

اثر ترکیب تاج پوشش گونه‌های درختی بر مشخصه‌های آلی و معدنی خاک جنگل‌های هیرکانی غربی (مطالعه موردی: جنگل کرکرد نوشهر)

عاطفه کریمیان بهنمیری^۱، کامبیز طاهری آبکنار^{۲*}، یحیی کوچ^۳، علی صالحی^۲
۱. دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، گیلان
۲. دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، گیلان
۳. استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۱۹، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۸

چکیده

پژوهش حاضر با هدف ارزیابی تأثیر ترکیب تاج پوشش درختان راش با گونه‌های همراه (راش-ممرز-پلت، راش-ممرز، راش-پلت و راش خالص) بر مبنای مشخصه‌های لاشبرگ و خاک در استان مازندران صورت پذیرفت. نمونه‌های لاشبرگی با استفاده از کیسه لاشبرگ و نمونه‌های خاک (با ابعاد ۳۰×۳۰×۳۰ سانتی‌متر) در هریک از توده‌ها با پنج تکرار از زیر تاج پوشش درختان مرکزی راش برداشت شد. به منظور بررسی تأثیر فصول مختلف بر حضور و فعالیت جانداران خاک‌زی، نمونه برداری به جز فصل تابستان، در بهار، پاییز و زمستان نیز انجام پذیرفت. مشخصه‌های کیفی لاشبرگ (کربن آلی، نیتروژن کل، نسبت کربن به نیتروژن)، مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی و زیستی خاک (رطوبت، pH، کربن آلی، نیتروژن کل، تراکم و زی توده کرم خاکی، نماتدهای خاک‌زی و تنفس میکروبی) سنجیده شد. نتایج نشان داد که مقدار نیتروژن خاک (۰/۴۸ درصد)، pH (۷/۴۳) و زی توده (۵۶/۸۸ میلی‌گرم در متر مربع) و تراکم کرم خاکی (۵۷/۰۵ عدد در متر مربع)، نماتدهای خاک‌زی (۵۴/۸ درصد گرم خاک) و تنفس میکروبی (۵۲/۰۲ میلی‌گرم دی‌اکسید کربن در گرم خاک در روز) در توده‌های راش-ممرز-پلت بیشتر از دیگر توده بررسی شده بوده است. در همه ترکیب‌های تاجی بررسی شده، بیشترین تراکم (۴۵/۱۲)، زی توده کرم خاکی (۴۶/۰۸) و نماتدهای خاک‌زی (۵۶/۷۸) در فصل پاییز بود، در حالی که بیشترین تنفس میکروبی خاک (۵۸/۵) در فصل تابستان ثبت شد. بر اساس نتایج، توده راش-ممرز-پلت تأثیر زیادی بر مشخصه‌های آلی و معدنی خاک دارد. از نتایج کاربردی این پژوهش می‌توان به انتخاب گونه پهن برگ به منظور احیای مناطق تخریب یافته شمال کشور اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی: تنفس میکروبی، کربن، کرم خاکی، لاشبرگ، نماتد، نیتروژن، pH.

مقدمه

توده‌های جنگلی از نظر خصوصیات اکولوژیکی و تغذیه مشاهده می‌شود. تاج پوشش جنگل بر بسیاری از فرایندهای بیولوژیکی لایه‌های آلی و معدنی خاک اثرگذار است [۲]. گونه‌های مختلف درختی لاشه‌ریزی متفاوتی دارند که همین موضوع به بروز اختلاف در عناصر غذایی زیر تاج پوشش منجر می‌شود [۳]. تأثیر گونه‌های درختی بر

پایداری اکوسیستم‌های جنگلی وابسته به تغییرپذیری مشخصه‌های خاک تحت تأثیر گونه‌های درختی مختلف است [۱]. در جنگل‌های آمیخته، ناهمگنی تاج پوشش در

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۳۳۱۷۳۴۸

Thoms و همکاران [۷]، میزان تنفس میکروبی خاک زیر تاج پوشش گونه‌های راش، نمدار، افرا، زبان گنجشک و مرز بسیار متفاوت است و بیشترین مقادیر این مشخصه در بخش تحتانی گونه‌های نمدار و افرا، و کمترین مقدار آن در گونه راش مشاهده شد. همچنین تنفس میکروبی خاک به‌عنوان یک شاخص مهم و کاربردی در تعیین فعالیت‌های زیستی در خاک، تحت تأثیر کیفیت لاشبرگ گونه‌های مختلف درختی قرار دارد. هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر ترکیب تاج پوشش درختان راش با درختان همراه بر تغییرپذیری شاخص‌های لاشبرگ، فیزیکوشیمیایی و زیستی خاک است. با استفاده از نتایج این پژوهش، می‌توان توده‌های مناسب برای افزایش کیفیت و بهره‌وری خاک در اکوسیستم‌های تخریب‌یافته جنگلی شمال را معرفی و در زمینه اولویت‌بندی انتخاب گونه پهن‌برگ برای احیای مناطق تخریب‌یافته شمال کشور اظهار نظر بهتری کرد.

