فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۱۴ ، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱
صفحه: ۱۳-۱

Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol. 14, No.4, Winter 2023
Pages: 1-13

مدل‌سازی پراکنش گازهای آلاینده CO و NO2 از دودکش‌های شرکت پتروشیمی مارون در منطقه ویژه اقتصادی ماهشهر با استفاده از مدل AERMOD

عاطفه ایزد رضایی[۱]، مژگان احمدی ندوشن[۲*]، پانته آ لطفی[۲]

چکیده

مقدمه: مدل AERMOD از مدل‌های گوسین است که برای مدل‌سازی انتشار آلاینده‌های هوا از منابع مختلف و برای فواصل کمتر از ۵۰ کیلومتر از منابع انتشار به‌طور گسترده مورداستفاده قرار می‌گیرد. در حال حاضر صنایع پتروشیمی جزء صنایع ضروری و درآمدزا برای کشور می‌باشد، لذا همگام با پیشرفت این صنایع بحث کنترل آلودگی هوا نیز باید موردتوجه قرار گیرد. هدف از این مطالعه، مدل‌سازی نحوه پراکنش دو آلاینده مونواکسیدکربن و دی‌اکسیدنیتروژن منتشره از دودکش‌های پتروشیمی مارون است.

روش بررسی: در این پژوهش نحوه انتشار آلاینده‌های مونوکسید کربن و اکسیدهای نیتروژن از دودکش‌های مجتمع پتروشیمی مارون با استفاده از مدل AERMOD در سال ۱۳۹۸ مدل‌سازی شد. برای انجام مدل‌سازی در مدل AERMOD که مدل پیشنهادی EPA برای مطالعات تفصیلی آلودگی هوا می‌باشد از داده‌های سه ساعته ایستگاه سینوپتیک بندر ماهشهر و همچنین مدل رقومی ارتفاعی با اندازه پیکسل ۳۰ متر استفاده و مدل‌سازی در محدوده‌ای به وسعت ۲۵۰۰ کیلومترمربع انجام شد.

نتایج: متوسط غلظت سالانه آلاینده دی اکسید نیتروژن و مونوکسیدکربن به ترتیب ۱/۴۴ و ۱/۳ میکروگرم بر مترمکعب در فاصله ۹۰۰ متری دودکش بوده است. این محدوده اراضی مجتمع پتروشیمی مارون را شامل می‌شود و مناطق مسکونی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که غلظت آلاینده‌های مونوکسید کربن و دی‌اکسیدنیتروژن کمتر از استانداردهای تعیین‌شده توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور است. برنامه‌های تعمیر و نگهداری واحدها، پایش وضعیت سلامت کارکنان، کنترل خروجی‌ها، لحاظ کردن کنترل‌های مناسب مطابق با توصیه‌های EPA می‌تواند تأثیر به سزایی در کنترل و کاهش انتشار آلاینده‌ها داشته باشد. خروجی حاصل از این مطالعه مشخص نمود مدل AERMOD در مطالعات آلودگی هوا که نیازمند بررسی دقیق غلظت آلاینده‌ها است، کارایی بالایی دارد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، مدل‌سازی، AERMOD، صنایع پتروشیمی

[۱] کارشناسی ارشد آلودگی محیط زیست، گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

[۲] گروه محیط‌زیست، مرکز تحقیقات پسماند و پساب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

* (نویسنده مسئول)؛ تلفن تماس: ۰۹۱۳۱۶۹۷۱۰۶ ، پست الکترونیک:m.ahmadi@khuisf.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۰۸

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.18502/tkj.v14i4.12309]

مقدمه

آلودگی هوای شهری در سال‌های گذشته بر رفاه، سلامت و شانس زندگی انسان‌ها تأثیر گذاشته است. همچنین به یک مسئله مهم زیست‌محیطی در کشورهای درحال‌توسعه تبدیل گردیده است. سوخت‌های فسیلی به‌عنوان یکی از عوامل اصلی افزایش انواع آلاینده‌های هوا در شهرها شناخته می‌شوند (۱). تأثیر آلاینده‌ها بر کیفیت هوا به نوع و میزان سوخت فسیلی مصرفی و همچنین شرایط جوی بستگی دارد (۲). بحران زیست-محیطی امروز جهان حاصل توسعه ناپایداری است که در گذشته و حال درزمینهٔ الگوهای تولید و مصرف انرژی، صنعت، حمل‌ونقل و سبک زندگی انسان‌ها ایجادشده است. توسعه پایدار در گرو حفاظت از زمین است و حفاظت از محیط‌زیست به معنای مراقبت و استفاده منطقی از منابع طبیعی است (۳). با توجه به مصرف روزافزون انرژی، رونق جمعیت، توسعه سریع و صنعتی شدن، آلودگی هوا در بسیاری از کشورهای جهان اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد (۴). آلودگی هوا یکی از بزرگ‌ترین عوامل بیماری و مرگ‌ومیر است و سالانه بیش از یک میلیون مرگ در سراسر جهان را به همراه دارد. مواجهه کوتاه‌مدت و بلندمدت با آلاینده‌های هوا در صورت وجود غلظت زیاد (۵)، منجر به آسیب مجاری تنفسی، نارسایی مغزی -کلیوی، گرمای جهانی شده و صدمات غیرقابل‌جبران دیگری به حیات حیوانات و گیاهان و حتی اثرات خوردگی بر روی فلزات، مصالح ساختمانی و منسوجات وارد می‌سازد (۶، ۷). با انقلاب صنعتی بود که اثرات محلی نامطلوب آلودگی هوا بر سلامت انسان و محیط‌زیست به‌صورت نظام‌مند شروع به ثبت گردید. بااین‌وجود انقلاب صنعتی سبب ایجاد این تفکر گردید که آلودگی هوا، محصول اجباری توسعه اقتصادی می‌باشد (۸، ۹). آلودگی پس از انقلاب صنعتی به حدی بوده است که امروزه اتمسفر به لحاظ ترکیب شیمیایی متفاوت از اتمسفر طبیعی که قبل از انقلاب صنعتی وجود داشت است (۱۰). به‌منظور جلوگیری از تأثیر منفی ناشی از آلودگی، برخی از کشورها قوانین، مقررات و استانداردهای خاصی را تدوین کرده‌اند (۱۱). در حال حاضر صنایع پتروشیمی جزء صنایع ضروری و درآمدزا برای کشور می‌باشد، لذا همگام با پیشرفت این صنایع بحث کنترل آلودگی هوا نیز باید موردتوجه قرار گیرد. آگاهی از غلظت آلاینده‌های هوا در مناطق اطراف منابع آلاینده و همچنین مقدار بیشینه غلظت‌ها، نقشی مؤثر در سازوکار تصمیم سازی برای مقابله با آلودگی هوا ایفا می‌کند (۱۲). مهم‌ترین آلودگی‌های احتمالی صنایع پتروشیمی شامل سمیت زیاد فاضلاب‌ها، زائدات خطرناک، قابلیت انفجار، اشتعال و سمیت در فرایندها و تولید مواد با خاصیت واکنش‌های شیمیایی سریع، انتشار آلاینده‌های هوا، تولید سروصدا در مرحله تأمین و حمل‌ونقل مواد اولیه و محصول و فرایند تولید در داخل و خارج از محوطه مجتمع، تغییر کاربری اراضی می‌باشد. مهم‌ترین منبع انتشار آلاینده در صنایع پتروشیمی شامل پساب خنک‌کننده‌ها به دلیل استفاده از کرومات به‌عنوان ضد خورندگی و رسوب‌گذاری در شبکه آب، آلودگی هوا به‌ویژه در واحدهای آمونیاک و اوره شامل پارامترهای گاز آمونیاک، بخارات و گردوغبار خروجی از بالای برج اوره، گردوغبار اوره در واحدهای بسته‌بندی اوره، گازهای خروجی از دودکش‌ها، آلودگی صوتی، تولید مواد زائد و جامد می‌باشد (۱۳). ازآنجایی‌که نصب و نگهداری ایستگاه‌های پایش، به‌ویژه در تعداد زیاد بسیار دشوار و پرهزینه می‌باشد، لذا مدل‌سازی پراکنش آلاینده‌ها با استفاده از مدل‌های رایانه‌ای در سال‌های اخیر موردتوجه مهندسین آلودگی هوا قرارگرفته است (۱۴). اندازه‌گیری آلاینده‌ها، غلظت آلاینده را در شرایط فعلی در مکانی خاص به ما نشان می‌دهد اما نمی‌تواند اطلاعاتی در خصوص غلظت آلاینده‌ها در آینده و یا در مکان-هایی که اندازه‌گیری انجام نگرفته است، در اختیار ما قرار دهد. مدل‌های آلودگی هوا به ما در درک بهتر رفتار آلاینده در محیط کمک می‌کنند. به‌طورکلی یک مدل بی‌نقص به ما این امکان را می‌دهد که تغییرات زمانی و مکانی غلظت آلاینده‌ها را با دقت قابل‌قبولی پیش‌بینی نماید (۱۵). امروزه پیش‌بینی پارامترهای کیفیت هوا از موضوعات مهم و موردتوجه در علوم محیط‌زیست است زیرا رابطه مستقیم با سلامتی بشر دارد و مردم و مقامات مربوطه به‌طور فزاینده‌ای نسبت به آن نگران هستند و نیازمند تصمیم‌گیری و اقدام سریع در این زمینه می‌باشد (۱۶). مدل‌سازی آلودگی هوا با استفاده از داده‌های میزان نشر از منابع، داده‌های غلظت در ایستگاه‌های نمونه‌برداری، داده‌های هواشناسی و داده‌های جغرافیایی (توپوگرافی، نوع کاربری زمین و...) صورت می‌پذیرد. در مدل‌سازی، یک ارتباط دینامیکی بین منابع انتشار و غلظت‌ها برقرار می‌شود که درنهایت توزیع آلاینده-ها را در مکان‌هایی که ایستگاه‌های سنجش وجود ندارند ارائه می‌کند (۱۷). مدل‌سازی آلودگی هوا یکی از روش‌های مؤثر و قابل‌اعتماد علمی برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی کیفیت هوا است

