

ارزیابی تنوع بی‌مهرگان خاکزی در جنگلکاری‌های کاج بروسیا (*Pinus brutia* Ten.) و زربین (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) منطقه کردکوی

شیرزاد محمدنژاد کیاسری^{۱*}، حامد مصدق^۲، علی‌کیلاشکی^۳، فرهنگ اسدالهی^۴ و هادی کیادلیری^۵

^۱ استادیار پژوهش بخش منابع طبیعی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

^۲ کارشناس ارشد جنگلداری، اداره کل منابع طبیعی گرگان

^۳ دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نوشهر

^۴ استادیار، گروه جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نوشهر

^۵ استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۴/۳۱)

چکیده

این تحقیق به ارزیابی تنوع بی‌مهرگان خاکزی جنگلکاری‌های کاج بروسیا و زربین کردکوی در منطقه ولاغوز استان گلستان می‌پردازد. در هیچ‌یک از عرصه‌های جنگلکاری عملیات پرورشی تنک‌کردن صورت نگرفته است. نمونه‌های بی‌مهرگان خاکزی در اواسط فصل تابستان با استفاده از ۲۰ قطعه نمونه استوانه‌ای به سطح مقطع ۸۱ سانتی‌مترمربع و تا عمق ۱۰ سانتی‌متر انجام پذیرفت. جداسازی ۱۴ گروه از بی‌مهرگان خاکزی در هر یک از قطعه نمونه‌ها با استفاده از قیف‌های برلیزی صورت گرفت. در مورد کرم‌های خاکی بالغ نیز ۲۰ قطعه نمونه یک مترمربعی در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر حفر و نمونه‌های بالغ با روش دستچین جمع‌آوری شد. براساس نتایج تحقیق حاضر، شاخص‌های تنوع در بین دو توده کاج بروسیا و زربین اختلاف معنی‌داری نداشته، ولی مقادیر هر یک از شاخص‌های شانون و سیمپسون، یکنواختی هیپ و غنای مارگالف بی‌مهرگان خاکزی در توده جنگلکاری کاج بروسیا بیشتر از توده جنگلکاری زربین بوده است. در مجموع نتیجه این تحقیق نشان داد که جنگلکاری بروسیا نسبت به عرصه جنگلکاری زربین، بستر مناسب‌تری را برای حضور بی‌مهرگان خاکزی فراهم کرده است.

واژه‌های کلیدی: بی‌مهرگان خاکزی، تنوع، جنگلکاری، زربین، غنا، کاج بروسیا.

مقدمه و هدف

زربین (*Cupressus sempervirens* L. var. *horizontalis*) یک عنصر گیاهی شاخص اقلیم مدیترانه‌ای است که به صورت طبیعی در نواحی شرق مدیترانه و قسمت‌هایی از ایران به‌ویژه در بخش‌هایی از رشته‌کوه‌های مرکزی البرز که دارای خاک‌های آهکی است دیده می‌شود. این گونه به صورت توده‌هایی گسسته و پراکنده از هم و در شرایط بیوژئوگرافی خاصی تکرار می‌شوند که از این میان می‌توان مناطق رودبار، دیلمان، اشکور، حسن‌آباد و علی‌آباد کتول را نام برد. به‌طور کلی زربین دارای ریشه‌ای قوی و عمیق است، خشکی و برودت زمستان را تا حدودی تحمل می‌کند و با این حال در خاک‌های مرطوب و با لایه‌های عمیق هوموس، ریشه‌های آن سطحی می‌شود و تاج مترکم آن نیز در اثر ریزش برف‌های سنگین و آبدار به سرعت خمیده می‌شود و سقوط می‌کند (زارع، ۱۳۸۰). اجرای تحقیقی دوساله در شرق مازندران نشان داد کاشت پاییزه (پانزدهم آبان) گونه زربین بر کاشت بهاره (پانزدهم اسفند) برتری معنی‌داری داشته است (محمدنژاد کیاسری و همکاران، ۱۳۸۶). همچنین مناسب‌ترین تیمار برای کمک به استقرار نهال‌های زربین در عرصه جنگلکاری، ترکیب خاک معمولی (یک نسبت)، ماسه خالص (یک نسبت) و کود آلی (دو نسبت) تعیین شده است (طبری کوچکسرای و همکاران، ۱۳۸۷). در کشت گونه زربین در مناطق جلگه‌ای تا میان‌بند دامنه‌های شمالی در غرب (ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان) و مرکز استان مازندران (بندلای سوادکوه، خوردک سرخکلا، میان‌سی و تلوکلای ساری)، درختان به دلیل داشتن ریشه‌های سطحی و رشد ارتفاعی سریع، تحت تأثیر شرایط نامساعد جوی بادهای شدید و ریزش برف قرار گرفتند و دچار سرخمیدگی شده یا ریشه‌کن شدند (بی‌نام، ۱۳۷۴؛ مصطفی‌نژاد، ۱۳۸۷). البته این گونه در تعدادی از مناطق تخریب‌شده به‌ویژه در دامنه‌های

جنوبی تا ارتفاع میان‌بند استان مازندران (مناطق دودانگه و چهاردانگه) بسترهای موفقیت‌آمیزی از جنگلکاری را شکل داده است (محمدنژاد کیاسری و همکاران، ۱۳۸۶). نتیجه اجرای طرح تحقیقاتی ارزیابی استقرار درختان مقاوم در مناطق نیمه‌خشک گراب‌سر و پیسوما، از گونه زربین به‌عنوان یکی از گونه‌های موفق تا امیدبخش نام برده است (موسوی، ۱۳۷۵). شایان یادآوری است با افزایش ارتفاع در دامنه‌های جنوبی استان مازندران به دلیل حساسیت این گونه به سرما از گونه سرو نقره‌ای به‌جای گونه زربین استفاده می‌شود. همچنین کاشت گونه زربین در برخی مناطق شرق استان مازندران (التپه بهشهر) و مناطق پایین‌بند تا ارتفاع ۳۰۰ متر از سطح دریا استان گلستان (ولاغوز، سعدآباد و آق‌امام) به بیماری سرخشکیدگی دچار شدند (بی‌نام، ۱۳۷۴). نتیجه تحقیقی در مورد سرخشکیدگی زربین در منطقه التپه نشان داد عامل بیماری، قارچ *Psetalotiopsis funerea* (Desm) Stey است که جزو عوامل بیماری ثانویه است که پس از ضعف گونه زربین به دلیل شرایط نامساعد خشکی هوا در فصل تابستان و رقابت ریشه‌ای با پایه‌های حاصل از زادآوری طبیعی شکل گرفته است (برهانی و همکاران، ۱۳۸۳).

