌چین و شناسایی آنها نیز با استفاده از بینیکولار دوچشمی انجام شد (Rahmani, 2000). در مرحله بعد فراوانی و وزن خشک گونه‌های شناسایی شده تعیین شد. همچنین وزن خشک، درصد رطوبت و مقادیر کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و نسبت‌های کربن آلی به نیتروژن و فسفر هر یک از نمونه‌های لاشبرگ اندازه‌گیری گردید (Jafari Haghighi, 2000). از سویی دیگر در زمان نمونه‌برداری‌های فصلی و در سطح هر یک از

تقریبی ۷۰ هکتار از این اراضی اقدام نمود که مهمترین گونه‌های مورد استفاده شامل درختان بلندمازو (*Quercus* Meyer)، پلت (*castaneifolia* C.A. Mey. Bioss)، توسکای ییلاقی (*Alnus subcordata* C.A. Mey.) و زربین (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) می‌باشد. در تیمارهای جنگل کاری حاصل از گونه‌های فوق‌الذکر و جنگل طبیعی مجاور آنها هیچ‌گونه عملیات پرورشی تنک کردن انجام نشده است. البته نتایج بررسی کمی و کیفی صددرصد در تیمارهای فوق نشان داد که جنگل طبیعی و جنگل کاری توسکای ییلاقی از لحاظ متغیرهای کمی بهترین وضعیت را دارا بوده و پس از آن جنگل کاریهای افرا (پلت) و بلندمازو به ترتیب قرار دارند. همچنین جنگل طبیعی از نظر ویژگیهای کیفی از شرایط مناسبی برخوردار نبود و عرصه جنگل کاری زربین نیز ضعیف‌ترین نتایج کمی و کیفی را نشان داد (Mohammadnezhad Kiasari, 2007).

این منطقه براساس فرمول دوم آمبرژه و با ضریب ۸۹/۶۹ در طبقه اقلیمی مرطوب معتدل قرار دارد و براساس طبقه‌بندی دومارتن نیز با ضریب خشکی ۲۷/۳۴ در اقلیم نیمه‌مرطوب جای می‌گیرد. منطقه مورد مطالعه دارای سنگ مادر آهکی و مارنی همراه با ماسه‌سنگ آهکی است (Anonymous, 1996). در انجام این تحقیق ابتدا با استفاده از جنگل‌گردشی، نسبت به انتخاب یک هکتار که معرف وضعیت کلی هر یک از این جنگل کاریهای بیست‌ساله و عرصه جنگل طبیعی مجاور بود اقدام شد و درختان حاشیه آن محوطه‌ها نیز در ارتفاع برابر سینه رنگ-آمیزی گردید. حداقل میزان سطح مورد بررسی برای بررسی مراحل توالی و فازهای مختلف توده‌های خالص و آمیخته برابر با ۰/۷۵ تا ۱ هکتار است، از سویی دیگر در سطح منطقه مورد بررسی وسعت یک هکتار به‌طور متوسط حداکثر سطحی را شامل می‌شود که می‌توان یکنواختی شیب، جهت و ارتفاع را برای هر یک از

بود. در این مطالعه عرصه جنگلکاری پلت از بیشترین یکنواختی (شاخص هیپ) و عرصه بلندمازو کمترین میزان یکنواختی (شاخص هیپ) را داشتند. همچنین از نظر غنای مارگالف، عرصه توسکا بیشترین میزان غنا را دارا بود. (شکل ۱).

تغییرات فصلی تنوع، غنا و یکنواختی بی‌مهرگان لاشبرگ

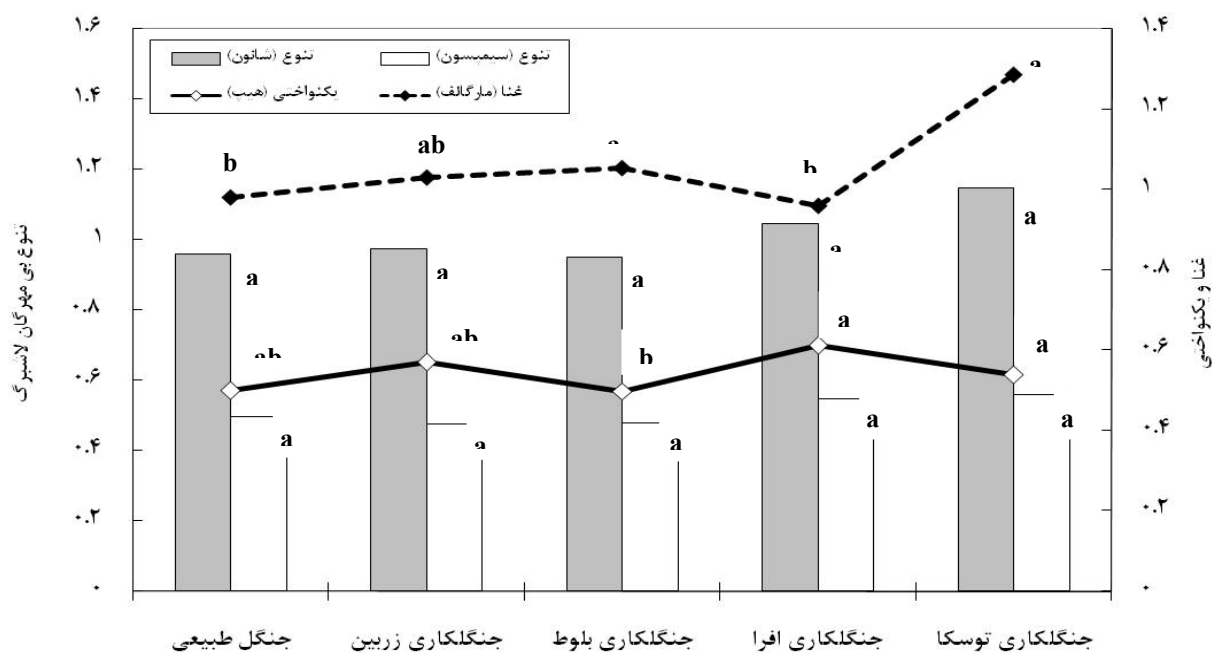
تغییرات فصلی تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ در ارتباط با هریک از تیمارهای فوق‌الذکر و براساس مقادیر میانگین‌ها و حروفی که به‌صورت ستونی در سمت راست میانگین‌ها وجود دارند، نشان می‌دهد که کمترین میزان میانگین فصلی تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ برای هر یک از تیمارهای مورد بررسی در فصل تابستان وجود داشته است. از سویی دیگر بیشترین میانگین فصلی تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ در عرصه‌های جنگل طبیعی و جنگلکاری زربین در طول فصل‌های پاییز، زمستان و بهار بوده است، در حالی که این مسئله در عرصه‌های جنگلکاری پلت و توسکا در طول فصل‌های زمستان و بهار شکل گرفته ولی در جنگلکاری بلندمازو در طول فصل زمستان دیده شده است. میزان تنوع در طول هر یک از فصل‌ها و براساس حروفی که به‌صورت ردیفی در زیر میانگین‌ها وجود دارند، نشان می‌دهد که در فصل تابستان کمترین میزان تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ به‌طور کاملاً محسوسی در عرصه زربین وجود داشته و در فصل بهار نیز عرصه بلندمازو کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است. در طول فصل‌های پاییز و زمستان، میانگین‌های تنوع در بین تیمارهای مختلف از اختلاف معنی‌داری برخوردار نبوده است (جدول‌های ۱ و ۲).

