Iranian Journal of Biological Sciences.2022; 17(1):9-18

Original Article

Iranian Journal of Biological Sciences

https://zisti.iauvaramin.ac.ir

The Role of selected plants planted in the green spaces of Tehran city for removing air particulates matters

Rajabbeigi E1, Jafari S.M2, Erfanian Salim R3*

1. Assistant professor, Department of Developmental Biology, Faculty of Advanced Sciences and Technology, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran. 1916893813, Iran.
2. PhD of Plant Biology,School of Biology, College of Science, University of Tehran, Iran
3. PhD. of Agroecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran

Article Info

Article History:
received 8.15.2022
revised 8.30.2022
accepted 9.4.2022
online 9.4.2022

KeyWords:
Air Pollution, Particulate Matters, Urban Green Space, Phytoremediation

***Corresponding author:**
E-mail address
rajabbeigi@iautmu.ac.ir
& elham_rajabbeigi@yahoo.com
semo.jafari@yahoo.com
r.erfanian@yahoo.com

Abstract

Introduction: Particulate matters are among the most important air pollutants in urban environment which cause heart and respiratory diseases. Plants play a major role in aerosol removal.

Aim: In this study, some of important shrub species of urban green space were investigated for their ability of reducing air particulate matter pollutants.

Material and Methods: In present study, effect of five shrub species (including privet, oleander, barberry, cotoneaster, Spindle tree), which most planted in Tehran city and their roles to aerosol sedimentation, was investigated. Therefore, leaf surface pollutants were collected and weighed and evaluated relative to the leaf surface.

Results: The results showed that barberry collects pollutants more than other mentioned plants, while the efficiency of oleander is less than other species.

Conclusion: It seems that the morphology of plant leaves is effective in pollutant absorption. In addition, the amount of aerosol in air can affect the efficiency and absorption of suspended particles.

Cite this article: Rajabbeigi E*, Jafari S.M, Erfanian Salim R. The Role of selected plants planted in the green spaces of Tehran city for removing Air particulated matters. Iranian Journal of Biologiacal Sciences. 2022; 17(1): 9-18

doi 10.30495/ZISTI.2022.1965526.1133 DOR 20.1001.1.17354226.1401.17.1.2.2
Publisher: Islamic Azad University of Varamin – Pishva branch Print ISSN: 1735-4226 Online ISSN: 1727-459X
This is an open access article under the: https://creativecommons.org/license/by-nc/4.0/

مقاله تحقیقی
دانش زیستی ایران
https://zisti.iauvaramin.ac.ir

نقش گیاهان منتخب کاشته شده در فضای سبز شهر تهران در حذف ریزگردهای هوا

الهام رجب بیگی۱*، سید محمد جعفری۲، رامین عرفانیان سلیم۳

۱. استادیار گروه تکوین و سیستماتیک، دانشکده علوم و فناوری‌های نوین، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. دکتری تخصصی، پردیس علوم پایه، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. دکتری تخصصی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

محل انجام تحقیق: دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله
ارسال ۱۴۰۱/۵/۲۴
بازنگری۱۴۰۱/۶/۸
پذیرش ۱۴۰۱/۶/۲۲
نمایه ۱۴۰۱/۶/۲۲

کلمات کلیدی
آلودگی هوا
ریزگردها
فضای سبز شهری
گیاه پالایی

* نویسنده مسؤل
rajabbeigi@iautmu.ac.ir
elham_rajabbeigi@yahoo.com و
semo.jafari@yahoo.com
r.erfanian@yahoo.com

چکیده

مقدمه: ریزگردها از جمله آلوده‌کننده‌های هوا بویژه در مناطق شهری و صنعتی می‌باشند که بویژه منجر به بروز بیماری‌های قلبی و تنفسی می‌شوند. گیاهان نقش عمده‌ای در جمع‌آوری و حذف ریزگردها دارند.

هدف: در این مقاله تلاش بر این است تا مناسب‌ترین گیاه از نظر جذب آلاینده‌های موجود در هوا برای کاشت در فضای سبز شهر تهران انتخاب شود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تاثیر ۵ گونه درختچه‌ای که معمولا در شهر تهران کاشته می‌شوند، شامل برگ نو (Ligustrum vulgare)، خرزهره (Nerium oleander)، زرشک (Berberis thunbergii)، شیرخشت (Cotoneaster horizontalis) و شمشاد (Euonymus japonicus)، بر رسوب ریزگردهای با اندازه ۲/۵ و ۱۰ میکرومتر مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور آلاینده‌های سطح برگ جمع‌آوری و توزین شده و نسبت به سطح برگ ارزیابی شدند.

نتایج: یافته‌ها نشان دادند که زرشک بیش از سایر گیاهان مذکور آلاینده‌ها را جمع می‌کند. در حالی‌که کارایی خرزهره کمتر از سایر گونه‌ها می‌باشد.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد مورفولوژی برگ‌های گیاه در جذب آلاینده‌ها موثر باشد. علاوه بر آن، میزان آلودگی موجود در هوا می‌تواند بر کارایی و جذب ذرات معلق تأثیر بگذارد.

شیوه آدرس‌دهی این مقاله : رجب بیگی الف*، جعفری س.م، عرفانیان سلیم ر. نقش گیاهان منتخب کاشته شده در فضای سبز شهر تهران در حذف ریزگردهای هوا. مجله دانش زیستی ایران. ۱۴۰۱؛۱۷(۱): ۹-۱۸

DOR 20.1001.1.17354226.1401.17.1.2.2
doi 10.30495/ZISTI.2022.1965526.1133

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا شاپا چاپی: ۱۷۳۵-۴۲۲۶ شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۴۵۹X نویسندگان: © حق مؤلف

مقدمه:

با توجه به افزایش شهرنشینی و تبدیل شهرها به کلان شهرها، گرما و آلودگی هوا پدیده نوظهوری است که موجب تولید گازهای گلخانه‌ای و تخریب طبیعت و گرم شدن این کره خاکی گردیده‌اند. پیش بینی شده است در کشورهای در حال توسعه از سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۳۰ الودگی فضای شهری هر ساله ۲/۳ درصد افزایش می‌یابد (۱).