کاج بروسیا (*Pinus brutia* Ten.) با ارتفاع ۲۰ تا ۲۵ متر و قطر برابر سینه حداکثر ۶۰ سانتی‌متر، یکی از گونه‌های مهم جنگل‌های مدیترانه‌ای است. این گونه در نیمکره شمالی بین ۱۵ تا ۴۵ درجه طول شرقی و ۳۲ تا ۴۵ درجه عرض شمالی قرار دارد و عموماً گونه‌ای متعلق به شرق مدیترانه است. دامنه ارتفاعی این کاج، ۱۰۰ تا ۱۵۵۰ متر از سطح دریا است. از نظر نیازهای خاکی، گونه‌ای کم‌توقع است که در خاک‌های آهکی و سنگلاخی یا در اراضی شنی و همچنین در مناطقی با زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم و خشک رشد می‌کند (دستمالچی، ۱۳۷۴). نتیجه تحقیقی درباره خاک‌های بستر این گونه در نهالستان نشان داد استفاده از تیمار کود دامی

کلاله) و آق‌قمیش (اداره منابع طبیعی گالیکش) نشان داد ساقه تعدادی از پایه‌های این درخت به دلیل تغذیه جوجه‌تیغی یا گراز وحشی دچار خسارت شد که در صورت ضعف شدید پایه‌های خسارت‌دیده حضور انواع پوست‌خوارها را نیز فراهم می‌آورند. البته در مجموع به جز منطقه آق‌امام، خسارت اندک بود و توده‌های موجود به عملیات پرورشی در راستای کاهش فراوانی و حمایت از گونه‌های پهن‌برگ در افزایش آمیختگی نیاز مبرم دارند (بی‌نام، ۱۳۷۴؛ صادق‌زاده حلاج و رستاقی، ۱۳۹۰).

دانستن مفاهیم تنوع زیستی برای مدیران منابع طبیعی اهمیت بسزایی دارد (Jenkins and Parker, 1998)، چرا که امروزه بررسی‌های تنوع زیستی یکی از روش‌های مؤثر در ارزیابی حد موفقیت فعالیت‌های جنگلداری و جنگلکاری است (Oatenand and Larsen, 2008). شایان ذکر است با اهمیت‌ترین نقش بی‌مهرگان خاکریز در چرخه عناصر غذایی است (Bradford et al., 2002). در خاک جنگل‌های خزان‌کننده مناطق معتدله، ماکروارگانسیم‌های (بی‌مهرگان) بی‌شماری وجود دارند که از مواد آلی کف جنگل تغذیه می‌کنند. این موجودات لاشبرگ‌ها را به ابعاد کوچک‌تری که مورد استفاده میکروارگانسیم‌ها است تبدیل می‌کنند. افزایش تنوع زیستی در جنگل به حفظ تعادل گازهای اتمسفری، چرخه مواد غذایی، چرخه هیدرولوژیکی و تحول و پایداری خاک کمک می‌کند که از این منظر ظرفیت باروری اکوسیستم افزایش می‌یابد که تقویت رویش کمی و کیفی توده‌های موجود را نیز در پی دارد (پوربابایی و همکاران، ۱۳۷۸؛ Callaham et al., 2006). شایان یادآوری است که براساس تحقیقات متعدد ارتباط مثبتی در فزونی تنوع بی‌مهرگان خاکریز و بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی عرصه‌های جنگلکاری (محمدنژاد کیاسری، ۱۳۸۷)، اجرای عملیات مناسب پرورشی و استفاده از گونه‌های بومی و سازگار وجود دارد (شهیدی‌فر، ۱۳۹۱). البته تخریب محیط زیست

موجب افزایش چشمگیر زنده‌مانی نونهال‌های کاج بروسیا است (احمدلو و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین مطالعات دیگر در زمینه مناسب‌ترین زمان کاشت بذر در نهالستان و صرفه‌جویی هزینه‌های کارگری، برتری کاشت پاییزه (پانزدهم آبان ماه) را نسبت به کاشت بهار (پانزدهم اسفند ماه) تایید کرده است (محمدنژاد کیاسری و همکاران؛ ۱۳۸۶؛ صوفی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹).

