Archive of SID

مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال دوازدهم، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۹
ص ۳۹۰-۳۷۷
مقاله پژوهشی

اثر گونهٔ درخت بر ذخیرهٔ کربن آلی و نیتروژن کل خاک در یک جنگل آمیختهٔ زاگرس مرکزی

نرگس خورشیدی[۱]، علی سلطانی[۲*] و مهدی پژوهش[۳]

[۱] کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
[۲] دانشیار، گروه علوم جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
[۳] استادیار، گروه مهندسی طبیعت، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۴/۲۸)

چکیده

هدف این تحقیق، تعیین تفاوت احتمالی مقدار کربن آلی و نیتروژن کل خاک تحت تاج گونه‌های درختی در اندازه‌های مختلف، در یک جنگل نیمه‌خشک و در سطح تک‌درخت بود. برای این منظور، در یک تودهٔ جنگل آمیخته (چهارطاق کیار) در زاگرس مرکزی که بیش از ۳۰ سال در قرق کامل بوده است، ۶۰ درخت از چهار گونهٔ ارس (*Juniperus excelsa*)، زبان‌گنجشک (*Fraxinus rotundifolia*)، بلوط (*Quercus brantii*) و زالزالک (*Crataegus azarolus*) به روش تصادفی سیستماتیک انتخاب و مقادیر کربن آلی و نیتروژن کل خاک زیر تاج‌پوشش آنها در دو بخش سطحی (صفر تا ۱۵ سانتی‌متر) و عمقی (۱۵ تا ۵۰ سانتی‌متر) اندازه‌گیری و مقایسه شد. نتایج نشان دادند که ۱. هر دو مقدار کربن آلی و نیتروژن کل خاک به‌دست‌آمده از نمونه‌های داخل تاجی بیشتر از مقادیر متناظرشان در نمونه‌های خارج تاجی بودند؛ ۲. تنها مقدار کربن آلی خاک از نوع گونه تأثیر پذیرفت که این مقدار به‌ترتیب در خاک‌های سطحی و عمقی، برای زالزالک با ۱/۳۷ و ۰/۵۲ درصد حداقل و برای ارس با ۱/۶۴ و ۰/۷۳ درصد حداکثر بود؛ ۳. مقدار نیتروژن خاک با متوسط ۰/۲۱ و ۰/۰۸ درصد به‌ترتیب در خاک‌های سطحی و عمقی در زیر تاج تمام درختان یکسان بود؛ ۴ اندازهٔ درختان تنها بر مقدار کربن آلی و نیتروژن کل خاک سطحی اثرگذار بود. این تحقیق نشان داد که تفاوت اندکی در مقدار دو مادهٔ اصلی خاک در زیر تاج گونه‌های مختلف درختی در یک جنگل شاخص زاگرس وجود دارد و از این نظر، تودهٔ جنگل به‌صورت یک موجود زندهٔ بزرگ عمل می‌کند و دارای خاک کم‌وبیش همگنی از نظر مقدار کربن آلی و نیتروژن است.

واژه‌های کلیدی: تنوع درختی، جنگل زاگرس، کربن آلی خاک، نیتروژن کل خاک.

مقدمه

رابطهٔ خاک و گیاه از نزدیک‌ترین روابط حیاتی در انواع زیست‌بوم‌هاست. مبنای برخی از متداول‌ترین فعالیت‌های بشری همچون زراعت، باغبانی و جنگلداری بر این اصل بدیهی بنا شده که خاک حاصلخیز مترادف محصول گیاهی بیشتر است. با این‌حال این موضوع که اثرگذاری ذکرشده دوسویه است، کمتر در نظر گرفته می‌شود. نقش گیاهان به‌خصوص گونه‌های چندساله و چوبی در چرخهٔ مواد و تغییر ماهیت فیزیکی و شیمیایی خاک چنان پررنگ

* نویسندهٔ مسئول
شمارهٔ تماس: ۰۳۸۳۲۳۲۴۴۲۳
ایمیل: ali.soltani@sku.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

است که زیست‌بوم‌های در مراحل پیشرفتهٔ توالی را مترادف خاک‌های بالغ‌تر و با سطح حاصلخیزی بیشتر در نظر می‌گیرند (Tilman, 1985). در واقع گیاهان نه‌تنها از بستر خاکی که بر آن روییده‌اند بهره می‌گیرند، بلکه سبب ارتقای کیفی و حاصلخیزی خاک می‌شوند. برای مثال درختان در اکوسیستم جنگلی به‌واسطهٔ فرایندهای سوخت‌وسازشان در مرکز چرخه‌های بیوژئوشیمی قرار گرفته‌اند و خاک‌های حاصلخیزتری را در زیر تاج‌پوشش خود به‌وجود آورده‌اند (Vesterdal et al., 2013). مطلب اخیر در مورد سطح کربن آلی خاک بیشتر خودنمایی می‌کند (Pardon et al., 2017). وابستگی مطلق خاک‌های معدنی به گیاهان به‌عنوان تنها تولیدکنندگان اولیهٔ قندها و دیگر زنجیره‌های کربوهیدراتی اثبات شده است (Sokol et al., 2019). تحقیقات گذشته در جنگل‌های طبیعی و دست‌کاشت شمال ایران (Rostayee et al., 2019) و جنگل‌های زاگرس چه در سطح توده (Salehi et al., 2011) و چه در سطح تک‌درختان بنه (*Pistacia atlantica* Desf.) (Hosseini et al., 2012; Rostamizad et al., 2018) نیز نشان داده‌اند که ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به‌واسطهٔ حضور درختان ارتقا می‌یابند.

نه‌تنها نیتروژن انباشته‌شده در بافت‌های گیاهی سبب افزایش این عنصر در خاک می‌شود، بلکه وارد کردن بسته‌های کربوهیدراتی به خاک توسط درختان به‌صورت ریزش برگ، سرشاخه و میوه به افزایش انواع فعالیت زیستی از جمله باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن کمک می‌کند (Błońska et al., 2019). نیتروژن کل عامل اصلی افزایش حاصلخیزی خاک است و به‌طور بالقوه می‌تواند شاخص کارایی باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن در استفاده از منابع کربن آلی خاک باشد (Yang et al., 2017).

برگ‌های خزان‌کردهٔ حاوی مواد مغذی بیشتر، مواد سترون‌کنندهٔ کمتر و دارای بافت نرم‌تر و کمترچوبی‌شده، برای تجزیه‌کنندگان و میکروارگانیسم‌های خاک مطلوب‌ترند و در نهایت نیتروژن بیشتری به خاک اضافه می‌کنند (Wang et al., 2010). تحقیقات نشان داده است که توده‌های جنگلی دارای تنوع درختی و درختچه‌ای بیشتر (Dawud et al., 2016)، آنهایی که برگ‌هایشان را سبزتر خزان می‌کنند با گونه‌های نهان‌دانهٔ (در مقابل بازدانه) بیشتر (De Schrijver et al., 2015)، کربن آلی بیشتری به خاک اضافه می‌کنند که در بیشتر موارد به مقدار نیتروژن آلی بیشتری می‌انجامد. بر این اساس، برخی از نتیجه‌گیری‌های مربوط به همبستگی پراکنش گونه‌های درختان هیرکانی با مقادیر کربن آلی و نیتروژن خاک (Zahedi Amiri et al., 2008) را نیز می‌توان دلیلی بر تأثیر متقابل درخت و خاک دانست.

