Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره نهم، شماره ۱، بهار ۸۶

مدل سازی انتشار ذرات معلق با بکارگیری مدل ADMS -Urban[1]

فریده عتابی
استادیار دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی
مجید عباسپور
استاد دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مکانیک
عبدالرضا کرباسی
استادیار دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران
سید علیرضا حاجی سید میرزاحسینی
(عهده دار مکاتبات)
کارشناس ارشد دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

تاریخ دریافت: ۸۵/۳/۳ تاریخ پذیرش:۸۵/۷/۱۷

چکیده

امروزه یکی از بزرگترین مشکلات آلودگی هوا در کلان شهرهایی نظیر تهران بزرگ، ذرات معلق ناشی از تردد خودروها، ترافیك سنگین جاده‌ای و همچنین فعالیت های صنعتی مختلف می‌باشد. ذرات معلق می‌تواند طی فرآیندهای مختلف تولید شده و گروههای مخلوط از آلاینده های هوا را بوجود آورند. فرآیند تشکیل ذرات معلق در ابعاد و ترکیب های ساختاری متفاوت به دو پارامتر مکان و زمان انتشار در منبع تولید آلاینده بستگی دارد. با استفاده از مدل سازی ریاضی به منظور پیش بینی نحوه انتشار آلاینده‌ها می‌توان اطلاعات مفیدی را برای اجرای آتی استراتژی های کنترل آلودگی و کاهش هزینه های آن فراهم نمود.

در این تحقیق مدل ADMS–Urban پس از بررسی ۳۰ مدل به عنوان مدلی با قابلیتهای منحصر به فرد انتخاب گردیده است. این مدل برای نخستین بار در رابطه با مدلسازی نحوه انتشار ذرات در شهر تهران با شرایط پیچیده توپوگرافی مورد استفاده قرار گرفته است. توسط این مدل پیشرفته می‌توان غلظت آلاینده‌های منتشره از منابع آلاینده به صورت نقطه ای، خطی، حجمی، سطحی را محاسبه و نتایج را در محیط GIS ارائه نمود.

با توجه به اندازه‌گیری های میدانی انجام شده در رابطه با انتشار ذرات در منطقه ۲۲ شهرداری تهران بعنوان مطالعه موردی، برای مدت یکسال، هرماه به مدت یك هفته، هر روز در دو نوبت صبح و بعد از ظهر در ۱۳ ایستگاه اندازه‌گیری سیار، مقادیر غلظت ذرات معلق و پارامترهای هواشناسی منطقه نظیر سرعت و جهت باد، دما، پوشش ابر... به عنوان داده‌های ورودی به مدل ADMS–Urban مورد استفاده قرار گرفته و نتایج حاصل از اجرای مدل در محیط GIS منطقه ۲۲ ارائه گردیده است. مقایسه نتایج حاصل از اجرای این مدل ریاضی با مدل اینونتوری (بانك اطلاعاتی) آلاینده‌های هوای منطقه ۲۲ نشانگر همخوانی بسیار مناسب حاصل از مدلسازی ریاضی با داده های واقعی اندازه‌گیری شده می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد به علت حجم بالای وسایل نقلیه عبوری و ترافیك جاده‌ای اتوبان تهران–کرج و ورودی شرقی منطقه ۲۲ بیشترین غلظت ذرات معلق را دارا می‌باشند. توسط این مدل می‌توان نحوه توزیع انتشار ذرات را در مناطق شهری (که از ناهمواری‌های پیچیده‌ای برخوردارند) با لحاظ نمودن کلیه اثرات در رابطه با مشخصات زبری سطح، موانع و ساختمانها و ناهمواری‌های کوهستانی بخوبی پیش‌بینی نمود.

واژه های کلیدی: انتشار ذرات معلق، مدلسازی ریاضی، مدل ADMS ، مدل اینونتوری

مقدمه

ذرات معلق ممکن است از طریق انعقاد اولیه و متراکم شدن گازها (تغلیظ) تولید شوند. ذرات ریز (به شکل مجتمع در دامنه ۲–۰/۱ μm) معمولاً به واسطه واکنشهای شیمیایی، یا سایر فرایندهای نسبتاً آرام در اتمسفر شکل می‌گیرند.بنابراین، ذرات ریز، معمولاً ذراتی هستند که به تازگی شکل نگرفته اند. شکل درشت ذرات می‌تواند به عنوان ذراتی با قطر بیشتر از ۲/۵ میکرومتر باشد که در نواحی شهری، معمولاً به حالت مکانیکی تولید و بوسیله مواد جاده ای، آستر ترمز و تایرها، کارهای سازه ای، گرد و غبار برخاسته توسط باد و اغتشاشات ترافیکی و فرآیندهای صنعتی تشکیل شده اند(۱).

1-Atmospheric Dispersion Modeling System

www.SID.ir

Archive of SID

بعنوان مثال، حمل و نقل جاده ای در کشورهای اروپایی می‌تواند حدود ۲۵٪ از PM_{10} را منتشر نماید. این امر در شرایطی است که، در مراکز شهری، انتشار تا میزان تقریبی ۹۰ الی۸۰ درصد رشد دارد(۲). در شهر تهران، روزانه در حدود ۳ هزار تن منواکسید کربن، ۴۵ تن هیدروکربن سوخته، ۱۳۰ تن اکسید ازت، ۳۰ تن اکسید گوگرد، ۳۰ تن ذرات معلق، ۲ تن سرب تولید، و به هوا متصاعد می‌شود. که، حدود ۷۳ درصد این آلودگی ها در شهر تهران، ناشی از بخش حمل و نقل است(۳).

مطالعات مدل سازی انتشار آلاینده‌های هوا، تلاشی بمنظور بدست آوردن اطلاعات مفیدی برای اجرای آتی استراتژی های کنترل آلودگی هوا فراهم است. مدل های کیفیت هوا، در چندین دهه اخیر به صورت گسترده به کار می‌روند و بر پایه محاسبات انجام شده توسط کامپیوتر شکل گرفته است و برای پیشگویی اثرات پیچیده منابع آلاینده جدید نیز به کار می‌روند. اکثر مدل های کیفیت هوا در سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا و تعدادی از نمایندگی های آن در دسترس است که خصوصیات و امکانات مدل های انتشاری کیفیت هوا توسط سازمان های مربوطه توسعه می‌یابد. گوناگونی مدل ها، به درجه مهارت و همچنین گوناگونی روابط ، نوع و تعداد منابع بستگی دارد. همچنین، برای مدل ها با توانمندی بالاتر، نیاز به محیط عمل وسیع تر و داده های هواشناسی کاملتر است. مدلهای ریاضی پیشرفته از پارامترهای ورودی کاملتری نظیر مشخصات هواشناسی، اثر ساختمانها، اثر زبری سطحی و سایر موارد برای شبیه سازی دقیق‌تر استفاده می‌نمایند، در مناطق شهری باشرایط توپوگرافی پیچیده مانند تهران، مدل، باید بخوبی قادر به لحاظ نمودن تاثیرات غلظت های زمینه آلاینده‌ها، آلاینده‌های ثانویه و تغییرات توپوگرافی در ناحیه شبیه سازی باشد(٤).

روش مدلسازی

در این تحقیق، ۳۰ مدل ریاضی نرم افزاری از نظر قابلیت‌ها و محدودیت‌ها، جهت مدلسازی انتشار ذرات معلق بویژه با لحاظ نمودن اثرات زبری، موانع، ناهمواری‌های کوهستانی، پوشش ابر و سایر پارامترهای کلیدی برای شرایط توپوگرافی پیچیده خاص همچون شهر تهران، مورد مطالعه و بررسی دقیق قرار گرفته و با یکدیگر مقایسه شده‌اند و از میان این مدل ها، ADMSبه عنوان یك مدل، با قابلیت‌های منحصر به فرد انتخاب شده است (جدول شماره ۱).

در جدول شماره(۱)، دوازده مدل توصیه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا نشان داده شده است. پاره‌ای از مدل های فوق، به صورت انحصاری برای شبیه سازی آلاینده خاص و یا برای منابع محدود بکار می‌روند و از سوی دیگر نوع منطقه و عوارض سطحی یك پارامتر کلیدی در انتخاب مدل است. مدل پیشرفته منابع نقطه ای، حجمی، سطحی، خطی را در مناطق شهری و روستایی و با هر گونه توپوگرافی سطحی پوشش می‌دهد.از نظر زمانی مدل، بهتر است، بصورت کوتاه مدت (یك‌ساعت) و بلند مدت (یکسال) قادر به شبیه سازی آلاینده در منطقه مورد نظر باشد.

فاصله انتقالی، در اکثر مدلها در حدود ۵۰ کیلومتر در نظر گرفته شده است. این امر بدین مفهوم است که مدل در این محدوده بالاترین دقت را در شبیه سازی دارا است(۵).

