

مدل سازی انتشار آلاینده های ناشی از کارخانه آسفالت و دستگاه سنگ شکن پروژه های راه سازی (مطالعه موردی باند دوم محور سراب - بستان آباد)

خسرو اشرفی، استادیار، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

محمد سلیمیان، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

محمود رضا مومنی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

شاهو کرمی (مسئول مکاتبات)، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

اژدر امینی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست، پردیس بین المللی ارس، دانشگاه تهران، تهران، ایران

E-mail: karami.sh@ut.ac.ir

پذیرش: ۹۲/۰۲/۱۷

دریافت: ۹۱/۱۱/۱۹

چکیده

برای ساختن جاده و نگهداری، بهسازی و بازسازی آن نیاز به احداث کارخانجات آسفالت ضروری به نظر می رسد. از طرفی احداث کارخانجات آسفالت، تولید آلودگی و تخریب محیط زیست را به شکل مضاعف در بر دارد. در این پژوهش، ابتدا با استفاده از ضرایب نشر پیشنهادی توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا، میزان آلاینده های تولیدی محاسبه شد. سپس با استفاده از مدل AERMOD، نحوه پراکنش این آلاینده ها در محوطه اطراف کارخانه برای هر یک از آلاینده های فوق، برای متوسط های زمانی ۱، ۳، ۸ و ۲۴ ساعته، همچنین دوره آماری ۱ و ۱۲ ماهه در دو مقیاس منطقه ای (محدوده 20×20 کیلومتر مربعی) و محلی (محدوده 1×1 کیلومتر مربعی) مدل سازی شد. در ادامه مقدار این آلاینده ها با استاندارد هوای پاک کشور و EPA مقایسه شد. این مقایسه ها نشان می دهند که تولید آلاینده های مونو اکسید کربن و اکسیدهای ازت، پایین تر از حد استاندارد هوای پاک کشور و مقدار بیشینه آلاینده دی اکسید گوگرد بیشتر از استانداردهای هوای پاک کشور است، اما مقدار بیشینه این آلاینده کمتر از استاندارد EPA است و بیشینه ذرات معلق تولید شده در دو حالت کنترل شده و کنترل نشده، برای متوسط زمانی بیست و چهار ساعته و یک ساله به ترتیب حدود ۹۰ و ۲۸۷ بار بیشتر از استانداردهای هوای پاک کشور است. همچنین مقایسه این غلظت های بیشینه با استاندارد EPA برای متوسط زمانی ۲۴ ساعته نشان می دهد که غلظت این ماده در دو حالت مذکور، از این استاندارد حدود ۳۰ برابر بیشتر است.

واژه های کلیدی: انتشار آلاینده ها، مدل AERMOD، کارخانه آسفالت، پروژه های راه سازی، محور سراب - بستان آباد (آذربایجان شرقی)

۱. مقدمه

کارخانجات آسفالت با مصرف برق و سایر مواد اولیه و تولید دود و سایر مواد مضر، در مناطق نصب شده تأثیرات زیان بار کوتاه مدت و میان مدتی بر محیط زیست محدوده محوطه کارخانه خواهند داشت [Amini et al, 2012, Tabatabaiee, 1985]. در کارخانه آسفالت دو بخش آلاینده وجود دارد: مخازن ذخیره قیر (مخازن اصلی و مخازن مصرف روزانه) که به دلیل بوی نامطبوع و متصاعد شدن بخارات خطرناک به هنگام داغ شدن، محیط را آلوده می کند و بخش فیلترگیر به دلیل تولید گرد و غبار و دود ناشی از گرم شدن مصالح و پخت قیر، تا شعاع چند صد متر و یا چند کیلومتر از فضای محدوده کارخانه آسفالت را آلوده کرده و غیر قابل سکونت می کند [Tabatabaiee, 1985].

از طرفی احداث جاده و روسازی آن نیاز به نگهداری و بهسازی و بازسازی دارد، برای این منظور نیاز به احداث کارخانه های آسفالت ضروری به نظر می رسد. بنابراین در وهله اول باید آلاینده های تولیدی این کارخانه شناسایی و کنترل شوند، سپس جوامع هدف که از این آلاینده ها متأثر می شوند شناسایی و آگاه شوند. یکی از راه های شناسایی جوامع هدف و مدل سازی نحوه انتشار آلاینده ها، استفاده از مدل AERMOD است. این مدل از سال ۲۰۰۰ جهانی شده و در بیشتر کشورهای دنیا به صورت قانونمند مورد استفاده قرار می گیرد و چند سالی است که در کشور ما نیز مورد توجه قرار گرفته است. از پیشینه کاربرد این مدل می توان به موارد زیر اشاره کرد:

کنس ارف و همکارانش در سال ۲۰۰۶ غلظت آلاینده سیانید هیدروژن حاصل از فرآیند جداسازی طلا از سنگ معدن آن را، در یک معدن طلا در شهر کلرادو^۱ با دو مدل ISCST^۳ و AERMOD تعیین و با مقادیر اندازه گیری شده در ایستگاه های پایش مورد مقایسه قرار دادند [Orloff et al, 2006].

آمیت کسارکار و همکارانش در سال ۲۰۰۷ با استفاده از این مدل

آلاینده ذرات معلق با قطر کمتر از ۱۰ میکرون (PM_{10}) را در شهر پون^۲ کشور هندوستان مدل سازی کردند که در آن، پارامترهای هواشناسی مورد نیاز AERMOD، به کمک مدل WRF محاسبه شد [Kesarkar, 2007].

کینگ یو ژانگ و همکارانش در سال ۲۰۰۸، در قالب یک مطالعه موردی که بر روی شهر هانگژو^۳، واقع در جنوب چین انجام گرفت، سه آلاینده SO_2 ، NO_x و PM_{10} حاصل از سوخت های فسیلی، و فرآیندهای تولیدی صنایع را با مدل AERMOD شبیه سازی کردند و نتایج حاصله را با اطلاعات جمع آوری شده در ۷ ایستگاه پایش مقایسه کردند [Zhang, 2008].

ویلیام فالکنر و همکارانش در سال ۲۰۰۹، ضرایب انتشار آلاینده های ذرات معلق با قطر کمتر از ۲/۵ و ۱۰ میکرون (PM_{10} و $PM_{2.5}$)، حاصل از برداشت بادم در ایالت کالیفرنیا را با دو مدل ISCST3 و AERMOD تعیین و با مقادیر پایش شده مقایسه کردند [Faulkner, 2009].

ماکسول مازور و همکارانش در سال ۲۰۰۹ بخارات جیوه حاصل از ۴ نیروگاه سوخت زغال سنگی در شهر آلبرتا^۴ کشور کانادا را در محدوده ای با وسعت ۶۰×۶۰ کیلومتر مربع همراه با ۱۶۹ پذیرنده با مدل AERMOD مدل سازی کردند و با مقادیر ثبت شده در ۲ ایستگاه پایش مقایسه کردند [Mazur, 2009].

ون کاترم و همکارانش در سال ۲۰۰۹، مدل AERMOD را برای منابع متحرک به کار بردند و ترکیبات آلی فرار (VOC) بنزن، بوتادین ۱ و ۳، همچنین تولوئن انتشار یافته به هوای آزاد را در بزرگراهی در کارولینای شمالی مدل سازی کردند و با ضرایب نشر تعیین شده توسط مدل MOBILE6 و همچنین مقادیر پایش شده مقایسه کردند [Venkatram, 2009].

بینژوا و همکارانش در سال ۲۰۱۰ عملکرد مدل AERMOD را در مقیاس های زمانی مختلف مورد ارزیابی قرار دادند. در این تحقیق آلاینده دی اکسید گوگرد (SO_2) ناشی از منابع نقطه ای

و منابع متحرک جاده‌ای دو شهر دالاس و الیس کانتی در ایالت تکزاس آمریکا شبیه‌سازی شد. نتایج نهایی نشان می‌داد که کارایی مدل AERMOD در متوسط زمانی ماهیانه، در مقایسه با مقیاس‌های زمانی ۱ ساعته، ۳ ساعته، ۸ ساعته و روزانه بسیار بهتر بوده است. [Zou, 2010]

از مطالعات انجام شده در ایران می‌توان به کار منصوری و علی‌نژاد در سال ۱۳۸۷ اشاره کرد، موضوع پژوهش ایشان "بررسی کارایی سیستم‌های کنترل کننده ذرات معلق و تعیین میزان انتشار در کارخانجات آسفالت مشهد" بوده است. [Mansouri and Alinejad, 2009]. در تحقیق دیگری اشرفی و همکاران در سال ۱۳۹۱ پژوهشی تحت عنوان "تعیین میزان انتشار و مدل‌سازی نحوه پراکنش آلاینده‌های ترکیبات آلی فرار ناشی از تبخیر سطحی از مخازن ذخیره‌ای واقع در منطقه عسلویه" را انجام دادند، در این پژوهش میزان انتشار آلاینده‌های ترکیبات آلی فرار ناشی از تبخیر سطحی، از ۱۶ مخزن واقع در یکی از پالایشگاه‌های میدان گازی پارس جنوبی که حاوی ۱۳ نوع مایع آلی مختلف هستند با نرم‌افزار TANKS 4.0.9d تعیین شد و نحوه پراکنش این آلاینده‌ها با استفاده از مدل پراکنشی AERMOD مدل‌سازی شد [Ashrafi et al. 2012]. با توجه به اینکه آلاینده‌های منتشر شده از کارخانه‌های آسفالت بسیار مضر بوده و تأثیرات زیادی بر کارکنان کارخانه و مردم ساکن در منطقه می‌گذارد، انتشار این آلاینده‌ها نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد، از این‌رو هدف از این پژوهش مدل‌سازی انتشار آلاینده‌های ناشی از کارخانه آسفالت و دستگاه سنگ شکن پروژه راه‌سازی باند دوم محورسراب-بستان‌آباد است.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱ محدوده مورد مطالعه

