نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و پنجم، شماره دوم، ۱۳۹۷
http://jwfst.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwfst.2018.13657.1697

کیفیت لاشریزه و اجزای ناپایدار ماده آلی خاک در عرصه‌های جنگلی احیا شده ناحیه خزری

***کتایون حق‌وردی[۱]، فائزه سادات طریقت[۲] و یحیی کوچ[۳]**

[۱]استادیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران،
[۲]دانشجوی مقطع دکتری علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی صومعه‌سرا، دانشگاه گیلان،
[۳]استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۰٤/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰٤/۰۲

چکیده

سابقه و هدف: کاهش مساحت جنگل‌های طبیعی شمال کشور موجب شده است که احیای جنگل در این مناطق به جهت توسعه سطح جنگل و تولید چوب دارای اهمیت ویژه‌ای باشد، بنابراین مطالعه جنگل‌کاری‌های صورت گرفته، نقش مهم و مؤثری در ایجاد جنگل‌هایی با کیفیت و کمیت بهتر در آینده خواهند داشت. توده‌های دست‌کاشت جنگلی می‌توانند شاخص‌های مختلف لاشبرگ و خاک را تحت تأثیر قرار دهند. تحقیقات مختلفی که در گذشته صورت پذیرفته نشان داده گونه‌های مختلف درختی پهن‌برگ و سوزنی‌برگ که در سطوح وسیع مورد جنگل‌کاری قرار گرفته‌اند، از نظر کیفیت مواد آلی ورودی به داخل خاک دارای ویژگی‌های کاملا متفاوتی می‌باشند. با این وجود، نقش گونه‌های درختی زبان‌گنجشک، بلندمازو، پیسه‌آ و کاج سیاه بر مشخصه‌های لاشریزه و خاک، از منظر شاخص‌های کیفی و اجزای ناپایدار ماده آلی، تاکنون مورد مطالعه قرار نگرفته است. هدف از انجام این تحقیق مطالعه کیفیت لاشریزه و اجزای ناپایدار ماده آلی خاک در عرصه‌های جنگلی احیا شده ناحیه خزری بوده که اثر توده‌های جنگل‌کاری شده زبان‌گنجشک (ون)، بلندمازو، پیسه‌آ و کاج سیاه، بر مشخصه‌های لایه آلی و معدنی خاک را مورد بررسی قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها: به‌این منظور، توده‌های جنگل‌کاری ٤۰ ساله گونه‌های زبان‌گنجشک، بلندمازو، پیسه‌آ و کاج سیاه انتخاب و از هر یک از این توده‌های جنگلی، ۸ نمونه لاشریزه و خاک (۱۵× ۲۵× ۲۵ سانتی‌متری) جمع‌آوری شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده لاشریزه و خاک جهت انجام تجزیه به فضای آزمایشگاه انتقال داده شد و مشخصه‌های فیزیکی، شیمیایی و اجزای ناپایدار ماده آلی خاک مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج حاکی از آن است که بالاترین میزان نیتروژن لاشریزه (۱/۳۷ درصد) و پایین‌ترین مقدار کربن لاشریزه (٤۰/۵۱ درصد)، نسبت کربن به نیتروژن لاشریزه (۳۳/۱۰) و ضخامت لاشریزه (۸/۰۵ سانتی‌متر) به گونه درختی

*مسئول مکاتبه: katayoun.haghverdi@kiau.ac.ir

زبان‌گنجشک اختصاص دارد. مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نیز تحت تأثیر گونه‌های درختی مختلف تفاوت‌های آماری معنی‌داری (به‌جز جرم مخصوص ظاهری، سیلت و رس) را به نمایش گذاشته‌اند. بیشترین میزان کربن آلی ذره‌ای (٤/٥٢ گرم بر کیلوگرم) و کربن آلی محلول (١٢٥/٣٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به خاک تحت پوشش کاج سیاه اختصاص داشت. گونه درختی زبان‌گنجشک دارای بالاترین مقادیر نیتروژن آلی ذره‌ای (٠/٣٦ گرم بر کیلوگرم) و نیتروژن آلی محلول (٢٨/٦٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در خاک بوده و تفاوت‌های آماری معنی‌داری مشاهده شد. میزان معدنی شدن نیتروژن در خاک تحت پوشش زبان‌گنجشک (٣٩/٩٧ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و بلندمازو (٣٥/٤٠ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بیشتر از خاک تحت پوشش گونه‌های درختی پیسهآ (٢٦/٨٥ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کاج سیاه (١٩/٥٣ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بوده است.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق بیانگر بهبود مشخصه‌های مرتبط با کربن تحت توده‌های سوزنی‌برگ بوده، در حالی‌که توده‌های پهن‌برگ شاخص‌های مرتبط با نیتروژن را تقویت نموده‌اند. بر اساس نتایج به‌دست آمده گونه‌های درختی پهن‌برگ مورد مطالعه لاشریزه‌های با کیفیت بهتری تولید کرده‌اند که این کیفیت بالای لاشبرگ‌ها می‌توانند در بهبود کیفیت خاک مؤثر باشند.

واژه‌های کلیدی: کیفیت لاشبرگ، مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی، مواد آلی ذره‌ای، مواد آلی محلول، معدنی‌شدن نیتروژن

مقدمه

شیوه‌های نادرست و نامناسب بهره‌برداری از منابع طبیعی در چند دهه اخیر موجب بروز لطمه‌های شدید به این عرصه‌ها شده است (١). مطابق با گزارش‌ها، در طی ٥ دهه اخیر به‌طور متوسط سالانه ١٠٠ هزار هکتار از جنگل‌های کشور تخریب شده یا کیفیت خود را از دست داده است و با کاهش سطح جنگل‌ها طی این دوره زمانی، از ١٨ میلیون هکتار به ١٤ میلیون هکتار، بیم آن می‌رود که در آینده‌ای نه چندان دور بخش عظیمی از اراضی کشور تبدیل به بیابان شوند. به این‌ترتیب، تخریب و کاهش سطح جنگل‌ها نشان‌دهنده ضرورت جنگل‌کاری برای احیا و توسعه این منابع طبیعی تجدیدپذیر است (٢). جنگل‌کاری با گونه‌های مختلف (پهن‌برگ و سوزنی‌برگ) اثرات اکولوژیکی متعددی دارد (٣). لاشریزه گونه‌های مختلف درختی کیفیت‌های متفاوتی دارند که همین موضوع منجر به بروز اختلاف در مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی و زیستی خاک می‌شود (٤). از نقطه نظر اکولوژیکی، خواص فیزیکی خاک دارای اهمیت زیادی هستند، به‌طوری‌که خصوصیات زیستی و شیمیایی خاک از خصوصیات فیزیکی آن تأثیر می‌پذیرد (٥). در خصوص تغییرپذیری مشخصه‌های شیمیایی خاک، Augusto و همکاران (٢٠٠٢) با مطالعه تأثیر گونه‌های *Betula* spp.، *Acer platanoides*، *Carpinus betulus*، *Fagus sylvatica*، *Picea abies*، *Quercus* spp.، *Pinus sylvestris*، *Pseudotusga menziesii* و *Tilia cordata* روی کیفیت خاک جنگل‌های اروپا ابراز داشتند که تأثیر گونه‌های مختلف بر مقادیر pH، هدایت الکتریکی، کربن و نیتروژن خاک بسیار متفاوت بوده که دلیل آن هم متفاوت بودن کیفیت لاشریزه گونه‌های درختی مورد اشاره می‌باشد (٤). پوشش‌های درختی به دو صورت (الف) تخلیه مواد مغذی از خاک توسط درختان حین رویش و برداشت و (ب) همچنین تغییر

