مدل‌سازی پخش آلودگی هوا با استفاده از مدل ISCST3 در اطراف نیروگاه حرارتی تبریز

جواد احمدی[1]، داود کاه‌فروشان[2*]، خالد ظروفچی بنیس[1]، اسماعیل فاتحی‌فر[3]

۱- کارشناس ارشد مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی سهند

۲- دانشیار مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی سهند

۳- استاد مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی سهند

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۴/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱۴

پیام نگار: Kahforoushan@sut.ac.ir

چکیده

مدل‌سازی پخش آلودگی هوا ابزاری ضروری برای مطالعات آلودگی هوا به‌شمار می‌آید و با توجه به این‌که اندازه‌گیری غلظت آلاینده‌ها در هر نقطه و هر زمان امکان‌پذیر نیست، از این‌رو در امر بررسی آثار زیست‌محیطی و تاثیر منابع آلایندهٔ هوا بر محیط، بهره‌گیری از مدل‌های پخش آلودگی هوا امری اجتناب ناپذیر است. با توجه به تعویض سوخت نیروگاه تبریز در فصل زمستان از گاز طبیعی به مازوت و افزایش میزان انتشار آلاینده‌ها و نیز کاهش محسوس دما، پخش آلودگی به خوبی صورت نمی‌گیرد و شدت آلودگی در منطقه افزایش می‌یابد. از این رو، هدف این مطالعه به‌دست آوردن میزان غلظت آلاینده‌های نیتروژن اکسید و گوگرد دی اکسید در اطراف نیروگاه تبریز در فصل زمستان، و سپس مقایسه آن با استانداردهای هوای پاک ایران و استانداردهای بین‌المللی هوای پاک است. به این منظور، با وارد کردن اطلاعات متوسط ۳ ماهه منابع آلاینده و داده‌های هواشناسی در نرم‌افزار ISCST3 الگوی پخش آلودگی و میزان غلظت آلاینده‌ها در سطح زمین به‌دست آمد. بنابر نتایج به‌دست آمده، میزان متوسط ۲۴ ساعته آلاینده گوگرد دی اکسید بیش از مقدار مجاز بود، اما غلظت نیتروژن اکسید ناشی از دودکش نیروگاه تبریز، در زمان و شرایط مدل‌سازی پائین‌تر از استانداردهای زیست‌محیطی ایران و جهان است.

کلیدواژه‌ها: آلودگی هوا، مدل‌سازی، ISCST3، نیروگاه حرارتی تبریز

۱. مقدمه

امروزه آلودگی هوا یکی از مشکلات جدی بشر است و در سطح ملی و جهانی باعث مخاطراتی چون تغییرات آب و هوایی، بارش باران های اسیدی و تخریب لایه ازن شده است. از نظر بهداشتی نیز آلودگی هوا آسیبهای جبران‌ناپذیری به سلامت آدمی وارد می‌آورد، به‌طوری که بنابر برآورد سازمان بهداشت جهانی[1] هر ساله ۵۰۰۰۰۰ نفر به علت تنفس آلاینده‌های هوا جان خود را از دست می‌دهند، از این رو، در دهه‌های اخیر موضوع آلودگی هوا توجه محققان زیادی را به خود جلب کرده است [۳-۱]. از این رو محدودیت‌هایی برای

* تبریز، دانشگاه صنعتی سهند، دانشکده مهندسی شیمی، مرکز تحقیقات مهندسی محیط‌زیست

1. WHO

انتشار و گسیل آلاینده‌ها به اتمسفر با تدوین استانداردها ایجاد شده است که رعایت این استانداردها برای رسیدن به سطح کیفیت قابل قبول ضروری است؛ بنابراین، پایش و کنترل مداوم کیفیت هوای محیط و مقایسه نتایج با استانداردهای کیفیت هوای پاک، در تمامی واحدهای صنعتی امری اجتناب ناپذیر است. در جدول (۱) استانداردهای کیفیت هوای پاک برای ایران و در جدول (۲) استانداردهای کیفیت هوای پاک ایالات متحده که توسط سازمان محیط زیست امریکا[1] ارائه شده، درج شده است، که در دو سطح استاندارد اولیه و ثانویه، انتشار آلاینده‌ها را مورد توجه قرار داده است [۳،۵]. استاندارد اولیه، استاندارد حدود آلاینده‌ها را برای حفاظت از سلامت همگانی، شامل افراد حساسی چون بیماران آسمی، کودکان و سالمندان و استاندارد ثانویه، استاندارد حدود آلاینده‌ها، برای حفاظت از بهداشت همگانی، شامل جلوگیری از کاهش دید، آسیب رسیدن به جانوران و حفاظت از گیاهان، درختان و ابنیه را در نظر گرفته است.

جدول ۱. استانداردهای هوای پاک ایران[۵].

نوع آلاینده	نوع استاندارد	زمان متوسط	سطح آلودگی مجاز
اکسید نیتروژن	اولیه و ثانویه	۱ساله	۰/۰۲۱ ppm
گوگرد دی اکسید	ثانویه	۳ ساعته	۰/ ۵ ppm
	اولیه وثانویه	۲۴ ساعت	۰/۰۳۷ ppm
		۱ساله	۰/۰۰۷ ppm

جدول ۲. استانداردهای هوای پاک برای امریکا

[http://www.epa.gov/air/criteria.html].

