فصلنامه علوم محیطی، دوره دوازدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳

۹۳-۱۰۰

بررسی میزان تأثیر شرایط اولیه و مرزی بر دقت مدل‌سازی آلودگی هوا بر روی منطقه تهران

حسین شهبازی[۱*]، وحید حسینی[۲] و یوسف رشیدی[۳]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مکانیک، دانشکده مکانیک، دانشگاه صنعتی شریف، تهران

[۲] استادیار گروه تبدیل انرژی، دانشکده مکانیک، دانشگاه صنعتی شریف، تهران

[۳] استادیار گروه آلاینده‌های محیط‌زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۲ تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۸

چکیده

در این تحقیق عملکرد سیستم مدل‌سازی WRF/CAMx در پیش‌بینی غلظت آلاینده‌های گازی اولیه و ثانویه بر روی منطقه تهران مورد بررسی قرار گرفته‌است. هدف اصلی در این تحقیق، بررسی میزان تأثیرگذاری شرایط اولیه و مرزی استفاده‌شده برای گونه‌های آلاینده‌های مختلف، در پیش‌بینی و محاسبه غلظت آلاینده‌ها بوده‌است. به‌همین جهت مدل در دو حالت به‌ازای استفاده از شرایط مرزی متفاوت مورد اجرا قرار گرفته و به‌منظور صحت‌سنجی نتایج مدل در هر دو حالت اجرا، با اندازه‌گیری‌های غلظت آلاینده‌ها در ایستگاه‌های پایش موجود در شهر تهران مورد مقایسه قرار گرفته‌است. نتایج نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه شرایط اولیه و مرزی در نتایج مدل‌سازی و محاسبه غلظت آلاینده‌ها می‌باشد. در هنگام استفاده از شرایط اولیه و مرزی ثابت صفر، مدل CAMx عملکرد ضعیفی در محاسبه غلظت آلاینده‌ها و ماکزیمم روزانه غلظت آلاینده‌ها خصوصا برای آلاینده‌های NO_2 و O_3 که عمدتاً در اثر واکنش‌های شیمیایی در اتمسفر تولید می‌شوند، نشان داده‌است. اما استفاده از داده‌های مدل MOZART جهت آماده‌سازی شرایط اولیه و مرزی، سبب بهبود عملکرد مدل در مدل‌سازی ماکزیمم غلظت روزانه آلاینده‌های مختلف شده‌است.

کلمات‌کلیدی: مدل‌سازی آلودگی هوا، شرایط اولیه و مرزی، WRF، CAMx.

Investigating The Impact of initial and Boundary Concentrations on Air Quality Modeling Accuracy Over Tehran

Hossein Shahbazi[1*], Vahid Hosseini [2] & Yousef Rashidi[3]

[1] MSc. Student of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Engineering, Sharif University of Technology, Tehran

[2] Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Energy Conversion, Sharif University of Technology, Tehran

[3] Assistant Professor, Department of, University of Shahid Beheshti, Tehran

Abstract

In this study, the performance of WRF/CAMx modeling system in predicting primary and secondary gase phase pollutants is evaluated. The main goal of this research was investigating the impact of initial and boundary concentrations, used to feed the CAMx model, on the accuracy of the model and the level of pollutants over Tehran modeling domain. For this purpose, CAMx model was ran in two cases with different initial and boundary concentration. The model performance in two cases compared against observations measured at air quality monitoring stations. Results showed significant impact of initial and boundary concentrations on model accuracy and level of pollutant concentrations over the city. When using constant zero initial and boundary concentrations model showed poor performance in predicting level of pollutants and daily maximum concentrations, especially for NO_2 and O_3 concentrations which mostly produce during chemical reactions in the atmosphere. But using MOZART data to prepare initial and boundary concentrations lead to improve in model accuracy and predicting daily maximum concentrations.

Keywords: Air quality modeling, Initial and boundary condition, WRF, CAMx.

