فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۰ شمارهٔ ۳، صفحهٔ ۳۷۸-۳۷۰، (۱۳۹۱)

ترکیب شیمیایی تاج بارش توده‌های کاج تهران و سرو نقره‌ای درمنطقه آلوده شهری (مطالعه موردی: پارک جنگلی چیتگر)

اسماعیل خسروپور[۱]، پدرام عطارد[۲*]، انوشیروان شیروانی[۳]، محمد متینی‌زاده[٤] و آناهیتا شریعت[٥]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، پست الکترونیک: attarod@ut.ac.ir
۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
٤- استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران
۵- کارشناس ارشد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران
تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۳۰

چکیده

این مطالعه با هدف اندازه‌گیری و مقایسه pH، هدایت الکتریکی (EC)، سرب و کادمیم تاج‌بارش توده‌های خالص کاج تهران و سرو نقره‌ای در پارک جنگلی چیتگر انجام شد. در مجموع سه بارندگی برای آنالیز ترکیب شیمیایی تاج‌بارش اندازه‌گیری شد. باران فضای باز با استفاده از ۱۰ جمع‌آوری کننده و تاج‌بارش با استفاده از ۳۰ جمع‌آوری‌کننده در هر توده که به‌صورت تصادفی زیر تاج‌پوشش درختان کاج تهران و سرو نقره‌ای قرار داده شدند، جمع‌آوری شد. pH و EC نمونه‌ها بلافاصله بعد از انتقال به آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید. همچنین غلظت عناصر سرب و کادمیم توسط دستگاه ICP اندازه‌گیری شد. سرب و کادمیم و EC دارای اختلاف معنی‌داری بین سه تیمار تاج‌بارش کاج تهران، سرو نقره‌ای و باران فضای باز بودند و مقدار آنها به‌ترتیب ppb ۷٤/۰٤، ppb ۱۳/۲۵ و µm ۲۹۸ برای تاج‌بارش کاج تهران، ppb ٤۹/۹۸، ppb ۱۰/۷۵ و µm ۲۵۱ برای تاج‌بارش سرو نقره‌ای و ppb ۲۷/۲۲، ppb ۸/۵۵ و µm ۹۰/۵ برای باران فضای باز اندازه‌گیری شد. PH تاج‌بارش کاج تهران دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با pH باران فضای باز بود، در حالی که pH تاج‌بارش سرو نقره‌ای با pH باران فضای باز اختلاف معنی‌داری نشان نداد. با توجه به تغییر عناصر سرب و کادمیم در تاج‌بارش کاج تهران و سرو نقره‌ای نسبت به آب باران، به‌نظر می‌رسد در کنار سایر عوامل برای انتخاب گونه در جنگلکاریهای مناطق آلوده شهری، این ویژگی نیز می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد.

واژه‌های کلیدی: سرو نقره‌ای، کاج تهران، تاج‌بارش، سرب، کادمیم.

مقدمه

جنگلکاری به‌طور اصولی و منظم در سطوح عاری از پوشش گیاهی با گونه‌های درختی مناسب می‌تواند به کاهش گسترش سریع بیابان‌ها کمک کند و همچنین باعث کاهش فرسایش خاک یا جلوگیری از پیشرفت آن، کاهش آلودگی هوا، افزایش تثبیت دی‌اکسیدکربن و حاصلخیزی خاک می‌گردد (Hüttl *et al.*, 2000). به‌علاوه جنگلکاری تأثیر مهمی بر روی چرخه هیدرولوژیک دارد (Zhou *et al.*, 2002; Hanson *et al.*, 2004). در مناطق خشک و نیمه‌خشک از سوزنی‌برگان بیشتر از پهن‌برگان برای جنگلکاری استفاده می‌شود که از دلایل آن می‌توان مقاومت بالاتر سوزنی‌برگان نسبت به پهن‌برگان در برابر شرایط سخت محیطی از جمله کمبود آب و خشکی، گرمای بالا و سرمای سخت زمستان را نام برد

Archive of SID

www.SID.ir

(Motahari, 2010).