هیچ یک از تحقیقات یادشده در بالا، مقایسهٔ کربن آلی و نیتروژن خاک زیر تاج گونه‌های مختلف را در سطح تک‌پایهٔ درختان روییده در عرصه‌های طبیعی انجام نداده‌اند. آیا تفاوت محلی افزایش کربن و نیتروژن آلی خاک در زیر تاج درختان غیرهمزیست با باکتری، در یک تودهٔ جنگلی وجود دارد یا همگنی کلی در سرتاسر یک تودهٔ جنگلی از این حیث دیده می‌شود؟ آیا درختان در طول دورهٔ زندگی در این خصوص متفاوت عمل می‌کنند؟ تحقیقی مقایسه‌ای در جنگل‌های نیمه‌خشک مدیترانه‌ای در این زمینه انجام نگرفته است. در این پژوهش، اولین بار نتیجهٔ مقایسهٔ مقدار کربن آلی و نیتروژن خاک سطحی و عمقی در زیر تاج چهار گونهٔ اصلی درختان جنگل‌های زاگرس مرکزی (بلوط، ارس، زالزالک و زبان‌گنجشک) در یک تودهٔ جنگلی قرق‌شده بیان شده است. تودهٔ انتخاب‌شده (چهارطاق) از این نظر منحصربه‌فرد است که در محل تلاقی گوشهٔ اکولوژیک سه تیپ اصلی جنگل‌های زاگرس (بادام، بلوط و ارس) قرار گرفته است. شرایط توپوگرافی، خاکی و اقلیمی مشترک و فاصلهٔ مناسب تاج درختان در این زیستگاه سبب می‌شود که قضاوت دربارهٔ تفاوت گونه‌ها با خطای کمتری همراه باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

این تحقیق در منطقه‌ای به وسعت ۴۸ هکتار در ارتفاعات پایین‌دست ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق در شهرستان کیار، در مجاورت روستایی به همین نام و در حاشیهٔ جادهٔ روستایی وستگان و رودخانهٔ سبزکوه انجام گرفت. از نظر جغرافیایی، منطقه در حد فاصل ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه و ۳۴ ثانیه تا ۳۱ درجه و ۵۲ دقیقه و ۴۴ ثانیهٔ عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۴۸ دقیقه و ۳۹ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه و ۱۱ ثانیهٔ طول شرقی قرار گرفته است. جهت دامنه، جنوب غربی با متوسط شیب عمومی ۱۵ درصد است. ارتفاع از سطح دریا از حداقل ۲۱۰۰ متر از کنار رودخانه تا حداکثر ۲۴۰۰ متر در کوهپایه‌های کوه کلار متغیر است. براساس روش دومارتن، منطقهٔ تحقیق جزء اقلیم نیمه‌مرطوب محسوب می‌شود (Chaharmahal Va Bakhtiari Meteorological Administration 2018). بافت خاک منطقه سیلت-رسی، قلیایی (متوسط pH برابر ۸/۲۲) است (Armand et al., 2018). این ذخیره‌گاه از سال ۱۳۶۲ توسط ادارهٔ کل منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری قرق شده است.

متوسط تراکم درختان در منطقهٔ تحقیق ۶۹/۷ اصله در هکتار است (Askari et al., 2014) که نشان‌دهندهٔ ساختار پارک‌مانند جنگل است و شرایط را برای مطالعات در مقیاس درخت ایده‌آل می‌سازد. تیپ اصلی ذخیره‌گاه، زبان‌گنجشک – ارس (*Fraxinus rotundifolia* Mill. - *Juniperus excelsa* M.Bieb.) است و پایه‌های قطوری از درختان این دو گونه، چشم‌انداز منطقه را شکل داده‌اند. تنوع گونه‌های درخت و درختچه‌ای در این زیستگاه زیاد است. برخی از گونه‌های چوبی اصلی همراه عبارت‌اند از: پلاخور (*Lonicera nummularifolia* Jaub. & Spach)، تاه (*Celtis caucasica* Willd.)، محلب (*Cerasus mahaleb* (L.) Mill.)، راناس (*Cerasus microcarpa* (C.A.Mey.) Boiss.)، بارودار (*Quercus brantii* Lindl.)، زالزالک (*Crataegus azarolus* L.)، خشگ (*Daphne mucronata* Royle.)، شیرخشت (*Cotoneaster luristanica* Klotz.)، بنه (*Pistacia atlantica*)، خنجوک (*Pistacia khinjuk* Stocks.)، تنگرس (*Rhamnus pallasii* Fisch.)، کیکم (*Acer monspessulanum* L.) و انواع بادام وحشی (*Amygdalus* spp.).

شیوهٔ اجرای پژوهش

- نمونه‌گیری و آماده‌سازی نمونه‌ها

در این تحقیق چهار گونهٔ درختی اصلی ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق، یعنی ارس (*Juniperus excelsa*)، زبان‌گنجشک (*Fraxinus rotundifolia*)، بارودار (*Quercus brantii*) و زالزالک (*Crataegus azarolus*) انتخاب شدند. این گونه‌ها بیشترین تعداد پایه‌های "درخت" را در این ذخیره‌گاه تشکیل می‌دهند و دامنهٔ اندازهٔ درختانشان مشابه است. بیشترین و کمترین تنوع قطر برابرسینه به‌ترتیب در درختان زالزالک و برودار دیده می‌شود، به‌طوری که پایه‌های قطور زالزالک و باریک برودار کم‌یاب‌اند. در منتهی‌الیه پایین‌دست منطقه (نزدیک به جاده)، نقطه‌ای تصادفی انتخاب و از آن نقطه، شبکه‌ای از نقاط با فاصلهٔ پنجاه متر از یکدیگر در راستای عمود بر جهت شیب غالب (جنوب غربی) پیاده شد. در صورت تلاقی نقاط شبکه با درختی از چهار گونهٔ تحت مطالعه، مشخصات ابعاد تاج و قطر آن درخت ثبت شد.

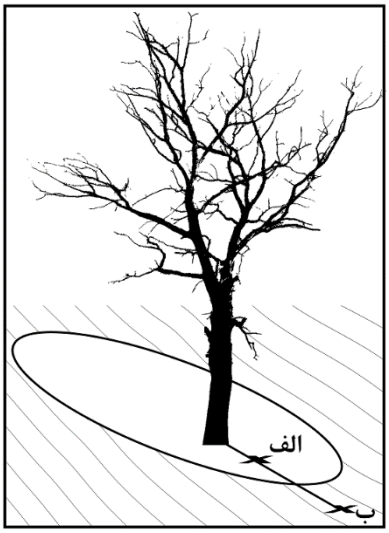
از میان بیش از ۱۴۰ درخت و درختچهٔ ملاقات شده تنها ۶۰ درخت (۱۵ پایه درخت از هر گونه) برای این تحقیق انتخاب شدند. انتخاب پایه‌های درخت براساس شرایط زیر بود: الف) جدا بودن کامل تاج و سایهٔ تاج از تاج و سایهٔ تاج درختان و درختچه‌های مجاور؛ ب) تک‌ساقه بودن (فرم رویشی دانه‌زاد) و نداشتن آثار ضعف و بیماری؛ ج) قرارگیری درخت انتخاب‌شده از هر گونه در کلاسهٔ مشترک قطر