مواد و روش‌ها

منطقه تحقیق

این پژوهش در جنگل‌های سری سوم از حوزه آبخیز کرکود و در محدوده آبخیز شماره ۳۸، واقع در عرض جغرافیایی $36^{\circ} 33' 15''$ تا $37^{\circ} 45' 36''$ شمالی و طول جغرافیایی $51^{\circ} 23' 45''$ تا $51^{\circ} 27' 45''$ شرقی انجام گرفت. حداقل ارتفاع کل سری ۵۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۱۴۰۰ متر از سطح دریاست. براساس اطلاعات هواشناسی، متوسط دما ۱۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه ۸۹۰ میلی‌متر برآورد شد. اقلیم منطقه براساس فرمول آب‌وهوایی آمبرژه، معرف اقلیمی با زمستان‌های معتدل است. جنگل‌های کرکود با مساحت ۲۸۰۷ هکتار در قسمت جنوبی شهرستان‌های چالوس و نوشهر واقع شده است. به‌طور کلی خاک‌های منطقه دارای منشأ مادری آهکی و مارنی است منطقه دارای خاک تکامل‌یافته و به نسبت عمیق تا عمیق و در نقاط مرتفع گاهی کم‌عمق

کیفیت لاشبرگ و خصوصیات خاک در توده‌های آمیخته جنگلی کمتر شناخته شده است. در یک تحقیق، Augusto و همکاران [۳] با بررسی تأثیر گونه‌های مختلف بر کیفیت خاک جنگل‌های اروپا بیان داشتند که تأثیر گونه‌های مختلف بر مقادیر pH خاک بسیار متفاوت است، به‌طوری که برخی گونه‌ها شرایط قلیایی و برخی دیگر شرایط اسیدی در خاک ایجاد کرده‌اند [۳]. همچنین گونه‌های مختلف درختی در اثر ترکیب، سبب تغییر کربن موجود در خاک می‌شوند؛ به‌طوری که مقدار این عنصر در زیر تک‌درختان با مقدار آن در زیر تاج پوشش گونه‌های مختلف که با هم ترکیب شده‌اند، متفاوت است [۴]. بررسی Prescott [۵] نشان داد که تنوع در ترکیب تاج پوشش، سبب ایجاد تغییرات بیشتر برای جوامع میکروبی در محیط خاک می‌شود. بنابراین تاج پوشش یکی از مهم‌ترین اجزا در اکوسیستم جنگل است که تابع بسیاری از فرایندهای زیستی در کف جنگل و لایه‌های معدنی بالای خاک است. در بسیاری از پژوهش‌ها فون (میکرو، مزو و ماکرو) خاک به‌عنوان مهم‌ترین مشخصه در ارزیابی کیفیت و سلامت اکوسیستم‌های جنگلی مطرح است که فراوانی و زی‌توده آنها متأثر از نوع گونه درختی رویشگاه است [۶]. ماکروفون‌های خاک، شبکه غذایی بسیار پیچیده خاک را تشکیل می‌دهند و در این میان کرم خاکی از مهم‌ترین موجودات ماکروفون خاک و جزو اصلی‌ترین موجودات تأثیرگذار در اکوسیستم‌های جنگلی محسوب می‌شوند [۲]. درختان با تغییر ویژگی‌های خاک از طریق تفاوت در کمیت و کیفیت لاشبرگ، مواد آلی، نسبت کربن به نیتروژن، رطوبت و pH اثرهای متعددی بر فراوانی و ساختار جمعیت کرم خاکی دارند. تنفس میکروبی بیانگر فعالیت زیستی خاک و یکی از فرایندهای اصلی در کنترل کربن بوم‌سازگان‌های زمینی است. گونه‌های درختی با تأثیر بر کمیت و کیفیت لاشبرگ تولیدی در محیط‌های روی زمینی و زیرزمینی بر تنفس خاک اثرگذارند. مطابق با پژوهش

اندازه‌گیری شد. همچنین، همزمان با نمونه‌برداری خاک، کرم‌های خاکی به‌روش دستی جمع‌آوری و براساس ویژگی‌های ظاهری (گروه‌های اکولوژیک اپی‌ژئیک، آنستیک و اندوژئیک) شناسایی شدند. زی‌توده کرم خاکی به تفکیک هر گروه با توجه به وزن آنها بعد از ۴۸ ساعت خشک شدن در آزمایشگاه مشخص شد. با توجه به تأثیر فصول مختلف بر حضور و فعالیت جانداران و به‌منظور دقت بیشتر، نمونه‌برداری جانداران به‌جز فصل تابستان (مرداد)، در بهار (اردیبهشت)، پاییز (آبان) و زمستان (بهمن) نیز انجام گرفت. برای شمارش نماتدهای خاک زی، ۱۰۰ گرم از نمونه خاک تعیین و سپس با استفاده از تکنیک قیف بیرمن و سانتریفیوژ، جداسازی و شمارش شد و براساس وزن خشک خاک، تعداد آنها در ۱۰۰ گرم خاک خشک محاسبه شد. برای اندازه‌گیری تنفس میکروبی خاک، نمونه‌های تازه خاک در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری و تنفس میکروبی با استفاده از روش بطری دربسته اندازه‌گیری و محاسبه شد [۹].

روش تجزیه و تحلیل آماری

در مرحله اول، نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگن بودن واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی شد. به‌منظور بررسی تفاوت یا نبود تفاوت مقادیر صفات و مشخصه‌های لاشبرگ و خاک در ارتباط با ترکیب‌های مختلف تاجی از تجزیه واریانس یکطرفه استفاده شد. آزمون توکی نیز به‌منظور مقایسه چندگانه میانگین به‌کار رفت. به‌منظور بررسی تغییرات معنی‌داری صفات فون خاک در فصول مختلف سال در ترکیب‌های مختلف تاجی از آزمون ناپارامتریک کروسکال‌والیس استفاده شد (با توجه به اینکه داده‌ها نرمال نبودند و نیز با روش تبدیل داده‌ها نرمال نشدند). تجزیه و تحلیل آماری همه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام پذیرفت.