هنگامی که بارندگی در جنگل رخ می‌دهد آب باران یا مستقیماً از طریق فضاهای باز در پوشش تاجی به کف جنگل می‌رسد یا پس از آن که میزان نگهداری آب تاج‌پوشش درختان یعنی مقدار آب مورد نیاز برای مرطوب کردن برگها و شاخه‌ها تکمیل گردید و تاج اشباع شد، به‌صورت ریزش‌های تاجی به کف جنگل می‌رسد، به مجموع بارانی که از دو طریق ذکر شده به کف جنگل می‌رسد، تاج‌بارش اطلاق می‌گردد (Shachnovich *et al*., 2008; Wullaert *et al*., 2009).

ترکیب شیمیایی آب باران قبل از رسیدن به کف جنگل توسط اتمسفر و تاج‌پوشش درختان تغییر می‌کند، بنابراین اتمسفر نقش مهمی در توزیع عناصر در سطح زمین ایفا می‌کند (Rauch & Pacyna, 2009). همچنین پس از برخورد با تاج‌پوشش قسمت عمده این ترکیب از طریق تاج‌بارش و قسمت جزیی آن از طریق ساقاب به کف جنگل می‌رسد (Douglas *et al*., 1988).

ترکیب شیمیایی تاج‌بارش به‌وسیله نوع و ترکیب شیمیایی بارندگی و همچنین ساختار و فیزیولوژی درخت تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Aussenac, 1970; Kellman, 1979). سه فرایندی که ترکیب شیمیایی آب باران را تغییر می‌دهند عبارتند از: ۱- تجمع مواد موجود در اتمسفر بر روی سطح شاخه و برگ درختان ۲- ترشح مواد داخل بافت گیاهی به سطح بیرونی شاخه و برگ درختان ۳- جذب عناصر شیمیایی از طریق بافت‌های گیاهی به‌ویژه برگ (Parker, 1983).

ترکب شیمیایی تاج‌بارش ازجمله کادمیم (Cd) و سرب (Pb) که منشأ آنها اتمسفر می‌باشد، هم از طریق فرایندهای طبیعی (Nriagu, 1989) و هم از طریق فعالیت‌های انسانی به‌وجود می‌آید (Pacyna & Pacyna, 2001). منشأ اصلی تولید کادمیم موجود در هوا، پسماند کارخانه‌ها و پوشش کائوچویی سطح تایر ماشین‌ها می‌باشد که این عنصر ایجاد ترکیبات شیمیایی خیلی خطرناکی می‌نماید. همچنین منبع اصلی برای سرب از سوختن بنزین موجود در وسایل نقلیه ناشی می‌شود (Pacyna & Pacyna, 2001) که هر دو عنصر می‌توانند به مناطق دورتر از منبع تولید خود انتقال یابند و سایر اکوسیستم‌ها را نیز تحت تأثیر قرار دهند (Steinnes & Friedland, 2005).

Chiwa *et al*. (2004) در تحقیقی که روی جنگلکاری *Picea sitchensis* در جنوب اسکاتلند انجام دادند به این نتیجه رسیدند که ترکیب شیمیایی آب باران پس از برخورد با تاج‌پوشش به‌طور معنی‌داری تغییر می‌کند. در فرانسه Gandois *et al*. (2010) در تحقیقی که روی تاج‌بارش سه گونه *Picea abies*، *Abies alba* و *Fagus sylvatica* در شش رویشگاه مختلف انجام دادند، نتیجه‌گیری کردند که غلظت سرب در تاج بارش سه گونه در تمام رویشگاه‌ها دارای افزایش معنی‌داری بوده و مقدار افزایش کادمیم به‌نسبت پایین و حتی در بعضی رویشگاه‌ها کمتر از غلظت آن در فضای باز بوده است.

با توجه به این که منطقه مورد مطالعه در این تحقیق منطقه‌ای آلوده به سرب و کادمیم می‌باشد (Razaghi, 2007) و تاکنون تحقیقی در خصوص تأثیر جنگلکاریهای کاج تهران و سرو نقره‌ای بر عناصر سرب و کادمیم جو از طریق باران انجام نگرفته است، تحقیق حاضر با هدف اندازه‌گیری و مقایسه سرب (Pb) و کادمیم (Cd) و نیز هدایت الکتریکی(EC) و اسیدیته (pH) موجود در تاج‌بارش کاج تهران و سرو نقره‌ای انجام شد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در پارک جنگلی چیتگر (مختصات