نوع آلاینده	نوع استاندارد	زمان متوسط	سطح آلودگی مجاز
نیتروژن اکسیدها	اولیه	۱ ساعت	۱۰۰ppb
		۱ ساله	۵۳ ppb
	ثانویه	۱ ساعت	۱۰۰ ppb
		۱ ساله	۵۳ ppb
گوگرد دی اکسید	اولیه	۱ ساعت	۷۵ ppb
	ثانویه	۳ ساعت	۰/۵ ppm

یکی از مهمترین اهداف قوانین زیست محیطی در هر کشور کنترل منابع آلاینده است. معمولاً، برای رسیدن به این هدف و اجرای قوانین و برنامه‌های تعیین شده، نیاز به پیش‌بینی غلظت حاصل از انتشار آلاینده از منابع مختلف است. مدل‌های پخش آلودگی هوا یکی از ابزار مهم و ضروری برای پیش‌بینی‌های یادشده‌اند [۶]. پایش کیفیت هوا و بررسی میزان انحراف از استانداردهای آلودگی هوا پیرامون یک منطقه و یا کارخانه صنعتی می‌تواند امری مفید در جهت کنترل و ایجاد محدودیت‌هایی برای منابع آلاینده باشد، و با توجه به این‌که اندازه‌گیری مستقیم میزان غلظت آلاینده‌ها در هر نقطه و هر زمان امکان‌پذیر نیست، از این‌رو بهره‌گیری از مدل‌های پخش آلودگی هوا می‌تواند ساده‌ترین و مفیدترین راه برای پایش و بررسی میزان غلظت آلاینده‌ها و تاثیر هر یک از منابع بر کیفیت هوا در منطقه مورد نظر باشد. مدل‌های پخش آلودگی هوا از دیرباز برای سیاست‌های کوتاه و دراز مدت استفاده شده‌است. مثلاً، مدل‌های پیش‌بینی کوتاه و دراز مدت برای آگاه کردن اذهان عمومی در مورد امکانِ پیش آمدن هوای آلوده در روزهای آتی و تصمیم‌گیری در مورد راهبردهای جلوگیری و کاهش آلودگی در آن منطقه استفاده می‌شود. مدل‌های آلودگی هوای دراز مدت نیز معمولاً برای ارزیابی راهبردهای کاهش آلودگی هوا و کنترل رعایت استانداردهای منابع انتشار و نیز دستیابی به استانداردهای آلودگی هوا مورد استفاده قرارمی‌گیرند [۷]. به‌طور کلی، مدل‌های ریاضی پخش آلودگی هوا را 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، کمک به مدیریت و طراحی منطقه به‌کار گرفته شد [۸]. در یک مدل کامل، امکان پیش‌بینی غلظت ناشی از مجموعه‌ای از گسیله‌ها از هر منبع خاص، در شرایط آب‌وهوایی ویژه، در هر مکان، و در هر دوره زمانی با ضریب اطمینان بالا وجود دارد [۶]. مدل‌های پخش آلودگی هوا انواع مختلفی دارند که در آن‌ها معمولا از ترکیب اطلاعات: منابع آلاینده در منطقه مورد نظر، میزان انتشار آلاینده‌ها از هر منبع، شرایط آب و هوایی و توپوگرافی (پست‌وبلند) منطقه، واکنش‌های شیمیایی بین آلاینده‌ها و نیز سایر عواملی که می‌توانند بر پخش آلاینده‌ها در جوّ تأثیرگذار باشند، به‌منظور مدل‌سازی استفاده می‌شود [۹].

1. EPA

با توجه به اینکه نیروگاه‌ها به دلیل مصرف فرآیندهای احتراقی نقش بالایی در انتشار آلاینده‌های هوا دارند، در این تحقیق پخش آلاینده‌های هوا در اطراف نیروگاه تبریز با بهره‌گیری از نرم‌افزار ISCST3 مدل‌سازی شده و در مرحله دوم نتایج حاصل از مدل‌سازی برای بررسی کیفیت آلودگی هوا در اطراف منطقه مورد مطالعه، استفاده شده است.

۱. ۱ آشنایی با منطقه مورد مطالعه

نیروگاه حرارتی تبریز درجنوب غربی شهرتبریز در محدوده جغرافیایی۳۸ درجه و صفر دقیقه و ۳۵ ثانیه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵ دقیقه و ۵۳ ثانیه طول شرقی در ارتفاع ۱۳۶۲ متری از سطح دریا و در زمینی به وسعت ۱/۹ کیلومتر مربع واقع شده و دارای دو واحد بخار و دو واحد گازی است. توان اسمی دو واحد بخار نیروگاه تبریز با ۳۶۸مگاوات و توان تولیدی آن ۳۵۰ مگاوات و پیمانکار اصلی سازنده آن شرکت آلستوم فرانسه است. واحد یک بخار در سال ۱۳۶۵ و واحد دوم آن در سال ۱۳۶۸ راه اندازی و با شبکه موازی شده است. بویلر این نیروگاه ساخت شرکت استین فرانسه و از نوع درام دار با گردش اجباری و کوره تحت فشار و دارای سه مرحله فراگرمکن و دو مرحله ری هیتر است. در هر بویلر ۲۰ دستگاه مشعل، در ۵ طبقه در چهار گوشه بویلر نصب شده‌اند که در حالت مازوت سوز، از ۱۶ مشعل فوقانی بهره گرفته می‌شود. سوخت مصرفی اصلی نیروگاه گاز طبیعی، و مصرف گاز واحدها در حالت بار کامل ۱۸۵۰۰۰ متر مکعب در ساعت است. در فصول سرد سال، به دلیل کمبود گاز، مازوت به عنوان سوخت دوم نیروگاه مصرف می‌شود که مازوت مصرفی از طریق خط لوله‌ای از پالایشگاه تبریز تامین می‌شود. مصرف سوخت مازوت برای دو واحد در حداکثر بار در حدود ۳۲۰۰ تن در شبانه روز است. در جدول (۳) مشخصات سوخت های مصرفی نیروگاه درج شده است[۷].

جدول۳. آنالیز سوخت نیروگاه تبریز.

