

## تأثیر توده‌های دست‌کاشت کاج تهران و اقاچیا بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و انتشار دی‌اکسیدکربن خاک در فضای سبز شهری تهران

بهارک عبداله‌زاده کارگر\*<sup>۱</sup>، سید محمد حجتی<sup>۲</sup>، خسرو ثاقب طالبی<sup>۳</sup> و یحیی کوچ<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. (baharak3001us@yahoo.com)

۲- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. (s.hojati@sanru.ac.ir)

۳- دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران. (saghebtalebi@rifr-ac.ir)

۴- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران. (yahya.kooch@modares.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۰۵

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۲۹

### چکیده

این پژوهش برای بررسی تأثیر دو گونه کاج تهران و اقاچیا بر روی مشخصه‌های خاک و انتشار دی‌اکسیدکربن خاک در پارک جنگلی خرگوش‌دره تهران انجام شد. از هر توده، چهار قطعه‌نمونه به ابعاد ۲۰×۲۰ متر به صورت تصادفی انتخاب شد. نمونه‌برداری خاک از مرکز هر قطعه نمونه تا عمق ۱۰ سانتی-متری خاک انجام شد. همچنین در هر توده، مقدار انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در ۳۵ نقطه اندازه‌گیری شد. برای بررسی اثر تغییر فصل در انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، اندازه‌گیری در دو فصل بهار و پاییز انجام گرفت. نتایج نشان داد که گونه اقاچیا نسبت به گونه کاج تهران، سبب افزایش پتاسیم، نیتروژن، فسفر، هدایت الکتریکی، کربن آلی و ترسیب نیتروژن در خاک شد، ولی بین مشخصه‌های اسیدیته، مقدار ماده آلی، کربنات کلسیم، جرم مخصوص ظاهری، رطوبت، بافت خاک و ترسیب کربن اختلاف معنی‌داری بین دو گونه وجود نداشت.

واژه‌های کلیدی: پارک جنگلی خرگوش‌دره، ترسیب کربن، تنفس خاک، خصوصیات خاک.

توده‌های مختلف، سبب اختلاف در مقدار رطوبت خاک و انتشار دی‌اکسید کربن خاک می‌شود (Dilustroetal, 2004). همچنین افزایش مقدار ماده آلی خاک در کاهش  $\text{CO}_2$  اتمسفر مؤثر است (Batjes et al., 1998) و همبستگی (Brevik et al., 2002) و همبستگی زیادی بین مقدار انتشار گاز  $\text{CO}_2$  و دمای خاک وجود دارد (Acosta et al., 2017). تغییر فصل نیز بر روی مقدار تصاعد دی‌اکسید کربن مؤثر بوده (Cardoso et al., 2017) و همبستگی معنی‌داری بین تغییرات فصل و مقدار تصاعد دی‌اکسید کربن و محتوای نیتروژن خاک وجود دارد (Geng et al., 2017).

ترسیب کربن خاک، یکی از روش‌های کاهش انتشار  $\text{CO}_2$  و کم کردن اثر گلخانه‌ای است. حدود ۷۵ درصد کربن خشکی‌ها در خاک ذخیره می‌شود (Toyota, 2006) که ۴۰ درصد از این کربن در خاک‌های جنگلی ذخیره می‌شود (Huntington, 1995). پژوهش‌ها در دو پارک طالقانی و چیتگر نشان داد که توده جنگلکاری شده کاج تهران سبب افزایش جذب و ترسیب کربن در خاک و گیاه می‌شود (et al., 2012). در پژوهشی دیگر در خرم‌آباد مشخص شد که خاک توده‌های سوزنی‌برگ ترسیب کربن بیشتری نسبت به توده‌های پهن‌برگ داشت (Azadi et al., 2014). از جهت دیگر ترسیب نیتروژن بر روی ترسیب کربن مؤثر است (Jianxing et al., 2017) و سبب افزایش مقدار ذخیره کربن می‌شود (Gu et al., 2015)، اما بازده اثر افزایشی آن با افزایش نیتروژن کمتر می‌شود (Wei et al., 2012). در پژوهش‌هایی در استان گلستان مشخص شد که مقدار رس، ساختمان خاک (پایداری خاکدانه)، رطوبت و حرارت خاک بیش‌ترین سهم را در مقدار ترسیب کربن خاک داشتند (Moslehi et al., 2018).

کره زمین در دهه‌های اخیر، شاهد روند افزایش گرما بوده است که عامل اصلی افزایش دما، انتشار گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر است (Bahadori, 2014). یکی از گازهای مهم گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن است. انتشار این گاز کربن‌دار از خاک علاوه بر افزایش غلظت اثر گلخانه‌ای، سبب هدررفت کربن آلی خاک نیز می‌شود (Zalaghi and Landi, 2009). اهمیت جنگل‌ها در تعادل چرخه جهانی کربن و نقش عمده اکوسیستم‌های جنگلی در تنفس خاک به اثبات رسیده است. امروزه مدیریت جنگل می‌تواند یک ابزار مناسب برای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن اتمسفری باشد (Vesterdal et al., 2008). مقدار تنفس خاک در اکوسیستم‌های جنگلی تحت تأثیر نوع گونه، پهن‌برگ یا سوزنی‌برگ، خالص یا آمیختگی و طبیعی یا مصنوعی بودن اکوسیستم جنگلی است (Bagheri et al., 2013). این تأثیرات در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری خاک بیشتر است (Thorn et al., 2004). در پژوهشی در رابطه با اثر افاقیا و کاج تهران بر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک نشان داده شد که کاج، فسفر قابل جذب و اسیدیته خاک را افزایش داده است (Majdtaheery et al., 1996). همچنین در پژوهشی در جنگلکاری‌های شرق هراز بر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی گونه‌های پلت، افاقیا، صنوبر آمریکایی و زربین، مشخص شد که افاقیا، کربن، مواد آلی و نیتروژن کل افق O را افزایش داده است (Aliarab et al., 2005). پژوهش‌های انجام شده در منطقه دوشان سنندج بر روی گونه‌های سرو نقره‌ای، سرو خمره‌ای، زبان‌گنجشک و افاقیا نشان داد که اسیدیته، درصد کربن آلی و ازت در خاک منطقه سوزنی‌برگان کمتر از خاک منطقه پهن‌برگان بود (Shabanian et al., 2010). تفاوت بافت خاک در