انتخاب مدل بهینه

با توجه به جدول شماره (۱)، پارامتر های کلیدی نظیر نوع منبع، نوع عوارض سطحی و نوع منطقه شبیه‌سازی شده در انتخاب مدل حائز اهمیت است، اما موارد ذیل بصورت کاملتر خصوصیت مدل بهینه را بیان می‌نماید:

- مدل باید قادر به شبیه سازی نحوه پخش ذرات از منابع نقطه ای، حجمی، سطحی، خطی و شبکه بندی شده (اختیاری) باشد.
- ارتفاع، طول، عرض، موقعیت و جهت جغرافیایی و موقعیت منابع، ارتفاع، قطر، شکل، سرعت خروج، دمای خروجی، جهت باد، سرعت های ته نشینی، ضرائب انعکاس سطح و سایر پارامترهای جوی و فیزیکی باید در مدل در نظر گرفته شود. باید توجه داشت که، هرچه ورودی های یک مدل کاملتر باشد خروجی و نتایج حاصل از مدل به واقعیت نزدیکتر می باشد.
- مدل ریاضی مورد نظر، باید از یک مدل هواشناسی در

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مدل های برگزیده و توصیه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا(EPA)

نام مدل	منبع	ناحیه	عوارض	میانگین زمانی	فاصله انتقالی
BLP	نرخ کاهش آلومینیم حاصله از پالایشگاهها	روستایی	ساده	یک ساعت الی یک سال	کمتر از ۵۰ کیلومتر
CALINE3	اتوبان ها (خطی)	شهری و روستایی	ساده	یک الی ۲۴ ساعت	کمتر از ۵۰ کیلومتر
CDM2	منابع نقطه ای و سطحی	شهری	صاف	کمتر از یک ماه	کمتر از ۵۰ کیلومتر
CTDMPLUS	منابع نقطه ای ارتفاع یافته	شهری یا روستایی	مخلوط	یک ساعت الی یک سال	کمتر از ۵۰ کیلومتر
EDMS	فرودگاه ها	مشخص نمی باشد	ساده	یک ساعت الی یک سال	کمتر از ۵۰ کیلومتر
ISC3	منابع مخلوط صنعتی	شهری یا روستایی	ساده یا تپه مانند	یک ساعت الی یک سال	کمتر از ۵۰ کیلومتر
OCD	منابع ساحلی خارج فلات قاره	مشخص نمی باشد	مشخص نمی باشد	یک ساعت الی یک سال	فواصل دور از ساحل
RAM	منابع نقطه ای و سطحی	شهری	صاف	یک ساعت الی یک روز	کمتر از ۵۰ کیلومتر
UAM	مناطق شهری با مشکل اوزن	شهری	تمام حالت ها	یک ساعت	کمتر از ۵۰ کیلومتر
AERMOD	منابع نقطه ای، حجمی، سطحی	شهری یا روستایی	ساده یا ترکیبی	یک ساعت الی یک سال	کمتر از ۵۰ کیلومتر
CALPUFF	منابع نقطه ای، حجمی، سطحی،خطی	شهری یا روستایی	صاف یا ترکیبی	یک ساعت الی یک سال	۵۰ الی ۲۰۰ کیلومتر
ADMS	منابع نقطه ای، حجمی،سطحی،خطی، شبکه بندی شده	شهری یا روستایی	صاف یا ترکیبی	یک ساعت الی یک سال	۵۰ الی ۱۰۰ کیلومتر

شبیه سازی استفاده نماید که، در حین شبیه سازی و یا قبل از آن، داده های هواشناسی را پردازش نماید. این اطلاعات شامل سرعت باد، جهت باد، دما، پوشش ابر، ارتفاع اختلاط، رطوبت نسبی، فشار سطح، نزولات جوی و داده های جو بالا (سرعت و جهت باد، دما، ارتفاع لایه مرزی) است.

- مدل ریاضی مورد نظر، باید نحوه انتشار ذرات را با لحاظ نمودن تاثیرات ناشی از وجود موانع و ساختمان های موجود بر جریان پایین دست پیش‌بینی نماید.
- مدل مورد نظر، همچنین باید دارای ابزار اختصاصی جهت نمایش خروجی ها باشد و کاربر، قادر به انتخاب تصاویر، قرار دادن تفاسیر و حاشیه گذاری و متحرك

www.SID.ir

Archive of SID

سازی خروجی ها باشد و مدل به نحوی با سایر نرم افزار های مرتبط نظیر Arc view قابل اتصال است.

- مدل بهینه، در حین اجرا دارای یک سیستم کنترلی بوده و خطاهای کاربر حاصل از ورود اطلاعات را تشخیص و به کاربر نمایش دهد. همچنین، بهتر است مدل توسط یک سازمان نظارتی نظیر EPA مورد تائید باشد.
- مدل مورد نظر، بهتر است دارای محیط گرافیکی بوده و به نحوی طراحی شده باشد که، بتواند به راحتی با کاربر ارتباط برقرار نماید، از این رو، مدل های تحت سیستم عامل ویندوز از توانمندی بالاتری برخوردارمی باشند(٤).

مدلسازی ریاضی توسط ADMS-Urban

ADMS-Urban یک مدل برای شبیه سازی انتشار ذرات و آلاینده‌های جوی است که، برای مدلسازی آلاینده های منتشره از منابع صنعتی و خانگی و ترافیک جاده ای در نواحی شهری بکار می رود.

این مدل برای چهار دسته منبع آلاینده اصلی شامل، منابع نقطه ای، سطحی، خطی، حجمی در نواحی شهری بکار می‌رود. اختلاف حائز اهمیت میان مدل ADMS و سایر مدل هایی که برای شبیه سازی آلاینده های هوا در محیط های شهری بکار می روند، این است که، مدل فوق از قابلیت بروز رسانی، برای پارامتر های ساختاری لایه مرزی برخوردار است که، این ساختار بر پایه طول مونین–ابوخوف و ارتفاع لایه مرزی استوار است.

قابلیتهای اصلی مدل به شرح ذیل بیان می‌شود:

- تنوع و انطباق پذیری در استفاده از مدل ADMS با نتایج و استاندارد های راهنمای سازمان هایی نظیر EU, NAQS, WHO ، طرحهای مدیریت ترافیک، طرح اجرایی کیفیت هوا، ارزیابی اثرات محیط زیستی مقایسه شده است.
- در این مدل انتشار پیشرفته، خصوصیات لایه مرزی بوسیله طول مونین– ابوخوف و ارتفاع لایه مرزی توصیف می شود. مقیاس طول مونین– ابوخوف بستگی به سرعت اصطکاکی و فلاکس حرارتی در سطح زمین دارد.
- محدوده کاملی از منابع آلاینده، شامل یک منبع شبکه بندی شده ، حداکثر با ۳۰۰۰ سلول، ۱۵۰۰ منبع خطی یا جاده ای و ۱۵۰۰ منبع نقطه ای، خطی، حجمی، سطحی را می‌توان در این مدل جهت شبیه سازی مورد استفاده قرار داد. با بکارگیری منابع کوچک تراکم یافته در منابع شبکه بندی شده، می‌توان از تعداد بسیار زیادتری از منابع آلاینده در اجرای مدل استفاده نمود.
- به منظور بکارگیری جهت خیابانهای عمق دار، بسیار مناسب است.
- این مدل قادر به شبیه سازی واکنشهای شیمیایی شامل ازون ، NO_x، NO و ذرات سولفات حاصل از SO_2 است.
- این مدل با بانک اطلاعاتی فهرست منابع انتشاری مستقیماً ارتباط دارد.
- کاربرد مدل، بواسطه محیط گرافیکی آن (تحت سیستم عامل ویندوز) ساده است.
- قابلیت بکارگیری از سیستم های اطلاعات جغرافیایی نظیر ArcView جهت نمایش خروجی‌ها را دارا است.
- دارای پردازشگر اولیه هواشناسی، جهت محاسبه پارامترهای لایه مرزی، بوسیله داده های ورودی نظیر زمان، سرعت باد، پوشش باد، فلاکس حرارتی سطحی و ارتفاع لایه مرزی است. داده های هواشناسی، ممکن است، بصورت ساعتی و یا بصورت آماری تحلیل شود.
- از قابلیت محاسبه نحوه انتشار ذرات در داخل لایه مرزی اتمسفری برخوردار است.
- این مدل قادر است جریان و نحوه انتشار ذرات در نواحی جریان توربولانس و اطراف ساختمانها را بخوبی شبیه‌سازی نماید.
- در مناطق شهری و روستایی و در نواحی کوهستانی و صاف اثر تغییرات ارتفاع و زبری را بخوبی پوشش می‌دهد(٧و٦).