شهرستان سراب: شهرستان سراب با مساحت ۳۵۶۰ کیلومتر

مربع در جنوب شرقی استان آذربایجان شرقی واقع شده است. این شهرستان از شمال به شهرستان‌های مشکین شهر و هریس، از شرق به استان اردبیل، از جنوب به شهرستان میانه و از غرب به شهرستان بستان‌آباد محدود است. ارتفاع این شهرستان از سطح دریا ۱۶۵۰ متر است. براساس آخرین تقسیمات کشوری، این شهر دارای دویخس (مرکزی و مهربان) ۹ دهستان و ۴ نقطه شهری به نام‌های سراب، مهربان، شریبان و دوزدوزان است. تعداد آبادی‌های دارای سکنه شهرستان ۱۲۸ عدد است. طبق سرشماری سال ۱۳۸۵، جمعیت شهرستان سراب در حدود ۱۳۲،۰۹۴ نفر است [Iran Statistical Center. 2006]

شهرستان بستان‌آباد: بستان‌آباد یکی دیگر از شهرستان‌های استان آذربایجان شرقی است که در ۴۵ کیلومتری شرق تبریز در مسیر ترانزیتی تبریز-تهران و تبریز-سراب واردبیل واقع است. این شهرستان از شمال به هریس، از جنوب به شهرستان هشترود، از غرب به تبریز، از شرق به شهرستان‌های سراب و میانه و از جنوب غربی به شهرستان مراغه محدود می‌شود. ارتفاع شهرستان بستان‌آباد از سطح آزاد دریا ۱۶۷۹-۱۷۴۰ متر است. جمعیت این شهرستان بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۸۵، ۹۶۵۵۵ نفر است [Iran Statistical Center. 2006]

موقعیت و ویژگی‌های محور سراب-بستان‌آباد: محور سراب بستان‌آباد یکی از محورهای اصلی استان آذربایجان شرقی است. در واقع این محور بعد از عبور از شهرستان سراب دو استان آذربایجان شرقی و اردبیل را به هم متصل می‌کند. در شکل (۱) نمایی از این محور و مناطق اطراف آن به همراه توپوگرافی منطقه نشان داده شده است. با توجه به حجم ترافیک این محور دو بانده شدن این محور اجتناب ناپذیر است.

۲-۲ تخمین میزان انتشار آلاینده‌ها

در طول مراحل مختلف تهیه آسفالت، آلاینده‌های مونواکسیدکربن (CO)، اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، ترکیبات آلی فرار (VOC)،



شکل ۱. محور سراب - بستان آباد

ناشی از فرآیند تهیه آسفالت ، از ضرایب نشر پیشنهادی توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست ایالات متحده آمریکا (EPA) استفاده شد. این ضرایب در دو حالت کنترل نشده و کنترل شده ارائه شده‌اند. در حالت کنترل شده از سیستم بگ‌هاوس^۵ استفاده می‌شود که خروجی ذرات حاصل از آلاینده‌های قسمت خشک‌کن را به کمتر از ۱۰ میلی‌گرم در نرمال مترمکعب گاز خروجی کاهش می‌دهد. این میزان انتشار برای خروجی کارخانه‌های آسفالت کمتر از استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست برای دودکش‌ها است ولی برای تشخیص برآورده شدن استانداردهای شرایط هوای آزاد باید در محوطه کارخانه اندازه‌گیری شده یا با استفاده از مدل‌سازی این مقادیر شبیه‌سازی شوند.

همان‌گونه که از دو جدول (۲) و (۳) مشاهده می‌شود روش های

دی‌اکسید گوگرد (SO_2) و ذرات معلق (PM) تولید می‌شوند. پس از معرفی مشخصات کارخانه آسفالت، مقدار آنها تخمین زده می‌شود.

در جدول (۱) مشخصات کارخانه تولید آسفالت که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است ارائه می شود.

در ادامه، میزان انتشار آلاینده‌های حاصل از فرآیندهای سنگ‌شکنی و تهیه آسفالت با استفاده از روش‌های مهندسی تخمین‌زده می‌شود. این اطلاعات بر اساس داده‌های مربوط به سیستم سنگ شکن و کارخانه آسفالت مورد استفاده در پروژه سراب-بستان‌آباد تخمین زده می‌شود. در نتیجه فرآیند سنگ شکنی، آلاینده ذرات معلق تولید می‌شود که در این پژوهش این آلاینده به‌طور جداگانه، برای ذرات با قطر کمتر از ۱۰ میکرون (PM_{10}) و همچنین تمامی ذرات (PM) بررسی می‌شود. و برای تعیین میزان انتشار آلاینده‌های

مدل سازی انتشار آلاینده های ناشی از کارخانه آسفالت و دستگاه سنگ شکن پروژه های راه سازی

جدول ۱. اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق، برای کارخانه تولید آسفالت

نوع کارخانه تولید آسفالت	Batch Mix Asphalt Plant (BMAP)
نوع سوخت مورد استفاده در خشک کن	سوخت گازوئیل (دیزل)
سیستم کنترل انتشار آلاینده ها	بگ فیلتر
ظرفیت کارخانه تولید آسفالت	۱۲۰ تن به ازای هر ساعت فعالیت
مدت زمان کارکرد سیستم در شبانه روز	۱۲ ساعت در شبانه روز
نوع سوخت مورد استفاده در هیتر مخزن قیر مایع	سوخت گازوئیل (دیزل)
نرخ مصرف انرژی هیتر مخزن قیر مایع	۲۰۰,۰۰۰ کیلوکالری در هر ساعت
متوسط ارزش حرارتی سوخت گازوئیل	۹۲۳۲ کیلوکالری به ازای هر لیتر سوخت
دوره آماری فعالیت کارخانه تولید آسفالت	ماه های تیر، مرداد، شهریور و مهر
ابعاد محوطه تولید آسفالت	۳۵×۲۸ متر مربع

جدول ۲. نرخ انتشار آلاینده ها، برای فرآیندهای سنگ شکنی و تولید آسفالت (در حالت کنترل نشده)

نرخ انتشار هر آلاینده (ثانیه/گرم)						
ردیف	مراحل مختلف تولید	PM	PM ₁₀	CO	NO _x	VOC
۱	خشک کن، الک ها و میکسر	۲۴۱/۹۱۵۹۳۰۷	۳۴/۰۱۹۴۲۷۷۵	۳/۰۲۳۹۴۹۱۳۳	۰/۹۰۷۱۸۴۷۴	۰/۶۱۹۹۰۹۵۷۲
۲	هیتر مخزن قیر مایع	۰/۰۰۱۴۴۲۱۶۳	۰/۰۰۱۴۴۲۱۶۳	۰/۰۰۳۶۰۵۴۰۷	۰/۰۱۴۴۲۱۶۲۸	۰/۰۰۰۴۰۳۸۰۶
۳	سنگ شکنی	۲/۴۶۰۷۳۸۶۰۷	۲/۴۶۰۷۳۸۶۰۷	--	--	--
۴	بارگیری و حمل آسفالت	۰/۰۰۳۹۴۵۷۷۸	۰/۰۰۳۹۴۵۷۷۸	۰/۰۱۰۲۰۰۰۸۴	--	--
جمع کل		۲۴۴/۳۸۲۰۵۷۲	۳۶/۴۸۵۵۵۴۳	۳/۰۳۷۷۵۴۶۲۵	۰/۹۲۱۶۰۶۳۶۸	۰/۶۲۰۳۱۳۳۷۸

جدول ۳. نرخ انتشار آلاینده ها، برای فرآیندهای سنگ شکنی و تولید آسفالت (در حالت کنترل شده)

نرخ انتشار هر آلاینده (ثانیه/گرم)						
ردیف	مراحل مختلف تولید	PM	PM ₁₀	CO	NO _x	VOC
۱	خشک کن، الک ها و میکسر	۰/۳۱۷۵۱۴۶۵۹	۰/۲۰۴۱۱۶۵۶۷	۳/۰۲۳۹۴۹۱۳۳	۰/۹۰۷۱۸۴۷۴	۰/۶۱۹۹۰۹۵۷۲
۲	هیتر مخزن قیر مایع	۰/۰۰۱۴۴۲۱۶۳	۰/۰۰۱۴۴۲۱۶۳	۰/۰۰۳۶۰۵۴۰۷	۰/۰۱۴۴۲۱۶۲۸	۰/۰۰۰۴۰۳۸۰۶
۳	سنگ شکنی	۲/۴۶۰۷۳۸۶۰۷	۲/۴۶۰۷۳۸۶۰۷	--	--	--
۴	بارگیری و حمل آسفالت	۰/۰۰۳۹۴۵۷۷۸	۰/۰۰۳۹۴۵۷۷۸	۰/۰۱۰۲۰۰۰۸۴	--	--
جمع کل		۲/۸۳۶۴۱۲۰۷	۲/۶۷۰۲۴۳۱۱۴	۳/۰۳۷۷۵۴۶۲۵	۰/۹۲۱۶۰۶۳۶۸	۰/۶۲۰۳۱۳۳۷۸

می شوند و تأثیری در میزان انتشار سایر آلاینده ها ندارند. پس از تخمین مقادیر آلاینده های هوای منتشر شده از سیستم های مختلف کارخانه آسفالت در دو حالت کنترل شده و کنترل نشده می توان با استفاده از مدل سازی نحوه تأثیرپذیری مناطق اطراف را از کارخانه آسفالت محاسبه کرد. در این پژوهش مدل سازی انتشار آلاینده ها

با استفاده از مدل AERMOD و در دو مقیاس (محدوده) انجام می شود، محدوده بزرگ (۲۰ × ۲۰ کیلومتر مربعی) جهت ملاحظه اثر آلاینده های منتشره بر بومیان منطقه و محدوده کوچک تر (۱ × ۱ کیلومتر مربعی) به منظور بررسی اثر این آلاینده ها بر سلامت کارکنانی که در کارگاه فعالیت می کنند، در نظر گرفته شده است. از

این‌رو شبیه‌سازی برای پذیرنده‌های واقع در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین (سطح تنفس) انجام می‌شود.

