مجله تحقیقات علوم و مهندسی جنگل

سال اول، پیش شماره دوم، تابستان ۱۳۹۰

باران‌ربایی و اندازه‌گیری سرب و کادمیوم تاج‌بارش جنگلکاری سرو نقره‌ای در پارک جنگلی چیتگر

اسماعیل خسروپور[۱]، پدرام عطارد[۲*]، انوشیروان شیروانی[۲]، محمد متین‌زاده[۳] و ویلما بایرام زاده[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۵/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۶/۶

چکیده

این مطالعه با هدف اندازه‌گیری میزان باران‌ربایی و مقایسه غلظت سرب و کادمیوم موجود در تاج‌بارش با آب باران در عرصه های جنگل‌کاری‌شده سرو نقره‌ای (*Cupressus arizonica*) واقع در پارک جنگلی چیتگر تهران انجام شد. میزان بارندگی در فضای باز با استفاده از ۱۰ نمونه جمع‌آوری‌کننده (Collector) که در یک فضای باز مجاور این عرصه نصب شده بودند، اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری میزان تاج‌بارش، تعداد ۳۰ نمونه جمع‌آوری کننده در زیر توده به‌طور تصادفی نصب گردید و اندازه‌گیری‌ها از اردیبهشت تا اسفند ۱۳۸۹ انجام شد. از ۱۸ مورد بارندگی اندازه‌گیری شده با مجموع عمق ۱۱۴٫۸ میلی‌متر، ۳۰٫۴۳ میلی‌متر آن (به طور میانگین ۳۵٫۳ درصد از بارندگی کل در هر بارش) به باران‌ربایی اختصاص یافت. نتایج این مطالعه، ارتباط معنی داری بین باران‌ربایی ومیزان باران در دوره‌ی مورد مطالعه را نشان می‌دهد به طوری که با افزایش اندازه باران، سهم باران ربایی یا نسبت باران‌ربایی به بارندگی کل، کاهش نشان می‌دهد. مقدار غلظت دو عنصر سرب و کادمیم موجود در آب باران فضای باز و تاج‌بارش توده سرو نقره‌ای به ترتیب ppb ۲۷٫۲۲ و ppb ۴۹٫۹۸ برای سرب و ppb ۸٫۵۵ و ppb ۱۰٫۷۵ برای کادمیوم بدست آمد. نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که میزان سرب در تاج بارش و آب باران دارای اختلاف معنی‌دار و در مورد کادمیوم اختلاف معنی‌داری نشان نداده است. نتایج نشان داد که سرو نقره‌ای گونه‌ای مناسب برای جذب سرب از اتمسفر از طریق باران می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌کاری، باران‌ربایی، ترکیب شیمیایی، سرو نقره‌ای، پارک جنگلی چیتگر

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲- استادیار گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳- استادیار و عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع

۴- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه خاک شناسی، کرج، ایران.

*- نویسنده مسئول مقاله: attarod@ut.ac.ir

www.SID.ir

مقدمه

حدود ٤٥ میلیون کیلومتر مربع یعنی تقریبا ۳۰٪ سطح زمین را بیابان‌ها می‌پوشانند و جمعیتی معادل ۸۵۰ میلیون نفر در این مناطق زندگی می‌کنند. سالانه به علت گسترش بیابان‌ها حدود ٦۰ هزار کیلومتر مربع به این سطح اضافه می‌شود که این افزایش در مناطق خشک و نیمه‌خشک عمدتاً به دلیل چرای بالای دام و قطع یکسره درختان است (Mitchell et al., 1998).

جنگل‌کاری به طور 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 یا جلوگیری از پیشرفت آن، افزایش ترسیب دی-اکسیدکربن به صورت ترکیبات کربنی و نتیجتاً موجب حاصلخیزی خاک می‌گردد (Hüttl et al., 2000) و همچنین بر روی فرآیندهای هیدرولوژیک تأثیر مهمی دارد (Zhou et al., 2002; Hanson et al., 2004). در مناطق خشک و نیمه-خشک گونه‌های سوزنی‌برگان بیشتر از پهن‌برگان جهت 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.

درختان و به تبع آن جنگل‌ها در چرخه آب در طبیعت تأثیر بسزایی دارند. هنگامی که بارندگی اتفاق می‌افتد، جنگل‌کاری‌ها هم مانند جنگل‌های طبیعی درصدی از بارندگی را جذب کرده و از رسیدن آن به سطح زمین جلوگیری می‌کنند و در واقع بخشی از بارندگی را از چرخه آب جنگل خارج می‌کنند.