پلات‌ها (۱۰۰ مترمربع)، پارامترهای قطر برابر سینه درخت، تراکم درختان (تعداد در پلات)، درصد تاج‌پوشش (برآورد چشمی کارشناس)، شدت نور نسبی (Sagheb-Talebi, 1996)، درصد پوشش گیاهان علفی و درختچه‌ای کف بستر به‌همراه وزن مخصوص ظاهری و درصد رطوبت خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. همچنین با استفاده از اطلاعات درجه حرارت روزانه ایستگاه سینوپتیک منطقه (دشت ناز ساری)، متوسط درجه حرارت هر فصل مورد استفاده قرار گرفت. میانگین تنوع، غنا و یکنواختی بی‌مهرگان لاشبرگ براساس زیوزن (وزن خشک) محاسبه شد. مقایسات تغییرات فراوانی، زیوزن (وزن خشک)، تنوع، غنا و یکنواختی بی‌مهرگان لاشبرگ در تیمارهای مختلف با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه (Anova) انجام شد (Nasiri, 2006). همچنین به‌منظور تعیین عوامل مؤثر بر تغییرات فصلی تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده گردید (Anonymous, 1996).

نتایج

تغییرات شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای بی‌مهرگان لاشبرگ

براساس نتایج تحقیق حاضر اگرچه به‌لحاظ آماری بین میانگین‌های تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ در طول یک سال اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما روند کاهش مقادیر تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ براساس شاخص شانون به‌ترتیب در عرصه‌های جنگلکاری توسکا، پلت، زربین، عرصه جنگل طبیعی و جنگلکاری بلندمازو و براساس شاخص سیمپسون نیز به‌ترتیب عرصه‌های جنگلکاری توسکا، پلت، جنگل طبیعی و جنگل‌کاریهای زربین و بلندمازو



شکل ۱- تنوع، غنا و یکنواختی بی مهرگان لاشبرگ در عرصه‌های مختلف مورد بررسی

جدول ۱- مقایسه جنگلکاری‌ها و جنگل طبیعی دارابکلا از نظر میانگین شاخص تنوع گونه‌ای شانون*

فصل	جنگل طبیعی	زرین	بلندمازو	پلت	توسکا
تابستان	۰/۴۳۹۸ b AB	۰/۱۵۳۶ b B	۰/۵۹۲۳ c A	۰/۵۴۵۴ c A	۰/۵۶۵۹ c A
پاییز	۱/۰۸۱۸ a A	۱/۰۷۵۱ a A	۱/۱۱۳۱ ab A	۰/۹۲۴۳ b A	۱/۰۹۲۱ b A
زمستان	۱/۱۱۶۵ a A	۱/۱۸۹۹ a A	۱/۲۸۰۵ a A	۱/۳۷۳۲ a A	۱/۵۰۷۸ a A
بهار	۱/۱۹۵۹ a AB	۱/۴۸۲۷ a A	۰/۸۱۳۰ bc B	۱/۳۳۹۱ a A	۱/۴۲۷۹ a A

*: در هر ستون بین میانگین‌هایی که در سمت راست آنها یک حرف مشترک (حروف لاتین کوچک) وجود دارد و در هر ردیف بین میانگین‌هایی که در زیر آنها یک حرف مشترک (حروف لاتین بزرگ) دیده می‌شود، اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

جدول ۲- مقایسه جنگل‌کاریها و جنگل طبیعی دارابکلا از نظر شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون*

فصل	جنگل طبیعی	زرین	بلندمازو	پلت	توسکا
تابستان	۰/۳۰۲۹ b A	۰/۰۶۶۸ b B	۰/۳۶۸۳ b A	۰/۳۲۹۷ c A	۰/۳۳۶۰ c A
پاییز	۰/۵۲۸۵ a A	۰/۵۵۳۹ a A	۰/۵۵۶۲ ab A	۰/۵۱۳۷ b A	۰/۵۲۱۵ b A
زمستان	۰/۵۶۱۵ a A	۰/۵۷۷۶ a A	۰/۵۹۴۲ a A	۰/۶۸۰۶ a A	۰/۷۱۷۷ a A
بهار	۰/۵۹۳۸ a A	۰/۷۰۳۴ a A	۰/۳۹۶۸ b A	۰/۶۱۱۳ ab A	۰/۶۶۰۴ ab A

*: در هر ستون بین میانگین‌هایی که در سمت راست آنها یک حرف مشترک (حروف لاتین کوچک) وجود دارد و در هر ردیف بین میانگین‌هایی که در زیر آنها یک حرف مشترک (حروف لاتین بزرگ) دیده می‌شود، اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

(جدول‌های ۱ و ۲)، به همان نسبت پایین‌ترین میزان یکنواختی بی‌مهرگان خاکزی را در این فصل داشته‌اند (جدول ۴). همچنین بیشترین مقدار تنوع زیستی بی‌مهرگان خاکزی جنگل‌کاریهای زربین و بلندمازو (جدول‌های ۱ و ۲) مشابه حداکثر میزان غنای زربین در فصل بهار و حداکثر میزان غنای بلندمازو در فصل زمستان بوده است (جدول ۳).