www.SID.ir

Archive of SID

برابرسینه و قطر تاج درختان سه گونهٔ دیگر. توضیح مورد اخیر به این ترتیب است که پس از محاسبهٔ آمارهٔ میانه برای هر یک از اندازه‌های مساحت تاج و قطر برابرسینه به تفکیک گونه، درختانی که هر دو اندازهٔ تاج و قطر برابرسینهٔ آنها در کمتر از مقادیر میانه محاسبه شده بودند، به‌عنوان درخت کوچک و درختانی که هر دو بعدشان، بیشتر از مقادیر میانه بودند به‌عنوان درخت بزرگ در نظر گرفته شدند. به این ترتیب اندازهٔ درختان هر چهار گونه متعادل شد و کلاسه‌های اندازهٔ تاج و قطر برابرسینهٔ درختان (درختان بزرگ و کوچک) به‌عنوان عامل بلوک (متغیر تصادفی) در مقایسه‌های آماری در نظر گرفته شد.

برای هر درخت دو محل نمونه‌گیری خاک انتخاب شد: الف): نقطه‌ای در زیر تاج درخت و در محلی در جهت شیب غالب دامنه، به‌طوری که محل نمونه در وسط شعاع سایهٔ تاج درخت قرار گیرد (نقطه داخل تاجی)؛ ب): نقطه‌ای در خارج از سایهٔ درخت و در محلی در امتداد خط افقی گذشته از محل تنه و نقطهٔ الف، به‌طوری که نقطهٔ الف در میانهٔ مسیر تنهٔ درخت و نقطهٔ ب قرار گیرد (خارج تاجی) (شکل ۱).



شکل ۱- محل دو نقطهٔ برداشت نمونه‌های خاک داخل تاجی (نقطهٔ الف) و خارج تاجی (نقطهٔ ب) برای یک درخت زالزالک در منطقهٔ تحت آزمایش. بیضی رسم‌شده، حدود تصویر عمودی تاج درخت است. برای توضیحات بیشتر به متن مراجعه شود.

در محل نمونه‌برداری، لاشبرگ‌ها و گیاهان علفی کنار زده شدند و نمونه‌گیری توسط یک دستگاه آگر خاک‌شناسی[1] در دو عمق صفر تا ۱۵ (سطحی) و ۱۵ تا ۵۰ سانتی‌متر (عمقی) انجام گرفت. عمق ۱۵ سانتی‌متری در دامنه (۵ تا ۱۰ اینچ) تعریف خاک سطحی[2] قرار دارد و عمق تفکیک‌کننده متداول در تحقیق‌های مواد آلی خاک جنگل است (Soil Science Society of America, 1996). انتخاب این عمق به‌عنوان مرز خاک سطحی در جنگل نه‌تنها به‌واسطهٔ تراکم زیاد مواد آلی ناشی از لاشبرگ است، بلکه بیشترین تراکم ریزریشهٔ درختان نیز در این عمق یافت می‌شود. نمونه‌ها به‌وسیلهٔ رینگ با حجم معین برداشت و بلافاصله در داخل کیسه‌های پلاستیکی سیاه دربسته به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از خشک کردن در دمای اتاق، نمونه‌ها کوبیده شده و از الک دو میلی‌متری گذرانده شدند. کربن آلی

1. sampling auger
2. topsoil

www.SID.ir

Archive of SID

به روش سوزاندن در کورهٔ الکتریکی در دمای ۳۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد (درصد وزن خشک) و نیتروژن کل با استفاده از دستگاه کجلدال اندازه‌گیری شدند.

روش تحلیل

پیروی مقادیر کربن آلی و نیتروژن کل داخل و خارج تاجی متعلق به هر گونهٔ درختی از توزیع نرمال[1] و عدم تفاوت در نسبت‌های واریانس‌های مقادیر به‌دست‌آمده برای هر دو گونه از یک مقدار واحد[2] بررسی شدند. سپس از هر یک از مقادیر کربن آلی و نیتروژن خارج تاجی برای استاندارد کردن متناظرشان (مقادیر داخل تاجی) استفاده شد. این استاندارسازی در دو مرحله انجام گرفت. ابتدا مقادیر به‌دست‌آمده از هریک از سری‌ها، به تفکیک درخت و عمق نمونه‌گیری خاک به روش امتیازدهی زی[3] استاندارد شدند (Urdan, 2005)؛ سپس میانگین دو مقدار کربن آلی و نیتروژن کل داخل و خارج تاجی به‌دست‌آمده به‌عنوان متوسط شیب تغییرات کربن آلی و نیتروژن کل برای هر درخت در نظر گرفته شد.

گونهٔ درخت، متغیر مستقل و مقادیر کربن آلی و نیتروژن کل خاک، متغیرهای وابسته در نظر گرفته شدند. میانگین‌ها با در نظر گرفتن دو طبقهٔ اندازهٔ درخت (درختان بزرگ و کوچک) به‌عنوان متغیر تصادفی، توسط مدل خطی عمومی مقایسه شدند. در صورت وجود تفاوت معنی‌دار (با ۹۵ درصد اطمینان از نبود خطا)، آزمون توکی[4] برای مقایسهٔ میانگین‌ها به‌کار گرفته شد. ضرایب همبستگی پیرسون برای دو مقدار درصد کربن آلی و نیتروژن کل متناظر با آن در خاک‌های سطحی و عمقی به‌شرط معنی‌دار شدن همبستگی (در سطح اطمینان ۹۵ درصد و بیشتر) محاسبه شدند.

نتایج

تمام سری‌های مقادیر کربن آلی و همین‌طور نیتروژن کل به تفکیک گونه و عمق خاک از توزیع نرمال پیروی می‌کردند و دوبه‌دو مقادیر واریانس همسانی داشتند. همچنین درختان انتخاب‌شده در این تحقیق به‌طور تقریبی در دامنهٔ اندازه قطر برابرسینهٔ یکسانی قرار گرفتند، از این‌رو دو طبقهٔ اندازهٔ درخت: بزرگ (با قطر تاج بیش از ۳ متر و قطر برابرسینه بیش از ۱۸ سانتی‌متر) و کوچک طراحی شدند (جدول ۱).