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.18502/tkj.v14i4.12309]

(۱۸). مدل‌سازی آلودگی هوا، روشی قدرتمند برای ارزیابی این است که آیا یک منبع آلودگی هوا، مشکل‌ساز خواهد بود یا خیر. مشکل‌ساز بودن آلودگی هوا بدین معنی است که در محلی خاص، غلظت آلاینده در محیط فراتر از محدوده‌های قابل‌قبول تعیین‌شده قرار می‌گیرد. این محدوده‌های قابل‌قبول می‌تواند قوانین، سم‌شناسی، سم‌شناسی اکولوژیک و در کل، رفاه جمعیت‌های محلی باشد (۱۴). مدل‌های گوسی پراکنش به‌طور گسترده برای پیش‌بینی غلظت، ارزیابی و مدیریت زیست‌محیطی مورداستفاده قرارگرفته‌اند. سادگی نسبی استفاده از آن‌ها، اجرای سریع، دقت بالا و کاربرد گسترده در شرایط اتمسفری مختلف از مزایای این مدل‌ها می‌باشد (۱۹). مدل AERMOD ازجمله مدل‌هایی می‌باشد که مطالعات بسیاری بر روی آن صورت گرفته و پس از طی نمودن این مطالعات توانسته است اعتبار جهانی بسیار خوبی کسب نماید (۲۰، ۲۱). AERMOD عوارض پیچیده سطح زمین را به‌خوبی تجزیه‌وتحلیل نموده و طبق مطالعات صورت پذیرفته، نتایج آن بسیار شبیه نتایج حاصل از کار صحرایی می‌باشد (۲۲، ۲۱ و ۲۳). AERMOD یک مدل پراکنشی حالت دائمی است که برای تعیین غلظت آلاینده‌های مختلف، در مناطق شهری و روستایی، صاف و ناهموار، انتشار سطحی و در ارتفاع از منابع نقطه‌ای، حجمی و انواع مختلف منابع سطحی قابل‌استفاده می‌باشد، که بیشتر برای شبیه‌سازی پراکنش آلاینده‌ها در محدوده‌های تا ۵۰ کیلومتر پیشنهاد می‌شود (۲۴، ۲۵ و ۲۶). در سال‌های اخیر مطالعاتی جهت مدل‌سازی پراکنش آلاینده‌های گوناگون با استفاده از مدل AERMOD انجام‌گرفته است. ANGAS و همکاران در سال ۲۰۲۱ در مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی توزیع CO از دودکش‌های پالایشگاه نفت با استفاده از مدل AERMOD به این نتیجه دست یافتند که غلظت شبیه‌سازی‌شده CO بر اساس AERMOD، از حد غلظت تعیین‌شده توسط استاندارد کیفیت هوای محیط ایران تجاوز نمی‌کند همچنین بیان کردند که انتشار CO از دودکش‌های پالایشگاه نفت هیچ تأثیر قابل‌توجهی بر جوامع اطراف ندارد (۱). Mostafav و همکاران در سال ۲۰۲۱ توزیع آلودگی هوا در شهر اراک با توجه به اثرات صنایع آلاینده هم‌جوار و ترددهای شهری را با استفاده از مدل AERMOD بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که حداکثر غلظت NO_x در شهر اراک، ایران ۷/۷ برابر مقدار استاندارد بود. این رقم برای آلاینده‌های CO و SO_2 به ترتیب ۲/۲ و ۱۷/۵ است (۴). عتابی و همکاران در سال ۱۳۹۳ به بررسی نحوه انتشار آلاینده CO خروجی از دودکش‌ها و فلزهای پالایشگاه گازی شماره ۴ پارس جنوبی در عسلویه پرداختند. در این پژوهش نرخ انتشار آلاینده‌های خروجی از دودکش‌ها و فلزها به ترتیب به‌وسیله اندازه‌گیری در چهار فصل مختلف و استفاده از ضریب انتشار آلاینده‌ها محاسبه شدند. نتایج این پژوهش مشخص نمود که غلظت آلاینده مونوکسید کربن ناشی از دودکش‌ها و فلزهای موردبررسی در محیط فراتر از استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران بوده و همچنین نتایج ایستگاه‌های سنجش آلاینده‌ها نیز نتایج مدل‌سازی را تائید می‌نماید (۲۷). در این مطالعه، نحوه پراکنش دو آلاینده مونواکسیدکربن (CO) و اکسیدهای نیتروژن (NO_X) منتشره از پتروشیمی مارون با استفاده از مدل AERMOD مدل‌سازی شد.

روش بررسی

منطقه موردمطالعه

مجتمع پتروشیمی مارون در بندر امام خمینی شهرستان ماهشهر واقع گردیده است. فاصله این مجتمع تا شهر سربندر در حدود ۵/۵ کیلومتر و تا شهر ماهشهر نزدیک به ۸ کیلومتر می‌باشد. شرکت پتروشیمی مارون در زمینی به مساحت ۱۰۲/۵ هکتار و در دو منطقه جغرافیایی زیر احداث گردیده است. منطقه کریت کمپ اهواز که درآن‌واحد بازیابی اتان در زمینی به مساحت ۹/۵ هکتار در کیلومتر ۱۵ جاده اهواز – ماهشهر احداث‌شده است. در این واحد خوراک واحد الفین تولید و با خط لوله به طول ۹۵ کیلومتر به منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی ارسال می‌شود و منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی که واحد الفین به همراه واحدهای پلی‌اتیلن سنگین، پلی‌پروپیلن، اتیلن اکساید و اتیلن گلایکول و سرویس‌های جانبی و آفسایت در زمینی به مساحت ۹۳ هکتار در سایت ۲ منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی بندر امام خمینی احداث‌شده است.

