دوماهنامه سلامت کار ایران دوره ۱۳، شماره ۳، مرداد و شهریور ۱۳۹۵

بررسی کارایی گل‌های زینتی در کاهش ترکیبات آلی فرار هوا در محیط‌های سرپوشیده

فتح‌الله غلامی بروجنی[۱]، فاطمه نجات زاده باراندوزی[۲]، علی کولیوند[۳]، حشمت‌الله نورمرادی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۷/۲۵ تاریخ ویرایش: ۹۳/۱۲/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۳/۲۶

چکیده

زمینه و هدف: استفاده از گیاهان به‌منظور پالایش هوای محیط‌های بسته از دیرباز موردتوجه بسیاری از محققین بوده است. در این مطالعه کارایی استفاده از متداول‌ترین گل‌های زینتی آپارتمانی به‌منظور بررسی قابلیت حذف پنج نوع آلاینده اعم از هیدروکربن‌های آروماتیک (بنزن و تولوئن)، هیدروکربن‌های آلیفاتیک (اکتان)، هیدروکربن‌های هالوژنه (تری کلرواتیلن TCE) و تروپن ها (آلفا-پینن) در محیط‌های بسته مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی: ابتدا ۱۰ نوع گل زینتی به‌طور جداگانه در گلدان‌های مختلف کشت داده شد و سپس درون شیشه‌های شفاف دربسته به حجم ۱۰ لیتر قرار داده شدند و هرکدام در معرض غلظت‌های مختلف بنزن، TCE، تولوئن، اکتان و آلفا-پینن (۳۱/۹، ۵۳/۷، ۴۶/۷، ۵۶/۴ و ۵۵/۷) میکروگرم بر مترمکعب قرار گرفتند. نمونه‌های هوا از داخل شیشه‌ها در مدت‌زمان تماس ۳ و ۶ ساعت برای هر گیاه به‌طور جداگانه برداشته شد و درنهایت پس از نمونه‌برداری گاز داخل شیشه توسط دستگاه GC-MS و دتکتور تیوب‌ها به‌منظور بررسی راندمان حذف آلاینده‌ها مورد آنالیز قرار گرفتند. کارایی حذف آلاینده‌های آلی به‌وسیله برگ گیاهان زینتی برای هر ترکیب آلی فرار (VOCs) در هر گیاه برحسب میکروگرم بر مترمکعب بر مترمربع در ساعت بیان‌شده است.

یافته‌ها: نتایج نشان داد از بین ۱۰ گل زینتی مورد بررسی، آلترناریا، عشقه، برگ بیدی و هوستا بیشترین کارایی حذف کل VOCs را از خود نشان دادند. گل آلترناریا، نقش بیشتری در حذف چهار آلاینده (بنزن، TCE، تولوئن و اکتان) از پنج آلاینده موردمطالعه داشته است. متوسط حذف کل پنج آلاینده موردمطالعه توسط گیاهان زینتی بین ۴۴-۸ میکروگرم بر مترمکعب بر مترمربع در ساعت بوده است. گونه عشقه به‌طور مؤثری آلفا-پینن را حذف کرد. تمامی گل‌های موردمطالعه منجر به حذف VOCs از محیط بسته شدند.

نتیجه‌گیری: تفاوت در کارایی حذف گونه‌های مختلف گل‌های زینتی نشان داد که برای بهبود کارایی استفاده از گل‌های زینتی برای حذف آلاینده‌های آلی فرار از هوای محیط‌های بسته، نیاز است که گونه‌های مختلفی از گیاهان زینتی در محیط‌های بسته کاشته شود. این مطالعه نشان داد استفاده از گل‌های زینتی در محیط‌های بسته می‌تواند راهکار مناسبی برای کاهش آلاینده‌های آلی فرار از محیط‌های بسته باشد.