است؛ بافت خاک نیمه‌سنگین تا سنگین با درصد رس بیش از ۳۰ تا ۳۵ درصد است که بیانگر زهکشی ضعیف و بافت شن رسی لومی و رس لومی خاک است و در طبقه آلفی‌سول قرار دارد. گونه‌های درختی راش، ممرز، توسکا، خرمندی، پلت پوشش‌های غالب چوبی در منطقه‌اند که دامنه‌های ارتفاعی مختلف را اشغال کرده‌اند [۸].

روش نمونه‌برداری

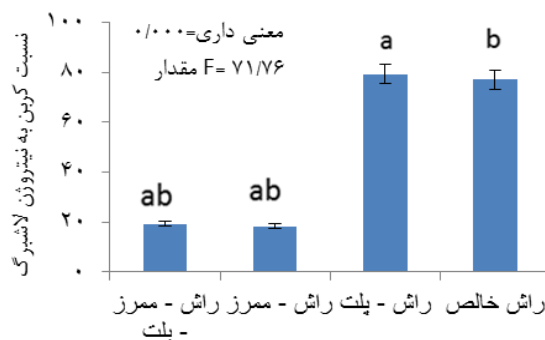
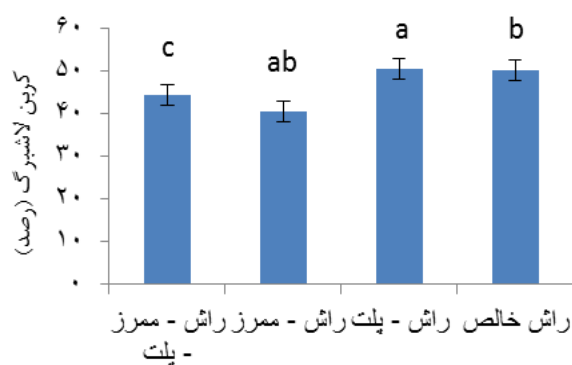
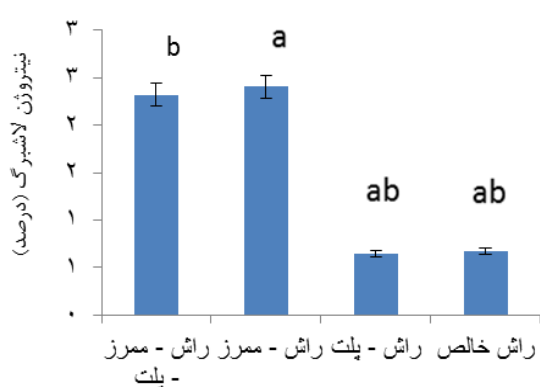
بعد از مشخص شدن منطقه تحقیق، تک درختان راش به‌عنوان درخت اصلی و مرکزی، در طبقه قطری مشابه (۵۰ سانتی‌متر) انتخاب شدند. سپس مهم‌ترین گونه‌های همراه با راش، شامل ممرز، پلت و راش مدنظر قرار گرفت. این درختان راش، هم توسط گونه‌های درختی مشابه خود و هم گونه‌های درختی آمیخته احاطه شده‌اند. بر این اساس، تیمارهای این پژوهش شامل درخت راش محاط با درختان ممرز، درخت راش محاط با درختان پلت، درخت راش محاط با درختان ممرز و پلت و درخت راش محاط با درختان ممرز و پلت دیگر، با پنج تکرار از هر یک از ترکیب‌ها در نظر گرفته شد. همچنین به‌منظور دقت بیشتر سعی شد لکه‌های (گروه‌های) درختی از شرایط فیزیوگرافی (شیب ۴۰-۳۵ درصد، جهت جغرافیایی شمال شرقی و ارتفاع ۸۳۰-۸۰۰ متر از سطح دریا) همگن و یکنواختی برخوردار باشند و نیز گونه‌های اطراف درختان همراه با راش ترجیحاً و اغلب از همان گونه مورد نظر باشند. برای نمونه‌برداری لاشبرگ‌ها از کیسه‌های لاشبرگی استفاده و سپس مهم‌ترین مشخصه‌های لاشبرگی (کربن و نیتروژن) اندازه‌گیری شد. همچنین نمونه‌های خاک (۳۰×۳۰×۳۰ سانتی‌متر) [۳]، در مرداد، در زیر تاج‌پوشش درختان راش [۱]، در چهار طرف درخت برداشت شده و سپس با هم ترکیب شدند و یک نمونه ترکیبی از هر درخت انتخاب و برای کارهای بعدی به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه مهم‌ترین مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (بافت خاک، جرم مخصوص ظاهری، رطوبت، pH، کربن آلی، نیتروژن کل)

نتایج و بحث

کیفیت لاشبرگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که همه مشخصه‌های بررسی شده، در بین توده‌های مختلف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (شکل ۱). بیشترین مقدار کربن به توده راش-پلت و کمترین آن به توده راش-ممرز تعلق داشت. بیشترین مقدار نسبت کربن به نیتروژن نیز به توده راش-پلت و کمترین آن به دو توده راش-ممرز و راش-ممرز-پلت تعلق داشت که هر دو در یک رده بودند.