	کربن (درصد)	هیدروژن (درصد)	نیتروژن (درصد)	گوگرد (درصد)
مازوت	۸۴/۷	۱۲/۳	۱/۱	۱/۹
گاز طبیعی	۷۰	۲۲/۵	۷/۵	-

۱. ۲ واحدهای گازی نیروگاه تبریز

این نیروگاه دارای دو واحد گازی ساخت کارخانه فیات ایتالیا با توان اسمی ۲×۳۲ مگاوات است که از سال ۱۳۵۷ در مدار قرار گرفته‌اند. واحدهای یادشده از سال ۱۳۷۱ گاز سوز شده و در حال حاضر با دو نوع سوخت گازوئیل و گاز طبیعی کار می‌کنند. به طور کلی، یک دودکش با ارتفاع ۱۲۰ و قطر داخلی ۵ متر گازهای خروجی از کوره‌ها را با سرعت۳۲/۶ متر بر ثانیه به بیرون گسیل می‌کند. از این‌رو در مدل‌سازی انجام شده اطلاعات ساختار و گازهای خروجی این دودکش به عنوان ورودی برنامه استفاده شده‌است[۱۰].

۱. ۳ معرفی نرم‌افزار ISCST3

نرم‌افزار شبیه‌سازی رایج که از سوی سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا ارائه شده، نرم‌افزار منبع مجتمع صنعتی[1] ISC است. این نرم‌افزار را می‌توان برای ارزیابی تمرکز آلاینده‌های گسیل‌یافته از یک طیف گسترده‌ی منابع آلاینده‌ی موجود در یک شهرک صنعتی تا فاصله‌ی ۵۰ کیلومتری به‌کار گرفت[۸]. مدل ISC دارای دو برنامه‌ی کامپیوتری است؛ یکی برای آنالیزهای کوتاه مدت (ISCST3[2]) و دیگری برای آنالیزهای دراز مدت (ISCLT[3]) آلودگی هوا[۹].

ISCST3 نرم افزاری متن باز است که سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا آن را تدوین کرده و رایگان به‌منظور مدل‌سازی پخش آلاینده‌های هوا ارائه و از جانب سازمان‌ها و نهادهای مختلف زیست‌محیطی برای مدل‌سازی پخش آلاینده‌های هوا به‌کار گرفته می‌شود. این نرم افزار در محاسبه میزان آلودگی در جهت باد و در فواصل مختلف نسبت به انواع منابع پخش آلودگی نقطه‌ای، خطی و سطحی کاربرد گسترده‌ای دارد و البته برای بادهایی با سرعت بالاتر از ۶ متر بر ثانیه تخمین دقیقی از میزان آلودگی در جهت باد ارائه نمی‌دهد [۱۲]. این مدل بر مبنای مدل گاوس در حالت همگن نوشته شده است که قادر است فرآیند تجزیه آلاینده‌های خروجی از دودکش‌های صنایع را نیز در نظر بگیرد[۳،۹،۱۳]. با توجه به این‌که میزان انتشار آلودگی منابع تقریبا ثابت است، با بهره‌گیری از نتایج مدل ISCST3 می‌توان مطالعه دقیق‌تری برای کنترل منابع آلاینده انجام داد. مثلاً در سال ۱۹۹۲، پخش آلاینده‌های هوای نیروگاه

1. Industrial Source Complex
2. Industrial Source Complex-Short Term
3. Industrial Source Complex-Long Term

احمدآباد هندوستان، در سال ۱۹۸۲ پخش آلودگی شرکت آرامکو، در سال ۱۹۸۳ پخش گاز گوگرد دی اکسید در شعیبیه کویت، در سال ۲۰۰۴ به‌منظور مطالعه تأثیر محدوده صنعتی بر مناطق مسکونی پیرامونی در ایتالیا، پخش نیتروژن و گوگرد اکسیدها در اطراف نیروگاه دهلی، در سال ۲۰۰۵ مطالعه تأثیر منطقه صنعتی حیدرآباد هندوستان بر مناطق اطراف، پخش آلاینده های گوگرد دی اکسید از ۴ نیروگاه حرارتی در کویت، در سال ۲۰۰۷ پیش‌بینی غلظت آلاینده های هوا در اطراف ایستگاه زباله سوزی در چین، در سال ۲۰۰۹ پخش آلاینده‌های هوا در اطراف نیروگاه مانگالور هندوستان، به کمک نرم افزار ISCST3 مدل‌سازی شد، که در تمام موارد نتایج حاصل از مدلسازی با نتایج اندازه‌گیری‌های مستقیم همخوانی پروانه‌ای داشتند که نشانگر اعتبار بالای مدل‌های ناشی از نرم افزار ISCST3 در مطالعه پخش آلاینده‌های هوا است. از این‌رو، با توجه به اثبات اعتبار گستردهٔ مدل‌های ارائه شده از طریق ISCST3 در بسیاری از کارهای گذشته، امروزه اعتبار مدل‌های ارائه شده توسط این نرم افزار بدون ارزیابی قابل تأییدند[۱۴،۱۵،۱۶].