مدل‌سازی با مدل AERMOD

سیستم مدل‌سازی AERMOD از سه جزء اولیه AERMET (پردازشگر داده‌های هواشناسی)، AERMAP (پردازشگر رقومی زمین) و AERMOD (مدل پراکندگی آلودگی در هوا) ساخته‌شده است (۲۸).

برای اینکه بتوان با موفقیت یک مدل‌سازی پراکندگی آلاینده‌های هوا را انجام داد در ابتدا باید پردازش‌های اولیه

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.18502/tkj.v14i4.12309]

توسط AERMET و AERMAP صورت پذیرد. پردازش داده‌های هواشناسی در AERMET نیازمند داده‌های هواشناسی سطح زمین، جو بالا و در محل می‌باشد. AERMAP نیز با تجزیه‌وتحلیل مدل رقومی ارتفاع آن را به شکلی قابل‌استفاده در AERMOD تبدیل می‌نماید. در ادامه مراحل اجرای مدل AERMOD ارائه‌شده است:

AERMET: هسته پردازش داده‌های هواشناسی

این پیش پردازنده که خود به‌صورت یک هسته مجزا از نرم‌افزار اصلی AERMOD موجود می‌باشد، داده‌های هواشناسی را پردازش کرده و مشخصه‌های لایه مرزی جو را به‌منظور استفاده در مدل تخمین می‌زند. پیش پردازنده AERMET از سه نوع فایل برای پردازش مشاهدات ساعتی سطحی، داده‌های هواشناسی جو بالا و همچنین فایل اطلاعات هواشناسی گردآوری‌شده در منطقه موردمطالعه استفاده می‌کند. در انتها پیش پردازنده AERMET با دریافت مشخصات سطحی منطقه موردمطالعه (نسبت بوون،ضریب آلبدو، طول زبری سطح) دو فایل که شامل تمامی اطلاعات هواشناسی مدل AERMOD هستند را ایجاد می‌کند. برای ایجاد فایل مشاهدات سطحی باید از اطلاعات نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک استفاده شود. بررسی ایستگاه‌های سینوپتیک مشخص نمود که نزدیک‌ترین ایستگاه به سایت پتروشیمی مارون، ایستگاه سینوپتیک بندر ماهشهر می‌باشد که در فاصله خطی ۸۵۰۰ متری مجتمع می‌باشد. هسته AERMET نیازمند داده‌های ۱ ساعته ایستگاه هواشناسی می‌باشد. ازآنجاکه در بهترین حالت در ایران ثبت داده‌های هواشناسی به‌صورت ۳ ساعته (۸ بازدید در روز) می‌باشد، لذا داده‌های سرعت و جهت باد، دمای خشک، رطوبت نسبی، ابرناکی، رطوبت نسبی ایستگاه سینوپتیک ماهشهر از سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید. این دسته از اطلاعات ابتدا به فرمت SAMSON تبدیل و سپس با اضافه کردن مشخصات ایستگاه بندر ماهشهر اطلاعات موردنیاز این بخش تکمیل شد. بعد از ورود و تغییر فرمت داده‌های هواشناسی، با استفاده از نرم‌افزار WRPLOT گلباد ایستگاه سینوپتیک ماهشهر ترسیم گردید (شکل ۱). برای محاسبه آلبدو، نسبت باون و زبری سطح از کاربری اراضی، به ترتیب از جداول ۱ تا ۳ استفاده شد.

جدول ۱: مقادیر آلبدو (بی بعد) پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف اراضی

نوع کاربری اراضی	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	سالانه
آب	۰/۲	۰/۱۲	۰/۱	۰/۱۴	۰/۱۴
جنگل خزان کننده	۰/۵	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۲۱۵
جنگل سوزنی برگ	۰/۳۵	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۷۷۵
تالاب	۰/۳	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۸
اراضی کشاورزی	۰/۶	۰/۱۴	۰/۲	۰/۱۸	۰/۲۸
علفزار	۰/۶	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۲	۰/۲۹
شهر	۰/۳۵	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲۰۷۵
بوته‌زار بیابانی	۰/۴۵	۰/۳	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۳۲۷۵

جدول ۲: مقادیر نسبت باون (بی بعد) پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف اراضی

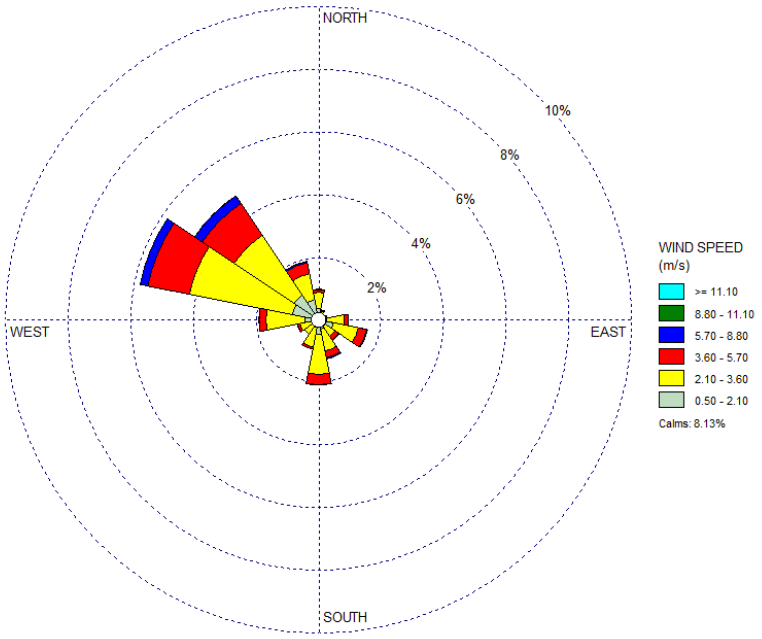
نوع کاربری اراضی	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	سالانه
آب	۱/۵	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۴۵
جنگل خزان کننده	۱/۵	۰/۷	۰/۳	۱	۰/۸۷۵
جنگل سوزنی برگ	۱/۵	۰/۷	۰/۳	۰/۸	۰/۸۲۵
تالاب	۱/۵	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۴۵
اراضی کشاورزی	۱/۵	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۷۵
علفزار	۱/۵	۰/۴	۰/۸	۱	۰/۹۲۵
شهر	۱/۵	۱	۲	۲	۱/۶۲۵
بوته‌زار بیابانی	۶	۳	۴	۶	۴/۷۵

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.18502/tkj.v14i4.12309]

جدول۳: مقادیر زبری سطح (m) پیشنهادی برای کاربری‌های مختلف اراضی

نوع کاربری اراضی	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	سالانه
آب	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
جنگل خزان کننده	۰/۵	۱	۱/۳	۰/۸	۰/۹
جنگل سوزنی برگ	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳
تالاب	۰/۰۵	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱۶۲۵
اراضی کشاورزی	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۲	۰/۰۵	۰/۰۷۲۵
علفزار	۰/۰۰۱	۰/۰۵	۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۴۰۲۵
شهر	۱	۱	۱	۱	۱
بوته‌زار بیابانی	۰/۱۵	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۲۶۲۵



شکل ۱: گلباد ایستگاه سینوپتیک ماهشهر

AERMAP: هسته پردازش داده‌های ارتفاعی و شکل زمین

AERMAP دومین پیش پردازنده در مدل AERMOD است که اطلاعات توپوگرافی منطقه را تجزیه‌وتحلیل می‌کند. پیش پردازنده AERMAP ارتفاع زمین زیر تمامی پذیرنده‌ها، منابع و همچنین مقیاس ارتفاعی هر پذیرنده را که بیشترین تأثیر در پراکنش آلاینده در آن پذیرنده دارد را تعیین می‌کند. این پیش پردازنده بانام Terrain و در خود نرم‌افزار اصلی AERMOD قابل‌رؤیت است. در این پژوهش برای بررسی وضعیت ارتفاعی منطقه از مدل رقومی ارتفاع (DEM) با اندازه پیکسل ۳۰ متر استفاده شد.