اتلاف آب باران از سطح تاج درختان یا باران‌ربایی تاج‌پوشش[1] بخشی از باران است که توسط تاج درختان جذب شده و سپس به تدریج از سطح برگ‌ها، شاخه‌ها و تنه درختان تبخیر شده و یا توسط گیاهان جذب می‌شود (مطهری، ۱۳۸۹). زمانی که باران رخ می‌دهد آب باران ابتدا تاج درختان را کاملا مرطوب می‌کند و پس از آن که ظرفیت نگهداری آب تاج‌پوشش[2] به حد آستانه رسیده و تاج اشباع شد آب تحت تأثیر نیروی ثقل به صورت ریزش‌های تاجی که تاج‌بارش[3] نامیده می‌شود به کف جنگل می‌ریزد. تاج‌بارش به دو صورت به سطح زمین می‌رسد؛ بخشی از تاج‌بارش بدون برخورد به تاج درخت و از میان حفره‌های تاج‌پوشش به سطح زمین می‌رسد که به آن تاج‌بارش مستقیم[4] گفته می‌شود که در محاسبات به صورت ضریب تعیین می‌شود. بخشی هم پس از برخورد به شاخ و برگ درختان به سطح زمین می‌رسد. سهمی از باران هم پس از جاری شدن بر روی تنه و شاخه‌های درختان به کف جنگل می‌رسد که به این بخش از باران ساقاب[5] گفته می‌شود (Ahmadi et al., 2009).

اختلاف باران اندازه‌گیری شده در بالای تاج‌پوشش (بارندگی کل) و مجموع تاج‌بارش و ساقاب در زیر تاج‌پوشش (بارندگی خالص) مقدار باران‌ربایی تاج‌پوشش را به ما می‌دهد.

ترکیب شیمیایی آب باران قبل ازرسیدن به کف جنگل توسط اتمسفر و تاج پوششش تغییر می‌کند از این‌رو اتمسفر و تاج پوشش نقش مهمی را در توزیع عناصر شیمیایی تاج بارش بازی می‌کنند (Rauch and Pcyan,2009).

ترکیب شیمیایی آب باران پس از برخورد با تاج درختان یا توسط تاج پوشش جذب می‌شود و یا از طریق تاج‌بارش و ساقاب به کف جنگل می‌رسد (Lovet and Lindberg, 1984; Balestrini et al., 2007) که مقدار آن در تاج بارش بسته به نوع عناصرموجود در آب باران، نوع و فیزیولوژی درخت تغییر می‌کند (Asseenac, 1970; Miller et al., 1976). از میان عناصر شیمیایی، دو عنصر سرب و کادمیم از جمله عناصر سمی برای انسان و دیگر موجودات به حساب می‌آیند. بزرگترین منبع تولید سرب در هوا ناشی از سوختن بنزین موجود در وسائط نقلیه است، در حالی که منبع اصلی کادمیم موجود در هوا پسماند کارخانه‌ها و زباله‌ها می‌باشد (Payna, 2001).

1. Canopy interception loss (I)

2. Canopy (Water) Storage Capacity (CSC)
3. Throughfall (TF)
4. Free throughfall (p)
5. Stemflow (SF)

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به اهمیت آب در مناطق خشک و نیمه خشک کشور و همچنین سمی بودن از حد معینی از غلظت دو عنصر سرب و کادمیم در هوا و در خاک برای انسان و سایر موجودات، آگاهی از میزان باران‌ربایی، تاج‌بارش، ساقاب و تعین غلظت عناصر موجود در آنها توسط جنگل‌کاری با گونه‌های مختلف، جهت ارزیابی تراز آبی در این اکوسیستم‌ها، میزان پالایندگی هوا و نیز در مدیریت تولید و توسعه جنگل‌کاری‌ها ضروری به نظر می‌رسد.