Archive of SID

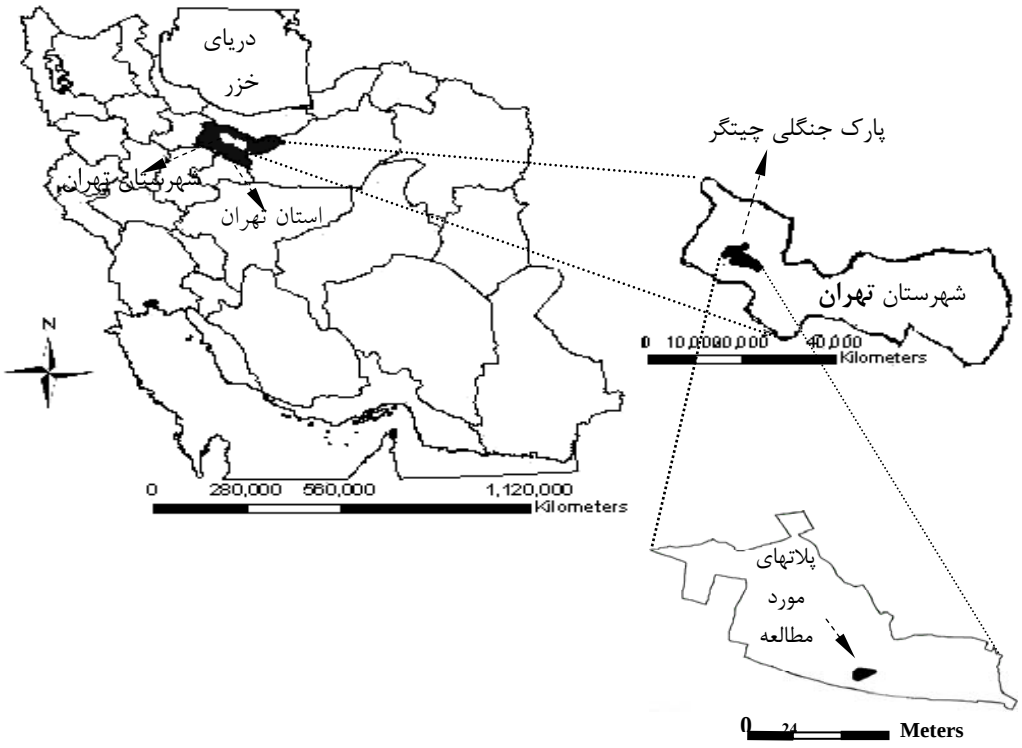
www.SID.ir

جغرافیایی: ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ٤٥ دقیقه عرض شمالی) واقع در شمال غرب تهران با وسعتی برابر ۹۲٤/۵ هکتار (بخش شرقی، ۲۵۷/۵ هکتار و بخش غربی، ٦٦۷ هکتار) انجام شد. این پارک از شمال به اراضی دانشگاه امام حسین و اراضی زراعی کن، از غرب به پیکان‌شهر و مؤسسه تحقیقات جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور، از شرق به جاده کوهک و از جنوب به اتوبان تهران- کرج محدود می‌شود. حداکثر ارتفاع پارک از سطح دریا ۱۳۱۳ متر، حداقل آن ۱۲۲۵ متر و متوسط ارتفاع از سطح دریا ۱۲٦۹ متر است (Motahari, 2010).

میانگین بارندگی سالانه براساس آمار بدست آمده ۱۵ ساله (۱۳۸۹-۱۳۷٤) ۲٦۷/٦ میلی‌متر می‌باشد که مرطوب-ترین ماه سال اسفند با میانگین بارش ماهانه ٤٥/٤ میلی-متر و خشک‌ترین ماه سال مرداد با میانگین بارش ماهانه ۰/۹ میلی‌متر ثبت شده است. میانگین دمای سالانه نیز ۱۷/۲ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. گرمترین و سردترین ماه‌های سال به‌ترتیب مرداد با میانگین ۲۹/٤ درجه سانتی‌گراد و دی با میانگین درجه حرارت ۳/۸ درجه سانتی‌گراد هستند. مطابق منحنی آمبروترمیک، دوره خشکی در این منطقه ٦ ماه از سال، از اواسط اردیبهشت تا اواسط آبان می‌باشد (Motahari, 2010).

مشخصات توده‌های مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در دو توده خالص جنگلکاری شده چهل‌ساله کاج تهران و سرو نقره‌ای در نزدیکی یکدیگر (در فاصله حدود ۲۰۰ متری یکدیگر) واقع در فاز شرقی پارک جنگلی انتخاب شد و اندازه‌گیریها در پلاتهایی به مساحت ۲۵۰ مترمربع انجام شد. نقشه پارک و توده‌های مورد مطالعه در شکل۱ و مشخصات پلات‌های مطالعه شده در جدول۱ آورده شده است.



