



دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

سال سوم، شماره‌ی ۱۰
بهار ۱۳۹۱، صفحات ۳۹-۴۶

مدل سازی پراکنش گاز مونوکسید کربن (CO) خروجی کارخانه‌های تولید فولاد

سارا ندیمی بوشهری

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، مرکز تحصیلات تکمیلی، تهران، ایران

sara_nadimi@yahoo.com

مهدی ارجمند

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، مرکز تحصیلات تکمیلی، تهران، ایران

m_arjmand@azad.ac.ir

داود رشتچیان

دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران

rashtchian@sharif.edu

رامین علی‌نژاد شهابی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، مرکز تحصیلات تکمیلی، تهران، ایران

ramin.alinejadshahabi@gmail.com

چکیده

کنترل و کاهش پیامدهای ناشی از انتشار آلاینده‌ها، مستلزم مدل‌سازی الگوی پراکنش این گازها از منبع و بررسی دامنه انتشار و اثرات زیست محیطی آن‌ها می‌باشد. در این تحقیق با توجه به اینکه صنعت فولاد به عنوان یکی از شاخص‌های ارزیابی صنعتی بودن کشورها در جهان بسیار حائز اهمیت است، مطالعه موردی بر روی پراکنش آلاینده خروجی مونوکسید کربن کارخانه فولاد تاکستان (محیط‌های صنعتی با تراکم بالای جمعیت) انجام گرفته است. داده‌های خام توسط نرم افزار به اطلاعات قابل لمس تبدیل شده و در این طرح عرضه شده است. برای این منظور نرم افزار پیشرفته PHAST 6.54 انتخاب شده است که یکی از بهترین و دقیق‌ترین ابزارهای ارائه شده برای مدل‌سازی پراکنش مواد

در محیط می‌باشد. اطلاعات فرآیندی و همچنین شرایط مکانی و جوی به عنوان اطلاعات اصلی ورودی به نرم افزار، مورد استفاده قرار گرفته که در میان شرایط جوی مختلف به صورت محافظه کارانه، بحرانی‌ترین شرایط احتمالی در نظر گرفته شده است. با استناد به نتایج به دست آمده از مدل‌سازی، مشاهده شد که برای گاز CO با توجه به ارتفاع ۲۵ متری خروجی دودکش، شرایط هوای خطرناک تنها در مکان‌هایی با ارتفاع بیش از ۲۳ متر تا ارتفاع حدود ۲۷ متر و فاصله ۳۶ متر از دودکش می‌تواند وجود داشته باشد. این گاز نهایتاً تا ارتفاع ۲۲ متری نزول کرده، لذا به زمین نمی‌رسد که از دلایل اصلی آن سبک‌تر بودن این گاز نسبت به هوا و انتخاب ارتفاع مناسب خروجی دودکش می‌باشد. نتایج حاصل از این مطالعات، امکان بررسی بحران حاصل از انتشار آلاینده‌های سمی را به جامعه می‌دهد.

کلید واژه‌ها: مدل‌سازی، مونوکسید کربن، آلودگی هوا، صنعت فولاد، پراکنش آلاینده‌ها، نرم افزار PHAST 6.54

مقدمه

انسان زنده بماند به صورت یک فرد نباتی به زندگی خود ادامه خواهد داد زیرا تا به امروز برای بهبود سلول‌های مغزی، هیچ راهی وجود نداشته‌است.

در انتشار آلاینده‌ها (همچون گاز مسموم کننده مونوکسید کربن) عوامل بسیار پیچیده‌ای دخیل می‌باشند. این عوامل عبارتند از منبع آلودگی، متغیرهای جوی، شرایط جغرافیایی و ... که می‌بایست با توجه به داده‌های موجود و فرضیات دقیق و نزدیک به واقعیت در نظر گرفته شوند. یکی از منابع ورود گاز مخرب مونوکسید کربن به محیط، دودکش‌های کارخانه‌های فولادسازی است. صنعت فولاد نقش مهمی را در کشور ایفا می‌کند اما تولید این کالای استراتژیک باعث انتشار آلاینده‌هایی از جمله گاز مونوکسید کربن می‌گردد. بنابراین بررسی چگونگی پراکنش این گاز سمی بسیار حائز اهمیت است.

