

اثر پوشش‌های درختی افاقیا، زبان گنجشک، بلوط و سرو نقره‌ای بر زیتوده ریشه و معدنی شدن نیتروژن خاک

یحیی کوچ^{۱*}، کتابون حقوردی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۸)

چکیده

به منظور مطالعه تأثیر پوشش‌های درختی دست کاشت بر مشخصه‌های زیستی و بیوشیمی خاک، توده‌های جنگلی افاقیا، زبان گنجشک، بلوط و سرو نقره‌ای، در محدوده پارک جنگلی خرگوش دره تهران مورد بررسی قرار گرفتند. در هر یک از پوشش‌های درختی، تعداد ۱۰ نمونه خاک از لایه بالایی (۱۰-۰ سانتی‌متری) برداشت شد. علاوه بر مشخصه‌های زیستی و بیوشیمی، برخی مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در محیط آزمایشگاه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. مطابق با نتایج، هیچ یک از مشخصه‌های فیزیکی مورد مطالعه خاک در پوشش‌های درختی مورد بررسی، تفاوت آماری معنی‌داری را به نمایش نگذاشتند. خاک بخش زیر تاج پوشش سرو نقره‌ای، شرایط اسیدی‌تری نسبت به گونه‌های بلوط، زبان گنجشک و افاقیا داشت. بیشترین مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب، به خاک زیر تاج پوشش درختی افاقیا (به ترتیب ۰/۳۳ درصد، ۲۶/۲۱ و ۳۴۹/۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین آن‌ها به خاک زیر تاج پوشش گونه سرو نقره‌ای (به ترتیب ۰/۱۰ درصد، ۱۲/۷۶ و ۱۴۵/۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) اختصاص داشت. بیشترین مقادیر زیتوده ریشه‌ها (ریزریشه، درشت‌ریشه و کل ریشه) در خاک زیر تاج پوشش گونه درختی بلوط (به ترتیب ۹۵۰/۲۱، ۱۰۷۹/۹۰ و ۱۶۹۲/۵۴ کیلوگرم بر هکتار) مشاهده شد. درحالی‌که کمترین مقادیر این مشخصه‌ها، به خاک زیر تاج پوشش توده سرو نقره‌ای (به ترتیب ۴۰۲/۲۴، ۷۵۵/۶۰ و ۱۱۵۷/۸۴ کیلوگرم بر هکتار) تعلق داشت. بیشترین مقادیر نرخ نیتریفیکاسیون، آمونیفیکاسیون و معدنی شدن خالص نیتروژن، به خاک زیر تاج پوشش گونه درختی افاقیا (به ترتیب ۰/۱۳، ۰/۴۴ و ۰/۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) اختصاص داشت. درحالی‌که کمترین مقادیر آنها در خاک زیر تاج پوشش گونه درختی سرو نقره‌ای (به ترتیب ۰/۱۸، ۰/۰۷ و ۰/۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، گونه افاقیا به عنوان گونه تثبیت‌کننده ازت، در بهبود کیفیت خاک، عملکرد بهتری نسبت به سایر گونه‌ها داشت.

واژه‌های کلیدی: آمونیفیکاسیون، درشت‌ریشه، ریزریشه، نرخ خالص معدنی شدن نیتروژن، نیتریفیکاسیون.

۱-استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس. (مکاتبه کننده)

۲-استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

*پست الکترونیک: yahya.kooch@modares.ac.ir

مقدمه

از توده جنگلی دست کاشت بوده است. همچنین، با وجود نقش لاشه‌ریزی هر ساله درختان و حضور ریشه‌ها، پویایی عناصر غذایی و دسترسی به آنها وابسته به نیتروژن موجود در خاک است. بویژه در جنگل‌های معتدله و سردسیر، نیتروژن فاکتور محدودکننده دسترسی به عناصر غذایی خاک محسوب (Tripathi et al., 2005) و موجب تنظیم تولیدات و حفظ حاصلخیزی عرصه‌های جنگلی می‌شود (Dijkstra et al., 2009). تا جایی که در بررسی کیفیت خاک، نرخ خالص معدنی شدن نیتروژن از شاخص‌های اصلی محسوب می‌شود (Asadian et al., 2013). در جنگل‌های خزان‌کننده، نرخ معدنی شدن مواد آلی و تولید نیتروژن قابل‌استفاده (معدنی)، بین ۲۴ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در سال برآورد شده است و با توجه به این که بیشترین نیتروژن مصرفی جهت تولید زیتوده گیاهی، حاصل از معدنی‌سازی مواد آلی است، معدنی شدن خالص نیتروژن از مهمترین جریان‌ات نیتروژن در اکوسیستم‌های جنگلی محسوب می‌شود (Uri et al., 2003). به فرآیند تغییر شکل زیستی نیتروژن آلی به آمونوم، آمونیفیکاسیون و به تولید میکروبی نترات در نتیجه اکسید شدن ترکیبات احیاء شده نیتروژن، نیتریفیکاسیون یا نیتراتی شدن گفته می‌شود (Lakzian, 2008). با توجه به تأثیرپذیری بسیاری از پارامترهای فیزیوشیمیایی خاک تحت تأثیر گونه‌های درختی مختلف در اکوسیستم‌های جنگلی، گونه‌های درختی می‌توانند بر میزان معدنی‌سازی نیتروژن، فرآیند آمونیفیکاسیون و نیتریفیکاسیون خاک نیز اثرگذار باشند (Augusto et al., 2002; Lovett et al., 2004). در مطالعه‌ای در جنوب شرقی چین، لیو و همکاران (Liu et al., 2014) تحولات نیتروژن خاک را در بخش تحتانی گونه‌های صنوبر، توسکا و بید مورد بررسی قرار دادند. مطابق با یافته‌های آنها، گونه درختی توسکا بیشترین تحول را بر تغییر شکل نیتروژن خاک از شکل آلی به معدنی داشته است. در پژوهش شی و همکاران (Shi et al., 2015)، به نقش گونه‌های تثبیت‌کننده ازت بر تجمع و ذخیره‌سازی شکل معدنی نیتروژن خاک تأکید شده و در یافته‌های کوسا و همکاران (Kewessa et al., 2015)، به نقش بسیار مؤثر حضور تاج پوشش درختان بر فرآیند معدنی شدن نیتروژن خاک اشاره شده است.