* Corresponding Author. *E-mail Address*: Hossein_Shahbazi7@yahoo.com

۱- مقدمه

در تحقیقات پیشین در زمینه مدل‌سازی آلودگی هوای شهر تهران به‌وسیله شهبازی و همکاران، سیستم مدل‌سازی WRF/CAMx[1] به‌منظور محاسبه غلظت آلاینده‌های گازی مورد استفاده قرار گرفته‌است. شهبازی و همکاران در سال ۱۳۹۱ غلظت آلاینده‌های گازی NO, NO_2, CO و SO_2 را محاسبه کرده و با غلظت‌های اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه‌های پایش موجود در شهر تهران مورد مقایسه قرارداده و چگونگی توزیع و پراکنش آلاینده‌ها را پیش‌بینی کرده‌اند[۱]. هم‌چنین یک اپیزود زمانی بحرانی از لحاظ سطح غلظت آلاینده‌ها در آذرماه ۱۳۹۱ مورد بررسی قرار گرفته و در این اپیزود زمانی میزان تأثیر شرایط هواشناسی در ایجاد بحران آلودگی هوا و چگونگی توزیع و پراکنش آلاینده‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌است و نتایج هر دو مدل هواشناسی و فتوشیمیایی با اندازه‌گیری‌ها مورد صحت‌سنجی قرار گرفته‌است[۲]. در زمینه بررسی تأثیرات ناوگان حمل و نقل شهری بر کیفیت هوای شهر، میزان تفاوت در غلظت مونوکسیدکربن و نحوه توزیع آن بر روی تهران بین یک‌روز کاری میان هفته و یک روز تعطیل مورد بررسی قرار گرفته‌است[۳]. هم‌چنین در تحقیقی جامع میزان تأثیر محدودیت ترافیکی زوج و فرد در نواحی مرکزی شهر تهران، بر سطح غلظت آلاینده‌های CO, NO و NO_2 در یک اپیزود زمانی تابستانه مورد بررسی قرار گرفته‌است[۴].

عوامل مختلفی از جمله اطلاعات انتشار استفاده‌شده، شرایط مرزی و اولیه و هم‌چنین میدان‌های هواشناسی محاسبه‌شده به‌وسیله مدل‌های هواشناسی، برکیفیت نتایج یک مدل‌سازی آلودگی هوا تأثیر گذارند. در تحقیقات پیشین، میزان تأثیرگذاری اطلاعات انتشار و شرایط هواشناسی بر سطح غلظت آلاینده‌ها و وضعیت آلودگی هوا مورد بررسی قرار گرفته‌است. در این مقاله، هدف اصلی بررسی میزان تأثیرگذاری شرایط اولیه و مرزی استفاده‌شده برای گونه‌های آلاینده مختلف موجود در مکانیزم شیمیایی بر بهبود نتایج مدل‌سازی غلظت آلاینده‌های گازی اولیه و ثانویه نظیر ازون، بر روی منطقه تهران با استفاده از مدل فتوشیمیایی CAMx می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

در این تحقیق به‌منظور مدل‌سازی هواشناسی و محاسبه پارامترهای هواشناسی مختلف بر روی منطقه تهران از مدل پیشرفته پیش‌بینی وضعیت جوی WRF نسخه ۳,۴ استفاده‌شده‌است[۵]. مدل هواشناسی WRF برای بازه زمانی ۷ تا ۱۳ژوئیه ۲۰۱۲، با استفاده از ۳منطقه محاسباتی به‌مرکزیت تهران به‌صورت تو در تو با ابعاد شبکه ۱×۳×۹ کیلومتر و به‌ترتیب با تعداد شبکه‌های ۸۱×۹۰, ۱۳۰×۱۴۵ و ۱۷۳×۱۷۹ مورد استفاده قرار گرفته‌است. در این اجرا به‌جهت مقداردهی اولیه مدل از داده‌های FNL با دقت $1^{\circ}\times1^{\circ}$ استفاده‌شده‌است و تعداد ۲۷ لایه عمودی در اجرای مدل در نظر گرفته شده‌است.

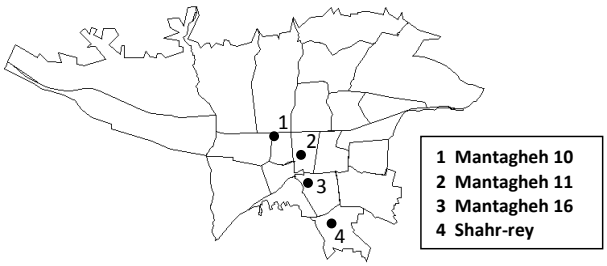
در تحقیق انجام‌گرفته، به‌منظور محاسبه غلظت آلاینده‌های مختلف بر روی شهر تهران از مدل فتوشیمیایی CAMx نسخه ۶ استفاده‌شده‌است[۶]. مدل CAMx با استفاده از یک منطقه محاسباتی که منطبق بر سومین منطقه محاسباتی در نظر گرفته‌شده در مدل WRF بوده و با در نظر گرفتن ۱۶ لایه عمودی، در دو حالت اجرای شده‌است. مکانیزم شیمیایی در نظر گرفته شده به‌منظور اجرای مدل مکانیزم Carbon Bond V بوده‌است[۷]. در حالت اول، مقدار ثابت صفر به‌عنوان غلظت‌های اولیه و مرزی گونه‌های شیمیایی مختلف موجود در مکانیزم شیمیایی با استفاده از پیش‌پردازنده ساده ICBC که به‌وسیله شرکت ENVIRON منتشر شده‌است، درنظر گفته شد. و در حالت دوم، شرایط اولیه و مرزی گونه‌های مختلف، بر اساس داده‌های خروجی مدل MOZART-4/GEOS5 و با استفاده از پیش‌پردازنده mozart2camx درون‌یابی‌شده و به‌فرمت مناسب ورودی مدل تبدیل شدند.