همچنین بیشترین مقدار نیتروژن در توده راش-ممرز و کمترین آن در دو توده راش-پلت و راش خالص مشاهده شد. برپایه پژوهش Aubert و همکاران [۱۰]، کمترین مقدار کربن و بیشترین مقدار نیتروژن در لاشبرگ گونه ممرز مشاهده شد. در پژوهشی Keller و همکاران [۱۱] بیان داشتند که برگ درختان با غلظت زیاد مواد معدنی موجب غنی‌سازی محتوای نیتروژن در خاک زیرین درختان می‌شود. در این پژوهش بیشترین مقدار نیتروژن به توده راش-ممرز تعلق داشت.



شکل ۱. میانگین (\pm اشتباه معیار) شاخص‌های کیفی لاشبرگ در ارتباط با توده‌های جنگلی بررسی شده (حروف انگلیسی متفاوت بر روی ستون‌ها تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد را نشان می‌دهد)

مشخصه‌های فیزیکو شیمیایی خاک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که همه مشخصه‌های بررسی شده، به جز رس و کربن آلی، در بین توده‌های مختلف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند (جدول ۱). توده راش-پلت، بیشترین درصد رطوبت را در مقایسه

با دیگر توده‌های بررسی شده داشت. در تحقیقی، David و همکاران [۱۲] بیان داشتند که به‌طور کلی توده‌های مختلف، تاج‌پوشش‌های متفاوتی دارند و به‌دلیل اینکه بخش زیادی از بارندگی از روی تاج درختان تبخیر می‌شود، گونه‌هایی که پوشش تاجی انبوه‌تری دارند، در مقایسه با درختانی که

نیترژن، عامل مهمی در تجزیه مواد آلی و مقدار معدنی شدن آنهاست. بر اساس موارد یادشده در مطالعه حاضر، انتظار آزاد شدن بیشتر نیترژن در خاک تحت پوشش توده راش - ممز نسبت به توده‌های دیگر زیاد است و در نقطه مقابل، تجزیه لاشبرگ راش خالص و راش-پلت کندتر صورت می‌گیرد. برپایه نتایج، توده‌های راش-پلت و راش خالص، دارای مقادیر زیادی کربن آلی و نسبت کربن به نیترژن و ترکیب توده‌های راش - ممز و راش - ممز - پلت دارای کمترین مقدار این مشخصه‌هاست. کم بودن کربن آلی در خاک تحتانی توده‌های راش - ممز و راش - ممز - پلت را می‌توان به‌عنوان نتیجه‌ای از معدنی شدن سریع مواد آلی در اثر pH زیاد دانست؛ در حالی که توده راش خالص دارای pH کم است و معدنی شدن کربن آلی به‌کندی انجام می‌پذیرد. در توجیه این مسئله می‌توان به توانایی گونه‌های درختی در کاهش اسیدیته و افزایش مواد غذایی قابل جذب در خاک اشاره کرد [۱۳].

تاج آنها از پوشش کمتری برخوردار است، بارندگی کمتری دریافت می‌کنند. Manjur و همکاران [۱۳] بیان داشتند که بافت خاک از خصوصیات ثابت خاک است و تغییر آن در اثر پوشش درختی و در کوتاه‌مدت امکان‌پذیر نیست. با وجود این، در بررسی حاضر درصد مقدار شن و رس تأثیر معنی‌داری را در بین توده‌های بررسی‌شده نشان ندادند، اما مشخصه‌های سیلت و رطوبت متأثر از توده‌های مختلف جنگلی بود. همچنین بیشترین مقادیر نیترژن خاک و pH در توده راش - ممز مشاهده شد. نتایج پژوهش Wen-Jie و همکاران [۱۴] بیانگر تأثیر افزایش کربن آلی خاک و کاهش محتوای نیترژن است. آنان بیان داشتند که تجزیه کربن تجمع‌یافته با وجود کمبود نیترژن کندتر صورت می‌گیرد. در پژوهش حاضر، غلظت زیاد نیترژن در خاک توده راش - ممز ممکن است به دلیل تجزیه سریع لاشبرگ و غلظت زیاد نیترژن لاشبرگ آن باشد. Wang و همکاران [۱۵] در پژوهش خود بیان داشتند که نسبت کربن به

جدول ۱. میانگین (\pm اشتباه معیار) مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در ارتباط با توده‌های جنگلی تحت بررسی