خصوصیات شیمیایی خاک از طریق مواد آلی ورودی به لایه آلی خاک با ترکیبات شیمیایی مختلف بر مشخصه‌های شیمیایی خاک اثرگذارند. بنابراین نتیجه تفاوت گونه‌های مختلف در اثرگذاری بر مشخصه‌های شیمیایی خاک به کیفیت بقایا و سرعت آزادسازی مواد وابسته می‌باشد (٦). در سالیان اخیر توجه زیادی به تأثیر گونه‌های درختی مختلف بر مشخصه‌های زیستی، به‌ویژه تنوع جوامع میکروبی، خاک شده است (۳، ۷).

پژوهش‌های متعددی تغییرپذیری تنوع جوامع میکروبی را به اجزای ماده آلی خاک نسبت داده‌اند (۸، ۹، ۱۰)، که در این میان بر اشکال ناپایدار[1] مواد آلی (کربن آلی محلول[2]، نیتروژن آلی محلول[3]، کربن آلی ذره‌ای[4] و نیتروژن آلی ذره‌ای[5]) تأکید شده است (۱۰). این اشکال از مواد آلی منبع اصلی انرژی برای میکروارگانیسم‌های خاک بوده و با تأثیر بر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از خاک، به‌ویژه تصاعد دی‌اکسید کربن، در پدیده گرمایش جهانی نقش بسیار مهمی دارند (۹). در اکوسیستم‌های خشکزی[6]، حضور گونه‌های درختی با کیفیت‌های متفاوت از لاشریزه‌ها سهم بسیار زیادی در تغییرپذیری اجزای پایدار (هوموسی) و ناپایدار ماده آلی خاک بر عهده دارند (۷). با وجود کیفیت لاشه‌ریزی درختان، پویایی عناصر غذایی و دسترسی به آن‌ها وابسته به نیتروژن موجود است. به‌ویژه در جنگل‌های معتدله نیتروژن فاکتور محدودکننده دسترسی به عناصر غذایی خاک محسوب (۱۱) و موجب تنظیم تولیدات و حفظ حاصلخیزی عرصه‌های جنگلی می‌شود (۱۲). تا جایی که در بررسی کیفیت خاک، معدنی شدن نیتروژن[7] از شاخص‌های اصلی محسوب می‌شود (۱۳). در رویشگاه‌های جنگلی، معدنی شدن مواد آلی و تولید نیتروژن قابل استفاده (معدنی) بین ٢٤ تا ٢٠٠ کیلوگرم در هکتار در سال برآورد شده است و با توجه به این که بیشترین نیتروژن مصرفی جهت تولید زی‌توده گیاهی حاصل از معدنی‌سازی موادآلی است، معدنی شدن نیتروژن از مهم‌ترین جریانات نیتروژن در جنگل‌های معتدله محسوب می‌شود (١٤). سطح جنگل‌های شمال ایران طی ۳۰ سال گذشته روند رو به کاهش داشته (۱۵) و جنگل‌کاری با گونه‌های مختلف جهت بازسازی اراضی تخریب یافته طبیعی مورد استفاده قرار گرفته است. در این میان، گونه‌های درختی مختلف پهن‌برگ و سوزنی‌برگ در سطوح وسیع مورد جنگل‌کاری قرار گرفته‌اند، که از نظر کیفیت لاشریزه و مواد آلی ورودی به داخل خاک دارای سرشت کاملا متفاوتی می‌باشند. با این اوصاف، تاکنون مطالعه جامعی در خصوص نقش این گونه‌های درختی بر مشخصه‌های لاشریزه و خاک، از منظر شاخص‌های کیفی و اجزای ناپایدار ماده آلی مورد توجه قرار نگرفته است. پژوهش حاضر به‌منظور مطالعه اثر توده‌های جنگل‌کاری شده پیسه‌آ، کاج سیاه، زبان‌گنجشک (ون)، بلندمازو بر مشخصه‌های لایه آلی و معدنی خاک پایه‌گذاری شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: پژوهش حاضر در بخشی از طرح جنگلداری دهمیان در محدوده ۵۲ درجه و ۳۰ دقیقه ۳۵ ثانیه طول جغرافیایی شرقی و ٣٦ درجه و ۳۲ دقیقه ۳۰ ثانیه عرض جغرافیایی شمالی با دامنه ارتفاعی ۱۲۵۰–۱۲۰۰ متر از سطح دریا انجام شده

1- Labile
2- Dissolved organic carbon (DOC)
3- Dissolved organic nitrogen (DON)
4- Particulate organic carbon (POC)
5- Particulate organic nitrogen (PON)
6- Terrestrial
7- N mineralization

است. بر اساس اطلاعات هواشناسی، منطقه سنگده، میانگین دمای سالیانه ۱۱/۹ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه ۸۵۸ میلی‌متر است. توده‌های جنگلی مورد بررسی (پیسهآ، کاج سیاه، زبان‌گنجشک، بلندمازو) در سال ۱۳۵۵ همراه با فاصله اولیه ۲×۲ متر کاشته شده و دارای شیب متوسط ۳۰ درصد می‌باشند. سطح زیر کشت پیسهآ ۱/۳ هکتار، کاج سیاه ٤/٦ هکتار، زبان‌گنجشک ۲/۵ هکتار و بلندمازو ۲/۳ هکتار می‌باشد. خاک منطقه به نسبت نیمه‌عمیق تا عمیق، بافت خاک در افق‌های بالا متوسط و در عمق زیرین به شدت سنگین، ساختمان خاک فشرده و نفوذپذیری آب در خاک برای ریشه‌دوانی متوسط تا ضعیف است (١٦).