جدول ۱- برخی آماره‌های توصیفی قطر برابرسینه (سانتی‌متر) و قطر تاج (متر) درختان چهار گونهٔ موضوع تحقیق. مقادیر میانگین گردشده آماره‌های میانهٔ ابعاد برای هر چهار گونه، به‌عنوان حد جداکنندهٔ دو طبقهٔ اندازه درخت در نظر گرفته شدند (سطر آخر)

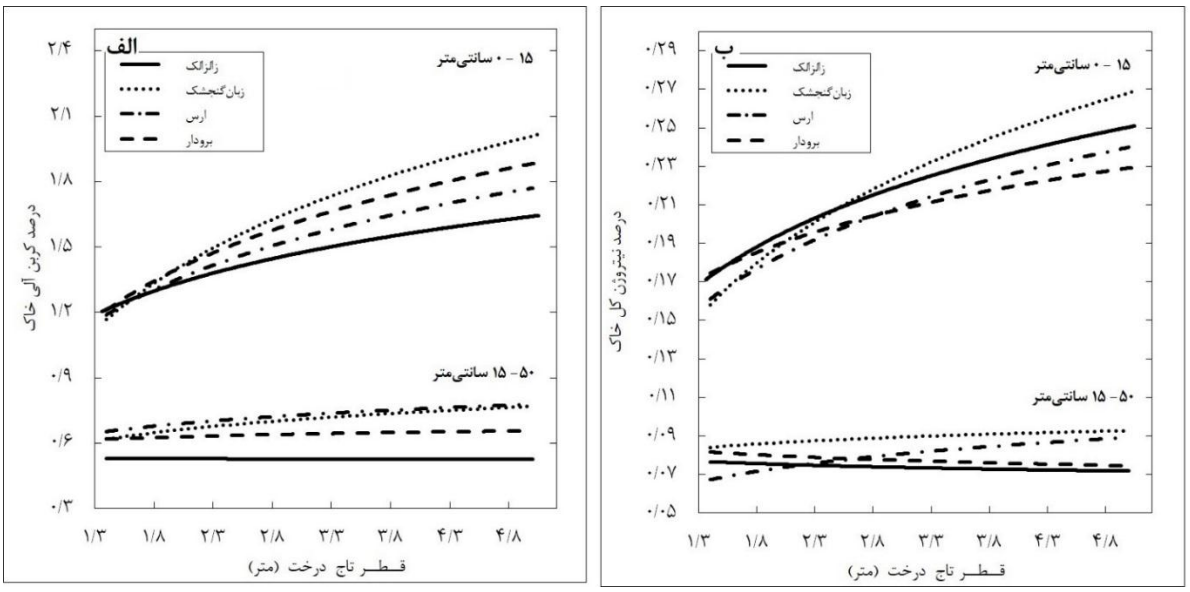
گونه	میانگین		کمینه		بیشینه		میانه	
	قطر برابرسینه	قطر تاج	قطر برابرسینه	قطر تاج	قطر برابرسینه	قطر تاج	قطر برابرسینه	قطر تاج
ارس	۱۹/۰۷	۳/۳۷	۷	۱/۷	۳۶	۴/۸	۱۵/۰۰	۳/۸
برودار	۲۰/۸۷	۳/۲۹	۱۲	۱/۴	۳۵	۵	۲۱/۳۵	۳/۳
زالزالک	۱۹/۳۳	۲/۳۶	۴	۱/۴	۳۲	۳/۳	۲۰/۰۰	۲/۱
زبان‌گنجشک	۱۹/۰۲	۳/۱۸	۱۰	۲/۰	۳۵	۵/۰	۱۶/۰۰	۳/۰
میانگین گردشدهٔ آماره‌های میانه برای قطر برابرسینه (سانتی‌متر) و قطر تاج (متر) چهار گونهٔ درختی:							۱۸	۳

1. Kolmogorov–Smirnov test
2. Levene's test
3. z-score
4. Tukey's test

www.SID.ir

Archive of SID

در همهٔ موارد، مقایسه‌های جفتی نشان دادند که کربن آلی و نیتروژن کل در خاک‌های به‌دست‌آمده از نمونه‌های داخل تاجی بیشتر از مقادیر متناظرشان در نمونه‌های خارج تاجی بودند. روند تغییرات مقادیر درصد کربن آلی و نیتروژن خاک در دو خاک سطحی و عمقی در طول تغییرات اندازهٔ تاج درخت (به‌عنوان نمایندهٔ اندازهٔ درخت) به تفکیک گونه در شکل ۲ آمده است.



شکل ۲ – خطوط رگرسیون لگاریتمی برازش‌شده برای نقاط مقادیر درصد کربن آلی (الف) و نیتروژن (ب) خاک زیر تاج چهار گونهٔ درخت در طول تغییرات قطر تاج در دو خاک سطحی و عمقی

نتایج (شکل ۲) و تجزیهٔ واریانس مقادیر کربن آلی و نیتروژن (جدول ۲)، نشان می‌دهند که برای هیچ‌یک از گونه‌های درختی، مقادیر درصد کربن آلی و نیتروژن خاک عمقی تحت تأثیر اندازهٔ درخت قرار نمی‌گیرند. از این‌رو اندازهٔ درخت را نمی‌توان عامل بلوک برای خاک‌های عمقی در نظر گرفت. بر این اساس می‌توان در خصوص درصد نیتروژن در خاک‌های عمقی به نتیجه نهایی رسید که از نوع گونهٔ درخت اثر نمی‌پذیرد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تفکیکی تجزیهٔ واریانس درصد کربن آلی و نیتروژن کل خاک تحت تأثیر دو فاکتور گونه و کلاسهٔ اندازهٔ درخت

	گونه			اندازهٔ درخت		
	میانگین مربعات	F	P	میانگین مربعات	F	P
کربن آلی سطحی	۰/۲۷۴	۶/۱۲	۰/۰۰۱	۱/۱۹۹	۳۲/۵۸	۰/۰۰۰
کربن آلی عمقی	۰/۱۳۲	۷/۶۴	۰/۰۰۰	۰/۰۷۱	۳/۲۴	۰/۰۷۷
نیتروژن سطحی	۰/۰۰۱	۱/۵۸	۰/۲۰۴	۰/۰۱۲	۱۷/۲۴	۰/۰۰۰
نیتروژن عمقی	۰/۰۰۰	۱/۲۰	۰/۳۱۹	۰/۰۰۰	۰/۳۲	۰/۵۷۶

نتایج تجزیهٔ آنالیز مقادیر نیتروژن کل خاک سطحی با در نظر گرفتن اندازهٔ درخت به‌عنوان بلوک، نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گونه‌های مختلف درخت دیده نمی‌شود و تفاوت رصدشده در جدول ۲

www.SID.ir

Archive of SID

تنها به‌واسطهٔ افراد بزرگ‌تر برخی از گونه‌هاست (جدول ۳).