به‌منظور آماده‌سازی ماتریس انتشار، داده‌های انتشار فراهم شده به‌وسیله شرکت کنترل کیفیت هوای شهرداری تهران، برای پنج‌دسته آلاینده CO, CH_4, NO_x, NMVOC و SO_2، با استفاده از یک کد میانی نوشته شده به‌زبان FORTRAN بر اساس گونه‌های شیمیایی موجود در مکانیزم شیمیایی تفکیک شده و نهایتا به‌فرمت استاندارد UAM که قابل استفاده به‌وسیله اکثر مدل‌های کیفیت هوا می‌باشد، تبدیل شده‌اند.

۳- نتایج و بحث

به‌منظور بررسی عملکرد مدل CAMx نتایج مدل با اندازه‌گیری‌ها در ایستگاه‌های پایش منطقه ۱۰ و شهرری مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. در شکل ۲ و ۳ نتایج مدل CAMx در اپیزود مدل‌سازی در دو اجرای مختلف به‌ازای استفاده از شرایط اولیه و مرزی ثابت و شرایط مرزی و اولیه

بدست آمده بر اساس داده‌های MOZART با اندازه‌گیری‌ها در ایستگاه‌های پایش منطقه ۱۰ و شهری مورد مقایسه قرار گرفته‌است. پارامترهای آماری اندازه‌گیری‌شده مربوط به شکل‌های ۲ و ۳ به‌ترتیب در جداول ۱ و ۲ آورده شده‌اند، که شامل میانگین غلظت‌ها و خطای میانگین NMB^2 در طول اپیزود می‌باشد. در مقایسه نتایج از غلظت‌های محاسبه‌شده در پایین‌ترین لایه مدل CAMx استفاده‌شده‌است. باتوجه به مشکل ایجاد شده در موقعیت دو ایستگاه منطقه ۱۰ و شهری در اندازه‌گیری غلظت SO_2، برای این آلاینده از اطلاعات ایستگاه‌های منطقه ۱۱ و منطقه ۱۶ به‌ترتیب استفاده‌شده‌است. موقعیت ایستگاه‌های پایش بر روی نقشه مناطق تهران در شکل ۱ نشان داده شده‌است.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های پایش استفاده‌شده به‌منظور صحت‌سنجی عملکرد مدل CAMx بر روی تهران

ایستگاه‌های پایش منطقه ۱۰ از ایستگاه‌های ترافیکی محسوب می‌شوند که در مناطق مرکزی و پر انتشار شهر تهران قرار دارد. لذا تأثیرات محلی، از جمله حضور ساختمان‌ها و منابع انتشار شامل خیابان‌ها و راه‌ها در اطراف این ایستگاه زیاد می‌باشد. ایستگاه پایش شهری نیز در جنوب تهران واقع می‌باشد که از جمله ایستگاه‌های حومه‌شهر و در مناطق کم‌انتشار شهر محسوب می‌شود.

استفاده از شرایط اولیه و مرزی ثابت سبب تخمین کم‌تر[3] در غلظت تمامی آلاینده‌ها در ایستگاه‌های منطقه ۱۰ و ۱۱ شده و استفاده از داده‌های MOZART سبب افزایش غلظت میانگین تمامی آلاینده‌ها و حتی تخمین بیش‌تر[4] در غلظت میانگین NO_2، CO و SO_2 شده‌است. یکی از علت‌های این تخمین بیش‌تر در غلظت میانگین، تخمین بیش‌تر شدید در ماکزیمم غلظت آلاینده‌ها در روز دهم ژوئیه به‌وسیله مدل می‌باشد. استفاده از داده‌های MOZART به‌عنوان شرایط اولیه و مرزی گونه‌های آلاینده مختلف سبب بهبود قابل توجه نتایج مدل‌سازی برای آلاینده‌های NO_2 و O_3 و افزایش دقت مدل در محاسبه ماکزیمم روزانه غلظت شده‌است. با این حال در اجرای دوم با استفاده از اطلاعات MOZART، همچنان مقدار ماکزیمم NO و O_3 در طول اپیزود مدل‌سازی تخمین کم‌تر شده‌است. به‌طورکلی، مقدار ماکزیمم غلظت در ایستگاه‌های واقع در مناطق مرکزی شهر در مقایسه با ایستگاه‌های واقع در حومه و مناطق کم‌انتشار با دقت بهتری پیش‌بینی‌شده‌است و هر چه از مرکز شهر فاصله می‌گیریم مقدار تخمین کم‌تر در ماکزیمم غلظت آلاینده‌های اولیه افزایش پیدا می‌کند.