شاخص‌های تنوع زیستی براساس دو مفهوم غنا و یکنواختی پایه‌ریزی شده‌اند، به طوری که در تعیین تنوع، دو مفهوم غنا و یکنواختی به صورت یک کمیت ارائه می‌گردد. لازم به توضیح است که در سطح عرصه زربین، کمترین مقدار تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ زربین (جدول‌های ۱ و ۲) مشابه کمترین مقادیر غنا و یکنواختی در فصل تابستان بوده (جدول ۴) و سایر عرصه‌های مورد بررسی نیز با دارا بودن کمترین مقدار تنوع در تابستان

جدول ۳- مقایسه جنگل‌کاریها و جنگل طبیعی دارابکلا از نظر میانگین شاخص غنای مارگالف*

عرصه‌های جنگل‌کاری					جنگل طبیعی	فصل
توسکا	پلت	بلندمازو	زربین			
۰/۸۰۳۰ b	۰/۳۸۶۴ c	۰/۴۵۷۶ c	۰/۲۹۰۴ c	۰/۳۵۵۴ b	تابستان	
A	B	B	B	B		
۱/۲۳۲۰ a	۰/۷۸۵۶ b	۱/۲۵۹۶ ab	۱/۰۹۰۳ b	۱/۲۵۷۶ a	پاییز	
B	A	B	AB	B		
۱/۵۱۵۴ a	۱/۲۵۷۲ a	۱/۴۷۶۵ a	۱/۲۰۰۳ ab	۱/۱۱۳۴ a	زمستان	
A	ABC	AB	BC	C		
۱/۵۹۳۴ a	۱/۴۱۱۸ a	۱/۰۱۵۲ b	۱/۵۳۶۷ a	۱/۱۹۹۳ a	بهار	
A	AB	B	A	AB		

*: در هر ستون بین میانگین‌هایی که در سمت راست آنها یک حرف مشترک (حروف لاتین کوچک) وجود دارد و در هر ردیف بین میانگین‌هایی که در زیر آنها یک حرف مشترک (حروف لاتین بزرگ) دیده می‌شود، اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

جدول ۴- مقایسه جنگل‌کاریها و جنگل طبیعی دارابکلا از نظر میانگین شاخص یکنواختی هپ*

عرصه‌های جنگل‌کاری					جنگل طبیعی	فصل
توسکا	پلت	بلندمازو	زربین			
۰/۷۰۶۸ a	۰/۷۰۸۱ a	۰/۷۴۳۳ a	۰/۴۵۶۵ b	۰/۷۸۵۱ a	تابستان	
A	A	A	B	A		
۰/۳۹۴۳ c	۰/۶۱۳۹ a	۰/۳۸۴۱ b	۰/۶۴۱۳ a	۰/۳۲۱۶ c	پاییز	
B	A	B	A	B		
۰/۵۵۲۸ b	۰/۵۴۹۴ a	۰/۴۳۱۰ b	۰/۵۶۵۱ ab	۰/۳۸۵۷ bc	زمستان	
A	AB	AB	A	B		
۰/۵۰۰۳ bc	۰/۵۷۴۶ a	۰/۴۳۳۴ b	۰/۶۱۹۵ ab	۰/۵۰۶۹ b	بهار	
AB	AB	B	A	AB		

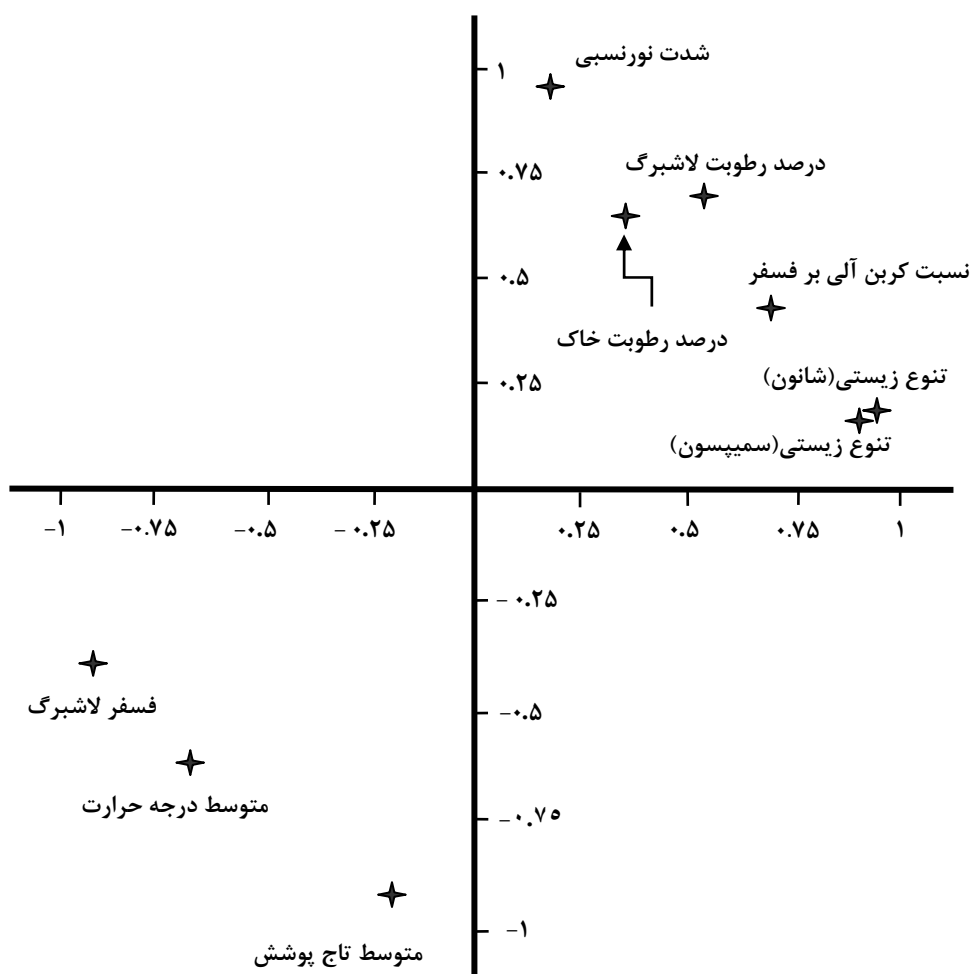
*: در هر ستون بین میانگین‌هایی که در سمت راست آنها یک حرف مشترک (حروف لاتین کوچک) وجود دارد و در هر ردیف بین میانگین‌هایی که در زیر آنها یک حرف مشترک (حروف لاتین بزرگ) دیده می‌شود، اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