نمونه‌برداری و تجزیه آزمایشگاهی: پس از بازدید و شناسایی دقیق منطقه، تعداد ۸ نقطه (۱۷) در هر یک از توده‌های جنگل‌کاری شده مورد مطالعه انتخاب و به نمونه‌برداری از لایه لاشریزه و خاک (۱۵× ۲۵× ۲۵ سانتی‌متری) در فصل تابستان (مردادماه) اقدام شد. به‌طور کلی سعی شد که به منظور کاهش اثرات مرزی، نمونه‌برداری‌ها متمایل به بخش مرکزی هر توده باشد. ضخامت لاشریزه در عرصه با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری، نمونه‌های جمع‌آوری شده لاشریزه و خاک جهت انجام تجزیه به فضای آزمایشگاه انتقال داده شد. محتوی کربن آلی لاشریزه به روش احتراق (۱۸) و نیتروژن کل به روش معدنی‌سازی (۱۹) مورد سنجش قرار گرفت. نمونه‌های خاک در فضای باز پخش و پس از خشک شدن و انتخاب چند کلوخه (جهت اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری)، مابقی خاک حاصله خرد و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه، بافت خاک (درصد اجزاء تشکیل دهنده خاک) با استفاده از روش هیدرومتری، رطوبت خاک به روش توزین (۲۰)، پایداری خاکدانه بر اساس روش الک تر پیشنهادی پوجاسک و کی (۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد (۲۱). اسیدیته به روش پتانسیومتری از طریق دستگاه pH متر، هدایت الکتریکی به روش عصاره گل اشباع، کربن آلی به روش والکی‌بلاک، نیتروژن کل به روش کجلدال، فسفر قابل‌جذب به روش اولسن، پتاسیم، کلسیم و منیزم قابل‌جذب با استفاده از دستگاه طیف‌سنج اتمی (۲۰) اندازه‌گیری شد.

به‌منظور اندازه‌گیری کربن و نیتروژن آلی محلول، ابتدا عصاره‌ای از نمونه‌های خاک تهیه شد. سوسپانسیون حاصل به‌مدت ٤ ساعت در شیکر دورانی با سرعت ۲۰۰ دور در دقیقه تکان داده شده و سپس نمونه‌ها با سرعت ۹۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ گردید. در پایان به‌منظور اندازه‌گیری DOC و DON، عصاره‌ها از فیلتر ۰/٤۵ میکرون عبور داده شدند. DOC محلول در عصاره‌ها به‌وسیله دستگاه تجزیه کربن آلی مدل TOC-V CPH Shimdzu اندازه‌گیری شد. مجموع نیترات و آمونیوم در عصاره‌ها با استفاده از دستگاه کجلدال سنجش و مقادیر DON محاسبه گردید (۲۲). جداسازی کربن و نیتروژن آلی ذره‌ای به روش Six و همکاران (۱۹۹۸) انجام شد (۲۳). بدین منظور ابتدا به ۱۰ گرم از هر دو بخش خاکدانه‌های ریز و درشت (به‌صورت جداگانه) ۵۰ میلی‌لیتر محلول ۵ درصد هگزا متافسفات پتاسیم اضافه گردیده و به‌مدت ۱۸ ساعت تکان داده شد، سپس این سوسپانسیون را روی الک ۵۳ میکرومتری ریخته و با آب مقطر شسته شد تا آب خروجی شفاف گردد. مواد باقی‌مانده روی الک که شامل مواد آلی ذره‌ای و ذرات شن در خاک دانه‌های ریز و درشت است برای یک شب در آون در دمای ۵۰ درجه قرار داده شد. اندازه‌گیری کمی مواد آلی ذره‌ای از طریق کاهش وزن به‌وسیله سوزاندن بر اساس روش Cambardella و همکاران (۲۰۰۱) صورت گرفت

(۲٤). ابتدا مواد آلی ذره‌ای و ذرات شن توزین گردیده و برای مدت ٤ ساعت در دمای ٤٥٠ درجه قرار داده شدند و پس از گذشتن زمان مورد نظر مواد باقی‌مانده دوباره وزن گردیده و از اختلاف آن‌ها مواد آلی ذره‌ای (به تفکیک POM-C و POM-N) محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار اکسل به‌عنوان بانک اطلاعات ذخیره شد. سپس به‌منظور تجزیه‌وتحلیل و همچنین مقایسه داده‌ها، ابتدا نرمال بودن توزیع مشاهدات با آزمون کولموگروف اسمیرنوف و همگنی واریانس با آزمون لون بررسی گردید. به‌منظور بررسی تفاوت یا عدم تفاوت مقادیر مشخصه‌های مختلف لاشریزه و خاک در ارتباط با گونه‌های درختی مورد مطالعه، از تجزیه واریانس یک‌طرفه استفاده شد. آزمون دانکن نیز به‌منظور مقایسه چندگانه میانگین به‌کار گرفته شد. به منظور بررسی ارتباط بین اجزای ناپایدار ماده آلی با مشخصه‌های لاشریزه و فیزیکی و شیمیایی خاک همبستگی پیرسون استفاده گردید. تمامی تجزیه‌وتحلیل‌های آماری در بسته نرم‌افزاری SPSS نسخه ۲۰ انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

کیفیت لاشریزه و مشخصه‌های خاک: میانگین مشخصه‌های کیفی لاشریزه حاکی از وجود تفاوت‌های آماری معنی‌دار در بین گونه‌های درختی مورد مطالعه می‌باشد. بیشترین مقدار کربن، نسبت کربن به نیتروژن و ضخامت لاشریزه به گونه درختی کاج سیاه اختصاص داشته در حالی که بالاترین مقدار نیتروژن لاشریزه در پوشش کف گونه زبان‌گنجشک مشاهده شد (جدول ۱). ساختار مواد آلی خاک به کیفیت لاشریزه و سرعت تجزیه آن بستگی دارد (۲۵). ترکیب شیمیایی لاشریزه یکی از عواملی است که می‌تواند قابلیت تجزیه لاشریزه را تعیین کند (۲٦). هرچه میزان نیتروژن در برگ زیادتر باشد، زودتر تجزیه می‌شود (۲۷). میزان نیتروژن در برگ پهن‌برگان بیشتر از سوزنی‌برگان است (۲۸)، در نتیجه هوموسی که از تجزیه و تخریب لاشریزه پهن‌برگان حاصل می‌شود فعال‌تر از هوموس سوزنی‌برگان است (۲۸). نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد گونه درختی زبان‌گنجشک بالاترین میزان نیتروژن لاشریزه را به خود اختصاص داده که عامل مهمی در تجزیه سریع‌تر لاشریزه در اکوسیستم می‌باشد، در حالی‌که گونه سوزنی‌برگ کاج سیاه میزان پایین‌تری از نیتروژن لاشریزه و ضخامت بالای لاشریزه نشان داد که این عوامل می‌توانند در کند شدن سرعت تجزیه مؤثر باشند. همچنین اسدیان و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش خود که به مقایسه دو توده جنگلکاری زبان گنجشک و کاج سیاه در منطقه الندان ساری پرداخته بودند اذعان نمودند که سرعت تجزیه برگ گونه زبان‌گنجشک بیشتر از برگ گونه کاج سیاه بوده و در نتیجه میزان مواد آلی خاک و رطوبت خاک را افزایش داده است (۲۹).