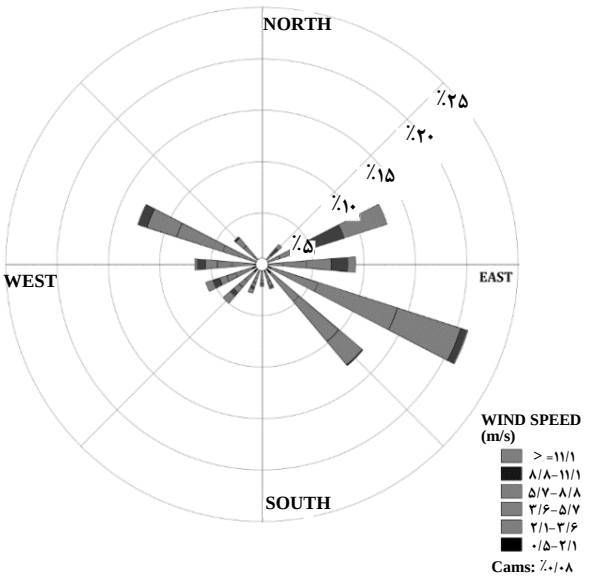
۱. ۴ میزان انتشار آلاینده‌ها و شرایط هواشناختی

به‌منظور مدل‌سازی پخش آلودگی هوا به کمک نرم‌افزار ISCST3 دو دسته اطلاعات ضروری است: ۱. اطلاعات منبع و منطقه‌ی مورد مطالعه؛ و ۲. داده‌های هواشناختی. اطلاعات منبع و منطقهٔ مورد مطالعه، حاوی پارامترهای انتخابی مدل به‌منظور مدل‌سازی، شرایط توپوگرافی (پست و بلند زمین) منطقه، اطلاعات منبع ایجاد آلودگی، اعم از نوع آلاینده، میزان آلایندهٔ ورودی به محیط، و ساختار فیزیکی منبع، و نیز مشخصات نقطه دریافت‌کننده آلاینده است. داده‌های هواشناختی به عنوان دومین دسته داده‌های مورد نیاز مدل‌سازی، شامل اطلاعات زمانی، دمای حباب خشک، وضعیت هوا از نظر ابری بودن یا نبودن و ارتفاع ابرها، رطوبت، جهت و سرعت وزش باد و ارتفاع اختلاط است.

این مدل، از اطلاعات هواشناختی به‌منظور محاسبه میزان صعود ستون دود، انتقال آلودگی، نفوذ و تجزیه ماده آلاینده بهره می‌گیرد. میزان تجزیه تر و تجزیه خشک به صورت جداگانه توسط نرم‌افزار محاسبه می‌شود و در نهایت میزان کل تجزیه آلودگی با مجموع تجزیه خشک و تر برابر است [۱۷،۱۸].

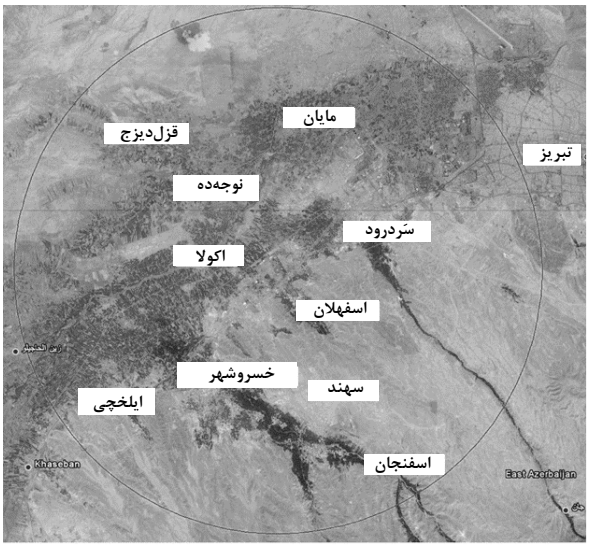
سوخت به‌کار رفته در نیروگاه تبریز حاوی هیدروکربن‌ها و نیز مقداری ناخالصی، از جمله ترکیبات گوگرد، است؛ هوا نیز به عنوان تامین‌کننده اکسیژن احتراق وارد کوره می‌شود. بر اثر احتراق سوخت کوره، تبدیل کربن به کربن دی اکسید و کربن مونوکسید، گوگرد به گوگرد دی اکسید و هیدوژن به آب، مهم‌ترین واکنش‌هایی‌اند که انجام می‌پذیرند. با توجه به وضعیت نسبتا ناپایدار جوی حاکم بر منطقه، ناشی از کاهش دما در فصل زمستان و مصرف نیروگاه از سوخت مازوت در این فصل، و به تبع آن انتشار مقادیر بسیار بالای گوگرد اکسیدها (بر خلاف سایر فصول)، مسئله آلودگی ناشی از نیروگاه تبریز در زمستان شدت دامنه‌دارتری یابد؛ از این‌رو در پژوهش حاضر، مدل‌سازی آلودگی و سنجش میزان انتشار آلاینده‌ها از دودکش نیروگاه در فصل زمستان انجام شده است. غلظت، دما، و سرعت گازهای خروجی با استناد به اطلاعات ثبت شده در مرکز اسناد نیروگاه تبریز، و وضعیت هوا از اطلاعات ایستگاه سینوپتیک تبریز استخراج و به‌کار گرفته شده است.

در شکل (۱) گلباد وزش باد در بازه زمانی سه ماهه زمستان سال۱۳۹۲ را در منطقه مورد بررسی مشاهده می‌کنید. جهت باد غالب منطقه شرق وجنوب شرق به غرب و شمال غرب است.



شکل ۱. گلباد وزش باد در بازه زمانی ۳ ماهه زمستان.

در شکل (۲) عکس هوایی منطقه مورد بررسی را مشاهده می‌کنید. مطابق شکل، در منطقه‌ای به شعاع ۱۵ کیلومتر و به مرکز نیروگاه حرارتی تبریز بیش از ۱۰ منطقه مسکونی مستقر است و شهر تبریز به عنوان بزرگترین شهر، در شرق نیروگاه حرارتی تبریز واقع شده است. در جدول (۴)، مشخصات دودکش و متوسط غلظت آلاینده‌های خروجی را در فصل زمستان درج کرده‌ایم.



شکل ۲. عکس هوایی منطقه مورد بررسی.