حداکثر سالانه ۲۴/۲ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم این پارک نیمه‌خشک و خشک است و خاک آن نیز از نوع لومی‌شنی است. کاج تهران، اقاچیا و سرو نقره‌ای، گونه‌های غالب منطقه هستند. کاج تهران ۶۴/۵ درصد و اقاچیا ۲۴/۵ درصد از گونه‌های این پارک را تشکیل می‌دهند. فاصله کشت گونه‌ها در این پارک حدود چهار متر است. حدوداً ۱۶/۵ هکتار آن زیر کشت گونه اقاچیا و ۴۳ هکتار آن زیر کشت گونه کاج تهران است (Monadiane sabze mohit co., 1998).

#### روش نمونه‌برداری و تجزیه آزمایشگاهی

پس از بررسی و پیمایش پارک جنگلی موردنظر، از هر یک از توده‌های کاج تهران و اقاچیا موجود در پارک، یک قطعه به مساحت حدود ۲۴۰۰ مترمربع انتخاب شد، به طوری که این قطعات شاخص اصلی هر توده موردنظر بودند. سپس در داخل هر قطعه، چهار قطعه نمونه کوچک‌تر به شکل مربع، با ابعاد ۲۰ × ۲۰ متر و مساحت ۴۰۰ مترمربع، به صورت تصادفی انتخاب شد (Wang et al., 2013). از مرکز هر قطعه نمونه در هر توده، نمونه‌برداری خاک انجام شد. نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری در فصل بهار، برداشت شدند. اندازه‌گیری و محاسبه مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی خاک مانند بافت خاک به روش هیدرومتری، وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه، رطوبت به روش توزین و خشک‌کردن، هدایت الکتریکی به وسیله دستگاه هدایت الکتریکی (EC متر)، نیتروژن کل، نیتروژن در خاکدانه‌های ریز، نیتروژن در خاکدانه‌های درشت به روش کج‌لدال، کربن آلی، کربن در خاکدانه‌های ریز، کربن در خاکدانه‌های درشت به روش والکی‌بلاک، اسیدیته به روش پتانسیومتری، کربنات کلسیم کل به روش خشتی

با توجه به این‌که نوع پوشش جنگلی اثر معنی‌داری بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک دارد و انتشار گاز دی‌اکسید کربن نیز وابسته به نوع توده جنگلی است، این پژوهش بر روی دو گونه کاج تهران و اقاچیا به دلیل جنگلکاری زیاد آن‌ها در فضای سبز شهری تهران انجام شد و اثر این دو گونه بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و مقدار انتشار گاز گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن و مقایسه مقدار ترسیب کربن و نیتروژن خاک بررسی شد. همچنین تغییرات فصلی بر روی انتشار گاز دی‌اکسید کربن در توده‌های موردنظر بررسی شد.

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد بررسی

منطقه مورد بررسی پارک جنگلی خرگوش‌دره است که به منظور توسعه فضای سبز شهری و ایجاد محیط طبیعی و گردشگری، 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 کیلومتر پنج اتوبان تهران-کرج قرار گرفته است. موقعیت جغرافیایی آن در محدوده "۵۱°۱۵'۲۹" تا "۵۱°۱۵'۴۹" طول شرقی و "۳۵°۴۳'۰۴" تا "۳۵°۴۳'۲۷" عرض شمالی است. این پارک به صورت دشت به نسبت مسطح و با شیب ملایم ۲ تا ۵ درصد است. حداکثر ارتفاع ۱۲۷۷ متر، حداقل ۱۲۴۷ متر و متوسط ارتفاع منطقه ۱۲۶۰ متر بالاتر از سطح دریاست. محدوده این پارک از نظر زون‌بندی، جزء زون البرز مرکزی است. حداقل مقدار بارندگی ۱۳۸/۵ میلی‌متر و حداکثر آن ۳۶۷/۸ میلی‌متر است و میانگین بارندگی طی یک دوره ۲۴ ساله (۱۹۸۰-۲۰۰۳) مقدار ۲۴۰/۳ میلی‌متر است. میانگین حداقل سالانه دما ۱۱/۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین

در فصل پاییز صورت گرفت و در فصل بهار رطوبت سنج در کلیه نقاط مقدار رطوبت را عدد صفر نشان می داد.

#### تجزیه و تحلیل آماری داده ها

داده ها در نرم افزار Excel 2013 به عنوان بانک اطلاعاتی ذخیره شد. برای تجزیه و تحلیل داده های اندازه گیری شده از نرم افزار SPSS 20 استفاده شد. در ابتدا نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس ها با آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. برای مقایسه مشخصه های مختلف خاک و پویایی تصاعد گاز دی اکسید کربن در توده های مورد بررسی، از آزمون t مستقل و مقایسه تصاعد گاز دی اکسید کربن در دو فصل مورد نظر از آزمون t جفتی استفاده شد. همچنین برای بررسی ارتباط بین متغیرها، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

#### نتایج

##### ۱) مشخصه های فیزیکوشیمیایی خاک

مقدار عناصر پتاسیم، نیتروژن، فسفر، هدایت الکتریکی و درصد کربن آلی اختلاف معنی داری را در دو توده نشان دادند، به طوری که مقدار آن ها در توده اقلایا بیشتر بود. اختلاف میانگین اسیدیته، درصد ماده آلی، درصد کربنات کلسیم، وزن مخصوص ظاهری، درصد رطوبت، درصد مقدار رس، شن و سیلت معنی دار نبود. همچنین مقدار کربن و نیتروژن در خاکدانه های درشت و نیتروژن در خاکدانه های ریز نیز اختلاف معنی داری را در دو توده مورد بررسی نشان ندادند ولی مقدار کربن در خاکدانه های ریز تفاوت معنی داری داشت (جدول ۱).