میانگین مشخصه‌های فیزیکی خاک وجود بالاترین میزان جرم مخصوص ظاهری و درصد پایداری ذرات را در خاک تحت پوشش گونه زبان‌گنجشک نشان داد در حالی‌که کمترین میزان آن‌ها متعلق به گونه کاج سیاه بود (جدول ۲). همچنین درصد شن در خاک تحت پوشش گونه کاج سیاه بالاترین میزان را داشت، در حالی‌که درصد رس و سیلت تفاوت آماری معنی‌داری را در خاک تحت پوشش گونه‌های مورد مطالعه نشان ندادند (جدول ۲). بر اساس نتایج به‌دست آمده، محتوی رطوبت خاک تحت گونه پیسهآ بیشتر از سایر گونه‌های

دست‌کاشت مورد مطالعه بود (جدول ۲). میانگین مشخصه‌های شیمیایی خاک حاکی از آن است که خاک تحت پوشش گونه‌های کاج سیاه و پیسهآ شرایط اسیدی‌تری داشته و میزان کربن آلی و نسبت کربن به نیتروژن خاک گونه کاج سیاه بیشترین مقدار بوده است (جدول ۲). بیشترین مقادیر هدایت الکتریکی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل‌جذب در خاک تحت پوشش گونه‌های زبان‌گنجشک و بلندمازو مشاهده شد (جدول ۲).

نتایج حاصل از پژوهش صورت گرفته توسط Augusto (۲۰۰۲) نشان داد که سوزنی‌برگان باعث افزایش اسیدیته خاک می‌شوند (٤). همچنین، کلسیم خاک و لاشریزه با تأثیر بر pH خاک و در نتیجه فعالیت میکروفلور خاک می‌تواند فرآیند تجزیه را تحت تأثیر قرار دهد. اغلب افزایش pH باعث افزایش میزان معدنی‌شدن نیتروژن می‌شود (۳۰)، بررسی‌های حاصل از این پژوهش نیز با نتایج حاصل از این تحقیق همسو بود. نسبت کربن به نیتروژن می‌تواند شاخص مناسبی برای تعیین کیفیت لاشریزه باشد، هر چه این نسبت بالاتر باشد سرعت تجزیه لاشریزه کمتر خواهد بود، که این نسبت در گونه‌های درختی مختلف بسیار متفاوت می‌باشد (۳۱). مطابق با نتایج حاصل از این پژوهش، نسبت کربن به نیتروژن لاشریزه از کمترین به بیشترین مقدار به گونه‌های درختی زبان‌گنجشک، بلندمازو، پیسهآ و کاج سیاه اختصاص داشت که در همین راستا انتظار می‌رود سرعت بالاتر تجزیه لاشریزه به‌ترتیب به همین گونه‌ها اختصاص داشته باشد. همچنین با توجه به نتایج به‌دست آمده از پژوهش پیشین نسبت کربن به نیتروژن لاشریزه و خاک رابطه مستقیم با هم دارند (۳۲) که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی داشت.

اجزای ناپایدار ماده آلی: نتایج به‌دست آمده بیانگر آن است که میزان کربن آلی ذره‌ای در خاک تحت پوشش گونه‌های کاج سیاه و پیسهآ دارای بالاترین مقدار بوده است (شکل ۱ الف). بیشترین میزان نیتروژن آلی ذره‌ای در خاک تحتانی گونه زبان‌گنجشک و کمترین میزان آن در خاک گونه کاج سیاه مشاهده شد (شکل ۱ ب). گونه درختی کاج سیاه دارای بیشترین مقادیر کربن آلی محلول خاک بوده (شکل ۱ ج)، در حالی‌که بیشترین مقادیر نیتروژن آلی محلول و معدنی‌شدن نیتروژن به گونه‌های درختی زبان‌گنجشک و بلندمازو اختصاص داشت (شکل ۱ د، ه). تحلیل همبستگی بین اجزای ناپایدار ماده آلی با شاخص‌های کیفی لاشریزه و مشخصه‌های خاک بر این موضوع دلالت دارد که کیفیت لاشریزه و ویژگی‌های شیمیایی خاک اثرات معنی‌داری بر اجزای ناپایدار ماده آلی دارند در حالی‌که مشخصه‌های فیزیکی خاک همبستگی بالایی را با اجزای ناپایدار ماده آلی خاک نشان ندادند (جدول ۳).

ماده آلی یکی از شاخص‌های بهبود کیفیت خاک محسوب می‌شود که مواد غذایی را برای گیاهان فراهم کرده و باعث پایداری ساختمان خاک می‌شود (۳۳). کربن آلی ذره‌ای از جهت ثبات خاکدانه‌ها، چرخه مواد غذایی و نفوذ آب حائز اهمیت است (۳٤). پژوهش صورت گرفته توسط Ashagrie و همکاران (۲۰۰۷)، بیانگر آن بود که کاهش اندازه خاکدانه‌ها با افزایش کربن آلی موجود در خاک همراه بود (۳۵). نتایج حاصل از این پژوهش نیز حاکی از همبستگی منفی و معنی‌دار میان کربن آلی ذره‌ای و کربن آلی محلول خاک با پایداری ذرات خاک بود. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که گونه‌های پهن‌برگ زبان‌گنجشک و بلندمازو با دارا بودن بیشترین پایداری خاکدانه، کمترین میزان کربن آلی ذره‌ای و کربن آلی محلول را در خاک تحت پوشش خود داشتند و گونه‌های سوزنی‌برگ پیسهآ و کاج سیاه با داشتن پایداری خاکدانه کمتر، کربن آلی

ذره‌ای و کربن آلی محلول بیشتری را نشان دادند. در توجیه علت این مسئله می‌توان بیان کرد گونه‌های درختی که کربن آلی و نسبت کربن به نیتروژن پایین‌تری دارند شرایط بهتری را برای فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک فراهم می‌کنند (۳۶) و از آنجا که میکروارگانیسم‌های خاک از طریق تولید ترشحات و ورود مواد آلی (که مانند چسب میان خاک‌های آلی و معدنی عمل می‌کنند) به توسعه و ثبات خاکدانه‌ها کمک می‌کنند (۳۷)، می‌توانند بیان‌کننده علت همبستگی منفی میان پایداری خاکدانه‌ها و شکل‌های مختلف کربن آلی باشند.