ساختار مدل ADMS-Urban

مدل ADMS-Urban ، یك مدل گوسین پیشرفته است که،

www.SID.ir

Archive of SID

معادله اصلی انتشار در آن بدین شرح است:

رابطه (۱)

$$C=\frac{Q_s}{2\pi\sigma_y\sigma_z U}e^{-y^2/2\sigma_y^2}\left\{e^{-(z-z_p)^2/2\sigma_z^2}+e^{-(z+z_p)^2/2\sigma_z^2}+e^{-(z+2h-z_p)^2/2\sigma_z^2}+e^{-(z-2h+z_p)^2/2\sigma_z^2}+e^{-(z-2h-z_p)^2/2\sigma_z^2}\right\}$$

در رابطه فوق، Q_s، دبی خروجی از منبع آلاینده (g/s) z ، ارتفاع از سطح زمین h ، (m) ارتفاع لایه مرزی ، (m) y فاصله عرضی از محور دود z_p ، (m) ارتفاع منبع انتشار از سطح زمین U ، (m) سرعت باد در ارتفاع منبع (m/s) σ_y ، و σ_z به ترتیب، ضرایب انتشار افقی و عمودی (m) است.

در مدلADMS-Urban، مشخصات لایه مرزی با ارتفاع(h) وکلاس پایداری، با استفاده از طول مونین– ابوخوف (L_{MO}) توصیف می‌شود. طول مونین– ابوخوف در مدل به صورت زیر تعریف می‌شود:

رابطه (۲)

$$L_{MO}=\frac{-u_*^3}{\kappa g F_{\theta 0}/(\rho c_p T_0)}$$

که در آن، u* سرعت اصطکاکی جریان در سطح زمین(m/s)، ثابت ون کارمن (برابر با ۰/٤)، g شتاب ثقل(m/s^2)، فلاکس حرارتی سطح(w/m^2)، دانسیته هوا،(kg/m^3) C_p ظرفیت گرمایی ویژه هوا در فشار ثابت(j/C/kg) و T۰ دمای سطح (C) است. در شرایط ناپایدار، طول مونین– ابوخوف منفی است و مقدار آن، برابر با اندازه ارتفاع از سطح زمین است که در آن توربولانس حرارتی، بسیار مهمتر از توربولانس مکانیکی ایجاد شده ناشی از اصطکاك با سطح زمین است و در شرایط ناپایدار مقدار آن مثبت است. (جدول ۲).

در مورد منابع سطحی و خطی، سهم هر جزء بوسیله یك طول مشخصLs، بصورت تقریبی تعیین می‌شود و غلظت برای این طول بوسیله رابطه زیر تعیین می‌شود:

رابطه (۳)

$$C(x,y,z)=\frac{Qs}{2\sqrt{2\pi}\sigma_z(x)U}\exp\left[-\frac{(z-zp)2}{2\sigma_z^2}\right]\times$$

انعکاس های موجود

$$\left[erf\left(\frac{y+Ls/2}{\sqrt{2}\sigma_y}\right)-erf\left(\frac{y-Ls/2}{\sqrt{2}\sigma_y}\right)\right]+$$

در رابطه (۳) Q_s دبی وزنی (gr/m)، ارتفاع از سطح زمین (m)،ارتفاع دود از سطح زمین y ،(m) فاصله عرضی از محور دود U ،(m) سرعت باد در ارتفاع منبع (m/s) و σ_y و σ_z بترتیب ضرایب انتشار افقی و عمودی (m) می‌باشند(۷).

ته نشینی خشك

سرعت ته نشست خشك بوسیله غلظت در نزدیك سطح زمین و رابطه زیر به‌دست می‌آید:

رابطه (٤)

$$F=V_d\,C(x,y,0)$$

F سرعت ته‌نشینی در زمان و مکان معین، C غلظت های هوابرد تخمین‌زده شده، V_d سرعت ته نشینی است. این سرعت شامل جزء تفکیك شده v_d' است، که بصورت عمومی بعنوان سرعت ته‌نشینی بیان می‌شود، و جزء ناشی از ته‌نشینی ثقلی بعنوان سرعت پایانی شناخته می شود. ته‌نشینی نهایی در کل بوسیله رابطه ذیل بیان می‌شود:

رابطه (۵)

$$V_d=\frac{v_s}{1-\exp(-v_s/v_d')}$$

مقادیر v_s و v_d' ممکن است مستقیماً توسط کاربر در مدل وارد شود. در غیر اینصورت، این مقادیر با توجه به نوع گاز، دانسیته و اندازه ذرات بوسیله مدل تخمین زده می‌شود.در صورتی v_d' که توسط مدل محاسبه شود، از حاصل جمع ۳ مقاومت بدست آمده و مطابق با رابطه زیر است:

رابطه (٦)

$$1/v_d'=r_a+r_b+r_s$$

در رابطه فوق، r_a مقاومت آئرودینامیکی، r_b مقاومت لایه فوقانی و r_s مقاومت لایه سطحی است. این سه مقاومت وابسته به نوع آلاینده، نوع سطح و سرعت باد دارد. برای ذرات مقدار r_s برابر با صفر است(۷).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول(۲) . تعیین کلاس پایداری بوسیله طول مونین-ابوخوف، ارتفاع لایه مرزی و سرعت باد

U (ms^{-1})	L_{MO} (m)	$1/L_{MO}$ (m^{-1})	ارتفاع لایه مرزی	h/L_{MO}	کلاس پایداری
1	-2	-0.5	1300	-650	A
2	-10	-0.1	900	-90	B
5	-100	-0.01	850	-8.5	C
5	∞	0	800	0	D
3	100	0.01	400	4	E
2	20	0.05	100	5	F
1	5	0.2	100	20	G

ته‌نشینی تر

ته‌نشینی تر بوسیله یك ضریب پاکسازی Λ شبیه سازی می‌شود، بدین نحو که بیان کننده جزئی از مقادیر مواد موجود در کل بارشΛC ، در واحد زمان و مکان می‌باشد و C غلظت مواد هوابرد محلی است. Λ، وابستگی به شمار زیادی از پارامترهایی دارد که، در برگیرنده نوع آلاینده، غلظت ذرات در هوا و در قطرات باران، سرعت بارشP و چگونگی پخش اندازه ذرات است. این مقدار ممکن است بصورت مستقیم از طریق فایل هواشناسی و یا از رابطه زیر محاسبه شود: رابطه (۷)

$$\Lambda = AP^B \qquad (A=10\text{-}4 \text{ و } B=0.64)$$

در سطح فوقانی، آلاینده غیر قابل تغییر بوده و مجموع سرعت ته‌نشینی تر، در واحد زمان و در یك سطح افقی F_{wet} است و از مجموع ستون عمودی هوا بدست می‌آید:

رابطه (۸) $$F_{wet} = \int_0^\infty \Lambda C dz$$

و نتیجه آن است که با فاصله یافتن از منبع پایداری دود تقلیل می‌یابد:

رابطه (۹) $$\frac{dQ}{dx} = -\int_{-\infty}^{\infty} F_{wet}\, dy$$

اثر ساختمانها و موانع در مدل

بطور کلی، به دو صورت اثر ساختمانها در مدل وارد می شود. در حالت اول، برای نواحی متراکم شهری که ساختمانها بصورت عوارض سطحی غالب دیده می‌شود، اثر ساختمان ها بصورت طول زبری در مدل در نظر گرفته می‌شوند. در صورتی که، در محل مورد مطالعه، تعداد ساختمانها محدود، و بصورت موردی دیده شود، اثر ساختمانها، بصورت انفرادی و بصورت مستقل از طول زبری در نظر گرفته می‌شود.

برای این امر، باید در ابتدا، ماژول اثر ساختمان در مدل فعال شود. ماژول اثر ساختمانها، برای محاسبه پخش آلاینده از منابع نقطه‌ای مجاور تشکیلات بزرگ تا یك مسافت در حدود ارتفاع ۶۰ ساختمان بکار می‌رود. این ماژول توانمندی های زیر را دارا است:

۱. حداکثر تعداد ۱۰ ساختمان با مشخصات ارتفاع، طول، عرض و جهت، توسط کاربر در مدل انتخاب می‌شود. برای هر جهت باد، ردیفی از ساختمانها و برای یك باد موثر در نظر گرفته می‌شود که ارتفاع آنها تابعی از ارتفاع ساختمان بلندتر است. ابعاد، در جهت باد و در خلاف جهت باد با توجه به ابعاد همه ساختمان تعریف می‌شود.

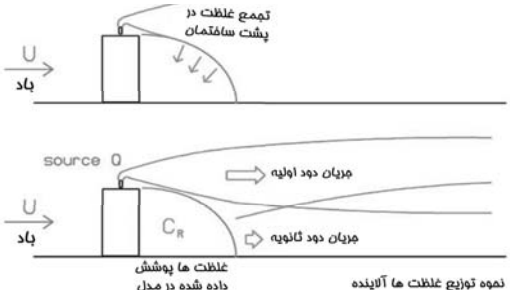
۲. در میدان های توزیع جریان، به ناحیه باز چرخش جریان و یا ناحیه حفره پشت ساختمان، برای تقلیل اثر جریان گردابی ساختمان، توجه شده است.