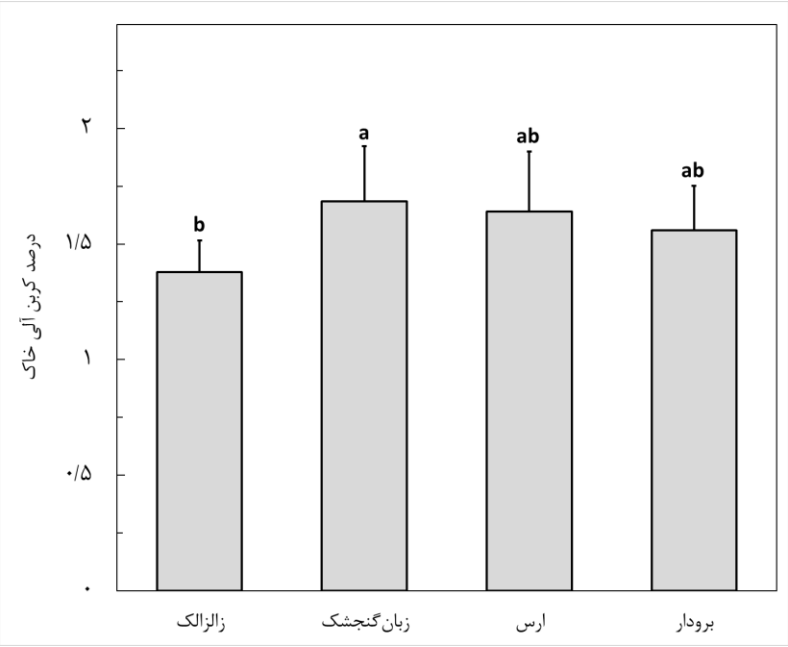
برخلاف درصد نیتروژن کل خاک سطحی، پس از وارد کردن عامل تصادفی اندازه درخت، نتایج حاکی از تغییر معنی‌دار درصد کربن آلی خاک سطحی در بین چهار گونهٔ درخت آزمایش‌شده بود (جدول ۴). مقایسهٔ مقادیر این میانگین‌ها توسط آزمون توکی نشان داد که تنها درختان زبان‌گنجشک کربن آلی بیشتری نسبت به درختان زالزالک در خاک سطحی انباشت می‌کنند. تفاوتی بین مقدار کربن آلی خاک سطحی در زیر تاج‌پوشش درختان ارس، بلوط و زالزالک مشاهده نشد (شکل ۳).

جدول ۳- نتیجهٔ تحلیل واریانس درصد نیتروژن خاک سطحی با در نظر گرفتن فاکتور گونهٔ درخت به‌عنوان تیمار اصلی و طبقهٔ اندازهٔ درخت به‌عنوان بلوک

	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	F	P
گونه	۳	۰/۰۰۱	۱/۶۱	۰/۱۹۸
اندازهٔ درخت (بلوک)	۱	۰/۰۱۱	۱۶/۵۵	۰/۰۰۰

جدول ۴- نتیجهٔ تحلیل واریانس درصد کربن خاک سطحی با در نظر گرفتن فاکتور گونهٔ درخت به‌عنوان تیمار اصلی و طبقهٔ اندازهٔ درخت به‌عنوان بلوک

	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	F	P
گونه	۳	۰/۱۴۱	۴/۵۷	۰/۰۰۶
اندازهٔ درخت (بلوک)	۱	۰/۸۰۱	۲۵/۸۱	۰/۰۰۰

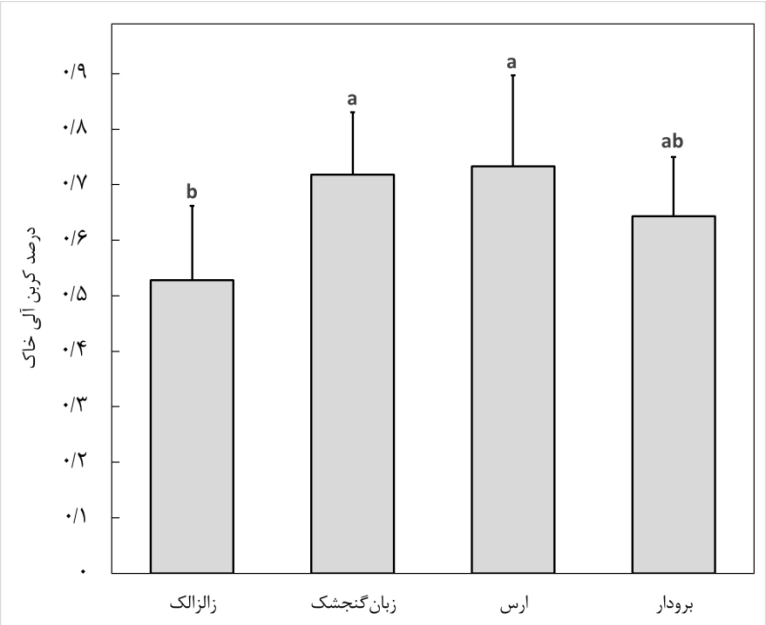


شکل ۳- مقایسهٔ مقادیر میانگین درصد کربن آلی خاک سطحی در زیر تاج چهار گونهٔ درختی با استفاده از آزمون توکی (سطح اطمینان ۹۵ درصد). میله‌های خطا مقادیر انحراف معیار هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسهٔ میانگین کربن آلی خاک عمقی زیر تاج درختان نیز نشان داد که درصد این ماده در دو گونهٔ ارس و زبان‌گنجشک بیشتر از زالزالک است. با این‌حال تفاوتی در درصد کربن آلی خاک عمقی بین سه گونهٔ ارس، زبان‌گنجشک و برودار و نیز بین دو گونهٔ برودار و زالزالک دیده نشد (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسهٔ مقادیر میانگین درصد کربن آلی خاک عمقی در زیر تاج چهار گونهٔ درختی با استفاده از آزمون توکی (سطح اطمینان ۹۵ درصد). میله‌های خطا مقادیر انحراف معیار هستند.

نتایج بررسی همبستگی بین مقادیر درصد کربن آلی و نیتروژن کل در خاک تحت تاج چهار گونهٔ تحت آزمایش نشان داد که ۱. این روابط همبستگی هم هر خاک سطحی و هم در خاک عمقی معنی‌دارند (۹۵ درصد اطمینان آماری)؛ ۲. ضرایب همبستگی پیرسون به‌دست‌آمده در خاک‌های سطحی بیشتر از ضرایب متناظرشان در خاک‌های عمقی است (جدول ۵). به بیان دیگر در خاک‌های سطحی با افزایش مقدار کربن آلی، مقدار نیتروژن کل با نسبت مستقیم و به مقدار بیشتری افزایش می‌یابد.

جدول ۵- ضرایب همبستگی پیرسون برای مقابلهٔ درصد کربن آلی و نیتروژن کل در خاک‌های سطحی و عمقی تحت تاج چهار گونهٔ درختی

گونه	خاک سطحی	خاک عمقی
زالزلک	۰/۸۷**	۰/۶۷**
زبان‌گنجشک	۰/۸۰**	۰/۶۰**
ارس	۰/۷۱**	۰/۴۶*
برودار	۰/۷۵**	۰/۲۱*

معنی‌دار بودن آزمون همبستگی در سطح ** ۹۹ و * ۹۵ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

گزارش‌های غلظت کربن آلی و نیتروژن کل در عرصه‌های طبیعی به دو صورت ارائه می‌شوند: نسبت وزن مادهٔ تحت بررسی به حجم واحد خاک (به‌طور معمول براساس مگاگرم یا تن در هکتار) یا درصد وزن ماده در وزن نمونهٔ خاک. نوع اول گزارش اغلب در مقالات استفاده شده است. اما مشکل این روش این است که آگاهی از چگالی تودهٔ[1] خاک ضروری است. Eskandari et al. (2016)، مقدار کربن آلی در جنگل چهارطاق (جنگل بررسی‌شده در این تحقیق) را ۴۷/۴۶ تن در هکتار تا عمق ۶۰ سانتی‌متری محاسبه کردند. مقدار چگالی توده در نمونه‌های خاک مورد آن مقاله منعکس نشده، ولی با درنظرگیری ۱/۳۳ گرم بر سانتی‌متر مربع به‌عنوان متوسط چگالی توده برای خاک‌های سیلتی لومی (Buol et al., 2011)، کربن آلی ۰/۶ درصد محاسبه می‌شود. این مقدار به‌طور تقریبی برابر با درصد کربن آلی خاک عمقی (۰/۱۵ ± ۰/۶۵ ٪) و حدود یک‌سوم مقادیر کربن آلی خاک سطحی (۰/۲۳ ± ۱/۵۶ درصد) در این تحقیق است و با فرض تراکم ناهمگن کربن در پروفیل خاک، می‌تواند تأییدکنندهٔ نتایج حاضر باشد.

