

اندازه گیری کمی میزان جذب آلاینده های ناشی از وسایل نقلیه توسط دیوارهای سبز

مریم آزموده^{*۱}

m.azmudeh@gmail.com

شاهین حیدری^۲

تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: جامعه جهانی نیازمند مشارکت همگانی برای کاهش آلاینده های محیطی است. معماری نیز باید ضمن کاهش آلودگی محیط زیست عناصر خود را در جهت اهداف توسعه پایدار هماهنگ سازد. هم اکنون فن آوری نمای سبز به یکی از اجزای مهم طراحی معماری تبدیل شده که فواید بسیاری از جمله کاهش آلودگی هوا و مصرف انرژی را داراست. هدف این پژوهش، تعیین تاثیر نماهای سبز بر کاهش آلودگی هوا از طریق جذب آلاینده های ناشی از وسایل نقلیه است.

روش بررسی: در این پژوهش میزان جذب آلاینده های ناشی از وسایل نقلیه توسط دیوارهای سبز ، با آنالیز شیمیایی یک نمونه از گیاه پایتال انجام یافت. برای این بررسی، یک نمونه از پوشش گیاهی در معرض دود ناشی از آگزوز خودرو قرار گرفت و میزان جذب آلاینده ها در گیاه توسط دستگاه یو-وی اسپکتروفوتومتر انجام گرفت. به علاوه، یک پوشش گیاهی پایتال روی یک دیوار سبز شهری نیز برای بررسی دقیق تر مورد آزمایش قرار گرفت. یافته ها: غلظت سولفات بعد از قرارگیری در معرض دود از میزان ۰/۴ به ۶/۸ و نیترات از ۴/۴۴ به ۵/۳۲ میلی گرم به لیتر افزایش یافت. در نمونه سوم میزان غلظت سولفات و نیترات به ترتیب اعداد ۱۳۶۰۰ و ۲۷۰۰ میلی گرم بر لیتر است.

بحث و نتیجه گیری: نتیجه به دست آمده از بررسی نمونه های مورد آزمایش نشان می دهد که گیاه پایتال به طور موثری در جذب آلاینده های سولفات و نیترات عمل می کند. این تاثیر پاک کنندگی در مورد اکسیدهای سولفات بسیار بارزتر از اکسیدهای نیترات می باشد.

واژه های کلیدی: نمای سبز، آلودگی هوا، جذب آلاینده، آنالیز شیمیایی.

۱- دانشجوی دکتری معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، ایران * (نویسنده مسوول).

۲- دانشیار گروه معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، ایران

مقدمه

هم‌اکنون محیط‌زیست جایگاه قابل‌توجه و ویژه‌ای را در برنامه‌های توسعه اقتصادی کشورها پیدا کرده و با توجه به ارتباط تنگاتنگ محیط زیست و انسان، اغلب کشورها بخش محیط‌زیست را در کانون اصلی برنامه‌های خود قرار داده‌اند. توسعه فن‌آوری در کشورهای پیش‌رفته و شکل‌گیری نهضت‌های حفاظت از محیط‌زیست، موجب شده است که این‌گونه کشورها محافظت و مراقبت از محیط‌زیست را سرلوحه سیاست‌های کلان خود قرار دهند. امروزه توسعه پایدار از ابعاد بسیار گسترده در مقیاس جهانی تا جزئیات در مقیاس محلی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است (۱). تعاریف متعددی نیز با تأکید و تمرکز بر ابعاد مختلف توسعه پایدار ارائه شده است. به‌طور نمونه می‌توان به چند تعریف اشاره کرد: «توسعه‌ای که نیازهای کنونی را بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای تأمین نیازهایشان برطرف کند» که در آن تأکید بر مدارا در مصرف و توجه به نسل‌های آینده است؛ یا اطمینان حاصل کردن از این که وقتی منابع تجدیدناپذیر از نظر فیزیکی کمیاب می‌شوند، منابع جایگزین باید در دسترس باشند؛ همچنین تضمین این که تأثیرات زیست‌محیطی ناشی از بهره‌برداری از این منابع، در چارچوب ظرفیت کره زمین برای جذب آن باشد (۲). یکی از عمده‌ترین مباحث در این حوزه، توجه به مشکلات زیست‌محیطی است که در فضاهای شهری رخ داده و علاوه بر تهدید کردن سلامت شهروندان، موجب بالا رفتن مصرف انرژی در مقیاس کلان می‌شود.