پیشگیری از خطرات تکنولوژیکی در سایت‌های صنعتی، نیازمند تخمین عواقب سناریوهای مختلف می‌باشد. یک نوآوری مهم برای محاسبه نتایج از طریق مدل‌سازی انتشار اتمسفری، به خصوص آزاد شدن محصولات سمی می‌باشد. این امر بسیار مهم است که محاسبات بر پایه بهترین دانش‌های علمی موجود باشد. این موضوع تعداد زیادی از مطالعات را از ابتدای دهه ۸۰ با توسعه مدل‌های عددی در برگرفته است که هم اکنون برای اهداف جلوگیری از تلفات در مهندسی فرآیندهای شیمیایی به کار گرفته می‌شوند [۵]. جهت انجام مدل‌سازی پراکنش گازها،

آلودگی هوا یکی از مشکلات عمده دنیای مدرن است که افزایش غلظت آن سلامتی انسان را تهدید می‌کند. رشد فعالیت‌های صنعتی، افزایش میزان آلاینده‌های خطرناک را به دنبال داشته است که پیامدهای ناشی از انتشار آن‌ها در هوا به یک معضل جهانی تبدیل شده است و مقابله با آن مطالعات خاص خود را می‌طلبد. در این میان انتشار گاز بی‌رنگ، بی‌بو و سمی مونوکسید کربن از اهمیت بالایی برخوردار است. میل ترکیبی مونوکسید کربن با هموگلوبین خون تقریباً ۲۳۰ برابر اکسیژن است. در هنگام استنشاق، این گاز به سرعت با هموگلوبین خون ترکیب شده و ترکیب کربوکسی هموگلوبین را به وجود می‌آورد. بر اساس پژوهش‌های انجام شده، وقتی سطح اشباع هموگلوبین کربنی خون در حدود ۲۰٪ باشد، به قلب صدمه زده و به بافت خون‌گیر زیان می‌رساند. غلظت بالای این گاز بسیار خطرناک است و حتی ممکن است به مرگ منجر شود. مشکلات و بیماری‌های قلبی عروقی نیز به طور مستقیم با آلودگی هوا به علت وجود مونوکسید کربن ارتباط دارد. هم اکنون ۱۰ تا ۱۵ درصد جمعیت ایران، دچار آلرژی‌های مرتبط با آلودگی‌های هوا و بیماری‌های قلبی و عروقی ناشی از وجود گاز مونوکسید کربن در کشور هستند. در میان تمام اندام‌ها، مغز متوجه بیش‌ترین آسیب است. زمانی که اکسیژن کافی به سلول‌های مغزی نمی‌رسد سلول‌های مخچه از بین رفته و سطح حافظه فرد به شدت کاهش پیدا می‌کند. با ادامه مرگ سلول‌های مغزی اگر هم

مقدار شاخص کیفیت هوا (AQI)	سطح سلامتی	بیانیه احتیاط
زمانی که شاخص کیفیت هوا در این محدوده است:	شرایط کیفیت هوا عبارتست از:	اثرات مخرب بر روی سلامت:
0-50	خوب	کیفیت هوا رضایت بخش بوده و آلودگی هوا کم یا بی خطر است.
51-100	متوسط	کیفیت هوا قابل قبول است؛ با این حال، برخی از آلاینده‌ها ممکن است برای تعداد بسیار کمی از افراد که به طور غیرمنتظره‌ای نسبت به آلودگی هوا حساس هستند اندکی مشکل ساز باشد.
101-150	ناسالم برای افراد حساس	تشدید خفیف علائم در میان افراد مستعد. عموم مردم به احتمال زیاد تحت تأثیر قرار ندارند.
151-200	ناسالم	سلامتی همه مردم در معرض تهدید قرار دارد، گروه‌های حساس ممکن است با عوارض جدی‌تری مواجه شوند.
201-300	خیلی ناسالم	هشدار عموم مردم به احتمال زیاد با عوارض جانی آلودگی هوا مواجه می‌شوند.
301-500	خطرناک	شرایط اضطراری برای سلامتی عموم مردم

شاخص‌های آلودگی هوا به طور معمول برای تعیین سطح شدت آلودگی هوا برای عموم به کار می‌رود. استانداردهای آلودگی هوا (PSI)، ابتدا برای پاسخ به افزایش تعداد افرادی که به دلیل آلودگی هوا رنج می‌برند توسعه یافت [۸].