ذرات معلق (Particulate matters) عنوانی کلی برای آلودگی‌های موجود در هوا می‌باشد که می‌توانند ذرات جامد و یا مایع معلق را شامل شوند. این ذرات که از صنایع و اتومبیل‌ها به‌عنوان اصلی‌ترین منشاء آن می‌توان نام برد، تاثیر بسزایی در به‌خطرانداختن سلامتی انسان‌ها و تغییر در اقلیم و شرایط زیست محیطی دارند. شاخص‌های مربوط به ذرات معلق براساس میزان تاثیری که بر سلامتی می‌گذارند واندازه ذرات تقسیم‌بندی می‌شوند. ذرات کوچکتر از ۱۰ میکرومتر (PM۱۰) و ذراتی با قطر کمتر از ۲/۵ میکرومتر (PM۲,۵) می‌باشند. PM۲,۵ اغلب ذرات بسیار کوچک و کوچکتر از ۰/۱ میکرومتر را شامل می‌شوند. ذراتی بااندازه ۱ µm – ۰/µm۱ می‌توانند روزها یا هفته‌ها در اتمسفر باقی بمانند (۲).اندازه ذرات معلق در هوا مستقیما بر پتانسیل آنها در ابتلا به بیماری‌ها تاثیر می‌گذارند. ذرات ریز کوچکتر از ۱۰ میکرومتر مشکلات جدی را ایجاد می‌کنند، زیرا می‌توانند وارد ریه‌ها و حتی گاه وارد جریان خون شوند. بنابراین، این ذرات هم به شش‌ها و هم به قلب آسیب می‌رسانند. از جمله بیماری‌های گزارش شده ناشی از ذرات معلق موجود در هوا می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: مرگ زودرس ناشی از بیماری‌های قلبی یا ریوی؛ سکته‌های قلبی؛ ضربان‌های قلب نامنظم؛ آسم شدید؛ کاهش عملکرد ریه‌ها؛ افزایش علائم تنفسی نظیر سرفه و مشکلات تنفسی و اخیرا حتی دو تیپ دیابت گزارش شده است (۳). در اکتبر ۲۰۱۳، کارشناسان IARC فارغ ازاندازه ذرات معلق یا ترکیبات شیمیایی آنها، ذرات معلق هوای آزاد را جزو گروه ۱ مواد سرطان‌زا برای انسان تقسیم‌بندی نمودند (٤).

با توجه به پتانسیل طبیعی و استفاده هرچه مطلوب‌تر از آن جهت کاهش این خطرات و بالا بردن سطح سلامت جامعه، استفاده از گیاهان و درختان به‌عنوان اصلی‌ترین و طبیعی‌ترین کاهنده می‌توان نام برد. به‌عنوان راه‌حلی مناسب که موجب تصفیه طبیعی و کاهش آلودگی هوا می‌توان استفاده نمود (۵).

مطالعات نشان داده است گیاهان می‌توانند آلاینده‌ها را جذب و کاتابولیزه نمایند و به‌عبارتی خاصیت ضدعفونی‌کنندگی دارند (٦). امروزه، توجه بیشتری به گیاهان به عنوان چاره‌ای برای حل مشکل آلودگی هوا در شهرها، معطوف شده است، چرا که گیاهان با چند مکانیسم می‌توانند کیفیت هوا را بهبود بخشند: می‌توانند طی پدیده فتوسنتز، دی‌اکسیدکربن را جذب و اکسیژن آزاد نمایند؛ طی فرایند تعرق، و خروج آب از روزنه‌های سطح برگ رطوبت هوا را افزایش دهند؛ و به‌طور چشمگیری برخی آلاینده‌ها را در سطح و به‌ویژه برگ‌های خود رسوب دهند (۷). جذب آلودگی‌های موجود در هوا می‌تواند بدون دخالت روزنه‌ها[1] انجام شود. این شیوه جذب آلودگی‌ها نه‌تنها به شکل، ویژگی‌های مورفولوژیکی و خصوصیات شیمیایی سطحی گیاه وابسته است، بلکه به ویژگی‌های خاک نیز بستگی دارد (۸). ظرفیت سطح برگ برای حذف آلاینده‌های هوا به وجود، شکل، و تراکم کرک‌های سطح برگ نیز وابسته است (۹). بطور خاص، مقدار واکس کوتیکولی و ترکیب لیپیدهای غشاء سلول‌های اپیدرمی که سطح گیاه را پوشانیده‌اند، نقش مهمی در جذب آلودگی‌ها و به‌ویژه ترکیبات آلی آروماتیک چربی‌دوست، نظیر بنزن و ترسیب آنها دارند (۱۰).

تهران یکی از آلوده‌ترین شهرهای جهان محسوب می‌شود. تهران پانزدهمین شهر پرجمعیت جهان و بیست و هشتمین شهر بزرگ دنیا با مساحت ۷۳۰ کیلومترمربع می‌باشد. در این تحقیق فرض بر آن بود که گیاهان در جذب آلاینده‌های هوا نقش موثری دارند، درحالی‌که گونه‌های گیاهی مختلف به یک میزان در حذف آلاینده‌ها موثر نیستند. از طرف دیگر ویژگی‌های ساختاری - مورفولوژیکی و فیزیولوژیک گونه گیاهی مورد نظر می‌تواند بر کارآیی آن تأثیر بگذارد. بنابراین، در این بررسی سعی خواهد شد تا گونه‌های گیاهی که بیشتر در فضای سبز شهر تهران کاشته می‌شوند، از نظر حذف آلاینده‌های PM مورد ارزیابی قرار گیرند تا کارآمدترین آنها شناسایی شوند. در این مطالعه اثر گیاه زرشک، شمشاد، خرزهره، زرشک، شیرخشت و برگ نو بر حذف آلاینده‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

1. Non-stomatal adsorption

زرشک گیاهی درختچه‌ای تیغدار از تیره گل‌سرخیان[1] و به طول ۵-۱ متر می‌باشد. چوب آن قرمز، قهوه‌ای یا زرد است. برگ-ها بیضی‌شکل با دندانه‌های اره‌ای هستند. این گیاه در مناطق شهری کاشته می‌شود و گزارش شده است که با افزایش سطح تیول‌هایی نظیر گلوتاتیون (GSH) و فیتوکلاتین‌ها (PCs)، زندگی در محیط‌های آلوده تا حدودی سازگار شده است (۱۱).

