تحلیل تاثیر محصوریت کالبدی و پوشش گیاهی بر کاهش میزان ذرات معلق هوا در پیاده راه های شهر تهران(مطالعه موردی: محور سی تیر)

مهدیس مبرهن [۱] فرهاد منصوری کیوج[۲]، ، منصور یگانه*[۳]

۱- مهدیس مبرهن، کارشناسی ارشد معماری منظر، دانشگاه ازاد اسلامی واحد پردیس

۲- دانشجوی دکتری معماری، دانشگاه ازاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران ایران

۳*- نویسنده مسئول، دانشیار گروه معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

ایمیل نویسنده مسئول: yeganeh@Modares.ac.ir

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۰۴/۲۹ تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۰۵/۰۱

چکیده

نتایج مطالعات صورت‌گرفته نشان‌می‌دهد که پوشش‌گیاهی و الگوهای کالبدی فضا، تاثیر بسزایی در میزان الودگی ذرات معلق هوا دارد. این تحقیق به‌دنبال پاسخگویی به این سئوالات است که چه نسبتی بین میزان محصوریت کالبدی فضای پیاده‌راه با کاهش میزان ذرات معلق هوا وجود دارد؟ و همچنین نوع و میزان پوشش‌گیاهی و محل و شدت آن چگونه بر میزان آلودگی ذرات هوا کمتر از ۱ میکرون(PM_{10})تاثیر می‌گذارد.؟ روش تحقیق در این مقاله شامل روش‌های تحلیلی- توصیفی و شبیه‌سازی با استفاده از نرم افزار Envi-met است. محور مورد مطالعه برای تحلیل یافته‌ها و انجام شبیه‌سازی، پیاده‌راه سی‌تیر در شهر تهران می‌باشد.یافته‌های نشان‌می‌دهد در وضعیت بحرانی وزش باد یعنی ۱ متر بر ثانیه و با جهت وزش باد ۲۹۲.۵ درجه و با دو منبع آلودگی خطی، با کاهش میزان محصوریت کالبدی، کاهش میزان آلودگی کمتر بوده‌است. بهینه- ترین حالت محصوریت کالبدی، ارتفاع جداره به عرض برابر ۱.۱ بوده‌است. همچنین با کاهش فواصل کاشت درختان پرتراکم، غلظت ذرات معلق هوا افزایش می‌یابد. تغییر فواصل کاشت درختان با تراکم کم، تاثیر معناداری بر ذرات معلق هوا نمی‌گذارد.

کلمات کلیدی

"محصوریت فضا"، "پراکندگی ذرات معلق هوا"، "نوع پوشش گیاهی"، "اندازه و فاصله گیاهان"،" Envi-met"

۱- مقدمه

پیاده‌راه‌ها گذرهای ویژه پیاده هستند که برای ایجاد محیط مناسب و ایمن برای تردد پیاده‌ها از طریق اعمال ممنوعیت کامل یا نسبی حرکت وسایل نقلیه موتوری در برخی معابر اجرا می‌گردند(حکیمی،۱۳۸٤).پیاده‌راه‌ها، معابری با بالاترین حد نقش اجتماعی‌اند که در آنها تسلط کامل با عابر پیاده بوده و از وسایل نقیله موتوری تنها به منظور سرویس‌دهی به زندگی جاری در معبر استفاده می‌شود. پیاده‌راه‌ها، ابزاری برای بروز فعالیت جمعی می- باشند(پاکزاد، ۱۳۸٤). در سال‌های اخیر افزایش میزان آلودگی هوا باعث شده‌است که فضاهای عمومی شهری برای اقشار مختلف جامعه، کمتر قابل استفاده باشد، به گونه‌ای که یکی از مهمترین چالش‌های محیط زیستی پیش‌روی کلانشهرها، پدیده آلودگی هواست .Yeganeh) (et al. ۲۰۱۸ آلودگی هوا عبارت است از حضور یک یا چند آلاینده یا ترکیب در اتمسفر بیرونی و یا داخلی، در مقادیر و مدت زمانی که ممکن است سبب آسیب به زندگی انسانی، گیاهی یا حیوانی یا اموال و به‌طور نامعقولی تداخل در برخورداری راحت از زندگی یا اموال شود(اجلالی، ۱۳۸٦). آلودگی هوا ناشی از یک عامل نبوده و یکسری مسائل به‌هم پیچیده موجب آلودگی هوا می- گردند. در واقع بخشی مربوط به صنعت، قسمتی ناشی از خودروها، قسمتی وابسته به پارامترهای هواشناسی(مانند سرعت باد) و پاره‌ای موارد نیز مربوط به شرایط جغرافیایی مانند کوهها، دریاها، شیب منطقه و...) می- باشد(شفیع پور،۱۳۸۷). وضعیت نامطلوب هوا و فرارفتن غلظت آلاینده‌ها از حد مجاز تعیین‌شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) در کلانشهرها، تهدیدی جدی برای سلامتی شهروندان به‌شمار می‌رود. شهر تهران، به- عنوان بزرگ‌ترین و پرجمعیت‌ترین شهر کشور، به‌دلیل شرایط خاص جغرافیایی(توپوگرافی و هواشناسی)، اجتماعی(توزیع جمعیت و ترافیک)، فرهنگی(سطح فرهنگ و آموزش مرتبط) و توسعه شهری، دچار معضل آلودگی هواست(شرکت کنترل کیفیت هوا،۱۳۹۰: ۱۲). یکی از راهکارهای بهینه‌سازی محیط به‌منظور آسایش حرارتی و رفع آلودگی هوا، استفاده از گیاهان است(Bourbia,Boucherriba, ۲۰۱۰). عمل‌آوری گیاهان در سطح معابر، افزایش کاشت گیاهان بر بام ساختمان‌ها و افزایش سبزی در سطح شهر موجب کاهش جزایر گرمایی شهری، کاهش مصرف انرژی و بهبود کیفیت هوا می‌شود (Bourbia F, Boucherriba F. ۲۰۱۰،۳۵). گیاهان قادرند آلودگی‌ها را بهتر از سطوح

مصنوعی و ساختمان‌ها به خود جذب نمایند که این عامل با آنالیز شیمیایی سطح شاخ و برگها، اثرات آن را ثابت می-نماید(Beckett, Freer-Smith, Taylor, ۱۹۹۸;۹۹). در تحقیقی که با استفاده از تونل باد انجام گردیده‌است، نشان داده‌شد که وجود درخت در سطح خیابان، موجب افزایش حضور و غلظت آلاینده ها در معابر می‌گردد (Gromke C, Ruck B,۲۰۰۷;٤١; Yeganeh ۲۰۱٥; Norouzi Kandelan. Etal. ۲۰۲۲). غبارزدایی یکی از تاثیرات زیست محیطی مهمی است که فضاهای سبز شهری بر عهده دارند. گیاهان سبز ذرات ریز غبار، قیر و روغن را جذب می‌کنند و در نتیجه از سرعت غبارهایی که به توده‌ای از فضای سبز برخورد می‌کنند، کاسته می‌شود. غبارهای سنگین ته‌نشین می‌شوند و ذرات ریزتر، به سطح برگ گیاهان می‌چسبند. چمن ۳ تا ٦ برابر بیشتر از سطوح بدون پوشش، گرد و غبار را جذب می‌کند و اما همین چمن ۱۰ برابر کمتر از درختی که همان سطح را دارد، گرد و غبار را جذب می‌نماید (Yang, J., McBridea, J., Zhou, J., Sun, Z.,۲۰۰٥; Ashtari et.al, ۲۰۲۱)دفع آلودگی یکی از راه‌های متنوع تاثیر درختان شهری در بهبود هوای شهر است، بنابراین مدیریت کاشت درختان براساس سایه-اندازی، انتخاب نوع گونه‌های گیاهی مناسب می‌تواند یک استراتژی پایدار در جهت بهبود هوای شهر و نزدیک شدن آن به استانداردهای شهری باشد. بنابراین بهتر است در ترکیب‌های کاشت گیاهی از گیاهانی استفاده شود که قدرت جذب آلاینده‌های زیست‌محیطی را داشته‌باشند. برای افزایش پالایش می‌توان از گیاهانی که فضای بیشتری را در واحد سطح اشغال می‌نمایند، استفاده‌نمود و یا آن‌ها را با گیاهان سبز ترکیب کرد که این ترکیب براساس اندازه، رنگ، سازگاری و... می باشد(تقی زاده، ۱۳۸۷). این مقاله با هدف مطالعه تاثیر پوشش‌گیاهی و میزان محصوریت در پیاده‌راه‌های شهری بر میزان پراکندگی ذرات معلق هوا در شهر تهران با تاکید بر ذارت معلق کمتر از ۱۰ میکرون یا PM۱۰ انجام گرفته‌است. از منابع انتشار آلاینده M۱۰ ، می‌توان به ساخت و ساز بی-رویه در سطح شهر، فعالیت واحدهای آجرپزی و آسفالت-پزی اطراف شهر اشاره نمود. کمبود فضای سبز و پارک-های جنگلی و عدم پوشش‌گیاهی مناسب حومه شهر نیز از عوامل اصلی در تشدید آلودگی ذرات معلق به هنگام وقوع طوفان و باد شدید موثرند (بهداشت هوا،۱۳۸٦).

