مقایسه میزان ترسیب گرد و غبار در برگ چهار گونه درختی در دو دامنه پارک جنگلی چیتگر

مهناز خزایی، وحید اعتماد*، انوشیروان شیروانی و محسن جوانمیری‌پور

ایران، کرج، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱۲

چکیده

اقدامات زیستی، راه‌حل‌های کلیدی جهت مقابله با پدیده گرد و غبار هستند و برگ درختان در مناطق شهری به‌دلیل داشتن سطح بیش‌تر نسبت به سایر اندام‌ها، اهمیت بیش‌تری در پاک‌سازی ذرات گرد و غبار دارند. هدف از این پژوهش، مقایسه میزان ته-نشست سطحی گرد و غبار روی سطح برگ گونه‌ی بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C.A.Mey.)، کاج تهران (*Pinus eldarica* Medw.)، چنار (*Platanus orientalis* L.) و آسمان‌دار (*Ailanthus altissima* Mill.) در استان تهران واقع در پارک جنگلی چیتگر است. نمونه‌برداری به صورت تصادفی از ارتفاعات متفاوت تاج پنج پایه از هر گونه و در چهار جهت اصلی جغرافیایی انجام شد. نمونه‌های برگ به‌طور کامل در آب مقطر شسته شده و طی عمل سانتریفیوژ ذرات گرد و غبار از محلول جدا شده و در آون خشک و سپس وزن آنها به‌دست آمد. همچنین، با کمک نرم‌افزار Image J، میانگین سطح برگ هر گونه برآورد گردید. نتایج نشان داد که مقدار ته‌نشست سطحی گرد و غبار در سوزن‌هاینن درخت کاج تهران به‌طور کاملاً معنی‌داری بیشتر از سه گونه دیگر بود. مقدار میانگین ته نشست ذرات معلق در برگ کاج تهران برابر با ۱/۰۶ میلی‌گرم بر سانتی‌مترمربع اندازه‌گیری شد، در صورتی که در سه گونه دیگر این مقدار به ترتیب برای آسمان‌دار، بلندمازو و چنار برابر با ۰/۲، ۰/۲۳ و ۰/۲۸ اندازه‌گیری شد. همچنین نسبت مساحت به محیط در کاج تهران به کمترین میزان رسید و برابر با ۰/۰۵ بود در صورتی که در سه گونه دیگر این مقدار به ترتیب برابر با ۱/۰۳، ۱/۰۲ و ۱/۵۵ اندازه‌گیری شد. در مجموع نتایج حاکی از آن بود که عملکرد گونه کاج در ترسیب ذرات معلق بسیار بیشتر از سه گونه دیگر بوده است و همچنین سه گونه چنار، آسمان‌دار و بلوط از نظر عملکرد جذب ذرات اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.

واژه‌های کلیدی: گیاه‌پالایی، پارک جنگلی چیتگر، *Quercus castaneifolia*، *Pinus eldarica*، *Platanus orientalis* و *Ailanthus altissima*

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۲۶۳۲۴۹۳۱۲، پست الکترونیکی: vetemad@ut.ac.ir

مقدمه

کشور ایران با قرارگرفتن در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهانی در معرض بادهای مختلف و زیادی قرار می‌گیرد. از این‌رو، پدیده گرد و غبار و آلودگی هوا در بخش‌های غربی، مرکزی و جنوب غربی ایران به علت نفوذ سامانه پرفشار در بخش‌های جنوب عراق و شمال عربستان بیشتر می‌باشد (۵، ۶و ۷). بنابراین، به دلیل مجاورت نواحی غربی و جنوب‌غربی کشور با بیابان‌های بزرگ کشورهای هم-جوار، تعداد روزهای غبارآلود در این مناطق زیاد است. آمارهای سازمان هواشناسی کشور نشان می‌دهد که میانگین روزهای غبارآلود در طی پنجاه سال گذشته در شهرهای اهواز و آبادان به‌طور میانگین به ترتیب ۶۵ و ۸۲ روز بوده است که فراوانی وقوع آن در مرداد ماه بیش از ماه‌های دیگر برآورد شده است (۸). در بعضی موارد پدیده گرد و غبار از مرکز آفریقا به ویژه کشور سودان که همراه با

جریان شدید باد نیز می‌باشد، با گذر از دریای سرخ و پیوستن به توده گرد و غبار در عربستان بر شدت این پدیده می‌افزاید (۹).

طوفان گرد و غبار در سال ۱۳۸۸ باعث کاهش ۷۲۶ هزار تن محصولات کشاورزی (معادل ۳۴۱/۵ میلیارد تومان) در استان کرمانشاه شده است و در سال ۱۳۹۱ حدود ۶۴۰ پرواز هوایی با مشکل رو به رو گردیده است. علاوه براین، طوفان گرد و غبار باعث گسترش مهاجرت خوزستانی‌ها به استان‌های یزد، شیراز و اصفهان شده است (۶).

گرد و غبار می‌تواند منجر به تغییر اقلیم در مقیاس جهانی و محلی، تغییر در چرخه‌های زیستی، زمین‌شناسی، شیمیایی و یا محیط‌زیست انسان گردد (۱، ۷و ۱۱). هواویزهای معدنی (Mineral Aerosol) حاصل از گرد و غبار می‌تواند بر تشکیل ابر، خصوصیات ابر و میزان نزولات هواسپهر اثر گذارد (۱۷، ۲۲، ۳۷و ۳۸). غبار هواسپهری مانع نفوذ نور خورشید شده و می‌تواند منجر به کاهش محصولات کشاورزی به میزان پنج تا ۳۰ درصد گردد (۴۲). هم‌زمان با پدیده گرد و غبار، غلظت برخی از فلزات سنگین مانند سرب (Pb) می‌تواند تا سه برابر افزایش یابد (۳۲) هم‌چنین غلظت فلزات سمی جیوه (Hg) و آرسنیک (As) نیز به میزان زیادی افزایش خواهد یافت (۱۹، ۲۴و ۲۷).آنالیز ذرات گرد و غبار نشان می‌دهد که غلظت عناصر آلومینیوم (Al)، آهن (Fe)، پتاسیم (K)، منیزیم (Mg)، گوگرد (S)، فسفر (P) و سدیم (Na) بیش از ۵۰۰ میکروگرم در متر مکعب است و غلظت عناصر منگنز (Mn)، باریم (Ba) و وانادیم (V) ۵۰۰ – ۱۰۰ میکروگرم در مترمکعب و غلظت عناصر سنگین روی (Zn)، نیکل (Ni)، سرب (Pb)، کروم (Cr) و کبالت (Co) ۱۰۰ – ۱ میکروگرم در متر مکعب است (۲۳، ۳۰، ۳۴و ۴۱).