شمشاد، درختچه‌ای همیشه‌سبز با چوب سخت از تیره زیتون[2] است.

خرزهره گیاهی سمی با طول ۲-m۶ متر و از تیره خرزهره‌ایان[3] است. دارای ساقه‌های بسیار و گل‌های رنگین می‌باشد. برگ‌ها ضخیم، چرمی، و کرکدار می‌باشد.

شیرخشت گیاهی چوبی، و همیشه‌سبز از تیره گل‌سرخیان است. برگ‌ها متناوب، و بیضی‌شکل هستند. این گیاه‌اندیکاتور خوبی بویژه برای ذرات حاوی مس و آهن می‌باشد(۱۲).

برگنو درختچه‌ای از تیره زیتون می‌باشد. برگ‌ها بیضوی و معمولا به‌طول cm ۱۵-۲ می‌باشند که در حاشیه برگ‌ها مضرس شده‌اند. به‌علت همیشه‌سبز بودن در زمستان نیز می‌تواند ذرات معلق موجود در هوا را رسوب دهد. به بیماری‌ها، خشکی، گرما و آلودگی مقاوم است. از دید میکروسکوپی، برگ‌های صاف، و پوشیده با موم ضخیم، روزنه‌های پنهان در فرورفتگی‌های برگی، توانایی آنها را برای جذب ذرات معلق موجود در هوا افزایش می‌دهد. ریشه‌ها، برگ‌ها، و ساقه‌ها توانایی بالایی در ترسیب فلزات سنگین دارند(۱۳).

مواد و روش‌ها:

انتخاب گونه‌های گیاهی مورد مطالعه

در مرحله نخست گونه‌های غالب گیاهان کاشته شده در فضای سبز شهر تهران با همکاری سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران مورد شناسایی قرار گرفت و از این میان 5 گونه گیاهی که پراکنش وسیع‌تری داشتند، انتخاب شدند. براساس گزارشات شهرداری تهران در میان درختچه‌های شهری زرشک (Berberis thunbergi)، شمشاد (Ligustrum vulgare)، خرزهره (Nerium oleander)، شیرخشت (Cotoneaster horizontali) و برگ نو (Evonymus japonicas) به‌عنوان گونه‌های غالب انتخاب شدند.

داده‌های مربوط به آلودگی هوا

داده‌های مربوط به آلودگی و ذرات معلق موجود در هوای شهر تهران در بازده شش‌ماهه قبل و بعد از نمونه‌برداری از سازمان کنترل کیفیت هوای شهرداری تهران دریافت شد.

انتخاب مناطق مورد نظر جهت نمونه‌برداری

در این میان 5 منطقه در نقاط شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکز شهر تهران که سازمان کنترل کیفیت هوا در آن‌ها دستگاه سنجش ریزگرد (PM2.5 و PM10) نصب کرده بود، انتخاب گردید که موقعیت جغرافیایی آنها در شکل 1 نشان شده است.

در اواخر تابستان که میزان بارش تقریبا به صفر رسیده و وزش باد نیز کاهش یافته بود، نمونه‌برداری انجام شد. به منظور جمع‌آوری گیاه، ایستگاه‌های ثبت کیفیت هوا انتخاب گردید. 5 گونه درختچه‌ای مذکور که از پراکنش و اهمیت اکولوژیکی بالایی برخوردار هستند، انتخاب شد و نمونه‌برداری از برگ‌های افراد متعلق به آن‌ها انجام گرفت. در هر ایستگاه از هر گونه 3 فرد که در شرایط رویشی مناسبی برخوردارند، انتخاب شد. از هر فرد، 3 برگ از عمق‌های مختلف برداشت شد. بنابراین، برای هر گونه در هر ایستگاه، 9 نمونه برگی جهت‌اندازه‌گیری ریزگردهای متصل به سطح برگی تهیه شد. گونه‌های انتخاب شده تا حد ممکن بایستی نزدیک ایستگاه‌اندازه‌گیری کیفیت هوا باشند. نمونه‌های برگی با تیمار مناسب در بسته‌های پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل گردید.

توزین ذرات معلق

جداسازی ذرات PM10 و PM2.5 به‌ترتیب با استفاده فیلترهای واتمن شماره 1 و 42 اندازه‌گیری ریزگردها براساس

1. Rosaceae
2. Oleaceae
3. Apocynaceae

روش Dzierzanowski و همکاران صورت گرفت (14). در این روش از فیلتراسیون باانـدازه روزن مختلف برای تفکیک ریزگردهای PM2.5 و PM10 استفاده شد و مقدار ذرات روی برگ (PM10 و PM2.5) با استفاده از ترازوی با دقت بالا (در حد میکروگرم) تعیین شد.

اندازه‌گیری سطح برگی

از سطح برگ‌ها با استفاده از دوربین نیکون (Nikon D5200WITH Nikon Micro Nikkor 40 mm) عکس گرفته شد و سپس‌اندازه‌گیری سطح برگی (LAI) با استفاده از CompuEye Image Analysis Software انجام شد. تجزیه و تحلیل توسط نرم‌افزارهای تخصصی نظیر CompuEye صورت گرفت. براساس کمیت‌اندازه‌گیری شده برای سطح برگ و ریزگردهای با سایز مختلف، مقادیر براساس میکروگرم بر سانتیمتر مربع ثبت گردید.