همچنین نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که نیتروژن آلی ذره‌ای با میزان معدنی‌شدن نیتروژن همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد. خاک تحتانی گونه‌های درختی زبان‌گنجشک، بلندمازو، پیسه‌آ و کاج سیاه به‌ترتیب بیشترین مقدار نیتروژن آلی ذره‌ای و بیشترین معدنی‌شدن نیتروژن را به خود اختصاص داده بودند. نتایج حاصل از پژوهش‌های صورت گرفته توسط دومینگز و همکاران (۲۰۰۹) و Bu و همکاران (۲۰۱۵) نیز حاکی از همبستگی مثبت و معنی‌دار مقدار نیتروژن آلی ذره‌ای خاک با میزان معدنی‌شدن نیتروژن بود (۳۸، ۳۹). همچنین نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از میزان پایین نسبت کربن به نیتروژن در خاک تحت پوشش گونه‌هایی بود که معدنی‌شدن بیشتری داشتند. در همین راستا، هوگمید و همکاران (۲۰۱٤) در پژوهشی که انجام دادند، دریافتند نسبت کربن به نیتروژن با معدنی‌شدن نیتروژن رابطه منفی دارد (٤۰). میزان کربن و نیتروژن آلی محلول در خاک تحت پوشش گونه‌های درختی مورد مطالعه مقادیر متفاوتی را نشان دادند. کربن آلی محلول با pH خاک رابطه منفی دارد (٤۱). در این خصوص می‌توان بیان داشت که pH خاک توسط عمل تنظیم فعالیت میکروبی خاک، میزان کربن آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد و مقادیر بالای pH احتمالا به‌دلیل تسریع‌شدن تجزیه کربن خاک یک اثر منفی بر میزان کربن خاک دارد. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن بود که گونه درختی کاج سیاه با pH پایین‌تر نسبت به گونه‌های پیسه‌آ، بلندمازو و زبان‌گنجشک، میزان بالاتری از کربن آلی محلول را در خاک تحتانی خود نشان داد. میزان پایین pH خاک موجب کاهش فسفر و کاتیون‌های پایه (پتاسیم، کلسیم و منیزیم) در خاک می‌شود (٤۲). گونه‌های سوزنی‌برگ پیسه‌آ و کاج سیاه با دارا بودن خاک‌های با pH اسیدی‌تر نسبت به گونه‌های پهن‌برگ مورد مطالعه، عناصر غذایی کمتری را در خاک تحت پوشش خود نشان دادند که می‌توانند بر کاهش حاصلخیزی خاک موثر باشند. همچنین نتایج حاصل از پژوهش صورت گرفته توسط رید و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که میزان کربن آلی محلول همبستگی منفی با میزان شوری خاک دارد (٤۳). بررسی‌های صورت گرفته در پژوهش حاضر نیز نتایج مشابهی را نشان داد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، گونه‌های درختی زبان‌گنجشک، بلندمازو، پیسه‌آ و کاج سیاه به‌ترتیب بیشترین میزان هدایت الکتریکی و کمترین میزان کربن آلی محلول را دارا بودند.

جدول ۱- میانگین (± اشتباه معیار) مشخصه‌های کیفی لاشریزه در ارتباط با جنگلکاری‌های مختلف.

Table 1. Mean (±SE) of the litter quality properties related to different tree species.

معنی‌داری Sig.	مقدار F *F* test	کاج سیاه *Pinus nigra*	پیسهآ *Picea Abies*	بلندمازو *Quercus castaneifolia*	زبان‌گنجشک *Fraxinus excelsior*	مشخصه
0.000	13.65	62.30± 1.28^{a}	53.43± 1.60^{b}	44.00± 3.97^{c}	40.51± 02.86^{c}	کربن لاشریزه (درصد) Litter C (%)
0.001	7.50	0.76 ± 0.03^{b}	0.80± 0.03^{b}	1.02± 0.03^{b}	1.37± 0/19^{a}	نیتروژن لاشریزه (درصد) Litter N (%)
0.000	35.00	82.03± 3.84^{a}	66.82± 2.58^{b}	42.46 ±3.22^{c}	33.8± 4.87	کربن به نیتروژن لاشریزه Litter C/N (%)
0.000	33.10	14.60± 0.72^{a}	12.36± 0.45^{b}	9.36± 0.42^{c}	8.05± 0.40^{c}	ضخامت لاشریزه (سانتی‌متر) Litter thick (%)

حروف انگلیسی متفاوت در داخل جدول بیانگر وجود تفاوت آماری معنی‌دار در ردیف می‌باشد.

Different letters in each line indicate significant differences.

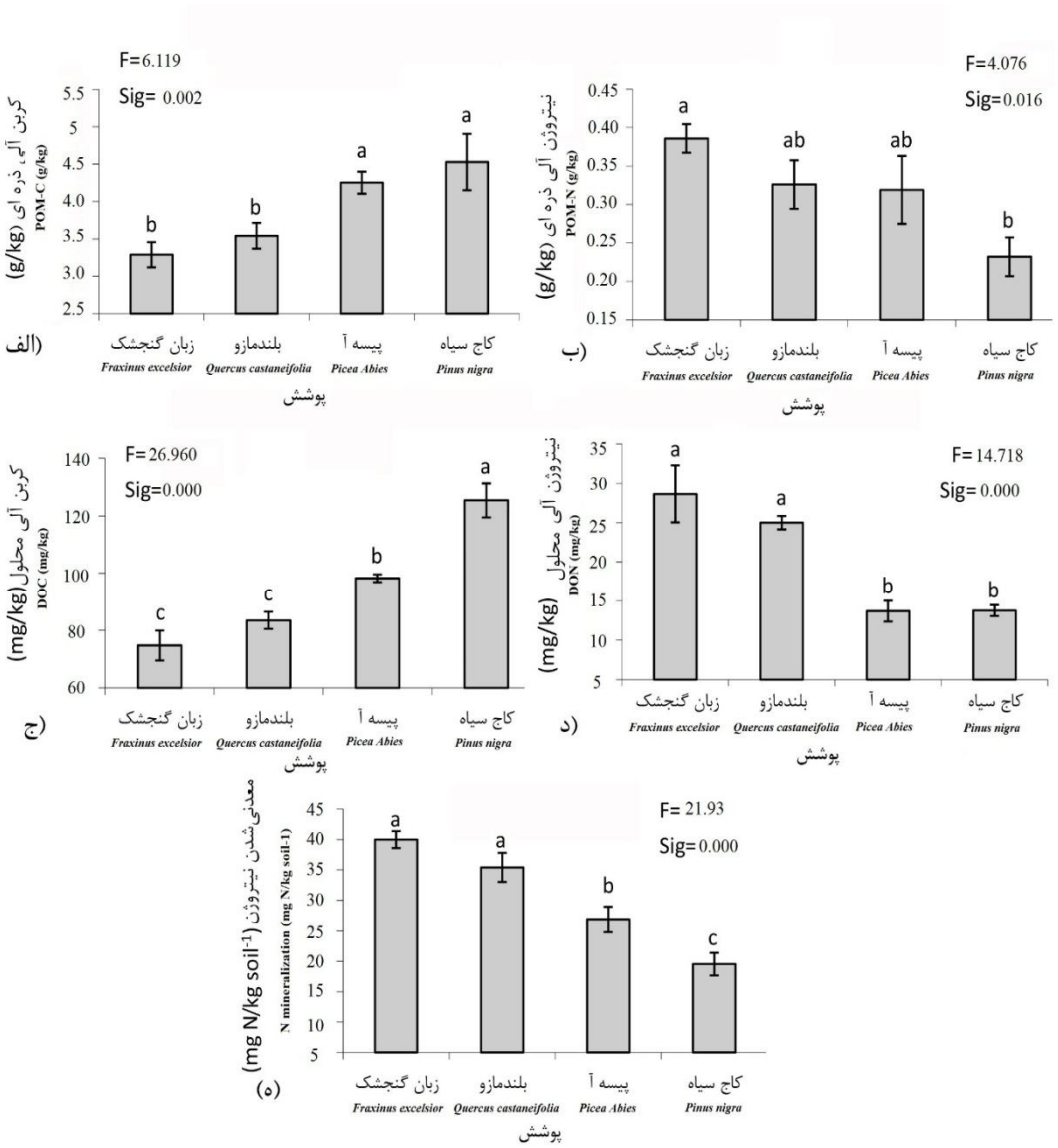
جدول ۲- میانگین (± اشتباه معیار) مشخصه‌های خاک در ارتباط با جنگلکاری‌های مختلف.