کلیدواژه‌ها: آلودگی هوا، گیاهان زینتی، ترکیبات آلی فرار، محیط‌های بسته، GC-MS

مقدمه

هر فرد به‌طور متوسط حدود ۹۰ درصد از وقت خود را در محیط‌های بسته می‌گذراند. به همین دلیل، کیفیت هوای محیط‌های بسته برای سلامتی انسان‌ها از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد (۱). برخی از گزارشات نشان می‌دهد هوای محیط‌های بسته ۵ تا ۷ برابر هوای محیط‌های باز آلوده‌تر می‌باشند. آلودگی هوای داخل ساختمان به آلاینده‌های میکروبی، شیمیایی و فیزیکی به‌عنوان یک مسئله بهداشتی جدی شناخته شده و عامل ایجاد بیماری وابسته به ساختمان (Building Related Illness) و سندرم بیماری ساختمان (Sick Building Syndrome) بوده که عوارض و علائم زیادی را برای افراد در معرض تماس ایجاد می‌کنند. از آنجائی که زمان تماس با یک آلاینده مشخص نقش زیادی درشدت اثر آن آلاینده دارد می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تأثیر حضور یک آلاینده با یک‌میزان مشخص در محیط‌های بسته بسیار بیشتر از محیط‌های باز یا هوای آزاد خواهد بود (۲). زیرا زمان تماس افراد در چنین محیط‌هایی چند برابر زمان تماس در هوای آزاد می‌باشد. از طرفی حرکت، جابجایی و تهویه بسیار آرام و کند هوا در داخل

۱- استادیار و عضو هیأت علمی دانشکده علوم پزشکی آبادان، آبادان، ایران

۲- (نویسنده مسئول) استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی خوی، خوی، ایران

fnejatzadeh@yahoo.com

۳- استادیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

۴- استادیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ایلام، ایران

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]

ساختمان‌ها به دلیل طراحی نامناسب ساختمان‌ها، عدم تهویه مناسب و حضور منابع دیگر آلاینده نظیر دفع آلاینده‌ها در اثر فعالیت‌های فیزیولوژیک افراد (دی‌اکسید کربن، رطوبت و ...) حضور عوامل مختلف میکروبی نظیر باکتری‌ها، قارچ‌ها و غیره در اغلب موارد باعث می‌گردد که غلظت آلاینده‌های هوای داخل ساختمان‌ها از مقادیر مجاز پذیرفته‌شده بالاتر باشد که با توجه میزان و نوع آلاینده مخاطرات متعددی را می‌تواند برای افراد داشته باشد (۳). آلاینده‌های هوای محیط‌های بسته ناشی از فعالیت انسان‌هایی که درون ساختمان‌ها زندگی می‌کنند، تبخیر حلال‌ها و نفوذ آلاینده‌های محیط به داخل ساختمان می‌باشد. آلاینده‌های هوای داخل ساختمان شامل: ترکیبات آلی فرار (VOCs[1])، ذرات، ازن، رادون، سرب و آلاینده‌های بیولوژیکی می‌باشند (۴). تماس با این آلاینده‌ها منجر به ایجاد بیماری‌های حاد تنفسی (مانند آسم) و بیماری‌های مزمن ریوی (مانند: سرطان، بیماری‌های ایمونولوژیک، نورولوژیک و ...) می‌شود (۵). ترکیبات آلی فرار (VOCs) از رنگ‌ها، چسب‌ها، مبلمان، حلال‌ها، مواد ساختمانی، آب شرب و ... ناشی می‌شوند همچنین برخی از مطالعات نشان دادند که بیش از ۳۰۰ نوع از ترکیبات آلی فرار در هوای داخل ساختمان‌ها شناسایی‌شده است (۶). این ترکیبات شامل هیدروکربن‌های آروماتیک (مانند بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، زایلن)، هیدروکربن‌های آلیفاتیک (مانند: هگزان، هپتان، اکتان و دکان)، هیدروکربن‌های هالوژنه (مانند: تری کلرو اتان TCE، متیل کلراید) و تروپن ها (مانند: آلفا پینن) می‌باشند (۴). برخی از گزارشات نشان می‌دهد هوای داخل ساختمان‌ها در برخی از موارد ۵ تا ۷ برابر آلوده‌تر از هوای بیرون می‌باشد (۵). بنزن، تولوئن، اکتان، TCE و آلفا پینن از هرکدام از گروه‌های فوق به دلیل سمیت و میزان خطرات بالای آن‌ها به‌عنوان شاخص هرکدام از گروه‌های فوق می‌باشند (۴). گیاهان ترکیبات آلی خطرناک را از هوای محیط اطراف، بر سطوح برگ و همچنین درون روزنه‌های هوایی خود جذب می‌کنند.