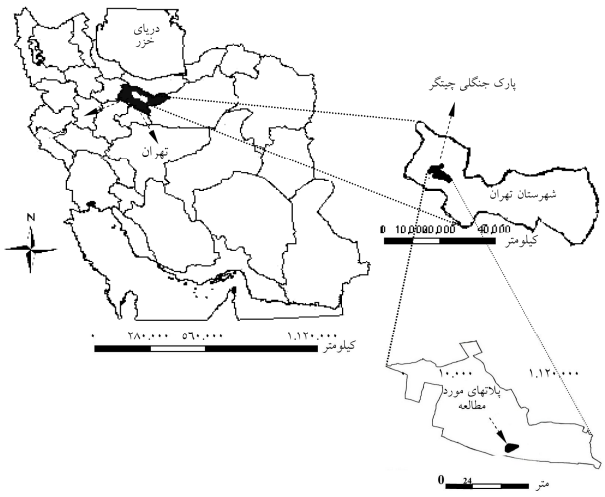
با توجه به این که سطح قابل توجهی از جنگل‌کاری‌های اطراف شهرها را در کشور گونه‌ی سرو نقره‌ای به خود اختصاص می‌دهد، بنابراین آگاهی از میزان باران‌ربایی در توده جنگل‌کاری شده با این گونه ضروری به نظر می‌رسد. همچنین به لحاظ اینکه پارک جنگلی چیتگر در منطقه‌ای صنعتی و نزدیک اتوبان تهران – کرج قرار دارد، آگاهی از مقدار غلظت سرب و کادمیم در هوا و نیز در تاج بارش از اهمیت زیادی برخوردار است. در ایران چنین تحقیقی تاکنون انجام نگرفته است بنابراین انجام آن ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در پارک جنگلی چیتگر واقع در شهرستان تهران با طول و عرض جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و ۳۵ درجه و ٤٥ دقیقه شمالی، با ارتفاع متوسط ۱۲٦۹ متری از سطح دریا انجام شد. اندازه‌گیری‌ها در یک قطعه جنگل‌کاری شده کاج تهران ٤۰ ساله به مساحت ۲۷۰ متر مربع و تراکم ٦۳/۵ متر مربع در هکتار، صورت پذیرفت (شکل۱).

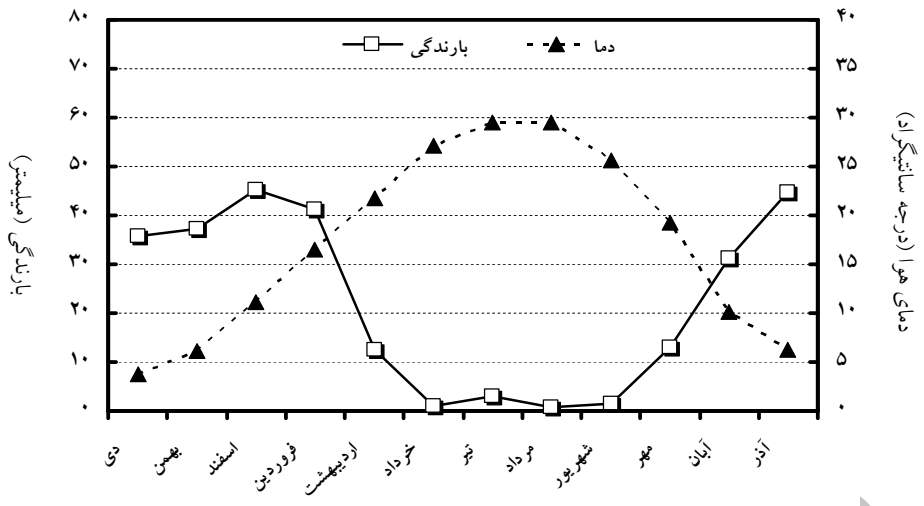
برای تعیین وضعیت اقلیمی منطقه از داده‌های اقلیمی ثبت شده در طی یک دوره ۱۵ ساله (۱۳۸۹-۱۳۷٤) در ایستگاه هواشناسی چیتگر که در فاصله ۵ کیلومتری منطقه مورد مطالعه در پارک جنگلی چیتگر قرار دارد، استفاده شد. میانگین بارندگی سالانه بر اساس آمار به دست آمده، ۲٦۷/٦ میلی‌متر (SE = ±۲۰/٤) می‌باشد که مرطوب‌ترین ماه سال اسفند با میانگین بارش ماهانه ٤۵/٤ میلی‌متر (SE = ±۱۰/۷) و خشک‌ترین ماه سال مرداد با میانگین بارش ماهانه ۰/۹ میلی‌متر (SE = ±۰/٤) ثبت شده است. میانگین دمای سالانه ۱۷/۲ درجه سانتی‌گراد (SE = ±۰/۱۲) گزارش شده است که گرم‌ترین و سردترین ماه‌های سال به ترتیب مرداد با میانگین ۲۹/٤ درجه سانتی‌گراد (SE = ±۰/۳) و دی ماه با میانگین درجه حرارت ۳/۸ درجه سانتی‌گراد (SE = ±۰/۸) گزارش شده است. مطابق منحنی آمبروتریک، دوره خشکی در این منطقه ٦ ماه از سال، از اواسط اردیبهشت تا اواسط آبان می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه واقع در پارک جنگلی چیتگر تهران