با توجه به این که سطح جنگل‌های ایران طی ۳۰ سال گذشته روند رو به کاهش داشته و طی سال‌های ۱۳۶۸ تا

امروزه نقش جنگل‌ها در بهبود تغییرات جهانی اقلیم به واسطه عملکرد آنها به‌عنوان منبع و سینک کربن و نیتروژن بر کسی پوشیده نیست. با توجه به نرخ بالای تخریب این اراضی طبق گزارش فائو در سال ۲۰۱۲ که بالغ بر ۱۳ میلیون هکتار در سال می‌باشد، جنگل‌کاری، یک شیوه کاربردی در کاهش و بهبود عواقب ناشی از این تخریب‌ها محسوب می‌شود (Bijak et al., 2013). ریشه‌ها به عنوان فاکتور زیستی شکل‌گیری خاک، با تفاوت در اندازه، ساختار، عمق نفوذ و فعالیت، اثرات متفاوتی بر محیط اطراف خود دارند (Leny, 2011). تقریباً ۲۰ تا ۲۶ درصد از کل زیتوده سالانه، مربوط به تولید این بخش درختان است (Mismir & Mismir, 2012). ریشه‌های درختان از دو بخش، ریشه‌های درشت با قطر بالای ۲ میلی‌متر و ریزریشه‌ها با قطر کمتر از ۲ میلی‌متر تشکیل شده‌اند که متناسب با عمق نفوذ، بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک مؤثر می‌باشند (Tufekcioghlu et al., 1999). ریزریشه‌ها با تأثیر بر پویایی کربن، عامل کلیدی در پاسخ بوم‌سازگان به تغییر اقلیم محسوب می‌شوند (Fukuzawa et al., 2013). درشت‌ریشه‌ها با اندازه بزرگ‌تر و نقش ساختاری، موجب پایداری بخش روزمینی درختان می‌شوند و پراکنش آنها در فاصله اندکی از ساقه درختان می‌باشد. میزان زیتوده تولیدی آنها در برخی بوم‌سازگان‌های خشکی، بیش از ریزریشه‌ها است. هر چند برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهند که سهم ریزریشه‌ها تا ۶۶ درصد کل تولید زیرزمینی است (Tamooh et al., 2008). با وجود اهمیت زیتوده زیرزمینی در چرخه‌های بیوژئوشیمیایی از طریق تأثیر بر چرخه‌های کربن و نیتروژن، به علت مسائلی همچون اندازه‌گیری و محاسبه دشوار، پژوهش‌های اندکی در ارتباط با این بخش از خاک انجام گرفته است. مطابق با پژوهش فوکوزاوا و همکاران (Fukuzawa et al., 2013) در جنگل‌های معتدله ژاپن با ترکیبی از گونه‌های درختی مختلف (*Quercus crispula*, *Abies sakkhalensis*, *Betula platyphyla*, *Betula ermanii*)، مقادیر تولید ریشه‌ها در سطح توده‌های جنگلی متفاوت بوده و بیشترین زیتوده ریشه‌ها به لایه‌های بالایی خاک اختصاص داشته است. نتایج پژوهش وی و همکاران (Wei-wei et al., 2014) حاکی از آنست که بیش از ۳۵ درصد کل ریشه‌ها در ۱۰ سانتی‌متری اول خاک مشاهده شده و تراکم ریشه‌ها در توده جنگلی طبیعی بیشتر

جنگلی این پارک را تشکیل می‌دهند (Amir Ahmadi, 2015).

نمونه‌برداری خاک و تجزیه آزمایشگاهی

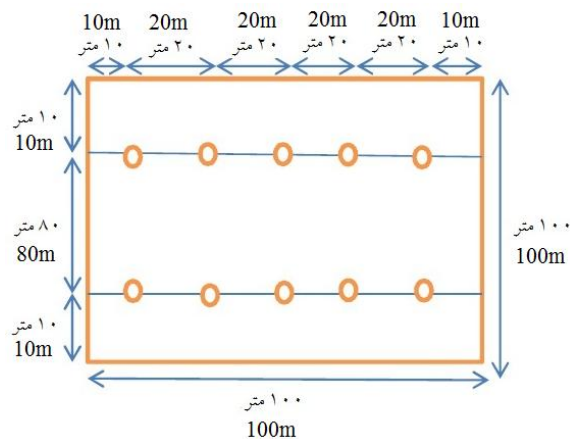
پس از بازدید و شناسایی دقیق منطقه، تعداد ۱۰ نقطه در هر یک از توده‌های جنگل کاری شده مورد مطالعه (آفاقا، زبان گنجشک، بلوط و سرو نقره‌ای) بصورت تصادفی-سیستماتیک انتخاب و نمونه‌برداری خاک از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری به وسیله استوانه فلزی (قطر ۸ سانتی‌متر) انجام شد (Asadian et al., 2013). بطور کلی سعی شد که به منظور کاهش اثرات مرزی، حاشیه توده‌ها برای نمونه‌برداری در نظر گرفته نشود (شکل ۱) و نمونه‌برداری‌ها متمایل به بخش مرکزی هر توده جنگلی باشد (Kooch et al., 2012). نمونه‌های خاک در فضای باز هوا خشک شده و پس از خرد شدن، از الک دو میلی‌متری گذرانده شدند. وزن مخصوص ظاهری به روش سیلندر، بافت خاک (درصد اجزاء تشکیل-دهنده خاک) با استفاده از روش هیدرومتری، اسیدیت به روش پتانسیومتری و از طریق دستگاه pH متر الکتریکی، کربن آلی به روش والکلی - بلاک، نیتروژن کل به روش کجلدال، فسفر قابل جذب به روش اولسن و پتاسیم قابل-جذب با استفاده از دستگاه طیف‌سنج اتمی در محیط آزمایشگاه اندازه‌گیری شد (Ghazanshahi, 2006). پس از برداشت نمونه‌های خاک و انتقال به آزمایشگاه، درشت-ریشه‌ها (ریشه‌های قطورتر از ۲ میلی‌متر) و ریزریشه‌ها (ریشه‌های نازکتر از ۲ میلی‌متر) به روش دستی از نمونه‌ها جداسازی و با استفاده از الک ۲ میلی‌متری شستشو داده شدند. سپس این نمونه‌ها در آون و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و در مدت زمان ۲۴ ساعت خشک گردیدند. در نهایت پس از توزین نمونه‌های خشک شده، مقدار زیتوده آنها در هکتار هر توده محاسبه شد (Neatrou et al., 2005). همچنین برای محاسبه نرخ خالص آمونیاکاسیون، نرخ خالص نیتریفیکاسیون و نرخ خالص معدنی شدن نیتروژن، از روش کیسه مدفون استفاده شد (Sing et al., 2007; Wang et al., 2010). بدین ترتیب که طی یک فرآیند یک ماهه، در اولین زمان نمونه‌برداری (اول مرداد ماه)، از مجموع نمونه‌های خاک برداشت شده، برخی به آزمایشگاه منتقل شده و باقی‌مانده نمونه‌ها در همان زمان در داخل ناپلون و در همان عمق مورد مطالعه مدفون شدند.