بخشی از کربن آلی خاک به‌خصوص در عمق‌های زیاد از تجزیهٔ ریشه‌های درختان حاصل می‌شود (Vesterdal et al., 2013)، با وجود این، مقایسهٔ نتایج این دو تحقیق ثابت می‌کند که اولاً برای مطالعات مربوط به چرخهٔ کربن در جنگل‌های زاگرس مرکزی لزومی به برداشت نمونهٔ خاک از عمق‌های بیشتر از ۵۰ سانتی‌متری نیست و ثانیاً تفاوت مقدار کربن آلی خاک سطحی (تا ۱۵ سانتی‌متر) و خاک عمقی زیاد است و باید بین این دو عمق تفکیک قائل شد. در ضمن این نتایج نشانهٔ تأثیر اصلی اندام‌های مردهٔ گیاهی و غیرگیاهی سطح خاک در ذخیرهٔ کربن آلی خاک است.

مقدار کربن آلی در خاک سطحی جنگل تحت قرق چهارطاق (نمایندهٔ جنگل‌های زاگرس مرکزی) در نیمهٔ پایینی بازهٔ اندازه‌های گزارش‌های قبلی برای خاک‌های جنگلی در مناطق غیرخشک (۰/۳ تا ۳ درصد) (Musinguzi et al., 2013) قرار دارد که علت آن ممکن است تراکم کمتر درختان در جنگل‌های زاگرس و نیمه‌خشک بودن این جنگل‌ها باشد. با این‌حال، این مقادیر از متوسط مقدار کربن آلی در خاک سطحی گزارش‌شده در جنگل‌های برودار ایلام (۲/۷ تا ۳/۰ درصد) (Mahdavi et al., 2019) بسیار کمتر است. این تفاوت وقتی بیشتر می‌شود که تنها نمونه‌های به‌دست‌آمده از زیر تاج تک‌درختان برودار تحقیق Mahdavi et al. (2019) در نظر گرفته شود. درصد کربن آلی در زیر تاج درختان نیز در تحقیق حاضر بیشتر از مقادیر متناظر در خارج تاج درختان بود که با دیگر تحقیق Mahdavi و همکاران در سال ۲۰۱۹ در تناقض است. در تحقیق اخیر، تفاوتی بین کربن آلی در نمونه‌های خاک سطحی زیر تاج درختان مشاهده نشد که با نتایج تحقیق حاضر و نیز یافته‌های تحقیقی دیگر در جنگل‌های یاسوج (Olyaie et al., 2011) همخوانی ندارد.

درصد کربن آلی در خاک سطحی زیر تاج همهٔ گونه‌های درختی با افزایش اندازهٔ درخت زیاد شد. این نتایج را می‌توان با افزایش اندازهٔ حجم شاخ و برگ بر واحد سطح خاک برای درختان بزرگ‌تر، و در نتیجه ورود مادهٔ آلی بیشتر به خاک سطحی توضیح داد. وابستگی کامل مقدار کربن آلی خاک سطحی به اندازهٔ درخت و در مقیاس توده، به تعداد اشکوب در جنگل‌های معتدله و بارانی توضیح داده شده است (Pardon et al., 2017). برخلاف درصد کربن آلی در خاک سطحی، برای هیچ یک از چهار گونهٔ درخت، این مقدار در خاک‌های عمقی تابع اندازهٔ درخت نبود. می‌توان علت را در کنار نقش کربن آلی خارج‌شده از ریشه‌ها در تغذیهٔ منبع کربن آلی عمق خاک (Sun et al., 2017)، به مصرف کربن آلی سطحی توسط میکروارگانیزم‌ها قبل از شسته شدن و ورود آن

1. Bulk density

www.SID.ir

Archive of SID

به لایه‌های عمقی خاک نسبت داد. تفاوت مقدار کربن آلی سطحی خاک تنها بین درختان گونهٔ زبان‌گنجشک در مقابل گونهٔ زالزالک دیده شد (شکل ۲). ازآنجا که براساس روش تحقیق، اندازه‌های درختان متناظر بود و اثر عامل کلاسهٔ قطر برابرسینه و تاج درخت به‌عنوان متغیر تصادفی از آنالیز حذف شد، دو عامل غلظت بیشتر کربوهیدرات‌ها و تراکم بیشتر برگ‌ها در واحد حجم شاخسار درختان زبان‌گنجشک نسبت به زالزالک را می‌توان عامل افزایش کربن آلی خاک سطحی قلمداد کرد. نتایج (Edmondson et al., 2014) نیز نشان داد که کربن آلی خاک، به‌خصوص در لایه‌های سطحی در زیر درختان ون (*Fraxinus excelsior* L.) در پارک‌های شهر لستر انگلستان بیشتر از سایر درختان از جمله افرا و بلوط بود. همین‌طور درختان زبان‌گنجشک چینی (*Fraxinus mandshurica* Rupr.) به‌همراه گونه‌های نارون بیشترین مقدار کربن را به خاک مناطق پارکی و جنگلی هاربین کشور چین افزود (Wang et al., 2017). تفاوت بین مقدار کربن آلی در خاک‌های عمقی زیر تاج درختان ارس و زالزالک به تفاوت بین دو گونهٔ زبان‌گنجشک و زالزالک اضافه می‌شود (شکل ۳). این نتیجه را می‌توان به تأخیر در تجزیهٔ برگ‌های درختان ارس به‌واسطهٔ وجود رزین مربوط دانست.

مقادیر گزارش‌شده برای مقدار نیتروژن کل خاک‌های جنگلی بسیار متفاوت است و مرور منابع نشان می‌دهد که قبل از تأثیر گیاهان بر این مقدار، فعالیت باکتری‌های تثبیت کننده خاک می‌تواند درصد نیتروژن کل را از یک‌دهم درصد تا بیش از یک درصد و نسبت C:N را از بیشتر از ۲۰ به کمتر از ۲ برساند (Kimble et al., 2000; Schulze, 2013). در این تحقیق، مقدار نیتروژن خاک (در هر دو عمق خاک) بین گونه‌ها تفاوتی را نشان نداد و تفاوت مقدار نیتروژن تنها بین طبقات اندازهٔ درختان در خاک‌های سطحی بود. این نتایج نشان می‌دهد که مجموع مقدار نیتروژن برگ‌ها و تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های خاک برای همهٔ گونه‌ها در خاک سطحی بیشتر از خاک عمقی است. یکسان بودن این مقدار در بین چهار گونهٔ درختی نیز ممکن است به‌معنای اثر غالب شرایط رویشگاه (به‌خصوص خاک و جمعیت میکروارگانیزم‌ها) بر اثر نوع گونهٔ درختی باشد. گزارش‌های قبلی در خصوص اختلاف بین مقدار نیتروژن خاک در سطح تودهٔ جنگلی بوده و دیگر مشخصه‌های توده به‌جز گونهٔ غالب درختی در تغییر مقدار نیتروژن خاک در نظر گرفته نشده است. با استناد به Ross et al. (2011) و Rosleine et al. (2006) از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که: ۱. در مطالعات مقدار نیتروژن خاک در سطح توده در جنگل‌های با درختان غیرهمزیست با باکتری‌ها، قبل از درنظرگیری ترکیب درختان، باید از یکسان بودن عوامل محیطی دیگر مطمئن شد؛ ۲. نتایج این تحقیق در خصوص تفاوت معنی‌دار و مستقیم مقدار نیتروژن خاک سطحی با افزایش اندازهٔ درخت و نبود همبستگی بین اندازهٔ درخت و مقدار نیتروژن در عمق‌های بیشتر نشان می‌دهد که اثر مقدار نیتروژن خاک قبل از آنکه از فعالیت باکتری‌های سطحی خاک تأثیر بگیرد، از مقدار نیتروژن آلی (اغلب به‌صورت آنزیم‌ها و آمینواسیدها) ناشی می‌شود و تابع تجزیهٔ لاشبرگ درختان است.