آنالیز آماری

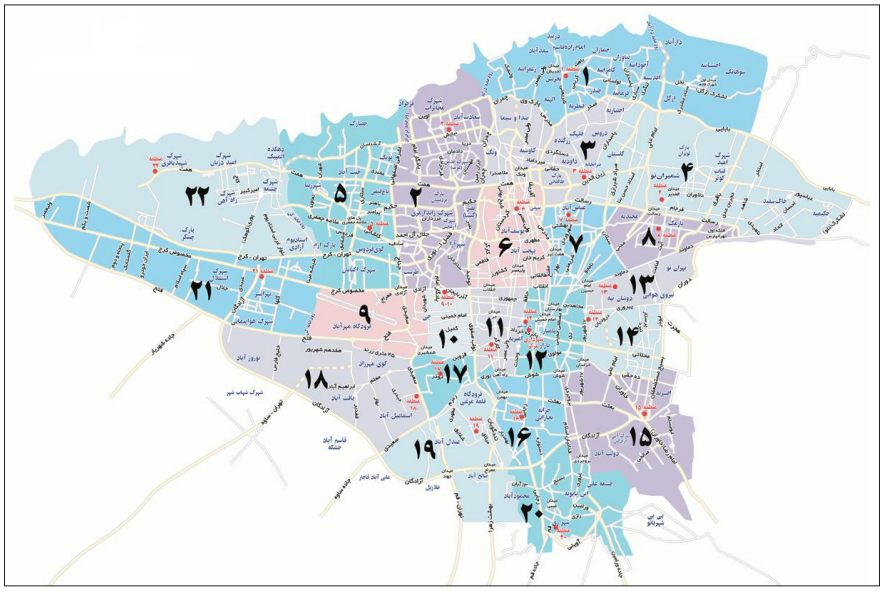
از هر منطقه حداقل از سه اصله و از هر اصله حداقل سه نمونه برگی جمع‌آوری و آنالیزها انجام شد. میانگین محتوای ذرات معلق روی سطح برگ‌ها درون ایستگاه و بین گونه‌ها مقایسه شدند. بدین منظور از آزمون همبستگی پیرسون[1] و SPSS (IBM,(21) USA) استفاده شد و معناداری با (05/0p>T-test) سنجیده شد.

نتایج:

یافته‌های حاصل از آلاینده‌های PM2.5 و PM10 که از سازمان کنترل کیفیت هوای شهرداری بدست آمده بود، نشان داد که آلوده‌ترین منطقه تهران از نظر حضور PM10 منطقه 21 و پاک‌ترین منطقه، منطقه 14 می‌باشد (شکل 2). این در حالی‌است که غلظت ذرات معلق باانداره کوچکتر از 5/2 در منطقه 11 بیشترین و در منطقه 1 کمترین بود (شکل 3).

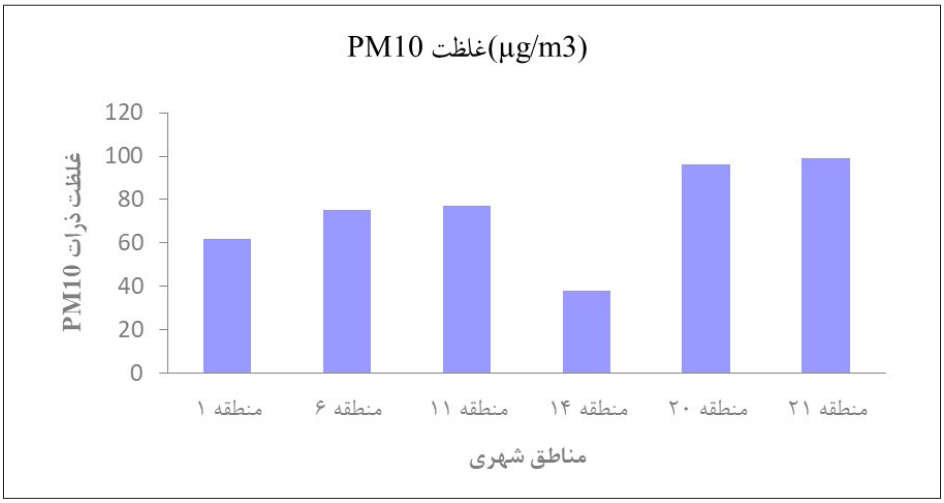
رسوب ریزگردها بر روی سطح برگی در مناطق منتخب

گیاه Nerium oleander: نتایج حاصل از توزین ریزگردهای باانداره کوچکتر از 10 میکرومتر نسبت به سطح برگی هر یک از گونه‌ها در شکل 4 نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، گیاه خرزهره در مناطق 1 و 6 ذرات باانداره کوچکتر از 10 میکرومتر را بر سطح خود بخوبی رسوب داده است.

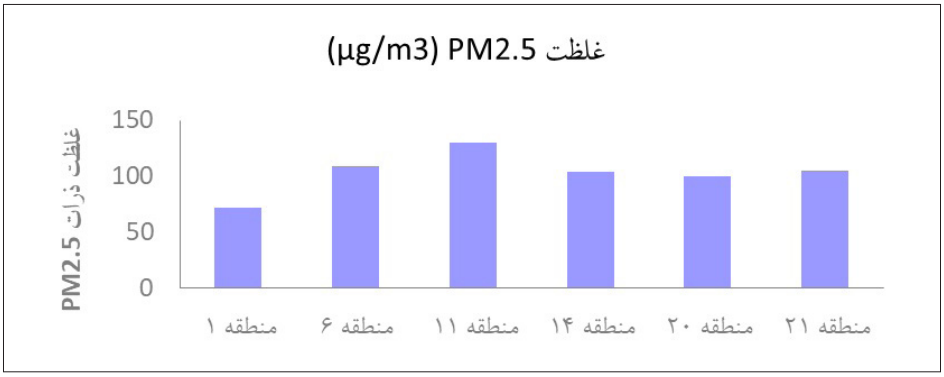


شکل ۱ - مناطق منتخب شهر تهران جهت جمع‌آوری نمونه با علامت ستاره مشخص شده است.