Steubing و Klee (۱۹۷۰) به مقایسه دو گونه *Rhododendron catawbiense* و *Pinus mugo* در امتداد حاشیه جاده در فرانکفورت آلمان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که برگ‌های *P.mugo* در فیلتر کردن گرد و غبار کارآیی بیشتری نسبت به *Rh. catawbiense* دارند (۰/۱۸ میلی‌گرم بر سانتی‌مترمربع در برگ *P.mugo* و ۰/۰۳ میلی-گرم بر سانتی‌مترمربع در برگ*Rh. catawbiense*). در این خصوص، مقایسه گونه‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ به‌طور گسترده‌ای انجام شده است. به‌طور مثال در مقایسه‌ای که بین ممرز (*Carpinus betulus*) و پیسهآ (*Picea abies*) انجام گرفت، مشخص شد که شاخه‌های بالایی ممرز در جذب و محبوس کردن گرد و غبار توانایی بیشتری نسبت به پیسهآ دارند ولی شاخه‌های پایینی و میانی پیسهآ نسبت به ممرز توانایی بیشتری دارند (۳۳).

در مناطق شهری برگ درختان به دلیل داشتن سطح جذب بیش‌تر، اهمیت بالاتری در مقایسه با سایر پوشش‌های گیاهی دارد (۱۲، ۲۸ و۳۱). ذرات معلق موجود در هوا در اثر باد و نیروی وزن می‌توانند بر روی سطح برگ، با سرعت بیش‌تری ته‌نشست و رسوب یابند و ذرات ریزتر و آلاینده‌ها نیز جذب شوند (۲۰و ۳۹). گرد و غبار بر روی پوشش گیاهی تأثیر فیزیکی و شیمیایی می‌گذارد (۱۸). گرد و غبار سبب بسته شدن روزنه‌های برگ درختان می‌شود و این پدیده بستگی زیادی به اندازه ذرات دارد (۲۱،۱۸و ۲۶).

در مجموع نتایج تحقیقات حاکی از آن است که توانایی جذب گرد و غبار در گونه‌های مختلف یکسان نیست (۱۴ ،۴۰،۱۵، ۳۲و ۳۷). نتایج Liu و همکاران در سال ۲۰۱۲ نشان داد که با افزایش شدت آلودگی میزان گرد و غبار در سطح برگ افزایش می‌یابد. میزان نشست غبار در واحد سطح برگ به ساختار مورفولوژیک برگ مانند وجود کرک یا چرمی شکل بودن، تعداد روزنه‌ها، و سایر موارد از جمله ضخامت و جنس کوتیکول و زاویه قرارگرفتن برگ بستگی دارد (۴و ۳۵). رسوب ذرات بر سطح پوشش گیاهی به عوامل متعددی وابسته است و همیشه قطر و شکل ذرات نمی‌تواند مهمترین عامل باشد، بلکه فاکتورهای اقلیمی

مانند رطوبت، سرعت و تلاطم باد نیز بر سرعت رسوب ذرات و عملکرد جذب آنها بسیار تأثیرگذار است. همچنین نوع و ساختار پوشش گیاهی و شکل برگ مهمترین عوامل تأثیرگذار در جذب ذرات معلق موجود در هوا هستند (۲۵).

پوشش گیاهی در شدت وقوع گرد و غبار نقش مؤثری دارد (۲و ۱۶). تراکم و ساختار پوشش گیاهی، دو عامل کنترل‌کننده اساسی در وقوع و فراوانی طوفان‌های گرد و غبار هستند. در واقع ایجاد گرد و غبار می‌تواند نوعی واکنش به تغییر پوشش گیاهی زمین باشد که در این رابطه نقش فعالیت‌های انسانی را نیز در کنار شرایط محیطی هر منطقه باید در نظر گرفت (۱۷، ۲۹و ۳۵).

از این‌رو در اکوسیستم‌های شهری، درک و شناخت روابط بین انسان و درختان باعث تسهیل طراحی فضای سبز شهری و بهبود کارکردهای اجتماعی پوشش گیاهی می‌شود (۱۶و ۳۶). طراحی فضای سبز در ساختار ظاهری شهرها علاوه بر فراهم نمودن محیطی مناسب جهت آرامش روحی انسان، در کاهش سرعت باد، کاهش آلودگی‌های صوتی و هوایی از طریق جذب و تجمع آلاینده‌ها در ریشه، ساقه و برگ نقش به‌سزایی دارد (۲۰). انسان می‌تواند با طراحی و اجرای طرح‌های بزرگ مقیاس و اطلاع از چگونگی، کم و کیف جذب عناصر آلوده کننده توسط گونه های گیاهی، اثرات نامطلوب طوفان‌های گرد و غبار را تعدیل کرده و از فراوانی رخداد، شدت و استمرار آن‌ها بکاهد. برای نمونه می‌توان به طرح درختکاری در شمال چین اشاره کرد که تا حدود زیادی باعث کاهش فراوانی وقوع، شدت و استمرار طوفان‌های گُبی (Gobi Desert Dust Storm) چین پس از سال ۱۹۶۰ میلادی شده است (۱۳). ایجاد پوشش گیاهی در مناطق بیابانی و ایجاد و توسعه موانع اکولوژیک مانند کمربندهای جنگلی در نواحی مورد تهدید گرد و غبار از جمله‌ی راه‌حل‌های زیستی به شمار می‌آید (۳۴). امروزه شناسایی و استفاده از درختان با قدرت جذب بالاتر ذرات گرد و غبار در جنگل‌کاری‌ها و فضای سبز اهمیت زیادی پیدا کرده است.