کشت‌وکار گونه کاج بروسیا در غرب مازندران (ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان) به دلیل شرایط نامساعد بادهای شدید و ریزش برف به سرخمدگی و ریشه‌کن شدن انجامید (مصطفی‌نژاد، ۱۳۸۷). از سوی دیگر براساس گزارش نهایی طرح تحقیقاتی پیشاهنگ درباره مقایسه رشد کمی و کیفی سه گونه سوزنی‌برگ سازگار شده در سواحل شرق دریای خزر، کاج بروسیا به دلیل حمله حلزون سفید (*Xeropicta derbentina* Kryn.) در مرحله نونهالی (Harutyunova and Barimani, 2011) و شیوع عامل قارچی (*Sphearopsis ellisii* Sacc.) که خشکیدگی میوه و سرشاخه‌های درختان این گونه را در طول تابستان‌های خشک سبب شد، در مرتبه دوم و پس از گونه موفق کاج بادامی جای گرفت (خورنکه، ۱۳۸۹). البته نتیجه گزارش نهایی سازگاری سوزنی‌برگان در منطقه ارتفاعی پایین‌بند جنگل‌های نکا (کوهسارکنده) نشان داد که گونه کاج بروسیا به همراه گونه تدا، از مناسب‌ترین گونه‌ها است. براساس این گزارش، کشت این گونه به جای گونه سرو زربین را در دامنه‌های شمالی مناطق پایین‌بند شرق مازندران و استان گلستان مورد تأکید قرار گرفت (محمدنژاد کیاسری، ۱۳۸۹). شایان ذکر است که نتیجه بررسی جنگلکاری‌های گونه کاج بروسیا در بسیاری از نقاط کاشته‌شده استان گلستان در ولاغوز (اداره منابع طبیعی بندرگز)، سعدآباد (اداره منابع طبیعی گرگان)، رامیان (اداره منابع طبیعی آزادشهر)، آق‌امام (اداره منابع طبیعی آزادشهر)، عرب‌داغ (اداره منابع طبیعی

درختچه‌های شامل ازگیل، سیاه ولیک، آلوچه و مهم‌ترین گونه‌های علفی شامل غازواش، سلمه تره، شیرتیغک، کارکس و ملف است.

تیپ خاک منطقه تحقیق قهوه‌ای شسته‌شده یا پسدوگلی است. بافت خاک لومی رسی سیلتی تا رسی سیلتی و دارای خاکی عمیق و بدون سنگریزه تا عمق یک متری است. ساختمان خاک در افق بالا دانه‌ای درشت و در عمق زیرین، منشوری است. مقدار نفوذپذیری خاک، خوب تا ضعیف و عمق ریشه‌دوانی مناسب و تا حدود ۹۰ سانتی‌متری است. خاک منطقه به فرسایش حساسیت دارد. براساس آمار و اطلاعات هواشناسی ایستگاه هاشم‌آباد گرگان در یک دوره ۱۰ ساله (۸۶-۱۳۷۶) متوسط حداکثر دما در گرم‌ترین ماه سال (مرداد) ۲۷/۱ درجه سانتی‌گراد، متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال (دی) ۶/۴ درجه سانتی‌گراد، حداکثر دمای مطلق در مرداد ۳۱/۵ سانتی‌گراد، حداقل دمای مطلق در دی ۲/۷ سانتی‌گراد و متوسط باران سالیانه ۶۱۲/۹ است. با توجه به اقلیم‌نمای آمبرژه، اقلیم منطقه از نوع اقلیم معتدل نیمه‌مرطوب و براساس منحنی آمبروترمیک، ماه‌های خشک از اواسط اردیبهشت تا پایان شهریور است (بی‌نام، ۱۳۸۶).

در اجرای این تحقیق با استفاده از جنگل‌گردشی، ابتدا دو قطعه یک هکتاری جنگلکاری کاج بروسیا و زربین در ۲۶ سالگی و با داشتن شرایط رویشگاهی یکسان از لحاظ متوسط متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت انتخاب شد. فاصله این دو قطعه از یکدیگر حدود ۵۰ متر بود که درختان حاشیه آن محدوده‌ها در ارتفاع برابر سینه رنگ‌آمیزی شد. در مرحله بعد در هر یک از این عرصه‌ها با استفاده از روش منظم تصادفی نسبت به انتخاب ۱۰ قطعه نمونه به وسعت ۴ مترمربع (۲ × ۲ متر) اقدام شد. موقعیت اولین قطعه نمونه به صورت تصادفی مشخص شد و با توجه به شکل محوطه‌های یک هکتاری، فاصله قطعه نمونه‌ها در این تیمارها ۱۰ × ۱۰ متر از یکدیگر

بی‌مهرگان خاکزی، کاهش تنوع و تغییر ساختار اجتماع آنها را موجب می‌شود و تأثیر ناشی از آن نیز کاهش چرخه عناصر غذایی در عرصه‌های منابع طبیعی است (Marra and Edmonds, 2005). در مجموع از تنوع و ساختار بی‌مهرگان خاکزی می‌توان به‌عنوان معیاری برای ارزیابی عملیات اجرایی یا مدیریت بر اکوسیستم‌های منابع طبیعی سود برد (رحمانی و زارع مایوان، ۱۳۸۲؛ محمدنژاد کیاسری و همکاران، ۱۳۹۰؛ شهیدی‌فر، ۱۳۹۱).

در طرح‌های جنگلداری و فضاهای شهری و برون‌شهری شمال کشور به‌ویژه مناطق شرقی استان مازندران و استان گلستان از گونه‌های زربین و کاج بروسیا استفاده گسترده‌ای شده است. وجود جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا در منطقه ولاغوز استان گلستان که در فاصله اندکی از یکدیگر جای گرفته‌اند و از نظر ادافیکی شرایط یکسانی بر آنها حاکم است، بستر مناسبی را در زمینه ارزیابی این دو جنگلکاری از منظر تنوع بی‌مهرگان خاکزی فراهم آورده است. بدیهی است نتایج این تحقیق مدیران و کارشناسان منابع طبیعی را در انتخاب گونه پیشاهنگ سوزنی‌برگ مناسب در دامنه‌های شمالی مناطق پایین‌بند تخریب‌یافته شرق استان مازندران و استان گلستان یاری خواهد داد.

مواد و روش‌ها

منطقه تحقیق در محدوده طرح جنگلداری کردکوی از حوزه قره‌سو در استان گلستان و در دامنه شمالی البرز به فاصله ۷ کیلومتری شهرستان کردکوی در منطقه ولاغوز با مختصات طول جغرافیایی ۴۰° ۳۰' و ۵۴° ۳۸' ۷۰' شرقی و عرض جغرافیایی ۳۹° ۳۶' و ۴۱° ۳۰' شمالی واقع شده است. متوسط ارتفاع از سطح دریا ۵۰ متر و متوسط شیب در هر قطعه ۱۰ درصد است. در حال حاضر مهم‌ترین گونه‌های درختی شامل زربین، کاج بروسیا، بلندمازو، انجیلی، داغداغان، توت، مهم‌ترین گونه‌های

تعیین شد.