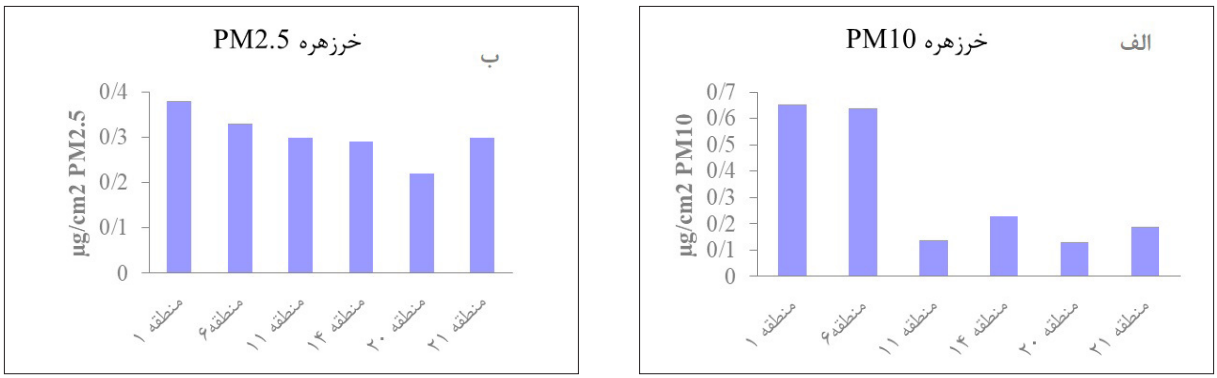
1. Pearson correlation



شکل ۲ - غلظت ذرات کوچکتر از ۱۰ میکرومتر در مناطق ۱ ،٦ ، ۱۱، ۱٤ ، ۲۰ و ۲۱.



شکل ۳ - غلظت ذرات کوچکتر از ۲/۵ میکرومتر در مناطق ۱ ،٦، ۱۱، ۱٤، ۲۰ و ۲۱.



شکل ٤ - جمع‌آوری ذرات PM۱۰ (الف)، و PM۲,۵ (ب) توسط گیاه خرزهره در مناطق منتخب شهر تهران.

گیاه *Berberis thunbergi*

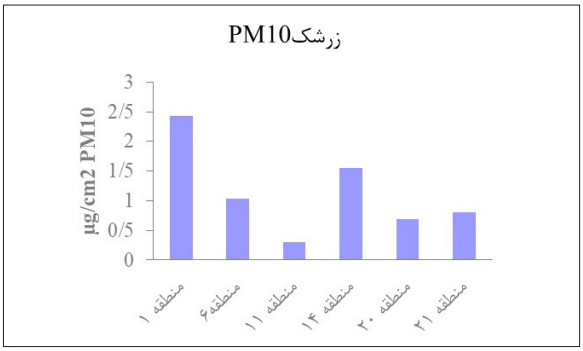
زرشک درختچه‌ای تیغ‌دار با ارتفاع حدود ۱ تا ۵ متر می‌باشد. نتایج این بررسی نشان داد که زرشک‌ها در منطقه ۱ تا حدود ۲µ g/cm ۲/۵ ذرات PM۱۰ را رسوب می‌دهند. همچنین در این منطقه بیش از سایر مناطق قادر به ترسیب PM۲,۵ (تا حدود ۲µ g/cm ۰/٤) می‌باشند (شکل ۵).

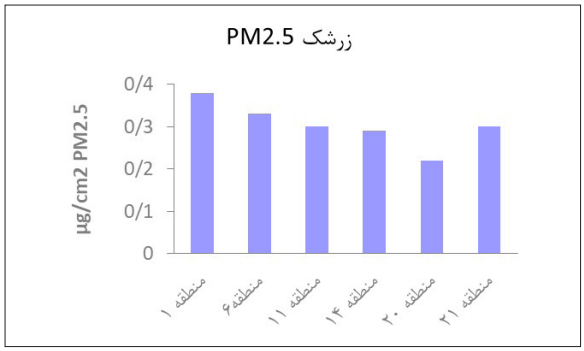
گیاه *Cotoneaster horizentali*

گیاه شیرخشت گیاهی از تیره گل رز است. در این بررسی شیرخشت در منطقه ۲۰ بیش از سایر مناطق موجب رسوب ذرات PM۱۰ هوا شده و در منطقه ۱۱ این مقدار حداقل بوده است (شکل ٦ الف). همچنین در مناطق ١٤ و ٢١ به‌ترتیب ۱/۵ و ۱ میکروگرم PM۲,۵ را به‌ازای هر سانتیمتر مربع از سطح خود رسوب داده است (شکل ٦ ب).

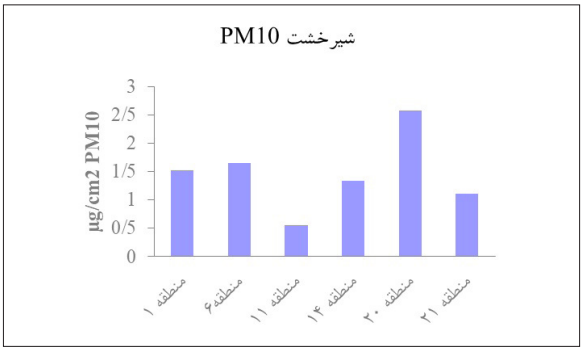
گیاه *Ligustrum vulgare*

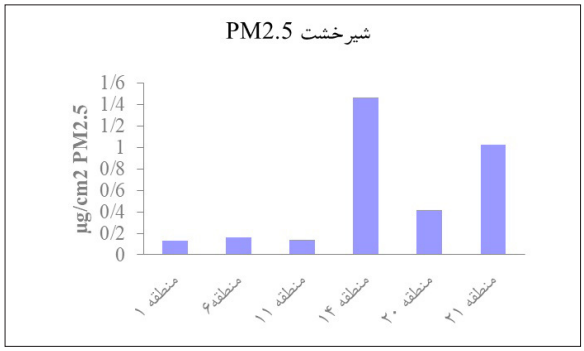
همانطور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، گیاه برگ‌نو در مناطق ۱ و ١٤ تا حدود ۱/۵ میکروگرم به‌ازای هر سانتیمتر مربع از سطح برگی خود، قادر به جمع‌آوری PM۱۰ بوده، در حالی‌که در مناطق ۱و ۲۱ PM۲,۵ را بهتر رسوب می‌دهد.