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۲- منحنی آمبروترمیک ایستگاه سینوپتیک چیتگر طبق آمار ۱۵ ساله اخیر (۱۳۷٤ تا ۱۳۸۹)

روش تحقیق

جهت برآورد میزان بارانربایی و تاج‌بارش در این مطالعه، مقادیر بارندگی کل در هر بارش و تاج‌بارش طی ۹ ماه (از اردیبهشت تا اسفند ۱۳۸۹) اندازه‌گیری شدند.

با استفاده از ۱۰ نمونه جمع آوری کننده[6] (از جنس پلاستیک) با قطر دهانه ۹ سانتی‌متر و ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر در یک فضای باز در مجاورت توده مورد نظر، بارندگی کل در هر بارش جمع‌آوری و عمق بارش با استفاده از استوانه مدرج اندازه‌گیری شد. میانگین عمق بارش کل جمع‌آوری شده توسط ۱۰ جمع‌آوری‌کننده به عنوان عمق بارندگی کل در هر بارش در نظر گرفته شد.

جهت اندازه‌گیری میزان تاج بارش، تعداد ۳۰ جمع‌آوری‌کننده تاج بارش (مشابه جمع‌آوری کننده‌های بارندگی کل)، به صورت تصادفی زیر تاج‌پوشش درختان کاج تهران در توده مورد نظر قرار داده شدند. جمع‌آوری‌کننده‌های تاج‌بارش به طور عمودی داخل زمین مستقر و ثابت گردیدند. توزیع این جمع‌آوری‌کننده‌ها به گونه‌ای بود که تمام سطح توده را به صورت یکنواخت پوشش دهند.

اندازه‌گیری‌های مقادیر بارش کل و تاج‌بارش حدود ۲ ساعت پس از اتمام هر بارندگی و در صورت وقوع بارندگی در شب، قبل از طلوع خورشید انجام گردید (Carlyle-Moses et al., 2004).

مقدار بارانربایی به طور غیر مستقیم از فرمول (۱) محاسبه شد:

(۱)

$$I = GR - (TF + SF)$$

در این فرمول، I : مقدار بارانربایی، GR[7]: اندازه باران (مقدار بارندگی کل)، TF : مقدار تاج بارش و SF : مقدار ساقاب می‌باشد (Cao et al., 2008).

در این مطالعه از اندازه‌گیری ساقاب به دلیل ناچیز بودن مقدار آن در سوزنی‌برگان (Llorens et al., 1997; Llorens & Gallart, 2000) و اینکه در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک، اغلب سهم بسیار کوچکی از باران به ساقاب اختصاص می‌یابد، (Shachnovich et al., 2008; Koichiro et al., 2001; Johnson, 1990) صرف نظر شد.

بنابراین در این مطالعه، در واقع بارانربایی از تفاضل تاج‌بارش و باران کل مطابق فرمول (۲) برآورد گردید:.

6. Rainfall Collector

7. Gross rainfall

Archive of SID

www.SID.ir

(۲)
$$I = GR - TF$$

برای تجزیه و تحلیل شیمیایی آب باران در فضای باز و تاج بارش، سه وقوع باران به طور تصادفی انتخاب شدند.

برای اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی آب باران در فضای باز، آب جمع‌آوری کننده‌ها با هم ترکیب و در نهایت ۴ نمونه آب به آزمایشگاه انتقال یافتند. دلیل ترکیب کردن جمع‌آوری کننده‌ها این بود که هرکدام از این نمونه‌ها به تنهایی دارای مقدار آب لازم برای آنالیز شیمیایی توسط دستگاه ICP نبودند.

برای اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی تاج‌بارش، آب جمع‌آوری کننده‌ها با هم ترکیب به طوری که برای هر نمونه آب باران ۷ تا ۸ جمع‌اوری کننده نزدیک به هم با همدیگر ترکیب شدند و در نهایت ۴ نمونه‌ی تاج بارش جهت آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه انتقال یافتند.

pH نمونه‌ها بعد از انتقال به آزمایشگاه بلافاصله با محلول ۰/۵ مولار HNO_3 به کمتراز۲ تغییر داده شدند. دلیل این کار این بود که ترکیب شیمیایی نمونه‌های با ۲> pH می‌توانند ماندگاری بیشتری داشته باشند.