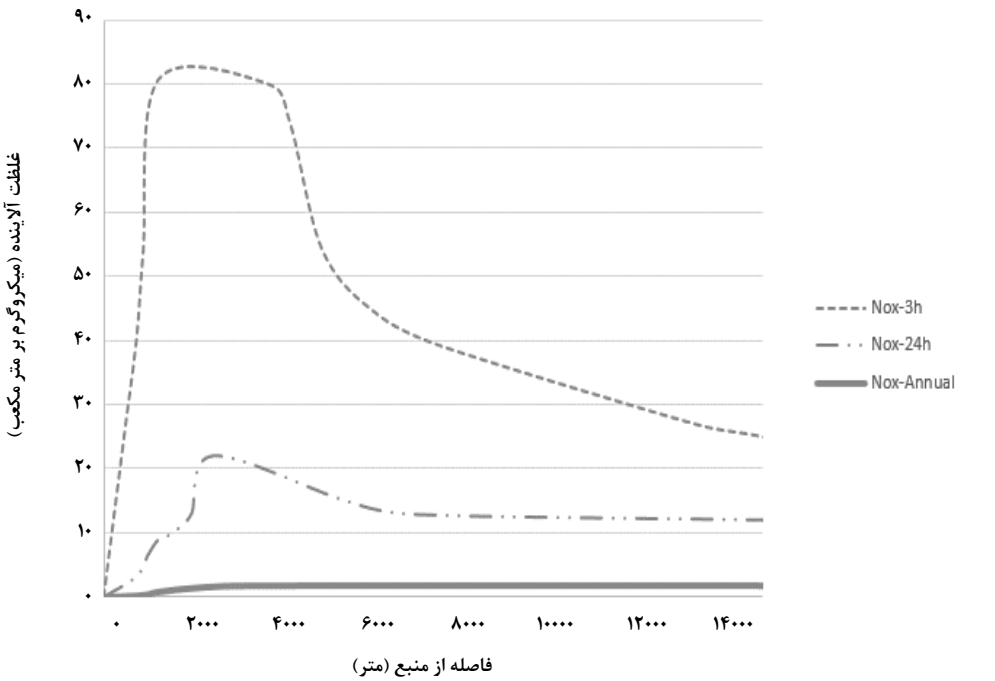
۲. نتایج و بحث

مدل‌سازی پخش آلاینده‌های نیتروژن اکسید و گوگرد دی اکسید بر اساس سه نوع استاندارد سه ساعته، ۲۴ ساعته و یک ساله، با اطلاعات میانگین سه ماهه هواشناسی (دی، بهمن و اسفند)، و شرایط انتشار آلاینده‌های مورد بررسی در فصل زمستان و با بهره‌گیری از نرم‌افزار ISCST3 انجام شد. برای انجام مدلسازی، شرایط انتشار مستقل از زمان، فقدان بر هم‌کنش بین منابع مختلف انتشار آلودگی در محدوده مورد بررسی، صرف نظر از کاهش غلظت آلاینده‌ها در اثر واکنش شیمیایی، جذب و یا ته‌نشینی و چشم‌پوشی از آثار ناشی از وجود سازه‌ها و ساختمان‌های اطراف منابع انتشار و جهت باد غالب منطقه (جنوب شرقی، شرق و شمال‌شرقی)، به‌عنوان فرضهای مدل در نظر گرفته شد. در شکل‌های (۳) و (۴)، به ترتیب، تغییرات غلظت نیتروژن اکسید و گوگرد دی اکسید بر سطح زمین را بر حسب فاصله از منبع (دودکش نیروگاه) مشاهده می‌کنید.

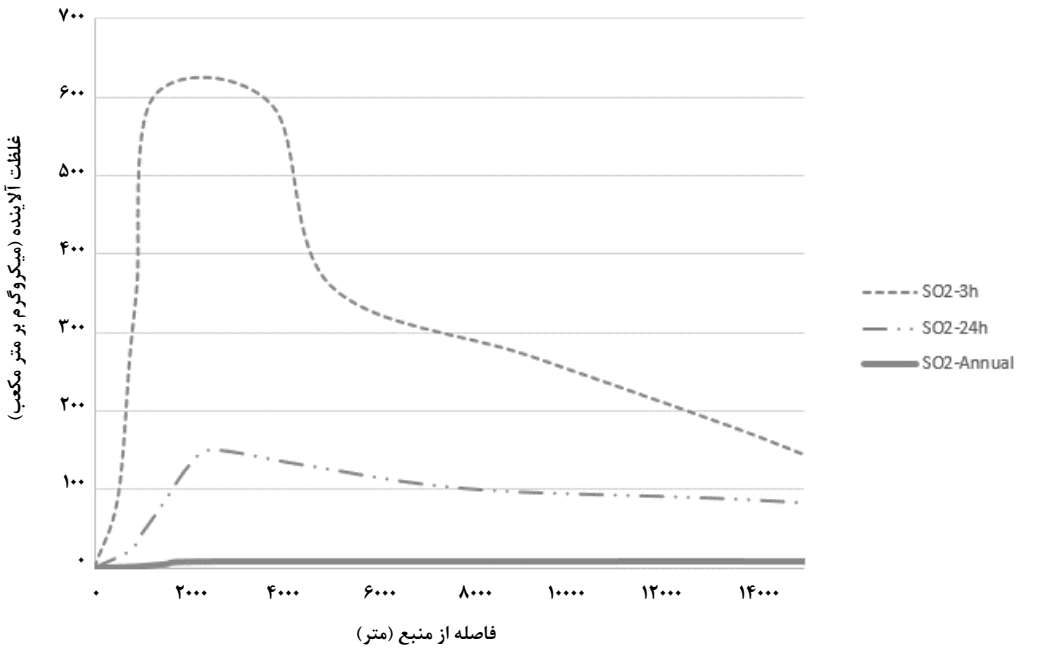
با توجه به پارامترهای جوی محدوده زمانی مورد مطالعه و نتایج مدلسازی، با استناد به استاندارد یکساله آلودگی، بیشترین غلظت نیتروژن اکسید ۱/۸ میکروگرم بر مترمکعب (۱/۹ ppb) و بیشترین غلظت گوگرد دی‌اکسید نیز ۹ میکروگرم بر متر مکعب (۲/۵۹ ppb) است که در فاصله ۲۵۰۰ متری منبع بر زمین می‌نشینند. بررسی نمودار حاصل از مدلسازی، طبق استانداردهای متوسط ۳ و ۲۴ ساعته نیز بیانگر این موضوع‌اند که بیشترین غلظت آلودگی در فاصله ۲۵۰۰ متری منبع انتشار مشاهده می‌شود که شامل هیچ منطقه مسکونی نیست. در طول مدت زمان مطالعه متوسط ۲۴ ساعته گوگرد اکسید، مقدار ۱۵۰ میکروگرم بر متر مکعب (۰/۰۵۷ppm) است که بیشتر از مقدار مجاز ۲۴ ساعته این آلاینده است. مقایسه میزان غلظت نیتروژن اکسید و گوگرد دی اکسید در فواصل مساوی از منبع، نشان می‌دهند که غلظت گوگرد دی اکسید بسیار بالاتر از غلظت نیتروژن اکسید است که این امر به دلیل وجود مقدار بالای ترکیبات گوگرد دار در داخل سوخت مازوت است. با مقایسه مقادیر غلظت شکلهای (۳) و (۴) و مقادیر استانداردهای ذکر شده در جدولهای (۱) و (۲)، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در محدوده زمانی مورد مطالعه، غلظت آلاینده نیتروژن اکسید بر خلاف گوگرد دی اکسید، حدود استانداردهای اولیه و یا ثانویه را نقض نکرده‌است. شکلهای (۵) و (۶)، به ترتیب، الگوی پخش آلودگی برای دو آلایندهٔ نیتروژن اکسید و گوگرد دی اکسید در محدوده زمانی مورد مطالعه را نشان می‌دهند (منابع آلاینده در مختصات ۲۰۰۰۰ افقی و ۲۰۰۰۰ قائم قرار گرفته‌اند).