بررسی موقعیت مکانی تیمارها و متغیرهای مورد بررسی نسبت به محورهای اول و دوم

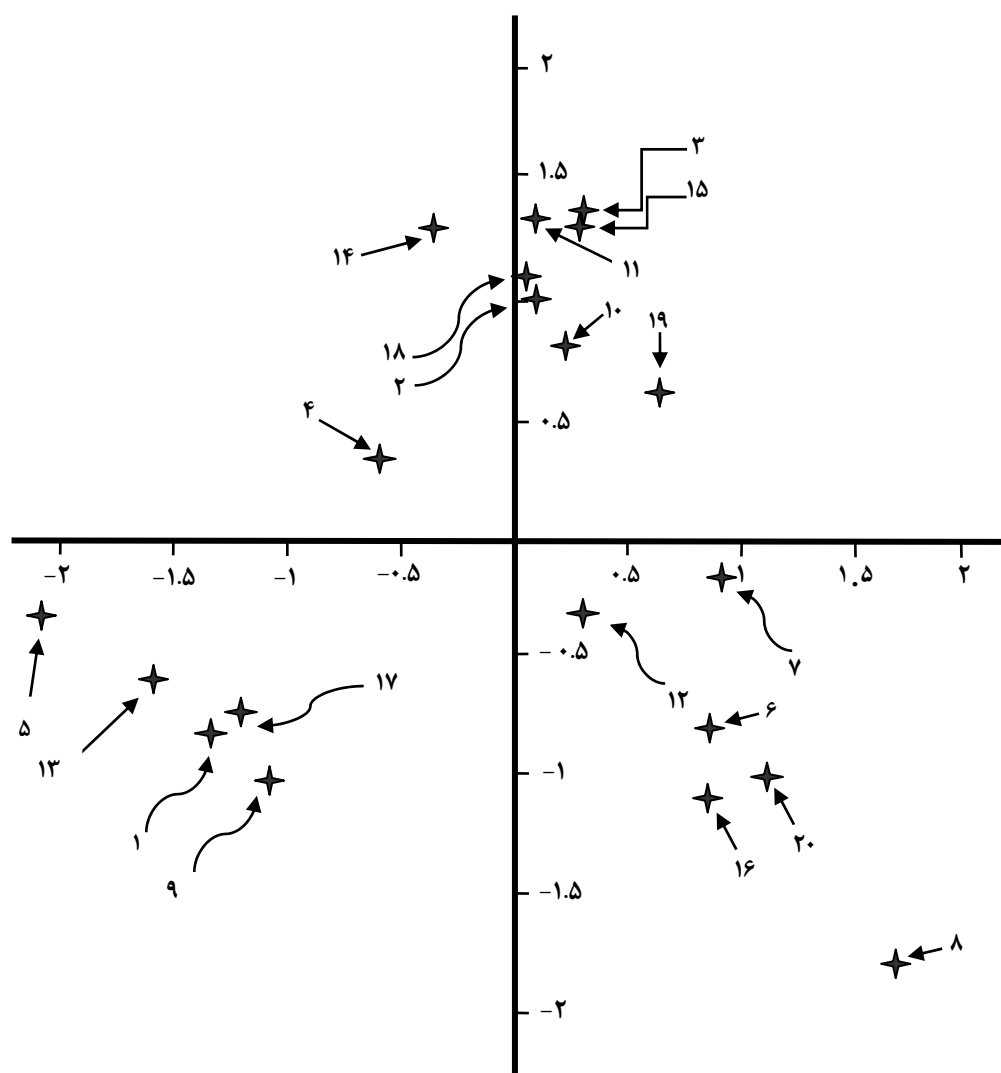
تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی با ۲ عامل و ۹ متغیری که با یکدیگر ارتباط معنی‌داری داشتند، انجام شد. در مجموع تحلیل مقادیر ویژه (Eigenvalue) که سهم هر یک از فاکتورها را نسبت به واریانس کل بیان می‌نماید و مقدار آن بیشتر از یک می‌باشد، نشان داد که دو عامل اول و دوم حدود ۸۰ درصد (۸۰/۳۶) درصد واریانس متغیرها را شامل شده است. نتیجه ماتریس ضرایب عامل‌ها نیز پس از دوران در شکل ۲ معین می‌سازد که متغیر نسبت کربن آلی به فسفر لاشبرگ با ضریب مثبت و متغیرهای میانگین حرارت و فسفر لاشبرگ با ضرایب منفی، مقادیر مطلق بزرگی نسبت به عامل اول (محور X) و یا محور ویژگی‌های تغذیه‌ای لاشبرگ داشته‌اند (۴۲/۴۲ درصد) و از سویی دیگر متغیرهای شدت نور نسبی، میانگین رطوبت لاشبرگ و خاک با ضرایب مثبت و میانگین تاج‌پوشش و درجه حرارت با ضرایب منفی مقادیر بزرگی نسبت به عامل دوم (محور Y) و یا محور ویژگی‌های محیطی توده دارند (۳۷/۹۴ درصد).