نرم‌افزارهای کاربردی مختلفی موجود است. بنابراین کنترل و کاهش پیامدهای ناشی از انتشار آلاینده‌های سمی همچون مونوکسید کربن در جوامع صنعتی پرجمعیت با استناد به کارهای علمی و استفاده از نرم‌افزارهای روز جهانی میسر می‌شود.

شاخص کیفیت هوا^۱ AQI

سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا یا EPA^۲ و دیگران در تلاش بوده‌اند تا ترتیبی دهند که کیفیت هوا نیز همانند وضعیت آب و هوایی، قابل پیش‌بینی باشد. کلید حل این مسأله تعیین شاخص کیفیت هوا یا AQI^۳ است. این شاخص روزانه کیفیت هوا را پیش‌بینی می‌کند. با توجه به این شاخص معلوم می‌شود که هوا پاک یا آلوده است و میزان تأثیرات هوای آلوده بر سلامتی انسان را نشان می‌دهد [۶و۱]. تعداد داده‌های کنترل کیفیت هوا در مناطق شهری به دلیل نصب و اجرای تعداد بیشتر شبکه‌های نظارت، فراوان‌تر است. آلاینده‌های مختلفی توسط هر ایستگاه نظارت می‌شود و متوسط روزانه یا ساعتی تجمعی داده‌ها محاسبه می‌گردد. بنابراین شبکه‌های نظارت بر سلامت هوا، داده‌های بسیاری را تولید کرده و در نتیجه، تعبیر آن‌ها توسط مقامات دولتی و ارائه آن‌ها به مردم، کار دشواری است. علاوه بر این، انتشار منابع اطلاعات نظیر اینترنت، تلفیق مقدار زیادی از داده‌های جمع‌آوری شده از شبکه‌های نظارت را به صورت چند شاخص ساده امکان‌پذیر می‌نماید. این شاخص با توجه به پنج آلاینده تعیین می‌گردد که عبارتند از مونوکسید کربن، دی اکسید نیتروژن، ازن، ذرات معلق و دی اکسید گوگرد. غلظت آلاینده‌ها به یک شاخص عددی مرتبط می‌شود که مقدار آن بین ۰ تا ۵۰۰ است. این رنج به چند بازه تقسیم‌بندی می‌گردد که در جدول ۱ آورده شده‌است [۷و۶].

جدول ۱: فواصل AQI و تعبیر کلی آن‌ها از نظر کیفیت هوا

^۱ Air Quality Index
^۲ Environmental Protection Agency
^۳ Air Quality Index

انتخاب سناریو

برای تعریف سناریو محتمل با توجه به عنوان مقاله که مدل‌سازی پخش گاز مونوکسید کربن خروجی کارخانجات تولید فولاد می‌باشد، الگوی انتشار این گاز از دودکش سایت به صورت مداوم سناریو مورد بررسی می‌باشد.