بررسی مقدار خطای NMB در دو حالت اجرای مدل در موقعیت ایستگاه منطقه ۱۰ و ۱۱، نشان‌دهنده بهبود قابل‌توجه نتایج مدل‌سازی برای آلاینده‌های NO، NO_2 و O_3 می‌باشد و هم‌چنین برای آلاینده SO2 دقت مدل در محاسبه ماکزیمم روزانه غلظت بهبود یافته‌است که سبب کاهش خطا شده‌است. اما برای آلاینده CO به‌دلیل تخمین بیش‌تر شدید غلظت در روز دهم ژوئیه، مقدار خطا تا حدی افزایش پیداکرده‌است و مقدار میانگین غلظت پیش‌بینی‌شده به‌وسیله مدل در طول اپیزود مدل‌سازی تخمین بیش‌تر شده‌است.

به‌دلیل وجود تأثیرات محلی، از جمله نزدیک بودن به منبع آلاینده، وجود ساختمان‌ها و غیره، در موقعیت ایستگاه‌های پایش منطقه ۱۰ و منطقه ۱۱ جزئیاتی در روند تغییرات روزانه غلظت‌ها ، خصوصا برای آلاینده‌های اولیه، در موقعیت ایستگاه اندازه‌گیری‌شده‌است که در نتایج مدل‌سازی این نوسانات کم‌تر دیده می‌شود، که این امر در نتایج آلاینده‌های CO, NO و SO2 بیش‌تر مشهود می‌باشد، اما برای آلاینده‌های O_3 وNO_2 که بیش‌تر در اثر واکنش‌های شیمیایی در اتمسفر تولید می‌شوند روند تغییرات ساعتی با جزئیات بیش‌تری پیش‌بینی‌شده‌است. در موقعیت ایستگاه شهری باتوجه به تأثیرات محلی کم‌تر در موقعیت ایستگاه

در مقایسه با ایستگاه منطقه ۱۰، روند تغییرات روزانه غلظت‌ها بادقت بیش‌تری محاسبه‌شده‌است.

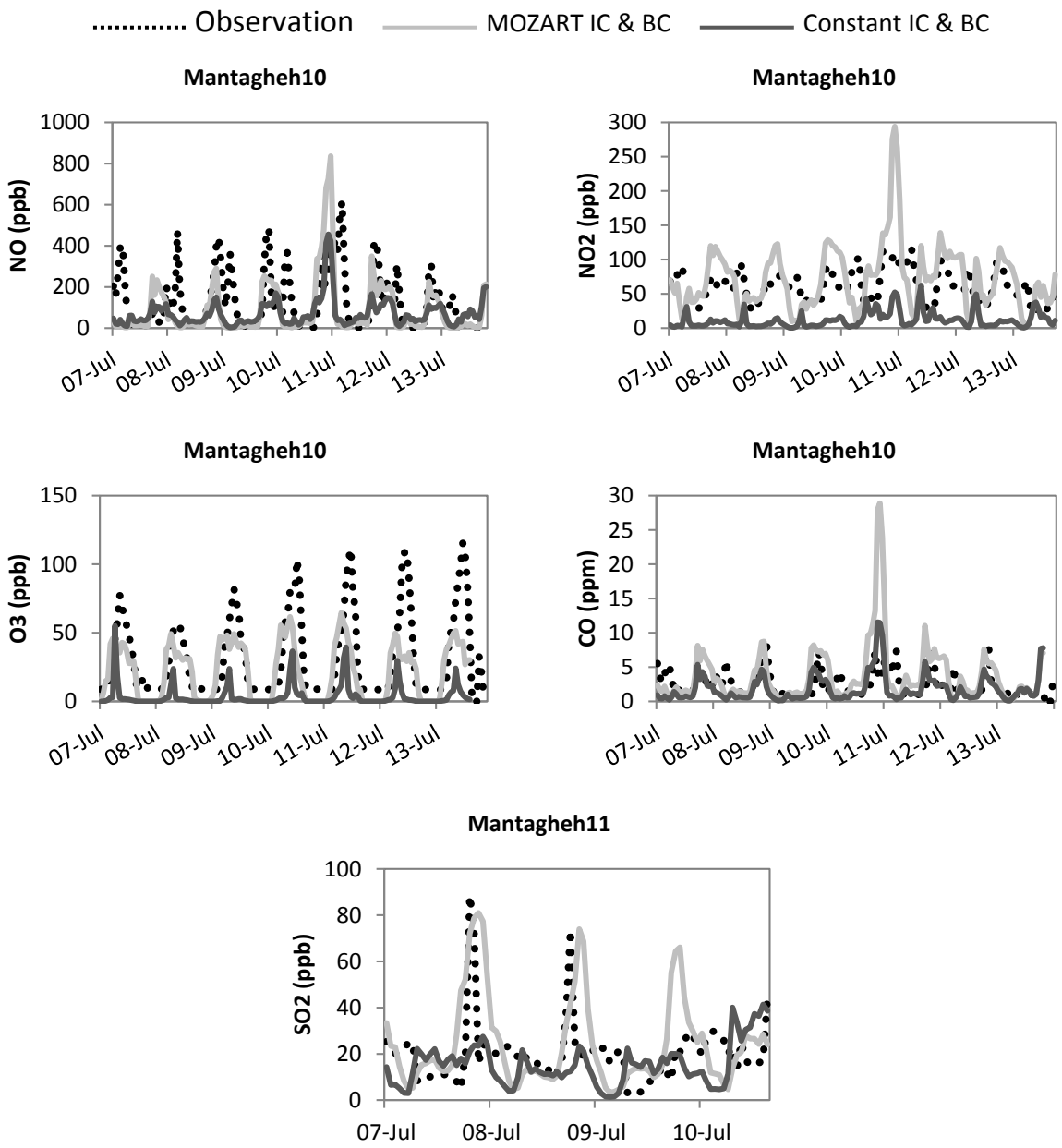
در موقعیت ایستگاه پایش منطقه ۱۰ ماکزیمم غلظت NO_2 در اپیزود مدل‌سازی بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ ppb می‌باشد و فقط در روز دهم ژوئیه مقدار بیشینه غلظت تا حد زیادی تخمین بیش‌تر شده‌است. اما به‌طورکلی مقدار ماکزیمم غلظت NO2 بیش‌تر از حد استاندارد ساعتی پیشنهاد شده به‌وسیله سازمان حفاظت محیط زیست EPA می‌باشد[۸].