در مرحله بعد براساس مقادیر عامل‌های اول و دوم، موقعیت مکانی تیمارهای مختلف نسبت به محورهای

اصلی نمایش داده شد (شکل ۳). مقادیر نمرات عامل اول در شکل ۳ بیان‌کننده آن است که در فصل بهار و در ارتباط با جنگل‌کاریهای زربین (تیمار ۸) و توسکا (تیمار ۲۰)، متغیر نسبت کربن آلی به فسفر لاشبرگ از اهمیت بالایی برخوردار است (ضریب بزرگتر از ۱). همچنین در فصل تابستان و برای کلیه عرصه‌های مورد بررسی، متغیرهای میانگین حرارت و فسفر لاشبرگ از تأثیر و اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند (ضریب منفی کوچکتر از ۱). بررسی نمرات عامل دوم در شکل ۳ نیز نشان می‌دهد که در عرصه جنگل طبیعی (تیمارهای ۲ و ۳) و جنگل‌کاری پلت (تیمارهای ۱۴ و ۱۵) در طول فصل‌های پاییز و زمستان، جنگل‌کاری توسکا در فصل پاییز (تیمار ۱۸) و عرصه جنگل‌کاری بلندمازو در فصل زمستان (تیمار ۱۱) متغیرهای شدت نور نسبی و درصد رطوبت لاشبرگ و خاک از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشند (ضریب بزرگتر از ۱). از سویی دیگر در عرصه‌های جنگل‌کاری زربین (تیمار ۸)، پلت (تیمار ۱۶) و توسکا (تیمار ۲۰) در فصل بهار و برای عرصه جنگل‌کاری بلندمازو (تیمار ۹) در طول فصل تابستان متغیرهای درصد تاج‌پوشش و متوسط درجه حرارت از اهمیت بالایی برخوردار هستند (ضریب منفی کوچکتر از ۱).



شکل ۲- موقعیت مکانی متغیرهای مورد بررسی نسبت به محورهای اول و دوم در تحلیل بردارهای اصلی



شکل ۳- موقعیت تیمارهای مختلف مورد بررسی نسبت به محورهای اول و دوم در تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (۱): جنگل طبیعی در تابستان، ۲: جنگل طبیعی در پاییز، ۳: جنگل طبیعی در زمستان، ۴: جنگل طبیعی در بهار، ۵: جنگل کاری زرین در تابستان، ۶: جنگل کاری زرین در پاییز، ۷: جنگل کاری زرین در زمستان، ۸: جنگل کاری زرین در بهار، ۹: جنگلکاری بلندمازو در تابستان، ۱۰: جنگل کاری بلندمازو در پاییز، ۱۱: جنگل کاری بلندمازو در زمستان، ۱۲: جنگل کاری بلندمازو در بهار، ۱۳: جنگل کاری پلت در تابستان، ۱۴: جنگل کاری پلت در پاییز، ۱۵: جنگل کاری پلت در زمستان، ۱۶: جنگل کاری پلت در بهار، ۱۷: جنگل کاری توسکا در تابستان، ۱۸: جنگلکاری توسکا در پاییز، ۱۹: جنگل کاری توسکا در زمستان و ۲۰: جنگل کاری توسکا در بهار

بحث

فوق‌الذکر به ترتیب شامل جنگل‌کاریهای توسکا، پلت، عرصه جنگل طبیعی و جنگل‌کاریهای زرین و بلندمازو بوده است. از سویی دیگر نتایج ارزیابی براساس متغیرهای کمی و کیفی درختان نشان داده است که عرصه جنگل کاری توسکا بیلاقی از بهترین وضعیت برخوردار

براساس نتایج تحقیق حاضر اگر چه از نظر متوسط تنوع زیستی بی‌مهرگان لاشبرگ در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، با این حال روند کاهش میانگین سالیانه تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ در عرصه‌های

مهرگان لاشبرگ در جنوب چین نشان داد که کمترین فراوانی در شرایط سرد و خشک و بیشترین فراوانی در فصل گرم و مرطوب شکل می‌گیرد (Kwok & Richard, 2002). تحقیقی دیگر در جنگل‌های جنوب استرالیا مشخص ساخت که پایین‌ترین تراکم بی‌مهرگان لاشبرگ در مدت زمانی با حداکثر درجه حرارت و حداقل رطوبت خاک شکل گرفته است (Hutson & Veitch, 1987). همچنین بررسی دیگر در هندوستان، حداکثر تراکم سخت‌بالپوشان لاشبرگ‌های جنگل‌های خزان‌کننده را برای فصل بارانی تعیین نمود (Handa & Vats, 1990). از سوی دیگر در یک بررسی مشخص شد که فراوانی پادمان لاشبرگ اکالیپتوس ارتباط مثبت با مقادیر فسفر قابل جذب داشت (Reddy & Venkataiah, 1989) و در مجموع در تحقیق فوق‌الذکر ارتباط مثبت فراوانی بی‌مهرگان لاشبرگ با مقادیر فسفر لاشبرگ و خاک تایید گردیده است (Mcglynn *et al.*, 2006).

بررسی تغییرات فصلی تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ در عرصه جنگل طبیعی نشان می‌دهد که حداکثر مقادیر تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ در طول فصل‌های پاییز، زمستان و بهار شکل گرفته است (جدول‌های ۱ و ۲)، براساس آزمون تجزیه عاملی نیز افزایش تنوع فصول پاییز و زمستان را می‌توان با اهمیت یافتن متغیرهای شدت نور نسبی، درصد رطوبت لاشبرگ و خاک مرتبط دانست (شکل‌های ۲ و ۳). همچنین در ارتباط با عرصه جنگل‌کاری زربین حداکثر مقادیر تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ در طول فصل‌های پاییز، زمستان و بهار بدست آمد (جدول‌های ۱ و ۲) که افزایش تنوع فصل بهار در این جنگل‌کاری را می‌توان تحت تأثیر افزایش متغیرهای متوسط درجه حرارت، تاج‌پوشش آشکوب بالا (محور دوم شکل ۲) و نسبت کربن آلی به فسفر لاشبرگ دانست (محور اول شکل ۲). لازم به یادآوری است که تعدادی دیگر از مطالعات، وجود تأثیر فاکتورهای اکولوژیکی و برخی از ویژگی‌های تغذیه‌ای