سازی با اسید و تیتراسیون، فسفر به روش اولسن و پتاسیم قابل جذب به روش عصاره گیری با استات آمونیوم و روش فلیم فتومتری انجام شد (غازان شاهی، ۱۳۸۵). سپس محاسبه ترسیب کربن و ترسیب نیتروژن از رابطه ۱ انجام شد (Asadiyan et al., 2012).

$$\text{رابطه (۱)} \quad \text{SOC} = \frac{\text{BDi} \times \text{Ci} \times (1 - \% \text{Stoniness}) \times \text{ti}}{10}$$

در این رابطه SOC ذخیره کربن آلی خاک در عمق مورد نظر (تن در هکتار)؛ BDi وزن مخصوص ظاهری خاک در عمق (میلیون گرم در مترمربع)، Ci غلظت کربن در لایه (میلی گرم کربن در گرم خاک)، Stoniness درصد قطعات سنگی (قطعات بزرگ تر از ۲ میلی متر در خاک) و ti ضخامت لایه i (مثلاً در لایه صفر تا ۱۰ سانتی متری  $i=10$ ). ترسیب نیتروژن نیز همانند ترسیب کربن محاسبه شد که به جای Ci (غلظت کربن) غلظت نیتروژن آورده می شود.

به منظور سنجش مقدار تصاعد گاز گلخانه ای دی اکسید کربن، تعداد ۷۰ لوله از جنس پلی اتیلن به قطر ۱۰ سانتی متر و طول ۲۰ سانتی متر تهیه شد. سپس شبکه ای به ابعاد ۱۰ × ۱۰ متر تهیه کرده و در هر توده جنگلی تعداد ۳۵ لوله در محل تقاطع اضلاع شبکه به فاصله ۱۰ متر (Lavoie et al., 2013) (Matson et al., 2009) نصب شد، به طوری که ۱۰ سانتی متر آن در داخل خاک و ۱۰ سانتی متر آن بیرون خاک قرار گرفت. اندازه گیری مقدار تصاعد دی اکسید کربن توسط دستگاه پرتابل CO<sub>2</sub> Port ساخت آلمان در محدوده ساعتی ۱۰ صبح تا ۱۵ بعد از ظهر، در دو فصل بهار و پاییز انجام شد. هم زمان با ثبت غلظت دی اکسید کربن، محتوی رطوبت و درجه حرارت خاک در عمق مورد نظر به ترتیب با استفاده از دماسنج و رطوبت سنج اندازه گیری و ثبت شد (Lavoie et al., 2013). لازم به ذکر است که اندازه گیری رطوبت فقط

جدول ۱- مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی خاک و نتایج آزمون t مستقل در دو توده مورد بررسی

Table 1. Physico-chemical properties and independent t-test results in two studied stands

سطح معنی‌داری Level of Significance	توده اقاچیا <i>Robinia stand</i>	توده کاج تهران <i>Pinus stand</i>	متغیرها Properties
0.241ns	1.40±0.18	1.15±0.24	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )
0.241ns	0.77±0.25	1.04±0.31	رطوبت (درصد) Humidity (%)
0.225ns	7±2.58	9.3±2.21	رس (درصد) Clay (%)
0.795ns	65.7±5.28	67.05±8.43	شن (درصد) Sand (%)
0.457ns	5.965±27.3	23.65±6.98	سیلت (درصد) Silt (%)
0.000**	683.7±43.59a	402.2±57.82b	پتاسیم (بخش در میلیون) Potassium (ppm)
0.002**	0.17±0.04a	0.06±0.02b	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)
0.001**	17.01±2.91a	6.62±2.27b	فسفر (بخش در میلیون) phosphorus (ppm)
0.225 ns	7.24±0.06	7.30±0.07	اسیدیته pH
0.013*	0.86±0.07a	0.54±0.16b	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (ds/m)
0.050*	3.484±0.57a	2.398±0.72b	کربن آلی (درصد) Organic Carbon (%)
0.097 ns	7.17±1.45	3.91±2.98	ماده آلی (درصد) Organic Material (%)
0.862 ns	4.0±2.44	4.25±1.27	کربنات کلسیم (درصد) Caco <sub>3</sub> (%)
0.132 ns	1.087±0.343	1.553±0.408	کربن در خاکدانه‌های درشت (درصد) Carbon in macro aggregate (%)
0.015*	4.59±1.519a	1.939±0.442b	کربن در خاکدانه‌های ریز (درصد) Carbon in micro aggregate (%)
0.277 ns	0.500±0.572	0.157±0.057	نیتروژن در خاکدانه‌های درشت (درصد) Nitrogen in macro aggregate (%)
0.157ns	0.41±0.315	0.154±0.018	نیتروژن در خاکدانه‌های ریز (درصد) Nitrogen in micro aggregate (%)

\*\* معنی‌داری در سطح یک درصد، \* معنی‌داری در سطح پنج درصد، ns عدم معنی‌داری

\*\* : Significant at 1% level, \* : Significant at 5% level, ns: not significant

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است.

Different letters in each row indicate statistical difference.

اکسید کربن در توده کاج بیشتر از میانگین این گاز در توده اقاچیا بود. در فصل پاییز میانگین مقدار تصاعد این گاز در توده کاج تهران بیشتر از توده اقاچیا است (جدول ۳). همچنین میانگین گاز متصاعد شده در توده اقاچیا و کاج تهران در فصل پاییز و بهار اختلاف معنی داری را نشان دادند و در فصل پاییز مقدار تصاعد بیشتر بود (جدول ۳).