۲- روش انجام تحقیق

شیوه‌های گردآوری داده‌ها در سطح نظری از طریق رجوع به اسناد و متون علمی و در سطح تجربی، استفاده از داده-های پایگاه های اطلاعاتی مربوط به متغییرهای اقلیمی و پایگاه‌های مربوط به سنجش آلودگی هوا (Meteoblue, ASPA's STREET) برداشت مشخّصه‌های کالبدی، فضایی، فعالیتی- اجتماعی و نمادین سکانس‌های مورد مطالعه می‌باشد.(Yeganeh, bemanian, ۲۰۱۲) واحد مشاهده شامل سکانس‌ها و برش‌های عرضی و طولی از محور سی تیر شهر تهران می‌باشد. تکنیک تحلیل نرم افزاری، با نرم افزارleonardo انجام گرفته‌است. متغیرها شامل آلودگی هوا و میزان محصوریت در محورهای پیاده شهری است. این متغیر شروط علی برای متغیر وابسته و میزان آلودگی هوا متغیر وابسته در این پژوهش است(Shahbazi, Yeganeh, Bemanian, ۲۰۲۰). شاخص‌های تعیین‌شده به‌دلیل این‌که از طریق رجوع به تحقیقات پیشین و شاخص‌های متداول و پذیرفته شده محققان حوزه معماری منظر و شهرسازی است، از اعتبار معیار برخوردار است. علاوه‌بر این، شاخص‌ها از اعتبار سازه نیز برخوردار هستند، زیرا بر اساس چارچوب نظری پژوهش تعیین شده‌اند. پایایی نتایج این پژوهش به واسطه معتبر بودن و مورد استناد قرار گرفتن نرم افزار مورد استفاده در این پژوهش(Envi-met) می‌باشد، که در اکثر پایان نامه‌ها و مقالات و پژوهش‌های علمی مرتبط با موضوع مورد استناد قرار گرفته‌است.

- عملیاتی‌سازی متغیرها

در تعریف مفاهیم و معرف‌های عملی آنها، از پیشینه تجربی و تئوری‌های مورد بحث در ادبیات نظری استفاده شده-است(Sakhaei, Yeganeh, Afhami, ۲۰۲۲). بر این اساس متغییر های مورد استفاده در این پژوهش به شرح زیر تعریف مفهومی می شوند:تعریف مفهومی پیاده راه:پیاده راه‌ها، معابری با بالاترین حد نقش اجتماعی‌اند که در آنها تسلط کامل با عابر پیاده بوده و از وسایل نقیله موتوری تنها به‌منظور سرویس‌دهی به زندگی جاری در معبر استفاده می‌شود. پیاده راه‌ها، ابزاری برای بروز فعالیت جمعی می‌باشند(پاکزاد، ۱۳۸٤). که در تعیین کیفیت آن عامل‌هایی همچون پوشش گیاهی، رابطه توده و فضا و سرعت و جهت جریان باد از اهمیت بالایی برخوردار می-باشند.تعریف مفهومی آلودگی هوا: حضور یک یا چند آلاینده یا ترکیب در اتمسفر بیرونی و یا داخلی، در مقادیر و مدت زمانی که ممکن است سبب آسیب به زندگی انسانی، گیاهی یا حیوانی یا اموال و به طور نامعقولی تداخل در برخورداری راحت از زندگی یا اموال شود، در مطالعه آلودگی هوای شهرها بررسی میزان PM۱۰ نقش تعیین کننده دارد(اجلالی، ۱۳۸٦).

- تعریف عملیاتی مفاهیم(متغیرها)

معرف‌های عملی هریک از متغیرها یا مفاهیم، با استفاده از منطق حاکم بر روش‌شناسی تحقیق مورد ارزیابی قرار گرفته است. طبق تعریف مفهومی، ابعاد آلودگی هوا و تعریف عملیّاتی آن در جدول زیر آورده شده‌است.

جدول ۱: ابعاد کاهش آلودگی هوا و معرف های عملی آن

ابعاد آلودگی هوا	معرف‌های عملی کاهش آلودگی هوا
پوشش گیاهی	۱- جنس و نوع گیاه ۲- میزان تراکم کاشت ۳- الگوی کاشت گیاهان
رابطه توده و فضا	۱- نسبت توده به فضا ۲- میزان محصوریت ۳-جهت استقرار در ارتباط با جهت وزش باد-٤- سرعت و جهت جریان باد ، ٥- طرح جداره ها از نظر میزان سطوح برجسته و عقب نشسته
عوامل محیطی	۱-رطوبت محیط ۲-زاویه تابش خورشید ۳-درجه حرارت ٤- جهت و شدت وزش باد

۳- مبانی نظری و پیشینه مطالعاتی تاثیر محصوریت و پوشش گیاهی بر آلودگی هوا

دره شهری در واقع خیابانی است که از دو طرف بصورت خطی با ساختمان هایی در اطراف احاطه شده است (Nicholson,۱۹۷۵). ابعاد دره های شهری با عناصری همچون نسبت ارتفاع ساختمان به پهنای خیابان و طول دره تعریف می گردد (Vardoulakis, Pericleous, Gonzalez, ۲۰۰۳). **در تحقیقاتی که انجام گرفته است، الگوی جریان باد در دره ها و تاثیر نسبت ارتفاع به عرض در دره های شهری مورد بررسی قرار گرفته و نشان داده است که آلودگی در دره های عمیق بیشتر است، نسبت ارتفاع به عرض به شدت بر میزان آلودگی در سطح دره های شهری تاثیر می گذارد. زمانی که نسبت ارتفاع به عرض افزایش می یابد و به عبارتی دیگر دره ها عمیق تر می شوند میزان چرخش هوا در دره ها کمتر شده و حرکت باد به سمت خارج کندتر می شود. این امر باعث می شود که تهویه در دره ها صورت نگیرد و آلودگی در دره ها باقی بماند.** (Sabatino,Buccolieri, Pulvirenti, Britter,۲۰۰۸). **تراکم، مفهومی نظری در برنامه ریزی و طراحی معماری است**(Rapoport,۱۹۷۵) **و به منظور پیشبینی و کنترل شیوه استفاده از زمین مدنظر بوده است**(, Cooper & Boyoko,**۲۰۱۱**).