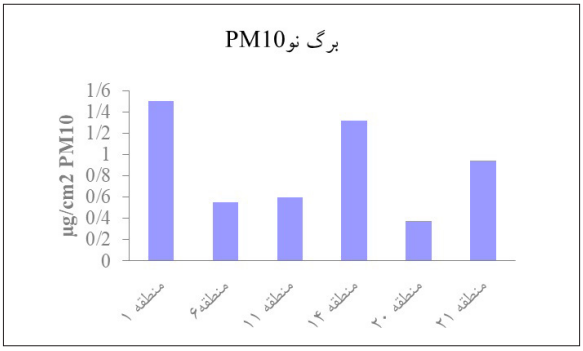


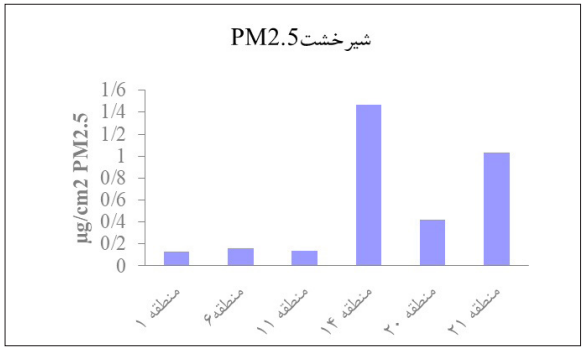
شکل ۵- جمع‌آوری ذرات PM۱۰ (الف) و PM۲,۵ (ب) توسط گیاه زرشک در مناطق منتخب شهر تهران.





شکل ٦- جمع‌آوری ذرات PM۱۰ (الف) و PM۲,۵ (ب) توسط گیاه شیرخشت در مناطق منتخب شهر تهران.

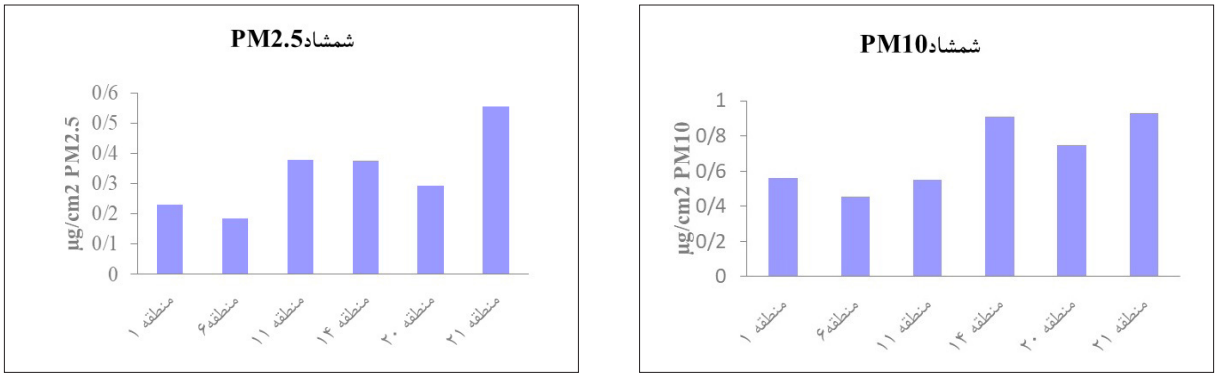




شکل ۷- جمع‌آوری ذرات PM۱۰ (الف) و PM۲,۵ (ب) توسط گیاه برگ نو در مناطق منتخب شهر تهران

گیاه *Euonymus japonicas*

نتایج نشـــان داد که گیاه شمشـــاد در مناطـــق ۱۴ و ۲۱ ذرات باانـــدازه کوچکتر از ۱۰ میکرومتر را بهتر از ســـایر مناطـــق بر روی خود رســـوب می‌دهـــد. در حالی که در ترســـیب ذرات کوچکـــتر از ۲/۵ میکرومتر، در منطقـــه ۲۱ موفق‌تر عمل می‌کند (شـــکل ۸).



شکل ۸- جمع‌آوری ذرات PM۱۰ (الف) و PM۲,۵ (ب) توسط گیاه شمشاد در مناطق منتخب شهر تهران.

بحث:

پوشـــش‌های گیاهـــی بـــه دو طریـــق بـــر آلودگی‌های هـــوا در محیط‌های شـــهری تأثیـــر می‌گذارنـــد: ۱. خنک کردن هـــوا و در نتیجـــه کند شـــدن روند تشـــکیل گـــرد و غبـــار، ۲. آلاینده‌های موجـــود در هـــوا (هم گازی و هم ذرات) را خشـــک کـــرده و آنها را از هـــوا حذف می‌کننـــد. درختان به‌طور مســـتقیم آلاینده‌های گازی (O۳، CO، NOx و SO۲) را از طریـــق روزنه‌هـــای خـــود حذف می‌کننـــد (۱۵). Mollashahi و همکاران (۱۶) در مطالعه‌ای نشـــان دادند که در شـــهر تهران درختان توت مقدار قابل توجهی از آلودگی‌هـــای فضای شـــهری را جـــذب می‌کننـــد. آلودگی‌هایی کـــه در هـــوا وجود دارنـــد، غالبـــاً از طریق روزنه‌هـــا جذب گیاه می‌شـــوند. بنابراین افزایـــش تعـــداد روزنه‌های برگـــی می‌تواند در جـــذب ایـــن آلودگی‌ها مؤثر باشـــند. بـــا این وجـــود به نظر می‌رســـد فاکتوری کـــه تعیین می-کنـــد که برگ گیاهـــی آلودگی خاصـــی را جـــذب می‌کنـــد یا خیـــر، توانایـــی ســـلول‌های گیاه بـــرای متابولیزه‌کـــردن آن آلودگی اســـت (۱۷). بـــه منظور حذف آلودگی‌هـــای موجـــود در هوا بایســـتی از گیاهان مقـــاوم به نوع آلودگـــی اســـتفاده شـــود. به‌نظر می‌رســـد که در میـــان درختان همیشـــه ســـبز و درختان برگ‌ریز، گیاهان برگ‌ریز مناســـب‌ترند و کارآیی بیشـــتری برای جـــذب آلودگی‌ها دارند (۱۸). نشـــان داده شده‌اســـت که درخت‌زارهـــای بریتانیا می‌تواننـــد ۴۰۰ تا ۶۰۰ تن PM۱۰ و ۷۷۰۰ تا ۱۱۲۰۰ تن دی‌اکســـید گوگرد هوا را در هر ســـال کاهـــش دهند (۱۹).