Table 2. Mean (±SE) of the soil properties related to different tree species.

معنی‌داری Sig.	مقدار F *F* test	کاج سیاه *Pinus nigra*	پیسهآ *Picea Abies*	بلندمازو *Quercus castaneifolia*	زبان‌گنجشک *Fraxinus excelsior*	مشخصه
0.097	2.32	1.17± 0.02^{b}	1.18± 0.05^{ab}	1.22± 0.01^{ab}	1.31± 0.05^{a}	جرم مخصوص ظاهری (g/cm3) Bulk density (g/cm3)
0.000	17.38	38.27± 6.23^{c}	44.71± 3.56^{c}	60.20± 44.71^{b}	74.1±52.63^{a}	درصد پایداری خاکدانه Soil Stability (%)
0.009	4.69	30.00± 2.73^{a}	23.00± 1.25^{b}	26.12± 0.58^{ab}	21.75± 1.47^{b}	درصد شن Sand (%)
0.243	1.47	43.25± 3.42^{ns}	50.50± 2.48^{ns}	46.62± 1.65^{ns}	46.62± 1.79^{ns}	درصد سیلت Silt (%)
0.178	1.76	26.75± 1.49^{ns}	26.50± 1.99^{ns}	27.25± 1.55^{ns}	31.62± 1.76^{ns}	درصد رس Clay (%)
0.017	3.99	41.69± 4.31^{ab}	51.10± 1.10^{a}	38.90± 3.79^{b}	35.54± 3.22^{b}	درصد رطوبت خاک Water content (%)
0.000	16.29	5.81± 0.19^{b}	6.14± 0.12^{b}	6.68± 0.04^{a}	6.58± 0.02^{a}	pH
0.000	19.262	0.13± 0.01^{d}	0.18± 0.01^{c}	0.22± 0.01^{b}	0.27± 0.00^{a}	هدایت الکتریکی (ds/m) Ec (ds/m)
0.000	13.68	2.81± 0.21^{a}	2.01± 0.18^{b}	1.69± 0.11^{ab}	1.50± 0.05^{c}	کربن آلی (%) Organic C (%)
0.000	23.90	0.13± 0.00^{c}	0.18± 0.01^{b}	0.24± 0.01^{a}	0.25± 0.01^{a}	نیتروژن کل (%) Total N (%)
0.000	60.17	20.80± 1.13^{a}	11.23± 1.07^{b}	7.19± 0.70^{c}	5.93± 0.27^{c}	نسبت C/N Soil C/N
0.000	17.89	7.87± 0.59^{c}	13.41± 1.18^{b}	21.06± 2.13^{a}	23.24± 2.20^{a}	فسفر قابل‌جذب (mg/kg-1) Available P (mg/kg-1)
0.000	53.97	124.62± 8.05^{c}	149.12± 9.83^{c}	297.75± 16.82^{b}	376.5± 25.10^{a}	پتاسیم قابل‌جذب (mg/kg-1) Available K (mg/kg-1)
0.000	16.44	127.5± 15.96^{b}	111.75± 6.63^{b}	119.12± 11.59^{a}	209.62± 12.78^{a}	کلسیم قابل‌جذب (mg/kg-1) Available Ca (mg/kg-1)
0.000	12.41	29.00± 2.42^{b}	32.63± 2.29^{b}	47.87± ۲/۳۵^{a}	54.87± 5.66^{a}	منیزیم قابل‌جذب (mg/kg-1) Available Mg (mg/kg-1)

حروف انگلیسی متفاوت جدول بیانگر وجود تفاوت آماری معنی‌دار در ردیف می‌باشد.

Different letters in each line indicate significant differences.



شکل ۱- میانگین مشخصه‌های اجزای ناپایدار ماده آلی خاک در ارتباط با جنگلکاری‌های مختلف.

Figure 1. Mean (±SE) of soil particulate organic matter properties related to different tree species

جدول ۳- همبستگی پیرسون (سطح معنی‌داری) بین اجزای ناپایدار ماده آلی با مشخصه‌های کیفی لاشریزه و خاک.

Table 3. Pearson correlation (significant value) between soil particulate organic matter with litter and soil features.

مشخصه خاک	کربن لاشریزه Litter C	نیتروژن لاشریزه Litter N	نسبت C/N لاشریزه Litter C/N	ضخامت لاشریزه Litter thick	جرم مخصوص ظاهری Bulk density	پایداری خاکدانه Soil Stability	شن Sand	سیلت Silt	رس Clay	رطوبت Water content
کربن آلی ذره‌ای POM-C	0.446*	0.317	0.513**	0.455**	-0.339	-0.395*	0.285	-0.011	-0.285	0.283
نیتروژن آلی ذره‌ای POM-N	-0.495**	0.358*	-0.524**	-0.468**	0.247	0.397*	-0.479**	0.283	0.128	-0.109
کربن آلی محلول DOC	0.719**	-0.423*	0.778**	0.756**	-0.351*	-0.646**	0.460**	-0.249	-0.152	0.193
نیتروژن آلی محلول DON	-0.465	0.314	-0.550**	-0.671**	0.193	0.661**	-0.077	-0.013	0.098	-0.248

مشخصه خاک	pH	هدایت الکتریکی Ec	کربن آلی Organic C	نیتروژن کل Total N	C/N خاک Soil C/N	فسفر قابل‌جذب Available P	پتاسیم قابل‌جذب Available K	منیزیم قابل‌جذب Available Mg	کلسیم قابل‌جذب Available Ca	معدنی‌شدن نیتروژن N mineralization
کربن آلی ذره‌ای POM-C	-0.419*	-0.530**	0.467**	0.535**	0.548**	-0.508**	-0.549**	-0.485**	-0.568**	-0.507**
نیتروژن آلی ذره‌ای POM-N	0.415*	0.363*	-0.336	0.426*	-0.415*	0.375*	0.467**	0.285	0.468**	0.301
کربن آلی محلول DOC	-0.604**	-0.607**	0.520**	0.739**	0.718**	0.646**	-0.725**	-0.553**	-0.633*	-0.695**
نیتروژن آلی محلول DON	0.576**	0.761**	-0.568**	0.615**	-0.630**	0.563**	0.576**	0.518**	0.766**	0.615**

* و ** به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد می‌باشد.

* and ** are showing significant at level of 95and 99 percent.

نتیجه‌گیری

عرصه‌های جنگلی تخریب‌یافته به‌دلیل داشتن خاک‌های ضعیف (٤٤)، جهت احیا، به گونه‌های درختی با توانایی بالای تقویت خاک، برای جنگلکاری نیاز دارند. نتایج این تحقیق بیانگر بهبود مشخصه‌های مرتبط با کربن خاک توده‌های سوزنی‌برگ بوده، درحالی‌که توده‌های پهن‌برگ شاخص‌های مرتبط با نیتروژن را تقویت نموده‌اند. پهن‌برگان مورد مطالعه لاشریزه‌هایی با کیفیت بهتر تولید کرده که با کمک به افزایش سرعت تجزیه، افزایش حاصلخیزی خاک را به دنبال داشته‌اند، لذا با توجه به جمیع مشخصه‌ها پیشنهاد می‌شود جهت جنگل‌کاری در مناطق در دست احیا، گونه‌های پهن‌برگان برای کاشت در اولویت قرار داده شوند.