جدول ۴. مشخصات دودکش‌ها وآلاینده‌های خروجی[۱۹].

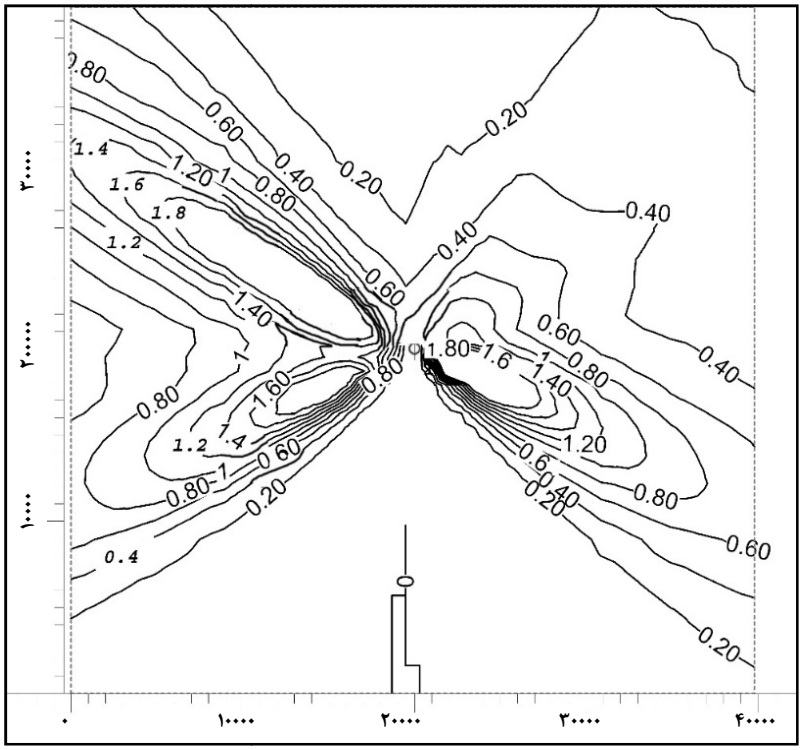
شماره منبع	مختصات		ارتفاع دودکش (متر)	قطر دودکش (متر)	دمای گازهای خروجی (درجه سلسیوس)	سرعت گازهای خروجی (متر بر ثانیه)	غلظت گوگرد دی اکسید (ppm)	غلظت نیتروژن اکسید (ppm)
	X	Y						
۱	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۲۰	۵	۱۶۷	۳۲/۶	۱۲۷۵	۴۳۵
۲	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۲۰	۵	۱۶۷	۳۲/۶	۶۱۸	۱۸۹