در اجرای این تحقیق در اواسط تابستان در سطح هر عرصه، ده نمونه خاک در مرکز قطعه نمونه‌های کوچک با استوانه‌ای به سطح مقطع ۸۱ سانتی‌مترمربع، تا عمق ۱۰ سانتی‌متر برداشت شد که براساس قطعه نمونه‌های موجود در ۲ تیمار، ۲۰ نمونه به آزمایشگاه منتقل شد. همچنین کرم‌های خاکی بالغ نیز با حفر ۲۰ گودال به ابعاد یک مترمربع در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر در هر یک از قطعه نمونه‌های کوچک، جداسازی و شمارش شد (شکل ۱).

در این تحقیق گروه‌های خرده‌ریزخوار شامل کرم‌های خاکی، پادمان، هزارپایان، کنه‌ها، خرماکی‌ها، پروتورها، سیمفیلا، دیپلورا، پوروپدا، حشرات بالدار و شکارچینی که از خرده‌ریزخواران تغذیه می‌کنند

شامل صدپایان، شبه‌عقرب‌ها، عنکبوت‌ها و پادرازان با عنوان بی‌مهرگان خاکزی مورد تحقیق قرار گرفته‌اند. نمونه‌ها به مدت یک هفته در درون قیف‌های برلیزی جای داده شدند و پس از آن با استفاده از بینوکولار، گروه‌های مختلف بی‌مهرگان خاکزی جداسازی و فراوانی آنها نیز تعیین شد. میانگین تنوع، غنا و یکنواختی بی‌مهرگان خاکزی نیز براساس زیوزن خشک محاسبه شد. عرصه‌های جنگلکاری کاج بروسیا و زربین منطقه ولاغوز براساس میانگین‌های حاصل از مقادیر تنوع، یکنواختی و غنای بی‌مهرگان خاکزی مقایسه شدند. شایان ذکر است که ابتدا برابری و یا نابرابری واریانس داده‌ها با آزمون لون مشخص شد و در مرحله بعد تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون t غیرجفتی صورت پذیرفت.



شکل ۱- حفر پروفیل یک مترمربعی برای جمع‌آوری کرم‌های خاکی

نتایج

فراوانی و زیوزن بی‌مهرگان خاکزی از سطح تا عمق ۱۰ سانتی‌متری

در این بررسی مشخص شد که به‌طور متوسط در هر مترمربع توده‌های جنگلکاری‌های کاج بروسیا و زربین به ترتیب ۶۶۳۱/۹۵ و ۴۱۲۴/۹۰ بی‌مهره

خاکزی وجود داشته است. در این تحقیق گروه‌های حشرات بالدار (۴۲/۵ درصد)، پادمان (۳۱/۳ درصد) و کنه‌ها (۱۱/۵ درصد) بیشترین درصد فراوانی عرصه جنگلکاری کاج بروسیا را به خود اختصاص دادند در مجموع بیش از ۸۵/۱ درصد فراوانی کل بی‌مهرگان به آنها تعلق داشت. از سوی دیگر، در زمینه توده

گرم در هر متر مربع بود که در این میان متوسط زیوزن کرم خاکی ۰/۲۴ گرم در هر متر مربع برآورد شد. از آنجا که متوسط درصد زیوزن کرم‌های خاکی در توده‌های جنگلکاری کاج بروسیا و زربین به ترتیب ۵۸/۷۰ درصد و ۵۳/۶۶ درصد از زیوزن گروه‌های مختلف بی‌مهرگان خاکزی را به خود اختصاص داده است، این گروه از بی‌مهرگان خاکزی جداگانه نیز بررسی شد. نتایج بررسی این آزمون مشخص کرد اگرچه هیچ‌یک از اختلافات محاسبه‌شده از نظر آماری معنی‌دار نبود، متوسط مقادیر هر یک از متغیرهای فراوانی کرم‌های خاکی بالغ، فراوانی کرم‌های خاکی بالغ و نوزاد و همچنین زیوزن کرم‌های خاکی بالغ و نوزاد عرصه جنگلکاری کاج بروسیا بیشتر از عرصه جنگلکاری زربین بوده است (جدول ۲).

جنگلکاری زربین گروه‌های پادمان (۳۰/۸ درصد)، کنه‌ها (۲۳/۷ درصد) و حشرات بالدار (۲۰/۱ درصد)، بیشترین درصد فراوانی را به خود اختصاص دادند که در مجموع بیش از ۷۴/۶ درصد از فراوانی کل بی‌مهرگان خاکزی را شامل می‌شوند. همچنین متوسط زیوزن بی‌مهرگان خاکزی در جنگلکاری‌های کاج بروسیا و زربین به ترتیب ۰/۵۱ گرم و ۰/۴۴ گرم در هر متر مربع بوده است (جدول ۱).

