مقاله پژوهشی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۱۹، دی ۱۳۹۹، ۱۰۸۸-۱۰۷۱

ارزیابی میزان اثرپذیری محوطه‌های بیمارستانی از آلاینده‌های گازی دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن ناشی از پالایشگاه نفت آبادان با استفاده از مدل CALPUFF در سال ۱۳۹۷: یک مطالعه توصیفی

مهنوش روان[۱]، حسین مددی[۲]، غلامرضا سبزقبایی[۳]

دریافت مقاله:۹۹/۰۶/۰٤ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح:۹۹/۰۶/۲٤ دریافت اصلاحیه از نویسنده:۹۹/۱۰/۰۲ پذیرش مقاله: ۹۹/۱۰/۰۶

چکیده

زمینه و هدف: بیمارستان‌ها به عنوان مهم‌ترین مراکز حساس جمعیتی در هر شهر باید در مناطقی با کیفیت هوای مناسب قرار داشته باشند. این مطالعه با هدف تعیین میزان اثرپذیری کیفیت هوا با استفاده از مدل CALPUFF (California Puff) در محوطه‌های بیمارستان‌های شهر آبادان از پالایشگاه نفت انجام شده است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه توصیفی بر روی نحوه پراکنش دو گاز دی اکسید گوگرد (SO_2; sulfur dioxide) و دی اکسید نیتروژن (NO_2; nitrogen dioxide) ناشی از واحد کاتالیستی پالایشگاه نفت آبادان برای ۱۲ ماه سال ۱۳۹۷ انجام شد. داده‌هایی که برای اجرای مدل CALPUFF در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت، شامل داده‌های هواشناسی سطحی و جو بالا، نقشه کاربری اراضی و مشخصات فیزیکی دودکش‌ها و غلظت آلاینده‌های خروجی از آن‌ها بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیش‌ترین پراکنش غلظت دی اکسید گوگرد بر اساس استاندارد یک ساعته در دی ماه بوده است، و غلظت این گاز برای تمام ماه‌های سال بالاتر از حد مجاز بوده است. بیشینه پراکنش غلظت دی‌اکسید نیتروژن یک ساعته در دی ماه بالاتر از حد استاندارد ارزیابی شد. میزان SO_2 و NO_2 یک ساعته در فاصله کم‌تر از ۱۵۰۰ متری دودکش‌ها، بالاتر از حد مجاز بود. غلظت آلاینده‌های گازی در فضای آزاد تمامی محوطه‌های بیمارستانی پایین‌تر از حد استاندارد بود.

نتیجه‌گیری: وسعت زیاد محدوده پالایشگاهی و محدود بودن گستره انتشار آلاینده‌ها به صورت متوسط ماهانه، می‌توانند از عوامل مؤثر در پایین بودن غلظت آلاینده‌ها در محدوده‌های بیمارستانی باشند. استفاده از مدل‌های پیشرفته در زمینه آلودگی هوا می‌تواند در افزایش سطح آگاهی و کاهش آسیب‌پذیری مراکز درمانی سودمند باشد.

واژه‌های کلیدی: بیمارستان، پالایشگاه نفت، SO_2، NO_2، آلودگی هوای آزاد، آبادان

۱- کارشناسی ارشد محیط زیست، گروه محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیا بهبهان، خوزستان، ایران

۲- (نویسنده مسئول) استادیار گروه آموزشی محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیا بهبهان، بهبهان، خوزستان، ایران

تلفن: ۰۶۱-۵۲۷۲۱۲۳۰، دورنگار: ۰۶۱-۵۲۷۲۱۱۹۱، پست الکترونیکی: hosein.madadi@gmail.com

۳- استادیار گروه آموزشی محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیا بهبهان، بهبهان، خوزستان، ایران

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]

مقدمه

آلودگی هوا امروزه از مهم‌ترین مشکلات بهداشتی و محیط زیستی در محیط‌های شهری می‌باشد. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی سالیانه ۵۰۰ هزار نفر بر اثر آلودگی هوا در اتحادیه اروپا [۱] و در حدود ۴/۲ میلیون نفر در جهان دچار مرگ زودرس می‌شوند [۲]. بیمارستان‌ها به دلیل تمرکز بالای افراد آسیب‌پذیر جامعه که به علل مختلف جهت درمان در چنین مراکزی حضور دارند جزء محدوده-های شهری حساس از نظر آلودگی هوا محسوب می‌شوند. بررسی آلودگی هوا در چنین مراکزی را می‌توان به دو شکل آلودگی هوای محیط داخل بیمارستان و محیط خارج بیمارستان در نظر گرفت. فعالیت‌های مرتبط با احتراق سوخت‌های فسیلی به منظور گرمایش یا تهیه غذای بیماران و پرسنل بیمارستانی، تجهیزات اداری (مانند دستگاه فاکس، فتوکپی و پرینتر)، استفاده از محصولات اسپری کننده، مواد ضدعفونی کننده و شوینده جزء منابع انتشار آلاینده‌های هوا در محیط‌های داخلی بیمارستان می‌باشند [۳].

تاکنون مطالعات متعددی در زمینه آلودگی هوای داخل بیمارستان نظیر بررسی اثر آلودگی میکروبی هوا در عفونت های بیمارستانی [۴] و تعیین آلوده‌ترین بخش‌های داخلی بیمارستان [۵] انجام شده است. منابع آلاینده محیط خارج بیمارستان می‌توانند در افزایش آلودگی هوای محیط داخلی بیمارستان‌ها نیز نقش قابل توجهی داشته باشند [۶]. برای مثال Chamseddine و همکاران [۷] در مطالعه خود در سه بیمارستان بیروت نشان دادند که بین غلظت ذرات معلق در محوطه بیرونی و داخلی بیمارستان‌ها همبستگی بالایی وجود دارد. هم‌چنین در پژوهش مشابهی Ayodele و همکاران [۸] با بررسی کیفیت هوای محوطه بیمارستانی در نیجریه غلظت بالای گازهای مونوکسید نیتروژن (nitrogen monoxide; NO) و دی اکسید نیتروژن (nitrogen dioxide; NO_2)، در محوطه بیمارستانی را ناشی از ژنراتور دیزلی تولید برق موجود در نزدیکی بیمارستان دانستند.

از مهم‌ترین آلاینده‌های گازی شکل در محیط خارج بیمارستان می‌توان به گازهای دی اکسید گوگرد (sulfur dioxide; SO_2) و NO_2 با منشاء سوخت‌های فسیلی اشاره کرد [۹]. در ایران دو بخش صنعت و حمل و نقل بیش از سایر عوامل در آلودگی هوا و انتشار این دو گاز نقش دارند [۱۰]. صنایع به عنوان منابع ثابت آلاینده هوا می‌توانند اثر مستمری بر شرایط کیفیت هوای پیرامون خود داشته باشند. بدیهی است که قرار گرفتن طولانی مدت در معرض آلاینده-های هوا باعث تضعیف و یا وخیم‌تر شدن وضعیت سلامت در بین کارکنان و بیماران بیمارستان خواهد شد [۱۱].

مدل‌سازی پراکنش آلاینده‌های هوا در شناسایی نقاط حساس و آسیب پذیر و انجام اقدامات کنترلی مناسب جهت کاهش تاثیر آنها موثر است [۱۲]. از آن‌جایی که نمی‌توان غلظت آلاینده‌ها را در هر مکان و زمان اندازه‌گیری کرد، به کارگیری مدل‌های پخش آلودگی، بهترین و سریع‌ترین روش برای بررسی غلظت آلاینده های هوا است. تاکنون مطالعات کمی و کیفی متعددی در خصوص مدل‌سازی انتشار (Dispersion Modeling) آلاینده‌های گازی از منابع مختلف انجام شده است [۱۷-۱۳]. صنایع مورد بررسی در این مطالعات در خارج از محدوده‌های شهری بوده، در نتیجه اثر

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]

منفی آلایندگی چنین صنایعی بر بهداشت و سلامت عمومی می‌تواند به صورت مقطعی و تحت تأثیر عوامل مختلف به ویژه شرایط هواشناسی قرارداشته باشد. این در حالی است که اسقرار صنایع در داخل محدوده‌های شهری می‌تواند اثراتی به مرتب شدیدتر را بر اکوسیستم شهری وارد سازد [۶].