تحلیل شرایط

در این مرحله تلاش می‌شود تمام شرایط فیزیکی تأثیرگذار بر حادثه شناسایی شود. یعنی عواملی که بر چگونگی شکل‌گیری و پیشرفت پیامدهای ناشی از سناریوها مؤثرند باید مشخص شوند. بروز پیامدهای مختلف زیست محیطی در بسیاری از موارد قابل پیش‌بینی و اجتناب نمی‌باشد. پیش‌بینی این پیامدها در زمان و مکان‌های مختلف، مستلزم شناخت و ارزیابی مکان‌های پرخطر، بررسی دامنه گسترش اثرات آلاینده‌ها، موقعیت و شرایط حاکم می‌باشد. از مهم‌ترین این موارد، شرایط آب و هوایی است. برای تعیین شرایط جوی در سناریو، به صورت محافظه‌کارانه، پایدارترین شرایط احتمالی در نظر گرفته شده است زیرا باعث کاهش زمان و حجم محاسبات به گونه‌ای چشمگیر می‌شود و همچنین در شرایط بحرانی بدتر از این حالت به وجود نمی‌آید. مکان مورد مطالعه، مجتمع فولاد البرز تاکستان می‌باشد. این کارخانه در زمینی به وسعت ده هکتار واقع در کیلومتر ۲ جاده ترانزیت تاکستان- زنجان قرار دارد. این مجتمع با هدف تولید مفتول، میلگرد و مقاطع سبک فولادی در سال ۱۳۷۷ با ظرفیت سالانه یک صد هزار تن تأسیس گردیده است. با توسعه تدریجی شهر و نزدیک شدن انواع ابنیه مسکونی، تجاری، خدماتی و صنعتی به این مجتمع، مقوله‌های مختلف رعایت اصول ایمنی، حفاظت محیط زیست، فضای شهری و همین‌طور کاهش ریسک در تعامل بین این مجتمع و محیط اطراف، مورد توجه بیشتری قرار می‌گیرد. در شکل ۱ نمایی از این مجتمع ارائه شده است. همان‌طور که در نقشه مشخص شده دانشگاه آزاد تاکستان محلی با تراکم بالای جمعیت است که در حومه‌ی

در جدول ۲، شاخص کیفیت هوا (AQI) برای آلاینده مونوکسید کربن ارائه شده است [۲ و ۳ و ۶ و ۹ و ۱۰].

جدول ۲: شاخص کیفیت هوا یا AQI برای گاز مونوکسید کربن

مقدار غلظت گاز مونوکسید کربن (ppm) بر اساس متوسط یک ساعت	مقدار شاخص	سطح سلامتی	بیانیه احتیاط
0.000-4.4	0-50	خوب	-
4.5-4.9	51-100	متوسط	-
9.5-12.4	101-150	ناسالم برای افراد حساس	افراد دارای بیماری قلبی و ریوی، افراد مسن و کودکان باید از طولانی قرار گرفتن در محیط با فعالیت شدید خودداری کنند.
12.5-15.4	151-200	ناسالم	افراد دارای بیماری قلبی و آئزین صدری باید از فعالیت متوسط و از قرار گرفتن در کنار منبع ایجاد مونوکسید کربن نظیر ترافیک سنگین خودداری کنند.
15.5-30.4	201-300	خیلی ناسالم	افراد دارای بیماری قلبی و آئزین صدری باید از فعالیت و از قرار گرفتن در کنار منبع ایجاد مونوکسید کربن نظیر ترافیک سنگین خودداری کنند.
30.5 +	301-500	خطرناک	افراد دارای بیماری قلبی و آئزین صدری باید از فعالیت و از قرار گرفتن در کنار منبع ایجاد مونوکسید کربن نظیر ترافیک سنگین خودداری کنند. سایر افراد باید از فعالیت شدید خودداری کنند.

اهداف

تعیین دامنه گسترش گاز سمی مونوکسید کربن، تشخیص خطرات ناشی از غلظت‌های مضر بر ساکنان شهرک صنعتی و اطراف آن و بررسی اینکه آیا موقعیت‌یابی واحد صنعتی به درستی انجام گرفته و حریم ایمن رعایت شده یا خیر.

جدول ۴ ارائه شده است [۴].

جدول ۴: وضعیت آب و هوایی تاجستان در ماه‌های مختلف سال ۲۰۰۲

بر اساس جدول ۴، بیشترین سرعت باد غالب مربوط به ماه دسامبر و حدود ۶/۳۷ متر بر ثانیه و کمترین آن در ماه نوامبر و حدود ۳/۰۸ متر بر ثانیه است.