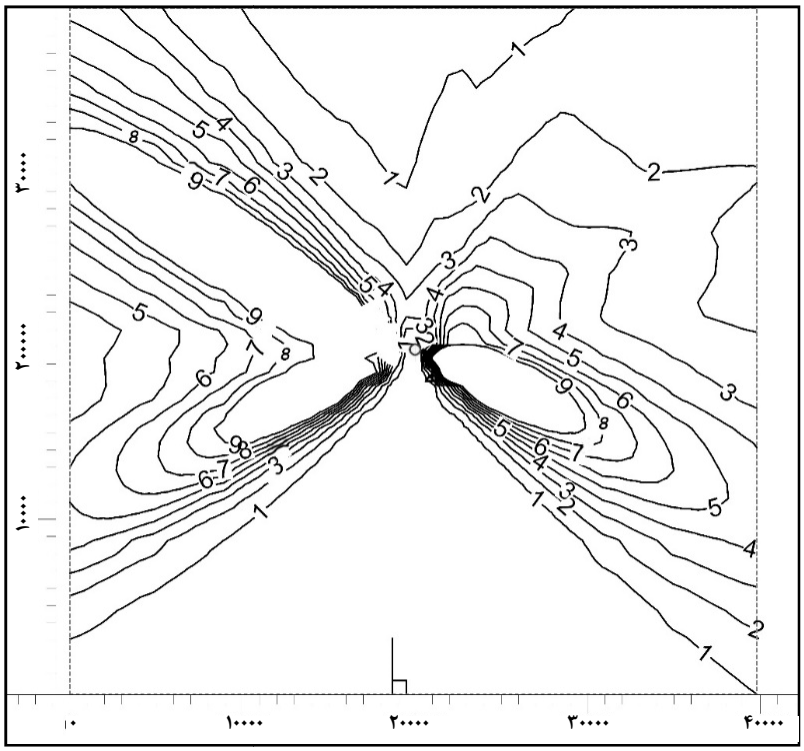
شکل ۳. تغییرات غلظت آلاینده نیتروژن اکسید بر حسب فاصله از منبع.



شکل ۴. تغییرات غلظت آلاینده گوگرد دی اکسید بر حسب فاصله از منبع.



شکل ۵. الگوی پخش نیتروژن اکسید در اطراف نیروگاه تبریز.



شکل۶. الگوی پخش گوگرد دی اکسید در اطراف نیروگاه تبریز.

بنابر آنچه گفته شد، شکلهای (۵) و(۶) الگوی پخش دو گاز آلاینده مدلسازی شده را برحسب سرعت‌ها و جهت‌های باد مختلف نشان می‌دهند. از روی خطوط غلظت در این شکلها می‌توان به نتایج زیر رسید:

- مکان‌ها و زمان‌هایی را مشخص کرد که غلظت آلاینده از میزان استانداردهای آلودگی هوا تجاوز کرده‌است؛
- این مدل می‌تواند در صنعت به‌منظور پیش‌بینی میزان غلظت آلاینده‌ها در شرایط جوی مشخصی به‌کار گرفته شود؛
- این مدل را می‌توان به‌منظور مکان‌یابی بهینه یک کارخانه و یا منطقه صنعتی جدید به‌کار گرفت؛
- گلباد ۳ ماهه زمستان ۱۳۹۲ (شکل (۱)) حاکی از آن است که باد ۴۵ درجه غالب است، پس با توجه به شکلهای (۵) و (۶) منطقهٔ بیشترین میزان غلظت آلودگی در زمان مورد مطالعه نوجه ده، خسروشهر و اسفهلان است (شکلهای (۵) و (۶)).

به طور کلی، برخی عوامل موثر در پخش آلاینده‌ها در اطراف نیروگاه تبریز را می‌توان از این قرار جمعبندی کرد:

پایداری جوّی: در شرایط ناپایدار، آلاینده‌ها پخش می‌شوند و به مناطق دورتری از منابع منتقل نمی‌شوند.

سرعت گازهای خروجی از دودکش: با افزایش سرعت گازهای خروجی، ارتفاع ستون دود افزایش می‌یابد و آلاینده‌ها بهتر پخش می‌شوند و غلظت آلاینده‌ها بر سطح زمین کاهش می‌یابد.

گرمای گازهای خروجی از دودکش: با افزایش دمای گازهای خروجی، چگالی گازها کاهش می‌یابد و گازها به لایه‌های بالاتر صعود می‌کنند، و در نتیجه غلظت آلاینده‌ها بر سطح زمین کاهش می‌یابد.

سرعت باد: افزایش سرعت باد باعث کاهش پخش آلاینده‌ها می‌شود و آلاینده‌ها نسبت به دودکش‌ها مسافت بیشتری طی می‌کنند.

دمای هوا: با افزایش دمای هوا ضریب پخش و در نتیجه میزان پخش افزایش می‌یابد و آلاینده‌ها در فاصله نزدیکتری نسبت به منابع به زمین می‌رسند.

عوامل یادشده در بالا که بیانگر پارامترهای موثر در پخش آلاینده‌های هوا هستند، می‌توانند به مسئولان و مدیران کنترل آلودگی هوا در تصمیم‌گیری‌ها کمک کنند.

۳. نتیجه‌گیری کلی

منابع تولید آلودگی هوا تقریبا شناخته شده‌اند و عوامل مهم آن عبارت‌اند از میزان تولید آلودگی، نوع و موقعیت منبع. فرآیند انتقال نیز تحت تاثیر شرایط آب و هوایی، شرایط زمین (از نظر پستی و بلندی و زبری سطح) و نیز شرایط اقلیمی یک منطقه قرار می‌گیرد. گیرنده‌ها، و درواقع دریافت کننده‌های آلودگی، انسان‌ها، گیاهان، حیوانات، مواد و ساختمان‌ها هستند. مدل‌های پخش آلودگی هوا ابزار توانمندی برای بررسی انتشار و غلظت آلاینده‌ها به‌شمار می‌آیند و با توجه به این که اندازه‌گیری غلظت آلاینده در هر نقطه امکان‌پذیر نیست، مدل‌ها می‌توانند وسیله‌ای برای استنتاج غلظت در آن نقاط باشند.