در سال ۲۰۱۵ در مقاله ای توسط Vranckx **و همکاران در زمینه بررسی تاثیر درختان و پوشش گیاهی بر کاهش آلودگی های ناشی از ترافیک در دره های شهری با استفاده از روش** CFD **به مطالعه پرداخته اند. نتایج نشان داده است که درختان تا حدود ۱۳ درصد می توانند میزان آلودگی ها را کاهش دهند** (Vranckx S, Vos P, Maiheu B, Janssen S۲۰۱۵;٥۳). **در همین سال در مقاله ای دیگر توسط** Lobaccaro **و همکاران به بررسی تاثیر عملکر سبز بر آسایش حرارتی ساکنین در دره های شهری طی ٥ سناریو در شرایط گرم روزهای تابستان در بیلبائو با استفاده از نرم افزار** Envi-met **پرداخته شده است** (Lobaccaro G, Acero JA. ۲۰۱٥;۱٤). **از طرفی نیز تعامل میان سطوح، گیاهان و اتمسفر در محیط های شهری می تواند الگوهای ممتازی را در دما و جریان های شهری مهیا نماید** (Yeganeh, ۲۰۱٥; Ahmadi, et al. **۲۰۲۲). حتی یک تغییر کوچک مانند: پارک کوچک شهری موجب تغییرات فراوانی از جنبه های مختلف در اقلیم منطقه گردد** (Bruse M, Fleer H,۱۹۹۸;۱۳). **در مطالعه دیگری توسط** Yang **و همکاران، با استفاده از مدل، اثرات فضای سبز شهری، تاثیر آن بر کیفیت هوای شهر پکن بررسی شده‌است. نتایج نشان می‌دهد از ۲۰٤ میلیون درخت موجود در بخش مرکزی پکن حدود ۲۹٪ از آن ها در حد شرایط بدی قرار دارند، که علت وجود ۱۲٦۱۰٤ تن از آلوده کننده‌های هوا این درختان از بین رفته اند. البته همین میزان درخت موجب کاهش ذرات معلق** PM۱۰ **در بیشترین حد خود شده است. مطالعات نشان داد که با فاصله از مبداء ایستگاه پایش میزان** PM۱۰ **در فصول مختلف روند افزایشی داشته(در بهار ۱۱٪، تابستان ۲٥.٦٦٪ ، پاییز ٤۲.٥٪ و در زمستان ۳۱.۰٦٪) و در نزدیکی ایستگاه پایش این روند ثابت می‌گردد. همچنین در ایستگاه‌های درون پارک غلظت آلاینده** PM۱۰ **کمتر از ایستگاه‌های محیط اطراف می‌باشد(عباسپور، ۱۳۹۳: ۱۲). مطالعات اخیر نقش مهم و اساسی تغییرات درون شهری را بر آلودگی هوا نشان داده به طوری که تمامی این تحقیقات به نتایج مشابهی در مورد تاثیر تغییرات زمانی، مکانی و درون شهری بر آلودگی هوا اشاره کردند** (Jerrett,M. Arain,A,۲۰۰٥, Zareh, Yeganeh, Dehghan, **۲۰۲۲).با توجه به مطالعات صورت‌گرفته، نوع پوشش گیاهی، شدت تراکم درختان، بوته‌ها، و میزان محصوریت عوامل بسیار تعیین کننده‌ای در کاهش آلودگی هوا و یا به عبارتی رانش آلاینده ها از محیط های شهری حساس برای شهروندان می باشند که در ادامه به بررسی آن پرداخته می شود.**

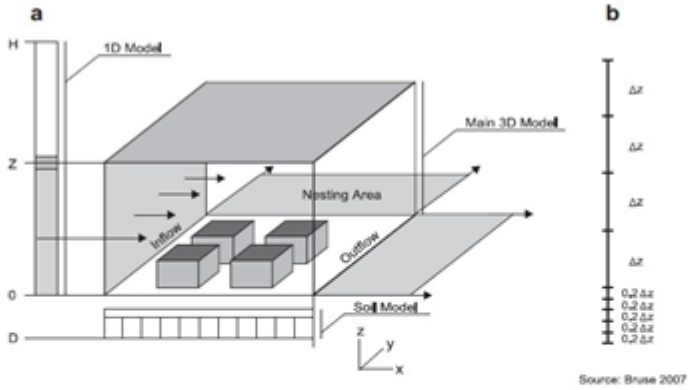
- **معرفی محیط شبیه سازی**

پایه و اساس الگوی Envi-met **بر روی قوانین بنیادی دینامیک سیالات، ترمودینامیک گازها و قواعد اولری با هدف محاسبات جرم، حرکات جنبشی و تبادلات انرژی است. طرح کلی الگوی** Envi-met **از یک الگوی سه**

بعـدی بسـته تشکیل شده و شامل یک الگوی تک بعدی است که حدود مرزهای جوی در فرایند شبیه سازی را مشخص می کند. الگوی سه بعدی به اجزای کوچکتر در داخل سلولها (x,y,z) تقسیم میشود. هر بعد(سلول) دارای مقـدار کـاملا مشخصـی است که در عین تفکیک‌پذیری، ارزش آن به نسبت دیگر ابعاد تغییر می کند؛ به جز پنج قسمت انتهـایی الگـوی عمـودی (Δz) که با مقدار ۰/۲ متر برای افزایش دقت در محاسبات تبادلات انرژی (رطوبت، دما، طول مو های تابشی، گازها و..) بین سطح زمین و عمق ۲ متری خاک برنامه ریزی شده است. در این الگو، شبیه سـازی و پـیش بینـی عناصـر اقلیمـی در ارتباط با پوششهای گیاهی، جنس خاک، هندسهٔ شهر و مقدار تراکم آن تا ارتفاع ۲۵۰۰ متر است (بروس، ۱۹۹۹؛ بـروس و فلیر، ۱۹۹۸). شکل ذیل ساختار کلی الگوی Envi-metرا نشان می دهد.

- **نحوه شبیه‌سازی آلودگی توسط(پراکندگی ذرات)**

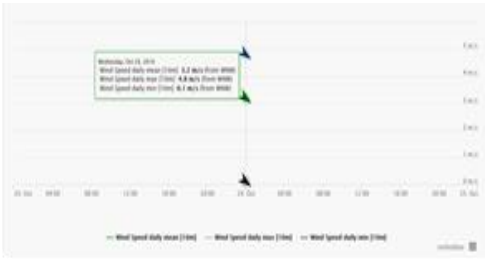
مدل Envi-met رفتار ذرات و گازها را شبیه‌سازی می‌کند، غلظت گاز یا ذره با معادلات پراکندگی استاندارد اتمسفر (رویکرد یولرین) محاسبه می‌شود. برای محاسبه آلودگی هوا باید منبع آلودگی در نرم افزار تعریف شود. سطح برگ می‌تواند بر رسوب‌گذاری ذرات و گازها در شبیه‌سازی تاثیر گذارد و این تأثیر با معرفی LAD، قطر برگ(درختان پهن برگ و سوزنی برگ)، برای اندازه‌گیری سرعت رسوب-گذاری تعیین شده‌است(McPherson et al.، ۱۹۹۴؛ Ould-Dada and Baghini،۲۰۰۱).

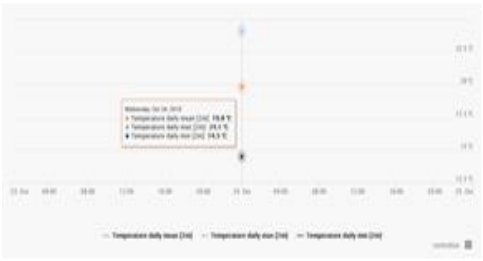


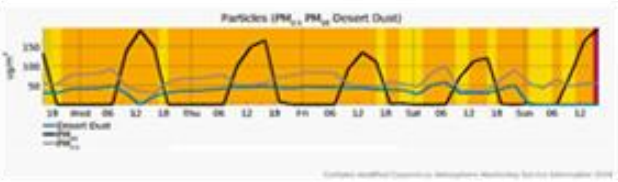
شکل۱: پیکربندی الگوی **Envi-met** در قسمت **a** ، **z** ارتفاع اصلی الگوی سه بعدی و **H** ارتفاع الگوی یک بعدی است که پروفیلی عمودی از تعدادی متغیرهای الگو برای خطوط جریانهای داخلی در الگوی سه بعدی ایجاد میکند. **D** الگوی خاک را تشکیل میدهد؛ به عبارتی، ویژگیهای خاک از نظر نفوذ، لایه بندی و غیره به شکل جداگانه ای یک الگو را تشکیل میدهد که به الگوی خاک معروف است . **b** ساختار اصلی شبکه بندی عمودی مدل است (منبع: بروس، ۲۰۰۷؛ ۶۳)

- **معرفی نمونه شبیه‌سازی**

شبیه‌سازی با ENVI-met نیاز به تعریف مجموعه‌ای از پارامترهای هواشناسی دارد:جهت باد و سرعت آن درفاصله ۱۰ متری از سطح زمین.طول نارسایی: این پارامتر برای محلی است که در آن سرعت باد اندازه گیری شده، استفاده می شود و برای لگوی شبیه‌سازی شده به‌عنوان نمونه‌ای با بیشترین فراوانی از محور سی تیر شهر تهران انتخاب شده‌است. برای این تحقیق، پارامترهای هواشناسی برای همه شبیه‌سازی‌ها یکسان در نظر گرفته شده‌است و متغییر میزان محصوریت، منبع انتشار با قطر $10\mu m$ با ارتفاع m ۰/۳ در تمام شبیه‌سازی اجرا شده‌است. شکل زیر جهت وزش باد را نسبت به ساختمان‌ها نشان می‌دهد، جهت باد جهت ۲۹۲/۵° (مایل بر محور) است. گرادیان صفر شروع می‌شود و اجازه می‌دهد که طبقه‌بندی گرمایی در فاز اولیه شبیه‌سازی بر اساس درجه حرارت اولیه ایجاد شود- رطوبت: رطوبت عمودی از طریق رطوبت خاص (در ۲۵۰۰ متر) و رطوبت نسبی (در ارتفاع ۲ متر) محاسبه می‌شود.بر اساس این پارامترهای تعریف شده، نمونه ها شبیه سازی در نرم افزار اینمویمت مدل سازی شده‌اند. برای داشتن حالت مقایسه‌ای و امکان استخراج نتایج قابل تعمیم در چندین حالت متغیرهای اصلی پژوهش مورد دستکاری قرار گرفته و خروجی های لازم برداشت شده‌است.