شواهد زیادی نشان می‌دهد که گیاهان قابلیت حذف ذرات، گازهای معدنی و ترکیبات آلی فرار را دارا می‌باشند (۹-۶). گزارشات متعددی نشان داده است که بسیاری از گونه‌های گیاهان قابلیت حذف بنزن، TCE و تولوئن را دارا می‌باشند (۱۰). بررسی‌ها نشان می‌دهد در ایران هیچ‌گونه مطالعه‌ای در این زمینه انجام‌نشده است. Liu و همکارانش در سال ۲۰۰۷ به بررسی کارایی گیاهان زینتی در حذف بنزن از هوا پرداختند، نتایج این مطالعه نشان داد که میزان تابش فعال فتوسنتزی و غلظت بنزن به‌عنوان دو فاکتور مهم در حذف بنزن با استفاده از گیاهان زینتی می‌باشد (۳). کارایی حذف آلاینده‌ها توسط هرکدام از گیاهان، با توجه به ویژگی‌های گیاه‌شناسی (سطح برگ، میزان تبخیر و تعرق، میزان فتوسنتز، سن و حساسیت گیاه) متفاوت گزارش‌شده است (۱۱). هدف از انجام این مطالعه بررسی کارایی ۱۰ گونه گیاه زینتی آپارتمانی که در برخی از مطالعات به‌عنوان گونه‌های مقاوم در برابر آلودگی گزارش‌شده اند در حذف آلاینده‌های VOCs از محیط‌های بسته در مقیاس آزمایشگاهی بوده است و مقایسه کارایی گیاهان مختلف در حذف این آلاینده‌های محیطی موردمطالعه قرار گرفته است.

روش کار

گیاهان زینتی موردمطالعه

۱۰ گونه گیاه زینتی پرمصرف در منازل و ادارات از خانواده های مختلف از مراکز تهیه و توزیع گیاهان زینتی (گلخانه ها و گلفروشی های سطح شهرتهران) تهیه و جهت آزمایشات مورد بررسی قرار گرفتند. ویژگی‌های گیاهان موردمطالعه در جدول (۱) آورده شده است. هرکدام از گیاهان موردمطالعه، بعد از شستشو دادن ریشه و برگ، در گلدان‌های ۵۰۰ سی سی پلاستیکی تحت شرایط کنترل شده کشت داده شدند و به مدت ۸ هفته به‌منظور آداپته شدن با محیط جدید در شرایط دمایی ۲۲ درجه سانتی گراد، ۵۰٪ رطوبت نسبی نگهداری شدند. در این مدت به‌منظور اطمینان از تابش برابر نور خورشید در تمامی گلدانهای موردمطالعه در محل قرار گرفتن گلدانها

[1] Volatile Organic Compounds

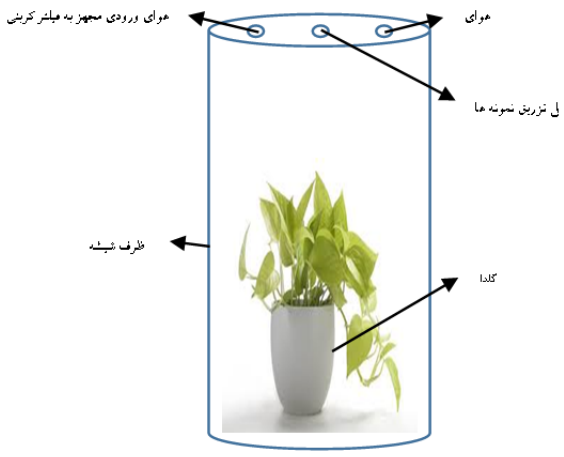
[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]

در پشت پنجره های آزمایشگاه و ایجاد شرایط یکسان در آن‌ها از شاخص PAR[۲] (تابش فعال فتوسنتزی: به ناحیه ی نور مرئی طیف خورشیدی، تابش فعال فتوسنتزی گویند) که با استفاده از تابش سنج لوله ای اندازه گیری شد استفاده شده است.