کیفیت زندگی میلیون‌ها انسانی که هم‌اکنون در شهرها زندگی می‌کنند با شناخت عوامل موثر بر میکرواقلیم‌های شهری و طراحی محیط مصنوعی پاسخ‌گو به این عوامل، می‌تواند ارتقا یابد. زمانی که طراحی فضای شهری در مقیاس میکرو اقلیم‌ها منطبق بر انگاره‌های پایداری باشد، آسایش افراد پیاده ارتقا می‌یابد و ساکنان تمایل بیشتری به حضور در سطح شهر و فعالیت‌های بیرون از خانه پیدا می‌کنند. این مساله علاوه بر ابعاد اجتماعی‌اش شامل ایجاد سرزندگی، امنیت، رونق اقتصادی و از دیدگاه انرژی موجب کاهش ساعات حضور افراد در خانه‌ها و به تبع آن کاهش مصرف انرژی و همچنین کاهش استفاده از وسایل نقلیه شخصی می‌شود. اما آنچه در غالب شهرهای امروز و از جمله تهران در حال وقوع است، کیفیت زندگی ساکنان در فضاهای بیرونی را با مخاطره روبه‌رو کرده و از حضور آن‌ها در شهر کاسته است.

در این میان آلودگی هوا از جمله مهم‌ترین مسائلی است که شهرهای امروز با آن‌ها روبه‌رو هستند. در حال حاضر یکی از مشکلات اساسی شهر تهران نیز، آلودگی هوا است. هم‌زمان با افزایش جمعیت شهرنشین، این ساکنان شهرها هستند که بیش از سایر عوامل هوا را آلوده می‌کنند (۳). یکی دیگر از عوامل اصلی آلودگی هوای شهری،

آلودگی ناشی از حمل و نقل وسایل نقلیه است که به طور روزافزونی در حال افزایش و گسترش است. آلودگی هوا با تأثیر مخرب بر سلامتی انسان‌ها، هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیمی را بر اقتصاد و جامعه تحمیل می‌کند. با کنترل آلودگی هوا ضمن کاهش دادن هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم اقتصادی، می‌توان از پتانسیل آزاد شده در این بخش در مسیر توسعه پایدار گام نهاد.

هوای شهرها عموماً حاوی مقادیر قابل توجهی از آلاینده‌هاست که سلامت انسان‌ها را به خطر می‌اندازد (۴). انجمن ریه آمریکا طی گزارشی اعلام کرده است که بیش‌تر از ۳۷۰۰ مرگ زودرسی که هر ساله در آمریکا اتفاق می‌افتد، می‌تواند مرتبط با افزایش ۱۰ پی پی ام^۱ در میزان اوزن در هوا باشد (۵). سازمان جهانی سلامت نیز براساس برآوردی، سالانه بیش از یک میلیون مرگ زودرس در کشورهای در حال توسعه را در ارتباط با آلودگی هوا به‌شمار آورده است (۶). صندوق جمعیت ملل متحد این‌طور پیش‌بینی کرده‌است که جمعیت جهان از ۳/۲ بیلیون در سال ۲۰۰۸، به ۵ بیلیون در سال ۲۰۳۰ افزایش می‌یابد و این به‌معنی افزایش گروه جمعیتی در معرض خطر از جمله کودکان و سالمندان است (۷). بنابراین شهرهایی با مشکلات آلودگی هوا می‌بایست برای کنترل این مشکل و کاهش اثرات آن به دنبال راه‌حلی مناسب باشند. برنامه‌های مدیریت آلودگی هوا عمدتاً متمرکز بر کنترل منابع تولید آلاینده‌ها هستند (۸). این راهبرد به طور موثری میزان آلاینده‌های جدید وارد شده به هوا را کاهش می‌دهد، اما در مورد آلاینده‌هایی که در حال حاضر در هوا موجودند بی‌تأثیر است. رویکردهای نوین می‌تواند برای حذف آلاینده‌های موجود در هوا و در نتیجه کاهش میزان آلودگی هوا تا حد قابل‌قبولی موثر باشد.

یکی از راه‌های دستیابی به این هدف، استفاده از فضاهای سبز شهری است که می‌تواند آلودگی هوا را کاهش دهد. سطوح بزرگ پوشیده از گیاهان، آن‌ها را به مخزنی برای جذب آلاینده‌ها تبدیل می‌کنند (۹). به‌عنوان مثال گیاهی مانند نخل سبز برگ پنجه‌ای در هر ساعت می‌تواند ۲۰ میلی‌گرم از گاز آمونیاک موجود در هوا را جذب و حذف کند (۱۰). مطالعات نشان می‌دهد که درختان می‌توانند نقش مهمی در کاهش آلودگی هوای شهرها ایفا کنند (۱۱). کاشتن گیاهان با کم کردن دمای هوای داخل از طریق سایه‌اندازی روی سطوح، موجب کاهش مصرف برق و در نتیجه کاهش میزان آلودگی ناشی از تولید برق شده و به این ترتیب به طور غیرمستقیم کاهش دهنده آلودگی میکرواقلیم‌ها می‌شود (۱۲). سطوح پوشیده از گیاهان علاوه بر موارد بالا با کاهش دمای محیطی از طریق تغییر میزان بازتابش سطوح و