شکل۱- موقعیت پارک جنگلی چیتگر و پلات‌های مورد مطالعه از گونه‌های کاج تهران و سرو نقره‌ای

www.SID.ir

جدول۱- مشخصات پلات‌های مورد مطالعه در پارک جنگلی چیتگر

مشخصات توده	کاج تهران	سرو نقره‌ای
تراکم درختان (اصله در هکتار)	۱۱۸۵	۹۵۵
سطح مقطع درختان (مترمربع در هکتار)	۶۳/۵	۵۸/۵
میانگین ارتفاع درختان (متر)	۱۱	۹
میانگین قطر برابرسینه درختان (متر)	۲۳/۵	۱۸

روش تحقیق

برای آنالیز شیمیایی آب باران در فضای باز و تاج بارش، سه رخداد باران در بین رخدادهای باران اردیبهشت، آبان و دی ماه جمع آوری و اندازه‌گیری شدند. باران در فضای باز با استفاده از ۱۰ جمع‌آوری کننده (از جنس پلاستیک) با قطر دهانه ۹ سانتی‌متر و ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر در مجاورت توده‌های مورد نظر جمع‌آوری شد. برای جمع‌آوری تاج‌بارش، تعداد ۳۰ جمع‌آوری‌کننده تاج‌بارش (مشابه جمع‌آوری کننده‌های باران)، به‌صورت تصادفی زیر تاج‌پوشش درختان کاج تهران و سرو نقره‌ای در توده‌های مورد نظر قرار داده شدند. جمع‌آوری کننده‌های تاج‌بارش به‌طور عمودی داخل زمین مستقر و ثابت گردیدند. توزیع این جمع‌آوری کننده‌ها به‌نحوی بود که تمام سطح توده را به‌صورت یکنواخت پوشش دهند. به‌دلیل مقدار کم آب بارانی که در جمع‌آوری کننده‌های تاج‌بارش جمع می‌شود، از تعداد بیشتری جمع‌آوری کننده تاج‌بارش استفاده شد تا بتوان آب مورد نیاز برای آزمایشات را جمع‌آوری کرد.

برای اندازه‌گیری pH، هدایت الکتریکی و مقدار سرب و کادمیم آب باران در فضای باز، آب جمع‌آوری کننده‌ها با هم ترکیب و در نهایت ۳ نمونه به آزمایشگاه انتقال یافتند. دلیل ترکیب کردن جمع‌آوری کننده‌ها این بود که هر کدام از این نمونه‌ها به‌تنهایی دارای مقدار آب لازم برای آنالیز شیمیایی توسط دستگاه ICP نبودند. برای اندازه‌گیری عناصر مذکور تاج‌بارش، آب جمع‌آوری کننده‌ها با هم ترکیب شد، به‌طوری که برای هر نمونه آب باران ۷ تا ۸ جمع‌آوری کننده نزدیک به هم با همدیگر ترکیب شدند و در نهایت ٤ نمونه‌ی تاج بارش از هر کدام از توده‌ها برای آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه انتقال یافتند.

pH و EC نمونه‌ها بلافاصله بعد از انتقال به آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. pH نمونه‌ها با محلول ۰/۵ مولار HNO_3 به زیر ۲ آورده شد تا ترکیب شیمیایی نمونه‌ها تا ٦ ماه بدون تغییر باقی بمانند. خواندن غلظت عناصر سرب و کادمیم توسط دستگاه ICP (مدل OES، شرک GBC کشور استرالیا) انجام گرفت.

نتایج

نتایج آزمون تجزیه واریانس معنی‌دار بودن EC، pH، و مقادیر سرب و کادمیم را در سه تیمار باران، تاج بارش کاج تهران و سرو نقره‌ای نشان داد (جدول۲).