مطالعه حذف VOCs با استفاده از گیاهان زینتی در مقیاس آزمایشگاهی

گیاهان موردمطالعه بعد از آماده سازی و سازگاری با محیط درون ظروف شیشه ای ۱۰ لیتری شفاف (مطابق شکل ۱) قرار داده شدند (یک گیاه در هر شیشه) و برای هرکدام از این شیشه‌ها دو منفذ ورودی و خروجی در درب آن به‌منظور افزودن دوز های آلاینده‌های VOCs موردمطالعه و هوای ورودی تمیز و نمونه‌برداری از هوای محیط داخلی شیشه‌ها ایجاد شد (۷). منفذ ورودی به یک فیلتر که حاوی لوله پیرکس در اندازه ۱×۱۰ سانتی متر که حاوی ۲/۵ گرم کربن فعال بود و به گونه ای ساخته شده بود که هوای ورودی تازه عاری از VOCs باشد و در غلظت‌های ساخته شده بصورت سنتزی نیز اختلالی ایجاد نکند تعبیه شده بود. میزان جریان هوای مورد نیاز ورودی به‌منظور نگهداری گلها در زمانهایی که اضافه کردن آلاینده انجام نمیشد ۱۵۰ میلی لیتر در دقیقه بود توسط یک پمپ تامین می شد. نمونه‌برداری از هوای داخل هرکدام از شیشه‌ها بصورت فعال با استفاده از سرنگ نمونه‌برداری برای هرکدام از گیاهان موردمطالعه در شرایط مختلف آزمایشگاهی انجام می شد و غلظت VOCs با استفاده روش سازمان حفاظت محیط زیست امریکا (U.S. EPA Method) با استفاده از از GC-MS مدل (6890N/5973; Agilent, Palo Alto, CA) مورد آنالیز قرار می گرفت (۹و ۸).

گیاهان موردمطالعه در معرض غلظت‌های مختلف از هرکدام از آلاینده‌ها به ترتیب ۳۱/۹، ۵۳/۷، ۴۶/۷، ۵۶/۴ و ۵۵/۷ میکروگرم بر مترمکعب با توجه به تزریق حجم های مختلف آلاینده‌ها و اندازه گیری غلظت اولیه به



شکل ۱. شماتیک نحوه قرارگیری گلدان‌ها در مخزن شیشه ای

ترتیب برای بنزن، TCE، تولوئن، اکتان و آلفا پینن که همگی از شرکت سیگما و مرک با گرید آزمایشگاهی خریداری شدند و با توجه به غلظت‌های موردمطالعه در سایر مطالعات قرار گرفتند. این غلظت ها بشکل تجربی با اضافه نموده ۲، ۲/۷، ۲/۴، ۴ و ۴ میکرولیتر از بنزن، TCE، تولوئن، اکتان و آلفا پینن به شیشه‌های حاوی گلدان ایجاد شده است. سپس غلظت این ترکیبات آلی فرار از هوای محیط داخلی شیشه‌ها بعد از ۳ و ۶ ساعت در طول روز مورد سنجش قرار می گرفت. به‌منظور بالابردن میزان دقت، تعداد آزمایشات برای هر نمونه به صورت ۳ بار تکرار انجام می شد و یک نمونه شاهد که بدون گلدان و گیاه بود در کنار هرکدام از شیشه‌ها مورد پایش قرار می گرفت. همچنین به‌منظور بررسی اثر تداخلی ترکیبات آلی تولیدی احتمالی توسط گیاهان (Biogenic Volatile Organic Compounds) از نمونه‌های کنترلی (گلدان همراه با گیاه موردمطالعه، بدون اضافه کردن ترکیبات آلاینده) استفاده شده است (۱۲).

آنالیز آلاینده‌های آلی فرار

به‌منظور آنالیز هرکدام از آلاینده‌های VOCs، یک میلی لیتر از هوای آلوده با استفاده از ظروف نمونه‌برداری شیشه ای مخصوص (در دوره های تماس ۳ و ۶ ساعته)

[۲] Photosynthetically Active Radiation

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]

جدول ۱: خصوصیات عمومی گیاهان زینتی مورد استفاده در این مطالعه [۳]

شماره	خانواده	نام لاتین	نام عمومی	سطح برگ (سانتی مترمربع به ازای هر گیاه)
۱	آکانتاسه	Fittonia argyroneura Coem.	Silver-net leaf	۶۶۰ ±۴۵
۲	آکانتاسه	Hemigraphis alternata (Burm.f.) T. Anders ‘Exotica’	Purple waffle	۳۵۲ ±۳۷
۳	آگاواسه	Dracaena fragrans (L.) Ker-Gawl.	Corn plant	۷۱۲±۳۹
۴	شیپوری	Anthurium andreanum Linden	Flamingo flower	۶۱۶±۷۶
۵	آرالیاسه	Schefflera arboricola (Hayata) Merr. ‘Variegata	Variegated schefflera	۵۷۸±۵۶
۶	آرالیاسه	Polyscias fruticosa (L.) Harms	Ming aralia	۴۷۷±۲۶
۷	لیلیاسه	Aspidistra elatior Blume ‘Milky Way	Cast iron plant	۱۰۷۹±۱۹
۸	مارانتاسه	Calathea roseopicta (Linden) Regal	Peacock plant	۵۶۰±۷۸
۹	موراسه	Ficus benjamina L.	Weeping fig	۴۸۲±۳۶
۱۰	پیپراسه	Peperomia clusiifolia (Jacq.) Hook. ‘Variegata	Variegated red-edged peperomia	۹۳۵±۲۲