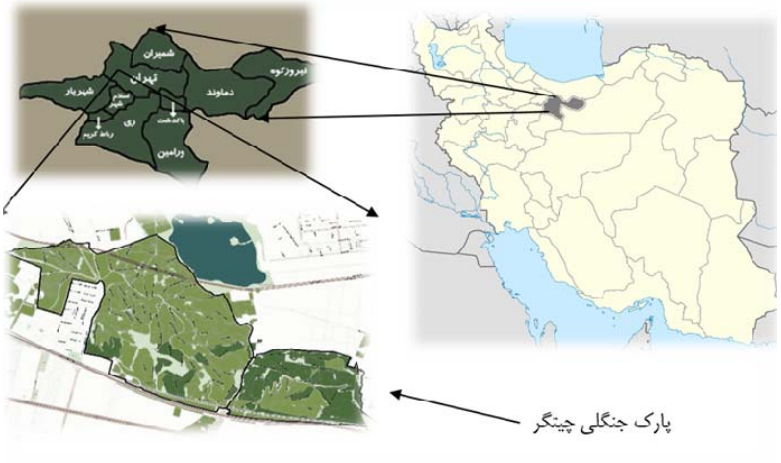
باید توجه داشت که ارزیابی و مقایسه عملکرد گونه‌های مختلف درختی در مقابل پدیده گرد و غبار و همچنین معرفی راه کارهای مبارزه با آن به‌ویژه در محیط‌های شهری، بسیار ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هدف اصلی این پژوهش عبارت از مقایسه میزان نشست سطحی گرد و غبار روی سطح برگ چهار گونه درختی (چنار، کاج تهران، آسمان‌دار و بلندمازو) موجود در پارک چیتگر، برای شناسایی گونه‌ی با پتانسیل ترسیب بالاتر است. و اینکه بین میزان نشست گرد و غبار در درختان واقع در پارک تفاوتی وجود دارد یا خیر؟

مواد و روشها

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه: پارک چیتگر دارای مساحت تقریبی ۹۵۰ هکتار با مختصات جغرافیایی ۹۰ ۷۲ ۳۵ شمالی تا ۲۳ ۲۱ ۵۱ شرقی می‌باشد. این پارک از حیث جغرافیایی تقریباً در حد وسط فاصله تهران و کرج و مجموعه شهرک‌های اقماری پیرامون قرار گرفته است. این پارک از جنوب به اتوبان و خط متروی تهران ـ کرج، از شمال به اتوبان در حال احداث رسالت و از غرب به پیکان شهر و باغ ملی گیاه‌شناسی محدود می‌گردد.

نوسانات شیب پارک چیتگر زیاد بوده و از صفر تا هشتاد درصد متغیر است. امتداد اصلی پارک در جهت شرقی ـ غربی قرارگرفته و پستی و بلندی‌های عمده را تپه ماهورها تشکیل می‌دهند. عبور مسیل از وسط پارک، محدوده را به دو بخش غربی و شرقی تقسیم کرده است. مساحت تقریبی محدوده شرقی ۲۵۳ هکتار و محدوده غربی مساحتی معادل ۶۵۸ هکتار دارد. حداقل ارتفاع پارک چیتگر از سطح دریا ۱۲۲۵ و حداکثر آن ۱۳۱۳ متر است (۴). پوشش درختی پارک در مجموع مساحتی در حدود ۷۳۴ هکتار را در بر می‌گیرد. گونه‌های سوزنی برگ حدود ۵۳ درصد از

مجموع درختان را تشکیل می‌دهند که حدود۳۹۰ هکتار (در حدود ۴۸ درصد مساحت کل پارک) را به خود اختصاص داده‌اند و پهن برگان حدود ۴۷ درصد درختان پارک را شامل می‌شوند و این مجموعه به‌عنوان کمربند حفاظتی برای بهبود شرایط زیستی شهر تهران احداث شده است (۴). شکل ۱ موقعیت جغرافیایی پارک چیتگر را در ایران و تهران نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی پارک چیتگر در ایران و تهران

روش نمونه‌برداری از درختان: به منظور تعیین میزان گرد و غبار جذب شده توسط درختان از دو جهت غربی (ابتدای ورود باد به سمت پارک) و شرقی (آخرین ردیف درختان بادگیر به طرف شهر تهران) پارک نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌برداری با افزایش غلظت گرد و غبار در فصل تابستان به دلیل کاهش پارامترهای هواشناسی مانند بارش، سرعت باد و رطوبت نسبی و افزایش دما انجام شد. درختان موجود در پارک چیتگر به صورت توده‌های خالص بوده و زیرآشکوب درخت دیگری نیستند اما دارای اختلاف ارتفاع با هم هستند. از این رو، در برآورد ته‌نشست سطحی غبار، ۵ اصله از هر درخت در جهت غربی و ۵ اصله نیز در جهت شرقی پارک مورد نمونه‌برداری قرارگرفتند (۱۲). نمونه‌گیری از تاج درختان از هر چهار جهت شمال، جنوب، شرق و غرب انجام گرفت. از هر جهت به تعداد ۲۰ برگ جمع‌آوری شد. علاوه بر این، نمونه‌برداری به گونه‌ای انجام شده که از برگ‌هایی به اندازه بزرگ، متوسط و کوچک به صورت انتخابی از نوک شاخه به سمت تنه‌ی درختان برداشت شود. در گونه کاج تعداد سوزن‌های موجود در هر غلاف برگ دو عدد است و از هر جهت درخت تعداد ۲۰ غلاف برداشت شده و به‌عنوان سطح برگ کاج محاسبه شده است. مساحت برگ‌ها را با دستگاه اندازه‌گیری نموده و میزان جذب گرد و غبار بر حسب سانتی‌مترمربع سنجیده شده است. برگ درختان در ارتفاع ۲/۲ متر به بالا از ارتفاع‌های مختلف تاج درختان جمع‌آوری شده و در کیسه‌های پلاستیکی زیپ‌دار به سردخانه منتقل گردید (۱۲).