۳. غلظت ها، در طی اختلاط در ناحیه باز چرخش جریان پوشش داده شده است و مواد پخش شده بخشی از دنباله جریان اصلی آلاینده است.

٤. افزایش غلظت ها، حاصل از جمع دو غلظت آلاینده است، یکی غلظت آلاینده در سطح زمین در ناحیه باز چرخش جریان و دیگری غلظت آلاینده منتشر شده که در این ناحیه وارد نشده و از انتشار اولیه به جای مانده است. اثر جریان گردابی، موجب کاهش ارتفاع خیزش دود و افزایش پخش مکانیکی می‌شود (شکل۱).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل(۱). نحوه لحاظ نمودن اثر ساختمانها در مدل انتشار آلاینده‌ها

۵. در این حالت، مدل از پروفیل غلظت های زیرین استفاده می‌نماید در حالی که، ارتفاع و پخش دود تصحیح شده است.

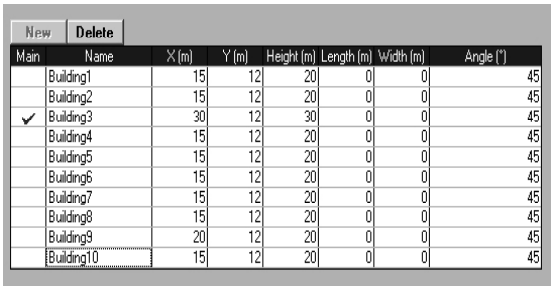
در شکل شماره (۲) پارامترهای ورودی بمنظور لحاظ نمودن اثر حداکثر ۱۰ ساختمان در نظر گرفته می‌شود و شامل موارد زیر است:

۱. طول و عرض ساختمان ۲. ارتفاع ساختمان ۳. موقعیت مکانی و جغرافیایی ساختمان ۵. زاویه قرار گرفتن ساختمان نسبت به جهت شمال جغرافیایی

لازم به ذکر است، ابعاد واقعی ساختمانها با شکل نامنظم، بصورت واقعی در مدل وارد نمی‌شود و بصورت یك بعد موثر به شکل مستطیل و مربع در نظر گرفته شده و سپس، طول و عرض آن، در مدل وارد می‌شود. زاویه در صفحه فوق، عبارت از زاویه قرار گرفتن ساختمان نسبت به جهت شمال جغرافیایی است و بر حسب درجه در جهت گردش عقربه های ساعت، اندازه‌گیری و در مدل وارد می‌شود. در صفحه فوق ساختمانی که دارای بلندترین ارتفاع است، بعنوان ساختمان اصلی انتخاب می‌شود(شکل شماره۳).

ناهمواری‌های کوهستانی (اروگرافی)

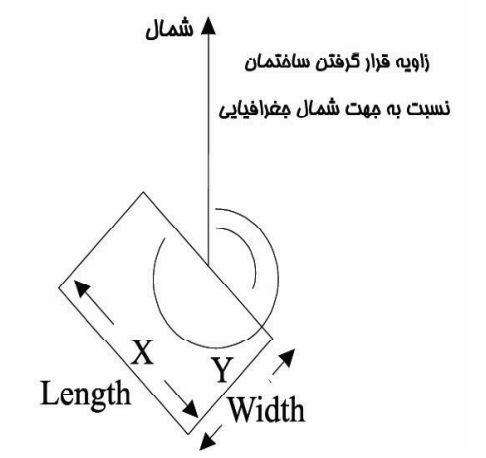
این ماژول، بر پایه مدل Flow Star برای شبیه سازی تاثیر ناهمواری‌های کوهستانی(اروگرافی) و یا برای نواحی با تغییر زبری بکار می‌رود و اثر لایه بندی جو را در مدل تاثیر می‌دهد. مدل جریان هوا، بر پایه بکار گیری یك راه حل تحلیلی از معادلات حرکت و پیوستگی است و شامل


New Delete

Main	Name	X (m)	Y (m)	Height (m)	Length (m)	Width (m)	Angle (°)
	Building1	15	12	20	0	0	45
	Building2	15	12	20	0	0	45
✓	Building3	30	12	30	0	0	45
	Building4	15	12	20	0	0	45
	Building5	15	12	20	0	0	45
	Building6	15	12	20	0	0	45
	Building7	15	12	20	0	0	45
	Building8	15	12	20	0	0	45
	Building9	20	12	20	0	0	45
	Building10	15	12	20	0	0	45

شکل ۲: وارد نمودن مشخصات ساختمان‌های منفرد از طریق صفحه ویژه ورود اطلاعات

اثر طبقات اتمسفر بر روی جریان است. عوارض سطحی ایده‌آل، باید دارای یك شیب میانه باشند. ارتفاع عارضه سطحی، حداکثر بوسیله ٤٥٠٠ نقطه که حاصل از درونیابی مدل در یك شبکه، شامل ٦٤x٦٤ سلول، تعیین می‌شود. بهترین نتایج، زمانی بدست می‌آید که ارتفاع نقاط با فواصل منظم انتخاب شود. اثر زبری و عوارض جداگانه شبیه سازی می‌شود. اثر عوارض مخلوط بر روی تغییرات ارتفاع دود و در میان نقاط محاسبه شده است و بر پایه محاسبات دنباله جریان دود حاصله از موقعیت قبلی است. پارامترهای نحوه انتشار آلاینده‌ها در نواحی مخلوط مستقل، از نواحی مسطح بوده و از معادلات اختصاصی استفاده می‌نماید که، دارای میدان محاسباتی جداگانه برای لحاظ نمودن اثرات تغییر میانگین سرعت باد و توربولانس حاصله از عارضه سطحی است(۷).



شکل۳: نمایش پارامترهای اصلی تاثیر گذار ساختمانها در مدل

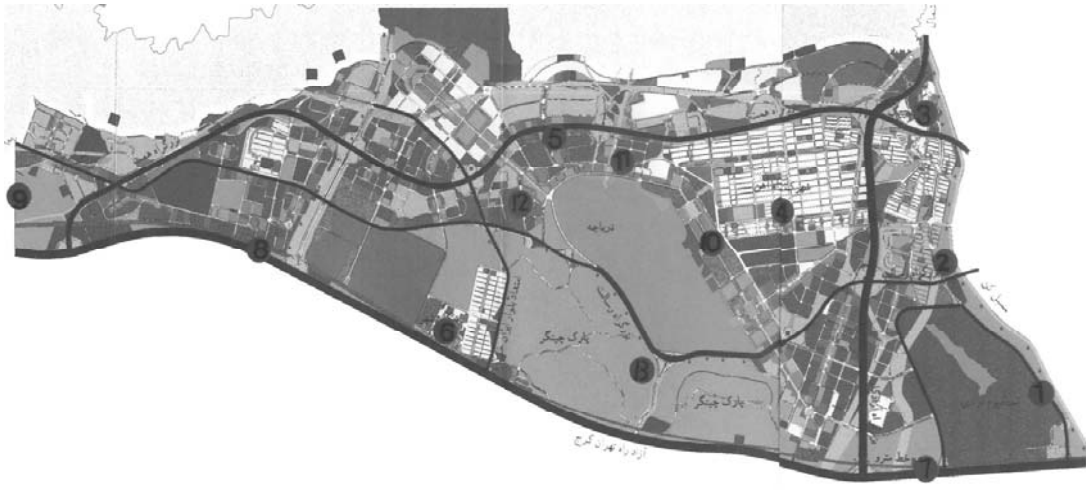
www.SID.ir

Archive of SID

مطالعه موردی بر روی منطقه ۲۲شهرداری تهران

منطقه ۲۲ شهرداری تهران واقع در طول های جغرافیایی ۵۱ ,۲۰٬۴۰″ الی ۵۱ ,۱۰٬۰۵″ و عرض های جغرافیایی ۳۵ ,۵۷٬۱۹″ الی ۳۵ ,۳۲٬۱۶″ در قسمت شمال غربی شهر تهران و در پائین دست حوضه آبریز رودخانه کن و وردآورد واقع شده است. این منطقه، در شمال، با کوهستان البرز در شرق با حریم رودخانه کن، در جنوب با آزادراه تهران– کرج و در غرب به جنگل‌های دشت وردآورد محدود می‌شود و با مناطق ۵ و۲۱ شهرداری تهران همجوار است مرز شمالی منطقه ۲۲ شهرداری تهران از منتهی‌الیه دامنه‌های جنوبی البرز تا ارتفاع ۱۸۰۰ متری توسعه یافته است(شکل٤).