برداشته شده و با استفاده از GC-MS در دمای تزریق ۲۲۵ درجه سانتی گراد و از گاز هلیم به‌عنوان گاز حامل با جریان ۱/۸ میلی لیتر در دقیقه استفاده شده است به‌منظور تهیه منحنی استاندارد محلولهای ۰/۵، ۱، ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میکرولیتر بر لیتر در حلال هگزان برای هرکدام از ترکیبات استفاده شده است، مورد آنالیز قرار گرفت (۱۱ و ۸). منحنی استاندارد هرکدام از آلاینده‌ها با استفاده از استانداردهای آنالیز دستگاهی که از شرکت مرک خریداری شده ترسیم گردید (۱۲). برای محاسبه میزان VOCs حذف شده و غلظت تجمعی حذف VOCs با استفاده از گیاهان زینتی به ترتیب از فرمول های (۱) و (۲) استفاده شده است: (۱۲).

$$\text{VOCs Removal (\%)} = \frac{[C-(S-M)]}{(L \times T)} \quad (1)$$

$$\text{VOCs} = \frac{[C-(S-M)]}{L} \quad (2)$$

که در این فرمولها:

C: غلظت VOCs در ظرف کنترل برحسب ($\mu g/m^3$)

S: غلظت VOCs در نمونه‌های برداشته شده بعد از ۳ و ۶ ساعت تماس برحسب ($\mu g/m^3$)

M: غلظت VOCs در نمونه‌های کنترل برحسب ($\mu g/m^3$)

L: کل سطح برگ برحسب m^2

T: زمان تماس گیاهان با VOCs برحسب hr

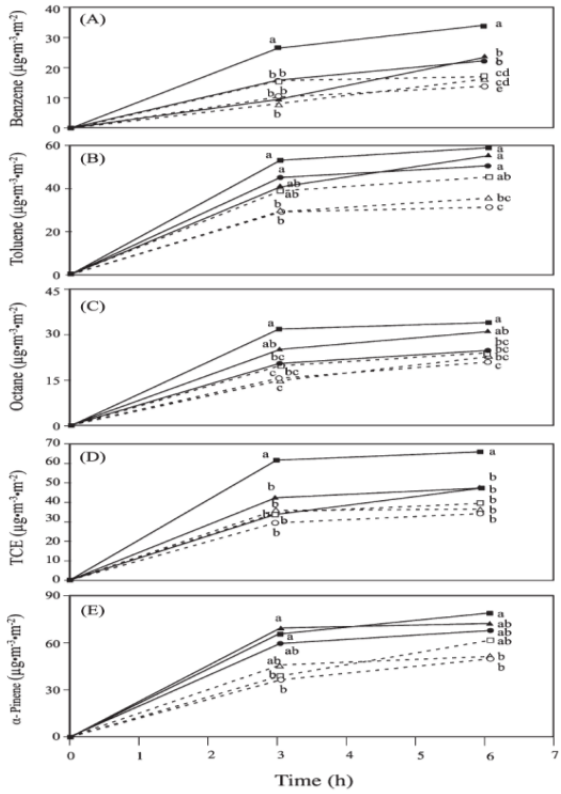
به‌منظور آنالیز داده ها از آنالیز واریانس و آزمون دانکن با استفاده از نرم افزار SAS استفاده شده است. تعداد تکرار در هر آزمون سه بار بوده است.

نتایج

غلظت اولیه بنزن، تولوئن، اکتان، TCE و آلفا پینن درون شیشه‌ها به ترتیب برابر ۳۰/۹، ۵۹/۱، ۳۶/۴، ۴۴/۳ و ۵۴/۷ میکروگرم بر مترمکعب بوده است. نتایج جذب هرکدام از آلاینده‌ها توسط گلدان‌ها و خاک به‌عنوان نمونه‌های کنترل در جدول ۲ آورده شده است. نتایج جذب آلاینده‌ها برای دو گونه از گیاهان موردمطالعه که بیشترین جذب را داشته اند در نمودار ۱ آورده شده است.