## ۲) تصاعد دی اکسید کربن، ترسیب کربن و نیتروژن خاک

مقدار ترسیب کربن در دو توده مورد بررسی اختلاف معنی داری را نشان نداد ولی مقدار ترسیب نیتروژن اختلاف معنی داری داشت، به طوری که میانگین آن در توده اقاچیا بیشتر بود (۱/۴۳ تن در هکتار) (جدول ۲). میانگین تصاعد گاز دی اکسید کربن در هر دو فصل بهار و پاییز در دو توده اختلاف معنی داری نشان داد به طوری که در فصل بهار میانگین تصاعد گاز دی

جدول ۲- نتایج آزمون t مستقل برای عامل های دما و رطوبت خاک، انتشار دی اکسید کربن خاک، ترسیب کربن و نیتروژن در بهار و پاییز در دو توده مورد بررسی

Table 2. Independent t-test results of soil temperature and moisture, soil CO<sub>2</sub> emission and carbon and nitrogen sequestration in spring and autumn in the two studied stands

سطح معنی داری Level of Significance	توده اقاچیا <i>Robinia</i> stand	توده کاج تهران <i>Pinus</i> stand	فصل Season	متغیرها Properties
0.000**	43.5±3.89a	34.8±5.35b	بهار Spring	دما در سطح خاک (سلسیوس) Temperature at the surface of the soil (Celsius)
0.000**	24.6±1.72a	19.1±1.28b	پاییز Autumn	
0.000**	30.4±2.76a	27.9±2.28b	بهار Spring	دما در عمق خاک (سلسیوس) Deep soil temperature (Celsius)
0.000**	15.7±1.65a	13.6±1.79b	پاییز Autumn	
0.002**	5.7±3.04a	3.7±1.91b	پاییز Autumn	رطوبت (درصد) Humidity (%)
0.010**	201.5±23.12a	214.5±17.68b	بهار Spring	انتشار دی اکسید کربن (بخش در میلیون) CO <sub>2</sub> emission (ppm)
0.034*	252.8±16.07a	262.2±19.83b	پاییز Autumn	
0.124ns	35.1±19.24	14.9±11.87		ترسیب کربن (تن در هکتار) Carbon sequestration (ton/ha)
0.045*	1.4±0.80a	0.4±0.18b		ترسیب نیتروژن (تن در هکتار) Nitrogen sequestration (ton/ha)

\*\* معنی داری در سطح یک درصد، \* معنی داری در سطح پنج درصد، ns عدم معنی داری

\*\* : Significant at 1% level, \* : Significant at 5% level, ns: not significant

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

Different letters in each row indicate statistical difference.

جدول ۳- نتایج آزمون t جفتی مقدار تصاعد دی‌اکسید کربن (ppm) در توده‌های مورد بررسی در فصول مختلف

Table 3. Results of t-pair test results of carbon dioxide (ppm) emission in the studied stands in different seasons

سطح معنی‌داری Level of Significance	پاییز Autumn	بهار Spring	توده Stand
0.000*	262.2 ±19.83a	252.8±16.07b	کاج <i>Pinus</i>
0.000*	214.5±17.68a	201.5±23.12b	اقاچیا <i>Robinia</i>

\* معنی‌داری در سطح پنج درصد

\*: Significant at 5% level

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است.

Different letters in each row indicate statistical difference.

و معنی‌دار بودن خصوصیات خاک در دو توده (جدول ۴) و ضرایب همبستگی بین تصاعد گاز دی‌اکسید کربن و عامل‌های دما و رطوبت نشان داده شده است (جدول ۵).

در گونه اقاچیا بین رطوبت خاک و مقدار CO<sub>2</sub> فصل پاییز و در گونه کاج بین مقدار CO<sub>2</sub> و دمای عمق خاک در بهار و دمای سطح خاک در بهار همبستگی مثبت وجود دارد. مقدار ضرایب همبستگی

جدول ۴- مقدار ضرایب همبستگی بین خصوصیات خاک به تفکیک دو گونه

Table 4. Correlation coefficients between soil characteristics separately for each stand

تصاعد دی‌اکسید کربن در بهار CO <sub>2</sub> Emission in spring	ترسیب نیتروژن Nitrogen sequestration	ترسیب کربن Carbon sequestration	توده Stand	متغیرها Properties
0.313	0.542	0.474	کاج <i>pinus</i>	پتاسیم (بخش در میلیون)
0.764	-0.972*	0.987*	اقاچیا <i>Robinia</i>	Potassium (ppm)
0.313	0.862**	0.795*	کاج <i>pinus</i>	نیتروژن (درصد)
-0.085	0.781	0.719	اقاچیا <i>Robinia</i>	Nitrogen (%)
0.35	0.823	0.742*	کاج <i>pinus</i>	فسفر (بخش در میلیون)
-0.515	0.842	0.771	اقاچیا <i>Robinia</i>	Phosphorus (ppm)
-0.017	-0.18	-0.084	کاج <i>pinus</i>	رطوبت (درصد)
0.175	0.445	0.501	اقاچیا <i>Robinia</i>	Humidity (%)

ادامه جدول ۴.

Continued table 4.

متغیرها Properties	توده Stand	ترسیب کربن Carbon sequestration	ترسیب نیتروژن Nitrogen sequestration	تصادد دی اکسید کربن در بهار CO <sub>2</sub> Emission in spring
اسیدیته pH	کاج <i>pinus</i>	-0.124	-0.141	-0.403
	اقاقیا <i>Robinia</i>	0.756	0.797	-0.842
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (ds/m)	کاج <i>pinus</i>	0.695	0.762*	0.239
	اقاقیا <i>Robinia</i>	0.458	0.562	-0.321
کربن آلی (درصد) Carbon Organic (%)	کاج <i>pinus</i>	0.861**	0.901**	0.179
	اقاقیا <i>Robinia</i>	0.883	0.906	-0.25
ماده آلی (درصد) Organic Material (%)	کاج <i>pinus</i>	0.862**	0.901**	0.179
	اقاقیا <i>Robinia</i>	0.884	0.907	-0.251
رس (درصد) Clay (%)	کاج <i>pinus</i>	-0.548	0.57	0.19
	اقاقیا <i>Robinia</i>	-0.87	-0.877	0.913
شن (درصد) Sand (%)	کاج <i>pinus</i>	0.433	0.404	0.202
	اقاقیا <i>Robinia</i>	0.458	0.431	0.317
سیلت (درصد) Silt (%)	کاج <i>pinus</i>	-0.062	-0.018	-0.288
	اقاقیا <i>Robinia</i>	-0.029	-0.002	-0.676
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب) Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	کاج <i>pinus</i>	0.937**	0.892**	-0.312
	اقاقیا <i>Robinia</i>	0.997**	0.979*	-0.688
کربنات کلسیم (درصد) CaCO <sub>3</sub> (%)	کاج <i>Pinus</i>	-0.028	0.085	0.218
	اقاقیا <i>Robinia</i>	-0.333	-0.217	0.175



ادامه جدول ۴.