جدول ۲- آزمون تجزیه واریانس برای EC، pH، و مقادیر سرب و کادمیم در سه تیمار باران، تاج‌بارش کاج تهران و سرو نقره‌ای

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		هدایت الکتریکی (EC)	اسیدیته (pH)	سرب (Pb)	کادمیم (Cd)
تیمار	۲	۱۱٦۹٦۰/۵۹**	۱/۱۷**	۵۰۹۸/٦۰**	۵۷/۵۸**
تکرار	۳۰	٦۵۹۷/۸۵	۰/۰۹	۵۹۹/۱۸	۷/٦۲
ضریب تغییرات		۳٦/۲٤	۵/۳۳	٤۵/۹۳	۲٤/۹٦

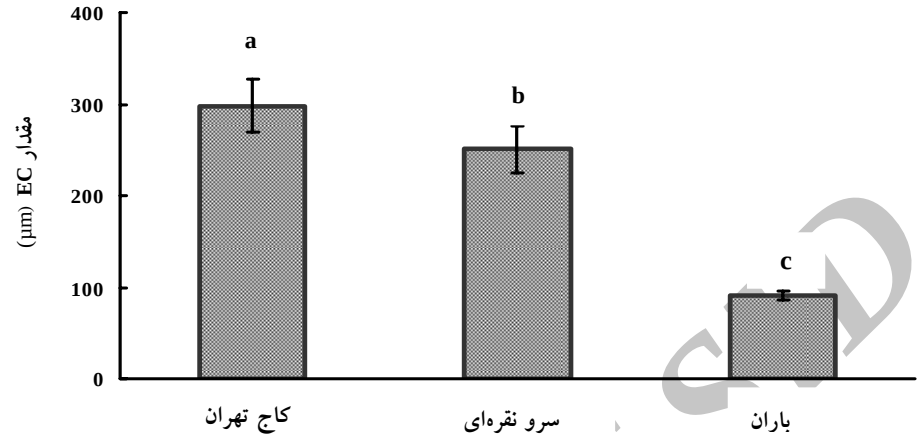
**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه هدایت الکتریکی و pH تاج بارش و باران

کمترین و بیشترین مقدار EC به‌ترتیب در باران با ۹۰/۵µm و در تاج‌بارش کاج تهران با ۲۹۸ µm مشاهده گردید. نتایج آزمون دانکن نشان داد که مقدار EC باران، با مقدار EC تاج‌بارش کاج تهران و سرو نقره‌ای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد دارد (شکل۲).



شکل۲- مقایسه هدایت الکتریکی تاج‌بارش کاج تهران، سرو نقره‌ای و باران

(میله‌ها نشان‌دهنده اشتباه معیار میانگین هستند. حروف غیر مشابه معنی‌داری در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن را نشان می‌دهند).

بیشترین مقدار pH مربوط به باران و کمترین مقدار آن در تاج‌بارش کاج تهران مشاهده شد که مقدار آنها به‌ترتیب ٦/۲ و ۵/۵ می‌باشد. نتایج آزمون دانکن نشان داد که فقط بین دو تیمار باران و تاج‌بارش کاج تهران اختلاف معنی‌دار وجود دارد (شکل۳).

شکل۳- مقایسه pH تاج‌بارش کاج تهران، سرو نقره‌ای و باران

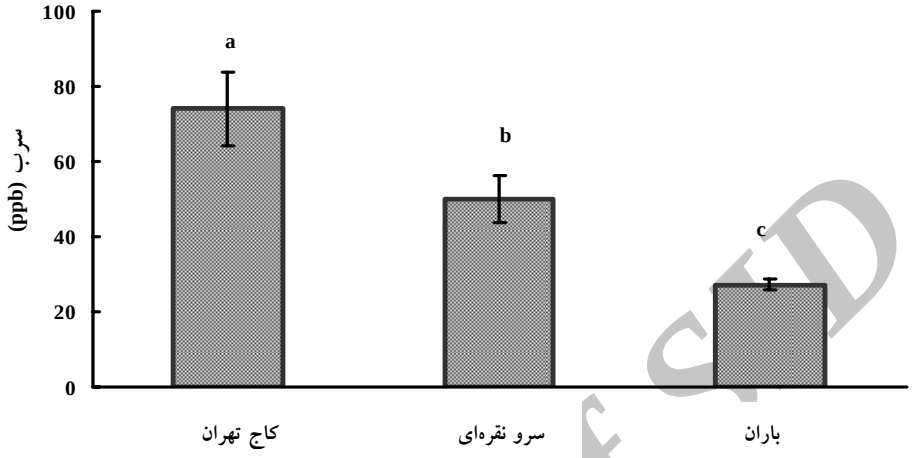
(میله‌ها نشان‌دهنده اشتباه معیار میانگین هستند. حروف غیر مشابه معنی‌داری در سطح ۵ درصد را با آزمون دانکن نشان می‌دهند).