تعیین درصد غلظت عناصر سرب و کادمیم توسط دستگاه ICP (مدل OES، شرکت GBC کشور استرالیا) انجام گرفت.

نتایج

۱- تاج بارش و باران ربایی توده‌ی سرو نقره‌ای

در طول دوره مطالعه ازاردیبهشت ۱۳۸۹ تا اسفند ۱۳۸۹، تعداد ۱۸ وقوع بارندگی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. مجموع عمق بارندگی کل و متوسط عمق بارندگی کل طی هر بارندگی طی دوره به ترتیب ۱۱٤/۸ میلی‌متر و ٦/٤ میلی‌متر بود (جدول ۱).

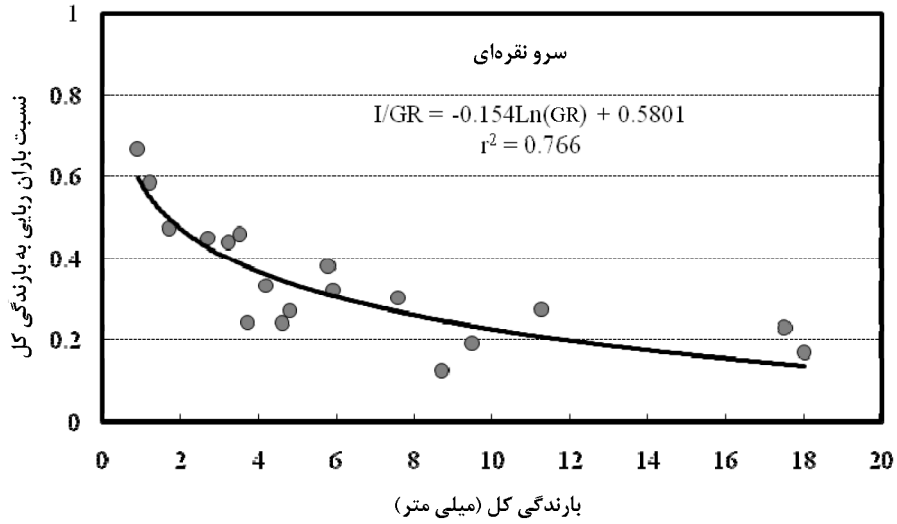
جدول ۱- تعداد بارندگی، بارندگی کل (GR) ونسبت تاج‌بارش به بارندگی کل (TF:GR) در کلاسه‌های مختلف در توده‌ی سرو نقره‌ای طی دوره‌ی مطالعه

	کلاسه GR(mm)	فراوانی	GR (mm)	TF:GR (%)	I:GR (%)
	<۳/۵	۵	۹/۷	۴۷/۸	۵۲/۲
	۳/۵-۷	۷	۳۲/۵	۶۷/۹	۳۲/۱
	>۷	٦	۷۲/٦	۷۸/۵	۲۱/۵
تجمعی	–	۱۸	۱۱٤/۸	–	–
میانگین	–	–	٦/٤	٦٤/۷	۳۵/۳

مجموع عمق تاج‌بارش و باران‌ربایی در توده سرو نقره‌ای در طول کل دوره به ترتیب ۸٤/٤ میلی‌متر (٦٤/۷ درصد از بارندگی کل) و ۳۰/٤۳ میلی‌متر (۳۵/۳ درصد از بارندگی کل) اندازه‌گیری و محاسبه شد (جدول ۱). رابطه بین نسبت بین بارندگی کل و باران ربایی به بارندگی کل یک رابطه لگاریتمی و کاهنده به دست آمد یعنی با افزایش مقدار بارندگی این مقدار کاهش می‌یابد.