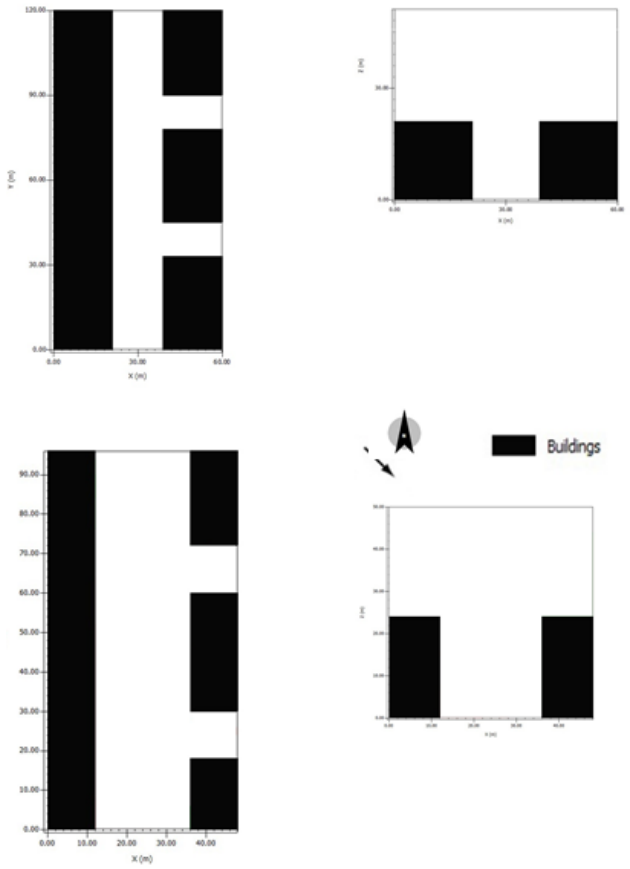


شکل۲: پارامترهای هواشناسی و آلایندگی مربوط به ایستگاه پارک شهر (www.meteoblue.com)

الگوی شبیه سازی شده به عنوان نمونه ای با بیشترین فراوانی از محور سی تیر شهر تهران انتخاب شده است. برای این تحقیق، پارامترهای هواشناسی برای همه شبیه سازی ها یکسان در نظر گرفته شده است و متغییر میزان محصوریت محور می باشد. در محور اصلی با H/w:۰/۹ یک آلاینده خطی و H/w:۱/۱ دو آلاینده خطی قرار داده شده است، منبع انتشار با قطر ۱۰μm با ارتفاع ۰/۳ m در تمام نمونه های شبیه‌سازی اجرا شده است. شکل زیر جهت وزش باد را نسبت به ساختمان ها نشان می دهد، جهت وزش باد جهت ۲۹۲/۵° (مایل بر محور) است.

منطقه مدلسازی شده	۱۲۰×۶۰
ارتفاع	۵۲
اندازه سلول شبکه	۳m× ۳m×۳m
H / W(ارتفاع به عرض)	۰/۹

منطقه مدلسازی شده	۹۶×۴۸
ارتفاع	۵۰
اندازه سلول شبکه	۳m ×۳m×۳m
H / W(ارتفاع به عرض)	۱/1



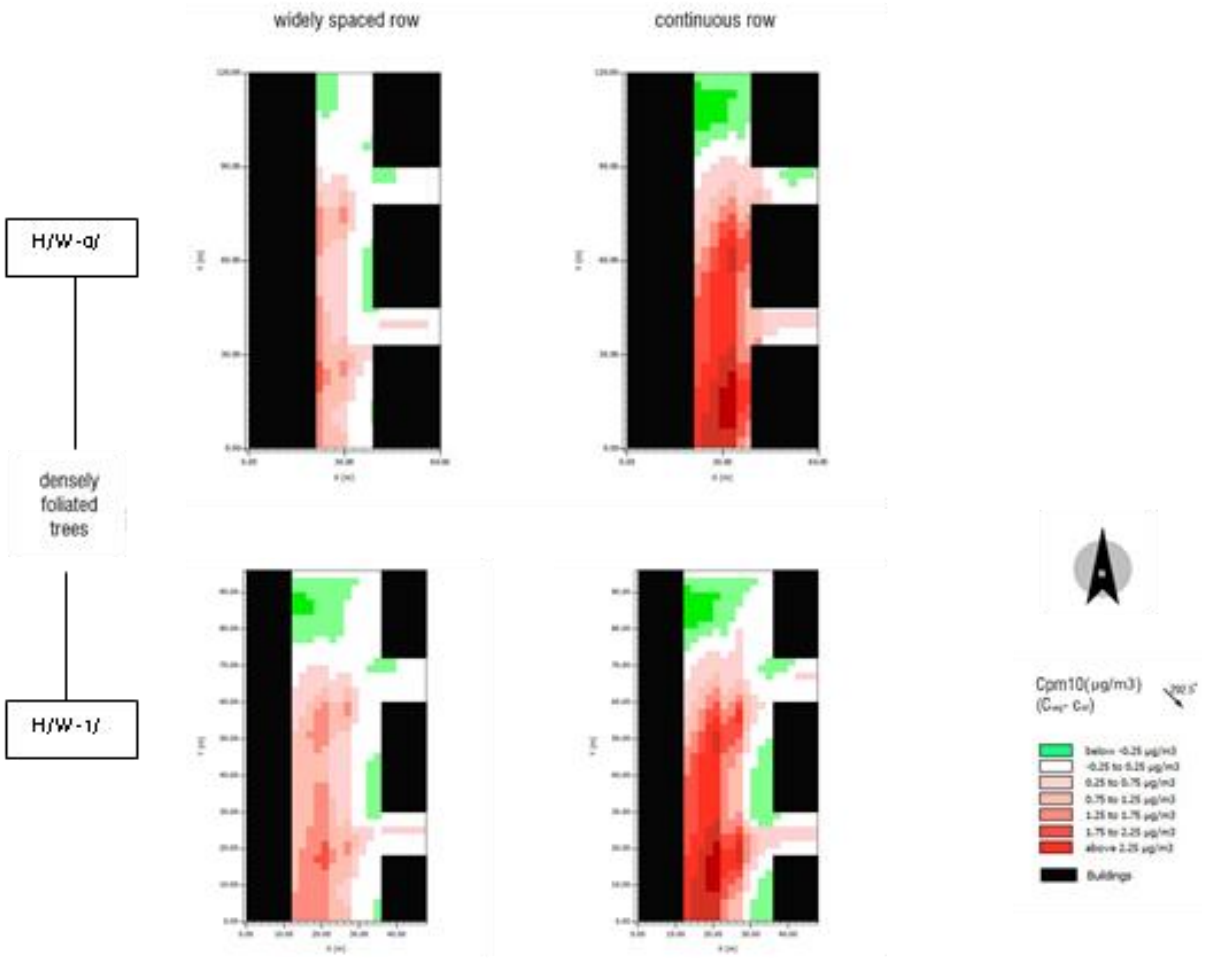
شکل۳: شبیه‌سازی الگوی موجود، قسمت‌های تیره توده ساختمانی را نشان می‌دهد. منبع: نگارندگان

٤- یافته‌ها و تحلیل یافته‌ها

پس از اجرای مدل‌سازی، خروجی‌های مدل اقلیمی در قالب‌های نمودارها و جداول گرافیکی به کمک نرم افزار Leonardo تهیه شده‌اند که نتایج یافته ها و تحلیل های آنها به تفکیک در مولفه‌های زیر مورد بررسی قرار گرفته-است.