برآورد کمی مقدار ته‌نشست گرد و غبار هوا بر روی برگ درختان: جهت برآورد مقدار غبار ته‌نشست شده برگ درختان، برگ‌های جمع‌آوری شده از هر جهت جغرافیایی به صورت مجزا، با ۱۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر شست‌وشو شدند (۸). سپس، محلول‌ها در ظرف‌های آزمایشگاهی نگهداری شده و برای رسوب غبار موجود در آن، در دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه گذاشته شدند. پس از انجام سانتریفیوژ، آب

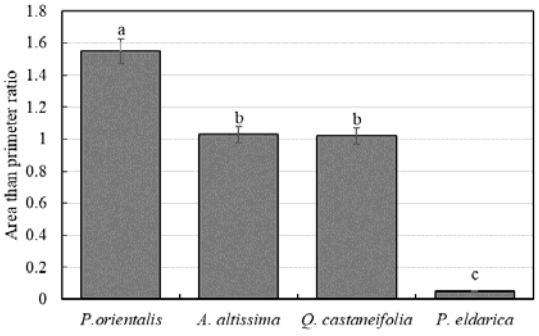
از غبار رسوب شده با سرنگ جدا گردیدند. سپس، ظرف-های حاوی غبار جهت از دست دادن کامل رطوبت، به دستگاه آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شد. وزن ظرف‌های حاوی مواد خشک پس از ۷۲ ساعت با ترازوی دیجیتال مدل AND ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری شده و با کسر وزن ظرف خالی از وزن ظرف حاوی ماده خشک، وزن غبار ته‌نشست شده برگ درختان برآورد شد.

اندازه‌گیری برگ درختان: از نمونه‌های برگ، پس از شستشو و خشک شدن مجدد، تصویربرداری شده و سپس توسط نرم‌افزار Corel Draw 2017 به باینوری سیاه و سفید تبدیل شد. در مرحله بعد تصاویر باینوری وارد نرم‌افزار Image J شده و مساحت و محیط برگ مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

تجزیه تحلیل آماری داده‌ها: داده‌های تهیه شده در نرم‌افزار Excel وارد شده و مورد بررسی قرارگرفته و سپس این داده‌ها جهت انجام تجزیه تحلیل‌ها وارد نرم‌افزار SAS 9.4 آماری شد. طرح مورد استفاده در این پژوهش طرح فاکتوریل ۲×۴ در غالب کاملاً تصادفی بوده و در نهایت تیمارهای مورد بررسی با استفاده از مقایسه‌های میانگین چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرارگرفتند.

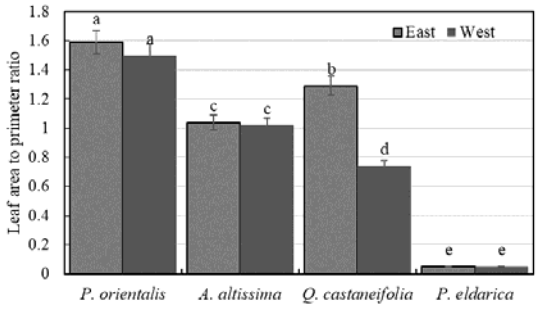
نتایج

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین دانکن بین گونه‌های مختلف از نظر مورفولوژی برگ در شکل (۲) حاکی از آن است که نسبت مساحت به محیط برگ در گونه چنار به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر گونه‌ها است، در صورتی که دو گونه بلندمازو و آسمان‌دار نسبتی تقریباً مشابه داشته و گونه کاج نیز به‌طور کاملاً معنی‌داری از تمامی گونه‌ها کمتر بوده است.



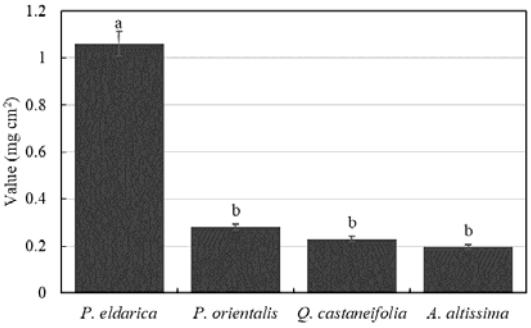
شکل ۲- مقایسه میانگین مورفولوژی برگ بین چهار گونه (حروف ناهمسان نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است)

بررسی اثرات متقابل جهت و نوع گونه بر مورفولوژی برگ نشان می‌دهد که در دو گونه کاج، چنار و آسمان‌دار، در جهت‌های غربی و شرقی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، در صورتی که در گونه بلندمازو، مورفولوژی برگ در پایه‌های غربی و شرقی اختلاف بسیار معنی‌داری را نشان می‌دهد (شکل ۳).