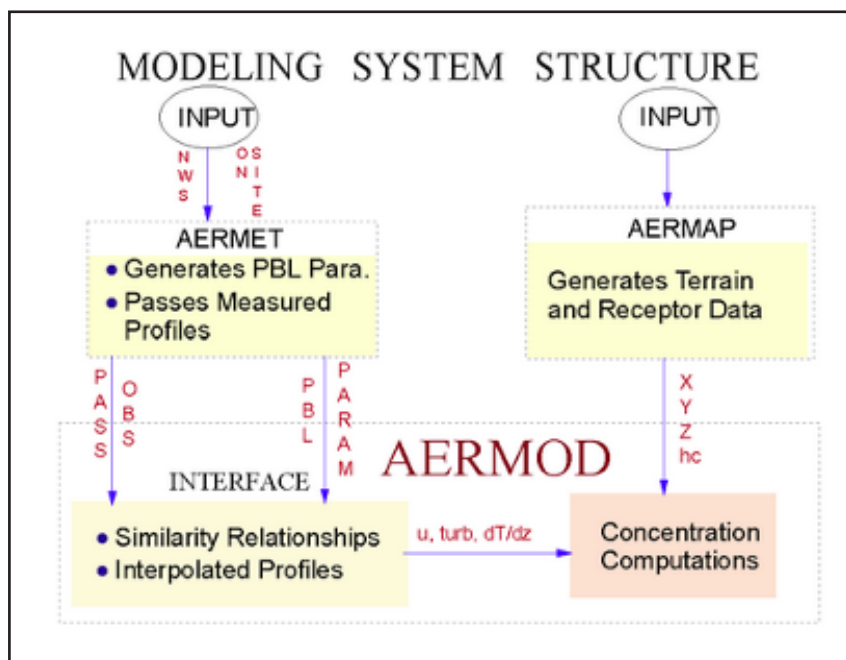
۳-۲ مدل AERMOD

مدل AERMOD یک مدل پراکنشی حالت دائمی^۶ است که برای تعیین غلظت آلاینده‌های مختلف، در مناطق شهری و روستایی، صاف و ناهموار، انتشارات سطحی و در ارتفاع، از منابع نقطه‌ای، حجمی و انواع مختلف منابع سطحی قابل استفاده است. این مدل از یک پیش‌پردازنده هواشناسی به نام AER-MET و یک پیش‌پردازنده زمین‌شناسی به نام AERMAP پردازشگر اصلی AERMOD تشکیل شده است. پیش‌پردازنده AERMET، داده‌های هواشناسی را پردازش کرده و پارامترهای لایه مرزی جو را به منظور استفاده در مدل تخمین می‌زند و پیش‌پردازنده AERMAP اطلاعات توپوگرافی منطقه را تجزیه و تحلیل می‌کند و در نهایت مدل با استفاده از نتایج این دو پیش‌پردازنده و اطلاعات تکمیلی در مورد منابع انتشار و شبکه پذیرنده محاسبات خود را انجام داده و نتایج نهایی را ارائه

می‌کند. در شکل ۲ شماتیکی از عملکرد مدل و رابطه آن با دو پیش‌پردازنده نشان داده شده است.

۴-۲ داده‌های مورد نیاز برای شبیه‌سازی

ابتدا پیش‌پردازنده AERMAP ارتفاع زمین زیر تمامی پذیرنده‌ها و منابع، همچنین مقیاس ارتفاعی هر پذیرنده را که بیشترین تأثیر را در پراکنش آلاینده در آن پذیرنده دارد تعیین می‌کند، AER-MAP به یک فایل ورودی نیاز دارد که علاوه بر محل قرارگیری پذیرنده‌ها و منابع، چگونگی عملکرد پیش‌پردازنده نیز از طریق مجموعه‌ای از دستورات کنترل می‌شود. علاوه بر این فایل ورودی، AERMAP به فایل یا فایل‌هایی با فرمت DEM^۷ از داده‌های توپوگرافی منطقه نیاز دارد. این فایل در دو فرمت ۱ درجه و ۷/۵ دقیقه برای AERMAP قابل پردازش است. خروجی‌های این پیش‌پردازنده دو فایل است که به عنوان ورودی در پردازشگر AERMOD استفاده می‌شود. در یکی از آنها اطلاعات پذیرنده‌ها و در دیگری اطلاعات مربوط به منابع قرار دارد. پیش‌پردازنده AERMET به گونه‌ای طراحی شده است که می‌توان



شکل ۲. ساختار کلی مدل AERMOD و رابطه آن با پیش‌پردازنده‌ها (USEPA, 2004)

مدل سازی انتشار آلاینده های ناشی از کارخانه آسفالت و دستگاه سنگ شکن پروژه های راه سازی

منطقه مورد مطالعه آورده شده است.

جدول ۴. پارامترهای سطحی مورد استفاده در این مطالعه

موردی با تغییرات فصلی

نام فصل	ضریب آلوده (بی بعد)	نسبت بوان (بی بعد)	زبری سطح (متر)
بهار	۰/۳	۳	۰/۳
تابستان	۰/۳	۳	۰/۳
پاییز	۰/۴۵	۶	۰/۱۵
زمستان	۰/۴۵	۶	۰/۱۵

پس از اجرای AERMET و تهیه فایل های هواشناسی مورد نیاز مدل AERMOD، اطلاعات مربوط به میزان انتشار آلاینده ها با استفاده از فایل ورودی و جهت پردازش توسط مدل معرفی شد. در این تحقیق، مدل سازی نحوه پخش و پراکنش هر یک از ۶ آلاینده، برای متوسط های زمانی ۱، ۳، ۸ و ۲۴ ساعته، همچنین دوره آماری یک ماهه و ۱۲ ماهه انجام گرفته است. لازم به ذکر است که برای آلاینده ذرات معلق این شبیه سازی برای دو حالت کنترل نشده و کنترل شده انجام گرفته است. از آنجایی که آلاینده های حاصل از خشک کن، الک ها و میکسر از طریق یک دودکش به جو منتشر می شود، برای شبیه سازی پراکنش این آلاینده ها، مشخصات این منبع نقطه ای به مدل معرفی شد. این در حالی است که انتشار آلاینده های هیتز مخزن قیر مایع، بارگیری و حمل آسفالت و فرآیند سنگ شکنی به صورت یک نواخت، و به ترتیب از محوطه کارخانه آسفالت و محوطه سنگ شکن در نظر گرفته شده و مشخصات این منابع سطحی به مدل معرفی شده است.

مدل AERMOD برای هر نوع از منابع آلاینده، اطلاعات خاصی را درخواست می کند. برای دودکش مورد استفاده در این تحقیق که به عنوان منبع نقطه ای در نظر گرفته شده است، اطلاعاتی نظیر نرخ انتشار آلاینده، ارتفاع آزاد سازی آلاینده از سطح زمین، دما و سرعت گاز خروجی از دودکش، همچنین قطر داخلی دودکش در محل خروجی مورد نیاز بود که برای مدل معرفی شد. در جدول ۵ مشخصات دودکش و در جدول های (۶) و (۷) نرخ انتشار آلاینده ها

تمامی اطلاعات هواشناسی موجود را در قالب فایل در محل، تعریف و جهت پردازش استفاده کرد. بنابراین در این پروژه میزان بارندگی، پوشش ابری، فشار اندازه گیری شده و فشار نسبت به سطح دریاهای آزاد به عنوان پارامترهای سطحی، همچنین دمای نقطه شبنم، درجه حرارت، جهت باد، سرعت باد و درصد رطوبت به عنوان پارامترهای نیم رخ در نظر گرفته شده اند. برای این بخش از مدل سازی، از داده های ثبت و کنترل کیفی شده سازمان هواشناسی کشور برای ایستگاه سراب که در ۳۷ درجه و ۵۶ دقیقه پهنای شمالی و ۴۷ درجه و ۳۲ دقیقه درازای شرقی واقع شده، استفاده شده است.

همچنین این مدل به منظور انجام محاسبات خود به سه پارامتر سطحی از منطقه مورد مطالعه یعنی نسبت بوان (شاخصی برای تعیین رطوبت سطح که از نسبت شار حرارتی محسوس^۸ به شار حرارتی پنهان^۹ به دست می آید و در طول روز مقدار آن از حدود ۰/۱ برای سطح آب تا ۱۰ برای سطح بیابانی تغییر می کند)، ضریب آلوده (کسری از تشعشعات خورشیدی است که بدون جذب شدن توسط سطح، دوباره به فضا بارتابش می شود و مقدار آن از ۰/۱ برای جنگل های با درختان انبوه و پر برگ تا ۰/۹ برای برف نرم تغییر می کند) و طول زبری سطح (به جریان باد و ارتفاع موانع سطحی مربوط است و در واقع ارتفاعی است که در آن متوسط سرعت افقی باد به صفر می رسد و مقدار این پارامتر از محدوده کمتر از ۰/۰۰۱ متر برای سطح آب راکد تا بیشتر از ۱ متر برای سطح جنگل ها و مناطق شهری تغییر می کند) نیاز دارد. برای مشخص کردن این مقادیر لازم است منطقه مورد مطالعه بر حسب نوع کاربری زمین های اطراف و پوشش گیاهی آنها، در جهت گردش عقربه های ساعت به قطاع های مناسب تقسیم شود و مقادیر این سه پارامتر به صورت ماهیانه، فصلی و یا سالیانه معرفی شوند. در جدول (۴) مقادیر این ۳ پارامتر که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته اند، با توجه به تغییرات فصلی شان، و برای کل

جدول ۵. مشخصات دودکش مورد استفاده در این تحقیق

ارتفاع آزاد سازی آلاینده (متر)	دمای گاز خروجی (کلوین)	سرعت گاز خروجی (متر بر ثانیه)	قطر داخلی دودکش در محل خروجی (متر)
۱۶	دمای محیط	۲۸/۲۴	۰/۸۳

جدول ۶. نرخ انتشار آلاینده‌ها از دودکش مورد مطالعه (در حالت کنترل نشده)

نرخ انتشار هر آلاینده (ثانیه/گرم)						شناسه و نوع منبع
PM	PM ₁₀	CO	NO _x	VOC	SO ₂	دودکش (منبع نقطه‌ای)
۲۴۱/۹۱۵۹۳۰۷	۳۴/۰۱۹۴۲۷۷۵	۳/۰۲۳۹۴۹۱۳۳	۰/۹۰۷۱۸۴۷۴	۰/۶۱۹۹۰۹۵۷۲	۰/۶۶۵۲۶۸۸۰۹	

جدول ۷. نرخ انتشار آلاینده‌ها از دودکش مورد مطالعه (در حالت کنترل شده)

نرخ انتشار هر آلاینده (ثانیه/گرم)						شناسه و نوع منبع
PM	PM ₁₀	CO	NO _x	VOC	SO ₂	دودکش - منبع نقطه‌ای
۰/۳۱۷۵۱۴۶۵۹	۰/۲۰۴۱۱۶۵۶۷	۳/۰۲۳۹۴۹۱۳۳	۰/۹۰۷۱۸۴۷۴	۰/۶۱۹۹۰۹۵۷۲	۰/۶۶۵۲۶۸۸۰۹	

از این منبع نقطه‌ای در دو حالت کنترل نشده و کنترل شده ارایه شده‌است.