۱۳۷۸، تا ۷ درصد از سطح این جنگل‌ها کاسته شده است (Resaneh et al., 2001). جنگل کاری با گونه‌های بومی و غیربومی جهت بازسازی اراضی تخریب یافته طبیعی مورد توجه قرار گرفته است. خاک به عنوان منبع استفاده از سرزمین و حلقه ارتباط اقلیم و سیستم‌های بیوژئوشیمیایی، شدیداً تحت تأثیر نوع گونه انتخابی قرار دارد. توجه به نوع گونه و اثر آن بر مشخصه‌های کیفی خاک، به عنوان راهکار مدیریتی موجب حفظ کمیت و پایداری طولانی مدت عرصه‌های جنگل کاری می‌شود. در همین راستا، مطالعه پیش رو علاوه بر بررسی زیتوده ریشه‌ها و نرخ خالص معدنی شدن نیتروژن، به چگونگی ارتباط هر یک از این مشخصه‌ها با برخی پارامترهای فیزیکی شیمیایی خاک در سطح توده‌های جنگلی پهن‌برگ و سوزنی‌برگ می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد بررسی، پارک جنگلی خرگوش دره است که جهت توسعه فضای سبز شهری و ایجاد محیط طبیعی و گردشگری، با هدف ایجاد تفرجگاه در سال ۱۳۴۳ در مجاورت کلانشهر تهران، با مساحت ۶۷ هکتار ایجاد شده است. این پارک در حاشیه غربی مجموعه ورزشی آزادی (غرب تهران) و در حدود ۵ کیلومتر ۵ اتوبان تهران - کرج واقع شده است. موقعیت جغرافیایی آن در محدوده ۲۹° ۱۵' تا ۳۵° ۴۳'۰۴" طول شرقی و ۳۵° ۲۷' تا ۳۵° ۴۳'۲۷" عرض شمالی می‌باشد. این پارک به صورت دشت نسبتاً مسطح و با شیب ملایم ۲ تا ۵ درصد و در حواشی به طور بسیار محدود شیب ۱۵ تا ۳۰ درصد هم دیده می‌شود. حداکثر و حداقل ارتفاع آن از سطح دریای آزاد به ترتیب ۱۲۷۷ و ۱۲۴۷ متر و متوسط ارتفاع منطقه ۱۲۶۰ متر بالاتر از سطح دریا می‌باشد. حداقل میزان بارندگی این منطقه ۱۳۸/۵ میلی‌متر و حداکثر آن ۳۶۷/۸ میلی‌متر است که بیشترین میزان مربوط به فصل پاییز و زمستان و اوایل بهار است. میانگین بارندگی طی یک دوره ۲۴ ساله (۱۳۹۲-۱۳۶۸)، ۲۴۰/۳ میلی‌متر می‌باشد. سرو نقره‌ای حدوداً ۱۰ درصد، کاج تهران ۶۴/۵ درصد، آفاقا ۲۴/۵ درصد و سایر گونه‌های درختی نظیر بلوط، نارون، ارغوان، توت و ون حدود یک درصد باقی‌مانده پوشش



شکل ۱- طرح شماتیک محل و فواصل (بدون مقیاس) نمونه‌برداری خاک در توده‌های جنگلی مورد مطالعه
Figure 1- Schematic design of soil sampling points and distances (without scale) in the studied forest stands

نهایی میزان آمونیوم خاک) و $NO_3^- - N_{i+1}$ و $NO_3^- - N_i$ (غلظت اولیه و نهایی میزان نترات خاک) می‌باشند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار اکسل به عنوان بانک اطلاعات ذخیره شد. سپس به منظور تجزیه و تحلیل و همچنین مقایسه داده‌ها، ابتدا نرمال بودن آنها با آزمون کولموگروف اسمیرنوف و همگنی واریانس با آزمون لون، تست گردید. به منظور بررسی تفاوت یا عدم تفاوت مقادیر مشخصه‌های مختلف خاک در ارتباط با پوشش‌های درختی مختلف، از تجزیه واریانس یکطرفه استفاده شد. آزمون دانکن نیز به منظور مقایسه چندگانه میانگین بکار گرفته شد. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری در بسته نرم-افزاری SPSS نسخه ۲۰ انجام پذیرفت. همچنین به منظور انجام آنالیز چند متغیره و تعیین ارتباط مقادیر مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی با مشخصه‌های زیستوده ریشه‌ها و نرخ معدنی شدن نیتروژن خاک در پوشش‌های درختی مورد مطالعه، تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) با ایجاد ماتریس حاصله در برنامه PC-ORD تحت Windows مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی خاک

نتایج حاکی از آن است که هیچ یک از مشخصه‌های فیزیکی مورد مطالعه خاک در پوشش‌های درختی مورد بررسی تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند (جدول ۱). درحالی‌که در

در نهایت پس از گذشت سی روز، در دومین زمان نمونه-برداری (اول شهریور ماه)، این نمونه‌ها نیز به آزمایشگاه انتقال داده شدند. سپس، ازت معدنی (آمونیم و نترات) برای تمام نمونه‌های متعلق به هر دو سری زمانی اندازه-گیری شد. بدین منظور عصاره‌گیری خاک با روش هضم انجام و اندازه‌گیری آمونیوم به روش رنگ‌سنجی با معرف ایندوفنل^۱ و قرائت عصاره در طول موج ۶۳۶ نانومتر توسط دستگاه طیف‌سنج انجام (که اساس آن بر واکنش بین فنل و آمونیوم است) و اندازه‌گیری نترات به روش کلریمتری در طول موج ۶۲۰ نانومتر توسط دستگاه طیف‌سنج صورت پذیرفت (Jafari Haghghi, 2003). در نهایت نرخ خالص آمونیفیکاسیون (AR)، نرخ خالص نیتریفیکاسیون (NR) و نرخ خالص معدنی‌شدن نیتروژن (NMR) در بازه زمانی سی روز با استفاده از روابط ذیل (Li et al., 2014) محاسبه شد.

$$AR = \frac{NH_4^+ - N_{i+1} - NH_4^+ - N_i}{t_{i+1} - t_i} \quad (\text{رابطه ۱})$$

$$NR = \frac{NO_3^- - N_{i+1} - NO_3^- - N_i}{t_{i+1} - t_i} \quad (\text{رابطه ۲})$$

$$NMR = \frac{NH_4^+ - N_{i+1} + NO_3^- - N_{i+1} - NH_4^+ - N_i + NO_3^- - N_i}{t_{i+1} - t_i} \quad (\text{رابطه ۳})$$

که در این روابط، t_i و t_{i+1} (زمان‌های شروع و پایان دوره انکوباسیون)، $NH_4^+ - N_i$ و $NH_4^+ - N_{i+1}$ (غلظت اولیه و

1- Indophenol blue method

مشخصه‌ها به خاک زیر تاج پوشش گونه درختی سرو نقره- ای اختصاص داشت (جدول ۱). بالاترین مشخصه نسبت کربن به نیتروژن نیز به خاک زیر تاج پوشش گونه درختی سرو نقره‌ای اختصاص داشته و تفاوت آماری معنی‌داری را با سایر گونه‌های درختی مورد مطالعه دارا بود (جدول ۱).