پالایشگاه نفت آبادان به عنوان یکی از صنایع مهم که تقریباً به عنوان تنها صنعت بزرگ در محدوده شهری در مرکز شهر آبادان قرار دارد نیز از این قاعده مستثنی نخواهد بود. این مطالعه با هدف تعیین گستره مکانی و زمانی پراکنش آلاینده‌های گازی SO_2 و NO_2 ناشی از پالایشگاه نفت آبادان در محدوده بیمارستان‌های این شهر انجام شد. برای این منظور میزان خطر پذیری بیمارستان‌ها به‌عنوان مراکز جمعیتی حساس شهر آبادان با استفاده از مدل‌سازی پراکنش آلاینده‌های گازی بررسی و مورد مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه توصیفی در پالایشگاه نفت شهر آبادان در سال ۱۳۹۷ انجام شده است. شهر آبادان یکی از مهم‌ترین شهر-های استان خوزستان در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه، و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۰ دقیقه جنوب غربی این استان واقع شده است. متوسط ارتفاع آن ۳ متر از سطح دریا و مساحت آن ۲۷۹۶ کیلومتر مربع بوده که براساس آخرین سرشماری جمعیت در سال ۱۳۹۵ جمعیتی بالغ بر ۲۵۰۵۵۵ نفر را در خود جای داده است [۱۸]. مجتمع پالایشگاه نفت آبادان در مرکز شهر قرار داشته و ظرفیت تولیدی آن در حدود ۴۰۰ هزار بشکه در روز است که علاوه بر تولید بنزین، نفت سفید، گاز مایع، گازوئیل و نفت کوره، بخشی از خوراک پتروشیمی آبادان و پتروشیمی بندر امام را نیز تأمین می‌کند. شهر آبادان با توجه به موقعیت جغرافیایی و وجود بندرگاه و امکان کشتیرانی و هم-چنین قرار گرفتن در کنار مناطق نفت خیز، در سال ۱۲۹۱ هجری شمسی با بهره برداری اولین واحد تصفیه نفت در ایران راه‌اندازی شد. از جمله فرآورده‌های تولیدی در این پالایشگاه می‌توان به تولید انواع حلال‌ها، بنزین سفید و معمولی، نفت کوره و سوخت جت و ماده اولیه برای کارخانه-های روغن سازی اشاره کرد. واحد تبدیل کاتالیستی در پالایشگاه آبادان، به عنوان واحد مورد نظر در این پژوهش، با ظرفیت ۲۴۰۰۰ بشکه در روز محصولاتی چون بنزین سوپر، گاز سبک (که خوراک پتروشیمی آبادان است) و گاز مایع تولید می‌شود [۱۹].

مدل CALPUFF (California Puff) یک مدل چند لایه-ای طراحی شده برای شرایط ناپایدار جوی است که به عنوان یک مدل انتقال و پراکندگی نحوه انتشار آلاینده‌های گازی برای ارزیابی اثرات بهداشتی، زیست محیطی و تحلیل ریسک به کار می‌رود [۱۲]. با استفاده از این مدل می‌توان اثر شرایط متغیر آب و هوایی (از نظر زمانی و مکانی) را بر روی نحوه انتشار و یا تبدیل و حذف آلاینده‌ها از منبع تولید آن را بررسی کرد. این مدل قادر به شبیه سازی انتشار آلاینده‌های گازی از انواع منابع نقطه‌ای، خطی، سطحی و حجمی می باشد. مدل CALPUFF توسط (Environmental Protection Agency) EPA به عنوان مدل مناسب برای مدل‌سازی جریان‌های غیر یکنواخت و شبیه سازی متغیرهای زمانی و مکانی در انتقال آلودگی مورد توجه قرار

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]

گرفته است [۲۰]. به همین دلیل با توجه به موقعیت شهر آبادان که در یک منطقه ساحلی با جریان‌های متغیر ساحل به دریا و بالعکس قرار دارد این مدل برای پژوهش حاضر انتخاب شد. مدل CALPUFF از دو بخش مهم تشکیل شده است. اولین بخش مدل، ماژول (California Meteorology) CALMET است که یک مدل هواشناسی تشخیصی سه بعدی است. این ماژول با استفاده از داده‌های توپوگرافیکی، کاربری اراضی و داده‌های هواشناسی یک مدل سه بعدی تولید می‌کند. این پردازش منجر به بهبود شبیه‌سازی داده-های هواشناسی مورد استفاده در مدل‌سازی پراکنش آلاینده‌های هوا می‌شود که این موضوع در مناطق ساحلی از اهمیت زیادی برخوردار است. دومین بخش مدل ماژول CALPUFF، مدل پخش کیفی هوا است که ویژگی‌های مربوط به منابع آلاینده هوا و نوع گاز را برای شبیه سازی پراکنش دریافت می‌کند. سیستم مدل‌سازی CALPUFF/CALMET در تحلیل شرایط کیفیت هوا در مقیاس‌های مختلف منطقه‌ای تا محلی به کار می‌رود [۲۴-۲۱]. مشخص کردن غلظت آلاینده در موقعیت مکانی یک گیرنده، بر اساس رابطه ۱ به‌عنوان معادله اصلی در CALPUFF قابل انجام است.

(۱)

$$C = \frac{Q}{2\pi\,\sigma x\,\sigma y}\, g \exp\left[-da^2 / (2\,\sigma x^2)\right] \exp\left[-d_c^2 / (2\,\sigma y^2)\right]$$

$$g = \frac{2}{(2\pi)^{\frac{1}{2}}\sigma x} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \exp\left[-(H_e + 2nh)^2 / (2\,\sigma_{z^2})\right]$$

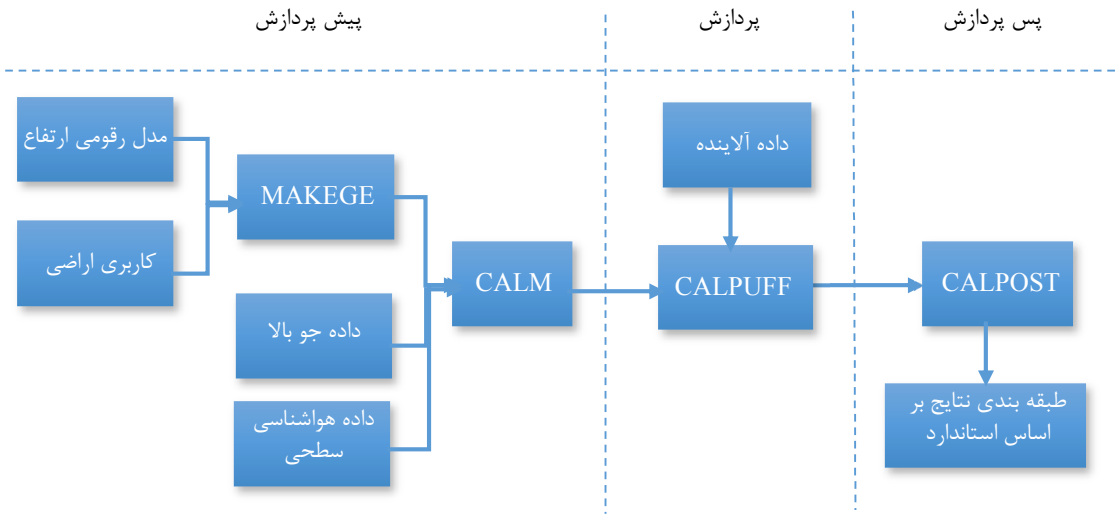
در این معادله C = غلظت آلاینده بر اساس g/m^3، Q = جرم آلاینده در توده برحسب g، σ_x = انحراف معیار استاندارد توزیع گوس در جهت باد برحسب متر، σ_y = انحراف معیار استاندارد توزیع گوس بر خلاف جریان باد برحسب متر، σ_z = انحراف معیار استاندارد توزیع گوس در جهت عمودی برحسب متر، da = فاصله مرکز توده از گیرنده در جهت باد، dc = فاصله مرکز توده از گیرنده در خلاف جهت باد، g = جمله عمودی معادله گوسی برحسب معکوس متر، H = ارتفاع مؤثر مرکز توده از سطح زمین برحسب m و h = ارتفاع لایه ترکیبی می‌باشد [۱۲].