معنی‌داری	مقدار F	راش خالص	راش-پلت	راش-ممز	راش-ممز-پلت	مشخصه
		میانگین \pm اشتباه معیار	میانگین \pm اشتباه معیار	میانگین \pm اشتباه معیار	میانگین \pm اشتباه معیار	
۰/۱۱۹	۲/۲۷	۲۶±۴/۱۹ ^a	۲۷±۳/۳۷ ^a	۴۵/۴±۱۰/۸۹ ^a	۲۸±۱/۴۸ ^a	شن
۰/۰۰۵	۶/۲۷	۴۲/۴±۴/۱۱ ^a	۴۲±۱/۷۸ ^b	۲۶±۳/۸۰ ^{ab}	۳۸/۶±۱/۷۴ ^c	سیلت
۰/۸۸۹	۰/۲۰	۳۱/۶±۲/۶۳ ^a	۳۱±۲/۴۴ ^a	۲۸/۶±۷/۴۶ ^a	۳۳/۴±۲/۶۱ ^a	رس
۰/۰۰۷*	۵/۸۹	۳۸/۲۵±۱/۶۴ ^c	۴۰/۵۶±۲/۴۳ ^{ab}	۳۱/۵۲±۰/۸۸ ^{ab}	۳۹/۴۵±۱/۳۳ ^b	رطوبت
۰/۰۰۱	۹/۳۶	۷/۱۲±۰/۲۱ ^{abc}	۶/۰۴±۰/۲۷ ^c	۷/۱۹±۰/۱۸ ^b	۷/۴۳±۰/۰۵ ^a	pH
۰/۱۵۵	۲/۰۰	۶/۹۰±۱/۳۱ ^a	۶/۱۵±۰/۹۷ ^a	۴/۷۴±۰/۳۵ ^a	۴/۲۴۸±۰/۴۶ ^a	کربن آلی
۰/۰۴۷	۳/۳۰۳	۰/۳۳±۰/۰۶ ^c	۰/۳۱±۰/۰۴ ^d	۰/۴۹±۰/۰۳ ^a	۰/۴۸±۰/۰۵ ^b	نیترژن کل
۰/۰۰۰	۱۰۴	۲۰/۳۴±۰/۸۳ ^a	۱۹/۳۸±۰/۷۹ ^b	۹/۵۷±۰/۱۶ ^{abc}	۸/۷۶±۰/۳۳ ^{abd}	نسبت کربن به نیترژن

* معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد

مشخصه‌های زیستی خاک

مقدار است. برپایه نتایج ارائه‌شده، بیشترین مقدار زی توده کرم خاکی در راش - ممز، و کمترین مقدار آن به ترتیب در راش - ممز - پلت، راش خالص و راش - پلت مشاهده شد. از بین گروه‌های اکولوژیک کرم‌های خاکی، بیشترین تراکم و زی توده، متعلق به کرم‌های اپی ژئیک، و کمترین

نتایج آزمون کروسکال والیس بیانگر تفاوت معنی‌دار خصوصیات زیستی در بین توده‌های مختلف است (جدول ۲). تراکم کرم خاکی در توده راش - ممز - پلت دارای بیشترین مقدار و در توده راش - پلت دارای کمترین

نشان داد که بیشترین مقدار زی‌توده کرم خاکی و نماتد در پاییز و کمترین مقدار آن در زمستان مشاهده شد. براساس پژوهش Kooch و همکاران [۱]، در ارتباط با فصول مختلف سال، بیشترین مقادیر تراکم و زی‌توده کرم‌های خاکی به‌طور معنی‌داری به فصل پاییز تعلق داشت، در حالی که کمترین مقادیر مشخصه‌های مذکور در زمستان مشاهده شد که نتایج حاضر همسو با آن است. همسو با یافته‌های Ewing و همکاران [۲۱]، نتایج این بررسی نیز نشان داد که تراکم و زی‌توده کرم خاکی در فصل پاییز بیشترین مقدار را دارد که ممکن است به دلیل رطوبت بیشتر و دمای کمتر در پاییز باشد.

همچنین نتایج نشان داد که تنفس میکروبی خاک و نماتدهای خاک‌زی در فصول مختلف تفاوت آماری معنی‌داری دارند و بقیه مشخصه‌ها تفاوتی ندارند (جدول ۳). در این میان، بیشترین مقدار تنفس میکروبی به توده راش - ممرز-پلت و فصل تابستان، و کمترین مقدار آن به گونه راش خالص و فصل زمستان تعلق یافت. بیشترین فعالیت نماتدها در توده راش - ممرز و راش - ممرز-پلت بود. در پژوهش حاضر، مقدار تنفس میکروبی خاک در توده‌های بررسی شده متفاوت بود. از جمله دلایل کم بودن تنفس میکروبی در توده راش خالص می‌توان به کم بودن نرخ تجزیه لاشبرگ و در نتیجه بیشتر بودن نسبت کربن به نیتروژن خاک اشاره کرد. در پژوهش Brumme و Khanna [۲۲] بین تنفس میکروبی خاک و نسبت کربن به نیتروژن آن همبستگی منفی وجود داشت که با نتایج این پژوهش همسوست. در پژوهش حاضر، تنفس میکروبی تحت تأثیر فصول مختلف تغییر کرد، به طوری که بیشترین مقدار آن در تابستان مشاهده شد که ممکن است به دلیل افزایش دمای محیط در تابستان و فراهم شدن شرایط مساعدتر برای تجزیه لاشبرگ باشد [۵].