مشخصات دودکش‌ها، محاسبه نرخ انتشار و پذیرنده‌ها

در این پژوهش تعداد دودکش‌های موردبررسی ۱۵ عدد می‌باشد که تماماً مربوط به بویلرها و واحد الفین مجتمع پتروشیمی مارون هستند. مشخصات فنی این دودکش‌ها به همراه میزان آلاینده خروجی از هریک از آن‌ها از طرح‌های خوداظهاری مربوط به مجتمع پتروشیمی مارون استخراج گردید. ارتفاع ۷ دودکش‌ها ۴۰ متر و ارتفاع ۸ دودکش ۳۰ متر بود. به دلیل اینکه نرخ انتشار محاسبه‌شده بتواند برای تمامی سال قابل‌تعمیم باشد، داده‌ها از ۴ فصل مختلف تهیه و میانگین

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-30]
[DOI: 10.18502/tkj.v14i4.12309]

مقادیر مربوط به دمای گاز خروجی، سرعت گاز خروجی و غلظت آلاینده‌ها محاسبه شد.

نرخ انتشار هر آلاینده با استفاده از اطلاعات مربوط به مشخصات دودکش‌های مجتمع پتروشیمی مارون و میانگین غلظت آلاینده‌های خروجی از دودکش‌ها طبق رابطه ذیل محاسبه گردید (۲۲).

$$E = \frac{C * MW * P * V * \pi d^2 * 273.15}{(T + 273.15) * 68137344}$$

که در آن E = نرخ انتشار آلاینده $(\frac{gr}{s})$، C = غلظت آلاینده (ppm)، MW = جرم مولکولی آلاینده، P = فشار جوی $(mmHg)$، V = سرعت گاز خروجی $(\frac{m}{s})$، d = قطر داخلی در محل خروجی دودکش $T_{(m)}$، = دمای گاز خروجی (C) می‌باشد.

در مرحله بعد به تعیین نوع و مشخصات پذیرنده‌ها پرداخته شد. پذیرنده‌ها مکان‌هایی هستند که مدل، غلظت آلاینده‌ها را در آن‌ها محاسبه می‌کند. در این پژوهش پذیرنده‌ها در مختصات کارتزین و در محدوده ۵۰×۵۰ کیلومتر مقیاس منطقه‌ای ۱۲۵ نقطه شبکه بافاصله شبکه‌ای ۴۰۰ متر در هریک از دو جهت X و Yتعریف شدند که درمجموع ۱۵۶۲۵ پذیرنده درنظر گرفته شد. پس از انجام مرحله قبل تمامی داده‌ها وارد نرم‌افزار AERMOD شد. به‌منظور نمایش تصویر منطقه و موقعیت کلی کارخانه و دودکش‌ها در صفحه نمایش، یک تصویر ماهواره‌ای که مشخص‌کننده محدوده کارخانه و دودکش‌های آن بر روی این تصویر باشد به نرم‌افزار وارد شد. پس از انجام اصلاحات، تصویری که در Google Earth ذخیره گردید وارد نرم‌افزار AERMOD شد.

یافته‌ها

مدل‌سازی پراکنش مونوکسید کربن (CO) با مدل AERMOD

نتایج مدل‌سازی نحوه پخش آلاینده مونوکسید کربن در جدول ۴ قابل‌مشاهده است. در ادامه توضیحات و نقشه‌های پراکنش آلاینده‌ها ارائه‌شده است.

جدول ۴: نتایج مدل‌سازی مونوکسید کربن در محدوده مطالعاتی

زمان غلظت بیشینه	Y(m)	X(m)	Units	بیشینه غلظت	مرتبه	بازه زمانی
۱۳۹۲/۲/۱۸	۳۳۷۳۸۰۸/۶۹	۳۱۶۹۵۷/۸	ug/m^3	۱۱۸/۸۲	اولین بیشینه	یک‌ساعته
۱۳۹۲/۸/۲۸	۳۳۷۳۸۰۸/۶۹	۳۱۶۵۵۷/۸	ug/m^3	۲۲/۷۷	اولین بیشینه	۸ ساعته
۱۳۹۲/۸/۲۸	۳۳۸۳۸۰۸/۶۹	۳۱۶۵۵۷/۸	ug/m^3	۱۱/۷۶	اولین بیشینه	۲۴ ساعته
۱۳۹۱/۱۲/۲۷	۳۳۷۴۲۰۸/۶۹	۳۱۶۵۵۷/۸	ug/m^3	۸۲/۶۱	دومین بیشینه	یک‌ساعته
۱۳۹۱/۱۱/۱۰	۳۳۷۴۲۰۸/۶۹	۳۱۶۵۵۷/۸	ug/m^3	۱۶/۷۲	دومین بیشینه	۸ ساعته
۱۳۹۲/۹/۲۱	۳۳۷۴۲۰۸/۶۹	۳۱۶۱۵۷/۸	ug/m^3	۶/۱۶	دومین بیشینه	۲۴ ساعته

مدل‌سازی پراکنش مونوکسیدکربن در بازه زمانی ۱ ساعته

اولین و دومین بیشینه غلظت ۱ ساعته آلاینده به ترتیب ۱۱۸/۸ و ۸۲/۶ میکروگرم بر مترمکعب بوده که در فاصله ۱۰۰ و ۳۳۰ متری دودکش واقع می‌شود. این محدوده اراضی مجتمع پتروشیمی مارون را شامل می‌شود و مناطق مسکونی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. با توجه به اینکه طبق جدول ۵، استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست برای حداکثر غلظت ۱ ساعته مونوکسید کربن ۴۰۰۰۰ میکروگرم در مترمکعب می‌باشد لذا غلظت این آلاینده در محیط کمتر از استانداردهای تعیین‌شده است.

مدل‌سازی پراکنش مونوکسیدکربن در بازه زمانی ۸ ساعته

اولین و دومین بیشینه غلظت ۸ ساعته آلاینده به ترتیب ۲۲/۷ و ۱۶/۷ میکروگرم بر مترمکعب بوده که در فاصله ۲۳۰ و ۴۳۰ متری دودکش واقع می‌شود. این محدوده اراضی مجتمع پتروشیمی مارون را شامل می‌شود و مناطق مسکونی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. با توجه به اینکه استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست برای حداکثر غلظت ۸ ساعته مونوکسید کربن ۱۰۰۰۰ میکروگرم در مترمکعب می‌باشد لذا غلظت این آلاینده در محیط کمتر از استانداردهای تعیین‌شده است.

مدل‌سازی پراکنش مونوکسیدکربن در بازه زمانی ۲۴ ساعته

اولین و دومین بیشینه غلظت ۲۴ ساعته آلاینده به ترتیب ۱۱/۸ و ۶/۱ میکروگرم بر مترمکعب بوده که در فاصله ۴۳۰ و

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.18502/tkj.v14i4.12309]

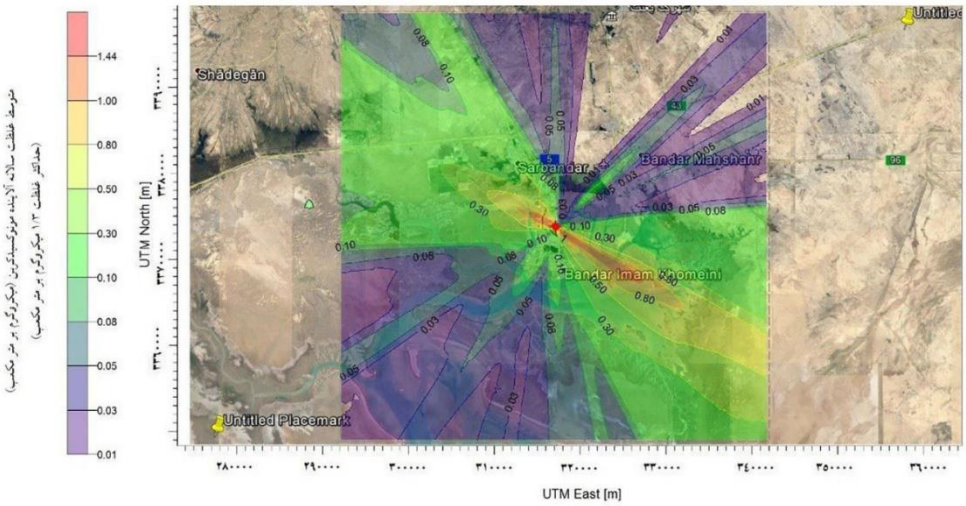
۹۰۰ متری دودکش واقع می‌شود. این محدوده اراضی نیز مجتمع پتروشیمی مارون را در برمی‌گیرد و مناطق مسکونی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. لازم به ذکر است که برای غلظت ۲۴ ساعته مونوکسیدکربن، سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران و همچنین آمریکا استانداردی را تعیین نکرده است.