استفاده ترکیبی از پارامترهای مربوط به هر ساعت با ساعت‌های بعد از آن یکی از قابلیت‌های مدل CALPUFF است. مثلاً تأثیر جهت باد در تغییر غلظت و پراکنش آلاینده را مدل می‌کند و سپس در ساعت بعدی علاوه بر در نظر گرفتن جهت باد در ساعت جدید، ساعت قبل را هم در نظر می‌گیرد. این نکته در دیگر مدل‌های گوسی اتفاق نمی‌افتد به همین دلیل مدل‌های گوسی به میزان ۵۰ درصد دارای عدم قطعیت بیش‌تری هستند. مهم‌ترین مزیت این مدل در مقایسه با دیگر مدل‌های شبیه‌سازی پراکنش آلاینده‌های جوی مانند SCREEN3 استفاده هم‌زمان متغیرهای مکانی و زمانی داده‌های هواشناسی در فرآیند مدل‌سازی می‌باشد [۲۵]. از این رو با توجه به این‌که در موقعیت‌های مکانی و زمانی مختلف شرایط آب و هوایی نیز متغیر می‌باشد، این مدل می‌تواند کارآیی مناسبی در تعیین غلظت آلاینده‌ها داشته باشد.

داده‌هایی که برای اجرای مدل CALPUFF در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است شامل: ۱) اطلاعات کاربری زمین، ۲) اطلاعات ارتفاعی، ۳) اطلاعات هواشناسی جو بالا، ۴) داده‌های هواشناسی سطح زمین شامل دمای هوا،

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]

رطوبت نسبی، پوشش ابری، سرعت باد، جهت باد، فشار هوا و میزان بارش و ۵) نرخ انتشار آلاینده ها می‌باشد. این داده-ها بر مبنای اطلاعات ثبتی در ایستگاه هواشناسی سینوپتیک آبادان در سال ۱۳۹۷ و در بازه های زمانی سه ساعته مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس اهداف در نظر گرفته شده در این پژوهش، گازهای دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن منتشر شده از دودکش‌های موجود در واحد تبدیل کاتالیستی پالایشگاه نفت آبادان مورد بررسی قرار گرفتند. گازهای SO_2 و NO_2 خروجی از دودکش‌ها به صورت ماهانه با استفاده از دستگاه با مدل Testo 350-M/XL ساخت شرکت آمریکاییTesto، در ارتفاع یک متری از محل خروج دود از دودکش‌ها برداشت شده است. نتایج حاصل بر اساس استاندار کیفیت هوای آزاد سازمان حفاظت محیط زیست مورد ارزیابی قرار گرفت. دو آلاینده گازی مورد نظر به صورت شاخص استاندارد SO_2 (۱ساعته)، SO_2 (۲۴ ساعته) و NO_2 (۱ ساعته) در این مطالعه استفاده شده است. این سه شاخص بر اساس استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست به ترتیب دارای آستانه غلظت ۱۹۶، ۳۹۵ و ۲۰۰ میکروگرم بر متر مکعب می‌باشند [۲۶].



شکل ۱- فلوچارت مراحل اجرای مدل CALPUFF/CALMET جهت ارزیابی محوطه‌های بیمارستانی از آلاینده های گازی پالایشگاه نفت آبادان در سال ۱۳۹۷

پس از گردآوری داده‌های مورد نیاز، لایه برداری از پوشش اراضی به صورت پلی‌گون (Polygon)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Google earth رقومی‌سازی شد. هم‌چنین لایه برداری نقطه‌ای از موقعیت مکانی دودکش‌ها از طریق تصاویر ماهواره‌ای تهیه شد. در مرحله پیش‌پردازش نرم‌افزار CALPUFF، ابتدا از تلفیق دادهای کاربری زمین و مدل رقومی ارتفاع شرایط یکپارچه فیزیکی منطقه تهیه شد. سپس با وارد کردن داده‌های جو بالا و داده هواشناسی سطح زمین و اجرای مدل CALMET، مدل سه بعدی هواشناسی تشخیصی تهیه شد. در مرحله پردازش مدل، با وارد کردن نرخ انتشار آلاینده‌های دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن همراه با مدل سه بعدی هواشناسی شبیه سازی

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]

پراکنش آلاینده‌ها به صورت ماهیانه انجام شد. رابطه ۱ نشان‌دهنده ساختار مدل CALPUFF می باشد که در سطوح منظم با ابعاد ۵۰۰ در ۵۰۰ متر و در ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین تا اتمسفر غلظت آلاینده را شبیه سازی می‌نماید. در مرحله پس پردازش، نتایج حاصل از مدل CALPUFF بر اساس آستانه غلظت‌های تعریف شده [۲۶] طبقه بندی شدند (شکل ۱).

پس از تهیه نقشه های ماهیانه پراکنش آلاینده‌ها، براساس موقعیت مکانی بیمارستان‌های امام خمینی، ۱۷ شهریور، طالقانی و شهید بهشتی، این اطلاعات وارد نرم افزار QGIS نسخه ۳ شد. غلظت آلاینده‌ها براساس موقعیت مکانی نسبت به منابع انتشار در با استفاده از شاخص های فاصله و حریم (Buffer) در نرم افزار مذکور مورد ارزیابی قرار گرفت.