مقدار ماکزیمم NO در موقعیت ایستگاه پایش منطقه ۱۰ به‌وسیله مدل تخمین کم‌تر شده‌است اما مقدار تخمین کم‌تر در سه روز پایانی اپیزود کاهش پیداکرده‌است. هم‌چنین مقدار ماکزیمم و مینیمم روزانه O_3 به‌وسیله مدل در طول اپیزود تخمین کم‌تر شده‌است و مقدار اختلاف در روزهای پایانی در مقایسه با روزهای ابتدایی افزایش یافته‌است. این روند در محاسبه غلظت ازون در موقعیت ایستگاه پایش شهری نیز دیده می‌شود، که می‌تواند ناشی از کاهش سرعت باد پیش‌بینی‌شده به‌وسیله مدل در مقایسه با روزهای ابتدایی اپیزود باشد که سبب شده‌است تا مقدار NOx روزانه نسبت به روزهای ابتدایی افزایش پیدا کند. چراکه سطح غلظت آلاینده‌های CO و NO نیز در روزهای پایانی خصوصاً ۱۰ و ۱۱ ژوئیه در موقعیت هر دو ایستگاه نسبت به سایر روزهای اپیزود افزایش داشته‌است.

در موقعیت ایستگاه شهری نیز به‌دلیل کاهش سرعت باد هر چه به روز دهم ژوئیه نزدیک‌تر می‌شویم سطح غلظت آلاینده‌ها افزایش پیداکرده و در روزهای پایانی کاهش پیدا می‌کند، اما میزان افزایش غلظت‌ها در مقایسه با ایستگاه منطقه ۱۰ با شدت کم‌تری می‌باشد. هم‌چنین استفاده از داده‌های MOZART به‌عنوان شرایط اولیه و مرزی تأثیر قابل‌توجهی در بهبود نتایج مدل‌سازی در مقایسه با استفاده از شرایط اولیه و مرزی ثابت داشته‌است و مقدار خطا NMB به‌صورت چشم‌گیری خصوصا برای آلاینده‌های NO_2، O_3 و CO کاهش پیداکرده‌است. ضمن این‌که نتایج مدل در محاسبه ماکزیمم غلظت‌های روزانه برای تمامی آلاینده‌ها به اندازه‌گیری‌ها در موقعیت ایستگاه نزدیک‌تر شده‌است. در موقعیت ایستگاه شهری نیز به‌دلیل کاهش سرعت باد هر چه به روز دهم ژوئیه نزدیک‌تر می‌شویم سطح غلظت آلاینده‌ها افزایش پیداکرده و در روزهای پایانی کاهش یافته‌است، اما میزان افزایش غلظت‌ها در مقایسه با ایستگاه منطقه ۱۰ دارای شدت کم‌تری می‌باشد.