فراوانی و زیوزن کرم‌های خاکی از سطح تا عمق ۲۰ سانتی‌متری

متوسط زیوزن بی‌مهرگان خاکزی در هر متر مربع عرصه جنگلکاری کاج بروسیا ۰/۵۱ گرم بود که زیوزن کرم‌های خاکی در این میان برابر با ۰/۳۰ گرم در هر متر مربع تعیین شد. در مورد عرصه جنگلکاری زربین نیز متوسط زیوزن گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی ۰/۴۴

جدول ۱- متوسط درصد فراوانی و زیوزن گروه‌های مختلف بی‌مهرگان خاکزی در هر متر مربع

جنگلکاری کاج بروسیا		جنگلکاری زربین		گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی
زیوزن	فراوانی	زیوزن	فراوانی	
۰/۲۹۹۰۰	۷۱۷/۴۰	۰/۲۳۶۰۰	۵۸۱/۳۰	کرم‌های خاکی
۰/۰۲۹۷۰	۷۶۵/۷	۰/۰۳۶۱۰	۹۷۵/۶۵	کنه‌ها
۰/۰۱۲۹۶	۳۷/۰۵	۰/۰۲۴۷	۴۹/۴	شبه عقرب‌ها
۰/۰۰۳۷۰	۱۲/۳۵	.	.	عنکبوت‌ها
.	.	.	.	پادرازاها
۰/۰۲۸۶۵	۲۰۷۴/۸	۰/۰۱۶۵۴	۱۲۷۲/۰۵	پادمان
.	.	۰/۰۰۱۱۱	۶۱/۷۵	بی‌شاخکان (پروتورا)
۰/۰۰۳۲۱	۲۴/۷	۰/۰۰۱۶۰	۱۲/۳۵	دم‌چنگالان (دیپلورا)
.	.	.	.	هزارپاها
۰/۰۰۱۷۳	۲۴/۷	۰/۰۴۳۲۲	۶۱/۷۵	صدپاها
۰/۰۰۳۹۸	۱۴۸/۲	۰/۰۰۳۴۱	۱۴۸/۲	سیمیفیلاها
۰/۰۰۰۰۲	۱۲/۳۵	۰/۰۰۰۳۸	۴۹/۴	پروپدا
.	.	۰/۰۰۲۶۸	۱۲/۳۵	خرخاکی‌ها
۰/۰۷۹۲۹	۲۸۱۵/۱۵	۰/۰۷۱۲۸	۸۲۷/۴۵	حشرات بالدار

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های فراوانی و زیوزن کرم خاکی در جنگلکاری‌های منطقه کردکوی

P (sig)	T	جنگلکاری سرو زربین	جنگلکاری کاج بروسیا	مشخصه‌های مورد اندازه‌گیری
ns	۱/۱۱۶	۰/۸۰	۱/۱۰	فراوانی کرم‌های خاکی بالغ (تعداد بر مترمربع)
ns	۰/۸۰۳	۵۸۱/۳۰	۷۱۷/۴۰	فراوانی کرم‌های خاکی نوزاد و بالغ (تعداد بر مترمربع)
ns	۱/۲۸۱	۰/۲۳۶	۰/۲۹۹	زیوزن کرم‌های خاکی نوزاد و بالغ (گرم بر مترمربع)

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و ns به معنای عدم اختلاف معنی‌دار است.

این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبوده است. از سوی دیگر، دو عامل یکنواختی و غنای گونه‌ای در تعیین مقدار شاخص‌های تنوع زیستی نقش اساسی دارند. عرصه توده جنگلکاری کاج بروسیا از نظر شاخص یکنواختی هیپ نسبت به عرصه توده زربین مقدار بیشتری را به خود اختصاص داده و از سوی دیگر عرصه زربین از نظر غنای مارگالف مقدار بیشتری را نسبت به عرصه کاج بروسیا داشته است. البته اختلاف موجود از لحاظ غنای و یکنواختی گونه-ای بی‌مهرگان خاکزی نیز از نظر آماری معنی‌دار نبوده است (جدول ۳).

تغییرات شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنا

تجزیه و تحلیل میانگین تنوع، یکنواختی و غنای بی‌مهرگان خاکزی در بین جنگلکاری‌های کاج بروسیا و زربین در منطقه ولاغوز کردکوی با استفاده از روش تی تست غیرجفتی انجام گرفت. برابری واریانس‌ها نیز با استفاده از آزمون لون مقایسه شد. مقادیر t جدول با درجه آزادی ۱۸ و برای دو سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد به ترتیب برابر با ۲/۱۰۱ و ۲/۸۷۸ است (جدول ۳). نتایج این تحقیق نشان داد براساس شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون، مقدار میانگین تنوع بی‌مهرگان خاکزی در سطح جنگلکاری کاج بروسیا بیشتر از جنگلکاری‌های زربین بوده که البته

جدول ۳- مقایسه آماری تنوع بی‌مهرگان خاکزی در توده‌های جنگلکاری کاج بروسیا و زربین

P (sig)	T	جنگلکاری زربین	جنگلکاری کاج بروسیا	مشخصه‌های مورد اندازه‌گیری
ns	۱/۴۲۲	۱/۲۴۴	۱/۵۰۴۳	تنوع شانون
ns	۰/۷۴۶	۰/۵۹۴۰	۰/۶۹۰۴	تنوع سیمپسون
ns	۰/۵۱۱	۰/۵۹۹۲	۰/۷۱۸۸	یکنواختی هیپ
ns	۱/۶۳۲	۱/۵۴۰۸	۱/۰۷۷۷	غنای مارگالف

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و ns به معنای عدم اختلاف معنی‌دار است.