مدل‌سازی پراکنش مونوکسیدکربن در بازه زمانی سالانه

متوسط غلظت سالانه آلاینده ۱/۳ میکروگرم بر مترمکعب بوده که در فاصله ۹۰۰ متری دودکش واقع می‌شود (شکل ۲). این محدوده اراضی مجتمع پتروشیمی مارون را شامل می‌شود و مناطق مسکونی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. برای غلظت سالانه مونوکسید کربن، سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران و آمریکا استانداردی را تعیین نکرده است.

جدول ۵: استاندارد هوای پاک ایران (سال ۱۳۹۰)

نوع آلاینده	میانگین زمانی	استاندارد هوای پاک	
		$g/m^3\mu$	ppm
مونوکسیدکربن (CO)	حداکثر ۸ ساعته	۱۰۰۰۰	۹
	حداکثر ۱ ساعته	۴۰۰۰۰	۳۵
دی اکسید نیتروژن (NO_2)	سالیانه	۴۰	۰/۰۲۱



شکل ۲: میانگین سالانه غلظت مونوکسید کربن

مدل‌سازی پراکنش دی اکسید نیتروژن (NO_2) با مدل AERMOD

نتایج مدل‌سازی نحوه پخش آلاینده اکسیدهای نیتروژن در جدول ۶ قابل‌مشاهده است. توضیحات و نقشه پراکنش سالانه آلاینده در ادامه ارائه‌شده است.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.18502/tkj.v14i4.12309]

جدول ۶: نتایج مدل‌سازی دی اکسید نیتروژن در محدوده مطالعاتی

زمان غلظت بیشینه	Y(m)	X(m)	Units	بیشینه غلظت	مرتبه	بازه زمانی
۱۳۹۲/۲/۱۸	۳۳۷۳۴۰۸/۶۹	۳۱۶۹۵۷/۸	ug/m^3	۱۰۰/۸۳	اولین بیشینه	یک‌ساعته
۱۳۹۲/۸/۲۸	۳۳۸۳۸۰۸/۶۹	۳۱۶۵۵۷/۸	ug/m^3	۱۸/۸۵	اولین بیشینه	۸ ساعته
۱۳۹۲/۸/۲۸	۳۳۸۳۸۰۸/۶۹	۳۱۶۵۵۷/۸	ug/m^3	۱۰/۷۲	اولین بیشینه	۲۴ ساعته
۱۳۹۱/۱۲/۲۷	۳۳۷۴۲۰۸/۶۹	۳۱۶۵۵۷/۸	ug/m^3	۸۴/۲۷	دومین بیشینه	یک‌ساعته
۱۳۹۱/۱۱/۱۰	۳۳۷۴۲۰۸/۶۹	۳۱۶۵۵۷/۸	ug/m^3	۱۶/۶۵	دومین بیشینه	۸ ساعته
۱۳۹۲/۹/۲۱	۳۳۷۴۲۰۸/۶۹	۳۱۶۱۵۷/۸	ug/m^3	۶/۷۶	دومین بیشینه	۲۴ ساعته

مدل‌سازی پراکنش دی اکسید نیتروژن در بازه زمانی ۱ ساعته

اولین بیشینه غلظت ۱ ساعته آلاینده ۱۰۰/۸ میکروگرم بر مترمکعب بوده که در فاصله ۳۴۰ متری دودکش واقع می‌شود. این محدوده اراضی مجتمع پتروشیمی مارون را شامل می‌شود و مناطق مسکونی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. برای غلظت ۱ ساعته دی اکسید نیتروژن، سازمان حفاظت محیط‌زیست استانداردی تعریف نکرده است اما طبق جدول ۷ سازمان محیط‌زیست آمریکا (EPA) استاندارد ۱ ساعته ۰/۰۵۳ پی پی‌ام را برای دی اکسید نیتروژن ارائه کرده است (معادل ۱۰۷ میکروگرم در مترمکعب). لذا غلظت آلاینده در محیط کمتر از استاندارد می‌باشد. دومین بیشینه غلظت ۱ ساعته آلاینده نیز ۸۴/۳ میکروگرم بر مترمکعب بوده که در فاصله ۵۴۰ متری دودکش واقع می‌شود و محدوده اراضی مجتمع پتروشیمی مارون را شامل می‌شود و بدین ترتیب مناطق مسکونی تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند.

جدول ۷: استاندارد هوای پاک سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا (EPA)

نوع آلاینده	میانگین زمانی	واحد	غلظت
مونوکسیدکربن (CO)	۸ ساعته	ppm	۹
	۱ ساعته		۳۵
دی‌اکسیدنیتروژن (NO_2)	۱ ساعته	ppb	۱۰۰
	سالیانه		۵۳

مدل‌سازی پراکنش دی اکسید نیتروژن در بازه زمانی ۸ ساعته

اولین و دومین بیشینه غلظت ۸ ساعته آلاینده به ترتیب ۱۸/۹ و ۱۶/۶ میکروگرم بر مترمکعب در فاصله ۵۷۰ و ۶۰۰ متری دودکش مشاهده می‌شود. این محدوده نیز اراضی مجتمع پتروشیمی مارون را شامل می‌شود و مناطق مسکونی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد.

مدل‌سازی پراکنش دی اکسید نیتروژن در بازه زمانی ۲۴ ساعته

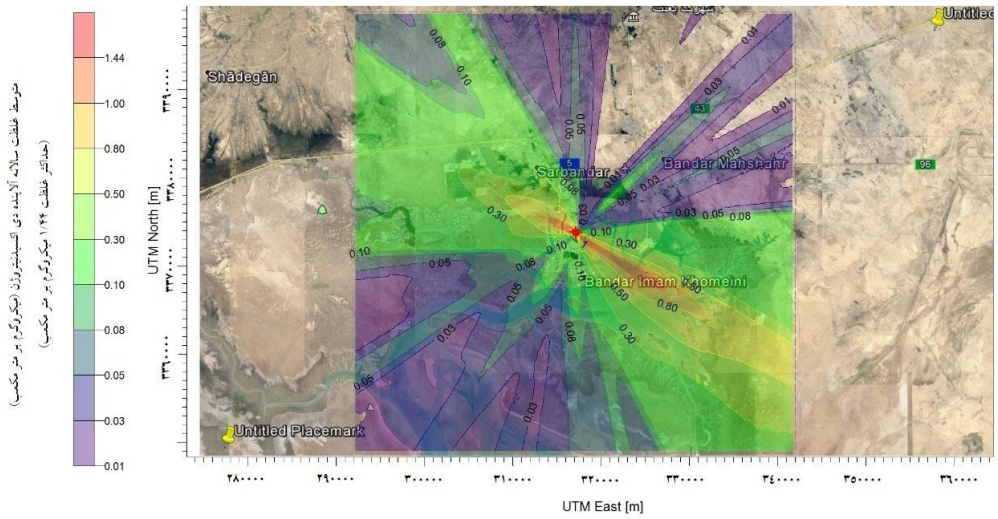
اولین و دومین بیشینه غلظت ۲۴ ساعته آلاینده به ترتیب ۱۰/۷ و ۶/۷ میکروگرم بر مترمکعب بوده که در فاصله ۴۷۰ و ۹۰۰متری دودکش واقع‌شده است. این محدوده اراضی مجتمع پتروشیمی مارون را شامل می‌شود و مناطق مسکونی تحت تأثیر غلظت آلاینده قرار نمی‌گیرند. برای غلظت ۲۴ ساعته اکسیدهای نیتروژن، توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران و آمریکا استانداردی تعیین نگردیده است.