Continued table 4.

متغیرها Properties	توده Stand	ترسیب کربن Carbon sequestration	ترسیب نیتروژن Nitrogen sequestration	تصاعد دی‌اکسید کربن در بهار Co <sub>2</sub> Emission in spring
ترسیب کربن (تن در هکتار) Carbon sequestration (ton/ha)	کاج <i>Pinus</i>	1	0.989**	-0.166
	اقاقیا <i>Robinia</i>	1	0.992**	-0.658
ترسیب نیتروژن (تن در هکتار) Nitrogen sequestration (ton/ha)	کاج <i>Pinus</i>	0.989**	1	-0.069
	اقاقیا <i>Robinia</i>	0.992**	1	-0.636

جدول ۵- مقدار ضرایب همبستگی بین تصاعد گاز دی‌اکسید کربن و عامل‌های دما و رطوبت در بهار و پاییز

Table 5. Correlation coefficients between Co<sub>2</sub> emission, temperature, and humidity in spring and autumn

متغیرها Properties	فصل Season	تصاعد دی‌اکسید کربن در توده کاج Co <sub>2</sub> emission in Robinia stand	تصاعد دی‌اکسید کربن در توده کاج Co <sub>2</sub> emission in Pinus stand
دما در سطح خاک (سلسیوس) Temperature at the surface of the soil (Celsius)	بهار Spring	0.12	0.425**
	پاییز Autumn	-0.168	0.185
دما در عمق خاک (سلسیوس) Deep soil temperature (Celsius)	بهار Spring	-0.14	0.49**
	پاییز Autumn	-0.309	0.359*
رطوبت (درصد) Humidity (%)	پاییز Autumn	0.423**	0.34*

\*\* معنی‌داری در سطح یک درصد، \* معنی‌داری در سطح پنج درصد

\*\* Significant at 1% level, \* Significant at 5% level

#### بحث

اقاقیا نیست، با توجه به این‌که بین درصد رطوبت و مقدار تصاعد گاز دی‌اکسید کربن همبستگی وجود دارد از این‌رو تفاوت در مقدار میانگین تصاعد گاز در دو فصل می‌تواند ناشی از عامل رطوبت باشد. محتوای رطوبت خاک می‌تواند به‌عنوان یکی از پارامترهای بسیار مؤثر در میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن خاک بیان شود (Sjogersten et al., 2006). همچنین با افزایش رطوبت، شرایط برای افزایش فعالیت میکروبی خاک بیش‌تر شده و باعث افزایش تولید

یافته‌های این پژوهش نشان داد که در گونه افاقیا بین مقدار تصاعد گاز دی‌اکسید کربن با دمای سطح و دمای عمق خاک در دو فصل بهار و پاییز همبستگی وجود ندارد. این درحالی است که اختلاف میانگین دمای سطح و دمای عمق خاک و مقدار تصاعد دی‌اکسید کربن در هر دو فصل موردنظر معنی‌دار است. این مسئله نشان‌دهنده این است که تغییرات دما عامل مؤثری بر روی مقدار تصاعد دی‌اکسید کربن در گونه

با نتایج Bakhshipour و همکاران (2012) مطابقت دارد. بالا بودن میزان هدایت الکتریکی در توده اقاچیا نسبت به توده کاج نشان‌دهنده بالا بودن یون‌های معدنی خاک و افزایش غلظت املاح محلول در خاک است. درصد کربن آلی در گونه اقاچیا بیشتر از گونه کاج تهران است. این مسئله مشابه یافته‌های Shabanian و همکاران (2010) در جنگلکاری دوشان سندج است که نشان دادند مقدار کربن آلی خاک در پهن‌برگان بیشتر از سوزنی‌برگان است. همچنین نتایج پژوهش Paul و همکاران (2002) نیز چنین است. در توده‌های مورد بررسی بین مقدار کربن و نیتروژن در خاکدانه‌های درشت و نیتروژن در خاکدانه‌های ریز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، ولی مقدار کربن در خاکدانه‌های ریز در توده اقاچیا بیشتر از توده کاج تهران است. همچنین در توده اقاچیا بین مقدار کربن در خاکدانه‌های درشت و کربن در خاکدانه‌های ریز اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود که این مسئله مشابه پژوهش Moghiseh و همکاران (2012) است که نشان دادند با کاهش اندازه خاکدانه در هر کاربری، مقدار کربن آلی آن افزایش می‌یابد و بیانگر تأثیر نوع گونه بر اندازه خاکدانه و در آخر کربن ذخیره‌شده در آن است.

میانگین مقدار ترسیب کربن خاک در توده کاج و اقاچیا اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. در پژوهشی بر روی ترسیب کربن خاک در دو توده کاج تهران و اقاچیا در شهر ری نتایج مشابهی حاصل شد (Tabari *et al.*, 2009)، ولی Varamesh و همکاران (2014) در پارک چیتگر نشان دادند که ترسیب کربن خاک در توده اقاچیا بیشتر از سرو نقره‌ای است. مقدار ترسیب کربن در گونه کاج همبستگی مثبتی با مقدار نیتروژن، فسفر، درصد کربن آلی، درصد ماده آلی، وزن مخصوص ظاهری و ترسیب نیتروژن و در گونه

دی‌اکسید کربن می‌شود (Schwendenmann *et al.*, 2003) و (Sotta *et al.*, 2006). با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌های دمای سطح و دمای عمق خاک و مقدار تصاعد دی‌اکسید کربن در هر دو فصل می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات در مقدار تصاعد گاز گونه کاج تهران در دو فصل ناشی از تغییرات دما و رطوبت باشد.