در کالیفرنیا صورت می گیرد. در سال ۲۰۰۲، پارک MFO در زوریخ سوئیس افتتاح شد که دارای سازه ای عظیم به صورت چندلایه است که دارای بیش از ۱۳۰۰ گیاه بالارونده است. در سال ۲۰۰۵، حکومت فدرال ژاپن اسپانسر یک نمایشگاه عظیم شد که دیوار ساختمان مرکزی آن از سی سیستم دیوار سبز مدولار متفاوت موجود در ژاپن تشکیل شده بود. در سال ۲۰۰۷، GRHC^۲ برای اولین بار مسابقه ای یک روزه جهت طراحی دیوار سبز را در آمریکای شمالی بنیان می نهد. از آن زمان تاکنون، انواع دیوارهای سبز به طور گسترده ای در سطح جهان مورد استفاده قرار گرفته است (۱۷).

در حقیقت نماهای سبز نوعی از نماها هستند که از طریق رویش گیاهان بالارونده و یا گیاهان آبشاری به وجود می آیند. در طول دو دهه گذشته فن آوری نمای سبز به یکی از اجزای مهم طراحی معماری تبدیل شده که به وجود آورنده جنبه های مثبت فیزیکی و بصری متعددی است. این نماها با استفاده از پوشش های گیاهی روی سطح خود، علاوه بر کاهش آلودگی هوا، به دلیل بهبود عملکرد حرارتی جداره موجب کاهش میزان مصرف انرژی در داخل ساختمان نیز می شود. زیبایی، ایجاد زیست بومی برای گونه های مختلف جانداران، بهبود عملکرد آکوستیکی و بسیاری موارد دیگر از فواید این نماهاست (۱۸). نماهای سبز می تواند تامین کننده فضای سبز ذکر شده برای دستیابی به پایداری در فضاهای شهری باشد. در حقیقت نماهای سبز یکی از گزینه هایی است که با بهسازی وضع موجود سعی در پایدارسازی فضای شهری دارد و این اولین قدم در دستیابی به محیط شهری پایدار است.

بحث نماهای سبز موضوعی جدید در مقیاس جهانی است که به تازگی برخی از تحقیقات درباره آن در حال انجام است. در مقیاس ایران این موضوع از تازگی بیش تری برخوردار است و به آن بسیار کم و سطحی پرداخته شده است. لازم به ذکر است که حتی در مقیاس جهانی نیز بیشتر تحقیقات انجام یافته در مورد تاثیر این نوع از نماها بر فضاهای داخل است و تاثیرات آن بر فضای شهری در مقیاس میکرواقلیم ها و ماکرواقلیم ها نیازمند مطالعات عمیق تر و انجام آزمایش های تجربی و بهره گیری از شبیه سازی های رایانه ای است. در نتیجه ضرورت دارد تلاش شود تا تاثیرات این نماها در سطح شهری مورد بررسی قرار گیرد، امری که در محدود تحقیقاتی که در ایران درباره نماهای سبز انجام گرفته به آن پرداخته نشده است.

فرضیه اصلی این پژوهش در قالب جمله زیر قابل بیان است: **دیوارهای سبز در فضای شهری در بهبود پایداری شهری از طریق کاهش آلودگی هوا نقش قابل توجهی دارند.** در حقیقت این پژوهش براساس این سوال کلی شکل گرفته است که "آیا نماهای

خنک کنندگی ناشی از تبخیر سطحی، روند واکنش های شیمیایی را آرام تر کرده و منجر به کاهش حضور آلاینده های ثانویه ای مانند اوزن در هوا می شوند (۱۳).

