علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره دوازدهم، اسفند ماه ۹۸

اندازه‌گیری انتشار آلودگی هوا خروجی از دودکش واحدهای تولید عایق رطوبتی(ایزوگام) دلیجان

فائزه برهانی[۱]

علیرضا نورپور*[۲]

noorpoor@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۱/۱۷ **تاریخ پذیرش:۹۶/۰۳/۲۴**

چکیده

زمینه و هدف: واحدهای تولید ایزوگام به عنوان یکی از منابع مهم آلاینده هوا می باشند. از این رو اندازه گیری دقیق و آنالیز انتشار این آلاینده‌ها به عنوان گام اساسی در ارایه راهکارهای کاهش و یا پیشگیری از انتشار این آلاینده ها می باشد. آلاینده های ناشی از فرایند تولید ایزوگام شامل گازهای غیر هیدروکربنی و هیدروکربنی است. هدف از این تحقیق اندازه گیری آلاینده های گازی خروجی(CO_2 ,HC ,CO $(NO+NO_2)$,SO_2 ,NO_X) از دودکش تعدادی از واحدهای تولید ایزوگام شهرستان دلیجان و مقایسه با استانداردهای موجود می باشد.

روش بررسی: در این پژوهش مقادیر مختلف غلظت حجمی(ppm) گازها به وسیله دستگاه آنالایزر گاز Testo350 مورد سنجش قرار گرفت و نمونه ها با استاندارد مدیریت بهداشت، ایمنی، محیط زیست و کیفیت، جهت مطلوب بودن یا نبودن خروجی دودکش ها مقایسه گردیده است.

یافته‌ها: بررسی های تحقیق حاضر نشان می دهد مقادیر خروجی برخی از گازها بالاتر از استاندارد آلاینده های خروجی از دودکش صنایع ایزوگام می باشد و مطابق نتایج ارایه شده بیش‌ترین میزان تولید گاز آلاینده مربوط به CO، به میزان ppm ۶۷۸ در فصل زمستان و بیش-ترین میانگین غلظت هیدروکربن‌ها، در فصل تابستان برابر ppm ۲۵۰ می‌باشد.

۱- کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران- مهندسی محیط زیست، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲- دانشیار، گروه مهندسی عمران- مهندسی محیط زیست، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران *(مسئول مکاتبات).

بحث و نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان می دهد با توجه به بالا بودن مقادیر برخی از پارامترها نسبت به استاندارد گازهای خروجی دودکش و به‌دلیل این که ماهیت شیمیایی آن‌ها سلامت ساکنان شهر دلیجان را به خطر انداخته است و مجاورت این شهرک با دلیجان اهمیت مسأله را جدی تر می کند که نیازمند دقت نظر در اعمال فواصل چنین واحدهایی از مناطق مسکونی و تدوین استانداردها و مقررات جدی تر و به روز جهت کاهش و بازنگری در سیستم های کنترل آلاینده های مذکور اقدام مناسب به عمل آید.

واژه‌های کلیدی: ایزوگام، گازهای خروجی، آلودگی هوا، محیط‌زیست

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.12, February, 2020

Measurement of Air pollution Emissions from Chimneys of Production Units Moisture Insulation (Isogam) Delijan

Faezeh Borhani[1]
Alireza Noorpoor[*2]
noorpoor@ut.ac.ir

Accepted: 2017.06.14 Received:2017.06.04

Abstract

Background and Objectives: Isogam (Waterproofing) Bituminous production units as one of the major sources of air pollutants, make concerns for environmental organizations, research centers and industries in order to mitigate their destructive impacts on the atmosphere. Due to importance of application of these materials in building sectors, many producing units have been developed in Iran. It confronts many Iranian cities with an environmental crisis. Therefore, accurate analysis of pollutant emissions is an essential step while presenting strategies to minimize its harmful effect. Isogam Bituminous production process includes non-hydrocarbon emissions and hydrocarbon gases.

The purpose of this research is to measure exhaust gas emissions of the production units of Isogam Bituminous Delijan such as CO, HC, CO_2 , SO_2 and NO_X ($NO+NO_2$), contrasting with the conventional standards.