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه سرب و کادمیم تاج‌بارش و باران

تاج‌بارش کاج تهران با ۷٤/۰۷ ppb بیشترین و باران با ۳۰ppb کمترین مقدار سرب را به خود اختصاص دادند. آزمون دانکن معنی‌دار بودن مقدار سرب را در باران با تاج‌بارش کاج تهران و سرو نقره‌ای نشان می‌دهد (شکل٤).



شکل٤- مقایسه سرب تاج‌بارش کاج تهران، سرو نقره‌ای و باران

(میله‌ها نشان‌دهنده اشتباه معیار میانگین هستند. حروف غیر مشابه معنی‌داری در سطح ۵ درصد را با آزمون دانکن نشان می‌دهند).

کمترین و بیشترین مقدار کادمیم به‌ترتیب در باران ۸/۵۵ ppb و در تاج‌بارش کاج تهران ۱۳/۲۵ ppb مشاهده شد. نتایج آزمون دانکن نشان داد که بین باران و تاج‌بارش کاج تهران و سرو نقره‌ای اختلاف معنی‌داری در ارتباط با مقدار کادمیم وجود دارد (شکل۵).

شکل۵- مقایسه کادمیم تاج‌بارش کاج تهران، سرو نقره‌ای و باران

(میله‌ها نشان‌دهنده اشتباه معیار میانگین هستند. حروف غیر مشابه معنی‌داری در سطح ۵ درصد را با آزمون دانکن نشان می‌دهند).

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

مقدار EC در تاج‌بارش کاج تهران بیشتر از سرو نقره‌ای و در تاج‌بارش سرو نقره‌ای بیشتر از باران می‌باشد که دلیل این امر را می‌توان به جمع شدن گرد و خاک و عناصر افزاینده‌ی EC همچون سدیم روی شاخ و برگ درختان و یا ترشح چنین موادی از بافتهای داخلی درخت نسبت داد (Chiwa *et al.*, 2004). مقدار EC در تاج‌بارش کاج تهران بیشتر بود، این بدین معنی است که این گونه بهتر می‌تواند گرد و خاک هوا را بگیرد و آلودگی هوا را کاهش دهد. به‌علاوه EC خاک مناطق جنگلکاری شده را بالا برده و باعث تغییر در فون و فلور منطقه گردد. سرو نقره‌ای هم به نسبت ضعیف‌تری از کاج تهران می‌تواند باعث تغییرات مزبور شود. اختلاف در مقدار EC در تاج‌بارش دو گونه با فضای آزاد همسو با نتایج Chiwa *et al.* (2004) روی جنگلکاری *Picea sitchensis* در جنوب اسکاتلند می‌باشد. این محققان نشان دادند که مقدار EC در تاج‌بارش بیشتر از فضای باز بوده است.

مقدار pH در تاج‌بارش کاج تهران و سرو نقره‌ای کمتر از باران بوده است که علت چنین رخدادی را می‌توان به ترشح مواد اسیدی از بافت‌های درخت به بیرون و یا نشت مواد اسیدی کننده بر روی سطوح خارجی شاخ و برگ گیاه نسبت داد. این امر باعث افزایش pH خاک در منطقه جنگلکاری شده با این دو گونه می‌گردد و میکروارگانیسم‌هایی که خاک قلیایی را ترجیح می‌دهند در چنین موقعیتی با مشکل مواجه می‌شوند. نتایج مربوط به pH مشابه نتایج Hou Bao *et al.* (2004) روی گونه *Cunninghamia laceolata* در چین می‌باشد. این محققین نشان دادند که اختلاف در مقدار pH بیشتر از نشست مواد اسیدی کننده بر روی سطوح خارجی شاخ و برگ گیاه ناشی می‌شود.