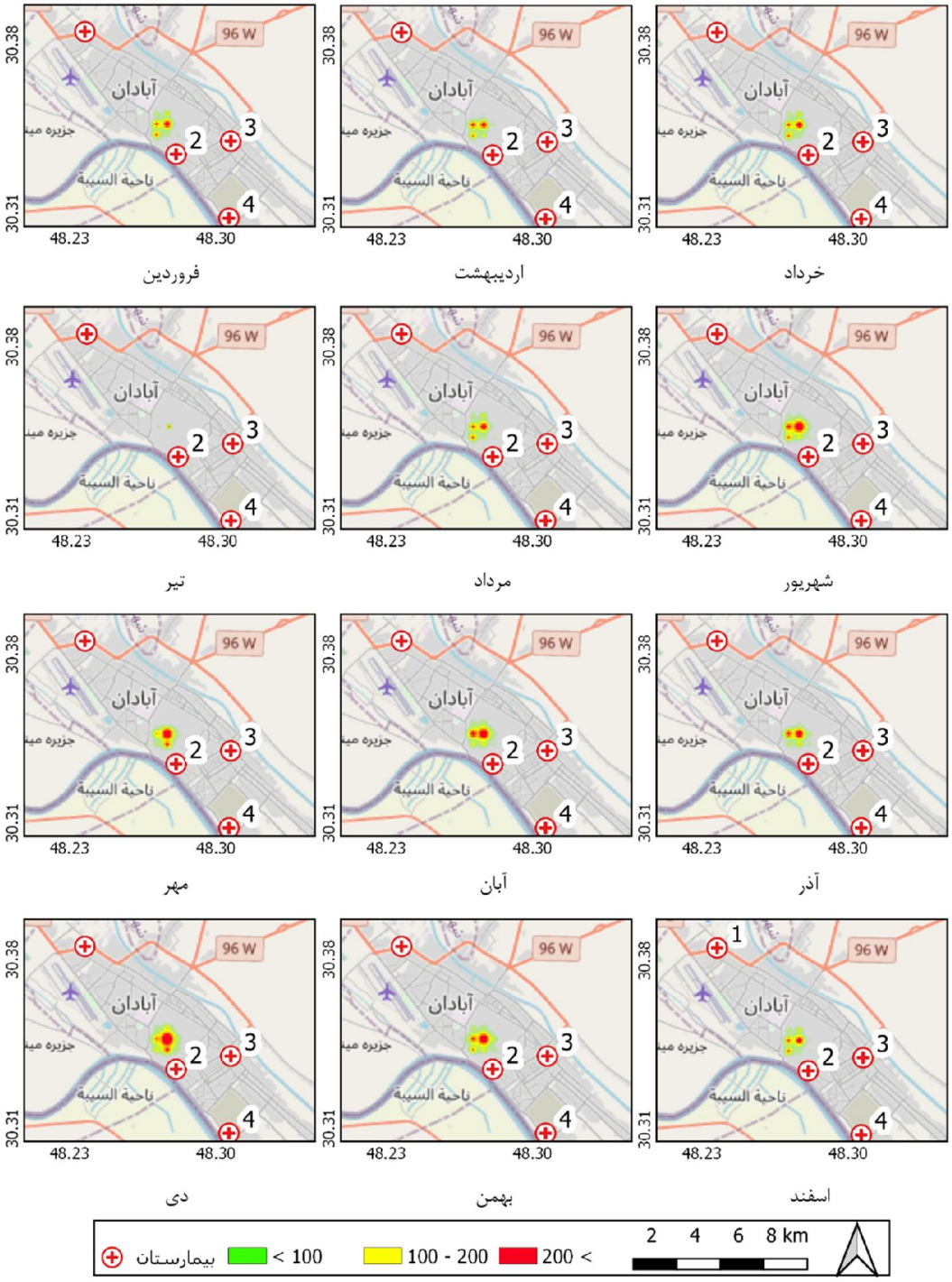
نتایج

محدوده پراکنش متوسط غلظت ماهانه گازهای NO_2 یک ساعته و SO_2 یک ساعته ناشی از منابع انتشار مورد مطالعه در این پژوهش در شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است. با توجه به این‌که غلظت گاز SO_2 ۲۴ ساعته در تمامی ماه‌های سال کم‌تر از حد استاندارد بود، از نمایش آن خودداری گردید. محدوده انتشار گاز NO_2 یک ساعته در دی، شهریور، مهر، آبان و بهمن ماه نسبت به بقیه ماه‌ها بیش‌تر می‌باشد (شکل ۲). بیش‌ترین غلظت متوسط این گاز با مقادیر ۷۵۳، ۵۵۴ و ۵۵۴ میکروگرم بر متر مکعب به ترتیب در ماه‌های دی، شهریور و مهر اتفاق افتاده است. شاخص دی اکسید نیتروژن یک ساعته در تیر ماه پایین‌تر از سطح استاندارد می‌باشد. خروجی مدل نشان می‌دهد که محدوده پراکنش متوسط غلظت ماهانه گاز SO_2 یک ساعته در ماه‌های مختلف سال تقریباً یک‌سان می‌باشد (شکل ۳). غلظت متوسط ماهانه گاز SO_2 یک ساعته، تا حدود زیادی با دو شاخص SO_2 ۲۴ ساعته و NO_2 یک ساعته، متفاوت بوده و شرایط حادتری را بازگو می‌کند. در تمامی ماه‌های سال غلظت انتشار گاز SO_2 یک ساعته بالاتر از سطح استاندارد می‌باشد. بیش‌ترین غلظت این گاز در دی ماه برابر با ۱۹۲۰ (میکروگرم بر مترمکعب) می‌باشد (جدول ۱). تمامی این مقادیر حداکثر غلظت آلاینده‌ها در داخل محوطه پالایشگاه نفت آبادان و در نزدیکی دودکش‌ها قرار دارند.

جدول ۱- حداکثر غلظت آلاینده‌های NO_2 و SO_2 ناشی از واحد کاتالیستی پالایشگاه نفت آبادان بر اساس استاندارد کیفیت هوای آزاد (میکروگرم بر مترمکعب) در سال ۱۳۹۷

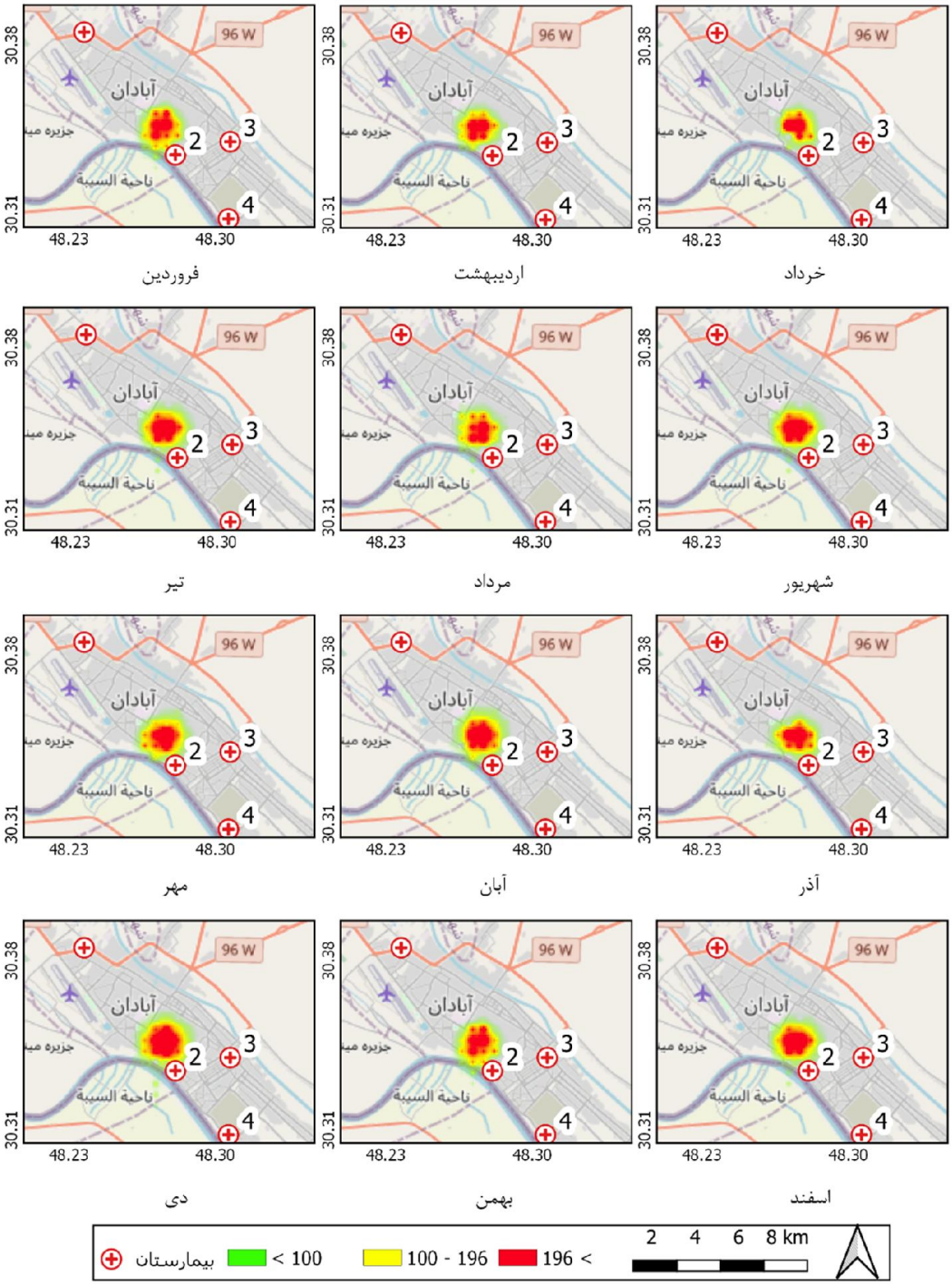
	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
NO_2 (حداکثر ۱ ساعته)	۲۲۹	۲۷۰	۳۵۰	۱۳۸	۲۵۵	۵۵۴	۵۵۴	۵۲۴	۳۹۰	۷۵۳	۵۳۰	۵۱۱
SO_2 (حداکثر ۱ ساعته)	۷۳۵	۶۹۴	۸۷۵	۱۰۷۱	۶۵۲	۱۴۲۳	۱۴۲۳	۱۳۵۰	۱۰۰۳	۱۹۲۰	۱۳۵۰	۱۳۱۰
SO_2 (۲۴ ساعته)	۳۵	۶۳	۵۹	۷۰	۶۰	۴۵	۱۹۹	۱۲۸	۶۲	۸۹	۵۹	۱۰۶