مشخصه‌های شیمیایی خاک، به غیر از مشخصه کربن آلی، تغییرات معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱). مطابق با نتایج، خاک بخش زیر تاج پوشش درختی سرو نقره‌ای شرایط اسیدی‌تری نسبت به گونه‌های بلوط، زبان گنجشک و افاقیا داشت (جدول ۱). بیشترین مقادیر عناصر پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب) در خاک زیر تاج پوشش درختی افاقیا مشاهده شد و کمترین مقادیر این

جدول ۱- میانگین (\pm اشتباه معیار) مشخصه‌های فیزیکی-شیمیایی خاک در پوشش‌های درختی مورد مطالعه
Table 1- Mean (\pm standard error) of soil physico-chemical properties under studied tree covers

مقدار معنی-داری P value	F مقدار F value	سرو نقره‌ای <i>Cupressus arizonica</i>	بلوط <i>Quercus castaneifolia</i>	زبان گنجشک <i>Fraxinus excelsior</i>	افاقیا <i>Robinia pseudoacacia</i>	مشخصه خاک Soil characteristic
0.092	2.320	1.35 \pm 0.06	1.39 \pm 0.07	1.55 \pm 0.07	1.56 \pm 0.06	وزن مخصوص ظاهری (g cm ³⁻¹) Bulk density (g cm ³⁻¹)
0.813	0.317	25.00 \pm 3.92	20.40 \pm 2.20	24.80 \pm 5.82	25.20 \pm 3.58	شن (%) Sand (%)
0.109	2.166	45.80 \pm 2.88	48.20 \pm 2.46	38.80 \pm 4.04	38.60 \pm 3.66	سیلت (%) Silt (%)
0.301	1.266	29.20 \pm 2.25	31.40 \pm 1.66	36.40 \pm 4.29	36.20 \pm 3.76	رس (%) Clay (%)
0.001	6.812	6.08 \pm 0.20 ^b	6.82 \pm 0.21 ^a	7.00 \pm 0.18 ^a	7.19 \pm 0.13 ^a	pH
0.099	2.253	2.23 \pm 0.35	1.80 \pm 0.23	1.51 \pm 0.11	1.52 \pm 0.10	کربن آلی (%) Organic C (%)
0.000	15.556	0.10 \pm 0.01 ^c	0.22 \pm 0.01 ^b	0.29 \pm 0.01 ^a	0.33 \pm 0.04 ^a	نیتروژن کل (%) Total N (%)
0.001	6.614	25.40 \pm 7.33 ^a	8.70 \pm 1.41 ^b	5.34 \pm 0.64 ^b	5.01 \pm 0.56 ^b	نسبت کربن به نیتروژن C/N ratio
0.000	10.785	12.76 \pm 0.79 ^b	15.85 \pm 1.43 ^b	21.52 \pm 1.92 ^a	26.21 \pm 2.61 ^a	فسفر قابل جذب Available P (mg kg ⁻¹)
0.000	36.655	145.30 \pm 10.61 ^c	260.20 \pm 19.47 ^b	355.80 \pm 16.24 ^a	349.80 \pm 17.43 ^a	پتاسیم قابل جذب Available K (mg kg ⁻¹)

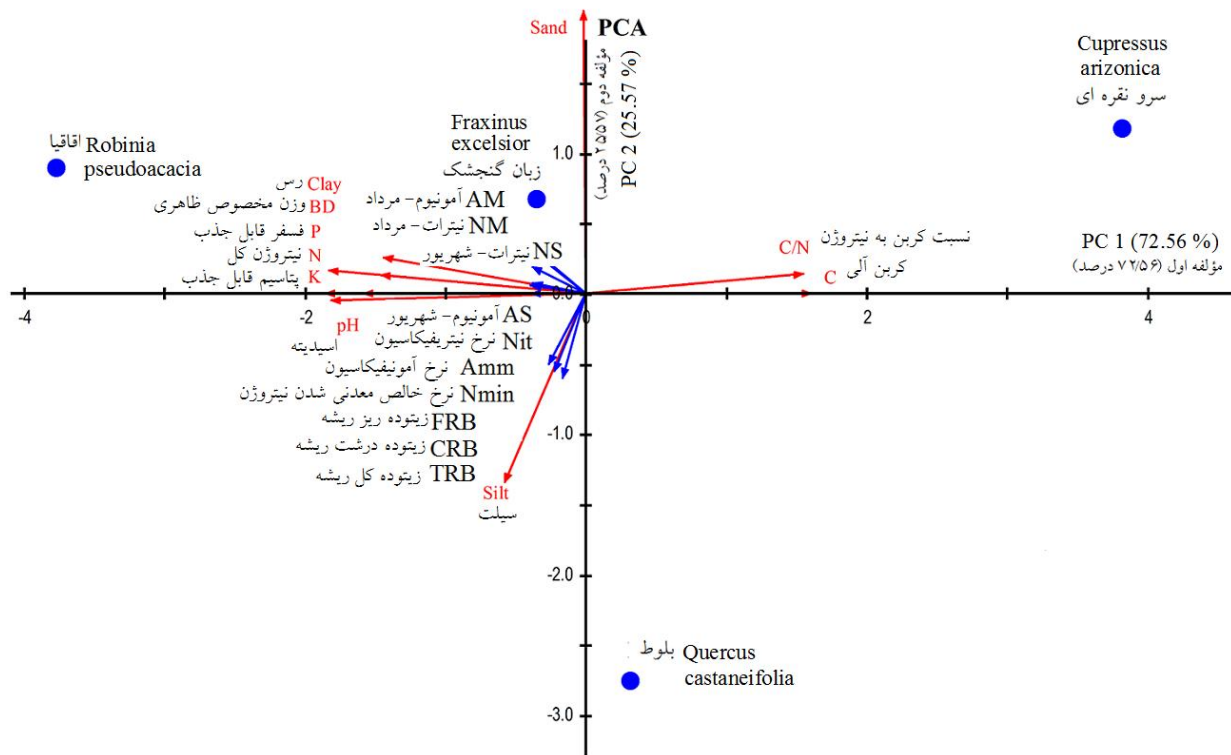
حروف متفاوت در هر ردیف، بیانگر متفاوت بودن میانگین متغیرها در پوشش‌های درختی مورد بررسی می‌باشد.

The different letters in each row are indicating significant statistics differences among studied tree covers.

مشخصه‌های زیستی خاک

نرخ خالص معدنی شدن نیتروژن) خاک نیز حاکی از آنست که بیشترین مقادیر این مشخصه‌ها به خاک زیر تاج پوشش گونه درختی افاقیا اختصاص داشته، در حالی که کمترین مقادیر آنها در خاک زیر تاج پوشش گونه درختی سرو نقره- ای مشاهده شد (جدول ۲). بررسی روابط مشخصه‌های زیستی و بیوشیمی با فیزیکی‌شیمیایی خاک در تحلیل PCA حاکی از تأثیر مثبت جزء سیلت خاک در افزایش زیستوده ریشه‌ها در توده بلوط و همچنین تأثیر مثبت pH و عناصر پرمصرف خاک بر مشخصه‌های بیوشیمی خاک در توده جنگلی افاقیا می‌باشد (شکل ۲).