انتخاب کلاس پایداری جو از موارد قابل توجه در مدل‌سازی پخش مواد می‌باشد. در جدول ۵، کلاس‌های پایداری منتخب برای ماه‌های مختلف سال بر اساس معیار پایداری پاسکوییل نمایش داده شده است.

جدول ۵: کلاس‌های پایداری جو برای ماه‌های مختلف سال

پارامتر	سالانه	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
سرعت باد غالب (متر بر ثانیه)	۶/۷۸	۵/۶۵	۳/۹۱	۳/۶۵	۶/۸۸	۳/۶۵	۵/۰۹	۶/۸۸	۶/۴۲	۳/۸۶	۳/۸۶	۳/۰۸	۶/۳۷
کلاس‌های جوی	B-C-D-E	C-D	B-C-D-E	B-C-D-E	B-C-D-E	B-C-D-E	C-D	B-C-D-E	B-C-D-E	B-C-D-E	B-C-D-E	B-C-D-E	C-D
کلاس جوی منتخب	E	D	E	E	E	E	D	E	E	E	E	E	D

با عنایت به توضیحاتی که در بخش تحلیل شرایط داده شد در انتخاب داده‌های آب و هوایی شرایط بحرانی را در نظر می‌گیریم. بنابراین ماه نوامبر با کمترین میزان سرعت باد (حدود ۳/۰۸ متر بر ثانیه) با جهت غالب ۱۳۵ درجه، دمای میانگین نسبتاً پایین ۸/۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی میانگین ۶۱ درصد انتخاب می‌شود و پایدارترین کلاس جوی مربوط به این ماه که مطابق جدول ۵ کلاس جوی E می‌باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

استفاده از نرم افزار PHAST6.54^۴ برای مدل‌سازی

مدل‌سازی پیامد، شامل مدل‌سازی رهائش مواد در محیط و به دنبال آن مدل‌سازی پیامدهای ناشی از سمیت، اشتعال یا

این شهرک صنعتی قرار دارد و امکان آسیب‌پذیری بیشتری خواهد داشت.

شکل ۱: نمایی از محل مجتمع فولاد البرز تاجستان



داده‌ها و اطلاعات

در ادامه اطلاعات فرآیندی، مشخصات فیزیکی مدل و شرایط آب و هوایی منطقه تاجستان که جهت مدل‌سازی پخش گازها مورد استفاده قرار گرفته، ارائه شده است.

- اطلاعات فرآیندی و مشخصات فیزیکی

مشخصات و اطلاعات فرآیندی مربوط به دودکش کوره پیش‌گرم واحد نورد کارخانه فولاد البرز تاجستان می‌باشد، اطلاعات فرآیندی و مشخصات دودکش مذکور جهت مدل‌سازی در جدول ۳ گنجانده شده است.

جدول ۳: اطلاعات فرآیندی و مشخصات دودکش

پارامتر	فقطر دودکش	دبی جوی CO	دبی جوی SO ₂	دبی جوی NO _x	دبی کل گاز خروجی در شرایط استاندارد	ارتفاع دودش	دمای گاز خروجی	سرعت گازهای خروجی
واحد	Cm	gr/s	gr/s	gr/s	M ³ /s	M	C ^o	m/s
مقدار	۱۵۰	۳۱۱۶	۱۳۲۷	۰/۸	۴/۷۲	۲۵	۱۸۶۷	۲/۶۷

- شرایط آب و هوایی

داده‌های آب و هوایی مورد نیاز جهت مدل‌سازی برای ماه‌های مختلف سال در شهر تاجستان، طبق آخرین اطلاعات موجود در