مدل‌سازی پراکنش دی اکسید نیتروژن در بازه زمانی سالانه

متوسط غلظت سالانه آلاینده ۱/۴۴ میکروگرم بر مترمکعب بوده که در فاصله ۹۰۰ متری دودکش واقع می‌شود (شکل ۳). این محدوده اراضی مجتمع پتروشیمی مارون را شامل می‌شود و مناطق مسکونی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. ازآنجاکه استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور برای اکسیدهای نیتروژن ۴۰ میکروگرم در مترمکعب می‌باشد، لذا غلظت محاسبه‌شده کمتر از استاندارد سازمان می‌باشد.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.18502/tkj.v14i4.12309]



شکل ۳: میانگین سالانه غلظت دی اکسید نیتروژن

بحث

آلودگی هوا یک مشکل محیط‌زیستی جهانی است که بسیاری از شهرهای جهان را تحت تأثیر قرار داده است. آلودگی در مناطق صنعتی از منابع ساکن و متحرک وارد جوّ می‌شود و بر سلامت مردم و کاربری اراضی اطراف اثرگذار است (۲۹). الگوهای پوشش زمین و کاربری اراضی در طول زمان تغییرات زیادی پیدا می‌کنند و عوامل انسانی می‌تواند بیشترین نقش را در این زمینه داشته باشد (۳۰). از عوامل دیگری که بر کاربری‌های زمین تأثیر می‌گذارد، صنایع و کارخانه‌ها و همچنین افزایش جمعیت و مساحت اراضی مسکونی (به‌ویژه در مناطق صنعتی که به دلیل انتقال اشتغال، جاذب جمعیت هستند) است. امروزه قوانین و مقررات زیادی برای جلوگیری از آسیب و تخریب محیط‌زیست شهری و حفظ سلامت شهرنشینان تدوین و به کار گرفته می‌شود. ضوابط و مقررات زیست‌محیطی باهدف حفظ سلامت و بهداشت عمومی سبب پیش‌گیری از آلودگی محیط‌زیست و کنترل فعالیت‌های خدماتی و اقتصادی می‌شود (۳۱). اطلاع از غلظت آلاینده‌های هوا در مناطق اطراف واحدهای پتروشیمی و همچنین مقدار بیشینه غلظت‌ها، نقشی مؤثر در سازوکار تصمیم‌گیری برای مقابله با آلودگی هوا ایفا می‌کند. یکی از مشکلاتی که صنایع گوناگون در تعیین میزان آلاینده‌ها معمولاً با آن مواجه هستند، اندازه‌گیری میزان آلاینده‌ها در فواصل مکانی بسیار دور به علت شرایط توپوگرافی و عدم وجود تجهیزات است. به‌طورکلی، از مدل‌های ریاضی پخش آلودگی هوا می‌توان برای شرح و تفسیر داده‌های تجربی، بررسی کیفیت هوا در زمان حال یا گذشته، پایش انتشارات تصادفی و ارزیابی خطرات منطقه، شناسایی منابع آلاینده، بررسی میزان آلایندگی یک منبع مشخص و کمک به مدیریت منطقه استفاده کرد. در مورد قابلیت‌های مدل AERMOD می‌توان به این موارد اشاره کرد که این مدل در مقابل مدل‌هایی مانند screen 3 نتایج دقیق‌تری را ارائه می‌دهد زیرا از داده‌های هواشناسی و ارتفاعی دقیق‌تری استفاده می‌کند. همچنین قابلیت ارائه خروجی به‌صورت مدل سه بعدی را داراست. این یافته‌ها همچنین با نتایج BOADH و همکاران در سال ۲۰۲۱ که به‌منظور مدل‌سازی پراکنش آلودگی هوا به ارزیابی و مقایسه مدل AERMOD و ISCST-3 پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که AERMOD بهتر از ISCST-3 عمل کرده است و به‌طورکلی در مدل‌سازی پراکنش آلاینده‌های هوا عملکرد خوبی دارد، مطابقت دارد (۳۲). Eslamidoost و همکاران (۲۰۲۲) نیز در مطالعه خود به‌منظور مدل‌سازی پراکنش NO_2 پالایشگاه گازی در منطقه خاورمیانه به این نتیجه رسیدند که مدل AERMOD مدل مناسبی جهت مدل‌سازی پراکنش گازهای خروجی دودکش است (۳۳). Ma و همکاران در سال ۲۰۱۳ در مطالعه خود به این نتیجه دست یافتند که مدل AERMOD یک ابزار مناسب برای بررسی پراکنش و پیش‌بینی کیفیت هوا است (۱۸). Gibson و همکاران در سال ۲۰۱۳ نیز در مطالعه خود بیان کردند که

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-30]
[DOI: 10.18502/tkj.v14i4.12309]

مدل AERMOD می‌تواند به‌خوبی برای بررسی و مطالعه اثرات سطحی آلاینده‌های NO_X و SO_2 حاصل از منابع آلاینده در دوره‌های زمانی متوسط ساعتی، ماهانه و سالانه مورداستفاده قرار گیرد. شبیه‌سازی غلظت آلاینده‌ها در متوسط‌های زمانی مختلف نشان داد که بیشینه غلظت‌های در نزدیکی منبع انتشار اتفاق افتاده است. همچنین غلظت‌های بالاتر به سمت جنوب منابع انتشار گرایش نشان دادند (۲۶). عتابی و همکاران در سال ۱۳۹۳، نیز در پژوهش خود به این نتیجه دست یافتند (۲۷).

مقایسه بیشینه غلظت‌های شبیه‌سازی‌شده توسط مدل با استانداردهای هوای پاک ایران و EPA نشان داد که غلظت‌های شبیه‌سازی‌شده توسط مدل AERMOD بسیار پایین‌تر از حد مجاز استانداردها است. Yang و همکاران در سال ۲۰۲۱ در مطالعه‌ای تحت عنوان مدل‌سازی غلظت آلاینده هوا در نزدیکی کارخانه سیمان با استفاده از AERMOD به این نتیجه دست یافتند که بیشترین غلظت آلاینده‌ها در فاصله ۴۰۰ تا ۸۰۰ متری از کارخانه سیمان متمرکز می‌شود. درنهایت، نتایج تائید شده نشان داد که تطابق خوبی بین غلظت‌های شبیه‌سازی‌شده و مشاهده‌شده در این مطالعه وجود دارد (۳۴). خبری و همکاران در سال ۱۳۹۲ از مدل AERMOD به‌منظور مدل‌سازی آلودگی هوا استفاده کردند و تأثیر مدل رقومی ارتفاعی در مدل‌سازی پراکندگی ذرات خروجی شرکت فولاد آلیاژی ایران را موردبررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که میانگین غلظت آلاینده در حالت اعمال توپوگرافی بیشتر از حالت عدم اعمال آن است (۳۵). اشرفی و همکاران در سال ۱۳۹۱ طی مطالعه‌ای به بررسی آنالیز حساسیت مدل AERMOD در برآورد انتشار آلودگی هوای ناشی از صنایع پرداختند و به این نتیجه رسیدند که هرچه ارتفاع گیرنده‌های تعیین‌شده توسط پیش پردازشگر AERMAP بیشتر از ارتفاع سطح زیر دودکش باشد، آن منطقه یک منطقه مرتفع خواهد بود که به دلیل همین ارتفاع بالا، جریان باد به‌خوبی نمی‌تواند توده آلاینده را پراکنده کند. پس گیرنده‌ها غلظت زیادی دریافت می‌کنند، اما اگر ارتفاع گیرنده‌ها پایین‌تر از ارتفاع سطح زیر دودکش باشد، بایک منطقه مسطح روبرو هستیم که باد به‌خوبی در آن جریان دارد و آلاینده‌ها را پراکنده می‌کند و میزان غلظت در آن کم است (۲۲). پیشنهاد می‌شود با توجه به اهمیت اثر آلاینده‌های هوا بر محیط و سلامت انسان‌ها و موجودات، مطالعات اثر تجمعی و تعیین میزان بار آلودگی در محدوده‌های پراکنش آلاینده‌های گوناگون در مطالعات بعدی انجام گیرد.