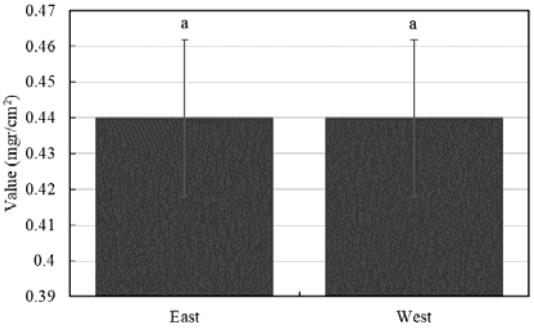
شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل گونه و جهت بر مورفولوژی برگ (حروف ناهمسان نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است)

جذب گرد و غبار: نتایج آنالیز تجزیه واریانس نشان داد که بیشترین میزان ترسیب ذرات معلق در گونه کاج رخ داده است که به‌طور بسیار معنی‌داری با میانگین ۱/۰۶ میلی‌گرم بر سانتی‌متر مربع از بقیه گونه‌ها بیشتر بوده است. این در صورتی است که سه گونه دیگر مورد مطالعه قدرت ترسیب بسیار پایین‌تری داشته و از نظر آماری با یکدیگر یکسان هستند (شکل ۴).



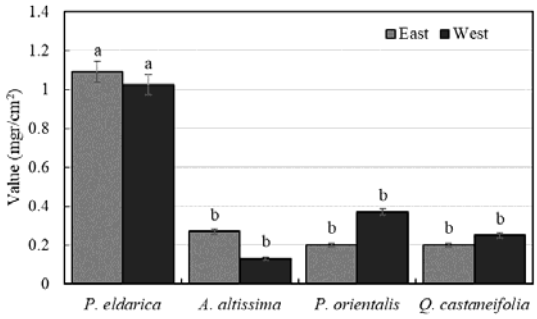
شکل ۴- مقایسه میانگین ذرات معلق ترسیب شده روی برگ بین چهار گونه (حروف ناهمسان نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد).

نتایج مقایسه میانگین بین دو جهت جغرافیایی در تمامی گونه‌ها حاکی از آن است که در هر دو جهت جغرافیایی مقدار ذرات معلق ترسیب شده در واحد سطح برگ تقریباً یکسان بوده و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند (شکل ۵).



شکل ۵- مقایسه میانگین ذرات معلق ترسیب شده روی برگ بین جهت‌های شرق و غرب (حروف ناهمسان نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد).

شکل ۶ نتایج مقایسه اثرات متقابل جهت و گونه بر میزان ترسیب ذرات معلق را نشان می‌دهد. براساس این نمودار در هیچ یک از گونه‌ها میزان ذرات ترسیب شده بین دو جهت جغرافیایی اختلاف معنی‌داری ندارد. با این حال، در دو گونه آسمان‌دار و کاج میزان ترسیب در جهت شرقی کمی بیشتر از جهت غربی بوده است و در دو گونه بلندمازو و چنار میزان ترسیب در جهت غربی بیشتر از جهت شرقی مشاهده شده است (شکل ۶).



شکل ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل گونه و جهت بر ترسیب ذرات معلق (حروف ناهمسان نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد).

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش چهار گونه درختی در دو دامنه مختلف در پارک چیتگر شهر تهران از نظر میزان جذب غبار روی سطح برگ با یکدیگر مورد مقایسه قرارگرفتند. نتایج نشان داد اختلاف بسیار معنی‌داری بین گونه‌های مورد مطالعه وجود دارد. بنابراین، درختان و درختچه‌ها دارای کارآیی مناسبی برای فیلتر کردن گرد و غبار هستند. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که درختان در مقایسه با سایر پوشش‌های گیاهی به دلیل ارتفاع بالای تاج توانایی بیشتری در جذب ذرات معلق دارند (۱۵). همچنین، بررسی‌های انجام شده روی گونه‌های داخلی در غرب کشور نشان داد که مقدار نشست سطحی گرد و غبار در برگ چنار (۰/۱ میلی‌گرم بر سانتی‌متر مربع)، زبان‌گنجشک (۰/۰۴۵ میلی‌گرم بر سانتی‌متر مربع) و اقاقیا (۰/۰۴ میلی‌گرم بر سانتی‌متر مربع) دارای تفاوت معنی‌دار است (۱۲).

در بین پژوهش‌های انجام شده، در دو پژوهش توسط منوچهری و همکاران (۱۳۹۵) و بزازی و همکاران (۱۳۹۳) گونه چنار در مناطق دیگر کشور مورد بررسی قرارگرفته است. مقایسه نتایج پژوهش حاضر با این دو پژوهش (۳و ۱۲) نیز نشان می‌دهد که اختلاف بسیار زیادی بین میزان جذب در این سه منطقه وجود دارد (تهران ۰/۲۸، گرگان ۰/۷۵۷ و کرمانشاه ۰/۱ میلی‌گرم بر سانتی‌متر مربع). چنین نتایجی به دلیل اختلاف در کیفیت ذرات معلق و همچنین

میزان رطوبت هوا می‌باشد. Winkler (۱۹۸۸) در پژوهش خود روی تأثیر رطوبت هوا بر میزان جذب ذرات معلق به این نتیجه رسید که افزایش رطوبت هوا منجر به افزایش ابعاد ذرات معلق و همچنین چسبندگی آن‌ها به سطوح برگ درختان می‌شود. بنابراین انتظار می‌رود که در مناطق مرطوب میزان ترسیب ذرات معلق روی برگ درختان بیشتر باشد. گرچه در این سه منطقه اختلاف رطوبتی قابل توجه است، اما در بین دو منطقه تهران و کرمانشاه اختلاف رطوبت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نمی‌شود. نتایج پژوهش حاضر با نتایج منوچهری و همکاران (۱۳۹۵) همسو بوده و حاکی از آن است که در بین سه گونه پهن‌برگ این پژوهش، گونه چنار توانایی جذب بیشتری داشته است. با این حال اختلاف بین گونه‌های پهن‌برگ در پژوهش حاضر بسیار کمتر از منوچهری و همکاران (۱۳۹۵) بوده و از نظر آماری معنی‌دار نشده است.