Material and Method: In this research, various values of volumetric gas concentrations (ppm) are measured by analyzer machine named Testo350. Then to analyze the quality of the exhaust gas the health, safety and environmental standards would be applied to the specimen.

Findings: According to the presented results, CO is the highest part of pollutants which is 678 ppm in winter and the highest average concentration of hydrocarbons in the summer is 250.

Discussion and Conclusion: This study shows that as the values of some parameters is greater than the standard values of exhaust chimney, it is necessary to review the control systems to optimize the emission of pollutants.

Keywords: Isogam Bituminous, exhaust gases, Air pollution, environment

1- MS.C. Department of Civil Engineering-Environmental Engineering, Faculty of Environment,University of Tehran, Tehran, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Environmental Engineering- Air Pollution, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran. *(Corresponding Author).

مقدمه

در بسیاری از شهرها و نواحی جهان، آلودگی هوا به حدی رسیده که سلامتی انسان و سایر موجودات زنده مورد تهدید قرار گرفته است. ناگزیر برخی کشورهای جهان به‌ویژه کشورهای پیشرفته صنعتی توجه خود را به آن معطوف داشته و با سیاست‌گذاری اصولی و برنامه‌ریزی‌های لازم، اقدامات اجرایی بنیادی را برای جلوگیری از گسترش آلودگی هوا به عمل آورده‌اند. یکی از اساسی ترین راهکارهای جلوگیری و کاهش آلودگی هوا، شناخت آن در بخش های مختلف است. آلاینده‌های حاصل از فعالیت‌های انسان باعث تهدید زندگی بشر و سایر موجودات زنده می باشد. در حال حاضر در بسیاری از کشورهای در حال رشد صنعتی، صنایع پس از وسایط نقلیه مهم‌ترین منابع آلودگی هوا می باشند. هرچند در مناطق غیر شهری صنعتی و شهرک های صنعتی، صنایع از این نظر جایگاه نخست را دارند و مسأله تشدید کننده این مشکل این است که بسیاری از آلاینده‌های تولید شده در این بخش به میزان زیاد و غیر قابل کنترل در هوا منتشر می شوند که تجزیه ناپذیر، خطرآفرین و بیماری‌زا می باشند. رشد صنعت عایق رطوبتی نیز در شهرک صنعتی دلیجان هم تهدید سلامت جامعه و نگرانی عمومی را در پی داشته است. از دلایل رشد این صنعت در شهرک صنعتی دلیجان می توان به موقعیت جغرافیایی و مرکزیت شهر دلیجان به‌ویژه نزدیکی به پالایشگاه‌های اراک، اصفهان و تهران، صادرات این محصول به کشورهای اطراف به‌ویژه آسیای مرکزی، تبدیل شدن به بزرگ‌ترین قطب تولید عایق های رطوبتی کشوردر حال حاضر، دسترسی آسان به بازار مصرف شهرهای بزرگ و ایجاد دومین واحد تولید عایق رطوبتی پس از واحد صنعتی جلیس «پیروزگام» این فناوری را در منطقه بومی کرد و رواج داد. همان-طور که ملاحظه می شود این صنعت در این منطقه پایه گذاری شده است و به‌دلایل مختلف همچنان در حال رشد و پیشرفت می‌باشد لذا لازم است همه جوانب رشد یک صنعت در یک منطقه را در نظر گرفت. رشد و پیشرفت بی رویه یک صنعت در یک منطقه علاوه بر این که ممکن است باعث رونق اقتصادی و پیشرفت یک منطقه و شهر گردد، نگرانی‌هایی را به‌دنبال دارد. عواملی هم‌چون محدودیت منابع و آلودگی محیط زیست ازمهم-ترین مشکلات پیش روست.

صنعت عایق رطوبتی و صنایع پایین دستی و بالا دستی آن، شامل پودر سازی، قیرسازی، تولید قیر سفت و دمیده این شهرک را به‌عنوان جایگاهی برای بزرگ‌ترین مرکز تولید این محصول در آورده است و تجمع واحدهای این‌گونه، به‌دنبال خود تشدید آلودگی هوا در این منطقه را داشته است. به‌ویژه این‌که این شهرک در مجاورت شهر دلیجان قرار گرفته و اهمیت مسأله به حدی است که ممنوعیت استقرار این‌گونه صنایع را در این شهرک به‌دنبال داشته است.