Archive of SID

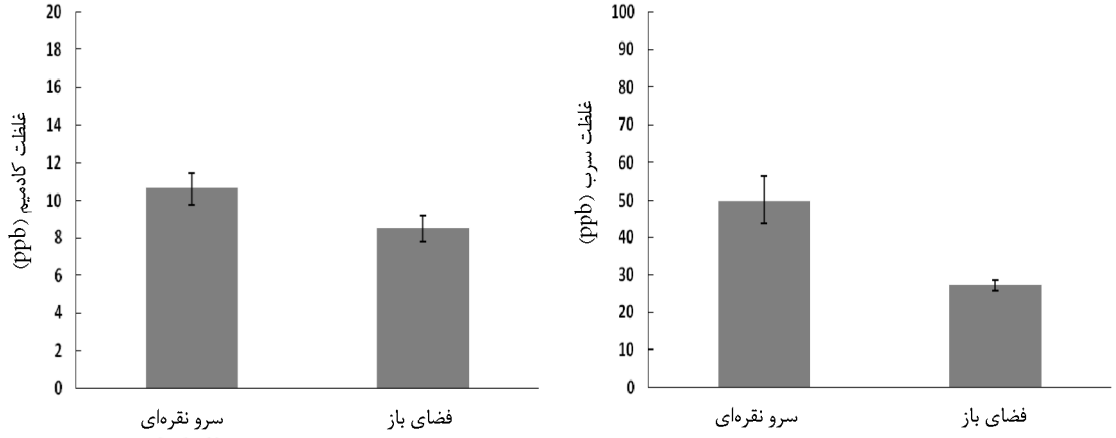
www.SID.ir



شکل۳- رابطه‌ی بین بارندگی کل و نسبت باران ربایی به بارندگی کل در توده‌ی سرو نقره‌ای در طول دوره مطالعه

۲- ترکیب شیمیایی تاج بارش

مقدار غلظت دو عنصر سرب و کادمیم موجود در آب باران فضای باز و تاج‌بارش توده سرو نقره‌ای به ترتیب ۲۷/۲۲ و ۴۹/۹۸ ppb برای سرب و ۸/۵۵ و ۱۰/۷۵ ppb برای کادمیم بدست آمد (شکل۴).



شکل۴- میزان غلظت دو عنصر سرب و کادمیم و خطای استاندارد مربوط به آنها در آب باران (فضای باز) و تاج‌بارش سرو نقره‌ای

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲- نتایج آزمون T مستقل با سطح اطمینان ۹۵ درصد جهت مقایسه غلظت سرب و کادمیم بین آب باران (فضای باز) و تاج‌بارش سرونقره‌ای

عنصر شیمیایی	درجه آزادی	F جدول	Sig.
کادمیوم	۲۳	۰٫۹۵	۰٫۳۴
سرب	۲۳	۱۷٫۳۳	۰٫۰۱

نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که مقدار غلظت سرب در دو تیمار آب باران (فضای باز) و تاج‌بارش توده سرو نقره‌ای دارای اختلاف معنی‌دار و مقدار کادمیم در بین دو تیمار فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

بحث

طی دوره مطالعه تعداد ۱۸ بارندگی ثبت گردید و از مجموع ۱۱۴٫۸ میلی‌متر بارندگی اندازه‌گیری شده در طول این دوره، به‌طور متوسط در هر بارش ۳۴٫۱ درصد صرف بارانربایی گردید.

این بررسی نشان داد که عمق بارانربایی (میلی‌متر) با مقدار بارندگی افزایش می‌یابد اما درصد بارانربایی (بیان شده به صورت درصدی از بارندگی کل) با افزایش مقدار بارندگی کل کاهش می‌یابد (شکل).

سایر مطالعات نیز این یافته را تایید می‌کنند (Xiao et al., 2000; Cao et al., 2008). دلیل این روند را می‌توان این گونه بیان کرد که برای تولید تاج بارش ابتدا باید ظرفیت نگهداری آب تاج تکمیل شود. طی بارندگی‌های کم، بخش زیادی از بارندگی صرف اشباع تاج می‌شود، اما با توجه به اینکه ظرفیت نگهداری آب تاج محدود است، طی بارندگی‌های زیاد، سهم بیشتری از بارندگی کل صرف تولید تاج بارش می‌شود و در نتیجه نسبت بارانربایی به بارندگی کل کاهش می‌یابد. (Ahmadi et al., 2009; Sraj et al., 2008).

مقدار متوسط نسبت بارانربایی به بارندگی کل در هر بارش (۳٤٫۱ درصد از بارندگی کل) در توده سرو نقره‌ای مطالعه شده در این تحقیق در محدوده‌ی مقدار متوسط بارانربایی برای سوزنی‌برگان یعنی بین ۲۰ تا ٤۰ درصد از بارندگی کل در هر بارش به دست آمده است (Hibbert, 1967; Zink, 1967).