به‌طورکلی در سطح وسیع، رسوب ذرات از شکل و ساختار پوشش گیاهی و شکل برگ‌ها یا سوزن‌ها تأثیر می‌پذیرد. نتایج مطالعات نشان می‌دهند، رسوب ذرات در سوزنی‌برگان (کاج و سرو) با ساختار تاجی پیچیده‌تر نسبت به پهن‌برگان (صنوبر و افرا) بیشتر است (۱۴)، ولی نداشتن ارتفاع بلند، سایه‌پسند بودن، کاهش میزان نور رسیده به سطح اکوسیستم و مقاومت کم برخی از این گونه‌ها نسبت به آلاینده‌ها، سبب شده است که استفاده از سوزنی‌برگان در طرح‌های کاربردی فضای سبز شهری، محدودتر باشد (۲۵). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در بین گونه‌های مورد بررسی، گونه کاج به مراتب توانایی بیشتری در جذب ذرات معلق از هوا داشته است. در گونه کاج میزان جذب ذرات معلق به‌طور میانگین در هر دو جهت جغرافیایی برابر با ۱/۰۶ میلی‌گرم بر سانتی‌متر مربع بود که این میزان تقریباً ۵ برابر بیشتر از سه گونه پهن برگ مورد بررسی است. بنابراین نتایج پژوهش حاضر نیز تأییدی بر عملکرد بهتر سوزنی‌برگان در جذب ذرات معلق است.

از آن جایی‌که تاکنون مطالعات اندکی در مورد کمی‌سازی عملکرد درختان شهری نسبت به نشست ذرات گرد و غبار انجام گرفته است، نتایج این پژوهش با پژوهش‌های مشابه که در مورد گرد و غبار حاصل از کارخانه سیمان انجام گرفته مقایسه می‌شود. برای نمونه، صادقی‌روش و خراسانی (۱۳۸۸) به این نتیجه رسیدند که هرچقدر از منبع انتشار ذرات گرد و غبار ناشی از صنایع سیمان دورتر شویم، میزان رسوب ذرات کاهش و تنوع و تراکم پوشش گیاهی (مرتعی) افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که در اطراف کارخانه، رسوب ذرات بیشتر و تنوع گونه‌ها کمتر می‌شود، در این منطقه تعدادی از گونه‌های مقاوم مثل ورک (*Hulthemia persica*) و درمنه (*Artemisia aucheri*) مشاهده شدند. نتایج این محققان نشان داد که مورفولوژی گیاه خاکشیر (*Descurainia sophia*) که فاقد برگ و کرک است، باعث رسوب کمتر ذرات می‌شود و سرعت و جهت باد غالب باعث پراکنش بیشتر ذرات در فواصل دورتر می‌گردد (۱۰).

مقایسه تحقیقات انجام شده توسط Lin و همکاران (۲۰۱۷) و منوچهری و همکاران (۱۳۹۵) و تحقیق حاضر حاکی از آن است که مورفولوژی برگ تأثیر بسیار قابل توجهی بر میزان جذب ذرات معلق دارد به‌عنوان مثال گرچه برگ‌های کاج به لحاظ سوزنی شکل بودن سطح کمتری برای نشست ذرات دارند اما از نظر تعداد بسیار بیشتر از سایر گونه‌ها هستند و همین تعداد زیاد سطح بیشتری را برای نشست ذرات گرد و غبار فراهم می‌کنند (شکل ۴). از نتایج این سه پژوهش مشخص شد که سه گونه آسمان‌دار، زبان‌گنجشک و بلندمازو از نظر میزان جذب ذرات معلق بسیار مشابه عمل کرده‌اند. بنابراین این تحقیقات تأثیر مورفولوژی برگ را بر میزان جذب ذرات پررنگ‌تر نشان می‌دهد.

در نهایت باتوجه به آنچه که از نتایج این پژوهش و نتایج پژوهش‌های مشابه بدست آمد می‌توان نتیجه گرفت که

نشست سطحی گرد و غبار بر روی برگ درختان به دو گروه از عوامل ارتباط دارد. دسته اول عوامل بیرونی همچون میزان گرد و غبار، رطوبت هوا و فاصله از منبع آلودگی هستند و دسته دوم عوامل درونی درختان همچون نوع گونه، مورفولوژی برگ و خصوصیات آناتومیکی برگ می‌باشند. در مجموع نتایج نشان داد که گونه کاج عملکرد بسیار بهتری در جذب ذرات معلق داشته است. بنابراین در پارک جنگلی چیتگر این گونه کارآیی بالاتری از نظر جذب ذرات معلق دارد. با این حال، به دلیل حساسیت این گونه به خشکی و آلودگی هوای شهر، باید در صورت توسعه سطح جنگل‌کاری‌های این گونه، تمهیدات لازم نیز در نظر گرفته شود.

سپاسگزاری

این پژوهش با استفاده از حمایت‌های مالی صندوق پژوهشگران و فناوران کشور (insf) به انجام رسیده است.

منابع

۱- پناه، ا.، کرمشاهی، ع.، میرزایی، ج.، و حیدری، م.، ۱۳۹۶. بررسی ترسیب فلزات سنگین در خاک و برگ درختان اکالیپتوس، سروسیمین و اقاقیا در حاشیه کارخانه سیمان شهر ایلام، فصلنامه بهداشت در عرصه، ۵ (۲)، صفحات ۳۶-۴۱.

۲- بزازی، ک.، و نادری، ه.، ۱۳۹۳. بررسی تأثیر شست و شوی درختان در میزان رسوب گرد و غبار هوا بر روی برگ درختان شهری، سومین همایش ملی مدیریت آلودگی هوا و صدا.