تجزیه واریانس مشخصه‌های مختلف زیستی و بیوشیمی خاک، بجز مشخصه نرخ نیتریفیکاسیون، حاکی از اثرات معنی‌دار پوشش‌های درختی مختلف می‌باشد (جدول ۲). بیشترین مقادیر زیستوده ریشه‌ها (ریزریشه، درشت‌ریشه و کل ریشه) در خاک زیر تاج پوشش گونه درختی بلوط مشاهده شد. درحالی‌که کمترین مقادیر این مشخصه‌ها به خاک زیر تاج پوشش توده جنگلی سرو نقره‌ای تعلق داشت (جدول ۲). بررسی مشخصه‌های بیوشیمی (غلظت نیترات و آمونیوم در مرداد ماه و شهریور ماه، نرخ آمونیفیکاسیون و



شکل ۲- توزیع مکانی پوشش‌های درختی، مشخصه‌های فیزیکی-شیمیایی و زیستی خاک در تحلیل PCA (مؤلفه اول: مقدار ویژه = ۷/۲۵، درصد واریانس متناظر با عامل = ۷۲/۵۶ و مؤلفه دوم: مقدار ویژه = ۲/۵۵، درصد واریانس متناظر با عامل = ۲۵/۵۷، درصد واریانس تجمعی = ۹۸/۱۳). حروف مخفف در شکل (BD=وزن مخصوص ظاهری، Sand = شن، Silt = سیلت، Clay = رس، pH = واکنش خاک، C = کربن آلی، N = نیتروژن کل، C/N = نسبت کربن به نیتروژن، P = فسفر قابل جذب، K = پتاسیم قابل جذب، NS = نیترات- شهریور، AS = آمونیوم- شهریور، Nit = نرخ نیتریفیکاسیون، Amm = نرخ آمونیفیکاسیون، Nmin = نرخ خالص معدنی شدن نیتروژن، FRB = زیتوده ریز ریشه، CRB = زیتوده درشت ریشه، TRB = زیتوده کل ریشه، NM = نیترات- مرداد، AM = آمونیوم- مرداد، NS = نیترات- شهریور، AS = آمونیوم- شهریور، Nit = نرخ نیتریفیکاسیون، Amm = نرخ آمونیفیکاسیون، Nmin = نرخ خالص معدنی شدن نیتروژن).

Figure 2- Spatial distribution of tree covers and soil physico-chemical and biological characteristics in PCA (PC1: Eigen value = 7.25, percent of variance = 72.56, cumulative percent of variance = 72.56; PC2: Eigen value = 2.55, percent of variance = 25.57, cumulative percent of variance = 98.13). The abbreviation in the figure: (BD=bulk density, Sand=sand, Silt=silt, Clay=clay, pH=pH, C=organic carbon, N=total nitrogen, C/N= carbon to nitrogen ratio, P=available phosphorous, K=available potassium, FRB= fine root biomass, CRB=coarse root biomass, TRB=total root biomass, NM=Nitrate concentration in August, AM= ammonium concentration in August, NS=Nitrate concentration in September, AS=ammonium concentration in September, Nit=Nitrification ratio, Amm=ammonification ratio, Nmin=Net N mineralization ratio).

جدول ۲- میانگین (\pm اشتباه معیار) مشخصه‌های زیتوده ریشه و معدنی شدن نیتروژن خاک در پوشش‌های درختی مورد مطالعه
 Table 2- Mean (\pm standard error) of soil root biomass and nitrogen mineralization properties under studied tree covers

مقدار معنی‌داری P value	F مقدار F value	سرو نقره‌ای Cupressus arizonica	بلوط Quercus castaneifolia	زبان‌گنجشک Fraxinus excelsior	افاقیا Robinia pseudoacacia	مشخصه خاک Soil character
0.000	87.717	402.24 \pm 24.00 ^c	950.21 \pm 16.89 ^b	612.64 \pm 38.26 ^b	660.33 \pm 16.20 ^b	زیتوده ریزریشه Fine root biomass (kg ha ⁻¹)
0.000	28.855	755.60 \pm 55.76 ^d	1485.76 \pm 94.27 ^a	1079.90 \pm 25.95 ^c	1296.31 \pm 37.76 ^b	زیتوده درشت‌ریشه Coarse root biomass (kg ha ⁻¹)
0.000	56.836	1157.84 \pm 75.21 ^d	2435.97 \pm 96.19 ^a	1692.54 \pm 55.73 ^c	1956.64 \pm 44.50 ^b	زیتوده کل ریشه Total root biomass (kg ha ⁻¹)
0.000	49.615	14.95 \pm 1.20 ^c	19.22 \pm 0.87 ^b	19.07 \pm 0.26 ^b	28.65 \pm 0.65 ^a	نیترات- مردادماه Nitrate – August (mg kg ⁻¹)
0.000	62.163	3.58 \pm 0.31 ^d	9.24 \pm 0.70 ^c	11.57 \pm 0.49 ^b	14.93 \pm 0.79 ^a	آمونیم- مردادماه Ammonium – August (mg kg ⁻¹)
0.000	72.328	9.36 \pm 0.80 ^c	14.20 \pm 0.56 ^b	14.45 \pm 0.78 ^b	24.48 \pm 0.73 ^a	نیترات- شهریورماه Nitrate September (mg kg ⁻¹)
0.000	206.098	1.27 \pm 0.17 ^d	7.48 \pm 0.95 ^c	18.35 \pm 0.58 ^b	28.25 \pm 1.21 ^a	آمونیم- شهریورماه Ammonium – September (mg kg ⁻¹)
0.342	1.151	-0.18 \pm 0.02	-0.16 \pm 0.01	-0.15 \pm 0.02	-0.13 \pm 0.00	نرخ نیتریفیکاسیون Nitrification rate (mg kg ⁻¹)
0.000	48.681	-0.07 \pm 0.01 ^c	-0.05 \pm 0.03 ^c	0.22 \pm 0.02 ^b	0.44 \pm 0.05 ^a	نرخ آمونیفیکاسیون Ammonification rate (mg kg ⁻¹)
0.000	42.645	-0.26 \pm 0.01 ^c	-0.22 \pm 0.04 ^c	0.07 \pm 0.04 ^b	0.30 \pm 0.05 ^a	نرخ خالص معدنی شدن Net N mineralization (mg kg ⁻¹)

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر متفاوت بودن میانگین متغیرها در پوشش‌های درختی مورد بررسی می‌باشد.
 The different letters in each row are indicating significant statistics differences among studied tree covers.

زیتوده ریشه

بررسی زیتوده ریزریشه‌ها در توده‌های درختی مورد مطالعه حاکی از تأثیر مثبت گونه‌های درختی پهن‌برگ، نسبت به گونه سوزنی‌برگ سرو نقره‌ای، بر انباشتگی ریزریشه‌های خاک می‌باشد. در تطابق با یافته‌های این پژوهش، لی و جوسه (Lee & Jose, 2003) در بررسی خود نشان دادند که توده‌های پهن‌برگ در مقایسه با سوزنی‌برگان مقادیر بیشتری از زیتوده ریزریشه را به خود اختصاص می‌دهند. بسیاری از پژوهش‌ها، به تأثیرپذیری ریزریشه از پارامترهای

خاک اشاره کرده‌اند (Xu et al., 2013). خاک‌هایی با بافت متوسط، شرایط مساعدتری را برای توسعه ریزریشه‌ها فراهم می‌آورند (Xu et al., 2013). در پژوهش حاضر اگرچه تفاوت آماری معنی‌داری در خصوص اجزای بافت خاک مشاهده نشد، در هر حال جزء سیلت خاک درصد بالاتری را در خاک تحتانی گونه بلوط شامل شد که می‌تواند در توسعه ریزریشه‌های خاک اثرگذار بوده باشد. در هر حال افزایش زیتوده ریزریشه‌ها در خاک تحتانی گونه بلوط، می‌تواند به سرشت اکولوژیکی این گونه و توزیع ساختاری ریشه آن