بررسی نمودارهای تغییرات زمانی غلظت‌های اندازه‌گیری‌شده و محاسبه‌شده نشان می‌دهد که مدل CAMx روند تغییرات غلظت ساعتی آلاینده‌ها در موقعیت ایستگاه شهری را با دقت بسیار خوبی پیش‌بینی کرده‌است. اما بررسی آلاینده‌های اولیه CO و NO نشان می‌دهد که در طول اپیزود مدل‌سازی همواره ماکزیمم غلظت روزانه به‌وسیله مدل تخمین کم‌تر شده‌است که می‌تواند ناشی از تخمین کم‌تر در اطلاعات انتشار استفاده‌شده باشد.

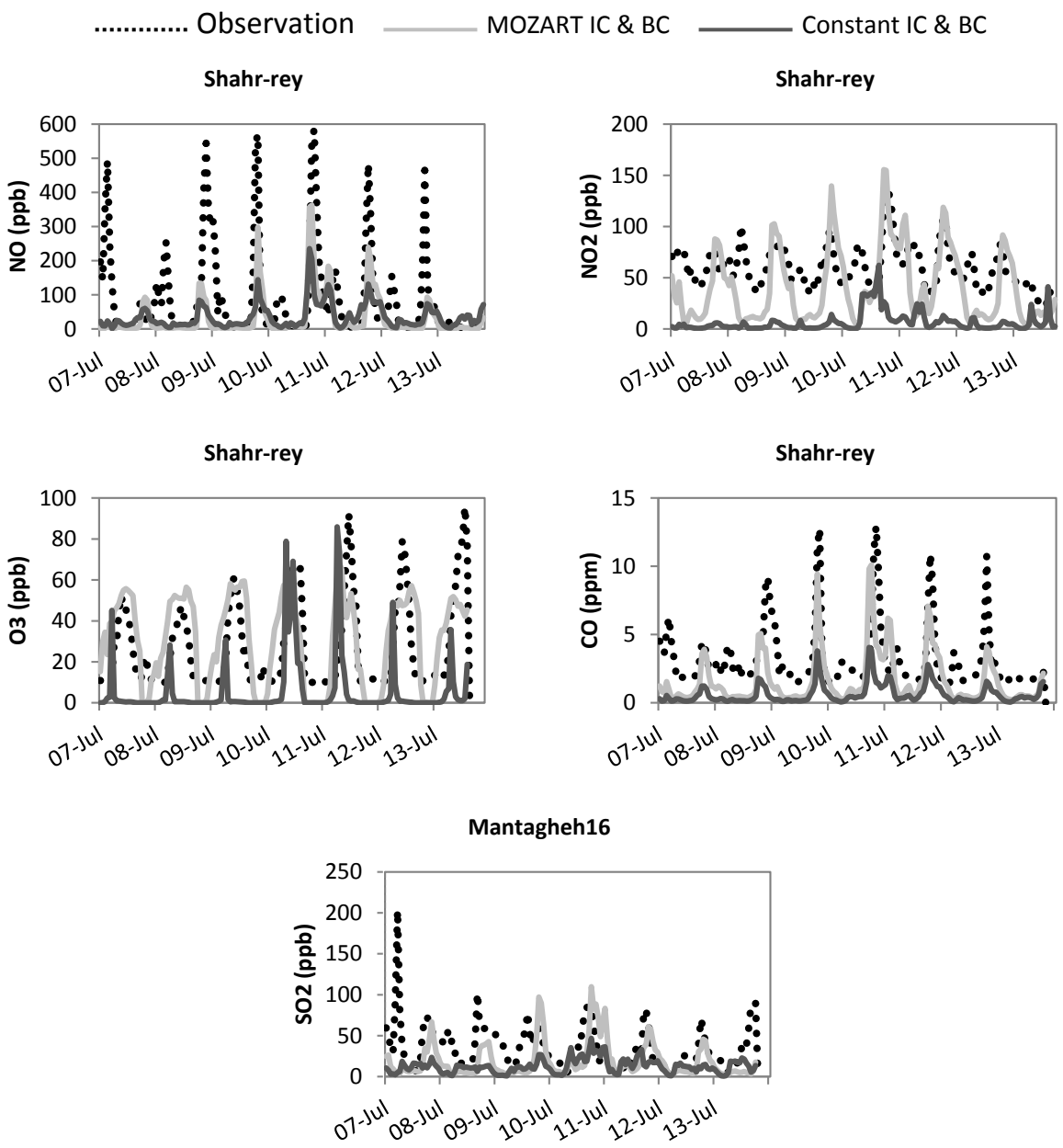
به‌طورکلی مقایسه نتایج مدل CAMx با اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهند که مدل روند تغییرات روزانه غلظت آلاینده‌ها را در شهر تهران با دقت خوبی پیش‌بینی کرده‌است، اگرچه مقداری اختلاف در مقادیر غلظت‌ها دیده می‌شود.