برای مدل‌سازی منابع سطحی، اطلاعاتی نظیر نرخ انتشار آلاینده، ارتفاع آزادسازی آلاینده از سطح زمین، طول و عرض منابع مستطیلی و همچنین زاویه قرارگیری هر یک از منابع نسبت به راستای شمالی، مورد نیاز بود که برای هریک از منابع سطحی مستطیلی مشخص شد. در جدول‌های (۸) و (۹) مشخصات منابع

سطحی و نرخ انتشار آلاینده‌ها از این منابع سطحی آورده شده‌است. با توجه به نحوه قرارگیری محوطه سنگ‌شکن و کارخانه آسفالت، زاویه قرارگیری منابع سطحی تعریف شده برای مدل نسبت به راستای شمالی صفر درجه است. لازم به ذکر است که انتشار آلاینده‌ها از هر یک از منابع، تنها در دوره آماری فعالیت واحدهای مربوطه است و برای سایر ماه‌های سال میزان انتشار از منابع صفر در نظر گرفته شده‌است.

جدول ۸. مشخصات منابع سطحی مستطیلی مورد استفاده در این تحقیق

ردیف	شناسه و نوع منبع	طول منبع (متر)	عرض منبع (متر)	ارتفاع آزاد سازی آلاینده (متر)
۱	سنگ‌شکن - منبع سطحی	۳۳	۳۰	۱
۲	کارخانه آسفالت - منبع سطحی	۳۵	۴۸	۱

جدول ۹. نرخ انتشار آلاینده‌ها از منابع سطحی مورد مطالعه

نرخ انتشار هر آلاینده (ثانیه × متر مربع/گرم)						شناسه و نوع منبع
PM	PM ₁₀	CO	NO _x	VOC	SO ₂	سنگ‌شکن - منبع سطحی
۰/۰۰۲۴۸۵۵۹۵	۰/۰۰۲۴۸۵۵۹۵	--	--	--	--	
۳/۲۰۷۱۱×۱۰ ^{-۶}	۳/۲۰۷۱۱×۱۰ ^{-۶}	۸/۲۱۷۵۵×۱۰ ^{-۶}	۸/۵۸۴۳×۱۰ ^{-۶}	۲/۴۰۳۶×۱۰ ^{-۷}	۶/۰۹۴۸۵×۱۰ ^{-۵}	کارخانه آسفالت - منبع سطحی

مدل سازی انتشار آلاینده های ناشی از کارخانه آسفالت و دستگاه سنگ شکن پروژه های راه سازی

منتشره بر بومیان منطقه و محدوده کوچک تر (۱×۱) کیلومتر مربعی) به منظور بررسی اثر این آلاینده ها بر سلامت کارکنانی که در کارگاه فعالیت می کنند، در نظر گرفته شده است. از این رو شبیه سازی برای پذیرنده های واقع در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین (سطح تنفس) انجام گرفته است.

۳. نتایج

پس از اجرای مدل نتایج به تفکیک آلاینده ها ارائه می شود.

۳-۱ آلاینده مونواکسید کربن (CO)

در جدول (۱۱) بیشترین غلظت رخ داده در هر یک از متوسط های زمانی، ۱ ساعته، ۳ ساعته، ۸ ساعته، ۲۴ ساعته، یک ماهه، و همچنین متوسط زمانی ۱۲ ماهه در بین تمامی پذیرنده های هر دو شبکه، به همراه زمان و مکان رخداد آنها ارائه می شود.

در شکل (۳) نحوه پخش و پراکنش آلاینده مونوکسید کربن، در محدوده مورد مطالعه ۲۰×۲۰ کیلومتر مربعی (مقیاس منطقه ای)، بر اساس غلظت متوسط در کل دوره آماری ۱۲ ماهه و بر حسب

علاوه بر این اطلاعات، نیاز است که موقعیت مکانی منبع نقطه ای و یکی از رئوس هر یک از منابع سطحی نیز نسبت به یک مبدأ انتخابی مشخص شوند. از این رو در این تحقیق، گوشه جنوب غربی کارخانه آسفالت به عنوان مبدأ در نظر گرفته شده و مختصات منبع نقطه ای و رئوس هر یک از منابع سطحی مستطیلی نسبت به آن تعیین و به مدل معرفی شدند. در جدول (۱۰) مختصات نقاط معرفی شده به مدل در دو مختصات UTM و کارترین ارایه شده است.

در این تحقیق پذیرنده ها در مختصات کارترین و در دو محدوده ۱×۱ کیلومتر مربعی، با فاصله شبکه ای ۱۰ متر (۱۰۱ نقطه شبکه) و محدوده ۲۰×۲۰ کیلومتر مربعی و با فاصله شبکه ای ۲۰۰ متر (۱۰۱ نقطه شبکه) در هر یک از دو جهت X و Y تعریف شده اند. چیدمان پذیرنده ها نسبت به مبدأ انتخابی یعنی گوشه جنوب غربی کارخانه آسفالت است.

محدوده بزرگ (۲۰×۲۰ کیلومتر مربعی) جهت ملاحظه اثر آلاینده های

جدول ۱۰. موقعیت قرارگیری منابع در مختصات و مختصات کارترین UTM

ردیف	شناسه و نوع منبع	EASTING (METER)	NORTHING (METER)	X (METER)	Y (METER)
۱	دودکش - منبع نقطه ای	۷۰۲۸۵۵/۵	۴۲۰۰۱۲۵	۱۷/۵	۲۴
۲	سنگ شکن - منبع سطحی	۷۰۲۸۵۳	۴۲۰۰۰۵۳	۱۵	-۴۸
۳	کارخانه آسفالت - منبع سطحی	۷۰۲۸۳۸	۴۲۰۰۱۰۱	۰	۰

جدول ۱۱. بیشترین غلظت ها به تفکیک متوسط زمانی برای آلاینده CO

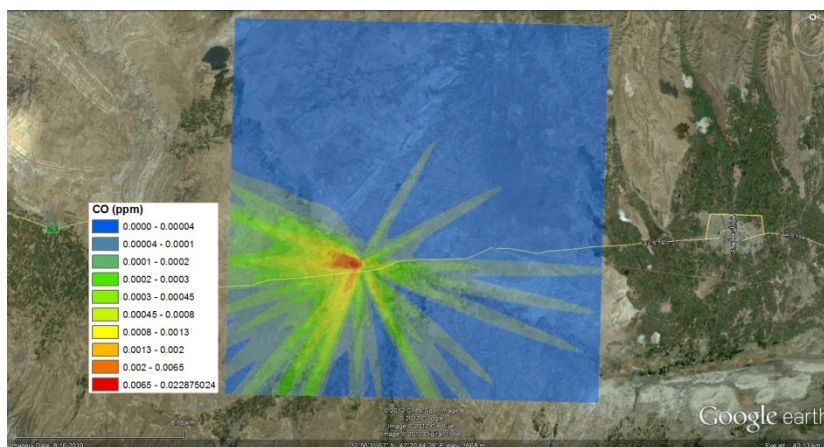
متوسط زمانی	میزان غلظت (ppm)	ساعت	روز	ماه	مختصات X (متر)	مختصات Y (متر)	فاصله از مرکز (متر)	جهت از مرکز
۱ ساعته	۰/۴۵۱۲	۷	۱۴	۷	-۱۰۰	۹۰	۱۳۵	شمال غربی
۳ ساعته	۰/۱۵۰۴	۳	۱۴	۷	-۱۰۰	۹۰	۱۳۵	شمال غربی
۸ ساعته	۰/۰۸۳۷	۸	۸	۸	-۱۶۰	۵۰	۱۶۸	غربی
۲۴ ساعته	۰/۰۳۶۴		۸	۸	-۱۵۰	۵۰	۱۵۸	غربی
۱ ماهه	۰/۰۱۲۱			۸	-۱۳۰	۴۰	۱۳۶	غربی
۱۲ ماهه	۰/۰۲۲۹				-۱۴۰	۴۰	۱۴۶	غربی

در شکل (۵) نحوه پخش و پراکنش آلاینده اکسیدهای نیتروژن، در محدوده مورد مطالعه 20×20 کیلومتر مربعی (مقیاس منطقه‌ای)، بر اساس غلظت متوسط در کل دوره آماری ۱۲ ماهه و بر حسب ppb نشان داده شده است. همچنین در شکل (۶) نحوه پراکنش این آلاینده در محدوده 1×1 کیلومتر مربعی (مقیاس محلی) نشان داده شده است.

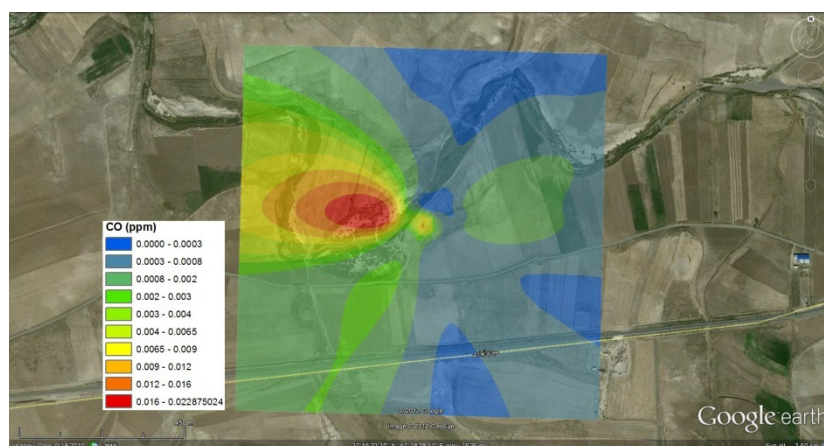
ppm نشان داده شده است. همچنین در شکل (۴) نحوه پراکنش این آلاینده در محدوده 1×1 کیلومتر مربعی (مقیاس محلی) نشان داده شده است.