آلاینده‌های خطرناکی که روزانه توسط دودکش کارخانه ها و نیروگاه‌ها در محیط اطراف رها می گردند این گونه جوامع را با چالش زیست محیطی مهمی روبرو ساخته است(۱). منابع اصلی انتشار آلاینده‌های هوا در صنعت ایزوگام واحدهای بنزا و میکسر است، در این واحدها مواد اولیه تولید ایزوگام تا دمای حداکثر ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد گرم می‌شوند. عمده آلودگی این کارخانجات ایزوگام مربوط به آلودگی هوا و گازهای خروجی از آن‌هاست. از جمله این گازها می توان به SO_X، CO_2، CO، H_2S، NO، NO_X و NO_2 اشاره کرد. آلودگی هوا ناشی از استنشاق این گازها، اثرات نامطلوبی از جمله آسیب مجاری تنفسی، کاهش ظرفیت تنفس(۲)، نارسایی مغزی- کلیوی، پیری زودرس (۳)، کاهش ظرفیت حمل اکسیژن خون و گرمای هوا (۴)، صدمات غیر قابل جبران به حیوانات و گیاهان (۵) و تغییر ضریب تیرگی را در پی خواهند داشت(۶).

همچنین سوزاندن سوخت به عنوان منبع انرژی موجب تولید گازهای $NO+NO_2$ از نیتروژن موجود در سوخت و نیز هوای وارد شده به محفظه احتراق می‌شود که از دودکش کارخانه ها به طور مستقیم به هوا وارد می شوند. هیدروکربن‌ها نیز بر اثر تبخیر از بنزین، حلال‌ها و مواد شیمیایی صنعتی به طور مستقیم به هوا

وارد می‌شوند و نقش مهمی در مه دود فتوشیمیایی، اثرات گازهای گلخانه ای و در نتیجه افزایش گرمای جهانی دارند(۷).

سوابق تحقیقاتی در خصوص آلاینده های مختلف ناشی از صنایع قیر و کارخانجات مرتبط بیش‌تر برمی‌گردد به کارخانه های آسفالت، واحدهای مختلف تولید قیر، واحدهای تولید عایق رطوبتی و واحدهای انتهایی تقطیر در مجتمع‌های پالایشگاهی در سراسر دنیا. در خصوص آلودگی هوای واحدهای تولید ایزوگام در کشور تاکنون مطالعه‌ای صورت نگرفته است ولی در خصوص انتشار آلاینده های هوا در صنایع مختلف طرح‌ها و تحقیقات گسترده ای صورت گرفته است.

چاووشی و همکاران طی یک مطالعه ی توصیفی مقطعی و اندازه گیری گازهای خروجی از دودکش، مقدار و فاکتور انتشار گاز SO_2 خروجی را در مدت ۲۰ ماه به دست آوردند و مجریان به این نتیجه دست یافتند که استفاده از تکنولوژی های جدیدتر در فرآیند تولید و استفاده از دستاوردهای جدید گامی اساسی در توسعه ی صنعت در بخش های مختلف کشور است(۸). از دیگر مطالعات انجام شده در ایران می توان به کار میرمحمدی و همکاران در سال ۱۳۹۱ اشاره کرد، در این پژوهش نمونه برداری و آنالیز آلاینده های خروجی از واحدهای مختلف ایزوگام انجام شده است، نتایج نشان می دهد خروجی واحد سوزاننده در حد مطلوب و استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران می باشد(۹). در تحقیق دیگری منصوری و خیری با توجه به این که آلاینده های منتشر شده از کارخانه های آسفالت بسیار مضر بوده و می تواند زندگی انسان را به خطر اندازد، نرخ انتشار آن ها را بررسی و سیستم های تصفیه هوای مناسب پیشنهاد کردند(۱۰). الماسی و همکاران هم در پژوهشی، به اندازه گیری آلاینده های گازی خروجی از دودکش کارخانه سیمان پرداختند، ایشان در این ارزیابی مشاهده کردند میزان گازهای خروجی در مقادیر جزیی بالاتر از استاندارد می باشد و باید کنترل‌های بیش‌تری در این زمینه انجام گیرد(۱۱). در مطالعه‌ای که توسط بداق پور و جدیدی در سال ۱۳۸۸ تحت عنوان بررسی آلاینده‌های تولیدی صنایع سیمان اطراف تهران و روش های کنترل آلودگی انجام شده است میزان گازهای آلاینده را به مقدار جزیی بالاتر از استاندارد اعلام نموده اند(۱۲). طی مطالعه‌ی دیگری توسط معطر در سال ۱۳۸۳ تحت عنوان بررسی اثرات زیست محیطی کارخانه سیمان ایلام از دیدگاه آلودگی هوا، به میزان مقادیر منتشر شده آلاینده ها از دودکش خروجی کارخانه سیمان ایلام پرداخته است. در مطالعه ای توسط شیورام گازهای NO_X، CO و CO_2 در صنعت اندازه گیری شده است (۱۳). در مطالعه ای در شهر همدان هشت هیدروکربن از جمله بنزن و تولوئن اندازه گیری شد، در این بررسی غلظت همگی بیش از استاندارد پیشنهادی آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا (ای پی اِی)[1] برای این ترکیبات بود(۱۴).