پارامتر	سالانه	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
جهت غالب	۱۳۵	۱۳۵	۲۲۰	۹۰	۱۳۵	۲۲۰	۱۳۵	۱۳۵	۱۳۵	۱۳۵	۱۳۵	۱۳۵	۱۳۵
سرعت باد غالب (متر بر ثانیه)	۹/۳	۱۱	۷/۶	۷/۱	۹/۵	۷/۱	۸/۶	۹/۹	۹/۵	۸/۶	۷/۵	۶	۱۳/۴
دمای میانگین (C)	۱۴/۶	۱۸	۵/۲	۹/۷	۱۲/۸	۱۷/۵	۲۲/۸	۳۶/۲	۲۵/۹	۲۲/۷	۱۸/۷	۸/۷	-۰/۷
رطوبت نسبی میانگین (%)	۵۰	۷۴	۵۵	۴۶	۵۷	۴۴	۳۱	۳۴	۳۸	۴۱	۴۳	۶۱	۸۰

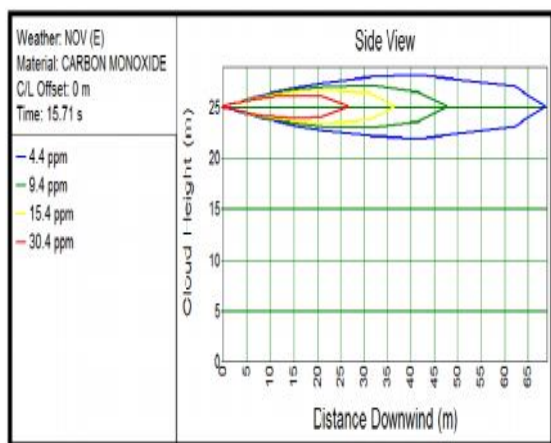
⁴ Process Hazard Analysis Software Tool

که عبارتند از: میزان غلظت ۴/۴ ppm با رنگ آبی که معرف شاخص ۵۰ و ناحیه خوب از نظر سطح سلامتی، لایه دیگر با مقدار غلظت ۹/۴ ppm با رنگ زرد بیان کننده شاخص ۱۰۰ و ناحیه متوسط از حیث سلامتی، سطح غلظت بعدی با عدد غلظت ۱۵/۴ ppm با رنگ سبز نشان دهنده شاخص ۲۰۰ و منطقه ناسالم از جهت سلامتی است و در نهایت نزدیکترین لایه به دودکش، لایه قرمز رنگ، بیانگر غلظت ۳۰/۴ ppm بوده که شاخص ۳۰۰ را نشان می‌دهد و این ناحیه از جو جزء ناحیه خیلی ناسالم و یا حتی خطرناک محسوب می‌شود.

در نمایش شکل‌های ۲ و ۳، نکات زیر در نظر گرفته شده- است.

۱- با توجه به این که غلظت گاز در فواصل مختلف متفاوت است لذا نتایج برای غلظت‌های منتخب نمایش داده شده است.

۲- با توجه به این که جهت باد در طی روز تغییر می‌کند لذا نتایج نمای از بالا برای نواحی تحت تأثیر^۶ به صورت دوایر و جهت باد غالب به صورت خطوط بیضوی رسم شده است. شکل ۲: نمای جانبی از نحوه انتشار گاز مونوکسید کربن از دودکش کارخانه فولاد پاکستان در ماه November



شکل ۳: نحوه انتشار گاز مونوکسید کربن خروجی از دودکش کارخانه فولاد پاکستان در سطح دودکش برای ماه November در نمای از بالا

انفجار این مواد می‌باشد. امروزه این کار به دلیل پیچیدگی معادلات و زمان‌بر بودن حل آن‌ها، توسط نرم‌افزارها در رایانه انجام می‌گیرد. نرم‌افزارهای مختلفی موجود است که قادر به محاسبه پخش مواد هستند.

PHAST نرم‌افزار ابزار تحلیل فرآیند خطر، یک ابزار جامع آنالیز و یکی از متداول‌ترین ابزارها برای مدل‌سازی پراکندگی گازهای سمی و آلاینده هوا در کشورهای اروپایی می‌باشد. این نرم افزار با کاربردی آسان و انعطاف پذیر و دقت بسیار بالا به استفاده کننده اجازه می‌دهد که مقادیر مختلفی را برای محدوده وسیعی از پارامترهای مدل، مورد آنالیز قرار دهد. [۵] میزان انتشار و موقعیت آن بر اساس اطلاعات داده شده، می‌تواند در نرم افزار بر روی نقشه‌های GIS^۵ و Google Earth مشخص شود و اعلام خطر در صورت نیاز انجام پذیرد [۱۱].