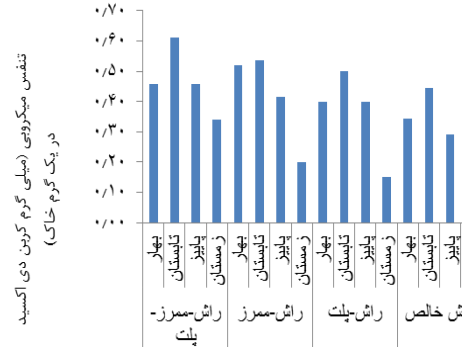
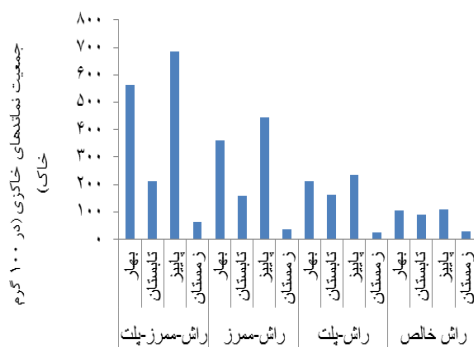
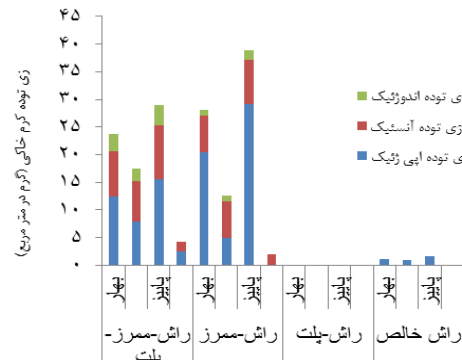
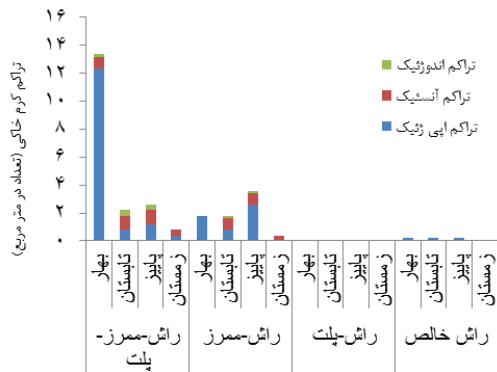
مقدار آن مربوط به کرم‌های آنسئیک بود (شکل ۲). فصل زمستان تراکم گروه اکولوژیک آندوژئیک در خاک هیچ یک از پوشش‌های درختی بررسی شده مشاهده نشد. بدیهی است که نبود کرم‌های آندوژئیک در این پژوهش، ممکن است به دلیل قدرت زیاد حفاری این‌گونه کرم‌ها باشد که به لایه‌های عمیق‌تر خاک مهاجرت می‌کنند [۱۶]. براساس پژوهش Suther [۱۷] بیشترین فراوانی کرم خاکی گروه آندوژئیک در پاییز و کمترین آن در زمستان مشاهده شد؛ در زمستان شرایط محیطی از نظر نور و دما برای تجزیه مواد آلی نامناسب است و همچنین بیشتر این گروه کرم خاکی از سرما و خشکی هوا فراری‌اند و به عمق‌های پایین‌تر مهاجرت می‌کنند؛ بنابراین این گروه کرم خاکی، کمتر دیده می‌شود یا دیده نمی‌شود [۱۸].

برپایه نتایج، تراکم کرم خاکی در توده راش - ممرز-پلت بیشتر است که علت را می‌توان زیاد بودن تولید لاشبرگ دانست. بیشترین گروه اکولوژیک شناسایی شده از نوع اپی‌ژئیک است که می‌تواند رابطه مستقیمی با زیاد بودن مقدار لاشبرگ داشته باشد. در پژوهشی Smith و همکاران [۱۹] بیان داشتند که کرم‌های خاکی اپی‌ژئیک و آنسئیک فراوانی بیشتری از گروه اکولوژیک آندوژئیک در اراضی جنگلی دارند که نتایج حاضر این مسئله را تأیید می‌کند. حضور نداشتن گروه اکولوژیک آندوژئیک در پژوهش حاضر را می‌توان به علت قدرت زیاد حفاری این‌گونه کرم‌ها دانست که اغلب به لایه‌های عمیق‌تر مهاجرت می‌کنند [۱۶]. Schwarz [۲۰] علت کم بودن مقدار زی‌توده کرم خاکی در بین گونه‌های لاریکس و کاج را زیاد بودن نسبت کربن به نیتروژن و نرخ لینگنین بیان کرد. در پژوهش حاضر نیز بیشترین نسبت کربن به نیتروژن خاک در توده راش خالص مشاهده شد؛ کمترین مقدار زی‌توده و جمعیت کرم خاکی نیز در این توده ثبت شد. از طرف دیگر در ارتباط با فصول مختلف سال نتایج

جدول ۲. نتایج آزمون کرومکال والیس و میانگین رتبه‌بندی مشخصه‌های زیستی در ترکیب‌های مختلف تاجی و فصول سال

منبع تغییرات	تراکم کرم خاکی	زی توده کرم خاکی	نماتدهای خاک‌زی	تنفس میکروبی خاک	تراکم اپی ژئیک	تراکم آنسئیک	تراکم آنسئیک	زی توده آنسئیک	تراکم آنسئیک	تراکم آندوزئیک	زی توده آندوزئیک
فصل	پاییز	۴۵/۱۲	۴۶/۰۸	۵۶/۷۸	۴۱/۶	۴۵/۷	۴۶/۱۲	۴۴/۳۸	۴۴/۳۲	۴۶/۹۵	۵۶/۲۵
	بهار	۴۴/۲	۴۴/۳	۵۴/۲۵	۴۶/۹۵	۵۸/۵	۴۴/۳۸	۳۹/۲۵	۳۹/۶۲	۵۸/۵	۴۰/۱۵
	تابستان	۴۲/۴۲	۴۱/۹	۴۰/۱۵	۵۸/۵	۱۴/۹۵	۴۲/۰۸	۳۹/۲۵	۳۲/۳۵	۳۹/۶۲	۱۰/۸۲
	زمستان	۳۰/۲۵	۲۹/۷۲	۱۰/۸۲	۱۴/۹۵	۳۲/۳۵	۴۲/۰۸	۳۲/۲۵	۳۲/۳۵	۳۲/۳۵	۱۰/۸۲
	مقدار کای اسکوار	۴۱/۱۴	۴۱/۳۹	۱۹/۵۵	۱۱/۲۲	۱۶/۷۶	۲۷/۴۸	۱۶/۹۴	۱۶/۷۶	۱۶/۷۶	۱۱/۲۲
	درجه آزادی	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
معنی‌داری	۰/۰۸۵	۰/۰۵۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۷۲	۰/۰۵۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	
توده‌ها	راش-ممرز-پلت	۵۷/۰۵	۵۶/۸۸	۵۴/۸	۵۲/۰۲	۴۵/۰۸	۴۴/۹۸	۵۱/۳	۵۱/۱۲	۴۴/۲۸	۴۵/۵۸
	راش-ممرز	۵۳/۶	۵۴	۴۵/۵۸	۴۴/۲۸	۳۵/۳	۴۴/۹۸	۵۱/۳	۵۱/۱۲	۴۴/۲۸	۴۵/۵۸
	راش-پلت	۲۳/۵	۲۳/۵	۳۸/۲۲	۳۷/۲۲	۳۰/۵	۳۰/۵	۳۰/۵	۳۰/۵	۳۷/۲۲	۳۸/۲۲
	راش خالص	۲۷/۸۵	۲۷/۶۲	۲۳/۴	۲۸/۴۸	۳۵/۳	۳۵/۳	۳۵/۳	۳۵/۳	۲۸/۴۸	۲۳/۴
	مقدار کای اسکوار	۶/۶۱	۷/۴۸	۴۹/۴۴	۳۷/۸۵	۶/۹۹	۷/۴۴	۶/۹۹	۶/۹۹	۳۷/۸۵	۴۹/۴۴
	درجه آزادی	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
معنی‌داری	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	

* معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد



شکل ۲. میانگین مشخصه‌های زیستی خاک در ارتباط با ترکیب‌های مختلف تاجی در فصول سال

نتیجه گیری

راش - ممرز و راش - ممرز - پلت از نظر کیفیت لاشبرگ و خاک در بیشتر موارد حالت بینابینی دارند. مدیران می‌توانند از نتایج این پژوهش در زمینه اولویت‌بندی انتخاب توده‌ای مناسب برای احیای مناطق تخریب‌یافته جنگل‌های شمال کشور بهره‌گیرند؛ بر این اساس، در مجموع به نظر می‌رسد ترکیب تاجی راش - ممرز - پلت توانسته است مشخصه‌های خاک تحت بررسی را بیشتر از دیگر ترکیب‌های گونه‌های درختی بهبود بخشد.

نتایج این پژوهش بیانگر آن است که حضور توده‌های مختلف، تأثیر متفاوت و چشمگیری بر مشخصه‌های کیفی لاشبرگ و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و زیستی خاک دارد. توده‌های راش - ممرز و راش - ممرز - پلت از نظر شاخص‌های شیمیایی (لاشبرگ و خاک) و شاخص‌های بیولوژی از حاصلخیزی بیشتری نسبت به توده‌های راش - پلت و راش خالص برخوردار بودند. به‌طور کلی، توده‌های

References

- [1]. Kooch, Y., Samadzadeh, B., and Hosseini, S.M. (2017). The effects of broad-leaved tree species on litter quality and soil properties in a plain forest stand. *Catena*, 150: 223-229.
- [2]. Wang, W., Wei, X., Liao, W., Blanco, J.A., Liu, Y., Zhang, L., and Guo, S. (2013). Evaluation of the effects of forest management strategies on carbon sequestration in evergreen broad-leaved (*Phoebe bournei*) plantation forests using FORECAST ecosystem model. *Forest Ecology and Management*, 300: 21-32.
- [3]. Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D., and Rothe, A. (2002). Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Annals of Forest Science*, 59(3): 233-253.
- [4]. Gartzia-Bengoetxea, N., Kandeler, E., de Arano, I.M., and Arias-Gonzalez, A. (2016). Soil microbial functional activity is governed by a combination of tree species composition and soil properties in temperate forests. *Applied Soil Ecology*, 100: 57-64.
- [5]. Prescott, C.E., and Grayston, S.J. (2013). Tree species influence on microbial communities in litter and soil: current knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management*, 309: 19-27.
- [6]. Blouin, M., Hodson, M. E., Delgado, E. A., Baker, G., Brussaard, L., Butt, K. R., and Brun, J. J. (2013). A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science*, 64(2): 161-182.
- [7]. Thoms, C., and Gleixner, G. (2013). Seasonal differences in tree species' influence on soil microbial communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 66: 239-248.
- [8]. Shabani, M. (2016). Relationship between tree types and physiographic conditions of the habitat in the northern profile of the forests, north of Iran (Case study: Golband region of Noshahr). M. Sc. thesis of Forestry, Sari University, 89p.
- [9]. Alef, K. (1995). Estimating of soil respiration. In: Alef, K., Nannipieri, P. (Eds.), *Methods in Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, New York, 464-470.
- [10]. Aubert, M., Hedde, M., Decaens, T., Bureau, F., Margerie, P., and Alard, D. (2003). Effects of tree canopy composition on earthworms and other macro-invertebrates in beech forests of Upper Normandy (France). *The 7th international symposium on earthworm ecology*. Cardiff, Wales, *Pedobiologia*, 47: 904-912.
- [11]. Keller, A.B., Reed, S.C., Townsend, A.R. and Cleveland, C.C. (2013). Effects of different canopy tree species on belowground biogeochemistry in a wet lowland tropical forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 58: 61-69.
- [12]. David, T.S., Gash, J.H.C., Valente, F., Pereira, J.S., Ferreira, M.I., and David, J.S. (2006). Rainfall interception by an isolated evergreen oak tree in a Mediterranean savannah. *Hydrological Processes*, 20(13): 2713-2726.
- [13]. Manjur, B., Abebe, T., and Abdulkadir, A. (2014). Effects of scattered *F. albida* (Del) and *C. macrostachyus* (Lam) tree species on key soil physicochemical properties and grain yield of Maize (*Zea*