۳- بزازی، ک.، نادری، ه.، شاهکوه محلی، ا.، و کاظمیان، ر.، ۱۳۹۳. بررسی و مقایسه میزان رسوب گرد و غبار هوا بر روی برگ درختان فضای سبزشهری، اولین همایش الکترونیکی یافته های نوین در محیط زیست و اکوسیستم های کشاورزی.

۴- جمشیدی، ع.، ۱۳۹۱. مقایسه اثر گونه‌های جنگل شهری بر کاهش آلودگی هوا در شهر اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۸۹ صفحه.

۵- حسین‌زاده منفرد، س.، شیروانی، ا.، متینی‌زاده، م.، زاهدی، ق.، و موسوی‌فرد، ر.، ۱۳۹۲. گیاه‌پالایی در دو گونه چنار و زبان‌گنجشک پارک ۲۲ بهمن شهر کرج، مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، ۵ (۴)، صفحات ۴۸-۳۹.

۶ -خالدی، ک.، ۱۳۹۲. زیان‌های اقتصادی طوفان‌های گرد و غبار بر استان‌های غربی ایران (ایلام، خوزستان و کرمانشاه)، فصلنامه علمی-پژوهشی مدلسازی اقتصادی، ۷ (۲۳)، صفحات ۱۲۵-۱۰۵.

۷-دریواسی، س.، صائب، ک.، و ملاشاهی، م.، ۱۳۹۴. بررسی تأثیر میزان فاصله از منبع آلودگی بر غلظت فلزات سنگین در خاک اطراف کارخانه سیمان شهرستان نکا. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۷ (۴)، صفحات ۴۴-۳۵.

۸- شاهسونی، ع.، یار احمدی، م.، جعفرزاده حقیقی فرد، ن.، نعیم آبادی، ا.، محمودیان، م. ح.، صاکی، ح.، صولت، م. ح.، سلیمانی، ز. و ندافی، ک.، ۱۳۸۹. اثرات طوفان‌های گرد و غباری بر سلامت و محیط زیست، مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، ۲ (۴)، صفحات ۵۶-۴۵.

۹- شاهسونی، ع.، یار احمدی، م.، مصداقی‌نیا، ع.، یونسیان، م.، جعفرزاده، ن. ا.، نعیم‌آبادی، ا.، ثالثی، م.، و ندافی، ک.، ۱۳۹۱. تحلیل روند گرد و غبار ورودی به ایران با تأکید بر استان خوزستان، مجله پژوهشی حکیم، ۱۵ (۳)، صفحات ۲۰۲-۱۹۲.

۱۰-صادقی‌روش، م. ح.، و خراسانی، ن.، ۱۳۸۸. بررسی آثار گرد و غبار ناشی از صنایع سیمان بر تنوع و تراکم پوشش گیاهی (مطالعه موردی کارخانه سیمان آبیک)، علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۰ (۱)، صفحات ۱۰۷-۱۱۷.

۱۱- کریمی، م.، هاشمی، م. ن.، و کریمی، ع.، ۱۳۸۹. بررسی اثرات زیست محیطی ذرات معلق و گرد و غبار (ایروسل‌ها) موجود در هوا، چهاردهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران- تهران، موسسه ژئوفیزیک، مقالات پوستری، فیزیک فضا، صفحات ۲۲۴-۲۲۱.

۱۲- منوچهری، ک.، شیروانی، ا.، عطارد، پ.، و خداکرمی، ی.، ۱۳۹۵. ابعاد و توزیع ذرات معلق رسوب یافته بر سطح برگ درختان زبان‌گنجشک، چنار و اقاقیا. جنگل و فرآورده های چوب (منابع طبیعی ایران)، ۶۹ (۱)، صفحات ۴۱-۴۹.

13- Arimoto, R., 2001. Eolian dust and climate: Relationships to source, tropospheric chemistry, transport and deposition, *Earth Science Review*, 54, PP: 29-42.

14- Beckett, K. P., Freer-Smith, P. H., and Taylor, G., 2000. Effective tree species for local air-quality management, Journal of Arboriculture, 261, PP: 12–19.

15- Cai, Y. H., 2010. Study on dust retention effect and photosynthetic characteristics of urban keynote tree, Fujian Agriculture and Forestry University (in Chinese), Fuzhou, Fujian, China.

16- Dwyer, J. F., McPherson, E. G., Schroeder, H. W., and Rowntree, R. A., 1992. Assessing the benefits and costs of the urban forest, Journal of Arboriculture, 18, PP: 227-234.

17- Eriksson, G., Jensen, S., Kylin, H., and Strachan, W., 1989. The pine needle as a monitor of atmospheric pollution, Nature Publishing Group, 341, PP: 42-44.

18- Farmer, A. M., 1993. The Effects of dust on vegetation A Review, Environmental Pollution, 79, PP: 63-75.

19- Freer-Smith, P. H., Beckett, K. P., and Taylor, G., 2005. Deposition velocities to *Sorbus aria*, *Acer campestre*, *Populus deltoids*, *Trichocarpa Beaupré*, *Pinus nigra* and *Cupressocyparis leylandii* for coarse, fine and ultra-fine particles in the urban environment, Environmental Pollution, 133, PP: 157–167.

20- Gratani, L., Crescente, M. F., and Varone, L., 2008. Long-term monitoring of metal pollution by urban trees, Atmospheric Environment, 42, PP: 8273-8277.

21- Krajickova, A., and Mejstrik, V., 1984. The effect of fly-ash particles on the plugging of stomata, Environmental Pollution, 36, PP*:* 83-93.

22- Krueger, B. J., Grassian, V. H., Cowin, J. P., and Laskin, A., 2004. Heterogeneous chemistry of individual mineral dust particles fromdifferent dust source regions, the importance of particle mineralogy, Atmospheric Environment, 38(36), PP: 6253-6261

23- Lee, J., Park, B. J., Tsunetsugu, Y., Ohira, T., Kagawa, T., and Miyazaki, Y., 2011. Effect of forest bathing on physiological and psychological responses in young Japanese male subjects, Public Health, 125, PP: 93-100.