نتیجه‌گیری

پایش کیفیت هوا و بررسی میزان استاندارد آلودگی هوا در اطراف یک منطقه صنعتی می‌تواند امری مفید برای کنترل و ایجاد محدودیت‌هایی برای منابع آلاینده باشد و ازآنجایی‌که اندازه‌گیری مستقیم غلظت آلاینده‌ها در هر نقطه/زمان امکان‌پذیر نمی‌باشد بنابراین استفاده از مدل‌های پخش آلودگی هوا می‌تواند بهترین راه برای بررسی میزان غلظت آلاینده‌ها باشد. تاکنون مدل‌های زیادی برای مطالعات مدل‌سازی آلاینده‌های هوا معرفی‌شده است و یک مدل‌ساز آلودگی هوا نیاز است تا با تعدادی از این مدل‌ها آشنا باشد و نقاط ضعف و قدرت آن‌ها را به‌خوبی درک کرده باشد. برخی از مطالعات مقایسه‌ای بین این مدل و سایر مدل‌ها، AERMOD را به‌عنوان مدل برتر برای مدل‌سازی آلودگی هوا معرفی کرده‌اند. در این پژوهش، مدل AERMOD که توسط آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا ارائه‌شده و توسط سازمان‌ها و ارگان‌های مختلف زیست‌محیطی جهت استفاده در مدل‌سازی پخش آلاینده‌های هوا کاربرد دارد. AERMOD یک مدل پیشرفته برای مدل‌سازی نحوه انتشار آلاینده‌های مونوکسید کربن و دی اکسید نیتروژن ناشی از دودکش‌های مجتمع پتروشیمی مارون مورداستفاده قرار گرفت. بدین منظور جهت انتخاب محدوده مطالعاتی، محدوده ۵۰*۵۰ کیلومتری انتخاب شد. زیرا طبق مطالعات صورت پذیرفته، مدل AERMOD حداکثر توانایی مدل‌سازی در دامنه ۵۰ در۵۰ کیلومتری را دارا می‌باشد. لذا مدل‌سازی در محدوده‌ای به وسعت ۲۵۰۰ کیلومترمربع به نحوی انجام گرفت که پتروشیمی مارون در مرکز این اراضی قرار دارد. AERMOD نیازمند داده‌های دقیق هواشناسی و ارتفاعی می‌باشد و بر طبق داده‌های هواشناسی مورداستفاده و گلباد، باد غالب در منطقه از شمال غربی به سمت جنوب شرقی می‌باشد و انتظار می‌رود که جهت کلی انتشار آلاینده‌ها در بازه زمانی سالانه در این جهت باشد. نرم‌افزار AERMOD از این قابلیت برخوردار است که خروجی‌ها را به‌صورت نقشه ارائه نماید که برای بررسی کاربری اراضی مناطق تحت تأثیر و ارائه نتایج به‌صورت قابل‌فهم بسیار بااهمیت می‌باشد و نیز قابلیت ارائه خروجی به‌صورت مدل سه بعدی را داراست. در بررسی

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.18502/tkj.v14i4.12309]

فاکتورهای تأثیرگذار بر غلظت آلاینده‌ها در محیط باید به این نکته توجه داشت که محدوده موردمطالعه، عمدتاً دشتی و فاقد هرگونه پستی و بلندی قابل‌توجه می‌باشد. لذا غلظت آلاینده و همچنین نحوه پراکنش آلودگی در محیط تنها تحت تأثیر مشخصات فیزیکی منابع انتشار و وضعیت هواشناسی منطقه می‌باشد. مزایای مدل AERMOD بدین ترتیب می‌باشد که این مدل، توانایی مدل‌سازی تجمعی چندین منبع انتشار را به‌صورت هم‌زمان داراست و می‌توان آن را برای میانگین‌های مختلف زمانی از قبیل ۱، ۳، ۸، ۱۲، ۲۴، ماهانه و سالانه اجرا نمود. در این مطالعه از مزایای مدل در پیش‌بینی پراکنش آلاینده‌ها استفاده شد و این نتیجه حاصل شد که آلاینده‌های خروجی این واحد صنعتی مناطق مسکونی و مردم ساکن در مناطق اطراف را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد اما به‌روز کردن تجهیزات کنترل آلودگی و پایش دوره‌ای آن‌ها تا حد زیادی می‌تواند در حفظ مقدار آلاینده‌ها در حد استاندارد مؤثر باشد.

References

1. Angas MJ, Jozi SA, Hejazi R, Rezaian S. ***The Survey of CO Distribution from the Oil Refinery Stacks Using AERMOD Dispersion Model.*** International Journal of Occupational Hygiene. 2021;13(1):38-48.
2. Al-Fadhli F, Alhajeri N, Aly A, Alsulaili A. ***Modeling the impact of reducing sulfur content of liquid fuels consumed by power plants on the air quality of Kuwait using AERMOD.*** Journal of Engineering Research. 2022;10(4A):44-58.
3. Leilan F, Revina T, Hutajulu DS. ***Emission Dispersion Modelling using AERMOD on GT 1.3 PLTGU Muara Karang in Evaluate Combustor Upgrade Effect.*** IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2021;1096(1): 1-2.
4. Mostafavi SA, Safikhani H, Salehfard S. ***Air pollution distribution in Arak city considering the effects of neighboring pollutant industries and urban traffics.*** International Journal of Energy and Environmental Engineering. 2021;12(2):307-33.
5. Khan T, Lawrence AJ. ***Health Risk Assessment Associated with Air Pollution Through Technological Interventions: A Futuristic Approach***. Integrating IoT and AI for Indoor Air Quality Assessment. 2022; 149-167.
6. Psiloglou BE, Larissi IK, Petrakis M, Paliatsos AG, Antoniou A, Viras LG. ***Case studies on summertime measurements of O3, NO2, and SO2 with a DOAS system in an urban semi-industrial region in Athens, Greece.*** Journal of Environ Monit Assess. 2013. 185(9): 7763– 7774.
7. keykhosravi SS, Nejadkoorki F, Amintoosi M. ***Modeling NOx, CO, SO2 and PM emissions from Sabzevar cement plant using SCREEN3 software.*** Occupational Medicine Quarterly Journal. 2021;13(3):24-37. [Persian]
8. Salva J, Vanek M, Schwarz M, Gajtanska M, Tonhauzer P, Ďuricová A. ***An Assessment of the On-Road Mobile Sources Contribution to Particulate Matter Air Pollution by AERMOD Dispersion Model.*** Sustainability. 2021;13(22): 2-3.
9. Mehta S. ***Air pollution and health in rapidly developing countries.*** Bulletin of the World Health Organization, 81 (10): 771-772.
10. Daly A, Zannetti P. ***An introduction to air pollution–definitions, classifications, and history.*** Ambient air pollution. P. Zannetti, D. Al-Ajmi and S. Al-Rashied, The Arab School for Science and Technology and The EnviroComp Institute. 2007:1-4.
11. Yang Z, Gao X, Hu W. ***Modeling the air pollutant concentration near a cement plant co-processing wastes***. RSC advances. 2021;11(17):10353-63.
12. Sokolowski JA, Banks CM. ***Modeling and Simulation Fundamentals: Theoretical Underpinnings and Practical Domains.*** New Jersey: John Wiley & Sons. 2010: 456.
13. Ghorbani M. ***Investigating and identifying environmental pollutants of petrochemical industries and providing appropriate solutions.*** The first international conference on Iran's natural hazards and environmental crises, solutions and challenges. 2015; 7-8. [Persian]
14. De Visscher A. ***Air dispersion modeling: foundations and applications.*** John Wiley & Sons; 2013; 15-17.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.18502/tkj.v14i4.12309]