- **تاثیر میزان محصوریت بر ذرات معلق (pm۱۰)**

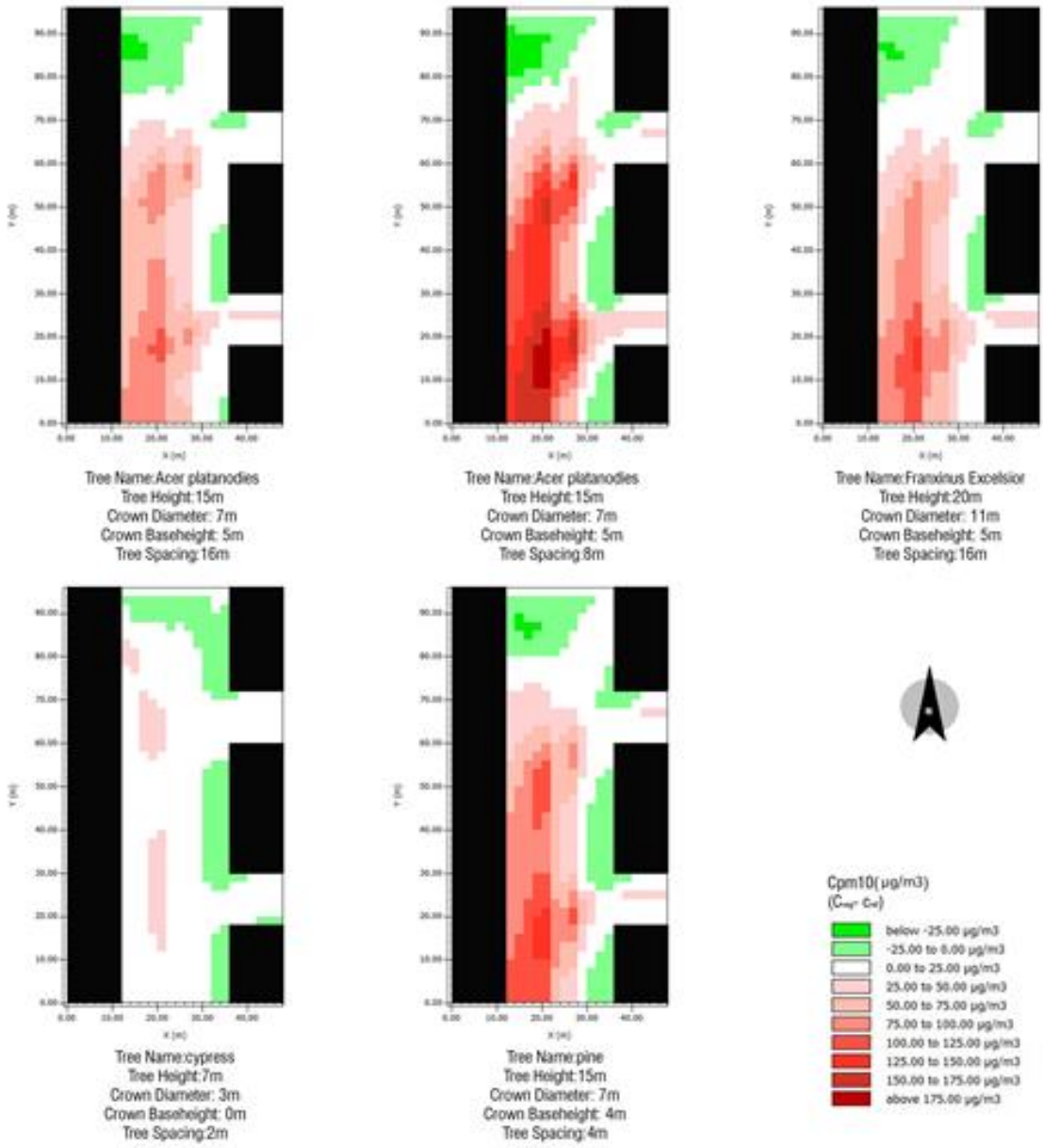
با توجه به شبیه‌سازی انجام گرفته برای دو میزان متفاوت محصوریت کالبدی پیاده‌راه، که درختان پرتراکم به‌صورت پشت‌سر هم و با فاصله از هم کاشته شده‌است، نشان می-دهد؛ به‌طور کلی درختان پرتراکم که به‌صورت پشت‌سر هم کاشته شده‌اند، میزان ذرات معلق هوا را افزایش می‌دهند، ولی این افزایش در /w:۰/۹ بیشتر است نسبت به H/w:۱/۱. این موضوع بیانگر آن است که با افزایش محصوریت کالبدی پیاده‌راه میزان غلظت ذراتم علق کمتر از یک میکرون یا به اصطلاح PM۱۰ افزایش می‌یابد. در مورد کاشت درختان با فاصله بیشتر، می‌توان گفت که غلظت ذرات معلق هوا، در این حالت کمتر از حالتی است که حالت الگوی کاشت درختان به صورت پشت سر می‌باشد. در این حالت هم مشاهده می‌شود که افزایش میزان محصوریت میزان غلظت PM۱۰ نیز افزایش می‌یابد.



شکل ٤: شبیه‌سازی پراکندگی ذرات معلق با دو نسبت محصوریت

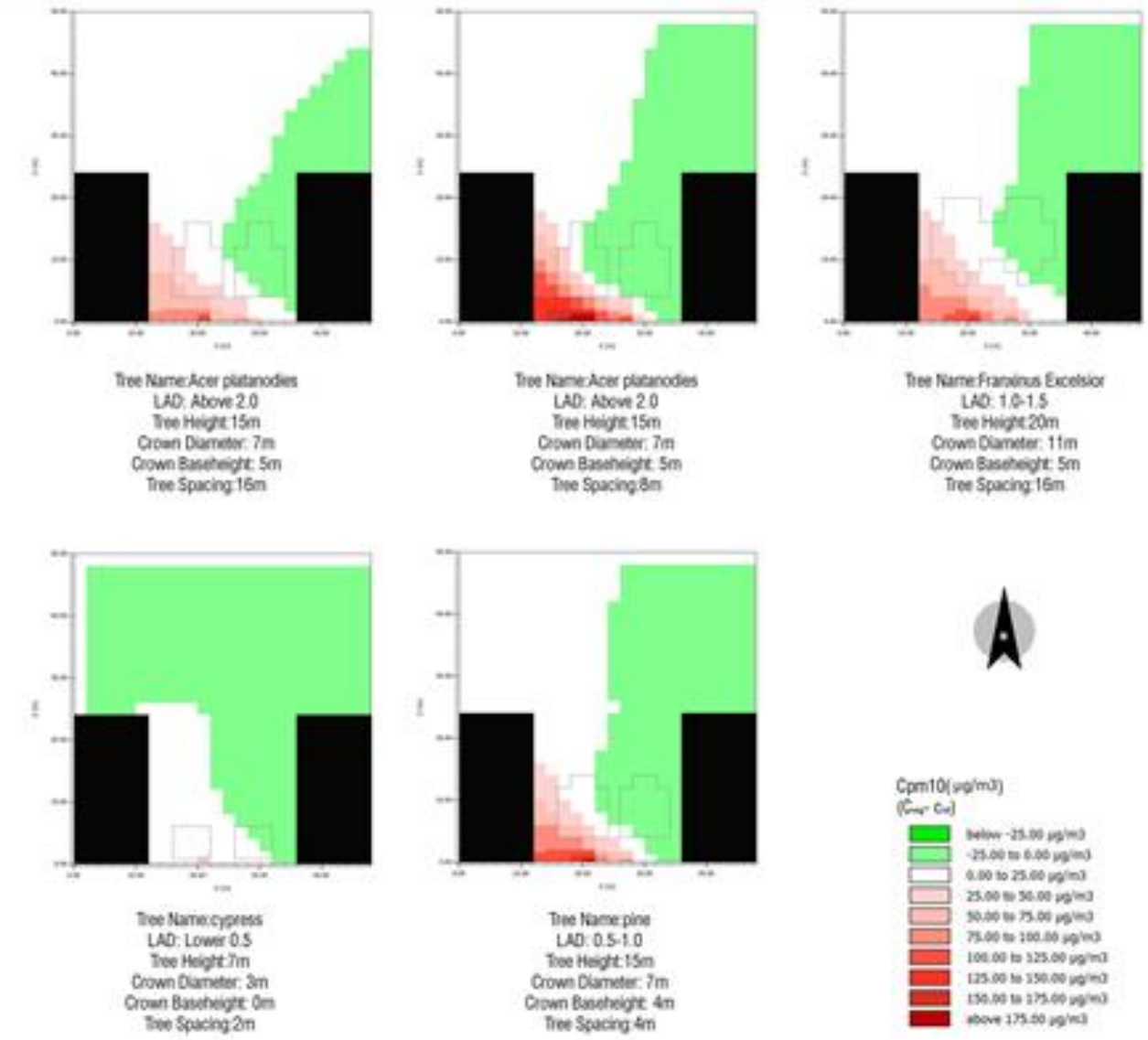
• بررسی تاثیر پوشش گیاهی بر میزان ذرات معلق(pm۱۰)