منابع

1.Ansari, N., and Seiyed Akhlaghi, S.J. 2009. Comparison of the opinion of rangeland user and expert about factors influencing natural resources degradation in Iran. Rangeland. 3: 519-532. (In Persian)

2.Ahmadi Malakut, E., Soltani, A., and Hasanzad Navrodi, I. 2011. A Comparison between Understory Phytodiversity of a Natural Forest and Forest Plantations (Case Study: Langerud-Guilan). Iranian Journal of Forest., 3: 157-167. (In Persian)

3.Kooch, Y., Hosseini, S.M., Scharenbroch, B.C., Hojjati, S.M., and Mohammadi, J. 2015. Pedodiversity Analysis in the Caspian Forests of Iran, Geoderma Regional, 5: 4-14.

4.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 Sci., 59: 233-253.

5.Kooch, Y., and Zoghi, Z. 2014. Comparison of soil fertility of Acer insigne, Quercus castaneifolia, and Pinus brutia stands in the Hyrcanian forests of Iran, Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 20: 899-905.

6.Pe´rez-Suarez, M., Arredondo-Moreno, J.T., Huber-Sannwald, E., and Vargas-Hernandez, J. J. 2009. Production and quality of senesced and green litter fall in a pine-oak forest in central-northwest Mexico. Forest Ecology and Management, 258: 1307-1315.

7.Gartzia-Bengoetxea, N., Kandelerb, E., Martínez de Arano, I., and Arias-Gonzáleza, 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.

8.Weand, M.P., Arthur, M.A., Lovett, G.M., McCulley, R.L., and Weathers, K.C. 2010. Effects of tree species and N additions on forest floor microbial communities and extracellular enzyme activities, Soil Biology and Biochemistry, 42: 2161–2173.

9.Wang, W., Wei, X., Liao, W., Blanco, J.A., Liu, Y., Zhang, L., and Guo, S. 2013. Evaluation of the effects afforests management strategies on carbon sequestration in evergreen broad-leaved (Phoebe bournei) plantation forests using forecast ecosystem model, Forest Ecology and Management, 300: 21-32.

10.Tian, J., McCormack, L., Wang, J., Guo, D., Wang, Q., Zhang, X., Yu, G., Blagodatskaya, E., and Kuzyakov, Y. 2015. Linkages between the soil organic matter fractions and the microbial metabolic functional diversity within a broad-leaved Korean pine forest. European Journal of Soil Biology, 66: 57-64.

11.Tripathi, S.K., Sumida, A., Shibata, H., Uemura, S., and Ono, T. 2005. Growth and substrate quality of fine root and soil nitrogen availability in a young Betula ermanii forest of northern Japan: effect of the removal of understory dwarf bamboo, Forest Ecology and Management, 212: 278-290.

12.Dijkstra, F.A., West, J.B., Hobbie, S.E., and Reich, P.B. 2009. Antagonistic effects of species on C respiration and net N mineralization in soils from mixed coniferous plantation, Forest Ecology and Management, 257: 1112-1118.
13.Asadian, M., Hojjati, S.M., Pormajidian, M.R., and Fallah, A. 2013. The effect of different land uses on soil quality index in Alandan forests of Sari. Natural Geoghraphical Researches. 45: 65-76. (In Persian)
14.Uri, V., Lohmus, K., and Tullus, H. 2003. Annual net nitrogen mineralization in a grey alder (Alnus incana (L) moench) plantation on abandoned agricultural land, Forest Ecology and Management, 1849: 167-176.
15.Rafeie Jahed, R. 2014. Effect of land cover on controlling factors variability of the most important greenhouse gases and base cations of soil (Case Study: Chamestan Forest of Noor), M.S.C thesis of Forestry, Tarbiat Modares University, 109p. (In Persian)
16.Nobakht, A., Pourmajidian, M., Hojjati, S.M., and Fallah, A. 2011. A comparison of soil carbon sequestration in hardwood and softwood monocultures (Case study: Dehmian forest management plan, Mazandaran). Iranian Journal of Forest, 3: 13-23.
17.Soleimany, M. 2012. The effect of native and non-native plantations on stability of soil aggregate and particulate organic matter (Case Study: Forest Seed Center of Khazar), M.Sc. thesis of Forestry, Tarbiat Modares University, 122p. (In Persian)
18.Nilsson, M.C., Wardle, D.A., and Dahlberg, A. 1999. Effects of plant litter species composition and diversity on the Boreal forest plant-soil system. Oikos, 86: 16–26.
19.Bremner, J.M., and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-total. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), Methods of Soil Analyses. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI, Pp: 595–624.
20.Ghazan Shahi, J. 2006. Soil and Plant Analysis. Translate., University of Tehran Press, 272p. (In Persian)
21.Pojasok, T., and Kay, B.D. 1990. Effect of root exudates from corn and brome grass on soil structural stability. Can J. Soil Sci., 70: 351–362.
22.Lakzian, A., Halajnia, A., and Rahmani, H. 2009. The Effect of Soil Drying and Rewetting on Dissolve Organic Carbon, Organic and Inorganic Phosphorus and Nitrogen. Journal of Water and Soil, 24: 234-243.
23.Six, J., Elliott, E.T., Paustian, K., and Doran, J.W. 1998. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. Soil Science Society of America Journal, 62: 1367-1377.
24.Cambardella, C.A., Gajda, A.M., Doran, J.W., Wienhold, B.J., and Kettler, T.A. 2001. Estimation of particulate and total organic matter by weight loss-on-ignition. Assessment methods for soil carbon, Pp: 349-359.
25.Yatso, K.N., and Lilleskov, E.A. 2016. Effects of tree leaf litter, deer fecal pellets, and soil properties on growth of an introduced earthworm (Lumbricus terrestris): Implications for invasion dynamics. Soil Biology and Biochemistry, 94: 181–191.
26.Berg, B., and McClaugherty, C. 2008. Plant litter: decomposition, humus formation, carbon sequestration 2nd editio Carbon. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 338p.
27.Marvie Mohadjer, M.R. 2011. Silviculture. Tehran, University of Tehran Press, 385p. (In Persian)
28.Taheri Abkenar, K., Pilehvar, B. 2008. Silviculture. Haghshenas Publication, 296p. (In Persian)
29.Asadian, M., Hojjati, S.M., Pormajidian, M.R., and Fallah, A. 2012. Biodiversity and soil properties in Pine (*Pinus nigra* Arnold.) and Ash (*Fraxinus excelsior* L.) plantations (Case study: Alandan Forest, Sari). Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 20: 299-312. (In Persian)
30.Ghasemi Aghbash, F., Jalali, S.GH., Hosseini, V., Hosseini, S.M., and Berg, B. 2014. Study of the relationship of nutrients dynamics and chemical composition of litter with