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد متوسط فراوانی و زیوزن بی‌مهرگان خاکزی در هر مترمربع و تا عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک جنگلکاری‌های کاج بروسیا و زربین در منطقه ولاغوز کردکوی به ترتیب ۶۶۳۱/۹۵ عدد تا ۴۱۲۴/۹۰ عدد و از ۰/۵۱ گرم تا ۰/۴۴ گرم بوده است. در این تحقیق گروه‌های پادمان، حشرات بالدار و کنه‌ها بیشترین درصد فراوانی هر یک از عرصه‌های جنگلکاری‌های کاج بروسیا و زربین را به خود اختصاص داده‌اند. دیگر تحقیقات در شمال کشور نتایج به نسبت مشابهی را نشان می‌دهد، به شکلی که متوسط فراوانی و زیوزن بی‌مهرگان خاکزی در هر متر مربع و تا عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک توده‌های خالص و آمیخته آزاد در منطقه قرمض نکا به ترتیب از ۷۲۷۴/۱۵ عدد تا ۶۲۴۹/۱۰ عدد و از ۰/۳۷ گرم تا ۰/۶۸ گرم بوده است. در این تحقیق نیز گروه‌های پادمان، حشرات بالدار و کنه‌ها بیشترین درصد فراوانی هر یک از عرصه‌های مورد تحقیق را به خود اختصاص داده‌اند (زایر اومالی، ۱۳۹۰). در تحقیقی دیگر متوسط فراوانی و زیوزن بی‌مهرگان خاکزی در هر مترمربع و تا عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک جنگلکاری‌های مدیریت‌شده و دست‌نخورده افرا در منطقه نکا نیز به ترتیب از ۲۵۵۶/۹۵ عدد تا ۳۹۰۳ عدد و از ۰/۲۰ گرم تا ۰/۳۱ گرم بوده است. در این تحقیق گروه‌های پادمان، کنه‌ها، سیمیفیلا و حشرات بالدار بیشترین درصد فراوانی هر یک از جنگلکاری‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده افرا را به خود اختصاص داده‌اند (شهیدی‌فر، ۱۳۹۱). نتیجه بررسی متوسط فراوانی بی‌مهرگان خاکزی در هر متر مربع و تا عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک جنگلکاری‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ (افرا، توسکا، بلوط و زربین) و جنگل‌های طبیعی اطراف آن در منطقه دارابکلا نشان داد که گروه‌های پادمان، کنه‌ها، و حشرات بالدار بیشترین درصد فراوانی هر یک از تیمارهای بررسی‌شده را شامل شده‌اند (محمدنژاد کیاسری و همکاران،

۱۳۹۰). همچنین تحقیق در خصوص جمعیت بی‌مهرگان خاکزی در هر مترمربع و تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک در توده‌های بلوط-ممرزستان، ممرزستان و راشستان‌های جنگل‌های نکا نیز نشان داد که گروه‌های پادمان، کنه‌ها و حشرات بالدار بیشترین درصد فراوانی هر یک از تیمارهای بررسی شده را به خود اختصاص داده‌اند (رحمانی و زارع مایوان، ۱۳۸۲).

متوسط درصد زیوزن خشک کرم‌های خاکی نوزاد و بالغ در این تحقیق بیشترین مقدار را در ارتباط با زیوزن گروه‌های مختلف بی‌مهرگان خاکزی جنگلکاری‌های زربین و کاج بروسیا در منطقه کردکوی به خود اختصاص داده که به ترتیب بیش از ۵۳ درصد (۵۳/۷ درصد) و بیش از ۵۸ درصد (۵۸/۷ درصد) زیوزن کل گروه‌های مختلف بی‌مهرگان خاکزی را شامل شده است. شایان یادآوری است که دیگر تحقیقات در شمال کشور نشان داد که بیشترین زیوزن گروه‌های مختلف بی‌مهرگان خاکزی مربوط به کرم‌های خاکی است. در تحقیقی، زیوزن خشک کرم‌های خاکی نوزاد و بالغ فصل تابستان در عرصه‌های خالص و آمیخته آزاد جنگل‌های قرمض نکا به ترتیب ۵۳/۶ درصد و ۷۰/۶ درصد زیوزن گروه‌های مختلف بی‌مهرگان خاکزی را شامل شد (زایر اومالی، ۱۳۹۰). زیوزن خشک کرم‌های خاکی نوزاد و بالغ فصل تابستان در جنگلکاری‌های افرای مدیریت‌نشده و مدیریت‌شده جنگل‌های سامان‌دره نیز به ترتیب بیش از ۲۴ درصد (۲۴/۴ درصد) و ۱۴ درصد (۱۴/۲ درصد) زیوزن خشک کل گروه‌های مختلف بی‌مهرگان خاکزی را به خود اختصاص داد (شهیدی‌فر، ۱۳۹۱). نتیجه بررسی متوسط زیوزن سالیانه و در طول چهار فصل بی‌مهرگان خاکزی در هر متر مربع جنگلکاری‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ (افرا، توسکا، بلوط و زربین) و جنگل‌های طبیعی اطراف آن در منطقه دارابکلا نشان داد که گروه‌های متوسط زیوزن خشک کرم‌های خاکی نوزاد و بزرگ

زربین بوده است (مصدق، ۱۳۹۰). شایان یادآوری است در هیچ‌یک از توده‌های یادشده، عملیات پرورشی صورت نگرفته است. بدیهی است اجرای عملیات پرورشی و کاشت گونه زربین در دامنه‌های شمالی و ارتفاعات میان‌بند استان گلستان که کاهش تنش‌های حاصل از گرمای تابستان را در پی خواهد داشت، به کاهش خسارت سرخشکیدگی و افزایش کیفیت این توده منجر خواهد شد. در مجموع این تحقیق نشان داد که جنگلکاری کاج بروسیا نسبت به عرصه جنگلکاری زربین بستر مناسب‌تری را برای حضور بی‌مهرگان خاکزی فراهم ساخته است و با توجه به برتری کیفی این گونه و همچنین برتری تنوع پوشش گیاهی در عرصه جنگلکاری کاج بروسیا نسبت به عرصه جنگلکاری گونه زربین (مصدق، ۱۳۹۰)، می‌توان اذعان کرد که در مناطق پایین‌بند دامنه‌های شمالی استان گلستان که به دلیل فرسایش یا تخریب، مناسب جنگلکاری با گونه‌های پهن‌برگ نیست، اجرای عملیات جنگلکاری با استفاده از گونه پیشاهنگ کاج بروسیا نسبت به گونه سوزنی‌برگ زربین توصیه می‌شود.

منابع

احمدلو، فاطمه، مسعود طبری، احمد رحمانی و حامد یوسف‌زاده، ۱۳۸۹. اثر تیمارهای کود دامی و خاک‌برگ بر بهبود جوانه‌زنی و زنده‌مانی سرو نقره‌ای و زربین در نهالستان، جنگل و فرآورده‌های چوب، ۶۳ (۴): ۳۱۷-۳۳۰.