همبستگی نسبت مقدار کربن آلی و نیتروژن خاک را می‌توان به وابستگی غذایی جامعهٔ باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن به کربن آلی خاک نسبت داد. یافته‌های این تحقیق نشان داد که: ۱. برای هر چهار گونه درخت غیرهمزیست با باکتری در این تحقیق همبستگی یادشده در خاک سطحی زیاد است (بیش از ۷۰ درصد) و بنابراین، منبع کربن آلی حاصل از تجزیهٔ بافت‌های گیاهی در دو گونهٔ زالزالک و زبان‌گنجشک به تثبیت نیتروژن بیشتری توسط باکتری‌های آزاد خاک می‌انجامد؛ ۲. مقادیر این همبستگی‌ها با عمیق شدن خاک کاهش چشمگیری می‌یابند، به‌طوری که در گونهٔ برودار فقط به حدود

www.SID.ir

Archive of SID

۲۰ درصد می‌رسد. در واقع این تفاوت در کاهش همبستگی بین مقدار کربن آلی و نیتروژن در خاک‌های عمیق‌تر است که این چهار گونه درخت را کاملاً از یکدیگر متمایز می‌کند. با فرض یکسان بودن بافت خاک در هر ۶۰ درخت بررسی‌شده، می‌توان فرض کرد که کاهش عمومی همبستگی بین کربن آلی و نیتروژن خاک در عمق به‌واسطهٔ کاهش فعالیت باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن در اثر کاهش مقدار اکسیژن است و سیستم ریشه‌ای گونه‌های مختلف درختی در ایجاد تخلخل و هوادهی در خاک متفاوت عمل می‌کند.

نتیجه‌گیری

بسته به گونهٔ درخت، محتوای کربن آلی خاک یک جنگل شاخص زاگرس، چه در سطح و چه در عمق به‌طور معنی‌داری تغییر می‌کند. دو عامل احتمالی تأخیر در تجزیهٔ برگ و سرشاخه در گونهٔ ارس (رزین بالا) و تراکم زیاد برگ و سرشاخه در گونهٔ زبان‌گنجشک نسبت به گونهٔ زالزالک را می‌توان دلیل این تفاوت دانست. با وجود کاهش ۵۰ درصدی، الگوی این تفاوت در خاک‌های سطحی و عمقی کمابیش یکسان است، از این‌رو سهم تجزیهٔ اندام‌های زیرزمینی درختان در محتوای کربن آلی خاک جنگل تحت بررسی را می‌توان اندک فرض کرد. تغییر نکردن مقدار نیتروژن خاک تحت سایهٔ گونه‌های مختلف درختی در یک جنگل دست‌نخوردهٔ زاگرس مرکزی نشان داد که یا چرخهٔ این عنصر در حد ناچیزی تحت تأثیر شیمی برگ و سرشاخه‌های خزان‌کردهٔ درختان قرار می‌گیرد یا حجم کلی محتوای ازت در اندام گیاه و خاک این رویشگاه کم‌وبیش یکسان است. مقدار نیتروژن خاک سطحی صرفاً با کمیت شاخ و برگ سقوط‌کرده از درختان در ارتباط است. با وجود تفاوت در مقدار کربن آلی خاک سطحی، به نظر می‌رسد فعالیت باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ ازت در این رویشگاه چندان تحت تأثیر تنوع گونه‌های مختلف درختان قرار نمی‌گیرد.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی و معنوی دانشگاه شهرکرد انجام گرفته است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

References

Armand, N., Shirvany, A., Matinizadeh, M., & Khoshnevis, M. (2018). Seasonal changes in abundance of arbuscular mycorrhiza fungi of *Cerasus mahaleb* (L.) mill. and their correlation with activity of some rhizosphere enzymes (case study: Chahartagh-e-Ardal). *Iranian Journal of Forest, 10*(1), 1-12.

Askari, Y., Soltani, A., & Sohrabi, H. (2014). Evaluation of spatial distribution pattern of tree and shrub species in a central Zagros (case study: Chahartagh forest reserve). *Forest and Poplar Research, 22*(2), 175-187.

Błońska, E., Lasota, J., & Piaszczyk, W. (2019). Dissolved carbon and nitrogen release from deadwood of different tree species in various stages of decomposition. *Soil Science and Plant Nutrition, 65*(1), 100-107.

Buol, S.W., Southard, R.J., Graham, R.C., & McDaniel, P.A. (2011). *Soil Genesis and Classification*. Chichester: *John Wiley and Sons*.

Chaharmahal Va Bakhtiari Meteorological Administration. (2018). Ardal Synoptic Meteorological Station. Partly available online at http://www.chaharmahalmet.ir.

www.SID.ir

Archive of SID

Dawud, S., Raulund-Rasmussen, K., Domisch, T., Finér, L., Jaroszewicz, B., & Vesterdal, L. (2016). Is tree species diversity or species identity the more important driver of soil carbon stocks, C/N ratio, and pH? *Ecosystems*, *19*(4), 1-16.

De Schrijver, A., Vesterdal, L., Smolander, A., Prescott, C., & Ranger, J. (2015). Influences of evergreen gymnosperm and deciduous angiosperm tree species on the functioning of temperate and boreal forests: Spermatophytes and forest functioning. *Biological Reviews*, *90*(2), 444-466.

Edmondson, J.L., O'Sullivan, O.S., Inger, R., Potter, J., McHugh, N., Gaston, K.J., & Leake, J.R. (2014). Urban tree effects on soil organic carbon. *Plos One*, *9*(7), e101872.

Eskandari Shahraki, A., Kiani, B., & Iranmanesh, Y. (2016). Effects of different land use types on soil organic carbon storage. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, *34*(3), 379-389.

Hosseini, V., Akhavan, R., & Tahmasebi, M. (2012). Effect of pistachio (*Pistacia atlantica*) canopy on the spatial distribution of soil chemical characteristics (case study: Sarvabad, Kurdistan). *Iranian Journal of Forest*, *4*(1), 13-24.

Kimble, J.M., Follett, R.F., & Stewart, B.A. (2000). *Assessment Methods for Soil Carbon*. Boca Raton: CRC Press.