نتایج تحقیق حاضر مشـــابه بســـیاری از یافته‌های گذشـــته موید این نکته اســـت که فضای ســـبز شـــهری ذرات معلـــق موجود در هـــوا را کاهـــش می‌دهنـــد (۱۴، ۲۰، ۲۱). میزان کارایـــی آنها به عوامـــل مختلفـــی از جمله ویژگی‌هـــای منطقه مـــورد مطالعه و ویژگی‌هـــای گونه گیاهی مورد نظر وابســـته اســـت. همانطور که پیش‌بینی می‌شـــد ارتباط مســـتقیمی میان میزان آلودگی و میزان رســـوب ذرات معلق روی ســـطح برگ‌ها وجود دارد. بـــا این حال، نـــوع ایـــن رابطه با نـــوع گونه گیاهی و ســـطح آلودگـــی نیز در ارتباط می‌باشـــد. از ســـوی دیگر، نتایج ما نشـــان داد که گونه‌های چوبی توانایـــی خوبی در جمـــع‌آوری ذرات PM۱۰ دارند. در میان گونه‌های گیاهی انتخاب شـــده شیرخشـــت بیش از سایر گونه‌ها قادر بـــه جمـــع‌آوری ذرات PM۱۰ از هوا بود.

E. japonicus درختچه‌ای همیشه‌ســـبز اســـت که توانایی سازگاری آن با محیط بالاســـت و می‌توانـــد ریزگردها را در طول زمســـتان نیـــز از هوا حذف کند. رشـــد خوبی دارد و نســـبت بـــه آلودگی، خشـــکی، بیـــماری و گرما مقاوم اســـت (۲۲، ۲۳). ســـطح برگ‌ها صاف اســـت و لایـــه مومی ضخیمـــی دارد، روزنه‌هـــا مقعر بوده کـــه این امر توانایـــی آنها در جذب ذرات معلـــق در هوا را افزایش می‌دهـــد (۹). Zhao و همـــکاران (۲۰۱۶)، توانایی ٤ گونه گیاهی در حذف ریزگردها را بررســـی کردند و دریافتنـــد که E. japonicus نســـبت به ذرات معلق هوا از بقیه حســـاس‌تر اســـت (۲٤).

همچنین، نتایج بررســـی ما نشـــان داد که ظاهـــرا توانایی خرزهره در جمـــع‌آوری ذرات PM۱۰ کمـــتر از ســـایر گونه‌ها می‌باشـــد. کیفیت و توانایـــی گونه‌های گیاهی در جمـــع‌آوری ذرات PM۲,۵

بسیار متفاوت است. بطوری‌که زرشک و خرزهره بسیار موثر عمل می‌کنند.

همانطور که پیشتر اشاره شد، نوع واندازه ذرات موجود در هوا می‌تواند بر میزان رسوب آنها بر سطوح تأثیر گذارد. از طرف دیگر جنس و ویژگی‌های سطح نیز می‌تواند موثر باشد(۲۵). مطالعات گذشته نشان داده‌اند که رسوب ذرات به‌شدت به نوع گونه نیز وابسته است. با این‌وجود، گزارش شده که برگ‌های E. japanicus در شهر پکن g/m۲ ۱۱/۶۲۰ ذرات معلق را در سطح خود جذب می‌کنند و به حد اشباع می‌رسند که این مقدار بسیار بیشتر از گونه مشابه در شهر شیجیازوآنگ است. این تفاوت ممکن-است به‌دلیل تفاوت در میزان آلودگی در این دو شهر باشد (۲۶). در این بررسی نتایج نشان داد که هم غلظت آلاینده‌های هر یک از ایستگاه‌ها و هم اثرات اکولوژیکی محلی می‌تواند در جذب ریزگردها توسط گیاهان موثر باشد. در طی زمان نمونه‌برداری هیچ بارندگی و یا باد شدیدی رخ نداد. در منطقه ۲۱ که میزان ذرات معلق PM۱۰ بیش از سایر مناطق بود، Eunymus بیش از سایر گونه‌ها آلاینده‌ها را بر سطح خور انباشت می‌کند.

نتایج ما مشابه بسیاری از یافته‌های گذشته موید این نکته است که فضای سبز شهری ذرات معلق موجود در هوا را کاهش می‌دهند. میزان کارایی آنها به عوامل مختلفی از جمله ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه و ویژگی‌های گونه گیاهی مورد نظر وابسته است. همانطور که پیش‌بینی می‌شد (۲۷)، ارتباط مستقیمی میان میزان آلودگی و میزان رسوب ذرات معلق روی سطح برگ‌ها وجود دارد. با این حال، نوع این رابطه با نوع گونه گیاهی و سطح آلودگی نیز در ارتباط می‌باشد.

نتیجه‌گیری:

در این مطالعه، در برخی ایستگاه‌ها (مثلا منطقه ۱۱)، تعداد کارخانه‌ها بسیار زیاد است، بنابراین غلظت PM۱۰ نیز به‌شدت افزایش یافته است. با این‌حال، به نظر می‌رسد در ایستگاه‌هایی که مقدار PM۲,۵ بالاست، گونه‌های گیاهی بهتر عمل می‌کنند. همچنین، ظاهرا اهمیت تفاوت ساختاری و مورفولوژیکی گیاه در جمع‌آوری آلاینده‌ها تحت‌تأثیر ایستگاه مورد مطالعه و میزان آلودگی هوا قرار می‌گیرد. به نظر می‌رسد میزان آلودگی اتمسفر بر جذب آن توسط گیاه اثر می‌گذارد. از طرف دیگر سرعت رسوب ذرات به پایداری شرایط اتمسفر لایه مرزی نیز وابسته است.

تقدیر و تشکر:

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران می‌باشد، لذا از همه کسانیکه در اجرای این طرح به ما یاری رساندند، سپاسگزاریم.

تعارض منافع:

موردی گزارش نشده است

References

1. Wei X, Lyu Sh, Yu Y, Wang Z, Liu H, Pan D, Chen J. Phylloremediation of Air Pollutants: Exploiting the Potential of Plant Leaves and Leaf-Associated Microbes. Front Plant Sci. 1340-1318 :8 ;2017. **DOI:** 10.3389/fpls.2017.01318

2. U.S. Environmental Protection Agency. Air quality criteria for particulate matter. EPA Report No. EPA/600/P001/95-aF-Cf, vol. 3. National Center for Environmental Assessment-RTP Office, Research Triangle Park (NC). 1996.