بدلیل اینکه گیاهان موردمطالعه از لحاظ اندازه، شکل و سطح برگ متفاوت بوده اند به‌منظور مقایسه نتایج میزان جذب هرکدام از آلاینده‌هابر اساس $\mu g/m^3\text{-}m^2$ از لحاظ سطح برگ گیاه بیان‌شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد راندمان حذف آلاینده‌ها توسط گیاهان موردمطالعه به ترتیب برای بنزن ۵/۵۴–۰/۳، تولوئن ۹/۶۳–۱/۵۴، اکتان ۵/۵۸–۰، TCE ۱۱/۰۸–۱/۴۸، آلفا پینن ۱۲/۱–۲/۳۳ و کل VOCs بین ۴۴/۰۶–۵/۵۵

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]



نمودار ۱: حذف تجمعی (A) بنزن، (B) تولوئن، (C) اکتان، (D) تری کلرو اتیلن (TCE)، (E) آلفا پینن توسط گیاهان بعد از ۶ ساعت تماس برای گیاهان: (a) آلترناریا (b) عشقه (c) برگ بیدی (d) هوستا

جدول ۲: میزان تجمعی VOCs روی گلدانهای پلاستیکی و بستر کشت بعد از ۳ و ۶ ساعت تماس در نمونه های شاهد

میزان تجمعی VOCs روی گلدانهای پلاستیکی و بستر کشت ($\mu g/m^3$)		
میزان تجمعی VOCs	۳ ساعت ($\mu g/m^3$)	۶ ساعت ($\mu g/m^3$)
بنزن	۰/۳۵±۰/۰۶	۰/۳۸±۰/۰۵
تولوئن	۱/۱۳±۰/۰۶	۱/۲۱±۰/۰۴
اکتان	۰/۳۵±۰/۰۸	۰/۴۷±۰/۰۷
TCE(تری کلرو اتیلن)	۱/۰۰±۰/۱۷	۱/۱۰±۰/۰۸
آلفا پینن	۱/۰۳±۰/۱۷	۱/۱۳±۰/۰۷

* میانگین ± SEM تعداد تکرار برابر ۳ (n=۳)

درصد متفاوت بوده است. این نتایج در جدول ۳ برای هرکدام از گیاهان موردمطالعه آورده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

گزارشات متعددی نشان می‌دهد آلودگی هوای داخل ساختمان‌ها می‌تواند ۵ تا ۷ برابر هوای بیرون باشد که می‌تواند منجر به ایجاد سندرم ساختمان بیمار (SBS) گردد؛ بنابراین نیاز به بررسی روشهای مناسب برای تصفیه و پاکسازی هوای داخل ساختمان‌ها وجود دارد. یکی از روشهای حذف آلاینده‌های آلی فرار (VOC)، استفاده از روش گیاه پالایی گزارش‌شده است. نتایج این مطالعه نشان داد از بین ۱۰ گونه گیاه زینتی موردمطالعه،،

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]

جدول ۳: میزان جذب VOCs توسط گیاهان زینتی مورد مطالعه به ترتیب بیشترین میزان جذب بر واحد سطح برگ با استفاده از فرمول ۱ و ۲.