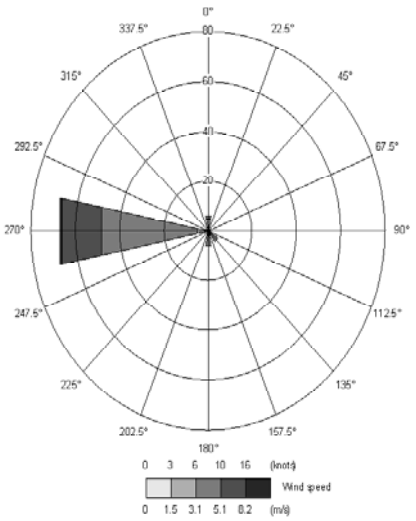
میانگین۳۰ ساله حداقل درجه حرارت، در ماه ژانویه، دارای کمترین مقدار، به میزان ۸/۱– درجه سانتیگراد و میزان سالیانه آن در طی این دوره آماری،۹/۲– درجه سانتیگراد است. همچنین فشار متوسط هوا در سطح ایستگاهها، در دوره آماری ۱۰ ساله مورد بررسی قرار گرفته و متوسط فشار بارومتریك منطقه، ۸۸۱ میلی‌بار می‌باشد. با استفاده از اطلاعات مربوط به میانگین۳۰ ساله، مقادیر سرعت و جهت باد، گلباد منطقه ترسیم شده و نشانگر آن است که، جهت باد غالـــب در این منطقه۲۷۰ درجه و سرعت متوسط آن ۵/۷۱ m/s با فراوانی ۱۸ درصد و فراوانی باد آرام نیز ۳۰ درصد است که، نشان دهنده پائین بودن شدید تهویه هوای شهری در این منطقه است. میانگین سرعت باد در این منطقه، بین ۱/۸ الی ۳/٦٥ متر بر ثانیه متغیر می‌باشد. جهت وزش باد در منطقه ۲۲ در فصول مختلف غرب، جنوب و جنوب شرقی است (شکل ۵). با استفاده از داده ها، در رابطه با اندازه گیری آلاینده های هوا در منطقه ۲۲ شهرداری تهران، طی یك دوره یك ساله، ذرات معلق هوا و برخی پارامترهای هواشناسی در ۱۳ ایستگاه، مورد سنجش و نتایج اجرای مدل مورد تحلیل قرار گرفته است. اندازه گیری ها در دو نوبت صبح و بعد از ظهر انجام و در نهایت، نتایج بصورت میانگین های روزانه، مورد ارزیابی قرار گرفته است. اندازه گیری میزان ذرات معلق، بصورت ٢٤ ساعته و به روش وزن سنجی با حجم بالا انجام گرفته است. در قسمت پارامتر های هواشناسی، برای تسهیل در محاسبات، فایل هواشناسی بصورت مستقل و با توجه به داده های موجود برای ۷ پارامتر اصلی سرعت باد (m/s)، جهت وزش باد، سال، روز سال، ساعت، پوشش ابر(اکتا)، دمای سطح ($^{\circ}C$) ساخته شده است. فایل هواشناسی، با توجه به داده های هواشناسی ۵ ساله منطقه و بصورت غیر ترتیبی تنظیم شده است. در مرحله بعد، منطقه ۲۲ بطور پیوسته و با تاثیر ایستگاه‌های اندازه‌گیری، شبکه بندی شده است. مختصات هر ایستگاه شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع بعنوان نقاط گیرنده در مدل انتخاب شده و در خروجی مدل با رنگ آبی مشخص شده است. در انتها در قسمت خروجی مدل، نوع آلاینده (PM)، فرآیند زمانی انتشار(کوتاه مدت) و واحد خروجی برای غلظت ها تعیین شده است(۹و۸).



شکل٤: نمای استقرار ۱۳ ایستگاه اندازه گیری ذرات معلق در منطقه ۲۲ شهرداری تهران

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۵): گلباد سالیانه منطقه ۲۲ شهرداری تهران

مراحل اجرای مدل ADMS-Urban

برای اجرای مدل **ADMS-Urban شش** مرحله ذیل ضروری است:

۱. تعریف مدل: وارد نمودن نام پروژه ، مشخصات سایت مورد نظر شامل طول زبری سطح، عرض جغرافیایی و طول مونین– ابوخوف که در خروجی مدل با پسوند log.* مشخص می‌باشد(شکل٦).

۲. تعریف منبع: کلیه منابع آلاینده نقطه‌ای، سطحی، خطی، حجمی بصورت مستقیم و یا توسط رابط الحاقی مدل با نرم افزار ArcView در مدل تعریف گردد (شکل۷).

۳. داده های هواشناسی: ورود داده های هواشناسی از طریق فایل و ورود داده ای هواشناسی آماده شده با پسوند met.* و یا بصورت دستی انجام می‌شود (شکل۸).

٤. غلظت های زمینه: کلیه مقادیر غلظت‌های زمینه در محیط به مدل، با پسوند bgd.* وارد می‌شوند، ابتدا، تعداد منابع آلاینده زمینه و سپس نام یک آلاینده جهت اجرای مدل مشخص می‌شود(شکل شماره ۹).

۵. تعیین شبکه: محاسبه غلظتها در مجاورت نقاط گیرنده که بصورت منفرد و یا تحت یک شبکه تعریف شده، محاسبه می‌شوند (شکل شماره۱۰).

٦. خروجی مدل: مشاهده خروجی محاسبات انجام شده توسط مدل که با سایر استاندارد ها قابل مقایسه می‌باشد. برای هر سطر خروجی آلاینده می‌توان نوع انتشار کوتاه مدت(ST) و یا بلند مدت (LT) را با توجه به مقادیر زمانی برای حداکثر ۱۲ نوع آلاینده تعیین نمود(شکل۱۱).

ورودیهای مدل ADMS-Urban

در قسمت اطلاعات ورودی در مدل، طول زبری(Z_0) با توجه به مقادیر پیشنهادی مدل (Z_0=۱) متناسب با شرایط مکانهای مورد نظر انتخاب و موانع منفرد مشخص شده است. همچنین عرض جغرافیایی مکانهای مورد نظر و مقادیر ذرات معلق اندازه‌گیری شده از ۱۳ ایستگاه، بعنوان ورودی به مدل داده شده است. منابع آلاینده بصورت سطحی در نظر گرفته شده و با توجه به موقعیت ایستگاههای اندازه گیری، به نحوی انتخاب شده که علاوه بر پوشش هر ایستگاه، در کل ۱۳ منبع آلاینده قادر به پوشش کل منطقه باشند(جدول۳). چنانچه منطقه مورد بررسی دارای ناهمواری‌های کوهستانی باشد، مشخصات مربوطه به عوارض سطحی از طریق فایل مربوطه و با پسوند ter.* در مدل، همراه با سایر داده‌های ورودی تعریف می‌شوند. برای کلیه منابع طول و عرض نقاط، دما، سرعت باد، ارتفاع تعریف می‌شود(۱۰).

مدل اینونتوری

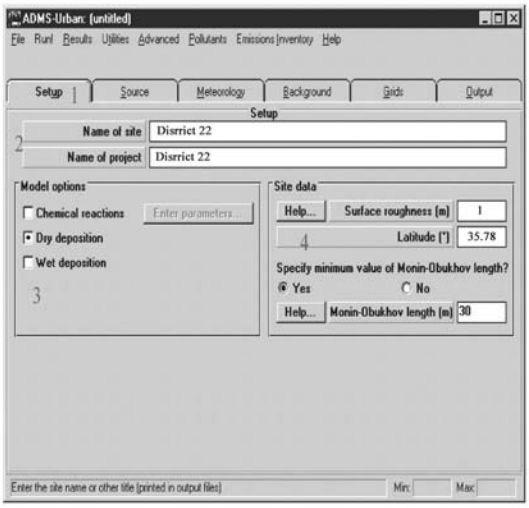
داده‌های خام اندازه‌گیری شده از ۱۳ ایستگاه در محیط Arc view وارد شده است. نحوه توزیع ذرات در مدل اینونتوری در شکل شماره ۱۳ مشاهده می‌شود. همانگونه که در مدل اینونتوری مشخص است، در ایستگاه۱ و ۷ (ورودی شرقی) حداکثر غلظت ذرات دیده می‌شود(شکل۱۲).