به طور کلی متوسط بارانربایی بدست آمده در این مطالعه نسبت به مقادیر بارانربایی گزارش شده توسط سایر مطالعات بالاتر بود. Llorens و همکاران (۱۹۹۷) مقدارمیانگین بارانربایی در یک توده *Pinus sylvestris* در اسپانیا را ٢٤ درصد از بارندگی کل در هر بارش گزارش داد. بر طبق مطالعه‌ای که توسط Mahendrappa (۱۹۹۰) در یک توده *Pinus strobus* در کانادا صورت گرفت، نسبت بارانربایی به بارندگی کل در هر بارش ۳۰٫۷ درصد به دست آمد.

در این مطالعه، مقدار غلظت عنصر سرب در آب باران (فضای باز) با تاج‌بارش توده‌ی سرو نقره‌ای دارای اختلاف معنی‌داری بودند. مطالعه‌ای که روی جنگل‌کاری‌های نوئل در جنوب اسکاتلند توسط Chiwa et al (2004) انجام گرفت، این یافته را تایید می‌کند.

گرچه اختلاف مقدار کادمیوم در دو تیمار آب باران (فضای باز) و تاج بارش سرو نقره‌ای معنی‌دار نبود، ولی مقدار غلظت هر دو عنصر سرب و کادمیم در تاج بارش نسبت به فضای باز بیشتر است. چنین نتیجه‌ای هم روی نراد در چین بدست آمده است (Hou Bao et *al* ., 1999) که دلیل این امر را می‌توان به جمع شدن این عناصر بر روی تاج پوشش درختان نسبت داد که هنگام بارندگی شسته شده و به کف جنگل می‌ریزند.

از این یافته می‌توان نتیجه گرفت که گونه‌ی سرو نقره‌ای مقدار سرب بیشتری را از طریق تاج‌بارش وارد محیط خاک می‌کند و بدین ترتیب مقدار سرب بیشتری از هوا گرفته

Archive of SID

www.SID.ir

شده و باعث کاهش آلودگی هوا می‌گـردد. البتـه آگـاهی از مقدار سرب جذب شده توسط گونه نیز ضروری اسـت کـه بتوان با اطمینان کامل مقدار جذب از هوا و مقدار ته‌نشـینی روی تاج‌پوشش را تخمین زد.

منابع

- احمدی، م. ت.، عطارد، پ.، مروی مهاجر، م.ر.، رحمانی، ر.، فتحی، ج.، ۱۳۸۸. باران‌ربایی تاج‌پوشش توده راش خالص در فصل تابستان. مجله جنگل ایران، فصلنامه علمی- پژوهشی انجمن جنگلبانی ایران، ۲: ۱۷۵-۱۸۵
- مطهری، م. ۱۳۸۹. باران‌ربایی و تاج‌بارش توده کاج تهران(*Pinus eldarica*) در منطقه نیمه‌خشک (مطالعه موردی: پارک جنگلی چیتگر تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلشناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه تهران، ۸۱ ص.
- Aussenac, G., 1970. Action du couvert forestier sur la distribution au sol des precipitations. Annuls of forest Scincee. 27(4): 383-399.
- Balestrini, R., Arisci, S., Brizzio, M.C., Mosello, R., Rogora, M., Tagliaferri, A., 2007. Drydeposition of particles and canopy exchange: comparison of wet, bulk andthroughfall deposition at five forest sites in Italy. Atmospheric Environment, 41(4): 745-756.
- Cao, Y., Ouyang, Z.Y., Zheng, H., Huang, Z.G., Wang, X.K. and Miao, H., 2008. Effects of forest plantation on rainfall redistribution and erosion in the red soil region of Southern China. Land Degradation Development, 19: 321-330.
- Carlyle-Moses, D.E., Flores Laureano, J.S. and Price, A.G., 2004. Throughfall and throughfall spatial variability in Madrean oak forest communities of northeastern Mexico. Journal of Hydrology, 58: 181-202.
- Chiva, 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.
- 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: 367-381.
- Hibbert, A.R. 1967. Forest treatment effects on water yield. In W. E. Sopper & H. W. Lull (Eds.), Proceedings International Symposium on Forest Hydrology, Oxford: 527-544. Pergamon Press.
- Houbao, 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.
- Johnson, R.C., 1990. The interception, throughfall and stemflow in a forest in Highland Scotland and the comparison with other upland forests in the U.K.. Journal of Hydrology, 118: 281-287.
- Koichiro, K., Yuri, T., Nobuaki, T. and Isamu, K., 2001. Generation of stemflow volume and chemistry in a mature Japanese cypress forest. Hydrological Processes. 15: 121-132.
- Llorens, P., 1997. Rainfall interception by a Pinus sylvestris forest patch overgrown in a Mediterranean mountainous abandoned area. II- Assessment of the applicability of Gash's analytical model. Journal of Hydrology, 199 (3-4): 346-359.
- Llorens, P. and Gallart, F. 2000. A simplified method for forest water storage capacity measurement. Journal of Hydrology, 240: 131-144.
- Lovett, G., Lindberg, S., 1984. Dry deposition and canopy exchange in a mixed oak forest as determined by analysis of throughfall. Journal of Applied Ecology, 21: 101-1027.
- Mahendrappa, M.K. 1990. Partitioning of rainwater and chemical into throughfall and stemflow in different forest stands. Forest ecology and management, 30: 65-72.
- Mitchell, D.J., Fullen, M.A., Trueman, I.C. and Fearnehough, W., 1998. Sustainability of reclaimed desertified land in Ningxia, China. Journal of Arid Environment, 39:239-251.
- Miller, H.G., Cooper, J.M. and Miller, J.D., 1976. Effect of nitrogen supply on nutrients in litter fall and crown leaching in a stand of Corsican pine. Journal of Applied Ecology, 13: 233-248.
- Pacyna, J. and Pacyna, E., 2001. An assessment of global and regional emissions of trace metals to the atmosphere from