بوده و پس از آن جنگل‌کاریهای پلت و بلندمازو به ترتیب نتایج قابل قبولی را ارائه کرده‌اند، همچنین عرصه جنگل طبیعی منطقه پایین‌بند به دلیل نزدیکی به روستاهای اطراف و حضور اهالی در این عرصه‌ها به لحاظ ویژگی‌های کیفی از شرایط مناسبی برخوردار نبوده و عرصه جنگل‌کاری زربین نیز به دلیل کاشت نامناسب در شیب شمالی منطقه ضعیف‌ترین نتایج کمی و کیفی را داشته است (Mohammadnezhad Kiasari, 2007). لازم به توضیح است که بررسی‌های متعدد نقش با اهمیت پوشش گیاهی را بر بی‌مهرگان لاشبرگ تأیید نموده است. در یک بررسی ورود یک گونه سوزنی‌برگ جدید در توده‌های سوزنی-برگ بومی منطقه، افزایش بایومس و غنای بی‌مهرگان خاکزی را موجب شده است (Wipfli *et al.*, 2005). همچنین در مطالعه‌ای دیگر بر روی بی‌مهرگان لاشبرگ جنگل بومی اندونزی، غنای بیشتر آن را نسبت به جنگل‌کاریهای اکالیپتوس و کاج مشخص نمود (Ratsirarson *et al.*, 2002).

تعیین متغیرهای تأثیرگذار بر روند تغییرات فصلی تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ در مدیریت پایدار عرصه‌های منابع طبیعی اهمیت بسزایی دارد. بررسی تغییرات فصلی تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ در این تحقیق نشان داد که برای کلیه تیمارهای مورد بررسی کمترین میزان تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ در فصل تابستان شکل گرفته است. همچنین انجام آزمون تجزیه عاملی و مشاهده موقعیت متغیرها در شکل ۲ و موقعیت کلیه تیمارهای عرصه‌های جنگل‌کاری و جنگل طبیعی در شکل ۳ نشان می‌دهد که کاهش تنوع فصل تابستان با اهمیت یافتن متغیرهای میانگین درجه حرارت و متوسط فسفر لاشبرگ و در عرصه جنگل‌کاری بلندمازو با متغیرهای میانگین درجه حرارت، متوسط فسفر لاشبرگ و درصد تاج‌پوشش ارتباط داشته است. البته تحقیقات متعدد دیگر، ارتباط فراوانی بی‌مهرگان لاشبرگ را با شرایط آب و هوایی تأیید کرده است. بررسی بی-

پرداخته است و بیان علت و معلولی در بین متغیرهای مختلف مورد بررسی جزو اهداف این تحقیق نیست. نتیجه آزمون تجزیه عاملی در ارتباط با متغیرهای تأثیرگذار در تقویت تنوع فصلی بی‌مه‌رگان لاشبرگ نشان داده است که افزایش تنوع بی‌مه‌رگان لاشبرگ جنگل طبیعی و جنگل‌کاریهای پهن‌برگ در طول دوره خزان (فصل‌های پاییز و زمستان)، با تقویت متغیرهای شدت نور نسبی و درصد رطوبت لاشبرگ و خاک همراه بوده و در طول دوره رویش (فصل بهار) نیز، افزایش تنوع بی‌مه‌رگان لاشبرگ کلیه تیمارهای مورد بررسی با تقویت متغیرهای متوسط درجه حرارت، درصد تاج‌پوشش و نسبت کربن آلی به فسفر لاشبرگ همراه است. لازم به توضیح می‌باشد که در صورت انجام عملیات پرورشی و با ایجاد فضای مناسب در بین پایه‌های درختان، افزایش متوسط متغیرهای شدت نور نسبی و رطوبت لاشبرگ و خاک در طول فصل‌های پاییز و زمستان فراهم می‌گردد و هم‌زمان با تقویت رویش کمی و کیفی درختان باقیمانده در سطح عرصه، افزایش متغیرهای درصد تاج‌پوشش، متوسط درجه حرارت و کیفیت عناصر تغذیه‌ای لاشبرگ نیز در فصل بهار شکل خواهد گرفت.

حفظ تنوع زیستی از اجزاء لاینفک مدیریت مبتنی بر توسعه پایدار است. این تحقیق بر کیفیت لاشبرگ گونه‌های مختلف درختی و همچنین انجام عملیات پرورشی در عرصه‌های جنگل‌کاری تأکید دارد. در مجموع با توجه به تقویت تنوع زیستی بی‌مه‌رگان لاشبرگ در عرصه‌های جنگل‌کاری نسبت به عرصه جنگل طبیعی، انجام عملیات جنگل‌کاری با استفاده از گونه‌های مناسب بومی در اراضی تخریب شده و به وسعت محدود (حداکثر یک هکتار) در جنگل‌های مخروطه پایین‌بند شمال کشور توصیه می‌شود.

لاشبرگ را بر تنوع بی‌مه‌رگان لاشبرگ و خاک به اثبات رسانده است (Singh, 1997; Mohammadnezhad & Kiasari, 2007).