بحث و نتیجه‌گیری

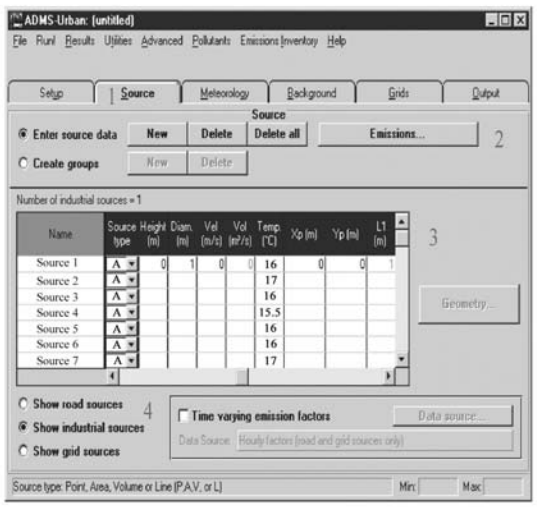
نتایج حاصل از اجرای مدل ADMS-Urbanبرای منطقه ۲۲ شهرداری تهران در اشکال ۱۳ الی ١٤ نمایش داده شده است. همچنین این نتایج با نتایج حاصل از اجرای مدل اینونتوری (بانك اطلاعاتی) آلاینده‌های هوای منطقه ۲۲ در محیط GIS مقایسه شده است.

www.SID.ir

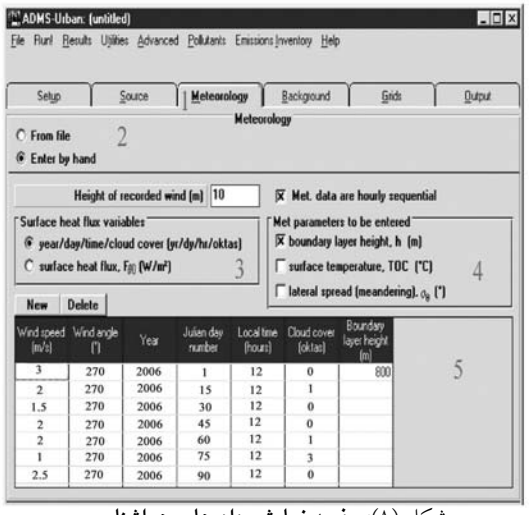
Archive of SID



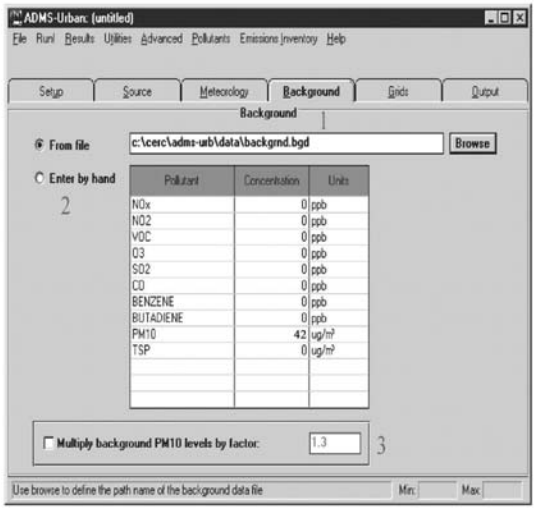
شکل (٦):**صفحه تعریف مدل**



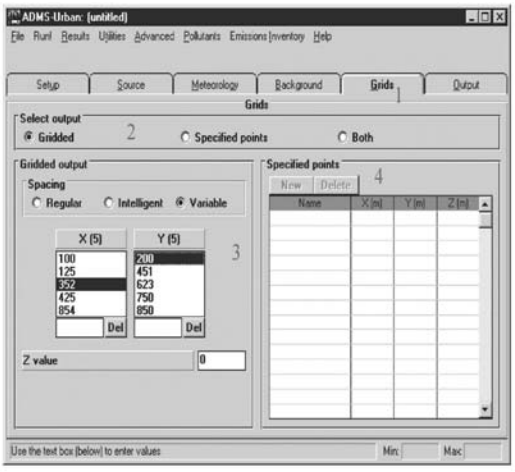
شکل (۷):**صفحه تعریف منبع**



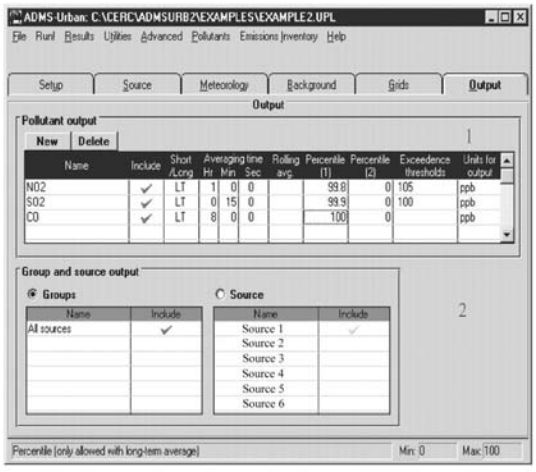
شکل (۸):**صفحه نمایش داده‌های هواشناسی**



شکل (۹):**صفحه مربوط به غلظت های زمینه**



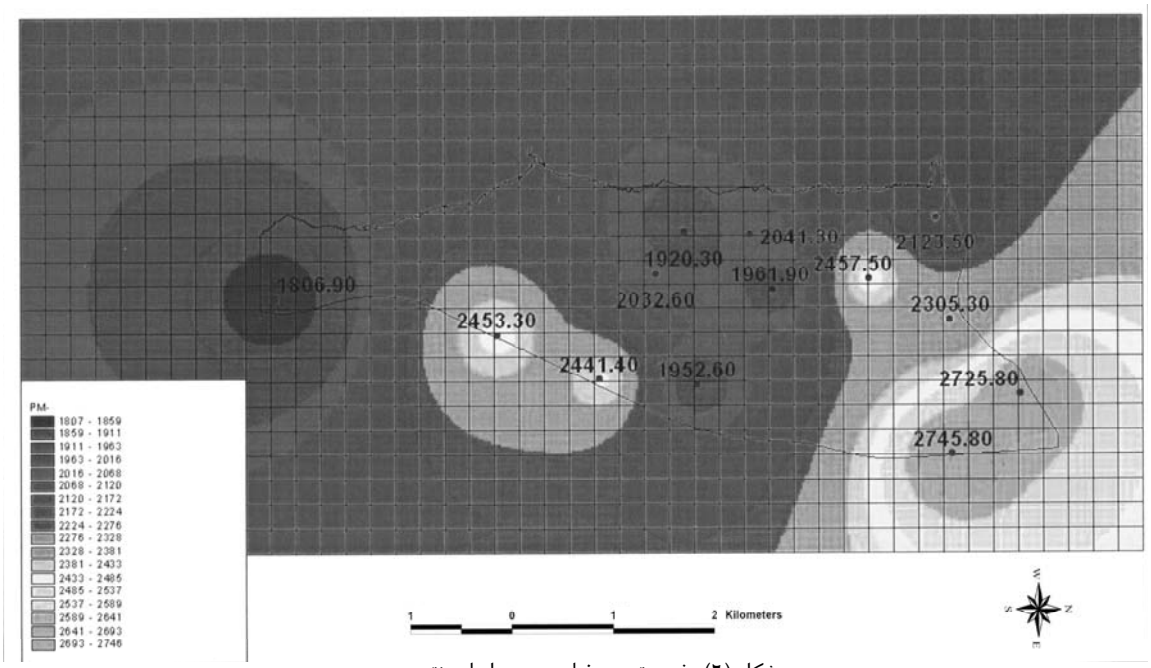
شکل (۱۰):**صفحه تعیین شبکه**



شکل (۱۱):**صفحه خروجی**

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (٦): نحوه توزیع ذرات در مدل اینونتوری

همچنین این نتایج با نتایج حاصل از اجرای مدل اینونتوری (بانك اطلاعاتی) آلاینده‌های هوای منطقه ۲۲ در محیط GIS مقایسه شده است. نتایج این مقایسه نشانگر همخوانی بسیار مناسب حاصل از مدلسازی ریاضی با داده های واقعی اندازه‌گیری شده است.

نتایج نشان می‌دهد، به علت حجم بالای وسایل نقلیه عبوری و ترافیك جاده‌ای، اتوبان تهران–کرج و ورودی شرقی منطقه ۲۲ بیشترین تراکم و غلظت ذرات معلق را دارا می‌باشند(شکل ۱۲).

نتایج بصورت خلاصه بشرح ذیل می‌باشد:

۱. در فصل بهار غلظت ذرات در ایستگاه های غربی اتوبان تهران–کرج و ورودی شرقی منطقه دارای بیشترین مقادیر بوده و بطور کلی حاشیه اتوبان تهران کرج و مرز منطقه ۵ و ۲۲ دارای غلظتهای حداکثر می‌باشد وگسترش غلظتها به سمت منطقه ۵ با توجه به جهت باد در خروجی مدل مشخص است همچنین، نواحی شرقی منطقه دارای غلظت آلاینده کمتری نسبت به نواحی غربی بوده به نحوی که، در قسمت ورودی اتوبان، افزایش غلظتهای ذرات معلق مشهود است.

۲. در فصل تابستان غلظت ذرات در ایستگاه شهرك راه آهن و سپس در غرب و شرق اتوبان دارای بیشترین مقادیر بوده و بیشترین تجمع غلظت ذرات معلق در ایستگاه شهرك راه آهن می باشد.

۳. در فصل پاییز غلظت ذرات در ایستگاه های شرق و غرب اتوبان تهران–کرج و پیکان شهر، دارای بیشترین مقادیر بوده و در قسمت شمالی منطقه و نواحی مجاور دریاچه غلظت‌های ذرات معلق، حداقل است و تراکم حداکثر غلظت ها، بر روی شهرك راه آهن دیده می‌شود. همچنین در مرز منطقه ۵ و ۲۲ تجمع غلظتها مشهود بوده و انتشار ذرات در منطقه ۵ ادامه یافته است.