3. Loxham M, Nieuwenhuijsen M. Health effects of particulate matter air pollution in underground railway systems – a critical review of the evidence. Part Fibre Toxicol. 24-1 :(12) 16 ;2019. **DOI:**10.1186/s-12989 2-0296-019

4. Loomis D, Grosse Y, Lauby-Secretan B, Ghissassi FE, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, et al. The carcinogenicity of outdoor air pollution. Lancet Oncol. 63-1262 :(13)14 ;2013. **DOI:** 10.1016/s-1470 -70487(13)2045x

5. Bai L, Wang J, Ma X, Lu H. Air pollution forecasts: An overview. Int J Environ Res Public Health. :(4) 15 ;2018

References

824-780. **DOI:** 10.3390/ijerph15040780

6. Brilli F, Fares S, Ghirardo A, de Visser P, Calatayud V, Muñoz A, et al. Plants for Sustainable Improvement of Indoor Air Quality, Trends Plant Sci. -507 (23) 6 ;2018 512. **DOI:** 10.1016/j.tplants.2018.03.004

7. Smith A, Pitt M. Healthy workplaces: plant escaping for indoor environmental quality. Facilities. :29 ;2011 187–169. SSN 2772-0263

8. Irga P, Burchett MD, Torpy F. Does urban forestry have a quantitative effect on ambient air quality in an urban environment? Atmos Environ. :120 ;2015 181-173. **DOI:**10.1016/j.atmosenv.2015.08.050.

9. Li S, Tosens T, Harley P, Jiang Y, Kanagendran A, Grosberg M, Jaamets K, et al. Glandular trichomes as a barrier against atmospheric oxidative stress: relationships with ozone uptake, leaf damage, and emission of LOX products across a diverse set of species. Plant Cell Environ. 1277-1263 :(6) 41 ;2018. **DOI:** 10.1111/pce.13128

10. Gawronska H, Bakera B. Phytoremediation of particulate matter from indoor air by Chlorophytum comosum L. plants. Air Qual Atmos Health. :8 ;2015 272–265. **DOI:**10.1007/s4-0285-014-11869

11. Chadzinikolau T, Kozłowska M, Mleczek M. Response of Berberis thunbergii to heavy metals under urban pollution. Dendrobiology, -65 :64 ;2010 72

12. Espinosa AJF, Oliva R. The composition and relationships between trace element levels in inhalable atmospheric particles (PM10) and in leaves of Nerium oleander L. and Lantana camara L. Chemosphere. 1672-1665 :(10) 62 ;2006. **DOI:** 10.1016/j.chemosphere.2005.06.038

13. Zhang t, Bai Y, Hong X, Sun L, Liu Y.. Particulate matter and heavy metal deposition on the leaves of Euonymus japonicus during the East Asian monsoon in Beijing, China. PLOS ONE. 6)12 ;2017): e0179840. **DOI:**10.1371/journal.pone.0179840

14. Dzierzanowski K, Popek R, Gawro´nska H, Sæbø A, W. Gawro´ nski S. Deposition of Particulate Matter of Different Size Fractions on Leaf Surfaces and in Waxes of Urban Forest Species. Int J Phytoremediation. ;2011 1046–1037 :13. **DOI:**15226514.2011.55292/10.1080 9

15. Peck LS, Barnes DKA, Cook AJ, Fleming AH, Clarke A. Negative feedback in the cold: ice retreat produces new carbon sinks in Antarctica. Glob Change Biol. 2623-2614 :16 ;2010. **DOI:**10.1111/ j.2486.2009.02071-1365.x

16. Mollashahi M, Alimohammadian H, Hosseini SM, Riahi A, Feizi V, Satareiyan A. Mapping Air Pollution Using Magnetometery on Tree Leaves in Tehran Metropolitan, Iran. Phys Geog Res. -93 :(3) 44 ;2012 108. **DOI:**10.22059/jphgr.2012.29216

17. Fahn A, Cutler D. Xerophytes. Encyclopedia of Plant Anatomy, Gebruder Borntraeger. vol.1992 .3.

18. Baslar S, Dogan Y, Yenil N, Karagoz S, Bag H. Trace element biomonitoring by leaves of Populus nigra L. from western Anatolia, Turkey. J Environ Biol. 26 ;2005 668-665 :(4).

19. Powe NA, Willis KG. Mortality and morbidity benefits of air pollution (SO2 and PM10) absorption attributable to woodland in Britain, J Environ Management. ;2004 128–119:70. **DOI:**10.1016/j.jenvman.2003.11.003

20. Popek R, Przybysz A, Gawronska H, Gawronski S. Impact of particulate matter accumulation on the photosynthetic apparatus of roadside woody plants growing in the urban condition. Ecotoxicol Environ Saf, 62-56 :163 ;2018 . **DOI:**10.1016/j. ecoenv.2018.07.051

21. Janhall S. Review on urban vegetation and particle air pollution – Deposition and dispersion. Atmospheric Environment, 137-130 :105 ;2015. **DOI:** 10.1016/j.atmosenv.2015.01.052

22. Zhong C, Gao Z, Li W, Gao RF. Study on characteristic of chlorophyll a fluorescence kinetics of overwintering Euonymus Japonicus in Beijing. J Agricul Univ Hebei. 002 :5 ;2008.

23. Xiong Y, Li C, Liu X. A study of the cold resistance of Euonymus japonicus and its application. J Chin Landsc Archit. 013 :4 ;2004.

24. Zhao ST, Xin-Yu LI, Yan-Ming LI. Capability of common garden plants in Beijing to retain PM_(2.5). J Northwest For Univ. 287-280 :(2) 31 ;2016.

25. Estokova A, Nadezda Stevulova N. Investigation of Suspended and Settled Particulate Matter in Indoor Air. Atmospheric Aerosols - Regional Characteristics - Chemistry and Physics. 2012

26. Zhang t, Bai Y, Hong X, Sun L, Liu Y. Particulate matter and heavy metal deposition on the leaves of Euonymus japonicus during the East Asian monsoon in Beijing, China. PLOS ONE. 6)12 ;2017): e0179840 **DOI:**10.1371/journal.pone.0179840