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]



شکل ۲- نقشه پراکنش گاز NO_2 یک ساعته نسبت به موقعیت مکانی بیمارستان‌ها در سال ۱۳۹۷
(۱- طالقانی، ۲- امام خمینی، ۳- شهید بهشتی، ٤- ۱۷ شهریور)

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]



شکل ۳- نقشه پراکنش گاز SO_2 یک ساعته نسبت به موقعیت مکانی بیمارستان‌ها در سال ۱۳۹۷
(۱- طالقانی، ۲- امام خمینی، ۳- شهید بهشتی، ٤- ۱۷ شهریور)

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]

فاصله بیمارستان‌های امام خمینی، شهید بهشتی، ۱۷ شهریور و طالقانی از دودکش‌های پالایشگاه به ترتیب ۱۳۰۰، ۳۱۲۰، ۵۱۷۰ و ۵۸۰۰ متر می‌باشد. با توجه به موقعیت قرارگیری این چهار بیمارستان نسبت به پالایشگاه آبادان و بالاتر بودن مقدار گاز SO_2 یک ساعته در ماه‌های مختلف، فاصله این مراکز درمانی از حد آستانه استاندارد هوای پاک اهمیت زیادی دارد. بیش‌ترین فاصله تا حداکثر غلظت را بیمارستان طالقانی (۵۶۰۰ متر) نسبت به سایر بیمارستان‌ها و کم‌ترین فاصله را بیمارستان امام خمینی (۱۵۰۰ متر) دارد. بررسی نقشه‌های پراکنش گاز SO_2 یک ساعته نشان می‌دهد که حداکثر گستره پراکنش این گاز در حد غیرمجاز در حریم یک کیلومتری از دودکش‌های مورد مطالعه می باشد. جدول ۲ نشان دهنده داده‌های غلظت این گاز در محدوده بیمارستان‌ها به صورت ماهانه و متوسط سالانه می-باشد. بر این اساس به طور متوسط در طول سال بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار غلظت آلاینده دی اکسید گوگرد یک ساعته، به ترتیب در محوطه بیمارستان امام خمینی (۴۱/۳ میکروگرم بر مترمکعب) و بیمارستان طالقانی (۸/۵ میکروگرم بر مترمکعب) است.

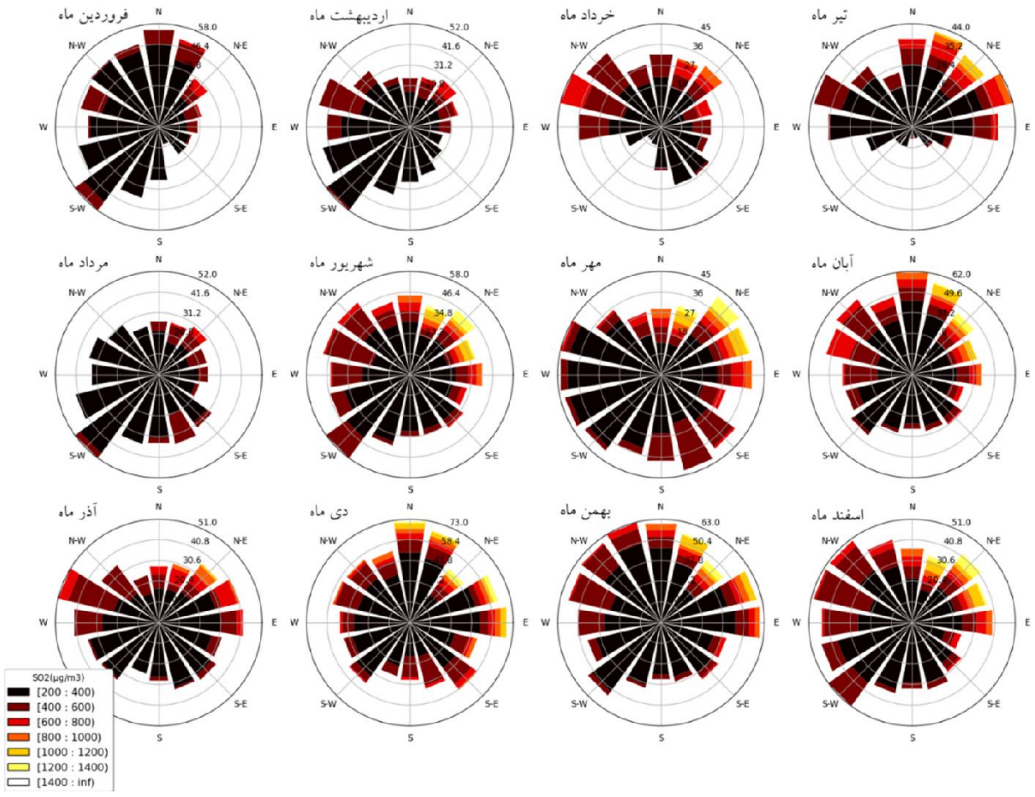
جدول ۲- متوسط غلظت ماهانه و سالانه SO_2 (میکروگرم بر مترمکعب) ناشی از واحد کاتالیستی پالایشگاه نفت آبادان بر اساس استاندارد یک ساعته در محوطه بیمارستان‌های شهر آبادان در سال ۱۳۹۷

	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	متوسط سالانه
امام خمینی	۳۶/۹	۳۳/۶	۳۵/۲	۲۹/۸	۴۰/۸	۳۱/۷	۴۷/۲	۴۲/۲	۴۶	۶۳/۲	۴۷/۴	۴۱/۱	۴۱/۳
شهید بهشتی	۱۱/۵	۱۷/۱	۱۵/۷	۱۴/۳	۱۴/۳	۱۶/۳	۱۹	۱۵/۶	۱۹/۹	۲۰/۴	۲۱/۳	۱۷	۱۶/۹
۱۷ شهریور	۷/۶	۷	۱۰/۷	۶/۵	۸/۱	۷/۳	۹/۸	۹/۲	۱۱/۵	۱۶/۴	۱۴/۴	۹/۹	۹/۹
طالقانی	۶/۸	۹/۲	۵/۹	۷/۷	۱۱/۶	۱۰/۶	۷/۴	۸/۹	۶/۲	۱۰/۳	۸/۷	۹/۱	۸/۵

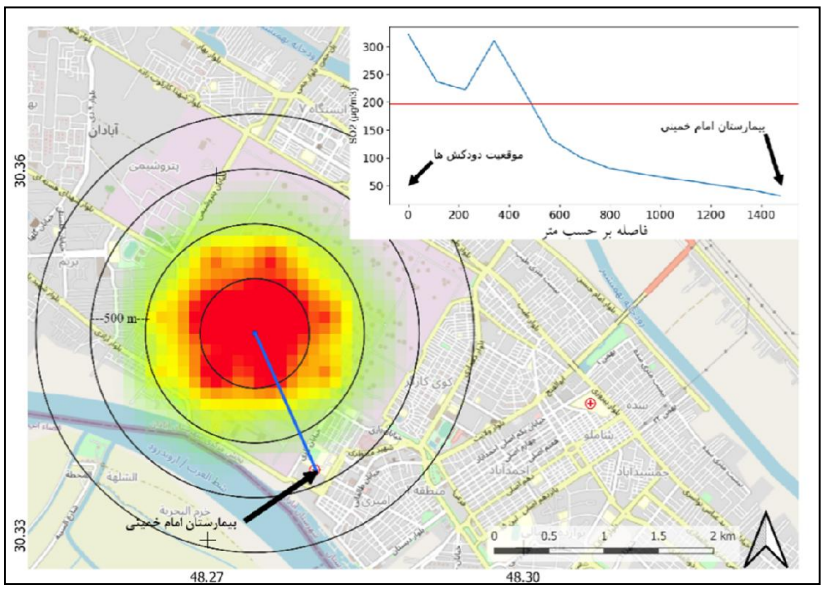
نتایج حاصل از مدل‌سازی آلاینده‌های گازی نشان می‌دهد که هیچ یک از بیمارستان‌های مورد مطالعه در محدوده بالای حد مجاز قرار ندارند. بیمارستان امام خمینی که نسبت به سایر بیمارستان‌ها کم‌ترین فاصله را به منابع انتشار گازهای مورد مطالعه دارد نیز در محدوده مجاز می‌باشد. با توجه به این‌که غلظت گاز SO_2 یک ساعته نسبت به دیگر شاخص‌های مورد بررسی در این مطالعه از مقدار بیش‌تری برخوردار بوده است، وضعیت توزیع غلظت و جهت پراکنش این آلاینده در ماه‌های مختلف در شکل ۴ ارائه شده است. این توزیع حداکثر در فاصله دو کیلومتری از منابع آلاینده می‌باشد.