معدنی شدن نیتروژن خاک

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که غلظت نیترات و آمونیوم به ترتیب در ماههای مرداد و شهریور بالا بوده است. کاهش غلظت نیترات طی دوره یک ماهه، می‌تواند تحت تأثیر فرآیندهایی مانند جذب گیاهی و یا تبخیر باشد. غلظت نیترات و آمونیوم در توده افاقیا بیشترین و در توده سرو نقره‌ای کمترین مقدار بود. با توجه به اینکه در شرایط اسیدی‌تر خاک، آبشویی شکل معدنی عناصر غذایی بیشتر رخ می‌دهد (Kooch & Hosseini, 2015)، لذا کاهش مقدار نیترات و آمونیوم در بخش زیر تاج پوشش گونه درختی سرو نقره‌ای می‌تواند به pH پایین خاک این گونه مرتبط باشد. نرخ آمونیفیکاسیون در توده افاقیا بالاترین و در توده سرو نقره‌ای پایین‌ترین مقدار بود. این نرخ، تحت تأثیر پارامترهایی نظیر pH، نسبت کربن به نیتروژن، عناصر غذایی قابل جذب و ساختمان خاک قرار دارد (Lee & Tim, 2009). نرخ نیتریفیکاسیون تحت توده افاقیا بیشترین و در توده سرو نقره‌ای کمترین مقدار را دارا می‌باشد. مقدار pH در واکنش نیتریفیکاسیون بسیار اهمیت دارد. چرا که نرخ نیتریفیکاسیون در محیط اسیدی (با pH کمتر از ۷) به سرعت کاهش می‌یابد (Ahn, 2006; Lee & Tim, 2009). غلظت پایین نیتروژن هم عامل دیگر کاهش نرخ نیتریفیکاسیون تلقی می‌شود (Burns & Murdoch, 2005). تجزیه و تحلیل‌های همبستگی حاکی از آن است که نیتریفیکاسیون خاک ارتباط مثبتی با نیتروژن کل و ارتباط منفی با نسبت کربن به نیتروژن خاک دارا است (شکل ۲). این نتیجه همسو با یافته‌های یان و همکاران (Yan et al., 2008) می‌باشد. سرعت معدنی‌سازی نیتروژن خاک در توده افاقیا بیشترین و در سرو نقره‌ای کمترین مقادیر را نشان داد. برخی پژوهش‌ها به مقادیر بیشتر معدنی‌سازی نیتروژن تحت گونه‌های پهن‌برگ نسبت به سوزنی‌برگان اشاره کرده‌اند (Yan et al., 2008; Zhang et al., 2008). مطابق با یافته‌های تحقیق حاضر، گونه درختی افاقیا به عنوان گونه تثبیت‌کننده ازت، میزان معدنی‌سازی نیتروژن خاک را افزایش داده است که در پژوهش‌های متعددی (Berg et al., 2001; Rothe et al., 2002) به این موضوع اشاره شده است. تفاوت در نرخ معدنی‌سازی نیتروژن خاک، تا حدودی به میزان دسترسی به نیتروژن موجود در بقایا وابسته است. کیفیت بالای لاشبرگ موجب افزایش پویایی میکروبی نیتروژن، و در نتیجه موجب افزایش معدنی‌سازی نیتروژن و

مرتبط باشد (Rostayee, 2015). مقادیر پایین زیتوده ریزریشه در توده سرو نقره‌ای ممکن است مرتبط با محیط اسیدی تحت گونه مذکور باشد. در همین راستا، لوشنر و هرتل (Leuschner & Hertel, 2003) و هلمیساری و همکاران (Helmisaari et al., 2009) تأثیر اسیدیته را بر میزان زیتوده ریشه *Picea abies* بررسی کرده و بیان کردند که در عرصه‌های اسیدی، میزان ریزریشه کمتر از محیط‌های متعادل‌تر بوده است. معمولاً خاک‌های اسیدی فعالیت‌های میکروبی را مهار می‌کنند. درحالی‌که خاکهایی با اسیدیته کمتر، نرخ تولید و رشد ریشه بهتری دارند (Yuan & Chen, 2010).

زیتوده درشت‌ریشه‌ها در تمام توده‌های مورد بررسی بیشتر از ریزریشه‌ها بود. بالاترین مقدار این مشخصه به خاک تحتانی گونه بلوط و کمترین مقدار آن به توده جنگلی سرو نقره‌ای اختصاص داشت. پژوهش‌های متعدد تأثیر اسیدیته را در تراکم درشت‌ریشه‌ها نشان داده‌اند. در پژوهش جنتشکه و همکاران (Jentschke et al., 2001)، به تأثیر منفی افزایش اسیدیته بر تراکم و توسعه افقی درشت‌ریشه‌ها اشاره شده است. در پژوهش حاضر نیز خاک تحتانی سرو نقره‌ای با دارا بودن کمترین مقدار pH، کمترین مقدار زیتوده درشت‌ریشه را نیز به خود اختصاص داده است. مطابق با نتایج، زیتوده درشت‌ریشه همبستگی منفی با عناصر غذایی قابل جذب نشان داد. طبق مطالعه کوزنتسووا و همکاران (Kuznetsova et al., 2011)، درشت‌ریشه‌ها به عنوان ساختارهای لیگنینی نقش هادی در ارتباط با آب و عناصر غذایی ایفا می‌کنند. در مطالعه‌ای توسط وانزه و همکاران (Wanze et al., 2010)، به کاهش عناصر غذایی فسفر، پتاسیم و کلسیم به دنبال توسعه درشت‌ریشه‌ها اشاره شده است. همچنین نتایج بررسی کالیوکوسکی (Kalliokoski, 2011)، عدم تأثیرپذیری زیتوده درشت‌ریشه از حاصلخیزی خاک را نشان داد. وی در توجیه این فرآیند به عرضه بالای کربن و اثرگذاری آن بر فرآیندهای زیستی اشاره کرده است. داپویه و همکاران (Daveye et al., 2011)، کاهش زیتوده درشت‌ریشه به دنبال افزایش فسفر قابل جذب را ناشی از افزایش قطر و توسعه ساختار پارانشیمی عنوان کرده‌اند.

(VanderKrift *et al.*, 2001; Arsalan *et al.*, 2010) همچنین همبستگی مثبتی بین نرخ معدنی سازی نیتروژن خاک و pH خاک وجود دارد. در نتیجه با کاهش pH خاک، نرخ معدنی سازی کاهش می یابد (Qi *et al.*, 2011) که این موضوع در تحقیق حاضر نیز در سطح توده های جنگلی مورد مطالعه قابل مشاهده می باشد.

نتیجه گیری کلی

مطابق با نتایج تحقیق حاضر، گونه اقاچیا به عنوان گونه تثبیت کننده ازت، در بهبود خاک عملکرد بهتری نسبت به سایر گونه ها داشت. اگرچه توده سرو نقره ای در مقایسه با سایر پوشش های اراضی، در خاکی با کیفیت پایین واقع شده است، اما با توجه به مقدار بالای کربن آلی و وزن مخصوص ظاهری پایین خاک تحت پوشش این اراضی، این گونه می تواند به عنوان یکی از گزینه های مؤثر بر ذخیره سازی و حفظ کربن خاک مد نظر قرار گیرد.