بنابر تمام مسایل بالا استفاده از گیاهان در مقیاس های کوچک و بزرگ می تواند اثرات قابل ملاحظه ای بر آلودگی هوا داشته باشد. UNEP^۱ نیز در بند ۹ از گزارش ۲۱ بر لزوم پایدارسازی فضاهای شهری اشاره کرده و سبز کردن فضاهای شهری را یکی از راه حل های ممکن برای دستیابی به پایداری بیش تر در شهرها می داند. اما لازم به ذکر است که اگرچه درختان می توانند برای کاهش آلودگی هوا بسیار موثر باشند، اما کاشت درختان در شهرهای پرجمعیت و متراکم همیشه به سادگی امکان پذیر نیست (۱۴). بنابراین راه حل دیگری برای تامین فضای سبز یاد شده می تواند پاسخ گوی نیازهای مورد بحث باشد. نماها یا دیوارهای سبز اگر به درستی ایجاد شوند می توانند به حل مسئله بالا کمک شایانی نمایند و هم به عنوان یک پوشش عمودی ارگانیک برای ساختمان عمل کنند و هم به پاکسازی آلودگی های هوا کمک نمایند. نماهای سبز یک فن آوری مناسب برای ایجاد محیطی عاری از آلودگی است (۱۵). کاشت و نگهداری بالارونده های طبیعی، در کنار دیوارهایی با مصالح دارای بافت زبر و خشن، یکی از روش های ایجاد نمای سبز می باشد (۱۶).

با وجود آن که فن آوری باغچه های عمودی امری نسبتاً جدید است، به نظر می رسد ایده آن قرن ها پیش توسط تمدن بین النهرین شکل گرفته باشد. معروف ترین نمونه، باغ های معلق بابل، مربوط به قرن هفتم قبل از میلاد است که یکی از عجایب هفتگانه دنیا به شمار می رود. در فاصله زمانی قرن سوم قبل از میلاد تا قرن هفدهم بعد از میلاد، در کنار مدیترانه، رومی ها شاخه های انگور را بر داربست های باغ و دیوارهای ویلا آویزان می کردند. خانه های اعیان نشین و قلعه ها با رزهای بالارونده، نشانه این باغ ها هستند. در قرن بیستم، هم زمان با جنبش رمانتیک هنر و صنعت، گرایش به باغچه های عمودی در بریتانیا هم چنان زیاد بود. در دهه ۱۹۲۰، جنبش شهری انگلستان و آمریکای شمالی، ادغام خانه و باغ را از طریق عواملی همچون آلاچیق، سازه های داربستی و گیاهان بالارونده گسترش داد. ایده اولیه دیوارهای سبز بزرگ امروزی را ابتدا گیاه شناسی فرانسوی به نام پاتریک بلنک ارایه داد. وی مبدع و ترویج دهنده دیوارهای سبز امروزی به شمار می رود و کتابی با عنوان "باغ عمودی" را به رشته تحریر درآورد. در سال ۱۹۸۸، سیستم کابلی فولاد ضد زنگ برای نماهای سبز معرفی شد. در اوایل دهه ۱۹۹۰ سیستم های شبکه ای کابلی و طناب های سیمی و سیستم های پنل های داربست مدولار وارد بازار تجاری آمریکای شمالی شدند. در سال ۱۹۹۳، اولین تقاضای اصلی سیستم پنل های داربستی

پوشش به طور تصادفی انتخاب شد و در مقایسه با سه برگه که قبل از آزمایش جدا شده بود قرار گرفت. برگ‌ها پس از خشک شدن به صورت پودر برای انجام آزمایش‌های شیمیایی آماده گردید. تعداد نمونه‌ها و زمان اعمال دود، براساس پژوهش قبلی صورت گرفته توسط Thottathil در سال ۲۰۱۱ تشریح شده در ارجاع شماره ۱۵ است.

جهت اندازه‌گیری سولفات و نیترات جذب شده توسط بافت گیاهی نمونه‌های جمع آوری شده به مدت ۲۴ ساعت در آن ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس نمونه‌های خشک شده به صورت پودر درآمده و در ظرف‌های جداگانه با برچسب a (نمونه شاهد) و b (نمونه بعد از اعمال دود) نگه‌داری شد. ۲۵۰ میلی‌گرم از هر نمونه با ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد و به مدت ۲۴ ساعت در آن نگه‌داری شد. سپس مخلوط حاصل از صافی عبور داده شد. ۱۰ میلی‌لیتر از این مخلوط برای آزمایش اندازه‌گیری سولفات معادل ۱۰۰ میلی‌لیتر رقیق گردید. برای اندازه‌گیری نیترات ۵ میلی‌لیتر از محلول اولیه تا میزان ۵۰ میلی‌لیتر رقیق گردید. در نهایت غلظت سولفات و نیترات به روش جذب یو-وی توسط اسپکتروفوتومتر^۲ سنجیده شد.