۲-۳ آلاینده اکسیدهای نیتروژن (NO_x)

در جدول (۱۲) بیشترین غلظت رخ داده در هر یک از متوسط‌های زمانی، ۱ ساعته، ۳ ساعته، ۸ ساعته، ۲۴ ساعته، یک‌ماهه، و همچنین متوسط زمانی ۱۲ ماهه، به همراه زمان و مکان رخداد آنها، در بین تمامی پذیرنده‌های هر دو شبکه ارایه می‌شود.



شکل ۳. نحوه پخش و پراکنش آلاینده CO برای متوسط زمانی ۱۲ ماهه و بر حسب ppm در محدوده 20×20 کیلومتر مربعی (مقیاس منطقه‌ای)

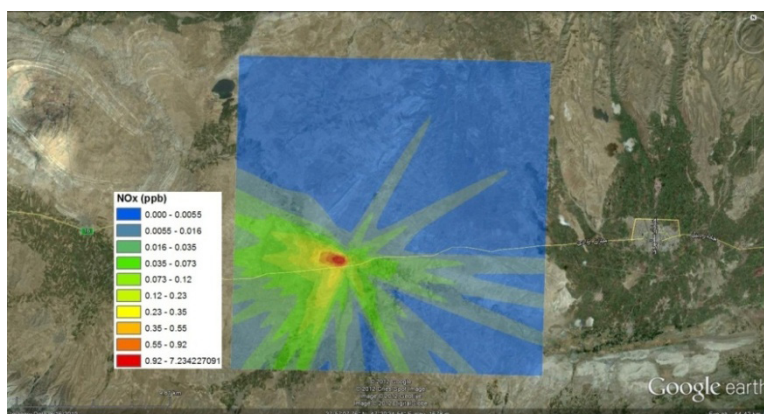


شکل ۴. نحوه پخش و پراکنش آلاینده CO برای متوسط زمانی ۱۲ ماهه و بر حسب ppm در محدوده 1×1 کیلومتر مربعی (مقیاس محلی)

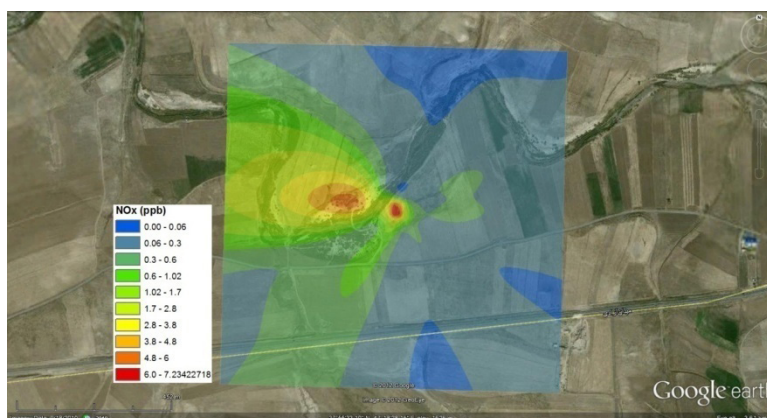
مدل سازی انتشار آلاینده های ناشی از کارخانه آسفالت و دستگاه سنگ شکن پروژه های راه سازی

جدول ۱۲. بیشترین غلظت ها به تفکیک متوسط زمانی برای آلاینده NO_x

متوسط زمانی	میزان غلظت (ppb)	ساعت	روز	ماه	مختصات X (متر)	مختصات Y (متر)	فاصله از مرکز (متر)	جهت از مرکز
۱ ساعته	۱۰۲/۹۳	۷	۱۴	۷	-۹۰	۹۰	۱۲۷	شمال غربی
۳ ساعته	۳۴/۳۱	۹	۱۴	۷	-۹۰	۹۰	۱۲۷	شمال غربی
۸ ساعته	۲۶/۶۳	۸	۲۶	۹	۱۰	۰	۱۰	شرقی
۲۴ ساعته	۱۰/۰۴		۱۶	۱۰	۲۰	۱۰	۲۲	شمال شرقی
۱ ماهه	۳/۴۷			۱۰	۱۰	۱۰	۱۴	شمال شرقی
۱۲ ماهه	۷/۲۳				۰	۲۰	۲۰	شمالی



شکل ۵. نحوه پخش و پراکنش آلاینده NO_x برای متوسط زمانی ۱۲ ماهه و برحسب ppb در محدوده ۲۰×۲۰ کیلومتر مربعی (مقیاس منطقه ای)



شکل ۶. نحوه پخش و پراکنش آلاینده NO_x برای متوسط زمانی ۱۲ ماهه و برحسب ppb در محدوده ۱×۱ کیلومتر مربعی (مقیاس محلی)

۳-۳ آلاینده دی اکسید گوگرد (SO_2)

در جدول (۱۳)، بیشترین غلظت رخ داده در هر یک از متوسط های زمانی، ۱ ساعته، ۳ ساعته، ۸ ساعته، ۲۴ ساعته، یک ماهه، و همچنین متوسط زمانی ۱۲ ماهه، به همراه زمان و مکان رخداد آنها در بین تمامی پذیرنده های هر دو شبکه ارایه می شود. در شکل (۷) نحوه پخش و پراکنش آلاینده دی اکسید گوگرد، در محدوده مورد مطالعه 20×20 کیلومتر مربعی (مقیاس منطقه ای)، بر اساس غلظت متوسط در کل دوره آماری ۱۲ ماهه و بر حسب ppb نشان داده شده است. همچنین در شکل (۸) نحوه پراکنش

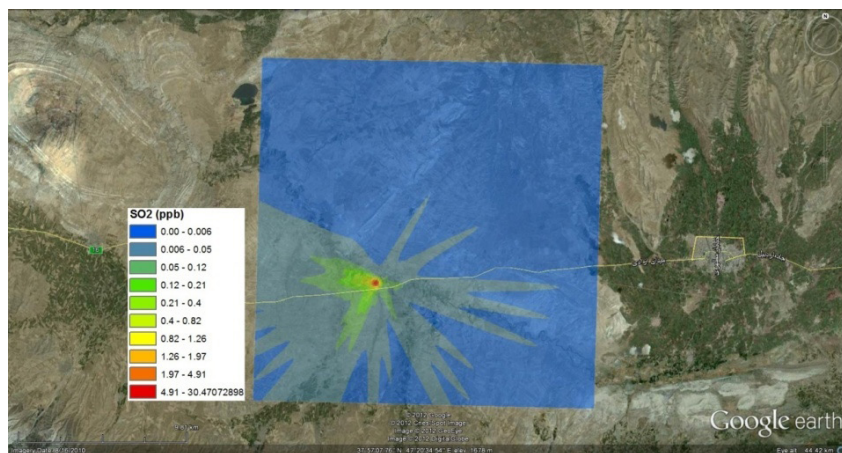
این آلاینده در محدوده 1×1 کیلومتر مربعی (مقیاس محلی) نشان داده شده است.

۴-۳ آلاینده های ترکیبات آلی فرار (VOCs)

در جدول (۱۴)، بیشترین غلظت رخ داده در هر یک از متوسط های زمانی، ۱ ساعته، ۳ ساعته، ۸ ساعته، ۲۴ ساعته، یک ماهه، و همچنین متوسط زمانی ۱۲ ماهه، به همراه زمان و مکان رخداد آنها در بین تمامی پذیرنده های هر دو شبکه ارایه می شود.

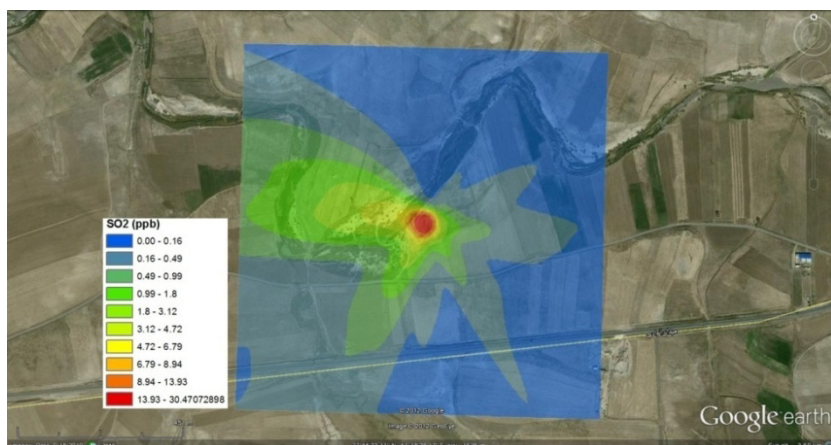
جدول ۱۳. بیشترین غلظت ها به تفکیک متوسط زمانی برای آلاینده SO_2

میان غلظت (ppb)	روز	ماه	مختصات X (متر)	مختصات Y (متر)	فاصله از مرکز (متر)	جهت از مرکز	متوسط زمانی
۳۷۶/۲۷	۲۶	۹	۰	۰	۰	مبدأ انتخابی	۱ ساعته
۱۲۵/۴۲	۲۶	۹	۰	۰	۰	مبدأ انتخابی	۳ ساعته
۱۱۲/۱۵	۲۶	۹	۱۰	۰	۱۰	شرقی	۸ ساعته
۴۲/۲۹	۱۶	۱۰	۲۰	۱۰	۲۲	شمال شرقی	۲۴ ساعته
۱۴/۶۰		۱۰	۱۰	۱۰	۱۴	شمال شرقی	۱ ماهه
۳۰/۴۷			۰	۲۰	۲۰	شمالی	۱۲ ماهه