نیتروژن قابل جذب گیاه می شود (McKinley *et al.*, 2008). نتایج بررسی تحقیق حاضر نشان داد که همبستگی مثبتی بین معدنی سازی نیتروژن و محتوی نیتروژن خاک وجود دارد (شکل ۲) و پژوهش های قبلی نیز به این موضوع اشاره داشته اند (Yan *et al.*, 2008; Arsalan *et al.*, 2010). بررسی های متعددی نشان داده اند که غلظت پایین نیتروژن کل خاک، میزان معدنی سازی نیتروژن خاک را کاهش می دهد (Burns & Murdoch, 2005). بنابراین، نرخ پایین معدنی سازی نیتروژن (آمونیفیکاسیون و نیتریفیکاسیون) در توده سرو نقره ای مرتبط با کیفیت پایین تر مواد آلی، محتوای کمتر نیتروژن کل و کاهش نرخ معدنی سازی است (Duran *et al.*, 2009). توده های جنگلی با مقادیر بالای غلظت نیتروژن نیز موجب افزایش معدنی سازی نیتروژن می شوند (Reich *et al.*, 1997). بررسی ها بیانگر ارتباط بین نسبت کربن به نیتروژن، لیگنین به نیتروژن و فنول به نیتروژن با نرخ معدنی سازی نیتروژن، و تأثیر آنها در عدم پویایی فرآیند مذکور در اکوسیستم های مشابه است

References

- Ahn A.H. 2006. Sustainable nitrogen elimination biotechnologies, a review. *Process Biochemistry*, 41: 1709-1721.
- Amir Ahmadi A. 2015. Study of trees nutrition condition in pure and mixed stands of *Cupressus arizonica* in Khargosh-dareh forest park. M.Sc. Thesis of Forestry, Sari University, 112p. (In Persian).
- Arsalan H., Guleryu G.M., and Kırmızı S. 2010. Nitrogen mineralization in the soil of indigenous oak and pine plantation forests in a Mediterranean environment. *European Journal of Soil Biology*, 46: 11-17.
- Asadian M., Hojjati S.M., Poormajidian M.R., and Fallah A. 2013. The effect of different land use on soil quality in Alandan forest of Sari. *Natural Geographical Research*, 45: 65-76. (In Persian).
- Asadian M., Hojjati S.M., Pourmajidian M.R., and Fallah A. 2013. Impact of land-use management on nitrogen transformation in a mountain forest ecosystem in the north of Iran. *Journal of Forestry Research*, 24: 115-119.
- 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 Sciences*, 59: 233-253.
- Berg B., McClaugherty C.A., De Santo A.V., and Johnson D.V. 2001. Humus buildup in boreal forests: effects of litter fall and its N concentration. *Canadian Journal of Forest Research*, 31: 988-998.
- Bijak S., Zasada M., Bronisz A., Bronisz K., Czajkowski M., Ludwisiak L., Tomusiak R., and Wojtan R. 2013. Estimating coarse roots biomass in young silver birch stands on post-agricultural lands in central Poland. *Silva Fennica*, 42: 123 – 145.
- Burns D.A., and Murdoch P.S. 2005. Effects of a clear-cut on the net rates of nitrification and N mineralization in a northern hardwood forest. Catskill Mountains, New York, USA. *Biogeochemistry*, 72: 123-146.
- Daveye E., Cathleen W., Johnson R., Sundberg K., Morris J., and Roman C.T. 2011. Use of computed tomography imaging for quantifying coarse roots, rhizomes, peat, and particle densities in marsh soils. *Ecological Applications*, 21: 2156-2171.
- 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.

- Durán J., Rodríguez A., Fernández-Palacios J.M., and Gallardo A. 2009. Changes in net N mineralization rates and soil N and P pools in a pine forest wildfire chronosequence. *Biology and Fertility of Soils*, 45: 781–788.
- Fukuzawa K., Shibata S., Takagi K., Satoh F., Koike T., and Sasa K. 2013. Temporal variation in fine-root biomass, production and mortality in a cool temperate forest covered with dense understory vegetation in northern Japan. *Forest Ecology and Management*, 310: 700-710.
- Ghazanshahi J. 2006. Soil and plant analysis. Hooma publication, 272p. (In Persian).
- Helmisaari H.S., Saarsalmi A., and Kukkola M. 2009. Effects of wood ash and nitrogen fertilization on fine root biomass and soil and foliage nutrients in a Norway spruce stand in Finland. *Plant and Soil*, 314: 121-132.
- Jafari Haghighi M. 2003. Soil analysis methods. Nedaye Zohi Publication, 236p. (In Persian).
- Jentschke G., Drexhage M., Fritz H.W., Fritz E., Schella B., Lee D.H., Gruber F., Heimann J., Kuhr M., Schmidt J., Schmidt S., and Zimmermann R. 2001. Does soil acidity reduce subsoil rooting in Norway spruce (*Picea abies*)? *Plant and Soil*, 237: 91–108.
- Kalliokoski T. 2011. Root system traits of Norway spruce, Scots pine, and silver birch in mixed boreal forests: an analysis of root architecture, morphology, and anatomy. Department of Forest Sciences, Faculty of Agriculture and Forestry University of Helsinki, 67p.
- Kewessa G., Tiki L., and Molla A. 2015. Effects of *Hypericum revolutum* (Vahl) tree on major soil nutrients and selected soil physico-chemical properties in Goba District, Oromia, Ethiopia. *Agricultural Research*, 4: 6-13.
- Kooch Y., Hosseini S.M., Zaccone C., Jalilvand H., and Hojjati S.M. 2012. Soil organic carbon sequestration as affected by afforestation: the Darab Kola forest (North of Iran) case study. *Journal of Environmental Monitoring*, 14: 2438 - 2446.
- Kooch Y., and Hosseini S.M. 2015. Ecology of forest soils (concepts and algorithms), Jahad-daneshgahi of Mazandaran publications, 414p. (In Persian).
- Kuznetsova T., Lukjanova A., Mandre M., and Lohmus K. 2011. Aboveground biomass and nutrient accumulation dynamics in young black alder, silver birch and Scots pine plantations on reclaimed oil shale mining areas in Estonia. *Forest Ecology and Management*, 262: 56–64.
- Lakzian A. 2008. Soil microbiology. Ferdowsi Mashhad Publication, 135p. (In Persian).
- Lee C., and Tim D.F. 2009. Nitrogen removal in constructed wetland systems. *Engineering Sciences*, 9: 11–22.
- Lee K.H., and Jose S. 2003. Soil respiration, fine root production, and microbial biomass in cottonwood and loblolly pine plantations along a nitrogen fertilization gradient. *Forest Ecology and Management*, 185: 263-273.
- Leny S.M. 2011. Construction Calculations Manual. Elsevier, 692 p.
- Leuschner C., and Hertel D. 2003. Fine root biomass of temperate forests in relation to soil acidity and fertility, climate, age and species. *Propagation Botanical Journal*, 64: 405–438.
- Li M., Zhaou X., Zhang Q., and Cheng X. 2014. Consequences of afforestation for soil nitrogen dynamics in central China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 183: 40-46.
- Liu D., Fang S., Tian Y., and Chang S.X. 2014. Nitrogen transformations in the rhizosphere of different tree types in a seasonally flooded soil. *Plant, Soil and Environment*, 6: 249-254.
- Lovett G., Weathers K., Arthur M., and Schultz J. 2004. Nitrogen cycling in a northern hardwood forest: Do species matter? *Biogeochemistry*, 67: 289-308.
- McKinley D.C., Rice C.W., and Blair J.M. 2008. Conversion of grassland to coniferous woodland has limited effects on soil nitrogen cycle processes. *Soil Biology and Biochemistry*, 40: 2627-2633.
- Mismir N., and Mismir M. 2012. Root biomass and carbon storage in *Abies nordmanniana* stands. *Journal of Forestry Research*, 6: 225-227.
- Neatrou M.A., Jones R.H., and Golladay S.W. 2005. Correlations between soil nutrients availability and fine- root biomass at two spatial scales in forested wetlands with contrasting hydrological regimes. *NRC Research Press*, 35: 2934-2941.
- Qi G., Wang Q., Zhou W., Ding H., Wang X., Qi L., Wang Y., Li S., and Dai L. 2011. Moisture effect on carbon and nitrogen mineralization in topsoil of Changbai Mountain, Northeast China. *Journal of Forest Science*, 57: 340–348.
- Reich P.B., Grigal D.F., Aber J.D., and Gower S.T. 1997. Nitrogen mineralization and productivity in 50 hard wood and conifer stands on diverse soils. *Ecology*, 78: 335–347.