دارایی با تحقیقی که در خصوص وضعیت پایش، نگه داری و مشکلات رسوب دهنده های الکتروستاتیک در برخی کارخانجات سیمان ایران انجام داده است، گازهای CO، NO_X و SO_X در خروجی دودکش های واحدهای تولیدی را از گازهای آلاینده هوای اطراف کارخانه سیمان معرفی نموده است(۱۵).

با بررسی این صنعت و بخش های مختلف آن می توان پی برد سنجش آلاینده های مختلف هوا در این صنعت نیازمند شیوه های ویژه جهت شناسایی، نمونه برداری و اندازه گیری، تجزیه و تحلیل آثار و نهایتاً روش های کنترل و کاهش آن‌ها بیش‌تر خواهد بود. علاوه بر آن مشکلات دیگر هم‌چون نبود استانداردهای زیست محیطی جهت فاکتورهای انتشار این نوع آلاینده ها، نیازمند بررسی قوانین و مقررات زیست محیطی و ملزم نمودن واحدهای صنعتی جهت کاهش و کنترل آلاینده های هوا می باشد. در هر حال به عنوان اولین بررسی های زیست محیطی در شهرک صنعتی دلیجان و نیز کارخانجات عایق رطوبتی سعی در شناساندن و نشان دادن چهره زیست محیطی شهرک و صنعتی هستیم که به نظر می رسد در این زمینه مورد بی مهری واقع

1- Environmental Protection Agency. EPA

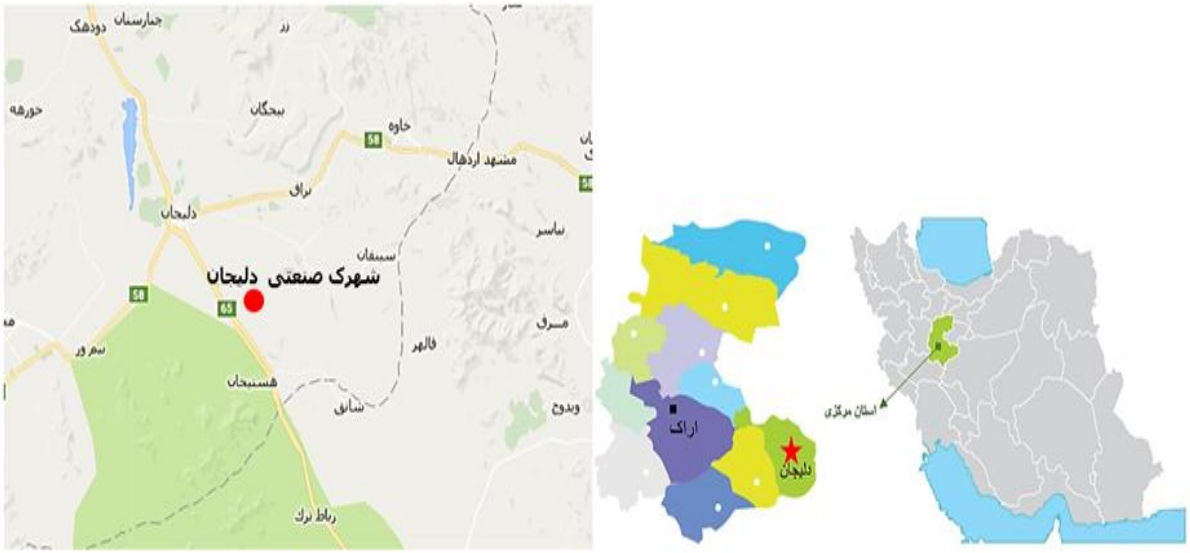
شده است و آسیب های جدی و غیر قابل جبران آن متوجه مردم و ساکنان شهر دلیجان می گردد.