توده‌های کاج تهران و اقاچیا می‌تواند بر روی بعضی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک تأثیر بگذارد. مقدار فسفر قابل جذب توده اقاچیا نسبت به کاج تهران با اختلاف معنی‌داری وضعیت بهتری را نشان می‌دهد. دلیل افزایش فسفر قابل جذب در خاک زیر کشت گونه اقاچیا می‌تواند هم‌زیستی قارچ‌های میکوریزی با ریشه این درخت باشد که سبب افزایش حلالیت فسفر خاک و جذب توسط گیاه می‌شود (Aliarab *et al.*, 2005). کمبود فسفر در خاک تحت پوشش سوزنی‌برگان را می‌توان به فعالیت‌های بیولوژیک ضعیف‌تر میکروارگانیسم‌ها در لایه‌های آلی سطح خاک نسبت داد. مقدار ازت خاک توده اقاچیا با اختلاف معنی‌داری بیشتر از توده کاج تهران است که می‌تواند به دلیل خاصیت تثبیت‌کنندگی ازت در گونه اقاچیا باشد. دلیل دیگر آن می‌تواند بیشتر بودن مقدار معدنی شدن نیتروژن در توده‌های پهن‌برگ نسبت به سوزنی‌برگ و کاهش سرعت معدنی‌شدن ازت در سوزنی‌برگان به دلیل مقدار زیاد لیگنین باشد (Inagaki 2004). این نتیجه با یافته‌های پژوهش Polyakava and Billor (2007) در آمریکا که نشان داد مقدار ازت پهن‌برگان از سوزنی‌برگان بیشتر است، مطابقت می‌کند. همچنین پژوهش‌های Aliarab و همکاران در سال 2005 بر روی گونه اقاچیا مؤید این مسئله است. اختلاف مقدار پتاسیم در دو گونه مورد بررسی معنی‌دار بوده و در توده اقاچیا بیشتر است که

خاکی و دیگر بی‌مهرگان می‌شوند، ماده آلی و در نتیجه کربن و ازت خاک را نیز افزایش می‌دهند.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در جنگلکاری‌های شهری، مقدار انتشار گاز دی‌اکسید کربن در اتمسفر در گونه اقاچیا در مقایسه با گونه کاج تهران کمتر است. همچنین حضور گونه اقاچیا سبب تغییراتی در مقدار مشخصه‌های خاک شده است، به‌طوری‌که مقدار پتاسیم، نیتروژن، فسفر، هدایت الکتریکی و کربن آلی در خاک توده اقاچیا نسبت به کاج تهران افزایش فراوانی دارد. باوجود عدم تأثیر نوع گونه بر مقدار ترسیب کربن، مقدار ترسیب نیتروژن در گونه اقاچیا بیشتر از گونه کاج تهران مشاهده شد. با توجه به نتایج حاصله می‌توان با انجام عملیات مدیریتی بر روی جنگل‌های شهری و انتخاب صحیح نوع گونه در شهرهای آلوده، به‌منظور کاهش اثر گلخانه‌ای گاز دی‌اکسید کربن تمهیداتی را اتخاذ نمود و عوامل مؤثر بر انتشار این گاز از خاک، مانند دما و رطوبت را تعدیل کرد و متعاقب آن مقدار دی‌اکسید کربن متصاعدشده از خاک را کنترل کرد.

## References

- Acosta, M., E. Darenova, J. Dušek & M. Pavelka, 2017. Soil carbon dioxide fluxes in a mixed floodplain forest in the Czech Republic, *European Journal of Soil Biology*, 82: 35-42.
- Aliarab, A., S. M. Hosseini & Gh. A. Jalali, 2005. The Effect of Maple (*Acer insign*), *Populus deltoides*, *Robinia pseudoacacia* and Cypress (*Cupressus sempervirens* var *horizontalis*) on some physicochemical Soil Properties in East Haraz Plantation, *Journal of Water & Soil Sciences*, 19(1): 96-106 (In Persian).
- Ariapak, S. S., V. Bayram zadeh & A. Moeini, 2012. Estimation of carbon sequestered in biomass and soil in Taleghani and Chitgar forest parks with elder pine (*Pinus eldarica*)

اقاچیا همبستگی مثبتی با وزن مخصوص ظاهری و ترسیب نیتروژن دارد. نیتروژن و اسیدیته خاک نیز از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کربن آلی خاک بودند که این نتایج با پژوهش Nobakht و همکاران (2011) هم-خوانی دارد. مقدار رس خاک می‌تواند بر مقدار کربن آلی خاک تأثیر بگذارد (Kashi Zenouzi, 2016) (Bagherifam et al., 2013) (Mansoori et al., 2013) (Bahrami et al., 2010)، از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که عدم تفاوت در مقدار رس در دو توده موردنظر منجر به عدم تفاوت در مقدار ترسیب کربن در دو توده شود. مقدار ترسیب نیتروژن نیز در گونه کاج با مقدار نیتروژن، هدایت الکتریکی، درصد کربن آلی، درصد ماده آلی، وزن مخصوص ظاهری و ترسیب کربن و در گونه اقاچیا با مقدار پتاسیم، وزن مخصوص ظاهری و ترسیب کربن همبستگی دارد. نتایج نشان داد که مقدار ترسیب نیتروژن در دو توده اختلاف معنی‌داری دارد و مقدار آن در خاک توده اقاچیا بیشتر است. با توجه به اینکه اقاچیا از خانواده لگومینوز است بنابراین بیشترین مقدار تثبیت ازت در این توده انجام می‌شود. همچنین با توجه به اینکه درختان خزان‌کننده موجب افزایش فعالیت کرم‌های