شکل ۷. نحوه پخش و پراکنش آلاینده SO_2 برای متوسط زمانی ۱۲ ماهه و بر حسب ppb در محدوده 20×20 کیلومتر مربعی (مقیاس منطقه ای)

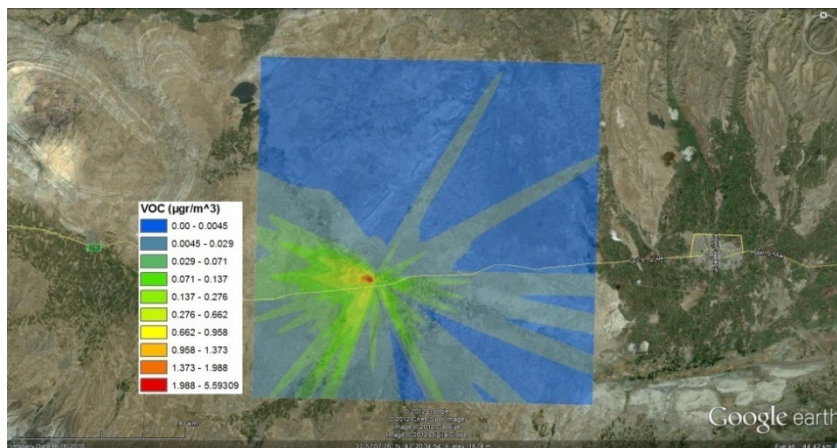
مدل سازی انتشار آلاینده های ناشی از کارخانه آسفالت و دستگاه سنگ شکن پروژه های راه سازی



شکل ۸. نحوه پخش و پراکنش آلاینده SO_2 برای متوسط زمانی ۱۲ ماهه و برحسب ppb در محدوده 1×1 کیلومتر مربعی (مقیاس محلی)

جدول ۱۴. بیشترین غلظت ها به تفکیک متوسط زمانی برای آلاینده های VOCs

متوسط زمانی	میزان غلظت ($gr/m^3 \mu$)	ساعت	روز	ماه	مختصات X (متر)	مختصات Y (متر)	فاصله از مرکز (متر)	جهت از مرکز
۱ ساعته	۱۱۱/۰۵۷	۷	۱۴	۷	-۱۰۰	۹۰	۱۳۵	شمال غربی
۳ ساعته	۳۷/۰۱۹	۹	۱۴	۷	-۱۰۰	۹۰	۱۳۵	شمال غربی
۸ ساعته	۲۰/۵۷۵	۸	۸	۸	-۱۶۰	۵۰	۱۶۸	غربی
۲۴ ساعته	۸/۹۵۵		۸	۸	-۱۵۰	۵۰	۱۵۸	غربی
۱ ماهه	۲/۹۸۲			۸	-۱۳۰	۴۰	۱۳۶	غربی
۱۲ ماهه	۵/۵۹۳				-۱۴۰	۴۰	۱۴۶	غربی



شکل ۹. نحوه پخش و پراکنش آلاینده های VOCs برای متوسط زمانی ۱۲ ماهه و بر حسب $gr/m^3 \mu$ در محدوده 20×20 کیلومتر مربعی (مقیاس منطقه ای)

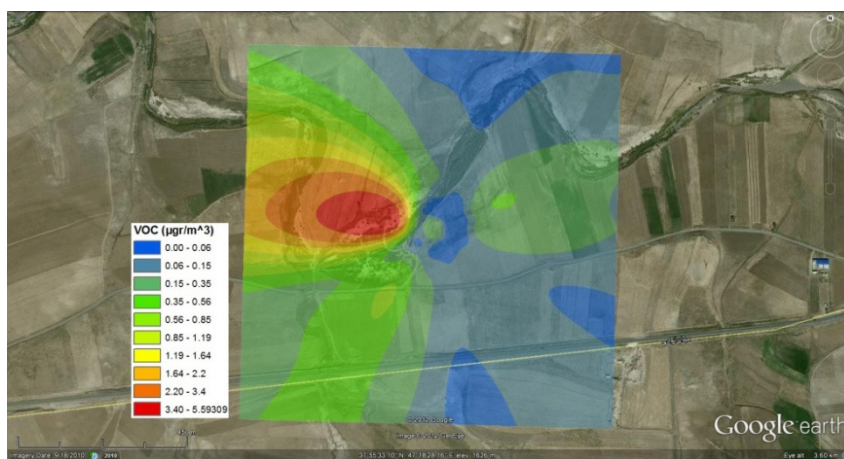
زمانی، ۱ ساعته، ۳ ساعته، ۸ ساعته، ۲۴ ساعته، یک ماهه، و همچنین متوسط زمانی ۱۲ ماهه، به همراه زمان و مکان رخداد آنها در بین تمامی پذیرنده‌های هر دو شبکه ارایه می‌شود.

در شکل (۱۱) نحوه پخش و پراکنش آلاینده ذرات معلق (در حالت کنترل نشده)، در محدوده مورد مطالعه 20×20 کیلومتر مربعی (مقیاس منطقه‌ای)، بر اساس غلظت متوسط در کل دوره آماری ۱۲ ماهه و بر حسب $\mu\text{g}/\text{m}^3$ نشان داده شده‌است. همچنین در شکل (۱۲) نحوه پراکنش این آلاینده در محدوده 1×1 کیلومتر مربعی (مقیاس محلی) نشان داده شده‌است.

در شکل (۹)، نحوه پخش و پراکنش آلاینده‌های ترکیبات آلی فرار، در محدوده مورد مطالعه 20×20 کیلومتر مربعی (مقیاس منطقه‌ای)، بر اساس غلظت متوسط در کل دوره آماری ۱۲ ماهه و بر حسب $\mu\text{g}/\text{m}^3$ نشان داده شده‌است. همچنین در شکل (۱۰) نحوه پراکنش این آلاینده در محدوده 1×1 کیلومتر مربعی (مقیاس محلی) نشان داده شده‌است.

۳-۵ آلاینده ذرات معلق (PM) (در حالت کنترل نشده)

در جدول (۱۵) بیشترین غلظت رخ داده در هر یک از متوسط‌های

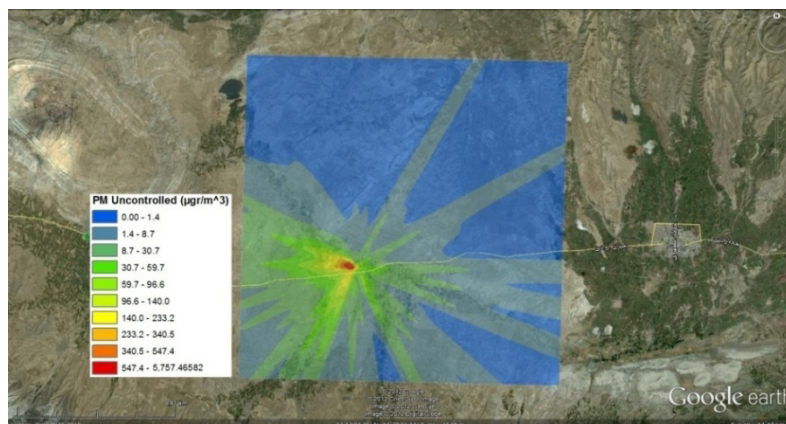


شکل ۱۰. نحوه پخش و پراکنش آلاینده‌های VOCs برای متوسط زمانی ۱۲ ماهه و بر حسب $\mu\text{g}/\text{m}^3$ در محدوده 1×1 کیلومتر مربعی (مقیاس محلی)

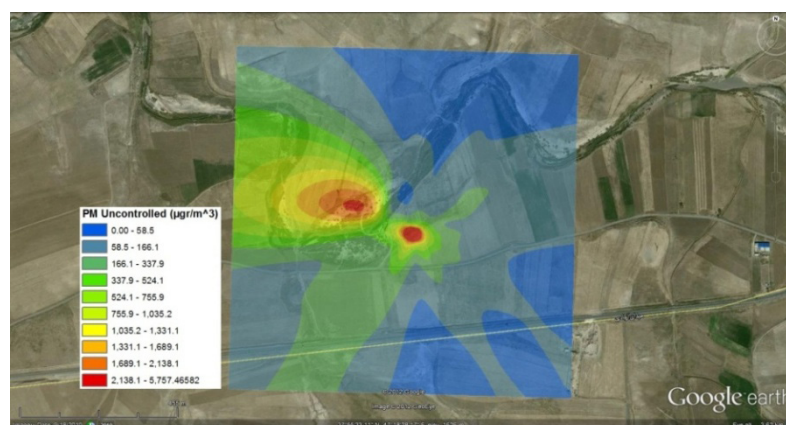
جدول ۱۵. بیشترین غلظت‌ها به تفکیک متوسط زمانی برای آلاینده PM (در حالت کنترل نشده)

متوسط زمانی	میزان غلظت ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ساعت	روز	ماه	مختصات X (متر)	مختصات Y (متر)	فاصله از مرکز (متر)	جهت از مرکز
۱ ساعته	۴۳۶۲۵/۱۴۴۵۳	۷	۱۴	۷	-۱۰۰	۹۰	۱۳۵	شمال غربی
۳ ساعته	۱۴۵۴۱/۷۱۴۸۴	۹	۱۴	۷	-۱۰۰	۹۰	۱۳۵	شمال غربی
۸ ساعته	۱۰۹۰۲/۴۰۵۲۷	۸	۲۱	۷	۵۰	-۵۰	۷۱	جنوب شرقی
۲۴ ساعته	۴۵۹۳/۸۷۵۹۸		۳	۵	۳۰	-۵۰	۵۸	جنوب شرقی
۱ ماهه	۱۳۳۲/۹۸۸۷۷			۵	۳۰	-۴۰	۵۰	جنوب شرقی
۱۲ ماهه	۵۷۵۷/۴۶۵۸۲				۳۰	-۴۰	۵۰	جنوب شرقی

مدلسازی انتشار آلاینده‌های ناشی از کارخانه آسفالت و دستگاه سنگ‌شکن پروژه‌های راه‌سازی