- Resaneh Y., Kahnamoeei M., and Salehi P. 2001. Investigation of quantitative and qualitative of northern forests of Iran. Symposium of northern forests management of Iran and sustainable development, 1: 56-82.
- Rostayee F. 2015. The effect of *Alnus subcordata* L., *Populus deltoids* L. and *Taxadium distichum* L. Rich Plantations on soil fine root biomass and nitrogen transformation. M.Sc. Thesis of Forestry, Tarbiat Modares University, 105p. (In Persian).
- Rothe A., Cromack J.K., Resh S.C., Makeneci E., and Son Y. 2002. Soil carbon and nitrogen changes under Douglas-fir with and without red alder. *Soil Science Society of American Journal*, 66: 1988-1995.
- Shi S., Han P., Zhang P., Ding F., and Ma C. 2015. The impact of afforestation on soil organic carbon sequestration on the Qinghai plateau, China. 10: 0116591.
- Sing R.S., Tripathi N., and Singh S.K. 2007. Impact of degradation on nitrogen transformation in a forest ecosystem of India. *Environment Monitoring and Assessment*, 125:165-173.
- Tamooch F., Huxhamd M., Karachi M., Mencuccini M., Kairo J.G., and Kirui B. 2008. Below-ground root yield and distribution in natural and replanted mangrove forests at Gazi bay, Kenya. *Forest Ecology and Management*, 256:1290-1297.
- 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.
- Tufekcioglu A., Raich J.W., Isenhardt T.M., and Schultz R.C. 1999. Fine root dynamics, coarse root biomass, root distribution, and soil respiration in a multispecies riparian buffer in Central Iowa, USA. *Agroforestry Systems*, 44: 163-174.
- 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*, 184: 167-176.
- Van der Krift T.A.J., Gioacchini P., Kuikman P.J., and Berendse F. 2001. Effects of high and low fertility plant species on dead root decomposition and nitrogen mineralization. *Soil Biology and Biochemistry*, 33: 2115-2124.
- Wang C., Han X., and Xing X. 2010. Effects of grazing exclusion on soil net nitrogen mineralization and nitrogen availability in a temperate steppe in Northern China. *Journal of Arid Environments*, 74:1287-1293.
- Wanze Z., Wang S.G., and Yun-Qing H. 2010. Dynamics of nutrient supply to sprouts from the roots and soil during sprouting of *Quercus aquifoliodes* shrub lands, western Sichuan, China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 34:1185-1195.
- Wei-wei W., Jin-xue H., Feng C., De-cheng X., Zheng-li L., Cha-chas H., Zhi-jie Y., and Guang-shui C. 2014. Effects of tree species diversity on fine-root biomass and morphological characteristics in subtropical *Castanopsis carlesii* forests. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 25: 318-324.
- Xu W., Liu J., Liu X., Kun Li K., Zhan, D., and Yan J. 2013. Fine root production, turnover, and decomposition in a fast-growth *Eucalyptus urophylla* plantation in southern China. *Journal of Soils and Sediments*, 13: 1150-1160.
- Yan E.R., Wang X.H., Huang J.J., Li, G.Y., and Zhou W. 2008. Decline of soil nitrogen mineralization and nitrification during forest conversion of evergreen broad-leaved forest to plantations in the subtropical area of Eastern China. *Biogeochemistry*, 89: 239-251.
- Yuan Z.Y., and Chen H.Y. 2010. Fine root biomass, production, turnover rates, and nutrient contents in boreal forest ecosystems in relation to species, climate, fertility, and stand age: literature review and Meta-Analyses. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 29: 204-221.
- Zhang X.L., Wang Q.B., Li L.H., and Han X.G. 2008. Seasonal variations in nitrogen mineralization under three land use types in a grassland landscape. *Acta Oecology*, 34: 322-330.

The Effect of *Robinia pseudoacacia*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus castaneifolia* and *Cupressus arizonica* Tree Covers on Soil Root Biomass and Nitrogen Mineralization

Yahya Kooch^{1*}, Katayoun Haghverdi²

(Received: June 2016

Accepted: January 2017)

Abstract

In order to study the effect of man-made tree covers on soil biological and biochemical properties, the forest stands of *Robinia pseudoacacia*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus castaneifolia* and *Cupressus arizonica* were considered in the forest park area of Khargoosh-dareh located in Tehran. In each tree covers, 10 soil samples were taken from topsoil (0-10 cm depth). Soil biological, biochemical and also some physico-chemical properties were measured at the laboratory. According to our data, none of soil physical characteristics were significantly affected by tree covers. The soil under *C. arizonica* was more acidic compared with *Q. castaneifolia*, *F. excelsior* and *R. pseudoacacia* stands. Greater amounts of soil N, available P and K were found under *R. pseudoacacia* stand (0.33%, 26.21 and 349.80 mg kg⁻¹, respectively) and the least was measured under *C. arizonica* tree cover (0.10%, 12.76 and 145.30 mg kg⁻¹, respectively). The higher values of root biomass (fine root, coarse root and total root) were recorded under *Q. castaneifolia* species (950.21, 1079.90 and 1692.54 kg ha⁻¹, respectively) whereas, the minimum values were found under *C. arizonica* trees (402.24, 755.60 and 1157.84 kg ha⁻¹, respectively). The greater amounts of soil nitrification rate, ammonification rate and net N mineralization were found under *R. pseudoacacia* (-0.13, 0.44 and 0.30 mg kg⁻¹, respectively) and the least was measured under *C. arizonica* tree cover (-0.18, -0.07 and -0.26 mg kg⁻¹, respectively). Based on our findings, the *R. pseudoacacia* as N₂-fixing tree species, presented better performance in soil quality improvement compared with the other studied species.

Key words: Ammonification, Coarse root, Fine root, Net N mineralization rate, Nitrification.

1-Assistant professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University (TMU).

2-Assistant professor, College of Agriculture and natural resources, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

*corresponding Author Email: yahya.kooch@modares.ac.ir