در مطالعات شبیه‌سازی این پژوهش، ٤ نوع درخت متفاوت در دو طرف محور کاشته شده‌است. درخت چنار به عنوان اصلی ترین و پر استفاده ترین گونه گیاهی مورد استفاده در خیابان ها و کلیه معابر تهران که به نوعی یکی از ارکان هویت منظری و پوشش گیاهی شهر تهران نیز حساب می شود، به‌عنوان اولین نمونه با دو الگوی کاشت در دو فاصله ١٦متر و ٨ متر از یکدیگر در نظر گرفته شده‌است. نتایج از حاصل از داده های شبیه‌سازی نشان می‌دهد که کاشت این درخت در محور در مقایسه با حالت بدون پوشش گیاهی، میزان ذرات معلق را افزایش می‌دهد. در الگوی شبیه سازی با فاصله کاشت درختان ٨ متر از همدیگر(فاصله تاج درختان از هم) میزان ذرات معلق در هوا نسبت به فاصله کاشت ١٦ متر افزایش می‌یابد. در خصوص نتایج حاصله می‌توان اینگونه استدلال کرد که به علت کاهش جریان هوا در محور و کاهش توان آلودگی ران وزش باد در طول محور، میزان ذرات معلق با اندازه کمتر از یک PM۱۰ افزایش یافته‌است. نمونه پوشش گیاهی شبیه سازی شده بعدی، درخت زبان گنجشک انتخاب شده‌است. فاصله کاشت در این حالت ١٦ متر در نظر گرفته شده‌است. کاشت این درخت نیز در محور نسبت به حالت بدون پوشش گیاهی میزان ذرات معلق را افزایش می‌دهد، ولی نسبت به چنار تفاوت چشمگیری در میزان غلظت ذرات معلق ایجاد نمی‌کند.درخت بعدی سرو می‌باشد که با فاصله ٢ متر از هم کاشته شده‌اند، نتایج حاصل از خروجی های شبیه سازی در نرم افزار نشان دهنده آن است که این الگوی کاشت درخت سرو سبب کاهش آلودگی در محور شده‌است. چهارمین نوع پوش گیاهی شبیه‌سازی شده، درخت کاج می‌باشد که با فاصله ٤متری از هم کاشته شده-اند. خروجی های شبیه سازی برای این نوع درخت نیز نشان می دهد، میزان ذرات معلق افزایش یافته‌است.



شکل ۵ : شبیه‌سازی تاثیر پوشش گیاهی بر pm_{10} با جهت باد ۲۹۲.۵ درجه و سرعت ۳.۲ متر برثانیه

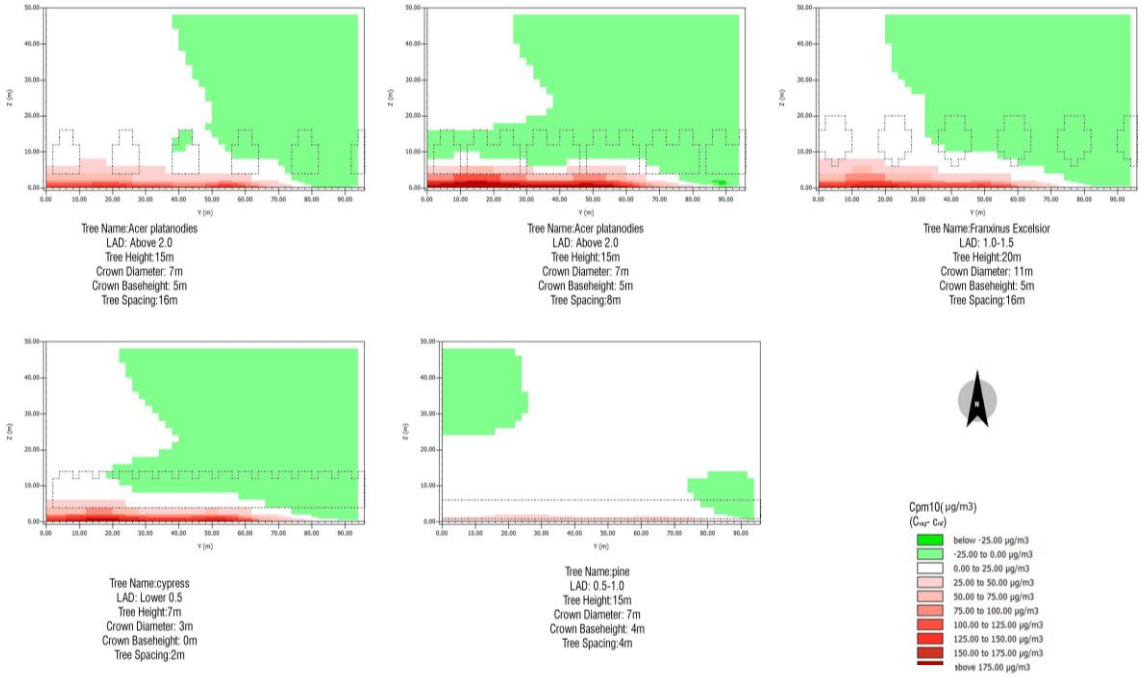
در تمام نمونه‌های شبیه‌سازی‌ها مشاهده می‌شود که در قسمت ابتدایی ورورد جریان باد به محور با کاشت درخت غلظت ذرات آلاینده کاهش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد علت آن بازگشت جریان باد پس از برخورد به جبهه روبرویی و خروج آلاینده‌ها از محور می‌باشد. همچنین می‌توان مشاهده‌کرد که در تقاطع‌ها میزان ذرات معلق افزایش می-یابد. با کاشت درخت در محور اصلی تغییر محسوسی در غلظت ذرات آلاینده محورهای فرعی ایجاد نمی‌گردد. در برش عرضی شکل٦ از محور مشاهده می‌شود که میزان غلظت ذرات معلق هوا در تمامی حالت‌ها در سمت چپ محور بیشتر است و در مسیر جریان باد(سمت راست)شاهد کاهش ذرات معلق هستیم. علت می‌تواند این باشد که با ورود هوا از سمت چپ و برخورد آن با جبهه روبرویی جهت جریان تغییر کرده و پس از برخورد به منبع آلاینده، ذرات معلق را پشت جبهه روبرویی انباشته می‌سازد. این میزان این انباشتگی در تمام حالت‌ها یکسان نمی‌باشد و از نظم خاصی نیز پیروی نمی‌کند. منبع آلاینده در وسط محور و به صورت خطی که متناسب با ماهیت پیاده راه می باشد، واقع شده‌است. نتایج حاصل از خروجی‌های شبیه‌سازی شده در نمونه ها و حالت‌های نشان می‌دهد که با افزایش فاصله از منبع آلاینده میزان غلظت ذرات معلق به‌طور محسوسی کاهش می‌یابد.