مقدار سرب و کادمیم در تاج‌بارش کاج تهران بیشتر از سرو نقره‌ای و در تاج‌بارش سرو نقره‌ای بیشتر از باران می‌باشد. این امر می‌تواند ناشی از نشست سرب و کادمیم بر روی تاج‌پوشش درخت باشد. به‌دلیل اینکه منطقه مورد مطالعه نزدیک اتوبان تهران- کرج، یعنی منبع تولید سرب و کادمیم، می‌باشد سرب ناشی از سوخت وسایل نقلیه در هوا، بر روی تاج‌پوشش درختان می‌نشیند. طبیعتاً نه فقط وسایل نقلیه موجود در اتوبان، بلکه وسایل نقلیه داخل شهر تهران و کرج و حتی مناطق دورتر هم بر مقدار سرب تجمع یافته روی تاج‌پوشش درختان در پارک چیتگر مؤثر می‌باشند. به‌دلیل وجود کارخانه‌های متعدد و شلوغی منطقه، چنین اتفاقی برای کادمیم هم رخ می‌دهد یعنی پسماند کارخانه‌ها و برخورد تایر ماشین‌ها با سطح جاده باعث افزایش کادمیم هوا شده و کادمیم بر تاج‌پوشش درختان می‌نشیند. منبع سرب و کادمیمی که روی سطح تاج‌پوشش درختان می‌نشیند سرب و کادمیم هوا می‌باشد که احتمالاً مقداری از آن جذب و مقداری هم روی سطح تاج‌پوشش باقی می‌ماند و با باران می‌تواند شسته شود. نظر به اینکه تاج‌بارش وارد خاک می‌شود، می‌توان گفت که افزایش مقدار این دو عنصر در تاج‌بارش منتج به افزایش آنها در خاک می‌گردد و این عناصر ممکن است در خاک باعث ایجاد ترکیبات خطرناکی شوند و چرخه‌ی بسیاری از ماکرو و میکروارگانیسم‌های خاک را تحت تأثیر قرار دهند. این موضوع می‌تواند در تحقیقات تکمیلی مورد توجه قرار گیرد.

از طرف دیگر، با جمع شدن این عناصر در تاج‌پوشش درختان مقدار آنها در هوا کاهش می‌یابد و باعث تمیز شدن هوا می‌گردند. نتایج مربوط به مقدار سرب در این تحقیق با نتایج Gandois *et al.* (2010) روی سه گونه *Picea abies*، *Abies alba* و *Fagus sylvatica* در شش رویشگاه مختلف مورد مطالعه آنها در فرانسه در یک راستا و نتایج مربوط به کادمیم در بعضی رویشگاه‌ها مشابه و در بعضی رویشگاه‌ها غیر مشابه بوده است. دلیل غیر مشابه بودن غلظت کادمیم بعضی رویشگاه‌های نامبرده با تحقیق حاضر را می‌توان این گونه بیان کرد که مقدار کادمیم در آن رویشگاه‌ها هنگام برخورد با تاج‌پوشش جذب آن می-

Archive of SID

www.SID.ir

گردد. در مجموع چون مقدار این دو عنصر در هوا برای انسان و سایر موجودات زمینی خیلی خطرناک می‌باشد، جنگلکاری با گونه‌های کاج تهران و سرو نقره‌ای باعث کاهش آلودگی هوا می‌گردد. وجود تغییر در عناصر سرب و کادمیم تاج‌بارش کاج تهران و سرو نقره‌ای در مقایسه با آب باران، توجه به این خصوصیت گونه‌های مذکور را در کنار سایر عوامل برای انتخاب گونه در جنگلکاری مناطق شهری ضروری می‌نماید.

منابع مورد استفاده

(Case study: Chitgar Forest park). M.Sc. thesis, Tehran University, 81 p.
- Nriagu, J.O., 1989. A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals. Nature, 338: 47-49.
- Pacyna, J. and Pacyna, E., 2001. An assessment of global and regional emissions of trace metals to the atmosphere from anthropogenic sources worldwide. Environmental Reviews, 17: 269-298.
- Parker, G.G., 1983. Throughfall and stemflow in the forest nutrient cycle. Advanced Ecological Research, 13: 58-121.
- Rauch, J.N. and Pacyna, M., 2009. Earth's global Ag, Al, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, and Zn cycles. Global Geochemical Cycles, 23: 1-16.
- Razaghi, 2007. Research of Carbon Monoxide according to climate factors in Tehran Province. Tarbiat Modares University, 206 p.
- Shachnovich, Y., Berliner, P.R. and Bar, P., 2008. Rainfall interception and spatial distribution of throughfall in a pine forest planted in an arid zone. Journal of Hydrology, 349: 168-177.
- Steinnes, E. and Friedland, A.J., 2005. Metal contamination of natural surface soils from long-range atmospheric transport: existing and missing knowledge. Environmental Reviews, 14: 169-186.
- Wullaert, H., Pohlert, T., Boy, J., Valarezo, C. and Wilcke, W., 2009. Spatial throughfall heterogeneity in a Montana rain forest in Ecuador: Extent, temporal stability and drivers. Journal of Hydrology, 377: 71-79.
- Zhou, G.Y., Wei, X.H. and Yan, J.H., 2002. Impacts of *Eucalyptus* (*Eucalyptus exserta*) plantation on sediment yield in Guangdong Province, Southern China, A kinetic energy approach. Catena, 49: 231-251.