شکل ۱۱. نحوه پخش و پراکنش آلاینده PM (در حالت کنترل نشده) برای متوسط زمانی ۱۲ ماهه و برحسب $\mu\text{g}/\text{m}^3$ در محدوده 20×20 کیلومتر مربعی (مقیاس منطقه‌ای)



شکل ۱۲. نحوه پخش و پراکنش آلاینده PM (در حالت کنترل نشده) برای متوسط زمانی ۱۲ ماهه و برحسب $\mu\text{g}/\text{m}^3$ در محدوده 1×1 کیلومتر مربعی (مقیاس محلی)

جدول ۱۶. بیشترین غلظت‌ها به تفکیک متوسط زمانی برای آلاینده PM (در حالت کنترل شده)

متوسط زمانی	میزان غلظت ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ساعت	روز	ماه	مختصات X (متر)	مختصات Y (متر)	فاصله از مرکز (متر)	جهت از مرکز
۱ ساعته	۳۴۷۲۰/۲	۱	۹	۱۱	۵۰	-۵۰	۷۱	جنوب شرقی
۳ ساعته	۱۱۵۷۳/۴	۳	۹	۱۱	۵۰	-۵۰	۷۱	جنوب شرقی
۸ ساعته	۱۰۹۰۲/۴	۸	۲۱	۷	۵۰	-۵۰	۷۱	جنوب شرقی
۲۴ ساعته	۴۵۹۳/۹		۳	۵	۳۰	-۵۰	۵۸	جنوب شرقی
۱ ماهه	۱۳۳۳/۰			۵	۳۰	-۴۰	۵۰	جنوب شرقی
۱۲ ماهه	۵۷۵۴/۶				۳۰	-۴۰	۵۰	جنوب شرقی

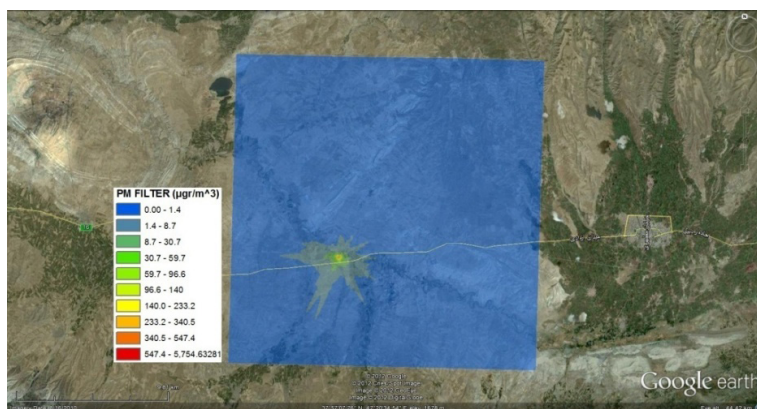
مربعی (مقیاس محلی) نشان داده شده است.

بررسی جداول مربوط به حالت‌های کنترل‌شده و نشده ذرات نشان می‌دهد که غلظت آنها در دو حالت مذکور باهم چندان فرقی ندارند، زیرا در حالت کنترل شده تجهیزات کنترل تنها روی منبع نقطه‌ای دودکش‌دار نصب می‌شود که تأثیر آن در مقیاس محلی که بیشتر از منابع سطحی نزدیک سطح زمین (منابع سطحی و بدون کنترل سنگ‌شکن و کارخانه آسفالت) متأثر می‌شود، به علت ارتفاع دودکش کمتر است. اما توجه به شکل‌های (۱۳) و (۱۴) نشان می‌دهد که نحوه پراکنش این ذرات در دو حالت کنترل شده و کنترل نشده با هم تفاوت دارند، چرا که در حالت کنترل نشده ذرات خروجی از دودکش هم منتشر می‌شوند که به علت ارتفاع دودکش در فواصل دورتر از محل انتشار به زمین می‌رسند که

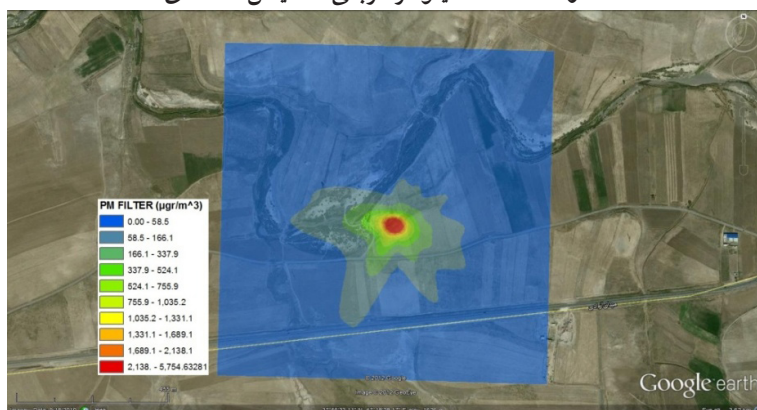
۳-۶ آلاینده ذرات معلق (PM) (در حالت کنترل شده)

در جدول (۱۶)، بیشترین غلظت رخ داده در هر یک از متوسط‌های زمانی، ۱ ساعته، ۳ ساعته، ۸ ساعته، ۲۴ ساعته، یک ماهه، و همچنین متوسط زمانی ۱۲ ماهه، به همراه زمان و مکان رخداد آنها در بین تمامی پذیرنده‌های هر دو شبکه ارایه می‌شود.

در شکل (۱۳) نحوه پخش و پراکنش آلاینده ذرات معلق (در حالت کنترل شده)، در محدوده مورد مطالعه 20×20 کیلومتر مربعی (مقیاس منطقه‌ای)، بر اساس غلظت متوسط در کل دوره آماری ۱۲ ماهه و بر حسب $\mu\text{g}/\text{m}^3$ نشان داده شده است. همچنین در شکل (۱۴) نحوه پراکنش این آلاینده در محدوده 1×1 کیلومتر



شکل ۱۳. نحوه پخش و پراکنش آلاینده PM (در حالت کنترل شده) برای متوسط زمانی ۱۲ ماهه و بر حسب $\mu\text{g}/\text{m}^3$ در محدوده 20×20 کیلومتر مربعی (مقیاس منطقه‌ای)



شکل ۱۴. نحوه پخش و پراکنش آلاینده PM (در حالت کنترل شده) برای متوسط زمانی ۱۲ ماهه و بر حسب $\mu\text{g}/\text{m}^3$ در محدوده 1×1 کیلومتر مربعی (مقیاس محلی)

سبب تفاوت در شکل نحوه پراکنش در دو حالت مذکور می شود.

۷-۳ مقایسه غلظت های محیطی با استانداردهای هوای

پاک

پس از مدل سازی انتشار آلاینده ها و نشان دادن نحوه و جهت پراکنش آنها، جهت آگاه شدن از وضعیت افراد در معرض این آلاینده ها میزان غلظت محیطی این آلاینده ها با استاندارد هوای پاک و EPA مقایسه می شود. در جدول (۱۷) استاندارد هوای پاک ایران در سال های ۱۳۸۸، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ نشان داده شده است. همان طور که در این جدول مشخص است، این استانداردها برای بعضی از آلاینده ها و برای بازه های زمانی خاصی ارایه شده است، ازین رو در ادامه غلظت آلاینده های دارای استاندارد در بازه های زمانی که برای آنها استاندارد وجود دارد، مقایسه می شود.

[Iran. High Council for Environment, 2009, Ahadi, et]

[al, 2012, US.EPA.2011

۱-۷-۳ آلاینده مونواکسید کربن (CO)

مقایسه غلظت های محیطی بیشینه مونواکسید کربن جدول (۱۱) با استاندارد هوای پاک ایران در سال ۱۳۹۰ و استاندارد و هوای پاک EPA (که برای این ماده با هم برابر هستند)، جدول (۱۷) برای متوسط زمانی یک ساعته (0/4512 ppm در مقایسه با استاندارد 0/0837 ppm) و متوسط زمانی هشت ساعته (0/0837 ppm در مقایسه با استاندارد 9 ppm) نشان می دهد که غلظت این ماده در بازه های

زمانی ذکر شده پایین تر از حد مجاز است.

۲-۷-۳ آلاینده دی اکسید نیتروژن (NO₂)

مقایسه غلظت های محیطی بیشینه دی اکسید نیتروژن جدول (۱۲) با استاندارد هوای پاک ایران در سال ۱۳۹۰ جدول (۱۷) برای متوسط زمانی سالیانه (7/23 ppb در مقایسه با استاندارد 21 ppb) نشان می دهد که غلظت این ماده در بازه زمانی مذکور پایین تر از حد مجاز است، نتیجه مقایسه غلظت این ماده با استاندارد EPA (7/23 ppb در مقایسه با استاندارد 100 ppb) نیز به همین صورت است.

۳-۷-۳ آلاینده دی اکسید گوگرد (SO₂)

مقایسه غلظت های محیطی بیشینه دی اکسید گوگرد جدول (۱۳) با استاندارد هوای پاک ایران در سال ۱۳۹۰ جدول (۱۷) برای متوسط زمانی بیست و چهار ساعته (42/ppb29 در مقایسه با استاندارد 37 ppb) و متوسط زمانی یک ساله (30/ppb477 در مقایسه با استاندارد 75 ppb) نشان می دهد که غلظت این ماده در بازه های زمانی ذکر شده بالاتر از حد مجاز است. اما مقایسه غلظت محیطی این ماده در جدول (۱۳) با استاندارد EPA در جدول (۱۷) برای متوسط زمانی بیست و چهار ساعته (42/ppb29 در مقایسه با استاندارد 75 ppb) نشان می دهد، که غلظت این ماده پایین تر از حد مجاز این استاندارد است. این موضوع می تواند نشان دهنده سخت گیری استانداردهای هوای پاک در ایران باشد.