٤. در فصل زمستان غلظت ذرات در ایستگاه های شرق و غرب اتوبان تهران–کرج و در مرحله بعد ایستگاه ورودی شرقی دیده می شود و میزان غلظت ذرات در ایستگاه شهرك راه آهن نسبت به فصل پاییز کاهش یافته است.

www.SID.ir

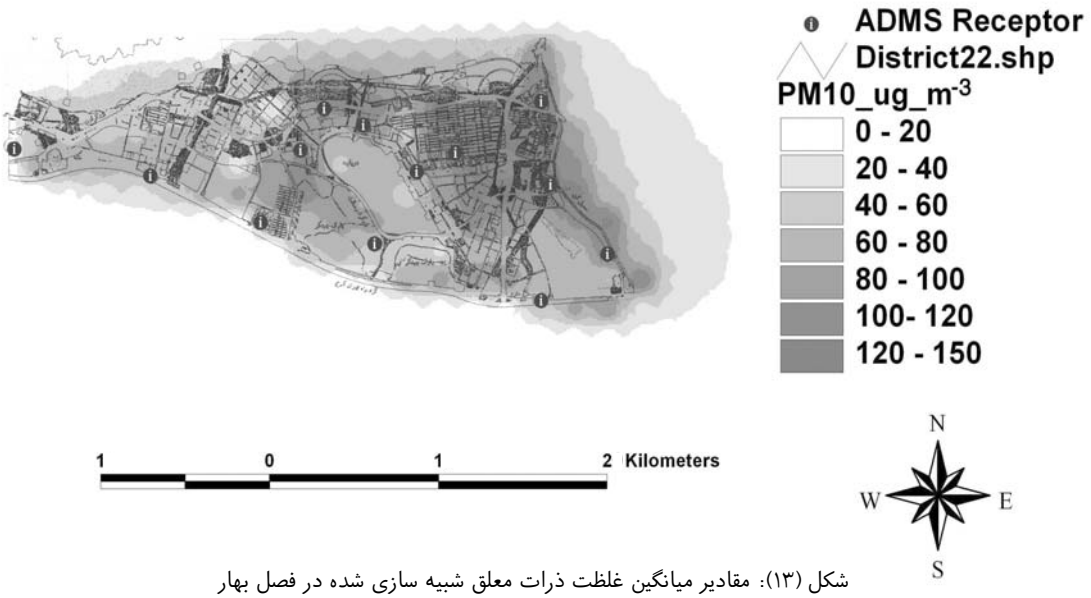
Archive of SID

جدول (۳): مقادیر میانگین تعداد غلظت ذرات ورودی در مدل ADMS-Urban برای ۱۳ ایستگاه منطقه ۲۲ شهرداری تهران بر حسب میکروگرم در مترمکعب

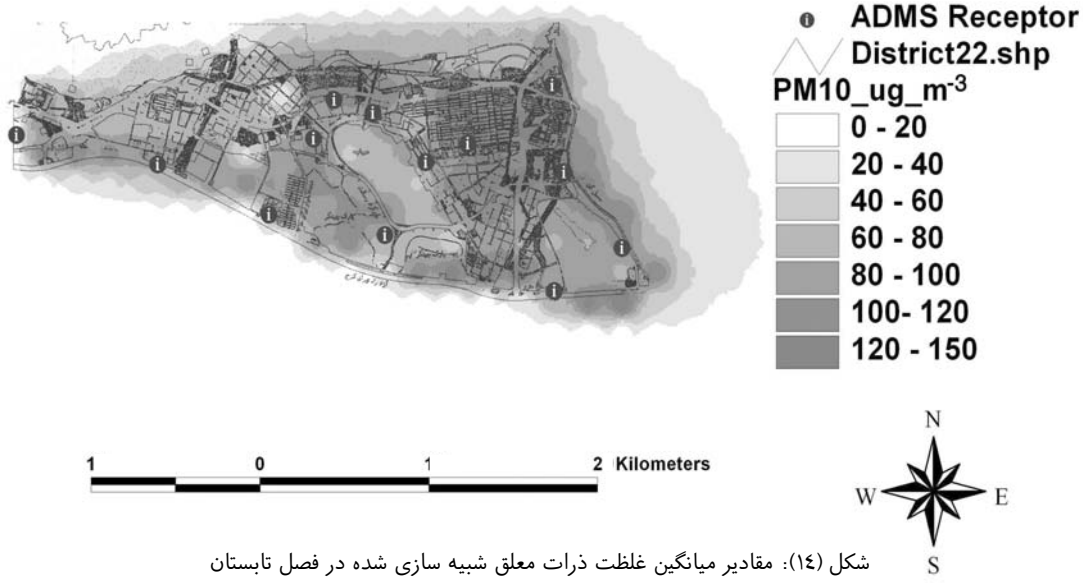
ایستگاه / ماه اندازه‌گیری	شرق استادیوم آزادی	ورودی شرقی	دهکده المپیک	شهرک راه آهن	شهرک شهید باقری	پیکان شهر	شرق اتوبان	غرب اتوبان	مرز غربی	شرق دریاچه	شمال دریاچه	غرب دریاچه	پارک چیتگر
میانگین تعداد ذرات در فروردین ماه	۸۸،۴۹	۹۰،۳۷	۸۲،۹۷	۸۸،۲۳	۷۸،۳۴	۱۰۱،۰۶	۱۱۳،۶۶	۹۳،۳۷	۷۵،۸۶	۸۶،۲۳	۸۰،۷۷	۷۵،۸۳	۸۱،۷۱
میانگین تعداد ذرات در اردیبهشت ماه	۱۰۴،۷۷	۶۳،۹۴	۶۱،۸۶	۷۰،۷۷	۵۱،۵۴	۵۲،۵۱	۵۸،۷۴	۵۷،۰۹	۴۰،۵۷	۴۶،۱۷	۵۹،۷۷	۶۱،۲۳	۴۵،۶۰
میانگین تعداد ذرات در خرداد ماه	۱۲۳،۲۶	۴۳،۲۹	۱۲۳،۲۳	۱۶۳،۳۷	۲۴۶،۰۶	۸۰،۵۴	۱۶۳،۴۹	۵۹،۸۳	۲۰۳،۲۳	۲۰۳،۲۰	۳۴،۴۳	۲۴۶،۰۹	۲۴۶،۱۱
میانگین تعداد ذرات در مرداد ماه	۴۸،۱۴	۵۵،۰۳	۴۹،۰۰	۵۵،۰۶	۴۴،۵۴	۵۴،۲۶	۵۸،۹۷	۵۸،۶۳	۴۵،۴۹	۴۶،۶۹	۴۷،۵۴	۴۴،۷۴	۴۵،۳۱
میانگین تعداد ذرات در شهریور ماه	۵۳،۰۹	۵۷،۶۶	۵۵،۰۰	۶۲،۶۶	۵۴،۲۹	۶۲،۸۶	۷۸،۸۰	۷۵،۰۹	۵۵،۷۴	۵۳،۶۳	۵۴،۱۷	۵۱،۵۴	۵۱،۸۰
میانگین تعداد ذرات در مهر ماه	۶۹،۴۹	۶۶،۴۳	۶۴،۲۶	۶۸،۱۴	۶۱،۶۹	۷۳،۳۱	۸۹،۵۴	۸۱،۵۴	۶۸،۷۴	۶۳،۲۶	۶۷،۳۷	۶۵،۵۷	۶۹،۴۰
میانگین تعداد ذرات در آبان ماه	۱۴۳،۷۱	۶۵،۷۴	۱۴۶،۳۴	۱۵۶،۹۱	۱۳۳،۶۹	۱۵۱،۵۷	۱۵۸،۳۴	۱۵۵،۱۷	۱۳۳،۸۰	۱۴۷،۰۹	۱۴۶،۸۳	۱۴۰،۸۶	۱۴۴،۴۹
میانگین تعداد ذرات در آذر ماه	۱۸۵،۹۱	۱۶۶،۴۹	۱۶۱،۵۴	۱۸۰،۸۰	۱۷۲،۸۹	۱۷۴،۴۰	۱۹۷،۹۷	۱۸۹،۳۱	۱۷۸،۶۹	۱۶۸،۲۰	۱۶۶،۵۱	۱۷۵،۸۰	۱۸۱،۶۳
میانگین تعداد ذرات در بهمن ماه	۱۱۰،۸۰	۱۰۲،۲۰	۹۸،۵۴	۹۹،۸۳	۸۹،۴۰	۱۰۸،۴۹	۱۲۰،۹۴	۱۱۵،۶۹	۱۰۸،۳۷	۹۰،۱۷	۸۸،۷۱	۹۴،۷۷	۱۰۰،۶۳
میانگین تعداد ذرات در اسفند ماه	۷۰،۷۷	۷۹،۴۹	۶۱،۵۴	۷۷،۳۷	۶۲،۹۱	۸۶،۲۰	۹۲،۴۹	۸۹،۷۴	۷۳،۹۱	۶۴،۳۱	۶۲،۷۴	۶۶،۰۶	۷۱،۰۰