گیاه مورد مطالعه	راندامان حذف VOCs توسط گیاهان بر حسب ($\mu g/m^3$-m^2-h)					
	بنزن	تولوئن	اکتان	TCE	آلفا پینن	کل VOC ها
آلترناریا	۵/۵۴±۰/۲۹	۹/۶۳±۰/۹۴	۵/۵۸±۰/۶۸	۱۱/۰۸±۰/۹۹	۱۲/۲۱±۰/۶۱	۴۴/۰۴±۲/۸۹
عشقه	۳/۶۳±۰/۳۳	۸/۲۵±۰/۶۴	۵/۱۰±۰/۴۹	۸/۰۷±۰/۷۰	۱۳/۲۸±۰/۹۵	۳۸/۳۳±۳/۱۷
برگ بیدی	۳/۸۶±۰/۵۸	۹/۱۰±۱/۱۷	۳/۸۰±۱/۰۸	۷/۹۵±۱/۲۰	۱۰/۴۵±۱/۷۸	۳۴/۱۲±۵/۵۲
هوستا	۲/۲۱±۰/۲۱	۵/۸۱±۰/۶۷	۳/۸۰±۰/۶۲	۵/۷۹±۰/۷۵	۸/۴۸±۱/۱۷	۲۶/۰۸±۳/۴۰
فیکوس بنجامین	۱/۳۶±۰/۰۷	۵/۰۶±۰/۱۹	۳/۹۸±۰/۱۹	۴/۷۴±۰/۱۵	۸/۶۸±۰/۴۰	۲۴/۱۳±۰/۸۶
فیتونیا	۲/۸۴±۰/۲۸	۵/۰۹±۰/۲۳	۱/۷۷±۰/۲۵	۶/۱۵±۰/۳۶	۴/۳۰±۰/۳۹	۲۰/۰۵±۱/۴۶
پیرومیا	۱/۲۰±۰/۱	۲/۱۷±۰/۱۱	۲/۰۳±۰/۰۱	۲/۴۰±۰/۱۳	۴/۶۱±۰/۱۴	۱۲/۹۸±۰/۳۹
شفلرا	۰/۴۴±۰/۰۷	۲/۲۵±۰/۲۳	۱/۷۵±۰/۱۳	۱/۷۸±۰/۱۷	۴/۱۸±۰/۳۴	۱۰/۴۰±۰/۸۴
فیکوس برگ پهن	۰/۳۸±۰/۰۷	۲/۲۹±۰/۱۱	۱/۲۰±۰/۱۳	۱/۷۵±۰/۱۹	۲/۶۶±۰/۱۲	۸/۲۸±۰/۵۶
دیفن باخیا	۰/۱۸±۰/۰۴	۲/۰۳±۰/۱۰	۱/۰۱±۰/۱۰	۱/۸۳±۰/۰۷	۲/۹۹±۰/۲۰	۸/۰۵±۰/۳۹

*میانگین ± SEM تعداد تکرار برابر ۳ (n=۳)

آلترناریا، عشقه، برگ بیدی و هوستا بیشترین کارایی حذف کل VOCs را از خود نشان دادند. گل آلترناریا، نقش بیشتری در حذف چهار آلاینده (بنزن، TCE، تولوئن و اکتان) از پنج آلاینده موردمطالعه داشته است. متوسط حذف کل پنج آلاینده موردمطالعه توسط گیاهان زینتی بین ۴۴-۸ میکروگرم بر مترمکعب بر مترمربع در ساعت بوده است. گونه عشقه به‌طور مؤثری آلفا-پینن را حذف کرد. تمامی گل‌های موردمطالعه منجر به حذف VOCs از محیط بسته شدند. نتایج کلی این مطالعه نشان می‌دهد حضور گیاهان زینتی در محل های زینتی و کار و محیط زیست می‌تواند منجر به کاهش ترکیبات آلی فرار شود. Liu و همکارانش در سال ۲۰۰۷ نشان دادند که آلترناریا و عشقه در غلظت کمتر از ۱۰۰ میکروگرم در مترمکعب از TVOCs (کل ترکیبات آلی فرار) در مدت ۲۴ ساعت قابلیت حذف ۷۵-۵۰ درصد از این آلاینده‌ها را دارا می‌باشند (۳). همچنین برخی از گزارشات نشان دادند که میکروارگانیسم های موجود در ریشه گیاهان و خاک نیز بر راندمان حذف آلاینده‌ها توسط گیاهان تاثیر زیادی دارد (۵). بر اساس نتایج این مطالعه می توان گیاهان موردمطالعه را در سه دسته عالی (آلترناریا، عشقه، برگ بیدی، هوستا و فیکوس بنجامین)، متوسط (فیتونیا، پیرومیا و شفلرا) و ضعیف (فیکوس برگ پهن و دیفن باخیا) قرار داد. بر اساس این مطالعه و سایر مطالعات، گیاهان زینتی منجر به حذف آلاینده‌های آلی درون ساختمان می‌شود و می توانند منجر به بهبود کیفیت هوای داخل ساختمان‌ها گردد. پیشنهاد می‌شود مطالعات بیشتری در زمینه حذف سایر آلاینده‌ها توسط گونه‌های مختلف گیاهان زینتی انجام شود

منابع

1. Beattie GA, Seibel JR. Uptake and localization of gaseous phenol and p-cresol in plant leaves. Chemosphere 2007; 68(3):528–536.

2. Cape JN. Effects of airborne volatile organic compounds on plants. Environ. Pollut 2003;122(1):145–157.

3. Liu YJ, Mu YJ, Zhu YG, Ding H, Arens NC.Which ornamental plant species effectively remove benzene from indoor air? Atmos Environ 2007; 41:650–654.

4. Darlington A, Chan M, Malloch D, Pilger C, Dixon MA. The biofiltration of indoor air: Implications for air quality. Indoor Air. 2000; 10(1):39–46.