بی‌نام، ۱۳۷۴. بررسی سوزنی‌برگان در جنگلکاری‌های شمال کشور، دفتر جنگلکاری و پارک‌ها، سازمان جنگل‌ها و مراتع، ۹۸ ص.

بی‌نام، ۱۳۸۶. کتابچه تجدیدنظر طرح جنگلداری کردکوی، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، اداره کل منابع طبیعی گلستان، ۱۰۱ ص.

برهانی، علی، حسن بریمانی‌ورندی و شیرزاد محمدنژاد کیاسری، ۱۳۸۳. تحلیلی بر سرخشکیدگی زربین در جنگلکاری‌های التپه (بهشهر)، پژوهش و سازندگی، ۶۳ (۱): ۱۶-۲۲.

به‌ترتیب ۹۳/۵ درصد، ۹۳/۷ درصد، ۹۵/۵ درصد، ۸۵/۳ درصد و ۹۲/۹ درصد زیوزن خشک کل بی‌مهرگان خاکزی را در بر گرفته است (Mohammadnezhad Kiasari et al., 2009). همچنین بررسی زیوزن سالیانه و براساس برداشت ماهیانه بی‌مهرگان خاکزی در هر متر مربع توده‌های بلوط-ممرزستان، ممرزستان و راشستان‌های جنگل‌های نکا نشان داد متوسط زیوزن خشک کرم‌های خاکی نوزاد و بالغ به‌ترتیب ۷۱/۷ درصد، ۷۴/۰ درصد و ۶۷/۵ درصد زیوزن گروه‌های مختلف بی‌مهرگان خاکزی را شامل شده است (رحمانی و زارع مایوان، ۱۳۸۲).

نتایج این تحقیق با وجود عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد نشان داد متوسط هر یک از شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون به همراه عامل یکنواختی هیپ بی‌مهرگان خاکزی توده‌های جنگلکاری کاج بروسیا بیشتر از جنگلکاری‌های زربین بوده است. البته در تحقیقات متعدد از مقادیر بی‌مهرگان خاکزی به‌منظور مقایسه عرصه‌های مختلف یا نحوه اعمال مدیریت‌های متفاوت استفاده شده است (رحمانی و زارع مایوان، ۱۳۸۲؛ محمدنژاد کیاسری و همکاران، ۱۳۹۰؛ Addison et al., 2003; Yoshimura, 2007). شایان ذکر است در سطح پلات‌های بررسی‌شده، ارزیابی کمی و کیفی و همچنین ارزیابی تنوع پوشش گیاهی نیز انجام پذیرفته است که به‌دلیل گستردگی مطلب، در این مقاله تنها به بخش ارزیابی تنوع بی‌مهرگان خاکزی پرداخته شده است. شایان ذکر است که آماربرداری کمی و کیفی درختان کاج بروسیا و زربین در هر یک از این قطعات نمونه، حاکی از برتری کیفی درختان کاج بروسیا بر گونه زربین است. خمیدگی، بادافتادگی و بیماری قارچی سرخشکیدگی زربین از عوامل اصلی کاهش کیفیت عرصه جنگلکاری زربین تعیین شده است. همچنین بررسی تنوع پوشش گیاهی در این دو عرصه جنگلکاری نمایانگر برتری توده کاج بروسیا بر عرصه

طبری کوچکسرای، مسعود، حمیدرضا سعیدی، محمدرضا پورمجدیان و علیرضا علی‌عرب، ۱۳۸۷. تأثیر اثر اصلاح خاک بر رشد و زنده ماندن نهال زربین در عرصه جنگلکاری، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۱ (۳): ۶۵۳-۶۶۳.

مصدق، حامد، ۱۳۹۰. مقایسه تنوع زیستی (پوشش گیاهی و ماکروارگانسیم‌های خاک) در دو توده جنگلکاری کاج بروسیا و زربین در جنگل‌های کردکوی (پژوهش موردی: منطقه ولاغوز)، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۸۰ ص.

مصطفی‌نژاد، سید رضا، ۱۳۸۷. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی کشت گروهی از مهم‌ترین و سریع‌الرشدترین درختان صنعتی جهان در چمستان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۳۸ ص.

محمدنژاد کیاسری، شیرزاد، حسین سردابی، سید علیرضا موسوی و موسی کارنده، ۱۳۸۶. تاثیر زمان کاشت در رشد و زنده ماندن نونهال‌های کاج بروسیا و زربین در شرق مازندران (ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع پاسند)، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۶ (۲): ۲۵۱-۲۶۱.

محمدنژاد کیاسری، شیرزاد، ۱۳۸۹. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی سازگاری سوزنی برگان مهم جهان در منطقه ارتفاعی پایین بند جنگل‌های نکا (کوهسارکنده)، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۴۴ ص.

محمدنژاد کیاسری، شیرزاد، خسرو ثاقب‌طالبی، رامین رحمانی و محمد عموزاد، ۱۳۹۰. مقایسه تنوع بی‌مهرگان خاکزی در عرصه‌های جنگل طبیعی و جنگل‌کاری‌های منطقه ساری، فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی، ۶ (۲): ۵۵-۶۹.

موسوی، سید علیرضا، ۱۳۷۵. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی مقایسه استقرار گونه‌های درختی مقاوم به خشکی در رویشگاه‌های نیمه‌خشک جنگلی مازندران، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۵۴ ص.

Addison, J.A., J.A. Trofymow, and V.G. Marshall, 2003. Abundance, species diversity and community structure of Collembola in successional coastal temperate forests on Vancouver Island, Canada, *Applied Soil Ecology*, 24(3): 233-246.

پوربابایی، حسن، کریم جواشیر، محمود زبیری و مسلم اکبری‌نیا، ۱۳۷۸. تنوع گونه‌های درختی رویشگاه‌های گردو در جنگل‌های گیلان، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۲ (۱): ۳۵-۴۵.