وضعیت توزیع مکانی گاز SO_2 یک ساعته به صورت متوسط سالیانه در اطراف بیمارستان امام خمینی به عنوان نزدیک‌ترین مرکز درمانی به منبع انتشار آلودگی در شکل ۵ ترسیم شده است.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]



شکل ٤- نمودار گلباد از توزیع غلظت آلودگی و جهت پراکنش گاز SO_2 ناشی از واحد کاتالیستی پالایشگاه نفت آبادان در حریم دو کیلومتری دودکش‌ها در سال ۱۳۹۷



شکل ۵ - نقشه متوسط سالیانه SO_2 یک ساعته در فواصل ۵۰۰ متری و نمودار فاصله-غلظت از محل دودکش‌ها تا بیمارستان امام خمینی در سال ۱۳۹۷

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]

بحث

امروزه قوانین و مقررات زیادی برای جلوگیری از آسیب و تخریب محیط زیست شهری و حفظ سلامت شهرنشینان تدوین و به‌کار گرفته می‌شود. ضوابط و مقررات زیست محیطی با هدف حفظ سلامت و بهداشت عمومی سبب پیش‌گیری از آلودگی محیط زیست و کنترل فعالیت‌های خدماتی و اقتصادی می‌شود [۲۷]. به دلیل فعالیت‌های شبانه روزی مراکز مهم اقتصادی نظیر پالایشگاه‌ها و ماهیت فرآیند تولید در آن‌ها، انتشار آلودگی امری اجتناب‌ناپذیر است. به ویژه این‌که اگر چنین صنایعی از قدمت طولانی‌تر برخوردار باشند. استقرار چنین صنایعی در هسته مرکزی هر شهری می‌تواند چالش‌های مختلف بهداشتی و زیست محیطی را ایجاد نماید [۲۸]. هرچند پالایشگاه نفت آبادان در هسته مرکزی شهر آبادان قرار دارد، اما توجه به این نکته که توسعه شهری و استقرار مراکز خدماتی در چنین شهری پس از راه‌اندازی این پالایشگاه به عنوان هسته توسعه صورت پذیرفته است، اهمیت بهینه‌یابی برای توسعه‌های آتی در شهرسازی را بیش‌تر نمایان می‌سازد. به ویژه این‌که اگر قرار باشد توسعه‌های پرهزینه‌ای نظیر ساخت مراکز درمانی و بیمارستان‌ها مدنظر باشد. مهم‌ترین دلیل قرارگیری موقعیت این پالایشگاه در مرکز شهر، پتانسیل بسیار بالای این مرکز صنعتی در ایجاد اشتغال و مهاجرپذیری آن به دلیل فرصت‌های شغلی مناسب و در نتیجه توسعه شهری صورت گرفته به عنوان پیامد این صنعت مهم کشور می‌باشد.

استانداردهای مورد استفاده در این پژوهش برای بررسی اثر واحد کاتالیستی پالایشگاه به‌عنوان شاخص‌های اندازه‌گیری کیفیت هوا نشان می‌دهد که از بین سه شاخص مورد نظر در این پژوهش، شاخص SO_2 به صورت ۲۴ ساعته در تمام بازه‌های زمانی پایین‌تر از حد استاندارد می‌باشد و این در حالی است که دو شاخص دیگر شرایط متفاوتی دارند. بر اساس نتایج به دست آمده، به‌طور کلی محدوده پراکنش شاخص NO_2 یک ساعته، در مقایسه با شاخص SO_2 ۲۴ ساعته کم‌تر می‌باشد. مقایسه با استاندارد کیفیت هوای آزاد نشان می‌دهد که حداکثر غلظت گاز دی اکسید نیتروژن یک ساعته ۳/۸ برابر و حداکثر غلظت گاز دی اکسید گوگرد یک ساعته تقریباً ۱۰ برابر استاندارد می‌باشد. با وجود این‌که در اردیبهشت ماه کم‌ترین مقدار بیشینه این گاز مشاهده می‌شود ولی همین مقدار نیز در حدود ۳/۵ برابر حد مجاز است. بر این اساس ماه‌های فروردین و اردیبهشت دارای حداقل مقادیر بالاتر از حد استاندارد می‌باشند. بررسی نقشه‌های به‌دست آمده نشان می‌دهد، حداکثر پراکنش گاز دی اکسید نیتروژن یک ساعته برای مقادیر بالاتر از حد استاندارد کم‌تر از یک کیلومتر از محل دود کش‌ها می‌باشد. براساس محدوده‌های پراکنش بالاتر از سطح استاندارد، در تمامی ماه‌های سال گستره پراکنش گاز NO_2 یک ساعته، در محدوده داخلی پالایشگاه می‌باشد (شکل ۱).

نتایج این تحقیق در مقایسه با پژوهش صورت گرفته با مدل SCREEN3 توسط Hedayati Rad و همکاران [۲۹]، نشان می‌دهد که شهریور ماه تا دی ماه به عنوان دوره زمانی با حداکثر غلظت‌ها می باشد. Najafpoor و همکاران [۱۰] در مطالعات خود، یکی از پارامترهای مهم در شناخت عوامل مؤثر در آلودگی هوا را داده‌های هواشناسی عنوان می‌کنند،

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]

در نتایج تحقیق ایشان اشاره شده است که بیش‌ترین غلظت آلاینده SO_2 در فصل زمستان بوده است که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد [۱۰]. هرچند در مدل SCREEN3 شکل ساده مدل گوسی پراکنش آلاینده ها می‌باشد [۱۲]، تنها جهت باد غالب و شرایط ایستای هواشناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد و این در حالی است که در مدل CALPUFF شرایط هواشناسی به صورت پویا و داده‌های ساعتی در مدل‌سازی پراکنش آلاینده‌ها استفاده شده است. نحوه توزیع غلظت-جهت گاز SO_2 یک ساعته در ماه‌های مختلف نشان می‌دهد که پراکنش غلظت‌های بالای این گاز در جهت شمال شرقی از محل دودکش‌ها می‌باشد. اما توزیع حجمی گاز SO_2 یک ساعته در ماه‌های مختلف متفاوت می باشد. برای مثال در فروردین ماه با وجود این‌که بالاترین غلظت گاز در امتداد شمال شرقی می‌باشد، اما بیش‌ترین حجم گاز متساعد شده در غرب دودکش‌ها تجمع یافته‌اند. بر این اساس در دی ماه که بیش‌ترین مقدار گاز دی اکسید گوگرد یک ساعته وجود دارد، تراکم این گاز در بخش شمالی و شرقی دودکش‌ها بیش‌تر می‌باشد (شکل ۴).