- Mays): a case study at Umbulo Wacho watershed, Southern Ethiopia. *Journal of Agricultural Research*, 3(3): 63-73.
- [14]. Wen-Jie, W., Ling, Q., Gang, Z., Xue, S., Jing, A., Yan, W., Yu, Z.G., Wei, S., and Quan, C. (2011). Changes in soil organic carbon, nitrogen, pH and bulk density with the development of larch (*Larix gemelinii*) plantations in China. *Global Change Biology*, 17(8): 2657-2676.
- [15]. Wang, W., Wei, X., Liao, W., Blanco, J.A., Liu, Y., Liu, Sh., Liu, G., Zhang, L., Guo, X., and Guo, Sh. (2013). Evaluation of the effects of forest management strategies on carbon sequestration in evergreen broad-leaved (*Phoebe bournei*) plantation forests using FORECAST ecosystem model. *Forest Ecology and Management*, 300: 21-32.
- [16]. Beyranvand, M., and Kooch, Y. (2016). Effect of broadleaf tree species on abundance and diversity of earthworms in forest ecosystems plain. *Journal of Soil Biology*, 4(1): 15-26. (In Persian).
- [17]. Suthar, S. (2012). Seasonal dynamics in earthworm density, casting activity and soil nutrient cycling under Bermuda grass (*Cynodon dactylon*) in semiarid tropics, India. *Environmentalist*, 32(4):503–511.
- [18]. Tiunov, A. V., Hale, C. M., Holdsworth, A. R., and Vsevolodova-Perel, T. S. (2006.) Invasion patterns of Lumbricidae into the previously earthworm-free areas of northeastern Europe and the western Great Lakes region of North America. *Biological Invasions*, 8: 23-34.
- [19]. Smith, R. G., McSwiney, C. P., Grandy, A. S., Suwanwaree, P., Snider, R. M., and Robertson, G. P. (2008). Diversity and abundance of earthworms across an agricultural land -use intensity gradient. *Soil and Tillage Research*, 100(1-2): 83-88.
- [20]. Schwarz, B., Dietrich, C., Cesarz, S., Scherer-Lorenzen, M., Auge, H., Schulz, E., and Eisenhauer, N. (2015). Non-significant tree diversity but significant identity effects on earthworm communities in three tree diversity experiments. *European Journal of Soil Biology*, 67: 17–26.
- [21]. Ewing, H.A., Tuininga, A.R., Groffman, P.M., Weatherrs, K.S., Fahey, T.J., Fisk, M.C., Bohlen, P.J., and Suarez, E. (2015). Earthworms reduce biotic 15-nitrogen retention in Northern Hardwood forest. *Ecosystems*, 18(2): 328-342.
- [22]. Brumme, R., and Khanna, P.K. (2009). *Functioning and management of European beech ecosystems*. Springer, Germany.

Effect of canopy composition of tree species on soil organic and mineral properties at West Hyrcanian Forests of Iran (Case Study: Korkoroud forests in Noshahr)

A. Karimiyan Bahnemiri; Ph.D. Student of Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Natural Resources, Guilan University, I.R. Iran

K. Taheri Abkenar*; Assoc. Prof., Faculty of Natural Resources, Guilan University, I.R. Iran

Y. Kooch; Assist. Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Nour, I.R. Iran

A. Salehi; Assoc. Prof., Faculty of Natural Resources, Guilan University, I.R. Iran

(Received: 09 June 2018, Accepted: 08 January 2019)

ABSTRACT

The present study aims at assessing the effect of canopy combination of beech trees and associated species (beech-hornbeam- maple, beech-hornbeam, beech- maple and pure beech) on the basis of litter and soil characteristics in Mazandaran Province, northern Iran. Litter and soil sampling were taken at each beech stand composition using litter bags and plastic bags (30 × 30 × 30 cm), respectively with five replicates under the canopy of central beech trees. In order to study the effect of different seasons on the presence and activity of fauna, sampling was done in spring, autumn and winter. Characteristics of litter quality (carbon, nitrogen, carbon to nitrogen ratio), physicochemical and biological properties of soil (water content, pH, organic carbon, total nitrogen, carbon to nitrogen ratio, earthworm density and biomass, nematodes and microbial respiration) was measured. The results showed that the total nitrogen of soil (0.48%) and pH (7.43), biomass (56.88 mg m⁻²) and density (57.05 nm⁻²) of earthworm, total nematodes (55.02 in 100 gr soil) in beech-hornbeam-maple stand was higher than other studied stands. In all of the canopy combinations, density (45012) and biomass (46.08) of earthworms and nematodes (56.78) had the maximum activities in autumn while the highest microbial respiration of soil (58.5) was recorded in summer season. Based on the results, beech-hornbeam-maple stands have a great influence on the soil organic and mineral characteristics. The applied results of this research can be used to select the broad-leaved species for restoring the degraded areas in the north of the country.

Keywords: Carbon, Earthworms, Litter, Microbial respiration, Nematodes, Nitrogen, pH.

* Corresponding Author, Email: taherikambiz@guilan.ac.ir, Tel: +989113317348