خورنکه، سیفالله، ۱۳۸۹. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی مقایسه مقدار رشد و تولید سه گونه سوزنی‌برگ سازگار شده در سواحل شرق دریای خزر (آزمایش پیشاهنگ)، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۴۵ ص.

دستمالچی، محمود، ۱۳۷۴. کاج بروسیا، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۱۳۹ ص.

رحمانی، رامین و حسن زارع مایوان، ۱۳۸۲. بررسی تنوع و ساختار اجتماع بی‌مهرگان خاکزی در تپ‌های جنگلی راش، ممرز و بلوط-ممرز، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۶ (۴): ۴۲۵-۴۳۷.

زارع، حبیب، ۱۳۸۰. گونه‌های بومی و غیربومی سوزنی‌برگ در ایران، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۴۹۸ ص.

زایرومالی، رحیم، ۱۳۹۰. بررسی تنوع زیستی (پوشش گیاهی و ماکروارگانسیم‌های خاک) در دو توده خالص و آمیخته‌گونه آزاد (پژوهش موردی: منطقه قرم‌رض نکا)، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۶۳ ص.

شهیدی‌فر، حسن، ۱۳۹۱. مقایسه تنوع زیستی (پوشش گیاهی و ماکروارگانسیم‌های خاک) در دو جنگلکاری مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده در جنگل‌های نکا (پژوهش موردی: منطقه سامان‌دره)، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۷۵ ص.

صادق‌زاده حلاج، محمدحسین و علی‌اکبر رستاقی، ۱۳۹۰. بررسی عملکرد روشی کاج بروسیا (پژوهش موردی: طرح جنگلکاری عرب‌داغ، استان گلستان)، مجله جنگل ایران، ۳ (۳): ۲۰۱-۲۱۲.

صوفی‌زاده، نغمه، سید محسن حسینی و مسعود طبری کوچکسرای، ۱۳۸۹. تاثیر تاریخ کاشت، آبیاری و کنترل علف‌های هرز بر روی خصوصیات کمی و کیفی نونهال‌های کاج بروسیا در خزانه، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۸ (۱): ۷۷-۸۹.

Bradford, M.A., G.M. Tordof, T. Egger, T. Jones, and J.E. Newington, 2002. Microbiota, fauna, and mesh size interaction in litter decomposition, *Oikos*, 99: 317-323.

Callahan, M.A., D.D. Richter, D.C. Coleman, and M. Hofmockel, 2006. Long-term land-use effects on soil invertebrate communities in southern piedmont soils, USA, *European Journal of Soil Biology*, 42(1): 150-156.

Harutyunova, L.D., and H. Barimani Varandi, 2011. About terrestrial mollusks of Mazandaran province (Iran) in: International conference of biological diversity and conservation problems of the Fauna of the Caucasus, September 26-29, Yerevan, Armenia, 53-54.

Jenkins, M.A., and G.R. Parker, 1998. Composition and diversity of woody vegetation in silvicultural openings of southern Indiana forests, *Forest Ecology and Management*, 109(3): 57-74.

Marra, J.L., and R.L. Edmonds, 2005. Soil arthropod responses to different patch types in a Mixed-Conifer forest of the Sierra Nevada, *Forest Science*, 51(3): 255-265.

Mohammadnezhad Kiasari, S., K. Sagheb-Talebi, R. Rahmani, and O. Ghasemi-Chapi, 2009. Seasonal variation of earthworm abundances and biomass in natural forests and plantations (North of Iran), *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 7(2): 87-98.

Oatenand, D. K., and K.W. Larsen, 2008. Stand characteristics of three forest types within the dry interior forests of British Columbia, Canada: Implications for biodiversity, *Forest Ecology and Management*, 256(1-2): 114-120.

Yoshimura, M., 2007. Comparison of stream benthic invertebrate assemblages among forest types in the temperate region of Japan, *Biodiversity and Conservation*, 16(7): 2137-2148.

Soil invertebrates diversity of Brutain pine (*Pinus brutia* Ten.) and Cypress (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) afforestations in Kordkoy region

S. Mohammadnezhad Kiasari^{1*}, H. Mossadegh², A. Kialashaki³, F. Asadollahi⁴, and H. Kiadaliri⁵

¹ Assistant Prof., Agriculture and Natural Resources Research Center, Mazandaran, I. R. Iran

² M.Sc., Neka General Office of Natural Resources, Mazandaran, I. R. Iran

³ Associate Prof., Islamic Azad University, Nowshahr Branch, Mazandaran, I. R. Iran

⁴ Assistant Prof., Islamic Azad University, Chalos Branch, Mazandaran, I. R. Iran

⁵ Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Science and Research Branch, I.R. Iran

(Received: 18 January 2014, Accepted: 22 July 2014)

Abstract

The objective of this study was to evaluate the diversity of soil invertebrates at Brutain pine (*Pinus brutia* Ten.) and Cypress (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) afforestations in Kordkoy region (Mazandaran-Iran). Tending operations have not been performed in these afforestations. For this purpose, invertebrates were sampled in mid-summer, using 20 core soil samples (81 cm² cross section) to a depth of 10 cm. The fourteen groups of soil invertebrates in each sample were extracted by Berlese funnel and counted by Binocular. Also 20 soil pits of 100×100 cm² with 10 cm and 20 cm depth were taken and adult earthworms were collected by hand counting. The results of this research showed that the diversity of soil invertebrates (Shanon and Simpson index) with species richness (Margalef index) and species equitability (Heip index) in the Brutain Pine afforestation was greater than Cypress afforestation. Of course it must be mentioned that these differences were not statistically significant. Overall, this study showed Brutain pine has provided a more favorable environment for the presence of soil invertebrates than cypress plantation.

Key words: Brutain pine, Cypress, Diversity, Forestation, Richness, Soil invertebrates.