24- Lin, L., Yan, J., Ma, K., Zhou, W., Chen, G., Tang, R., and Zhang, Y., 2017. Characterization of particulate matter deposited on urban tree foliage: A landscape analysis approach. Atmospheric Environment, 171, PP: 59-69.

25- Litschke, T., and Kuttler, W., 2008. On the reduction of urban particle concentration by vegetation a review, *Meteorologische Zeitschrift*, 17, PP: 229-240.

26- Liu, L., Guan, D., and Peart, M. R., 2012. The morphological structure of leaves and the dust-retaining capability of afforested plants in urban Guangzhou, South China. Environmental Science and Pollution Research, 19 (8), PP: 3440-3449.

27- Miller, P. R., Parmeter, J. R., Flick, B. H., and Martinez, C. W., 1969. Ozone dosage response of ponderosa pine seedling, Journal Air Pollution Control Association, 10, PP: 435-443.

28- Moreno, E., Sagnotti, L., Dinares-Turell, J., Winkler, A., and Cascella, A., 2003. Biomonitoring of traffic air pollution in Rome using magnetic properties of tree leaves. Atmospheric Environment, 37, PP: 2967-2977.

29- Perini, K., Ottelé, M., Giulini, S., Magliocco, A., and Roccotiello, E., 2017. Quantification of fine dust deposition on different plant species in a vertical greening system. Ecological Engineering, 100, PP: 268-276.

30- Pilehvar, B., Jafari Sarabi, H., and Mirazadi, Z., 2016. Soil carbon sequestration compression in plantations with different species in Makhmalkooh forest park. Journal of plant researches, 29 (4), PP: 718-727.

31- Pyatt, F. B., 1973. Some aspects of plant contamination by air borne particulate pollutants. International Journal Environmental Studies, 5, PP: 215-20.

32- Schlesinger, P., Mamane, Y., and Grishkan, I., 2006. Transport of microorganisms to Israel during Saharan dust events, Aerobiologia, 22(4), PP: 259-273.

33- Simon, E., Baranyai, E., Braun, M., Cserháti, C., Fábián, I., and Tóthmérész, B., 2014. Elemental concentrations in deposited dust on leaves along an urbanization gradient, Science of the Total Environment, 490, PP: 514-520.

34- Steubing, L., and Klee, R., 1970. Vergleichende Untersuchungen zur Staubfilterwirkung von Laub- und Nadelgeholzen, Journal of Applied Botany and Food Quality-Angewandte Botanik, 44, PP: 73-85.

35- Tavili, A., Jahantab, E., Jafari, M., Motashre zadeh, B., and Zargham, N. A., 2018. Remediation of contaminated soils with heavy metal of Pb using rangelands plants in the greenhouse condition, Journal of plant researches, 31 (3), PP: 1-13.

36- UNEP., 2005. UNEP annual evaluation report 2005. UN environment evaluation office, URI: http://hdl.handle, net/20.500, 11822/183.

37- Urbat, M., Lehndorff, E., and Schwark, L., 2004. Biomonitoring of air quality in the Cologne conurbation using pine needles as a passive Sampler-Part I magnetic properties. Atmospheric Environment, 38, PP: 3781-3792.

38- Wang, X., Dong, Z., Yan, P., Yang, Z., and Hu, Z., 2005. Surface sample collection and dust source analysis in northwestern China. Catena, 59(1), PP: 35-53.

39- Wang, Y. C., 2011. Carbon sequestration and foliar dust retention by woody plants in the greenbelts along two major Taiwan highways. Annals of Applied Biology, 159, PP: 244-251.

40- Winkler, P. 1988. The growth of atmospheric aerosol particles with relative humidity. Physica Scripta, 37, PP: 223-230.

41- Yang, J., Mcbride, J., Zhou, J. X., and Sun, Z. Y., 2005. The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction. Urban Forestry and Urban Greening, 3, PP: 65-78.

42- Ye, B., Ji, X., and Yang, H., 2003. Concentration and chemical composition of PM2.5 in Shanghai for a 1-year period. Atmospheric Environment, 37(4), PP: 449-510.

Dust sequestration comparison on leaves of four tree species in two domains of the Chitgar Forest Park

Khazaei M., Etemad V., Shirvani A. and Javanmiri Pour M.

Dept. of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. of Iran.

Abstract

Biological activities are underlying strategies against dust storms. The leaves, because of the larger surface in comparison with other parts of plant organs, are considered importantly for atmospheric dust filtration. The main purpose of this study was to compare the amount of dust deposited on the leaf surfaces of *Quercus castaneifolia* C.A.Mey., *Platanus orientalis* L., *Pinus eldarica* Medw., and *Ailanthus altissima* Mill. in Chitgar Forest Park. Leaf samples were collected randomly from different heights of 5 individual trees in four main directions and washed thoroughly by distilled water. Dust particles of the solutions were dried-oven and were weighed. The leaf area was measured by Image J 1.51 P software. Results showed that dust precipitation on the leaves of pine trees are significantly higher compared to broadleaved trees. Average amount of precipitated particulate material was measured as 1.06 mg/cm^2 in pine trees compared to 0.2, 0.23, and 0.28 mg/cm^2 for Tree of heaven, Oak and Plane trees, respectively. Also, area to perimeter ratio of studied species was lowest for pine (0.05) and the broadleaved species was calculated as 1.03, 1.02, and 1.55 respectively. Totally, our results showed that pine trees can better absorb the dusts from the air.

Key words: Phytoremediation, Chitgar Forest Park, *Quercus castaneifolia* ،*Pinus eldarica* ،*Platanus orientalis, Ailanthus altissima.*