در این تحقیق، پس از تعریف آلودگی هوا، خلاصه‌ای از راه‌کارهای کنترل منابع آلایندهٔ هوا بیان شد. در ادامه، با بهره‌گیری از مدل ISCST3 که از سوی سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا تدوین و توصیه شده و از جانب سازمان‌ها و نهادی مختلف زیست‌محیطی برای به‌کارگیری در مدل‌سازی پخش آلاینده‌های هوا استفاده می‌شود، مدل‌سازی پخش آلودگی هوا در اطراف نیروگاه حرارتی تبریز با در نظر گرفتن اطلاعات هواشناسی متوسط ۳ ماهه دی، بهمن و اسفند و شرایط انتشار آلاینده ها در فصل زمستان انجام شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهند که در روزهای مورد مطالعه، در هیچ یک از مناطق مسکونی اطراف نیروگاه تبریز میزان غلظت آلاینده نیتروژن اکسید از استانداردهای زیست محیطی تجاوز نمی‌کند، اما متوسط ۲۴ ساعته غلظت گوگرد دی اکسید در فاصله ۲۵۰۰ متری نیروگاه بیش از مقدار استاندارد است.

۴. سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از همکاری صمیمانه مرکز اسناد و کتابخانه دیجیتال شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر) و کلیه همکاران در مرکز تحقیقات مهندسی محیط‌زیست دانشگاه صنعتی سهند تبریز سپاسگزاری می‌کنند.

مراجع

[۱] کاه‌فروشان، د.، فاتحی‌فر، ا.، قلیشخانی، م.، احمدی، ج.، "ارزیابی میزان آلودگی هوا در واحدهای فرآورش نفت و گاز منتخب "، دومین همایش ملی مدیریت آلودگی هوا و صدا، ۵-۳، تهران (۱۳۹۲).

[۲] جواهری، ه.، ظروفچی بنیس، خ.، "مقایسه CALPUFF و AERMOD در مدل‌سازی پخش جوی دی اکسید گوگرد"، اولین کنفرانس بین‌المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی، ۶-۲، تهران (۱۳۹۱).

[۳] ظروفچی، م.، فاتحی‌فر، ا.، احمدی، ج.، محمدی، م.،"مدل‌سازی پخش آلودگی هوا با استفاده از مدل ISCST در اطراف شرکت پالایش نفت تبریز"، نشریه عمران و محیط‌زیست، ۴۴ (۳)، ۴۶-۴۲(۱۳۹۳).

[۴] هووارد، س.، دونالد، ر.، چبانوگلاس، ج.، مهندسی محیط زیست، ترجمه کی‌نژاد. م.؛ ابراهیمی. س. جلد۲، ۲۰-۱، ویرایش دوم، تبریز.؛ دانشگاه صنعتی سهند (۱۳۸۵).

[۵] سازمان محیط زیست ایران، استانداردهای کیفیت هوا، استاندارد هوای آزاد، مصوب ۱۳۷۳/۹/۲۰، www.irandoe.org، ۱۰ اردیبهشت (۱۳۹۰).

[6] Licht, W., Air Pollution Control Engineering, 1-13, Second Edition, CRC Press, New York (1988).

[7] Gurjar, R. B., Lusa, T. M., Chandra, S. P., Air Pollution, 20-29, First Edition, CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, New York (2010).

[8] Davidson, M., Vilhena, M., Air pollution and Turbulence, 130-134, First Edition, CRC press, New York (2010).

[9] Abdul-Wahab, S. A., Alalawi, A. M., Elzawahry, A.,"patterns of SO_2 emissions: a refinery case study", Environment Modelling& software, 17, 563–570 (2002).

[۱۰] پیروزپناه، و.، اکبریه، و.، "دوگانه سوز کردن نیروگاه حرارتی تبریز با استفاده از سوخت‌های گازی و امکان کاهش آلاینده‌ها"، ۱۰-۲،شانزدهمین کنفرانس بین‌المللی برق، بندرعباس،(۱۳۹۰).

[11] Wang, L., Parker, D. B., Parnell, C. B., Lacey, R. E., Shaw, B. W., "Comparison of CALPUFF and ISCST33 models for predicting downwind odor and source emission rates", Atmospheric Environment, 40, 4663–4669 (2006).

[12] Jesse, L.,Cristiane, L., Michael, A. J., User's Guide of ISC-AERMOD View, 17-30, First Edition, Canada Lakes Environmental Software,Waterloo, Ontario (2002).

[13] Users guide for the Industrial Source Complex (ISC) dispersion models, 13-111, Volume 2, first Edition, EPA,USA (1995).

[14] Mahapatra, A., Ramjeawon, T., "Prediction of Ground-Level concentration of sulfur dioxide downwind of an industrial estate in Mauritius using ISCST3 model and selection of air pollution control system", Water Air Soil Pollution, 219, 203-21(2011).

[15] Abdulwahab, S., AlAlavi, S., Elzawahry, A., "Patterns of SO_2 emissions: a refinery case study", Environmental modelling & software, 17, 563-57(2012).

[16] [16] Bandyopadhyay, A., "Prediction of ground level concentration of sulfur dioxide using ISCST3 model in Mangolare industrial region of India", Clean Techn Environ Policy, 11, 173-188(2009).

[۱۷] کنعانی هرندی، م.، فاتحی‌فر، ا.، مرشدی، ح.، "شبیه‌سازی پخش آلاینده‌های گازی از دودکش‌های صنعتی با در نظر گرفتن ساختمان‌های اطراف"، نشریه عمران و محیط‌زیست، ۳۹ (۴)، ۳۷-۴۶ (۱۳۸۸).

[۱۸] فاتحی‌فر، ا.، کی‌نژاد، م.ع.، گزارش طراحی بهینه تعداد و محل ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا با حساسیت به منابع در شرکت پالایش نفت تبریز ،۳۰-۲۷، دانشگاه صنعتی سهند، تبریز (۱۳۹۱).

[۱۹] صمدی، ر.، کرباسی، ع.، رحیمی، ن.، "مدلسازی پراکنش آلاینده‌های هوا در نیروگاه‌های اصفهان و تبریز"، ۴۸۰-۴۷۹، سومین همایش ملی انرژی، کرج (۱۳۸۰).