- as main species, *conservation and utilization of natural resources*, 1 (2):15-28 (In Persian).
- Asadiyan, M., S. M. Hojjati, M. R. Pormajidian & A. Fallah, 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(2): 299-312 (In Persian).
- Azadi, A., S. M. Hojjati, H. Jalilvand & H. Naghavi, 2014. Investigation on soil carbon sequestration and understory biodiversity of hard wood and soft wood plantation of khoramabad city (Makhmalkoh site), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(4):702-715 (In Persian).
- Bagheri Vanani, Z., H. Habashi, R. Rahmani & F. Rafiee, 2013. The relationship between

- soil respiration and microbial respiration in natural and artificial forests. Proceedings of Second National Student Conference on Forest Sciences - Student Forestry Association of University of Tehran, Karaj, Iran (In Persian).
- Bagherifam, S., A. R. Karimi, A. Lakzian & E. Izanloo, 2013. Effects of land use management on soil organic carbon, particle size distribution and aggregate stability along hill slope in semi-arid areas of northern Khorasan, *Journal of Water and Soil Conservation*, 20(40):51-73 (In Persian).
  - Bahadori, S., V. Bayramzadeh, M. hashemi & M. Lotfollahi, 2014. Soil methane emission from afforested areas with *pinus eldarica* and *Robinia pseudoacacia* in cheetgar park, Iran. Proceedings of 1st International Conference on New Ideas in Agriculture, Isfahan, Iran (In Persian).
  - Bahrami, A., I. Emadodin, M. Ranjbar-Atashi & H. Rudolf-Bork, 2010. Land use change and soil degradation: A case study, north of Iran, *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1(4): 600-605 (In Persian).
  - Bakhshipour, R., H. Ramezanzpour & E. Lashkarboluki, 2012. Studying the effect of *Pinus taeda* L. and *Populus* sp. plantation on some forest soil properties (Case study: Fidareh of Lahidjan), *Iranian Journal of Forest*, 4(4): 321-332 (In Persian).
  - Batjes, N. H., 1998. Mitigation of atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations by increased carbon sequestration in the soil, *Biology and Fertility of Soils*, 27(3): 230-235.
  - Brevik, E., T. Fenton & L. Moran, 2002. Effect of soil compaction organic carbon amounts and distribution, South-Central Iowa, *Environmental Pollution*, 116: 137-141.
  - Cardoso, A.S., S.C. Oliveira, E.R. Januszkiewicz, L.F. Brito, E.S. Morgado & Ruggieri A.C. , 2017. Effect of season on ammonia, nitrous oxide and methane emission factors for beef cattle excreta and urea fertilizer applied to tropical pasture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (no prelo).
  - Dilustro J.J., B. Collins, L. Duncan & Crawford C., 2005. Moisture and soil texture effects on soil CO<sub>2</sub> efflux components in southeastern mixed pine forests. *Forest Ecology and Management*, 204:85-9
  - Geng, J., S. Cheng, H. Fang, G. Yu, X. Li, G. Si, S. He & G. Yu, 2017. Soil nitrate accumulation explains the nonlinear responses of soil CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> fluxes to nitrogen addition in a temperate needle-broadleaved mixed forest, *Ecological Indicators*, 79: 28-36.
  - Gu, F., Y. Zhang, M. Huang, B. Tao, H. Yan, R. Guo & J. Li, 2015. Nitrogen deposition and its effect on carbon storage in Chinese forests during 1981–2010, *Atmospheric Environment*, 123: 171-179.
  - Hagen-Thorn, A., I. Callesen, K. Armolaitis & B. Nihlgård, 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. *Forest Ecology and Management*, 195(3):373-384.
  - Huntington, T. G., 1995. Carbon sequestration in an aggrading forest ecosystem in the southeastern USA, *Soil Science Society of America Journal*, 59(5): 1459-1467.
  - Inagaki, Y., S. Miura & A. Kohzo, 2004. Effects of forest type and stand age and litter fall quality and soil N dynamics in Shikoka district, southern Japan, *Forest ecology and management*, 202(1-3): 107-117.
  - Kashi Zenouzi, L., Sh. Banej Shafiee & A. A. Jafari, 2016. Investigating the Effect of Some Environmental Factors on Organic Carbon in ZilberChay Watershed, *JWSS-Isfahan University of Technology*, 20(76): 207-218 (In Persian).
  - Lavoie, M., L. Kellman & D. Risk, 2013. The effects of clear-cutting on soil CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O flux, storage and concentration in two Atlantic temperate forests in Nova Scotia, Canada, *Forest Ecology and Management*, 304: 355-369.
  - Majdtahey, H. & A. Jalili, 1996. A comparative study of the effects of Forestation with *Pinus eldarica* and *Robinia pseudoacacia* on some physical and chemical properties of soil and under storey vegetation, *Pajouhesh & Sazandegi*, 32: 6-15 (In Persian).
  - Mansoori, A., A. Karimi, E. Parvizi & H. Emamim, 2013. Evaluation of the effect of temperature and precipitation on the amount of organic carbon in soil in part 93 of Kermanshah province. Proceedings of Second Congress of Agricultural and Sustainable Natural Resources, Tehran, Iran (In Persian).