بررسی تغییرات فصلی تنوع بی‌مه‌رگان لاشبرگ در عرصه جنگل‌کاری بلندمازو نشان داد که حداکثر مقادیر تنوع بی‌مه‌رگان لاشبرگ در طول فصل زمستان شکل گرفته است (جدول‌های ۱ و ۲) که افزایش تنوع این فصل را می‌توان با اهمیت یافتن متغیرهای شدت نور نسبی و درصد رطوبت لاشبرگ و خاک توضیح داد (شکل‌های ۲ و ۳). در ارتباط با عرصه جنگل‌کاری پلت، افزایش تنوع بی‌مه‌رگان لاشبرگ در طول فصل‌های پاییز و زمستان تحت تأثیر تقویت متغیرهای شدت نور نسبی و درصد رطوبت لاشبرگ و خاک قرار داشته و در فصل بهار نیز تحت تأثیر افزایش اهمیت متغیرهای متوسط درجه حرارت و تاج‌پوشش آشکوب بالا است (شکل‌های ۲ و ۳). در عرصه جنگل‌کاری توسکا نیز حداکثر مقادیر تنوع بی‌مه‌رگان لاشبرگ در طول فصل‌های زمستان و بهار شکل گرفته است (جدول‌های ۱ و ۲)، افزایش تنوع فصل بهار را می‌توان با اهمیت یافتن متغیرهای متوسط درجه حرارت، درصد تاج‌پوشش و نسبت کربن آلی به فسفر لاشبرگ مرتبط دانست (شکل‌های ۲ و ۳). لازم به توضیح است که انجام تحقیقی در جنگل کاج نشان داد که ارتباطی مثبت بین تراکم بی‌مه‌رگان خاکزی با نسبت کربن آلی به فسفر و نیتروژن لاشبرگ وجود دارد (Hasegawa & Takeda, 1996). از سویی دیگر براساس مطالعات متعدد دیگر، وجود تأثیر فاکتورهای اکولوژیکی از قبیل درجه حرارت، میزان بارندگی و درصد رطوبت لاشبرگ و خاک بر بی‌مه‌رگان لاشبرگ نشان داده شده است (Singh, 1997; Collier et al., 1995; Frith & Frith, 1990).

فرضیه‌های این تحقیق به تعریف ارتباط متغیرهای مختلف در افزایش و کاهش تنوع بی‌مه‌رگان لاشبرگ

منابع مورد استفاده

References

- Anonymous, 1996. Manual of Darabkola forest management plan. Published by Forests and Rangelands Organization of Iran, Forestry section, Natural Resources General office of Mazandaran, Sari, Iran, 78 p.
- Baldwin, I.T., Olson, R.K. and Reiners, W.K., 1983. Protein binding phenolic and the inhibition of nitrification balsam fir soils. *Soil Biol. Biochem.*, 15(3): 419-423.
- Bargali, S.S., Singh, S.P. and Singh, R.P., 1993. Patterns of weight loss and nutrient release from decomposing leaf litter in an area series of Eucalypt plantations. *Soil Biol. Biochem.*, 25(2): 1731-1738.
- Basset, Y. and Kitching, R.L., 1991. Species number, species abundance and body length of arboreal arthropods associated with an Australian rainforest tree. *Ecological Entomology*, 16(4): 391-402.
- Bradford, M.A., Tordof, G.M., Egger, T., Jones, H. and Newington, J.E., 2002. Microbiota, fauna, and mesh size interaction in litter decomposition. *Oikos*, 99(3): 317-323.
- Collerati, R.G., Schoederer, J.H. and Paulo, C.S., 1995. Microclimate ordination and litter arthropod distribution. *Ciencia e Cultura Sao Paulo*, 47(1): 38-41.
- Csuzdi, C., Zicsi, A., Virresh, G.K., Rajagopal, D. and Viraktamath, C.A., 1991. The significance of the earthworm species *Eisenia Lucens* in the decomposition of forest litter. Proceedings of the 10th international soil zoology colloquium, held at Bangalore, India, 7-13 August: 547-552.
- Dufour, D.L., Cerda, H., Torres, F., Pizzoferrato, L. and Pimentel, D., 2000. The importance of leaf and litter-feeding invertebrates as sources of animal protein for the Amazonian Amerindians. Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 22 Nov: 2247-2252.
- Elizabeth, A.L. and Kris, F., 2004. The impact of herbicide glyphosate on leaf litter invertebrate within Bitou bush, *Chrysanthemoides monilifera* ssp *rotundata*, infestations. *Pest Manag. Sci.*, 60(1): 1205-1212.
- Farhadi, F., 2006. Determination of nutrient return through litter to the forest floor in intermediate zone of the Caspian forest. MSc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, 61 p.
- Facelli, J.M. and Ladd, B., 1996. Germination requirements and responses to leaf litter of four species of eucalypt. *Oecologia*, 107(4): 441-445.
- Finzi, A.C., Allen, A.S., Delucia, E.H., Ellsworth, D.S. and Schlesinger, W.H., 2001. Forest litter production, chemistry and decomposition following two years of free air CO₂ enrichment. *Ecology*, 82(2): 470-484.
- Fragoso, C. and Lavella, P., 1995. Are earthworms important in the decomposition of tropical litter? *Soil Organisms and Litter Decomposition in the Tropics*: 103-112.
- Frith, D. and Frith, C., 1990. Seasonality of litter invertebrate populations in an Australian upland tropical rain forest. *Biotropica*, 22(4): 181-190.
- Furuta, K., Kubota, K., Musyafa, A. and Iwamoto, N., 1997. Effects of artificial acid rain on the abundance of macro invertebrates in soil without litter. *Bulletin of the Tokyo University Forests*, 98(1): 9-23.
- Gemesi, O., Skambracks, D. and Topp, W., 1995. Effects of a controlled felling operation on the population density of, and litter decomposition by earthworms in the Flysch zone of the Tegersee mountains. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 114(4): 272-281.
- Gholz, H.L., Wedin, D.A., Smitherman, S.M., Harmon, M.E. and Parton, W.J., 2000. Long-term dynamics of Pine and hardwood litter in contrasting environments: toward a global model of decomposition. *Global Change Biol.*, 6(2): 751-765.
- Gonzalez, G. and Seastedt, T.R., 2001. Soil fauna and plant litter decomposition in tropical and subalpine forests. *Ecology*, 82(2): 955-964.
- Handa, S. and Vats, L.K., 1990. Soil litter *Coleoptera* in a deciduous forest stand at Kurukshetra. *Uttar Pradesh Journal of Zoology*, 10(4): 88-90.
- Hasegawa, M. and Takeda, H., 1996. Carbon and nutrient dynamics in decomposing pine needle litter in relation to fungal and faunal abundance. *Pedobiologia*, 40(1): 171-184.
- Herald, L.V. and William, F.L., 2005. Influence of habitat, litter type and soil invertebrates on leaf-litter decomposition in a fragmented Amazonian landscape. *Oecologia*, 144(4): 456-462.
- Hutson, B.R.L. and Veitch, G., 1987. Densities of *Collembola* and *Acarina* in the soil and litter of three indigenous South Australian forests related to layer, site and seasonal differences. *Australian Journal of Ecology*, 12(2): 239-261.
- Jafari Haghighi, M., 2000. Methods of Soil Analysis. Published by Nedaye Zoha, Tehran, Iran, 236 p.
- Kwok, H.K. and Richard, T.C., 2002. Seasonality of forest invertebrates in Hong Kong, South China. *Tropical Ecology*, 18(1): 637-644.
- Mafongoya, P.L., Barak, P. and Reed, J.D., 2000. Carbon, Nitrogen and phosphorous mineralization from tree leaves and manure. *Biology and Fertility of Soil*, 30(3): 298-305.
- McGlynn, T.P., Salinas, D.J., Dunn, R.R., Wood, T.E., Lawrence, D. and Clark, D.A., 2006. Phosphorus limits tropical rain forest litter fauna. *Biotropica*, 39(4): 50-53.
- Mohammadnezhad Kiasari, Sh., 2007. Investigation on some biodiversity characteristics (vegetable components & macro organisms) of natural and planted forests (hardwoods and softwoods) in Darab Kola forests. Final report of research project, Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, 87 p.
- Nasiri, R., 2006. SPSS 13. Published by Nashrgostar, Tehran, Iran, 123 p.