Archive of SID

www.SID.ir

Winter rainfall interception by two mature open-grown trees in Davis, California. Hydrological Processes, 14: 140-162.
- 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.
- Zinke, P.J. 1967. Forest interception study in the United States. In: Sopper, W.E., Lull, H.W. (Eds.), International Symposium on Forest Hydrology. Oxford: 137-161. Pergamon press.

anthropogenic sources worldwide. Environmental Reviews,15: 269-298.
- Shachnovich, Y., Berniler, P. 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
- Sraj, M., M. Brilly and M. Mikos., 2008. Rainfall interception by two deciduous Mediterranean forest of contrasting stature in Slovenia, Agricultural and Forest Meteorology, 148:121-134.
- Xiao, Q., McPherson, E.G., Ustin, S.L., Grismer, M.E. and Simpson, J.R., 2000.

Archive of SID

www.SID.ir

Research Journal of

Forest Science and Engineering

Vol. 1 / No. 2 / Summer 2011

Rainfall interception loss and chemical composition of throughfall in *Cupressus arizonica* plantation in Chitgar forest park

Esmaiel Khosropour[1], Pedram Attarod[2*]
Anoshirvan Shirvani[2], Mohammad Matinzadeh[3]

Abstract

The goal of this paper was quantifying rainfall interception loss (*I*) and understanding the role of rainfall size in controlling *I,* as well as measuring chemical composition of TF in *Cupressus arizonica* afforestation planted in Chitgar Forest Park in Tehran city, Iran. The gross rainfall (*GR*) was measured based on an average of records of ten self-produced collectors installed in an adjacent open area to the forest stand and throughfall (*TF*) was collected by means of thirty manual collectors, similar to *GR* collectors, placed randomly beneath the canopy. Measurements were recorded on a rainfall event basis from April, 2010 to February, 2011. For the measurement period with 18 recorded rainfall events, *GR* totaled 114.8 mm and rainfall interception loss (*I*) totaled 30.43 mm. On the event scale, there was a significant correlation between *I*:*GR* and *GR* in the measurement period. As the size of rainfall events increased, *I*:*GR* decreased. Pb concentrations were 27.22 and 49.98 ppb for open field rainfall and TF of *C. arizonica*, respectively. Also, Cd concentrations were 8.55 and 10.75 ppb for open field rainfall and TF of *C. arizonica*, respectively. The t-test showed a significant difference between open field rainfall and TF of *C. arizonica* for Pb, while the difference was not significant for Cd. The results showed that *C. arizonica* is a suitable species for Pd absorption in atmosphere through rainfall.

Keywords: Afforestation, Rainfall interception, Chemical composition, *Cupressus arizonica*, Chitgar forest park

1. M.Sc. Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran
2. Assistant prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran
3. Assistant prof., Research Institute of Forests and Rangeland, Tehran, Iran
* Corresponding author: Attarod@ut.ac.ir

www.SID.ir