- Matson, A., D. Pennock & A. Bedard-Haughn, 2009. Methane and nitrous oxide emissions from mature forest stands in the boreal forest, Saskatchewan, Canada, *Forest Ecology and Management*, 258(7): 1073-1083.
- Moghiseh, E., A. Heidari, M. Ghannadi, H. Tofighi, F. Sarmadian & M. Eghbal, 2012. Effects of forestland change on physico-chemical properties, SOC storage and soil respiration in Kelardasht area, *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 43(1): 37-46 (in Persian).
- Monadiane sabze mohit company, 1998. The complete booklet of Khargoosh Dareh Park, 115 p.
- Moslehi, M., H. Habashi, R. Rahmani & Kh. Saghebtalebi, 2018. Relationship between soil organic carbon pool and some site variables in the mixed beech-hornbeam stand, *Journal of Forest Research and Development*, 3(4): 329-343 (In Persian).
- Nobakht, A., M. Pourmajidian & S. M. Hojjati, 2011. A comparison of soil carbon sequestration in hardwood and softwood monocultures (Case study: Dehmian forest management plan, Mazindaran), *Iranian Journal of Forest*, 3(1): 13-23 (In Persian).
- Paul, K. I., P. J. Polglase, J. G. Nyakuengama & P. K. Khanna, 2002. Change in soil carbon following afforestation, *Forest Ecology and Management*, 168(1-3): 241-257.
- Polyakava, O. & N. Billor, 2007. Impacte of deciduous tree species on litter fall quality, decomposition rates and nutrient circulation in Pine stands, *Forest Ecology and Management*, 253(1-3): 11-18.
- Schwendenmann, L., E. Veldkamp, T. Brenes, J. J. O'Brien & J. Mackensen, 2003. Spatial and temporal variation in soil CO2 efflux in an old-growth Neotropical rain forest, La Selva, Costa Rica, *Biogeochemistry*, 64(1): 111-128.
- Shabaniyan, N., M. Heydari & M. Zeinivandzadeh, 2010. Effect of afforestation with broad leaved and conifer species on herbaceous diversity and some physico-chemical properties of soil (Case study: Dushan afforestation - Sanandaj), *Journal of Forest and Poplar Research*, 18(3): 437-446 (In Persian).
- Sjögersten, S., R. van der Wal & S. J. Woodin, 2006. Small-scale hydrological variation determines landscape CO2 fluxes in the high Arctic, *Biogeochemistry*, 80(3): 205-216.
- Sotta, E. D., E. Veldkamp, B. R. Guimaraes, R. K. Paixao, M. L. P. Ruivo & S. S. Almeida, 2006. Landscape and climatic controls on spatial and temporal variation in soil CO2 efflux in an eastern Amazonian rainforest, Caxiuana, Brazil, *Forest Ecology and Management*, 237(1-3): 57-64.
- Tabari, M. & A. Salehi. 2009. The use of municipal wastewater in afforestation: effects on soil properties and Eldar Pine trees, *Journal of Environment Study*, 18(6): 1113-1121.
- Toyota, A., N. Kaneko & M. T. Ito, 2006. Soil ecosystem engineering by the train millipede *Parafontaria laminata* in a Japanese larch forest, *Soil Biology & Biochemistry*, 38(7): 1840-1850.
- Varamesh, S., S. M. Hosseini, F. Keivan Behjou & E. Fataei, 2014. The impact of land afforestation on carbon stocks surrounding Tehran, Iran, *Journal of Forestry Research*, 25(1): 135-141.
- Vesterdal, L., I. K. Schmidt, I. Callesen, L. O. Nilsson & P. Gundersen, 2008. Carbon and nitrogen in forest floor and mineral soil under six common European tree species, *Forest Ecology and Management*, 255(1): 35-48.
- Wang, H., S. Liu, J. Wang, Z. Shi, L. Lu, J. Zeng, A. Ming, J. Tang & H. Yu, 2013. Effects of tree species mixture on soil organic carbon stocks and greenhouse gas fluxes in subtropical plantations in China, *Forest Ecology and Management*, 300: 4-13.
- Wei, X., J. A. Blanco, H. Jiang & J. H. Kimmins, 2012. Effects of nitrogen deposition on carbon sequestration in Chinese fir forest ecosystems, *Science of the Total Environment*, 416: 351-361.
- Zalaghi, R. & A. landi, 2009. Evaluating carbonic greenhouse gases emission and organic carbon balance from soil under current agricultural land use, *Journal of Applied Sciences*, 9(12): 2307-2312.
- Zhu, J., N. He, J. Zhang, Q. Wang, N. Zhao, Y. Jia, J. Ge & G. Yu, 2017. Estimation of carbon sequestration in China's forests induced by atmospheric wet nitrogen deposition using the principles of ecological stoichiometry. *Environmental Research Letters*, 12(11):114038.

## Impact of plantation with *Robinia pseudoacacia* and *Pinus eldarica* on soil physico-chemical properties and Co<sub>2</sub> emission in Tehran urban landscape

B. Abdollahzadeh Karegar<sup>\*1</sup>, S. M. Hojjati<sup>2</sup>, Kh. Sagheb Talebi<sup>3</sup> and Y. Kooch<sup>4</sup>

1- Phd student of Silviculture and Forest Ecology, Sari Agricultural and Natural Resources University, Sari, I. R. Iran. (baharak3001us@yahoo.com)

2- Associate Professor, Sari Agricultural and Natural Resources University, Sari, I. R. Iran. (s.hojati@sanru.ac.ir)

3- Associate Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I. R. Iran. (saghebtalebi@rifr-ac.ir)

4- Assistant Professor, Department of Forestry, Tarbiat Modares University, Noor, I. R. Iran. (yahya.kooch@modares.ac.ir)

Received: 20.12.2017

Accepted: 25.04.2018

### Abstract

The present study was carried out to investigate the effect of two species of *Pinus eldarica* and *Robinia pseudoacacia* on soil properties and carbon dioxide emission in the Khargoosh dareh forest park in Tehran. For this purpose, four plots of 20 × 20 meters sample were selected randomly and soil sampling was carried out from the center of each sample plot at a depth of 10 cm. Also the carbon dioxide emissions were measured at 35 points per stand. In order to investigate the effect of seasonal variation on Co<sub>2</sub> emissions, measurements were done in both spring and autumn. The results showed that *Robinia pseudoacacia* increased potassium, nitrogen, phosphorus, electrical conductivity, organic carbon and nitrogen sequestration in soil compared to *Pinus eldarica*, but the acidity, organic matter, calcium carbonate, bulk density, moisture content, soil texture and carbon sequestration did not show any significant difference between two species.

**Keywords:** Khargoosh dareh forest park, Carbon sequestration, Soil respiration, Soil properties.

---

\* Corresponding author

Tel: +989124059218