www.SID.ir

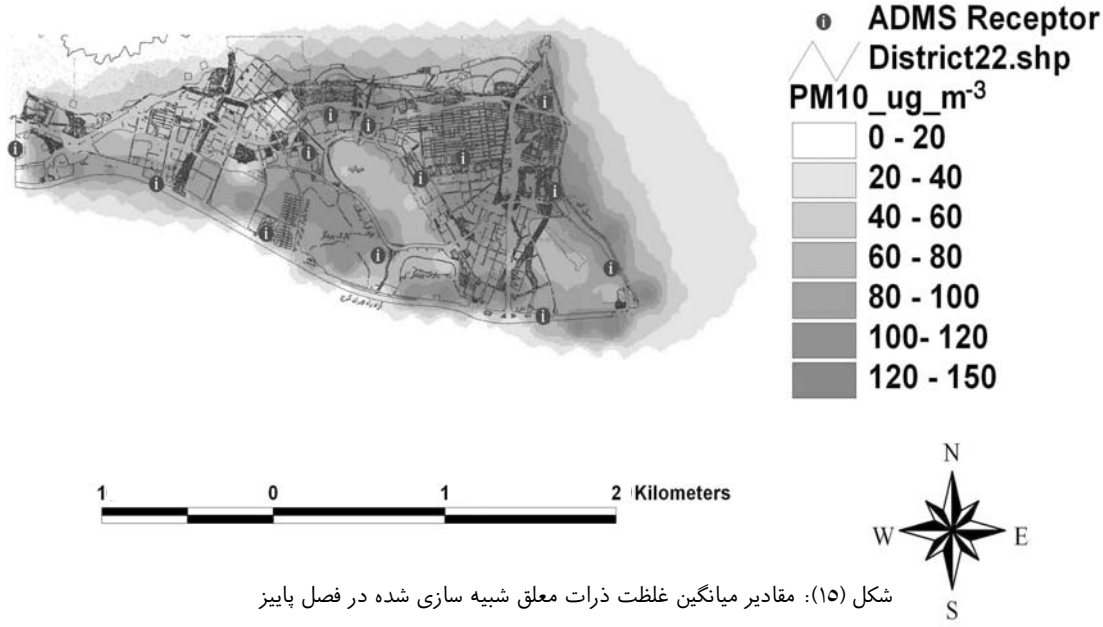
Archive of SID



شکل (۱۳): مقادیر میانگین غلظت ذرات معلق شبیه سازی شده در فصل بهار



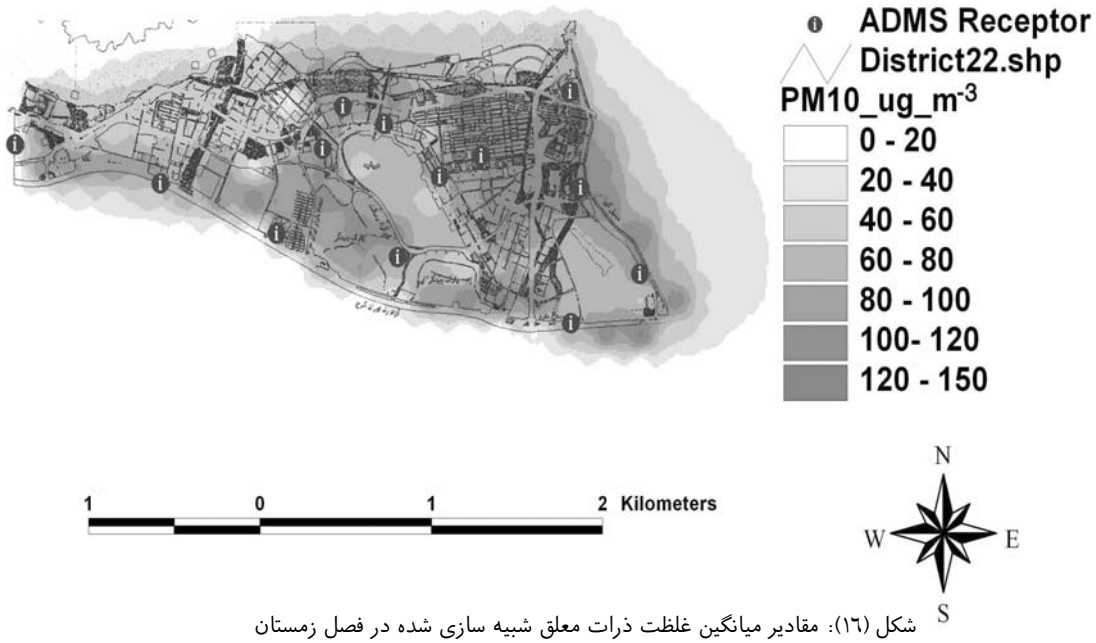
شکل (۱٤): مقادیر میانگین غلظت ذرات معلق شبیه سازی شده در فصل تابستان



شکل (۱۵): مقادیر میانگین غلظت ذرات معلق شبیه سازی شده در فصل پاییز

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۱۶): مقادیر میانگین غلظت ذرات معلق شبیه سازی شده در فصل زمستان

پیشنهادها

- با توجه به وزش باد و گلباد منطقه، طیف انتشار ذرات محدود به منطقه نبوده و به سمت شرق تهران و منطقه ۵ هدایت می‌شود. از اینرو، پیشنهاد می‌شود نحوه انتشار آلاینده ها در نواحی مجاور منطقه مورد مطالعه قرار گیرد.
- اتوبان تهران–کرج، به عنوان یك منبع تاثیر گذار در انتشار ذرات است و به علت حجم بالای وسایل نقلیه عبوری و ترافیك جاده‌ای، به عنوان یك منبع اصلی آلاینده باید مورد توجه قرارگیرد.
- همان گونه که در شکل مشخص شده است برای شهرهای بزرگ، انتشار جاده ای، اصلی ترین عامل انتشار ذرات است. از اینرو، بهتر است در مدلسازی از منابع خطی استفاده شود. بر همین اساس، در نواحی شهری، منابع بصورت خطی و با توجه به سایر پارامترها انتخاب می شود.
- برای مدلسازی منابع جاده ای، محاسبه چند فاکتور اصلی شامل سرعت متوسط وسایل نقلیه، تعداد وسیله نقلیه عبوری در ساعت و میزان انتشار آلاینده اصلی لازم است.
- تعیین ارتفاع لایه مرزی و ورود مستقیم آن در مدل باعث افزایش دقت در شبیه سازی می شود.
- ارتفاع نقاط از سطح زمین، در ایستگاه های اندازه گیری حائز اهمیت است، اما به دلیل فقدان داده کافی در کلیه مدل های اجرا شده برای ارتفاع نقاط، از سطح پیش فرض مدل استفاده شده، است.
- غلظت های زمینه به عنوان یک فاکتور تاثیر گذار در شبیه سازی می باشند. با توجه به موقعیت منطقه ۲۲ و همجواری با صنایع تاثیر گذار باید تاثیر منابع نقطه ای مجاور نیز در مدل لحاظ گردد.
- برای منابع خطی عمق دار نظیر اتوبان نیایش ارتفاع دیواره های کناری، بعنوان یک پارامتر ورودی مطرح می شود. عرض و طول بزرگراه و بار ترافیکی دو فاکتور مهم برای توصیف منابع خطی در مدل است.
- در نواحی شمالی منطقه ۲۲، کمترین غلظت ذرات مشاهده می شود که، به علت کاهش تراکم مناطق مسکونی و راه های ارتباطی در این ناحیه است.
- طول زبری، یك پارامتر کلیدی در مدل می باشد و برای هر ناحیه مطالعاتی باید به درستی محاسبه شود.

www.SID.ir

Archive of SID

Reference

1.www.valleyair.org/Air_Quality_Plans, 2005

2.Moussiopoulos, N.,(2005) “Air Quality in Cities”, Springer, 14-22

3.http://www.greenfront.org/ShowNews.asp, 2005.

4.Zanneti, P., (1990). Air Pollution Modeling, McGraw-Hill, New York , 144-200

5.http://www.epa.gov/ttn/scram/models/nonepa, 2005.

6.Greenway, A. R., (2005). How To Obtain Air Quality Permits, McGraw-Hill, New York , 88-100

7.http://www.cerc.co.uk/software/urban.htm, 2006.

8.Center for Environment and Energy Research and Studies ,2000 , Evaluation of Effect of District 22 of Tehran Municipality Expansion on the trend of Tehrans> Air Pollution

9.www.District22.org, 2006.

10.CERC,(2006). ADMS Urban User Guide, CERC, Cambridge, UK, 140-209

www.SID.ir