decomposition rate in late decomposition stages. Journal of Plant Res., 27: 715-727. (In Persian)
31. Kooch, Y., Tarighat, F.S., and Hosseini, S.M. 2017. Tree species effects on soil chemical, biochemical and biological features in mixed Caspian lowland forests, Trees, 1-10.
32. Rostamabadi, A., Tabari, M., Salehi, A., Sayad, E., and Salehi, A. 2010. Comparison of nutrition, nutrient return and nutrient retranslocation between stands of Alnus subcordata And Taxodium distichum in Tashbandan Amol (Mazandaran). J. Wood Forest Sci. Tech., 17: 65-78. (In Persian)
33. Handayani, I.P., Coyne, M.S., Barton, C., and Workman, S. 2008. Soil carbon pools and aggregation following land restoration: Bornheim forest, Kentucky. Journal of Environmental Monitoring, 4: 11-28.
34. Sherrod, L.A., Peterson, G.A., Westfall, D.G., and Ahuja, L.R. 2002. Particulate soil organic matter carbon in surface soils after 12 years in no-till dry land cropping systems. Forest Ecology and Management, 23: 32-41.
35. Ashagrie, Y., Zech, W., Guggenberger, G., and Mamo, T. 2007. Soil aggregation, and total and particulate organic matter following conversion of native forests to continuous cultivation in Ethiopia. Soil and Tillage Research, 94: 101–108.
36. Aponte, C., García, L.V., Pérez-Ramos, I.M., Gutiérrez, E., and Marañón, T. 2011. Oak trees and soil interactions in Mediterranean forests: a positive feedback model. J. Veg. Sci., 22: 856-867.
37. Smith, A.P., Marín-Spiotta, E., de Graaff, M.A., and Balser, T.C. 2014. Microbial community structure varies across soil organic matter aggregate pools during tropical land cover change. Soil Biology and Biochemistry, 77: 292-303.
38. Domínguez, G.F., Diovisalvi, N.V., Studdert, G.A., and Monterubbianesi, M.G. 2009. Soil organic C and N fractions under continuous cropping with contrasting tillage systems on mollisols of the southeastern Pampas. Soil and Tillage Res., 102: 93-100.
39. Bu, R., Lu, J., Ren, T., Liu, B., Li, X., and Cong, R. 2015. Particulate organic matter affects soil nitrogen mineralization under two crop rotation systems. PLoS ONE 10(12): e0143835. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143835
40. Hoogmoed, M., Cunningham, S.C., Baker, P.J., Beringer, J., and Cavagnaro, T.R. 2014. Is there more soil carbon under nitrogen-fixing trees than under non-nitrogen-fixing trees in mixed-species restoration plantings? Agriculture, Ecosystems and Environment, 188: 80–84.
41. Sawicka, K., Monteith, D.T., Vanguelova, E.I., Wade, A.J., and Clark, J.M. 2016. Fine-scale temporal characterization of trends in soil water dissolved organic carbon and potential drivers. Ecological Indicators, 68: 36-51.
42. Chen, D., Wang, Y., Lan, Z., Li, J., Xing, W., Hu, S., and Bai, Y. 2015. Biotic community shifts explain the contrasting responses of microbial and root respiration to experimental soil acidification. Soil Biology and Biochemistry, 90: 139-147.
43. Reed, M.L., DiTullio, G.R., Kacenas, S.E., and Greenfield, D.I. 2015. Effects of nitrogen and dissolved organic carbon on micro plankton abundances in four coastal South Carolina (USA) systems. Aquatic Microbial Ecology, 76: 1-14.
44. Salehi, A., Mohammadi, A., and Safari, A. 2011. Investigation and comparison of physical and chemical soil properties and quantitative characteristics of trees in less-damaged and damaged area of Zagross forests (Case study: Poldokhtar, Lorestan province). Iranian J. Forest, 3: 81-89.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 25 (2), 2018
http://jwfst.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwfst.2018.13657.1697

Litter fall quality and soil labile organic matter fractions in reclaimed forest areas of Caspian region

***K. Haghverdi[1], F.S., Tarighat[2] and Y. Kooch[3]**
[1]Assistant Prof., Dept., of Wood and Paper Science and Technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, [2]Ph.D. Student of Forestry, Dept., of Forestry, Faculty of Natural Resources of Someh-Sara, Guilan University, [3]Assistant Prof., Dept., of Forestry, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University
Received: 07/16/2017; Accepted: 06/23/2018

Abstract

Background and objectives: Decrease in natural forests area in north of our country due to various factors has caused the importance of reclaimed forest in this area which is carried out with the aim of developing forest surface and wood production. Therefore, study the nature of plantations can play an important and effective role in creating forests with better quality and quantity in the future. The forest plantation stands can effect on different litter and soil indicators. Various researches showed different types of broadleaves and needle leaves trees that are widely used in forestry have very different characteristics in the quality of the soil organic inputs. However, the role of Fraxinus excelsior, Quercus castaneifolia, Picea Abies and Pinus nigra species on litter and soil characteristics from the perspective of the quality indices and labile organic matter fractions, have not been studied. The purpose of this research was to study the litter quality and labile organic matter fractions in the forested areas of the Hyrcanian region, which is affected by the effect of Fraxinus excelsior, Quercus castaneifolia, Picea Abies and Pinus nigra on the characteristics of organic and mineral layer of soil.

Materials and methods: For this purpose, 40-years-old afforestation stands including Fraxinus excelsior, Quercus castaneifolia, Picea Abies and Pinus nigra species were selected and 8 litter and soil (25×25×15cm) samples were collected under each of stands. Collected samples of litter and soil were transferred to the laboratory for analysis, and the physical, chemical and labile components of soil organic matter were investigated.

Results: of the most litter nitrogen content (1.37%) and the least of litter carbon content (40.51%), C/N ratio (33.10) and litter thickness (8.05%) were found under Fraxinus excelsior. Soil physical and chemical properties (except for bulk density, silt and clay contents) were significantly differences between tree species. Results showed that the soil under Pinus nigra had the highest values of particulate organic C (4.52 g/kg) and dissolved organic C (125.36 mg/kg). Greater amounts of particulate organic N (0.36 g/kg) and dissolved organic N (28/66 mg/kg) were belonged to Fraxinus excelsior soil. Soil N mineralization was significantly higher under Fraxinus excelsior (39.97 mg/kg) and Quercus castaneifolia (35.40 mg/kg) than in Picea Abies (26.85 mg/kg) and Pinus nigra (19.53 mg/kg).

Conclusion: The findings of this research are indicating that the characters related to C are enhanced by needle-leaved trees, while broad-leaved stands improved the features related to N content. Results showed broadleaved species increased soil fertility regarding to better quality of litter.

Keywords: Litter quality, Physical and chemical characters, Particulate organic matter, Dissolved organic matter, N mineralization

∗Corresponding author: katayoun.haghverdi@kiau.ac.ir