شکل ۲- تغییرات زمانی غلظت‌های اندازه‌گیری‌شده و محاسبه‌شده در دوحالت اجرای مدل، برای آلاینده‌های NO, NO2, CO و O3 در موقعیت ایستگاه پایش منطقه ۱۰ و آلاینده SO2 در موقعیت ایستگاه پایش منطقه ۱۱، از ۷ تا ۱۳ ژوئیه، ۲۰۱۲

جدول ۱- پارامترهای آماری اندازه‌گیری‌شده جهت بررسی عملکرد مدل CAMx برای آلاینده‌های NO, NO_2, CO و O_3 در موقعیت ایستگاه پایش منطقه ۱۰ و آلاینده SO_2 در موقعیت ایستگاه پایش منطقه ۱۱، از ۷ تا ۱۳ ژوئیه، ۲۰۱۲

	مدل‌سازی با استفاده از Constant IC & BC		مدل‌سازی با استفاده از MOZART IC & BC		غلظت اندازه‌گیری شده در ایستگاه
	خطای NMB	میانگین غلظت	خطای NMB	میانگین غلظت	میانگین غلظت
مونوکسید نیتروژن (NO)	۰,۶۷	۷۰,۳۹	۰,۲۶	۸۷,۳۹	۱۲۶,۸۴
دی‌اکسید نیتروژن (NO2)	-۰,۷۷	۱۱,۷۳	۰,۲۵	۷۱,۶۱	۶۱,۳۷
ازن (O3)	-۰,۹۳	۳,۶۴	-۰,۳۲	۲۱,۴	۳۲,۶۵
مونوکسید کربن (CO)	-۰,۱۵	۱,۷۶	۰,۵۸	۳,۶۴	۲,۵۱
دی‌اکسید گوگرد (SO2)	۰,۲۳	۱۵,۲۸	۰,۳۲	۲۴,۱۷	۲۰,۰۹



شکل ۳- تغییرات زمانی غلظت‌های اندازه‌گیری‌شده و محاسبه‌شده در دوحالت اجرای مدل، برای آلاینده‌های NO, NO_2, CO و O_3 در موقعیت ایستگاه پایش شهری و آلاینده SO_2 در موقعیت ایستگاه پایش منطقه ۱۶، از ۷ تا ۱۳ ژوئیه، ۲۰۱۲.

جدول ۲- پارامترهای آماری اندازه‌گیری‌شده جهت بررسی عملکرد مدل CAMx برای آلاینده‌های NO, NO_2, CO و O_3 در موقعیت ایستگاه پایش شهری و آلاینده SO_2 در موقعیت ایستگاه پایش منطقه ۱۶، از ۷ تا ۱۳ ژوئیه، ۲۰۱۲.

	مدل‌سازی با استفاده از Constant IC & BC		مدل‌سازی با استفاده از MOZART IC & BC		غلظت اندازه‌گیری شده در ایستگاه
	خطای NMB	میانگین غلظت	خطای NMB	میانگین غلظت	میانگین غلظت
مونوکسید نیتروژن (NO)	-۰,۴۷	۳۵,۱۱	-۰,۳۱	۳۲,۲۱	۸۶,۴۹
دی‌اکسید نیتروژن (NO2)	-۰,۸۷	۶,۷۱	-۰,۳۵	۴۰,۵۸	۵۹,۸۵
ازن (O3)	-۰,۸۱	۵,۴۹	۰,۳۵	۳۰,۳۰	۲۶,۶۲
مونوکسید کربن (CO)	-۰,۸۰	۰,۶۲	-۰,۴۹	۱,۶۱	۳,۱۴
دی‌اکسید گوگرد (SO2)	-۰,۳۷	۱۲,۶۶	-۰,۲۷	۱۸,۹۱	۳۵,۰۵

هم‌چنین در استفاده از شرایط مرزی و اولیه ثابت، مدل CAMx عملکرد ضعیفی در محاسبه مقدار ماکزیمم غلظت‌های روزانه و هم‌چنین الگوی تغییرات غلظت برای آلاینده‌های NO2 و O3 داشته‌است، که در استفاده از داده‌های MOZART به‌عنوان شرایط اولیه و مرزی این نقص تا حد زیادی بهبود یافته‌است و مقدار خطای NMB برای آلاینده‌های NO2 و O3 تا حدود ۵۰٪ و بیش‌تر در موقعیت هر دو ایستگاه منطقه ۱۰ و شهرری کاهش پیداکرده‌است.