جدول ۱۷. استاندارد هوای پاک در ایران و استاندارد EPA برای هوای پاک

نوع آلاینده	بازه زمانی	۱۳۸۸		۱۳۸۹		۱۳۹۰		استاندارد EPA	
		µg/m3	ppm	µg/m3	ppm	µg/m3	ppm	µg/m3	Ppm
مونواکسید کربن (CO)	حداکثر ۸ ساعته	۱۰۰۰۰	۹	۱۰۰۰۰	۹	۱۰۰۰۰	۹	۹	۹
	حداکثر ۱ ساعته	-	۳۵	۴۰۰۰۰	۳۵	۴۰۰۰۰	۳۵	۳۵	۳۵
دی اکسید نیتروژن (NO ₂)	سالیانه	۱۰۰	۰/۰۵	۶۰	۰/۰۳۱	۴۰	۰/۰۲۱	-	-
	یک ساعته	-	-	-	-	-	-	۰/۱	-
دی اکسید گوگرد (SO ₂)	سالیانه	۸۰	۰/۰۳	۵۰	۰/۰۱۹	۲۰	۰/۰۰۷	-	-
	حداکثر ۲۴ ساعته	۳۶۵	۰/۱۴	۲۵۰	۰/۰۹۴	۱۰۰	۰/۰۳۷	۰/۰۷۵	-
ذرات معلق (PM ₁₀)	سالیانه	۵۰	-	۴۰	-	۲۰	-	-	-
	حداکثر ۲۴ ساعته	۱۵۰	-	۹۰	-	۵۰	-	-	۱۵۰
ذرات معلق (PM _{2.5})	سالیانه	-	-	۱۲	-	۱۰	-	-	۱۲
	حداکثر ۲۴ ساعته	۱۵۰	-	۳۰	-	۲۵	-	-	۳۵

۳-۷-۴ آلاینده ذرات معلق PM

مقایسه غلظت های بیشینه محیطی ذرات معلق در حالت کنترل نشده جدول ۱۵ با استاندارد هوای پاک ایران در سال ۱۳۹۰ جدول (۱۷) برای متوسط زمانی بیست و چهار ساعته $24593/87598 \mu\text{g}/\text{m}^3$ در مقایسه با استاندارد $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و متوسط زمانی یک ساله $5757/46582 \mu\text{g}/\text{m}^3$ در مقایسه با استاندارد $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ نشان می دهد که غلظت این ماده در بازه های زمانی ذکر شده به ترتیب حدود ۹۰ و ۲۸۷ بار بیشتر از حد مجاز است. همچنین مقایسه غلظت های بیشینه ذرات معلق در حالت کنترل نشده جدول (۱۵) با استاندارد EPA در جدول (۱۷) برای متوسط زمانی ۲۴ ساعته $24593/87598 \mu\text{g}/\text{m}^3$ در مقایسه با استاندارد $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ نشان می دهد که غلظت این ماده از این استاندارد نیز حدود ۳۰ برابر بیشتر است.

همچنین مقایسه غلظت های بیشینه محیطی ذرات معلق در حالت کنترل شده جدول (۱۶) با استاندارد هوای پاک ایران در سال ۱۳۹۰ جدول (۱۷) برای متوسط زمانی بیست و چهار ساعته $4593/9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ در مقایسه با استاندارد $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و متوسط زمانی یک ساله $5754/87598 \mu\text{g}/\text{m}^3$ در مقایسه با استاندارد $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ نشان می دهد که غلظت این ماده در بازه های زمانی ذکر شده به ترتیب حدود ۹۰ و ۲۸۷ بار بیشتر از حد مجاز است. همچنین مقایسه غلظت های بیشینه ذرات معلق در حالت کنترل شده جدول (۱۶) با استاندارد EPA در جدول (۱۷) برای متوسط زمانی ۲۴ ساعته $4593/9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ در مقایسه با استاندارد $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ نشان می دهد که غلظت این ماده از این استاندارد نیز حدود ۳۰ برابر بیشتر است.

۴. بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش ابتدا با استفاده از ضرایب نشر پیشنهادی توسط سازمان حفاظت از محیط زیست ایالات متحده آمریکا، میزان آلاینده های تولیدی توسط کارخانه آسفالت محور سراب-

بستان آباد محاسبه شد. سپس با استفاده از مدل AERMOD، نحوه پراکنش این آلاینده ها در محوطه اطراف کارخانه برای هر یک از آلاینده های فوق، برای متوسط های زمانی ۱، ۳، ۸ و ۲۴ ساعته، همچنین دوره آماری ۱ و ۱۲ ماهه در دو مقیاس منطقه ای (محدوده 20×20 کیلومتر مربعی) و محلی (محدوده 1×1 کیلومتر مربعی) مدل سازی شد. در ادامه مقدار این آلاینده ها با استاندارد هوای پاک کشور و EPA مقایسه شد. این مقایسه ها نشان می دهد که تولید آلاینده های مونو اکسید کربن و اکسیدهای ازت پایین تر از حد استاندارد هوای پاک کشور است و مقدار آلاینده دی اکسید گوگرد بیشتر از استانداردهای هوای پاک کشور است، اما این مقدار کمتر از استاندارد EPA است که این امر می تواند نشان دهنده سخت گیری استانداردهای هوای پاک در کشور باشد. و ذرات معلق تولید شده در دو حالت کنترل شده و کنترل نشده، توسط این کارخانه بسیار بیشتر از حد مجاز است.

بررسی غلظت ذرات معلق تولید شده در حالت های کنترل شده و نشده، نشان می دهد که غلظت های بیشینه آنها در دو حالت مذکور تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند، زیرا در حالت کنترل شده تجهیزات کنترل تنها روی منبع نقطه ای دودکش دار نصب می شود که تأثیر آن در مقیاس محلی که بیشتر از منابع سطحی نزدیک سطح زمین (منابع سطحی و بدون کنترل سنگ شکن و کارخانه آسفالت) متأثر می شود، کمتر است. اما نحوه پراکنش این ذرات در دو حالت کنترل شده و کنترل نشده با هم تفاوت دارند، چرا که در حالت کنترل نشده، ذرات خروجی از دودکش هم منتشر می شوند که به علت ارتفاع دودکش ذرات منتشر شده در فواصل دورتر به زمین می رسند و فواصل دورتری را تحت تأثیر قرار می دهند که سبب تفاوت در نحوه پراکنش در دو حالت مذکور می شود.

۵. پی نوشت ها

- مرکز آمار ایران (۱۳۸۵) "نتایج سرشماری عمومی"،

www.amar.org.ir

- شورای عالی حفاظت محیط زیست (۱۳۸۸) "استانداردهای

هوای پاک برای سال های ۱۳۸۸-۱۳۸۹-۱۳۹۰".

- طباطبایی، امیرمحمد (۱۳۶۴) "روسازی راه"، تهران: مرکز

نشر دانشگاهی.

- منصوری، نبی الله و علی نژاد، جواد (۱۳۸۷) "بررسی

کارایی سیستم های کنترل کننده ذرات معلق و تعیین میزان

انتشار در کارخانجات آسفالت مشهد"، مجله علوم و

تکنولوژی محیط زیست، دوره یازدهم، شماره یک، ص ۹-۱.

- Faulkner, W. B. (2009) "Particulate matter emission factors for Almond Harvest as a function of Harvester Speed", Journal of the Air & Waste Management Association, 59, pp.943-949.

- Kesarkar, A. P. (2007) "Coupling of the weather research and forecasting model with AERMOD for pollutant dispersion modeling: A case study for PM10 dispersion over Pune, India", Journal of Atmospheric Environment 41, pp.1976-1988.

- Mazur, M. (2009) "Ambient air total gaseous mercury concentrations in the vicinity of coal-fired power plants in Alberta, Canada", Journal of Science of the Total Environment 408,

1. Colorado

2. Pune

3. Hangzhou

4. Alberta

5. Bag house

6. Steady-state dispersion model

7. Digital Elevation Model

8. Sensible heat flux

9. Latent heat flux

۶. مراجع

- احدی، سولماز، نجفی، محمدعلی و روشنی، محسن

(۱۳۹۱) "گزارش سالانه کیفیت هوای تهران در سال

۱۳۹۰ (استاندارد هوای پاک ایران)"، گزارش فنی شرکت

کنترل کیفیت هوا، شماره QM91/02/06(U)/01، ۱۳۸، صفحه.

- اشرفی، خسرو، شفیع پور، مجید، سلیمیان، محمد و مومنی،

محمودرضا (۱۳۹۱) "تعیین میزان انتشار و مدل سازی نحوه

پراکنش آلاینده های ترکیبات آلی فرار ناشی از تبخیر

سطحی از مخازن ذخیره ای واقع در منطقه عسلویه"، فصل

نامه محیط شناسی، سال سی و هشتم، شماره ۳، پاییز ۹۱،

صفحه ۴۷-۶۰.

- امینی، اژدر، نبی بیدهندی، غلامرضا، گیوه چی، سعید،

مهردادی، ناصر و کرمی، شاهو (۱۳۹۱) "مکان یابی

کارخانه آسفالت برای پروژه های راه سازی (مطالعه

موردی: کنارگذر همدان)"، ششمین کنفرانس مهندسی

محیط زیست (CELCO)، دانشگاه تهران، تهران.

- Zou, B. (2010) "Performance of AERMOD at different time scales", Journal of Simulation Modeling Practice and Theory, 18, pp.612–623.
- Orloff, K.G., Kaplan, B. and Kowalski, P. (2006) - "Hydrogen cyanide in ambient air near a gold heap leach field: Measured vs. modeled concentrations", Journal of Atmospheric Environment 40, pp.3022–3029.
- U.S. Environmental Protection Agency (2004) "User's guide for the AMSEPA regulatory model – AERMOD", Office of Air Quality Planning and Standards, Emissions Monitoring and Analysis Division, Research Triangle Park North Carolina, EPA-454/B-03-001, 216 p.
- US Environmental Protection Agency (EPA) (2011) "National ambient air quality standards for criteria air pollutant", <http://www.epa.gov/air/criteria.html>
- Venkatram, A. (2009) "Modeling the impacts of traffic emissions on air toxics concentrations near roadways", Journal of Atmospheric Environment" 43, pp.3191-3199.
- Zhang, Q. (2008) "GIS-based emission inventories of urban scale: A case study of Hangzhou, China", Journal of Atmospheric Environment, 42, pp.5150–5165.