شکل٦: برش عرضی از محور

در برش طولی از محور می‌توان مشاهده کرد که در تمامی شبیه‌سازی‌ها، در ابتدای محور میزان آلاینده‌ها کمتر است، ولی این میزان با افزایش فاصله از ابتدای محور افزایش می‌یابد. همانطور که از خروجی‌های شبیه‌سازی مشخص است، میزان افزایش آلاینده‌ها در طول مسیر به یک میزان نبوده و از یک الگوی واحدی تبعیت نمی‌کند. کاهش میزان اثرگذاری بر کاهش آلایندگی علاوه بر عمق فضا به وجود یا عدم وجود مسیرهای منتهی به محور نیز بستگی دارد. به‌گونه‌ای که با افزایش تعداد مسیرهای عمود بر محور مورد مطالعه، میزان اثرگذاری بر کاهش آلودگی نیز افزایش می‌یابد. همچنین میزان آلودگی در تمام طول مسیر در سمت پشت به باد بیشتر از مسیر روبه باد است.

با استفاده از این الگوها می‌توان نسبت به طراحی پیاده‌راه هایی با در نظر گرفتن میزان محصوریت کالبدی و نوع و محل استقرار و شدت تراکم پوشش‌های گیاهی، پیاده‌راه‌هایی سالم تر برای شهروندان طراحی کرد.



شکل۷: برش طولی از محور

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

این پژوهش رابطه پوشش گیاهی و همینطور جهت و شدت وزش باد را در کاهش میزان ذرات معلق آلاینده هوا، کمتر از ۱۰ میکرون را مورد مطالعه قرار داده‌است. از تحلیل یافته های پژوهش که اثر پوشش گیاهی و شدت و جهت جریان باد بر روی پراکندگی ذرات آلاینده با استفاده از ENVImet را نشان می‌دهد، می‌توان نتیجه گرفت که غلظت ذرات آلاینده با افزایش تراکم پوشش گیاهی افزایش می‌یابد و کیفیت هوا و تهویه نیز، کاهش می‌یابد. درختان با تراکم کم، تاثیر معناداری بر ذرات آلاینده نمی‌گذارد، در حالی که بوته‌ها و درختچه‌ها می‌توانند جایگزین مناسب‌تری برای درختان در دره‌های عمیق شهری باشند. زیرا آنها به علت نزدیک بودن به منبع آلودگی خطی، باعث کاهش تراکم آلاینده‌ها می‌شود و به علت کاهش غلظت آلاینده‌ها در ارتفاع محدوده تنفسی انسان، برای پیاده‌راه مناسب‌تر می‌باشند. بر اساس نتایج این مطالعه، بهتر است از کاشت درختان با تراکم بالا در دره‌های عمیق شهری اجتناب شود، زیرا آنها مانع جریان و تهویه هوا می‌شوند.

همچنین نتایج تحلیل‌های شبیه‌سازی در مورد جهت جریان باد می‌توان مشاهده کرد که جریان باد مایل بر محور تاثیر بیشتری بر بهبود گردش هوا در مقایسه با جریان باد عمود می‌شود؛ در نتیجه در محورهایی که جهت وزش باد، مایل بر محور شهری است میزان غلظت ذرات معلق، به‌علت تهویه بهتر، کمتر خواهدبود. برای محورهای که جهت وزش باد بر آنها به‌صورت عمودی است، می‌توان از تمهیداتی همچون ایجاد بادشکن با استفاده از عناصر ساختمانی و پوشش گیاهی بهره جست، بگونه‌ای که جهت وزش باد را به شکل مطلوب تغییر دهد.

منابع

- اجلالی، فرید، (۱۳۸٦). آلودگی هوا با نگاهی به پالایش هوای تهران، نشر آموزش کشاورزی.
- بهداشت هوا، وضعیت آلودگی هوای شهر تبریز در سال ۱۳۸٦، خرداد ۱۳۸٦
- پاکزاد ، جهانشاه ، راهنمای طراحی فضاهای شهری ، وزارت مسکن و شهرسازی ، تهران ، ۱۳۸٤
- تقی زاده ، مینا و کافی ، محسن ; معرفی تکنولوژی گیاه پالاینده های فضای سبز ، مجموعه مقالات سومین همایش ملی فضای سبز و منظر شهری، ویژه نامه ضمیمه ماهنامه ،۱۳٤٥، شماره ۲.

- زلقی، الهه و دیگران، وجود در هوای شهر تبریز با استفاده PM کمی سازی مرگهای تنفسی و قلبی عروقی منتسب به آلاینده PM۱۰ از مدل AIRQ ۲،۲،۳، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی تبریز شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران-مهر۱۳۹۲.
- شفیع پور، مجید، (۱۳۸۷). مهندسی آلودگی هوا، موسسه نشر شهر.
- شمسی پور، نجیب زاده، حسین پور، شبیه سازی الگوی پراکنش آلودگی هوای کلان شهر تهران در شرایط وزش باد.۱۳۹۲
- علیزاده، امین، هوا و اقلیم شناسی، مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی . ۱۳۸۳ ، صفحه ۱۷۳.
- مجید عباس پور، امیرحسین جاوید، سحر سعیدی (۱۳۹۳)، تاثیر بوستان های شهری بر میزان انتشار ذرات معلق PM۱۰ با استفاده از نرم افزار GIS
- Al-Khashman, O. ۲۰۰۷. Determination of metal accumulation in deposited street dusts in Amman, Jordan, Environmental geochemistry and health, Vol. ۵, P. ۱-۱۰.
- Borai, A. A., et al. ۲۰۰۱. Monitoring and statistical evaluation of heavy metals in airborne particulates in Cairo, Egypt, E. H. Chromatography, Vol. ۱۰, P. ۲۶۱–۲۶۹.
- Nabi, G., Pardakhti, A. ۲۰۱۱. Comparative cancer risk assessment of THMs in drinking water from well water sources and surface water sources, Environ Monit Assess, Vol. ۱۷۹, P. ۴۹۹-۵۰۷.
- IRIS. ۲۰۰۵. Guidelines for Carcinogen Risk Assessment, EPA.
- Kent, C. ۱۹۹۸. Basics of Toxicology.
- U.S-EPA. ۲۰۰۰. Exposure Factors Handbook. Office of environmental health and hazard assessment, Washington DC.
- Yongming, H. ۲۰۰۶. Multivariate analysisof heavy metal contamination in urban dusts of xi'an, Central China. The Science of the Total Environment, P. ۱۷۶-۱۸۶.
- Yeganeh, Mansour, Bayegi, Fatemeh, Sargazi, Azadeh.۲۰۱۸. Evaluation of environmental quality components on satisfaction, delight and behavior intentions of customers (case study: Gorgan restaurants). Am. J. Res. ۵–۶ (۵–۶).
- Yeganeh, Mansour, Bemanian Mohamdreza.۲۰۱۲. Architecture as an Organism, International Conference on Industrial Engineering and Operations Management
- Yeganeh, Mansour. ۲۰۱۵. Educating designing an architectural model based on natural principles and criteria, International Conference New Perspectives in Science Education.
- SN Kandelan, M Yeganeh, S Peyman, K Panchabikesan, U Eicker, ۲۰۲۲. Environmental study on greenery planning scenarios to improve the air quality in urban canyons. Sustainable Cities and Society ۸۳, ۱۰۳۹۹۳
- Z Zare, M Yeganeh, N Dehghan, ۲۰۲۲. Environmental and social sustainability automated evaluation of plazas based on ۳D visibility measurements. Energy Reports ۸, ۶۲۸۰-۶۳۰۰
- B Ashtari, M Yeganeh, M Bemanian, B Vojdani Fakhr. ۲۰۲۱. .A Conceptual Review of the Potential of Cool Roofs as an Effective Passive Solar Technique: Elaboration of Benefits and Drawbacks. Frontiers in Energy Research, ۶۲۴
- M Shahbazi, M Yeganeh, M Bamanian. ۲۰۲۰. Meta-analysis of environmental vitality factors in open spaces. Motaleate Shahri ۹ (۳۴), ۶۱-۷۶
- H Sakhaei, M Yeganeh, R Afhami. ۲۰۲۲. Quantifying stimulus-affected cinematic spaces using psychophysiological assessments to indicate enhanced cognition and sustainable design criteria. Frontiers in Environmental Science, ۳۰۲
- M Azizibabani, M Bemanian, M Yeganeh. ۲۰۲۲. nvestigation of the effects of applying social sustainability components on residential satisfaction. Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering ۲۹ (۲), ۴۹-۶۱

Analysis of the Effect of Physical enclosure and vegetation on reducing the amount of suspended particles in the pedestrian streets of Tehran (Case study: ۳۰-e-Tir)