References

- Aussenac, G., 1970. Action du couvert forestier sur la distribution au sol des precipitations. Annals of Forest Science, 27: 383-399.
- Chiwa, M., Crossley, A., Shepard, L.J., Sakugawa, H. and Cape, J.N., 2004. Throughfall chemistry and canopy interactions in a Sitka spruce plantation sprayed with six difference simulated polluted mist treatments. Environmental Pollution, 127: 57-64.
- Douglas, A., Schaefer, A., William, A. and Richard, K., 1988. Factors controlling the chemical alteration of throughfall in a subalpine balsam fir canopy. Environmental and Experimental Botany, 3: 175-189.
- Gandois, L., Tipping, E., Dumat, C. and Probst, A., 2010. Canopy influence on trace metal atmospheric inputs on forest ecosystems: speciation in throughfall. Atmospheric Environment, 44: 824-833.
- Hanson, D.L., Steenhuis, T.S., Walter, M.F. and Boll, J., 2004. Effects of soil degradation and management practices on the surface water dynamics in the Talgua river watershed in Honduras. Land Degradation & Development, 15: 237-251.
- Hou Bao, F., Wei, H., Zhuang, M. and Kosuke, W., 1999. Acidity and chemistry of bulk precipitation, throughfall and stemflow in Chinese fir plantation in Fujian, China. Forest Ecology and Management, 122: 243-248.
- Hüttl, R.F., Schneider, B.U. and Farrell, E.P., 2000. Forests of the temperate region: gaps in knowledge and research needs. Forest Ecology and Management, 132: 83-96.
- Kellman, M., 1979. Soil enrichment by neotropical savanna trees. Journal of Ecology, 67: 565-577.
- Motahari, M., 2010. Interception loss and throughfall of a *Pinus eldarica* plantation in a semi-arid area

Archive of SID

www.SID.ir

Chemical composition of throughfall in *Pinus eldarica* and *Cupressus arizonica* plantations in a polluted area (Case study: Chitgar forest park)

E. Khosropour[1], P. Attarod[2*], A. Shirvany[3], M. Matinizadeh[4] and A. Shariat[5]

1- M.Sc. student of forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
2*- Corresponding author, Associate prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran.
Email: attarod@ut.ac.ir
3- Assistant prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
4- Assistant prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran
5- Senior Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran
Received: 31.10.2011 Accepted: 19.05.2012

Abstract

This research was carried out to compare the chemical composition of throughfall (TF), i.e., lead (Pb) and cadmium (Cd) as well as electrical conductivity (EC) and acidity (pH) beneath *Pinus eldarica* and *Cupressus arizonica* plantations with open field rainfall in the Chitgar Forest Park. The open field rainfall and TF were collected by 10 and 60 manual cylindrical plastic collectors, respectively. ICP was used in order to measure the concentrations of Pb and Cd. Three rainfall events were measured for chemical analysis. Pb and Cd concentrations as well as EC of TF were significantly different among *Pinus eldarica*, *Cupressus arizonica*, and the open field rainfall (*P. eldarica*: 74.07 ppb, 13.25 ppb, and 298 mμ; *C. arizonica:* 49.98 ppb, 10.75 ppb, and 251 mμ; open field rainfall: 27.22 ppb, 8.55 ppb, and 90.5 mμ). pH showed a significant difference between *Pinus eldarica* and the open field rainfall. Concerning the efficiency of plantation canopy for cleaning Pb and Cd concentrations of the atmosphere, changes in the amount of chemical compositions will provide an insight into the multiple criteria of selecting species for plantation projects in polluted urban areas.

Keywords: *Cupressus arizonica*, *Pinus eldarica*, throughfall, chemical composition, lead, cadmium.

Archive of SID

www.SID.ir