تصویر ۱- نمونه‌های مربوط به قبل و بعد اعمال دود،



تصویر ۲- محدوده گیاه پایتال

سبزی می‌توانند بهبود دهنده میزان پایداری در فضاهای شهری از طریق کاهش آلودگی هوا باشند" و اگر پاسخ این سوال آری است این امر چگونه و به چه میزان رخ می‌دهد. هدف از انجام این پژوهش، اثبات و بسط فرضیه بالا در دو مرحله است. در مرحله نخست تمرکز پژوهش بر این است که آیا دیوارهای سبز با پوشش گیاهی خود می‌توانند آلاینده‌های موجود در هوا را جذب نمایند. در مرحله دوم، بررسی‌ها برای تعیین میزان این اثر جذب‌کنندگی است. بر اساس فرضیه مطرح شده، این پژوهش بر آن است تا میزان جذب آلاینده‌های ناشی از سوختن بنزین توسط خودروها در سطح شهر توسط دیوارهای سبز را با آنالیز شیمیایی یک نمونه پوشش گیاهی به انجام رساند. بدین ترتیب با انجام آزمایش‌های پیش رو، مشخص می‌شود که آیا می‌توان دیوارهای سبز را به عنوان راه‌حلی برای کاهش حضور آلاینده‌های ناشی از وسایل نقلیه به‌شمار آورد یا خیر.

در این جا به دلیل آن که گیاه پایتال^۱ یکی از گونه‌هایی است که در اقلیم ایران به خوبی رشد می‌کند و بسیاری از نماهای سبز سنتی در ایران با این گیاه به وجود آمده‌اند، میزان جذب آلاینده‌ها در این گیاه خاص مورد بررسی قرار می‌گیرد. گیاه پایتال گیاهی درختچه‌ای و بالارونده است و توانایی جذب بسیاری از آلودگی‌ها را دارد (۱۹). لازم به ذکر است که بعضی از انواع این گیاه سایه دوست بوده و در شرایط گرم و خشک نمی‌تواند به خوبی رشد کند. پایتال ۵ تا ۸ برابر سوزنی برگان اکسیژن تولید می‌کند و تهیه و کاشت این گیاه راحت و ارزان قیمت است و در خاک‌های معمولی به سرعت رشد می‌کنند. علاوه بر این، تولید اکسیژن در بسیاری از گیاهان مانند شمشاد در شرایط برفی کاهش می‌یابد، در حالیکه این گیاه حتی در صورتی که از برف پوشیده باشد باز هم اکسیژن تولید می‌کند.

روش بررسی

در این تحقیق برای بررسی میزان پاک‌سازی هوا توسط گیاهان یک نمونه از پوشش گیاهی پایتال به ابعاد ۱ متر در ۱ متر انتخاب شد. سپس این پوشش به مدت ۹۰ دقیقه در معرض دود ناشی از آگزوز خودرو در فاصله نیم‌متری از آن قرار گرفت. این فاصله به این دلیل در نظر گرفته شد که این گیاهان عموماً به طور مستقیم در معرض دود خودروها قرار نمی‌گیرند. در این آزمایش برای اعمال دود از آگزوز خودرو استفاده شد تا آلاینده‌ها دقیقاً همان آلاینده‌های موجود در فضای شهری ناشی از تردد خودروها باشد. آگزوز خودروهای بنزین سوز به‌طور معمول حاوی مقادیری CO_2 و HC ، SO_4 ، NO_3 هستند که در این بررسی تمرکز اصلی روی دو آلاینده سولفات و نیترات است. پس از اعمال دود، سه برگ از مکان‌های مختلف این



تصویر ۴- دیوار سبز سنتی از گیاه پاپیتال



تصویر ۳- دستگاه اسپکتروفوتومتر در آزمایشگاه

علاوه بر آزمایش‌های بالا، یک پوشش گیاهی روی یک دیوار سبز از گیاه یادشده نیز که در سطح شهر قرار داشت برای بررسی دقیق تر مورد آزمایش قرار گرفت (تصویر ۴). انتخاب این پوشش به علت مکان آن (خیابان انقلاب- در محدوده میدان فردوسی) به دلیل تردد بسیار زیاد وسایل نقلیه و نیز هم‌خوانی نوع گیاه با گیاه مورد آزمایش در آنالیزهای قبلی است. در این بررسی براساس روش انجام یافته در مرحله قبل، پنج برگ از قسمت‌های مختلف این پوشش به طور تصادفی انتخاب شد. تعداد بیش‌تر نمونه‌ها در این آزمایش به دلیل وسعت بیش‌تر سطح مورد بررسی است. در این‌جا همانند آزمایش‌های شیمیایی مراحل قبل، غلظت سولفات و نیترات به روش جذب یو-وی توسط اسپکتروفوتومتر^۱ سنجیده شد و نتایج حاصل از بررسی نمونه سوم برای مقایسه با آزمایش‌های قبل آماده گردید. نمونه سوم به دلیل آن‌که در سطح شهر و در یکی از مناطق پرتردد شهر قرار داشته به‌طور طبیعی در معرض دود ناشی از وسایل نقلیه قرار دارد و نیازی به اعمال دود نبود. گیاهان موجود در این پوشش گیاهی از زمان رویش خود در این مکان، در معرض آلاینده های ناشی از خودروها هستند.