عوامل مختلفی در ایجاد اختلاف بین نتایج مدل CAMx و اندازه‌گیری‌ها در ایستگاه‌های پایش تأثیرگذار می‌باشند. از جمله نارسایی اطلاعات انتشار، شامل قدیمی بودن اطلاعات انتشار و نادیده گرفته‌شدن گسترش شهر و راه‌ها و خیابان‌های اضافه شده از جمله مسیرهای ورودی و خروجی شهر، درنظر گرفته‌نشدن منابع آلاینده ثابت، خطا در تفکیک آلاینده‌های منتشره از جمله NOx و VOCها، خطا در محاسبه پارامترهای هواشناسی و حل معادله پیوستگی و هم‌چنین موقعیت ایستگاه‌های پایش و تأثیرات محلی در موقعیت ایستگاه شامل نزدیک بودن به یک منبع آلاینده نظیر یک خیابان یا بزرگ‌راه. قدیمی بودن اطلاعات انتشار استفاده‌شده از جمله در نظر گرفته‌نشدن منابع آلاینده و مسیرهای ایجاد شده در اثر گسترش شهر سبب شده‌است تا اختلاف میان نتایج مدل‌سازی در مناطق واقع در حومه‌های شرقی، غربی و جنوبی که از مرکز شهر و مناطق پر انتشار شهر به دور می‌باشند، بیش‌تر باشد.

نتیجه‌گیری

در این مقاله شرایط اولیه و مرزی گونه‌های آلاینده مختلف، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در مدل‌سازی عددی آلودگی هوای یک منطقه، مورد بررسی قرار گرفت. به‌همین منظور سیستم مدل‌سازی WRF/CAMx در دو حالت مختلف به‌ازای اطلاعات انتشار یکسان و شرایط اولیه و مرزی متفاوت در یک بازه زمانی ۷ روزه در تیرماه ۱۳۹۱، اجرا شده و نتایج مدل در هر دو حالت با غلظت‌های اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه‌های پایش مورد مقایسه و ارزیابی قرارگرفتند. نتایج مدل‌سازی انجام شده نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه شرایط اولیه و مرزی انتخاب شده در کیفیت و دقت مدل‌سازی آلودگی هوا دارد. ضمن این‌که نتایج حاصل از اجرای مدل با استفاده از شرایط اولیه و مرزی فراهم شده براساس داده‌های MOZART، نشان می‌دهند که سیستم مدل‌سازی آلودگی هوای WRF/CAMx ابزار ارزش‌مندی در پیش‌بینی غلظت آلاینده‌های مختلف و محاسبه روند تغییرات روزانه غلظت آلاینده‌ها در منطقه تهران می‌باشد و می‌تواند در تحقیقات مربوط به آلودگی هوا و ارزیابی‌های کنترل و کاهش آلودگی هوا در شهر تهران مورد استفاده قرارگیرد.

پی نوشت

[1] Weather Research and Forecasting (WRF), Comprehensive Air Quality Model with extensions (CAMx)

[2] NMB (Normalized Mean Bias) = $\frac{M_i - O_i}{O_i}$

[3] Under-estimation

[4] Over-estimation

منابع

[1] Shahbazi H, Hosseini V, Rashidi Y, Main gas pollutants dispersion modeling during a critical air pollution episode over Tehran, 1st Air Pollution Management Conference, Tehran, Iran. [In Persion]

[2] Shahbazi H, Investigating the effect of meteorological conditions on the level of gas phase pollutants over Tehran during a critical air pollution episode using meteorological and photochemical models, 1st Urban Services and Environment Conference, Mashhad, Iran. [In Persion]

[3] Shahbazi H, Rashidi Y, Hosseini V, Investigation the impact of traffic pattern on CO dispersion over Tehran, 12th International Conference on Traffic and Transportation Engineering, Tehran, Iran. [In Persion]

[4] Shahbazi H, Hosseini V, Hamedi M, Investigating Effect of Odd-Even Day Traffic Restriction Policy on Tehran Air Quality, TRB (Transportation Research Board) 93rd conference, 2014, Washington, D.C, United States

[5] Skamarock W.C, Klemp J.B, Dudhia J, Gill D.O, Barker D.M, Duda M.G, Huang X.-Y, Wang W, Powers J.G, 2008. A Description of the Advanced Research WRF Version 3.NCAR Technical Note, NCAR/TN-45+STR (June 2008). http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/, (assessed: August 27, 2012).

[6] ENVIRON, 2013. User's guide to the Comprehensive Air Quality Model with Extensions (CAMx).Version 6. Available at: http://www.camx.com, (assessed: Ceptember 20, 2012).

[7] Yarwood G, Rao S, Yocke M, Whitten G, 2005. Updates to the Carbon Bond Chemical Mechanism: CB05. report, Rpt. RT-0400675. US EPA, Res. Tri. Park.

[8] National Ambient Air Quality Standards (NAAQS), http://www.epa.gov/air/criteria.html, (assessed: June 14, 2012). [In Persian]