5. Wood RA, Orwell RL, Tarran J, Torpy F, Burchett MD. 'Potted plant-growth media: interactions and capacities in removal of volatiles from indoor air', J Environ Hort Biotechnol. 2002. 77 (1), 120–129.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]

6. Schmitz H. Hilgers U, Weidner M. Assimilation and metabolism of formaldehyde by leaves appear unlikely to be of value for indoor air purification. New Phytol. 2000. 147 (6):307–315.

7. Orwell RL, Wood RA, Burchett MD, Tarran J, Torpy F. The potted-plant microcosm substantially reduces indoor air VOC. Water, Air Soil Pollut. 2006.175;(4):163-180.

8. Labora Won D, Lusztyk E, Shaw CY. Target VOC list. Final Rept, National Research Council Canada. 2005.

9. Yoo MH, Kwon YJ, Son KC, Kays SJ. Efficacy of indoor plants for the removal of single and mixed volatile organic pollutants and physiological effects of the volatiles on the plants. J Am Soc Horticult Sci.2006;131:452–458.

10. Son KC. Indoor plants help people stay healthy. Joongang Life Pub. Co, Seoul, Korea. 2004.

11. Sandhu A, Halverson LJ, Beattie GA. Bacterial degradation of airborne phenol in the phyllosphere. Environ Microbiol.2007;9(2):383–392.

12. Zabiega1a B. Organic compounds in indoor environments. Polish J Environ Stud. 2006; 15 (3):383– 393.

13. Bringslimark T, Hartig T, Patil GG. Psychological benefits of indoor plants in workplaces: Putting experimental results into context. Hort Sci.2007; 42(3):581–587.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]

Survey the effect of ornomental flowers in reduction of volatile organic compounds from indoor ambients

Fathollah Gholami-Borujeni[1], Fatemeh Nejatzadeh-Barandozi[2], Ali Koolivand[3], Heshmatollah Nourmoradi[4]

Received: 2015/04/16 Revised: 2015/10/07 Accepted: 2015/10/23

Abstract

Background and aims: Using plants to purify indoor air has long been of interest to many researchers. In this study the effectivness application of conventional apartment ornomental flowers to survey removal capability of five kind of pollutant: aromatic hydrocarbons (Benzene and Toluene), aliphatic hydrocarbons (Octane), halogenated hydrocarbons (Trichloroethylene (TCE)) and tropens (Alpha-Pinene) in indoor ambients was studied.

Methods: At first, 10 species of ornomental flowers were cultured seperatly in pots and then were placed in 10L gas-tight glass jars and exposed to different concentrations of benzene, TCE, toluene, octane, and α-pinene, (31.9, 53.7, 46.7, 56.4, 55.7), respectively. Air samples within the glass containers were analyzed by gas chromatography–mass spectroscopy and detector tubes 3 and 6 h exposure to the test pollutants to determine removal efficiency. The removal efficiency, expressed as µg/m3-m2-h basis for each volatile organic compound (VOC), varied with plant species.

Results: Results show that of the 10 ornomental flower tested, Alternaria, Hedera helix, Tradescantia and Hoya carnosa had the highest removal efficiencies for total VOCs. Alternaria displayed superior removal efficiency for four of the five VOCs (i.e., benzene, TCE, toluene and octane). The average removal of five pollutants with ornomental flower tested were 8-44 $\mu g/m^3$-m^2-h of the total VOCs. Hedra helix efficiently removed Alpha-Pinene. All of flower tested caused removal of VOCs from indoor ambients.

Conclusion: Different in efficacy of removal with different species ornomental flowers show that, for improvement efficiency of application ornomental flowers for removal of VOCs from indoor ambients, is needed that different species of flowers be planted. This study showed that the use of indoor ornamental flowers is suitable solution for reducing volatile organic contaminants from the indoor ambients.

Keywords: Air pollution, Ornomental flowers, VOCs, Indoor ambient, GC-MS

[1]. Assistant professor of Environmental Health Engineering, Abadan School of Medical Sciences, Abadan, Iran.
[2]. (**Corresponding author**) Assistant professor of Agricultural Sciences, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Khoy Branch, Khoy, Iran. fnejatzadeh@yahoo.com
[3]. Assistant professor of Environmental Health Engineering, School of Health, Arak University of Medical Scienses. Arak, Iran
[4]. Assistant professor of Environmental Health Engineering, Ilam University of Medical Scienses. Ilam, Iran.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]