۱- یافته‌ها

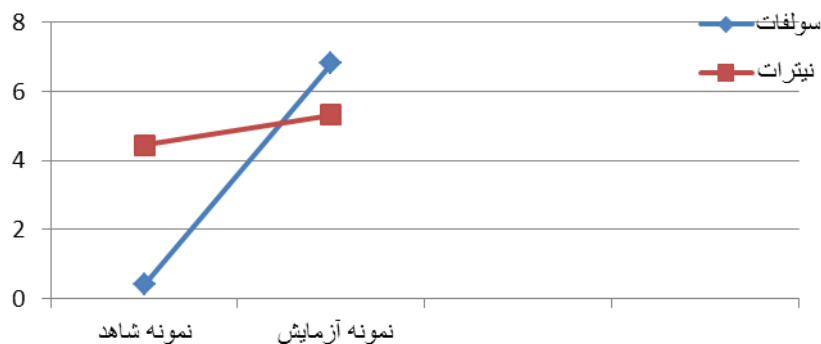
یافته‌های حاصل از آنالیز شیمیایی در جدول ۱ نشان داده شده است. همان‌گونه که در جدول مشهود است غلظت سولفات بعد از قرارگیری در معرض دود آگزوز از میزان $0/4$ میلی گرم بر لیتر به $6/8$ میلی گرم بر لیتر افزایش یافته است. همچنین افزایش از $4/44$ میلی گرم بر لیتر به $5/32$ میلی گرم بر لیتر در مورد غلظت نیترات مشاهده شد که تفاوت این دو مقدار نشان دهنده میزان جذب این آلاینده‌ها توسط گیاه مورد بررسی است. علاوه بر این در نمونه سوم که یک نمونه واقعی از این گیاه در یک دیوار سبز شهری است میزان غلظت سولفات و نیترات به ترتیب اعداد 13600 و 2700 میلی گرم بر لیتر است که در مقایسه با نمونه آزمایشگاهی به میزان بسیار زیادی بالاتر است.

جدول ۱- تغییرات غلظت سولفات و نیترات در نمونه های شاهد و آزمایش ماخذ: نگارندگان

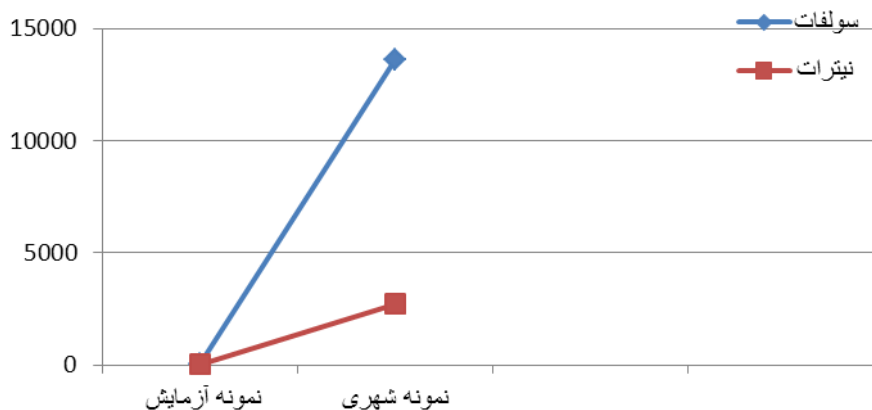
نمونه ها	غلظت سولفات (mg/l)	غلظت نیترات (mg/l)
نمونه شاهد	۰/۴	۴/۴۴
نمونه آزمایش	۶/۸	۵/۳۲
نمونه شهری	۱۳۶۰۰	۲۷۰۰

همان گونه که انتظار می رفت نمونه های آزمایشی نسبت به نمونه های شاهد دارای غلظت بیش تری از سولفات و نیترات بودند. این مطلب نشان دهنده جذب اکسیدهای سولفات و نیترات توسط گیاه موردنظر می باشد. علاوه بر این، مقایسه نتایج آزمایش نمونه دوم با نمونه سوم که مربوط به یک جداره سبز واقعی در یکی از پرتدد ترین مناطق شهری تهران می باشد، موید نتایج حاصل از آزمایش نمونه های اول و دوم است. طبق آزمایش انجام یافته در مرحله اول با اعمال ۹۰ دقیقه دود ناشی از آگروز وسیله نقلیه غلظت سولفات به اندازه ۱۷ برابر و

غلظت نیترات به میزان ۱/۲ برابر افزایش یافت. در آزمایش سوم که یک نمونه واقعی در سطح شهر مورد بررسی قرار گرفت و مشخصا برگ های آن در تمامی ساعات روز و شب در معرض آلودگی هوا هستند، این افزایش غلظت به میزان بسیار قابل توجهی مشاهده شد، به طوری که غلظت سولفات ۲۰۰۰ برابر و غلظت نیترات حدود ۵۰۰ برابر نمونه دوم مورد آزمایش است.