محدود شدن دامنه پراکنش آلاینده‌های گازی به کم‌تر از ۱/۵ کیلومتر که با مطالعه Hedayati Rad و همکاران [۲۹] نیز هم‌خوانی دارد، در کنار وسعت زیاد اراضی پالایشگاه نفت آبادان باعث گردیده است تا حتی نزدیک‌ترین بیمارستان به پالایشگاه نیز از دریافت آلاینده‌های گازی بالاتر از سطح استاندارد در امان باشد. میزان غلظت در اطراف بیمارستان شهید بهشتی در حدود ۵/۷ میکروگرم بر متر مکعب و جهت باد غالب در این ماه به سمت شمال غربی است و بیمارستان در قسمت شرقی پالایشگاه قرار گرفته است. بیمارستان امام خمینی کم‌ترین فاصله را در خرداد ماه با بالاترین حد از غلظت SO_2 یک ساعته دارا می‌باشد. این بدان معنی است که افراد تا یک ساعت بعد از انتشار این آلاینده با استاندارد ۱۹۶ میکروگرم بر متر مکعب در معرض تأثیرپذیری از مضرات این آلاینده می‌باشند. بیش‌ترین مقدار غلظت SO_2 یک ساعته در ماه دی و بهمن ماه ۱۱۹۱/۹۱ میکروگرم بر متر مکعب تخمین زده شده است حال آن‌که بیمارستان امام خمینی در این ماه کم‌ترین فاصله را با منبع انتشار (۱/۵ کیلومتر) دارد. کم‌ترین مقدار غلظت SO_2 یک ساعته در اطراف بیمارستان ۱۷ شهریور با غلظت ۶/۰۲ میکروگرم بر متر مکعب است و فاصله این بیمارستان تا منبع تولید آلاینده در این ماه در حدود ۵/۱ کیلومتر است. از میان بیمارستان‌های مورد بررسی، بیمارستان امام خمینی به دلیل کم بودن فاصله آن-ها با بیش‌ترین مقدار غلظت آلاینده‌های خروجی و به طور متوسط بالا بودن غلظت هر سه آلاینده در همه استانداردها، بیش‌ترین تأثیرپذیری را داشته است.

عواملی مانند کاهش دما و پدیده‌ی وارونگی، سرعت و جهت وزش باد سبب شده است تا میزان تراکم غلظت هر سه آلاینده به طور متوسط در زمستان بیش‌تر باشد [۳۰]. با وجود این‌که غلظت گازهای SO_2 یک ساعته و ۲۴ ساعته و NO_2 یک ساعته در محدوده مراکز درمانی از مقدار مجازی برخوردار هستند اما به دلیل فعالیت شبانه روزی و مستمر پالایشگاه در طول سال غلظت کم آن‌ها نیز ممکن است چالش برانگیز باشد [۳۱]. از این رو انجام پژوهش در زمینه ارزیابی ریسک سلامت کارکنان و مراجعه کنندگان به مراکز

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]

درمانی در صورت ارائه آمار تعداد افراد در بخش‌های مختلف بیمارستان‌ها می‌تواند جنبه کاربردی خروجی این مدل را نشان دهد. مطالعه احتمال ایجاد پدیده مه دود فتوشیمیایی ناشی از فعالیت پالایشگاه نفت آبادان در فصول سرد سال و اتخاذ تمهیدات سازه‌ای مناسب در خصوص مراکز جمعیتی نظیر بیمارستان‌ها و هم‌چنین مدارس می‌تواند نقش مؤثری در حفظ کیفیت هوا در شرایط بحرانی داشته باشد.

از محدودیت‌های این پژوهش عدم همراهی مراکز درمانی در صدور مجوز برای اندازه‌گیری غلظت آلاینده‌ها در بخش های مختلف از محوطه بیمارستان‌ها بوده است. هم‌چنین عدم وجود و یا عدم ارائه اطلاعات و آمار در خصوص تعداد مراجعه کنندگان با مشکلات تنفسی و قلبی-عروقی از دیگر محدودیت‌ها در تحلیل نتایج به‌دست آمده در این تحقیق بوده است. شناخت بهتر اثر چنین صنایعی به‌ویژه در محیط-های شهری بر سلامت عمومی جامعه نیازمند اطلاعات کامل و به روز است که این امر با مشارکت بخش‌های مختلف صنعت و بهداشت امکان‌پذیر می‌باشد. به دلیل بالا تر از حد استاندارد بودن غلظت آلاینده‌ها در محدوده داخلی پالایشگاه ارزیابی ریسک سلامت کارکنان پالایشگاه در دوره‌های زمانی مختلف پیشنهاد می‌گردد. در این مطالعه تنها دو آلاینده گازی SO_2 و NO_2 مورد بررسی قرار گرفتند و این در حالی است که گاز ازن (O_3) و ترکیبات آلی فرار (VOC) نیز می توانند در چنین محیط‌هایی باعث بروز آسیب بر سلامت عمومی جامعه شوند. از این‌رو مطالعه و مدل‌سازی پراکنش این آلاینده‌ها و بررسی رابطه آن‌ها با انواع بیماری‌های مرتبط با آلودگی هوا نظیر انواع سرطان‌ها، مشکلات تنفسی و قلبی-عروقی قابل انجام می‌باشد. با توجه به این‌که محوطه‌های بیمارستانی ممکن است تحت تأثیر دیگر منابع آلاینده نظیر خودروها و دیگر صنایع قرار داشته باشند پیشنهاد می‌شود تا با شناسایی سایر منابع مهم و مدل‌سازی پراکنش آن‌ها در یک ارزیابی تجمعی، سهم هر یک از منابع در آلودگی هوای محوطه های بیمارستانی بررسی شود.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، با استفاده از روش مدل‌سازی پراکنش، وضعیت غلظت دو آلاینده گازی SO_2 و NO_2 ناشی از واحد کاتالیستی پالایشگاه نفت آبادان در محوطه های بیمارستانی شهر آبادان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان SO_2 و NO_2 یک ساعته تنها در فاصله کم‌تر از ۱/۵ کیلومتری از دودکش ها بالاتر از حد مجاز می‌باشد. وسعت زیاد محوطه پالایشگاه و محدود بودن گستره انتشار آلاینده-ها به صورت متوسط ماهانه، باعث گردیده است تا غلظت‌ها در محوطه‌های بیمارستانی پایین‌تر از حد مجاز باشند. عواملی مانند کاهش دما و پدیده‌ی وارونگی، سرعت و جهت وزش باد سبب شده است تا میزان تراکم غلظت هر دو آلاینده در زمستان نسبت به سایر فصول بیش‌تر باشد. به همین دلیل توصیه می‌شود تا در این فصل از حضور و فعالیت‌هایی نظیر پیاده‌روی بیماران به‌ویژه سالمندان و کودکان در محوطه‌های بیمارستانی خودداری گردیده و از مسدودسازی مناسب منافذ ورود جریان هوای بیرون به داخل بیمارستان اطمینان حاصل شود. از سوی دیگر به روز کردن تجهیزات کنترل آلودگی و پایش دوره‌ای آن‌ها تا حد

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]

زیادی می‌تواند در حفظ مقدار آلاینده‌ها در حد استاندارد مؤثر باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه در مقطع کارشناسی ارشد است که در سال ۱۳۹۷ اجرا شده است. نویسندگان از کلیه کارکنان بخش پژوهش و امور اداری پالایشگاه نفت آبادان که در مراحل مختلف انجام این تحقیق همکاری نمودند، سپاس و قدردانی می‌نمایند.

References

[1] WHO. 2018. Over half a million premature deaths annually in the European Region attributable to household and ambient air pollution. Available at: https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/news/news/2018/5/over-half-a-million-premature-deaths-annually-in-the-european-region-attributable-to-household-and-ambient-air-pollution. 19/9/2020.

[2] WHO. 2018. Ambient (outdoor) air pollution. Available at: https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/ detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health. 17/9/2020.

[3] Morawska L, Ayoko GA, Bae GN, Buonanno G, Chao CY, Clifford S, et al. Airborne particles in indoor environment of homes, schools, offices and aged care facilities: The main routes of exposure. *Environ int* 2017; 1(108): 75-83.

[4] Larypoor M, Soltani M. Overview of Air Microbial Contamination and Prevention Methods of Nosocomial Infections. *J Microb Knowl* 2010; 2(5): 57-65. [Farsi]

[5] Noroozi R, Noorisepehr M. Qualitative and Guantitative Evaluation of Air Pollution in the Panjom Azar and Sayyad Shirazi Hospitals of Gorgan. *Jehe* 2016; 3(2): 155-68. [Farsi]

[6] Amoatey P, Omidvarborna H, Baawain MS, Al-Mamun A. Indoor air pollution and exposure assessment of the gulf cooperation council countries: a critical review. *Environ int* 2018; 1(121): 491-506.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]

[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]

[7] Chamseddine A, El-Fadel M. Exposure to air pollutants in hospitals: indoor–outdoor correlations. *WIT Trans Built Environ* 2015; 168: 707-16.