15. Tiwary A, Colls J. ***Air pollution: measurement, modeling, and mitigation.*** London; New York: Spon Press. 2010; 501-503.
16. Fattore E, Paiano V, Borgini A, Tittarelli A, Bertoldi M, Crosignani P, Fanelli R. ***Human health risk in relation to air quality in two municipalities in an industrialized area of Northern Italy.*** Environmental research. 2011;111(8):1321-7.
17. Crowl DA, Louvar JF. ***Chemical process safety: fundamentals with applications.*** Pearson Education; 2001; 120-123.
18. Ma J, Yi H, Tang X, Zhang Y, Xiang Y, Pu L. ***Application of AERMOD on near future air quality simulation under the latest national emission control policy of China: A case study on an industrial city.*** Journal of Environmental Sciences. 2013;25(8):1608-17.
19. Kalhor M, Bajoghli M. ***Comparison of AERMOD, ADMS and ISC3 for incomplete upper air meteorological data (case study: Steel plant).*** Atmospheric pollution research. 2017;8(6):1203-8.
20. Abbasi Chaleshtori L, Nejadkoorki F, Ashrafi Kh. ***Performance of AERMOD Under Different Building Forms and Dimensions.*** Environmental Sciences. 2015;13(1):15-24. [Persian]
21. Momeni I, Danehkar A, Karimi S, Khorasani NA. ***Dispersion modelling of SO2 pollution Emitted from Ramin Ahwaz power plant using AERMOD model.*** Human & Environment. 2011;9(3):3-8. [Persian]
22. Ashrafi K, Kalhor M, Shafie-Pour M, Esfahanian V. ***Numerical simulation of aerodynamic suspension of particles during wind erosion.*** Environmental Earth Sciences. 2015;74(2):1569-1578.
23. Wang LK, Pereira NC, Hung YT, editors. ***Advanced air and noise pollution control.*** Totowa, NJ: Humana Press; 2005; 237-240.
24. Ramavandi B, Ahmadi Moghaddam M, Shahheidar N, Bighami M. ***Estimation of volatile organic compounds emissions from the fuel storage tanks using TANKS model and its distribution modeling by AERMOD model.*** Journal of Sabzevar University of Medical Sciences. 2016;23(2):253-261. [Persian]
25. EPA. ***AERSURFACE User's Guide.*** In: U. S. Environmental Protection Agency. 2013.
26. Gibson M D, Kundu S, Satish M. ***Dispersion model evaluation of PM, NO and SO from point and major line sources in Nova Scotia, Canada using AERMOD Gaussian plume air dispersion model.*** Atmospheric Pollution Research. 2013:4(2): 157-167.
27. Atabi F, Jafarigol F, Momeni M, Salimian M, Bahmannia GH. ***Dispersion Modeling of CO with AERMOD in South Pars fourth Gas Refinery.*** Journal of Environmental Health Engineering. 2014;1(4): 281-292. [Persian]
28. Thé JL, Thé CL, Johnson, MA. ***AERMOD View User Guide.*** In. Ontario: Lakes Environmental. 2015.
29. Ashrafi Kh, Hajizad N, Rahmani I, Moghadam M. ***Measurement and analysis of air pollutants in Emam Khomeini Port (Ra).*** The 10th International Conference on Coasts, Ports and Marine Structures. 2019; 15-18. [Persian]
30. Rasouli A. ***Fundamentals of applied remote sensing with emphasis on satellite image processing.*** Publications of Tabriz University. 2008; 983-984.[Persian]
31. McGartland A, Revesz R, Axelrad D A, Dockins C, Sutton P, Woodruff T J. ***Estimating the health benefits of environmental regulations.*** *Science*. 2017; 357(6350): 457-8.
32. Boadh R, Anv S, Tvbps Rk. ***Evaluation and Comparison of Air Pollution Dispersion Models AERMOD during Pre-Monsoon***. Journal of Industrial Pollution Control. 2021; 37(4):674-685.
33. Eslamidoost Z, Arabzadeh M, Oskoie V, Dehghani S, Samaei MR, Hashemi H, Baghapour MA. ***Dispersion of NO2 pollutant in a gas refinery with AERMOD model: A case study in the Middle East***. JAPH. 2022;7(3):309-322.
34. Yang Z, Gao X, Hu W. ***Modeling the air pollutant concentration near a cement plant co-processing wastes***. RSC advances. 2021;11(17): 10353-10363.
35. Khebri Z, Mousavian Nadoushan NA, Nezhadkurki F, Mansouri N. ***Effect of digital elevation model in air pollution modeling using AERMOD.*** Journal of RS and GIS for natural Resources. 2013; 4(4):25-33. [Persian]

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.18502/tkj.v14i4.12309]

Modeling the Dispersion of Gaseous Pollutants CO and NO2 from Fixed Sources (Stacks) Using AERMOD model (Maroon petrochemical company)

Izadrezaei A[1], Ahmadi Nadoushan M[2*], Lotfi P[2]

[1] Department of Environmental Sciences, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
[2] Department of Environmental Sciences, Waste and Wastewater Research Center, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

Abstract

Introduction: AERMOD model is a Gaussian model, which is widely used to model the emission of air pollutants from different sources and for distances less than 50 km from emission sources. Nowadays, petrochemical industries are one of the essential and cost-effective industries for the country. So, along with the progress of these industries, air pollution control should be considered. The purpose of this study is to model the dispersion of two pollutants, carbon monoxide, and nitrogen oxides, emitted from Maroon petrochemical stacks.

Materials and Methods: In this study, the emission of carbon monoxide and nitrogen oxides from the stacks of the Maroon Petrochemical Complex was modeled using the AERMOD model in 2019. For modeling the dispersion of pollutants using AERMOD, which is the model proposed by the EPA for comprehensive studies of air pollution, the three-hour data from Bandar Mahshahr synoptic station as well as a digital elevation model with 30 m pixel size were gathered and then modeling was done in an area of 2500 square kilometers.

Results: The results indicated that the average annual concentration of nitrogen dioxide and carbon monoxide pollutants was 1.44 and 1.3 mg/m3, respectively, at a distance of 900 meters from the stacks. This land area includes Maroon Petrochemical Complex and does not affect residential areas.

Conclusion: The results of this study also indicated that the AERMOD model is suitable for comprehensive studies, with a focus on pollution concentration. The results of this study showed that the concentration of carbon monoxide and nitrogen dioxide pollutants is lower than the standards assigned by the Iranian Department of Environment. Maintenance programs, employee health monitoring, output control, and appropriate controls under EPA recommendations have a significant impact on controlling and reducing pollutant emissions. The result of this study also showed that the AERMOD model is highly efficient in comprehensive air pollution studies that require a detailed investigation of pollutant concentration.

Keywords: Air Pollution, Modeling, AERMOD, Petrochemical Industries

This paper should be cited as:
Izadrezaei A, Ahmadi Nadoushan M, Lotfi . ***Modeling the Dispersion of Gaseous Pollutants CO and NO_2 from Fixed Sources (Stacks) Using AERMOD model (Maroon petrochemical company).*** Occupational Medicine Quarterly Journal. 2023; 14(4): 1-13.

***Corresponding Author**
Emai: m.ahmadi@khusif.ac.ir
Tel: +98 9131697106
Received: 2022.08.06 ***Accepted: 2023.02.27***

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-30]

[DOI: 10.18502/tkj.v14i4.12309]