نمودار ۱- بررسی میزان افزایش غلظت آلاینده ها در دو نمونه آزمایش و شاهد



نمودار ۲- بررسی میزان افزایش غلظت آلاینده ها در دو نمونه شهری و آزمایش

بحث و نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از بررسی نمونه های مورد آزمایش نشان می دهد که گیاه پایتال به طور موثری در جذب آلاینده های سولفات و نیترات عمل کرده است. این تاثیر پاک کنندگی در مورد اکسیدهای سولفات بسیار بارزتر از اکسیدهای نیترات می باشد. به طوری که میزان غلظت سولفات در نمونه های آزمایشی، ۱۷ برابر نمونه های کنترل بود ولی در مورد نیترات این میزان بسیار کم تر (۱/۲) بود. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج مطالعه Thottathil در سال ۲۰۱۱ هم خوانی دارد.

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق نماهای سبز یک گزینه مناسب برای پاک سازی محیط اطراف ساختمان ها از آلودگی های موجود در هوا هستند که در این پژوهش به طور خاص، میزان جذب آلاینده های ناشی از سوختن بنزین توسط خودروها در سطح شهر توسط دیوارهای سبز با آنالیز شیمیایی یک نمونه پوشش گیاهی انجام یافت و به دلیل آن که گیاه پایتال یکی از گونه هایی است که در اقلیم ایران به خوبی رشد می کند و بسیاری از نماهای سبز سنتی در ایران با این گیاه به وجود آمده اند، میزان جذب آلاینده ها در این گیاه خاص مورد بررسی قرار گرفته است. آزمایش نشان داد که طرح کاشت گیاه پایتال در کاهش آلودگی هوا در جذب دو آلاینده سولفات و نیترات بسیار موثر است. پژوهش های آتی که در این زمینه می تواند انجام شود، آنالیز شیوه میکروسکوپ الکترونی^۱ است که در آن نحوه دقیق به دام افتادن آلاینده ها در ساختار مولکولی برگ ها روشن می شود. همچنین با بهره گیری از تکنیک های شبیه سازی رایانه ای، مقایسه بین انواع مختلف نماهای سبز از لحاظ ابعاد، نوع گیاه و محل قرارگیری، نتایج گسترده تری قابل حصول خواهد بود.

نمای سبز به عنوان یک عنصر پایدار یکی از راه حل هایی است که موجب کاهش مصرف انرژی، کاهش هزینه های مصرفی و ایجاد زیبایی طبیعی، بهبود کیفیت آب و هوا و کاهش اثر جزیره گرمایی می شود. فن آوری نمای سبز در مسیر پیشرفت بوده و هر روز پروژه های نوین و متفاوتی در این زمینه توسط طراحان اجرا می شود. تکنیک های نصب و ساخت همچنان در مسیر ترقی بوده و طراحی های نوآورانه منجر به پیشرفت این نماها می شوند. این در حالی است که در کشور ما، هنوز از پتانسیل چنین نماهایی استفاده نشده و به عنوان یک جز استاندارد در ساختمان ها پذیرفته نیست. بنابراین لازم است تا تحقیقات بیش تری برای ارتقای کیفیت معماری در جهت حفظ و حراست از محیط زیست انجام پذیرفته و از قابلیت های آن در ایجاد یک معماری پایدار بهره برداری شود. امید است انجام

پژوهش هایی ازین دست، راه گشای معماران و طراحان علاقمند به موضوعات زیست محیطی باشد.