Mahdis Mobarhan[۱], Farhad Mansouri Kivaj[۲], Mansour Yeganeh[۳*]

[۱] M.A Landscape architecture, Islamic Azad University, Pardis Branch, Pardis , Iran

[۲] Ph.D. Student. Architecture department. Islamic Azad University, North Tehran Branch. Tehran, Iran

[۳] Corresponding Author, Associate Professor of Architecture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. Email:

Email Addres:yeganeh@modares.ac.ir

Abstract

The subject of this paper is to investigate the effect of the amount of enclosure of urban pedestrians as well as the type and amount of vegetation on the amount of air suspended in Tehran. The results of the previous studies show that vegetation and physical patterns of urban space have a significant effect on the rate of airborne particles. The research seeks to answer these questions: What is the relationship between the amount of enclosure in the pedestrian street's urban spaces and the amount of suspended particles? And also, how does the type and amount of vegetation and location and its severity affect the amount of airborne particles? The purpose of this study is to identify the optimal amount of physical enclosure of city walkways as well as vegetation type and their size and their distance, and the density of their leaves, in order to reduce the airborne particles contaminated with particles less than ۱ micron (PM۱۰). The research method in this paper is descriptive analytic and simulation using Envi-met software. The research methods in this paper is analytical-descriptive and simulation using Envi-met software. The studied axis was used to analyze the findings and perform simulations in the city of Tehran. Methods for collecting data at the theoretical level is done by referring to scientific and experimental texts and literature, using database data about climate variables and bases for measuring air pollution (Meteoblue, ASPA's STREET) and taking physical characteristics, Spatial, social-activity and symbolic of the studied sequences. The observation unit includes sequences and transverse and longitudinal sections of the axis of Tehran city. The software analysis technique is done with leonardo software. Variables include air pollution and enclosure levels in urban walking axes. This variable is the causal condition for the dependent variable and the degree of air pollution that is dependent on this study.The results of the research show that in the critical wind conditions of ۱ m / s and with a wind direction of ۲۹۲,۵ degrees, with two sources of linear contamination, reducing the amount of physical enclosure is less pollution. And the optimal time is when the height ratio of the pedestrian sidewall to its width is ۱,۱. The concentration of suspended particles also increases with decreasing breeding distances. Changing the spacing of trees with low density does not have a significant effect on the air suspended particles. Shrubs and shrubs can be a more suitable substitute for trees in urban walkways due to their close proximity to the source of contamination, as well as the reduction of concentrations of pollutants in the human respiration range.

Introduction

Pedestrians are special pedestrian crossings implemented to create a suitable and safe environment for pedestrians by imposing a complete or relative ban on the movement of motor vehicles in some passages (Hakimi, ۲۰۱٤). Pedestrians are at crossings with the highest level of social role in which pedestrians are wholly dominated, and motorized vehicles are used only to serve the current life at the crossing. Sidewalks are a tool for collective activity (Pakzad, ۲۰۱٤). In recent years, the increase in air pollution has made urban public spaces less usable for different segments of society, so one of the most critical environmental challenges facing metropolises is the phenomenon of air pollution (Yeganeh). et al. ۲۰۱۸).Air pollution is the presence of one or more pollutants or compounds in the external or internal atmosphere, in amounts and duration, that may cause damage to human, plant, or animal life or property and unreasonably interfere with the comfortable enjoyment of life or property (Ajlali, ۲۰۱٦). A single factor does not cause air pollution, but a series of complex issues cause air pollution. A part is related to the industry, a part is caused by cars, a part is related to meteorological

parameters (such as wind speed), and some cases are also related to geographical conditions such as mountains, seas, the slope of the region, etc.) (Shafipour) , ۱۳۸۷). The unfavorable condition of the air and the concentration of pollutants exceeding the limit set by the World Health Organization (WHO) in metropolitan cities are considered a severe threat to the health of citizens. The city of Tehran, the largest and most populous city in the country, has a problem due to specific geographical (topography and weather), social (population distribution and traffic), cultural (level of culture and related education), and urban development conditions. It is air pollution (Air et al. Company, ۱۳۹۰: ۱۲). One of the ways to optimize the environment to provide thermal comfort and remove air pollution is to use plants (Bourbia, Boucherriba, ۲۰۱۰). Implementing plants on the level of roads, increasing planting of plants on the roofs of buildings, and increasing greenery in the city will reduce urban heat islands, energy consumption and improve air quality (Bourbia F, Boucherriba F. ۲۰۱۰; ۳۵). Plants can absorb pollution better than artificial surfaces and buildings, which is proved by the chemical analysis of the foliage surface. Research conducted using a wind tunnel showed that trees on the street surface increase the presence and concentration of pollutants on the roads. Dust removal is one of the essential environmental effects that urban green spaces are responsible for. Green plants absorb fine particles of dust, bitumen, and oil, reducing the speed of dust that hits a mass of greenery. Heavy dust settles, and smaller particles stick to the surface of plant leaves. Grass absorbs dust ۳ to ٦ times more than bare surfaces, but the same grass absorbs dust ten times less than a tree with the same surface. Pollution removal is one of the various ways of the effect of urban trees in improving the city's air. Therefore, tree planting management based on shading and choosing the appropriate plant species can be a sustainable strategy to improve the city air and bring it closer to the standards. Be a city. Therefore, it is better to use plants that can absorb environmental pollutants in planting combinations. To increase purification, plants that occupy more space per surface area can be combined with green plants based on size, color, compatibility, etc. Taghizadeh, ۱۳۸۷.This article aims to study the effect of vegetation and the degree of confinement in urban sidewalks on the dispersion of airborne particles in Tehran, emphasizing suspended particulate matter of less than ۱۰ microns or PM۱۰. Among the sources of emission of pollutant M۱۰, we can mention the indiscriminate construction in the city and the activity of brick-making and asphalt-making units around the city. The lack of green spaces, forest parks, and suitable vegetation in the suburbs are also among the main factors in aggravating the pollution of suspended particles during storms and strong winds (Hava Health, ۲۰۱٦).

Methodology

Methods of data collection at the theoretical level by referring to scientific documents and texts and at the experimental level, using data from databases related to climate variables and databases related to measuring air pollution (Meteoblue, ASPA's STREET) Physical, spatial, activity-social, and symbolic sequences are studied (Yeganeh, Bemanian, ۲۰۱۲). The observation unit includes sequences and transversal and longitudinal sections of the thirty-third axis of Tehran city. Software analysis technique has been done with Leonardo software. The variables include air pollution and the degree of confinement in urban pedestrian axes. This variable is the dependent variable's causal condition, and the amount of air pollution is the dependent variable in this research. The determined indicators have the validity of the standard due to the fact that they refer to previous research and common and accepted indicators of researchers in the field of landscape architecture and urban planning. In addition, the indicators have construct validity because they are determined based on the theoretical framework of the research. The reliability of the results of this research is due to the validity and citation of the software used in this research (Envi-met), which in most cases, Articles and scientific research related to the subject have been cited.

Conclusion

This research has studied the relationship between vegetation and the direction and intensity of wind in reducing the amount of suspended particles of air pollutants, less than ۱۰ microns. From the analysis of the findings of the research, which shows the effect of vegetation and the intensity and direction of wind flow on the dispersion of pollutant particles using ENVImet, it can be concluded that the concentration of pollutant particles increases with the increase in vegetation density and the

quality of air and ventilation also decreases. Trees with low density do not significantly impact polluting particles, while bushes and shrubs can be a more suitable substitute for trees in deep urban valleys. Because they are close to the source of linear pollution, it reduces the concentration of pollutants, and due to the reduction of the concentration of pollutants at the height of human breathing range, they are more suitable for sidewalks. Based on the results of this study, it is better to avoid planting trees with high density in deep urban valleys because they hinder airflow and ventilation.Also, the results of the simulation analysis about the direction of the wind flow can be seen that the wind flow inclined to the axis has a more significant effect on the improvement of air circulation compared to the vertical wind flow; As a result, in the axes where the wind direction is inclined to the urban axis, the concentration of suspended particles will be lower due to better ventilation. For the axes on which the direction of the wind is vertical, it is possible to take advantage of measures such as creating a windbreak using building elements and vegetation in such a way as to change the direction of the wind favorably.

Keywords

Enclosure of space; dispersion of suspended particles; vegetation type; plant size and distance; Envi-met