[8] Ayodele CO, Fakinle BS, Jimoda LA, Sonibare JA. Investigation on the Ambient Air Quality in a Hospital Environment. *Cogent Environ Sci* 2016; 2(1): P.1215281.

[9] Fani Z, Mouloudi J. The Assessment of Urban Environment on Regulations & Norms: With Emphasis on Air Pollution. *Urban Manag* 2010; 7(24): 51-64. [Farsi]

[10] Najafpoor A, Jafari AJ, Dousti S. Trend Analysis of Air Quality Index Criteria Pollutants (Co, No2, So2, Pm10 and O3) Concentration Changes in Tehran Metropolis and its Relationship with Meteorological Data, 2001-2009. *Heal Field* 2015; 2(3): 17-26. [Farsi]

[11] Maheswaran R, Pearson T, Beevers SD, Campbell MJ, Wolfe CD. Outdoor air pollution, subtypes and severity of ischemic stroke–a small-area level ecological study. *International journal of health geographics* 2014; 13(1): 23-32.

[12] Scire JS, Strimaitis DG, Yamartino RJ. A User's Guide for the Calpuff Dispersion Model. Earth Technology Inc. New York, NY. 2000; 521.

[13] Abdul-Wahab SA, Elkamel A, Ahmadi L, Chan K. Study of SO2 dispersion from a proposed refinery in newfoundland and labrador, Canada. *Sustain Environ Res* 2015; 25: 283-94.

[14] Amoatey P, Omidvarborna H, Baawain M. The modeling and health risk assessment of PM2.5 from Tema Oil Refinery. *Hum Ecol Risk Assess* 2018; 24(5): 1181-96.

[15] Atabi F, Jafarigol F, Momeni M, Salimian M, Bahmannia G. Dispersion Modeling Of Co With Aermod in South Pars Fourth Gas Refinery. *Jehe* 2014; 1(4): 281-92. [Farsi]

[16] Mohagheghi E, Karbassi A. Assessment of Sensitive Areas of Oil Refinery around Shiraz Using Screen 3. *Environ Sci Eng* 2011; 45: 40-52. [Farsi]

[17] Noorpoor A, Shahabi N K. Dispersion Modeling of Air Pollutants from The Ilam Cement Factory Stack. *Civ Environ Eng* 2014; 44(74): 107-16. [Farsi]

[18] Statistics Center of Iran. Statistical Yearbook of Khuzestan Province. Publications of Statistics Center of Iran. 2016. [Farsi]

[19] AORC. 2016. About Abadan refining Co. Available at: https://abadan-ref.ir/en/about-us. 25/9/ 2020.

[20] EPA. 2017. Air Quality Dispersion Modeling - Alternative Models. Available at: https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-alternative-models. 27/9/2020.

[21] Buchholz S, Krein A, Junk J, Heinemann G, Hoffmann L. Simulation of Urban-Scale Air Pollution Patterns in Luxembourg: Contributing Sources and Emission Scenarios. *Environ Model Assess* 2013; 18: 271e283.

[22] Calori G, Clemente M, De Maria R, Finardi S, Lollobrigida F, Tinarelli G. Air Quality Integrated Modelling in Turin Urban Area. *Environ Model Softw* 2006; 21(4): 468-76.

[23] Elbir T. Comparison of Model Predictions with the Data of an Urban Air Quality-Monitoring Network in Izmir, Turkey. *Atmos Environ* 2003; 37(15): 2149-57.

[24] Holnicki P, Nahorski Z. Emission Data Uncertainty in Urban Air Quality Modeling—Case Study. *Environ Model Assess* 2015; 20(6): 583-97.

[25] Holnicki P, Kałuszko A, Trapp W. An Urban Scale Application and Validation of the Calpuff Model. *Atmos Pollut Res* 2016; 7(3): 393-402.

[26] DOE.2009. Clean air standard. Available at: https://nacc.doe.ir/portal/home/?177566. 19/8/2020.

[27] 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.

[28] Duncan B N, Lamsal L N, Thompson A M, Yoshida Y, Lu Z, Streets D G, Hurwitz M M,

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]

Pickering K E. A space-based, high-resolution view of notable changes in urban NOx pollution around the world (2005–2014). Journal of *Geophysical Research: Atmospheres* 2016; 121(2): 976-96.

[29] Hedayati Rad F, Salman-Mahini A, Mirkarimi S. Air Pollution Dispersion Modeling of Abadan Oil Refinery Using Screen3. *Environ Res* 2016; 7(13): 93-102. [Farsi]

[30] Cichowicz R, Wielgosiński G, Fetter W. Dispersion of atmospheric air pollution in summer and winter season. *Environmental monitoring and assessment* 2017; 189(12): 605-15.

[31] Bauleo L, Bucci S, Antonucci C, Sozzi R, Davoli M, Forastiere F, Ancona C. Long-term exposure to air pollutants from multiple sources and mortality in an industrial area: a cohort study. *Occupational and Environmental Medicine* 2019; 76(1): 48-57.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]
[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]

Assessing the Effectiveness of Sulfur Dioxide and Nitrogen Dioxide Pollutants due to Abadan Oil Refinery on Hospital Areas Using CALPUFF Model in 2018: A Descriptive Study

M. Ravan[۱], H. Madadi[۲], G. R. Sabzghabaei[۳]

Received:25/08/2020 Sent for Revision:14/09/2020 Received Revised Manuscript:22/12/2020 Accepted: 26/12/2020

Background and Objectives: Hospitals as one of the most important sensitive populated areas must be located in areas within standard air quality. The aim of this study was assessing Abadan hospitals outdoor air quality affected by oil refinery using CALPUFF (California Puff) model.

Materials and Methods: This descriptive study was performed on the dispersion of sulfur dioxide (SO_2) and nitrogen dioxide (NO_2) from the catalyst unit of Abadan oil refinery for 12 months of 2018. Upper and surface climate data, land cover map, physical properties of smokestacks and emission rate of pollutants were used as input data in CALPUFF modeling system.

Results: Based on the results, the highest level of SO2-1hr occurred in January and in the other months this pollutant was higher than the standard limit. Maximum concentration of NO2-1hr was observed in January that was higher than the standard level. SO2-1hr and NO2-1hr had limited distribution in 1500 meters buffer of smokestacks. Outdoor air pollutants concentration in hospital areas were lower than the standards limit.

Conclusion: Admissible level of pollutants in the hospitals ambient outdoor was due to large area of oil refinery land and limitation of pollutants propagation in average monthly. Using advanced air pollution models can be useful in awareness increasing and the vulnerability reducing of medical centers.

Key words: Hospital, Oil refinery, SO2, NO2, Outdoor air pollution, Abadan

Funding: This study did not have any funds.

Conflict of interest: None declared.

How to cite this article: Ravan M, Madadi H, Sabzghabaei G R. Assessing the Effectiveness of Sulfur Dioxide and Nitrogen Dioxide Pollutants due to Abadan Oil Refinery on Hospital Areas Using CALPUFF Model in 2018: A Descriptive Study. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2021; 19 (10): 1071-88. [Farsi]

[۱]- MSc in Environmental Sciences, Dept. of Environment, Faculty of Environment and Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran, ORCID: 0000-0002-9996-5018

[۲]- Assistant Prof., Dept. of Environment, Faculty of Environment and Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran, ORCID: 0000-0002-8909-9427

(Corresponding Author) Tel: (061) 52721230, Fax: (061) 52721191, E-mail: hosein.madadi@gmail.com

[۳]- Assistant Prof., Dept. of Environment, Faculty of Environment and Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran, ORCID: 0000-0001-5834-1324

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-08]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1399.19.10.4.5]

[DOI: 10.29252/jrums.19.10.1071]