Mahdavi, A., Maleki, A., & Bazgir, M. (2019). Soil properties and carbon sequestration in Persian oak (*Quercus brantii* var. persica) forests, Iran. *Journal of Forest Science*, 65, 247-255.

Musinguzi, P., Tenywa, J., Ebanyat, P., Tenywa, M., Mubiru, D., Basamba, T., & Leip, A. (2013). Soil organic carbon thresholds and nitrogen management in tropical agroecosystems: concepts and prospects. *Journal of Sustainable Development*, *6*(12), 32-43.

Olyaie, H., Adhami, E., Faraji, H., & Fayaz, P. (2011). Effects of Iranian oak tree (*Quercus brantii* Lindl.) on some soil properties in Yasuj forests. *Journal of Water and Soil Science*, *15*(4), 193-206.

Pardon, P., Reubens, B., Reheul, D., Mertens, J., Frenne, P., Coussement, T., Janssens, P., & Verheyen, K. (2017). Trees increase soil organic carbon and nutrient availability in temperate agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *247*(1), 98-111.

Rosleine, D., Choesin, D.N., & Sulistyawati, E. (2006). The contribution of dominant tree species to nutrient cycling in a mixed forest ecosystem on Mount Tangkubanperahu, West Java, Indonesia. *International Conference on Mathematics and Natural Sciences*, Bandung: 378-380.

Ross, D.S., Bailey, S.W., Lawrence, G.B., Shanley, J.B., Fredriksen, G., Jamison, A.E., & Brousseau, P.A. (2011). Near-surface soil carbon, carbon/nitrogen ratio,and tree species are tightly linked across northeastern United States watersheds. *Forest Science*, *57*(6), 460-469.

Rostamizad, P., Hosseini, V., & Mohammadi Samani, K. (2018). The effects of Persian turpentine (*Pistacia atlantica* Desf.) single-trees crown on the amount of nutrients in the forest soil (Sarvabad region in Kurdistan province). *Journal of Water and Soil Science*, *22*(2), 383-393.

Rostayee, F., Kooch, Y., & Hosseini, S. M. (2019). Study of soil quality changes in different forests covers. *Water and Soil Science*, *28*(4), 169-181.

Salehi, A., Mohammadi, A., & 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 Journal of Forest*, *3*(1), 81-89.

Schulze, E. D. (2013). *Carbon and Nitrogen Cycling in European Forest Ecosystems*. Berlin: Springer Science & Business Media.

Soil Science Society of America, (1996). *Soil Organic Matter: Analysis and Interpretation*: Publication of Soil Science Society of America.

Sokol, N.W., Sanderman, J., & Bradford, M.A. (2019). Pathways of mineral-associated soil organic matter formation: Integrating the role of plant carbon source, chemistry, and point of entry. *Global Change Biology*, *25*(1), 12-24.

www.SID.ir

Archive of SID

Sun, L., Kominami, Y., Yoshimura, K., & Kitayama, K. (2017). Root-exudate flux variations among four co-existing canopy species in a temperate forest, Japan. *Ecological Research*, *32*(3), 331-339.

Tilman, D. (1985). The resource-ratio hypothesis of plant succession. *The American Naturalist*, *125*(6), 827-852.

Urdan, T.C. (2005). *Statistics in Plain English*. Mahwah: Psychology Press.

Vesterdal, L., Clarke, N., Sigurdsson, B.D., & Gundersen, P. (2013). Do tree species influence soil carbon stocks in temperate and boreal forests? *Forest Ecology and Management*, *309*(1), 4-18.

Wang, H., Liu, S.R., Mo, J., Wang, J.-X., Makeschin, F., & Wolff, M. (2010). Soil organic carbon stock and chemical composition in four plantations of indigenous tree species in subtropical China. *Ecological Research*, *25*(6), 1071-1079.

Wang, W., Lu, J., Du, H., Wei, C., Wang, H., Fu, Y., & He, X. (2017). Ranking thirteen tree species based on their impact on soil physiochemical properties, soil fertility, and carbon sequestration in Northeastern China. *Forest Ecology and Management*, 404, 214-229.

Yang, S., Zhang, Y., Cong, J., Wang, M., Zhao, M., Lu, H., Xie, C., Yang, C., Yuan, T., Li, D., Zhou, J., Gu, B., & Yang, Y. (2017). Variations of soil microbial community structures beneath broadleaved forest trees in temperate and subtropical climate zones. *Frontiers in Microbiology*, *8*(200), 1-10.

Zahedi Amiri, G., Alavi, S. J., Marvi Mohajer, M. R., & Nouri, Z. (2008). Investigation on the effects of some soil properties on spatial dispersion of Wych elm (*Ulmus glabra* Huds.) in Hyrcanian forest, Case study: Kheyroudkenar forest. *Iranian Journal of Natural Recourses*, *61*(3), 637-652.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Forest
Vol. 12, No. 3, Autumn 2020
pp. 377-390

Research Article

Effect of tree species on soil organic carbon and total nitrogen in a mixed central Zagrosian forest

N. Khorshidi[1], A. Soltani[2*], and M. Pajouhesh[3]

[1] M.S., Department of Forest Sciences, Faculty of Natural Resources and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, I. R. Iran
[2] Associate Prof., Department of Forest Sciences, Faculty of Natural Resources and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, I. R. Iran
[3] Assistant Prof., Department of Environmental Egineering, Faculty of Natural Resources and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, I. R. Iran

(Received: 19 May 2020, Accepted: 18 July 2020)

Abstract

The aim of this study was to determine the possible difference in the amount of organic carbon and total nitrogen in the soil under the crown of tree species in a semi-arid forest at the level of a single tree. Also, the pattern of possible differences between these two main soil materials was observed in different size classes of trees and in top- and subsoil. For this purpose, 60 trees from four species of juniper (*Juniperus excelsa*), narrow-leafed ash (*Fraxinus angustifolia*), Brant's oak (*Quercus brantii*) and hawthorn (*Crataegus azarolus*) were randomly selected in a mixed stand of central Zagrosian forest that had been enclosd for over 30 years. The amounts of organic carbon and total nitrogen of topsoil (0-15 cm) and subsoil (15-50 cm) were measured and compared. The results showed that, first, both the amount of soil organic carbon and the total nitrogen from the samples beneath the tree crowns were higher than their corresponding values in soils outside the crowns. Second, only the amounts of soil organic carbon were affected by the species, and these values ranged from a minimum of 1.37% in topsoil and 0.52% in subsoil for hawthorn, to maximum values of 1.64 and 0.73 percent for Juniper in top- and subsoil, respectively. Third, the amount of total nitrogen in the soil with an average of 0.21 and 0.08 percent of dry weight in top- and subsoils, respectively were the same beneath the crowns of the four species. Fourth, the size of the trees only affected the amount of organic carbon and total nitrogen in the topsoil. This study showed that there is little difference in soil organic carbon and total nitrogen under the canopy of different tree species in a standard Zagros forest and therefore the whole stand may act as a mega-organism and has more or less homogeneous soil.

Keywords: soil organic carbon, soil total nitrogen, Zagros forest, tree diversity

∗Corresponding author Tel: +983832324423 Email: ali.soltani@sku.ac.ir

www.SID.ir