منابع

۱. قلعه نویی، محمود، «ارزیابی زیست محیطی ساختمان ها از طریق HQE: نمونه موردی آپارتمان سه طبقه مسکونی در اصفهان»، مجله محیط شناسی، ۱۳۹۰، سال سی و هفتم، شماره ۵۹، ص ۱۲۳
2. Pearce, D., et al. 1993. Measuring sustainable development. London, p.240
۳. دامن کشیده، مرجان، «آثار جایگزینی خودروهای فرسوده سبک بنزین سوز بر آلودگی هوای تهران». ماهنامه اطلاعات سیاسی - اقتصادی، ۱۳۹۰، سال بیست و پنجم، شماره ۱۰، ص ۲۸۶
4. Mayer, H., 1999. Air pollution in cities. Atmospheric Environment 33, pp.4029-4037.
5. American Lung Association (ALA), 2007. State of the Air. Available from: <http://lungusa.kintera.org/sota07pdf>
6. World Health Organization (WHO), 2002. The World Health Report 2002: Reducing Risks, Promoting Healthy Life. WHO, Geneva
7. United Nations Population Fund (UNFPA), 2007. State of world population 2007: unleashing the potential or urban growth. Available from: <http://www.unfpa.org/swp/2007/english/introduction.html>.
8. Schnelle, K.B.J., Brown, C.A., 2002. Air Pollution Control Technology Handbook. CRC Press, Boca Raton, pp.21
9. Beckett, K.P., Freer-Smith, P., Taylor, G., 1998. Urban woodlands: their role in reducing the effects of particulate pollution. Environmental Pollution 99, pp.347-360.
۱۰. شرقی، علی، م.ح محتشمی، «فضای سبز در ساختمان های بلند با رویکردی دوباره به طبیعت». مجله علوم و فن آوری محیط زیست، زمستان ۱۳۸۶، ش ۳۵، ص ۶۹
11. Nowak, D.J., 1994. Air pollution removal by Chicago's urban forest. General technical report NE-186. In: McPherson, E.G. (Ed.), Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project. United States

- Cleansing by Green Creepers, World Academy of Science, Engineering and Technology 53 ,pp 343-346
۱۶. شرقی، علی، «نمای سبز»، مجله علوم و فن آوری محیط زیست، تابستان ۱۳۸۴، ش ۲۵، ص ۹۳
۱۷. برزگر گنجی، هدی، «بررسی گونه های مختلف دیوار سبز و اثربخشی آن ها در کاهش میزان انرژی مصرفی در ایران»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۹۱، ص ۹
۱۸. آزموده، مریم و همکاران، «بررسی ملاحظات طراحی نمای سبز به عنوان نمای پایدار»، دومین همایش ملی ساختمان، اقلیم و بهینه سازی مصرف انرژی، بهار ۱۳۹۲، اصفهان، ایران
۱۹. میرزایی، معصومه، ف بابالو، «بررسی ساختار تشریحی عشقه و تاثیر آلودگی هوا بر آن»، فصلنامه زیست شناسی تکوینی، زمستان ۱۳۸۷، ش ۱، ص ۴۱
- Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experimental Station, Randnor, PA, pp. 63-81.
12. Heisler, G.M., 1986. Effects of individual trees on the solar radiation climate of small buildings. *Urban Ecology* 9 (3/4), pp.337-359
13. Akbari, H., 2002. Shade trees reduce building energy use and CO2 emissions from power plants. *Environmental Pollution* 116, pp. 119-126
14. Yang, J, Yu, Q, Gong P, 2008. Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicage. *Atmospheric Environment* 42 , pp. 7266-7273
15. Thottathil. V. Jacob, C. Balamuralikrishna, S. Ghosh , 2011. Role of Green Facades in Creating Sustainable Environments: Comparing Chemical Analyses and Sem Images to Quantify the Atmospheric

Quantifying Removal of Air Pollutants Caused by Vehicles by Green Walls

Maryam Azmoodeh¹
Shahin Heidari²

Abstract:

Background and goal: The international community needs public participation to reduce environmental. The architecture elements should also reduce environmental pollution in order to coordinate sustainable development aims. Nowadays, green facade technology has become an important design component that can provide multiple benefits such as reducing air pollution and energy consumption. The main focus of this research is studying the impact of green walls on reduction of air pollution by absorption of cars' pollutants.

Considering approach: In this research, the absorption rate of cars' gasoline by urban green walls has been evaluated with chemical analysis on a sample of vegetation surface. For this experiment hedra-helix plant has been chosen. The concentrations of sulphates and nitrates were determined by UV spectrophotometer absorption method. Furthermore, a plant covered surface on an urban green wall was examined for further contemplation.

Experimental results: After exposing to car exhaust, concentration value for the sulphate's is changed from 0.4 to 6.8 and for nitrate's from 4.44 to 5.32. In the third sample, concentration value for sulphate and nitrate are 13600 and 2700 milligram per liter.

pollutants such as sulfate and nitrate. In addition, this experiment shows the plant has higher cleansing effect for sulfates than nitrates.

Keywords: Green Walls, Air Pollution, Pollutants Uptake, Chemical Analysis

1- PhD Candidate of Architecture, University of Tehran

2- Associate Professor, University of Tehran