مدل‌سازی انتشار گاز مونوکسید کربن خروجی از دودکش کارخانه فولاد پاکستان

مونوکسید کربن، گاز خطرناک و مسموم کننده خروجی از دودکش کارخانه فولاد پاکستان است که یکی از معروف‌ترین و گسترده‌ترین آلاینده‌های هوا می‌باشد که در اتمسفر پایین یافت می‌شود. مونوکسید کربن، گازی است که در تمام دماهای بالاتر از نقطه جوشش (۱۹۲°C-) بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است. در آب به مقدار ناچیزی قابل حل (۳۰ میلی گرم در یک لیتر آب ۲۰ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. قابلیت اشتعال این گاز اندک است و با شعله آبی می‌سوزد.

در مدل‌سازی گاز مونوکسید کربن خروجی از دودکش از داده‌ها و اطلاعات جداولی که پیش از این ارائه شد، جهت ورودی نرم‌افزار پیشرفته PHAST 6.54 استفاده شده است. به طوری که در شکل ۲ مشاهده می‌شود با استناد به جدول AQI، چهار سطح غلظت با رنگ‌های مجزا (جهت تشخیص بهتر) برای غلظت گاز مونوکسید کربن مشخص شده است

بدترین شرایط به سطح زمین نمی‌رسد و این نحوه عملکرد مسئولان کارخانه فولاد تاختان در استفاده از ابزارآلات کاهش آلودگی هوا و همچنین انتخاب ارتفاع مناسب دودکش، بسیار مطلوب می‌باشد. به موجب این تدابیر درست، انسان‌ها و دیگر موجودات زنده اطراف محیط صنعتی در معرض چنین گاز خطرناکی قرار نخواهند گرفت.

نتیجه گیری

با عنایت به مطالعات و محاسبات انجام گرفته در این تحقیق، بعد از مدل سازی چگونگی پراکنش گاز مونوکسید کربن خروجی از دودکش کوره پیش گرم واحد نورد کارخانه فولاد البرز تاختان، این نتیجه حاصل شد که این گاز سمی که از ارتفاع ۲۵ متری سطح زمین (ارتفاع دودکش)، پخش می‌شود در نهایت تا ارتفاع ۲۳ متری نزول کرده و رقیق می‌شود و خوشبختانه به سطح زمین نمی‌رسد از جمله دلایل نرسیدن این آلاینده به سطح زمین، سبک بودن گاز مونوکسید کربن (با جرم مولکولی ۲۸) نسبت به هوا (با جرم مولکولی ۲۹) یا تقریباً هم وزن بودن این گاز با هوا، انتخاب ارتفاع مناسب برای این دودکش (۲۵ متر) و اندک بودن دبی جرمی گاز مونوکسید کربن خروجی از دودکش (۲/۱۶ g/s) می‌باشد. این نتیجه نوید آن را می‌دهد که گاز مونوکسید کربن خروجی از دودکش کارخانه فولاد تاختان برای کارگران محوطه این کارخانه بی‌خطر است. البته لازم به توضیح می‌باشد که هر چند گاز مونوکسید کربن خروجی از کارخانه مذکور برای افراد و موجودات زنده اطراف کارخانه بی‌ضرر است اما وجود گاز مونوکسید کربن در محیط اتمسفر، خود باعث مشکلات زیست محیطی می‌شود. بنابراین می‌بایست حتی الامکان با استفاده از راه کارهای مناسب، غلظت گاز مونوکسید کربن خروجی از دودکش کارخانه‌ها در محیط کاهش یابد.