- Pearson, R.G. and Tobin, R.K., 1989. Litter consumption by invertebrates from an Australian tropical rainforest stream. *Archiv fuer Hydrobiologie*, 116(3): 71-80.
- Rahmani, R., 2000. Study of earth invertebrates abundance and their relation with major forest types in Neka. PhD. thesis of forest sciences, Tarbiat Modarres University, Noor, Iran, 97 p.
- Ratsirarson, H., Robertson, H.G., Picker M.D. and Van Noort, S., 2002. Indigenous forests versus exotic eucalypt and pine plantations: a comparison of litter invertebrate communities. *African Entomology*, 10(3): 93-99.
- Reddy, M.V. and Venkataiah, B., 1989. Influence of microarthropod abundance and climatic factors on weight loss and mineral nutrient contents of Eucalyptus leaf litter during decomposition. *Biology and Fertility of Soils*, 8(1): 319-324.
- Sagheb-Talebi, Kh., 1996. Quantitative und Qualitative Merkmale von Bunchenjungwuechsen (*Fagus sylvatica L.*) unter dem Einfluss des Lichtes und anderer Standortsfaktoren. Beiheft Zur Schweizerischen fur Forstwesen supplement au journal forestier suisse, 78, 219 p.
- Singh, U.R., 1977. Relationship between the population density of soil microarthropods and mycoflora associated with litter and the total litter respiration on the floor of a sal forest in Varanasi, India. *Ecological Bulletins Stockholm*, 25(4): 463-470.
- Steven, W.S. and Brian, R.S., 2005. Forest productivity predicts invertebrate biomass and ovenbird (*Seiurus aurocapillus*) reproduction in Appalachian landscapes. *Ecology*, 86(4): 1531-1539.
- Sundarapandian, S.M. and Swamy, P.S., 1999. Litter production and leaf litter decomposition of selected species in tropical forests. *For. Ecol. Manage.*, 123(1): 231-244.
- Wipfli, C.M., Meritt, R.W. and Wipfli, M.S., 2005. Headwater riparian invertebrate communities associated with red alder and conifer wood and leaf litter in southeastern. *Northeast Scientific Association*, 79(4): 218-224.
- Wolda, H., 1988. Insect seasonality: why? *Annual Review of Ecology and Systematics*, 19(2):1-18.
- Xuluc-Tolosa, F.J., Vester, H.F.M., Ramirez-Marcial, N., Castellanos-Albores, J. and Lawrence, D., 2003. Leaf litter decomposition of tree species in three successional phases of tropical dry secondary forest in Campeche, Mexico. *For. Ecol. Manage.*, 174(3): 401-412.

Investigation on litter invertebrates diversity at natural forests and reforestations of hardwood and softwood in Mazandaran (Case study: Darabkola)

Sh. Mohammadnezhad Kiasari ^{1*}, Kh. Sagheb-Talebi ², R. Rahmani ³ and D. Dastango ⁴

1* - Corresponding author, Assistant Prof., Agricultural & Natural Resources Research Center of Mazandaran, Sari, I.R. Iran.
E-mail: MS.Mohammadnejad@gmail.com

2- Accosiate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran.

3- Accosiate Prof, Faculty of Forest Sciences and Wood & Paper Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I.R. Iran

4- Forest Expert, Mazandaran General Office of Natural Resources and Watershed Management, Sari, I.R. Iran

Received: 21.02.2011

Accepted: 14.04.2012

Abstract

The most important role of the litter invertebrates is leaf litter decomposition and helping of nutrient elements cycling. The objective of this study was to evaluate litter invertebrates diversity within 20 years old plantations of alder (*Alnus subcordata* C. A. Mey.), maple (*Acer velutinum* Bioss.), oak (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey.), cypress (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) and natural forest in Darabkola (Mazandaran-Iran). For this purpose, one sample plot, each 1 ha was selected in every plantation as well as in the natural stand. In each sample plot 10 micro plots, each 100 m² were selected random-systematically. Litter invertebrates were sampled by removing, by hand, all leaf litter in 100×100 cm quadrats. Fifty samples were taken each time and during four seasons 200 samples were taken. Invertebrates were separated out visually in the lab and transferred to 95% alcohol, after sorting and counting. More over, various parameters of the stands and soils were measured in each micro plot. For determination of soil invertebrates diversity in these treatments, Shannon and Simpson indices were used, while for determination of species richness and equatibility, Margalef and Heip indices were applied. The results of this research showed that although the differences between the annual means of litter invertebrates diversity was not statistically significant in studied sites ($p=0.05$), but the decreasing of diversity index in these treatments was respectively as reforestations of alder, maple, natural forest with cypress and oak reforestations. Also the analysis of PCA showed that the parameters of temperature, crown canopy, relative light intensity, moisture content of soil and litter and the amount of P and C/P of litter take an important role in seasonal differences of litter invertebrates diversity in treatments.

Key words: Richness, evenness, nutrient elements cycling, alder, maple, oak, cypress