همان گونه که در بخش توضیحات شکل های ۲ و ۳ مشخص است پروفایل غلظت گاز مونوکسید کربن بعد از گذشت زمان ۱۵/۷۱ ثانیه در محدوده های غلظت مشخص شده (که کمترین آن تا غلظت ۴/۴ ppm است) ثابت می‌شود و از آن لحظه به بعد تغییری در پروفایل غلظت ایجاد نمی‌گردد. علت این پدیده فرآیند پیوسته خروج گاز از دودکش و عدم تغییر متغیرهای اثر گذار در پخش گاز از قبیل دبی جرمی گاز، شرایط آب و هوایی، ارتفاع دودکش و غیره می‌باشد. نتایج مدل سازی در شکل های ۲ و ۳ نشان می‌دهد که گاز CO پس از انتشار، با توجه به ارتفاع ۲۵ متری دودکش نهایتاً تا ارتفاع ۲۲ متری نزول کرده لذا به زمین نمی‌رسد و علت اصلی آن سبک تر بودن این گاز نسبت به هوا می‌باشد. حتی می‌توان گفت این گاز (با جرم مولکولی ۲۸) تقریباً با هوا (با جرم مولکولی ۲۹) هم وزن است. چون انتشار این گاز در دسته رهایش گازهای با شناوری مثبت و خنثی قرار می‌گیرد، انتظار می‌رفت که حرکت آن پس از رهایش در صورت بالا نبودن دبی جرمی خروجی اش و برخورداری دودکش از ارتفاع مناسب به سمت زمین نباشد. همان طور که در شکل ۲ مشخص است شرایط هوای خطرناک تنها در محدوده ای با ارتفاع بیش از ۲۳ متر وجود دارد و می‌توان گفت تا ارتفاع حدود ۲۷ متر و فاصله ۳۶ متر از دودکش، شرایط آب و هوایی ناسالم حاکم است. نتیجه مهم اینکه هیچ غلظتی از گاز مونوکسید کربن حتی در

منابع

(nitric oxide, ammonia, chlorine), Journal of Loss Prevention in the Process Industries 25 (2012) 20-32

[6] U.S. Environmental Protection Agency, 2011, National Ambient Air Quality Standards, See information in: www.epa.gov/air/criteria.html

[7] F. Murena, Measuring air quality over large urban areas: development and application of an air pollution index at the urban area of Naples, Atmospheric Environment 38 (2004) 6195-6202

[8] W. Cheng, Y. Chen, J. Zhang, T.J. Lyons, J. Pai d, S. Chang, Comparison of the Revised Air Quality Index with the PSI and AQI indices, Science of the Total Environment 382 (2007) 191-198

[9] W. Jackson, L. Lavdas, M. Pitrolo, D. Loberger, D. N. Kelly, Simple smoke dispersion model for prescribed and wildland fires in flat to gently rolling terrain, Help for the User Interface for VSMOKE-GIS and VSMOKE Version 2.2.1, (2009)

[10] Environmental Protection Agency, 40 CFR Parts 50 and 58 Primary National Ambient Air Quality Standards for Nitrogen Dioxide; Final Rule, Federal Register, Vol. 75, No. 26 (2010)

[11] W. So, D. Shin, E. S. Yoon, An adapted SLAB model using sensor data for the prediction on the dispersion of hazardous gas releases, 18th European Symposium on Computer Aided Process Engineering ESCAPE 18, Bertrand Braunschweig and Xavier Joulia (Editors), © (2008) Elsevier B.V. All rights reserved.

[۱] ادیسی، محمد، اصول حفاظت محیط زیست، موسسه دانش پویان جوان، ۱۳۸۴

[۲] دبیری، فرهاد، کیانی، مزده، بررسی قوانین و مقررات پیشگیرانه از جمله ارزیابی اثرات زیست محیطی در کشور ایران و چند کشور صنعتی، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نهم، شماره چهارم، زمستان ۸۶

[۳] راهنمای محاسبه تعیین و اعلام شاخص کیفیت هوا، مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران، دی ماه ۱۳۹۰

[4] وبسایت سازمان هواشناسی کشور www.weather.ir

[5] N.Pandya, N.Gabas, E. Marsden, Sensitivity analysis of Phast's atmospheric dispersion model for three toxic materials