با توجه به توضیحات بالا، ضرورت چنین تحقیقی با هدف اندازه گیری و بررسی مقادیر جرمی انتشار آلاینده های گازی خروجی از دودکش واحدهای تولید جهت کنترل انتشار آلاینده ها در کارخانه های ایزوگام می رود.

مواد و روش ها

محدوده مورد مطالعه

در حال حاضر در کشور ما کارخانجات و واحدهای بسیاری در زمینه صنعت ایزوگام فعالیت دارند اما مهم‌ترین منطقه تولید ایزوگام در استان مرکزی و شهر دلیجان (شهرستان دلیجان در طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۱۶ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۸ دقیقه واقع شده شهر دلیجان به‌عنوان مرکز این شهرستان در ارتفاع ۱۵۳۰ متری از سطح دریا قرار دارد این شهرستان از شمال به استان قم و از جنوب به استان اصفهان و از شرق به شهرستان کاشان و از غرب به شهرستان محلات همسایه بوده و مساحت آن ۲۱۷۰ کیلومتر مربع می‌باشد که در حد ۷/۴ ٪ از مساحت استان است) می باشد. پیشینه اولین کارخانجات ایزوگام به حدود سال ۱۳۷۲ برمی‌گردد و هم اکنون در حدود ۱۲۰ واحد تولید عایق رطوبتی در استان مرکزی وجود دارد که از این تعداد بیش از ۴۰ واحد، در شهرک صنعتی دلیجان مستقر است و بیش از ۲۰ واحد آن نیز در قطب صنعتی بوعلی دلیجان در حال فعالیت می باشند. این شهرک صنعتی تولید ۷۰٪ عایق مورد نیاز کشور به صورت متمرکز را عهده دار می باشد، در این مطالعه میانگین آلاینده‌های دودکش های ۱۰ کارخانه ایزوگام مورد بررسی قرار گرفته است و با توجه به محرمانه بودن این نتایج، به جای اسامی این شرکت ها، از شماره گذاری استفاده شده است.



شکل ۱- موقعیت مکانی شهرک صنعتی دلیجان، شهرستان دلیجان، استان مرکزی

Figure 1- Location of industrial Town of Delijan, Delijan City, Markazi Province

جدول ۱- موقعیت قرار گیری کارخانه‌های ایزوگام مورد مطالعه

Table 1- Location of Isogam Bituminous Factory

شماره کارخانه	طول جغرافیایی			عرض جغرافیایی		
موقعیت	ثانیه	دقیقه	درجه	ثانیه	دقیقه	درجه
۱	۵۶	۴۴	۵۰	۳۹	۵۷	۳۳
۲	۵۲	۶۸	۵۰	۳۱	۹۹	۳۳
۳	۲۶	۶۹	۵۰	۴۶	۹۳	۳۳
۴	۵۲	۶۹	۵۰	۲۷	۹۶	۳۳
۵	۱۴	۳۷	۵۱	۴۳	۷۰	۳۵
۶	۷۷	۳۵	۵۱	۶۳	۶۵	۳۵
۷	۱۵	۳۵	۵۱	۱۷	۶۳	۳۵
۸	۰۳	۳۱	۵۱	۰۰	۷۵	۳۵
۹	۶۳	۱۶	۵۱	۲۷	۵۲	۳۵
۱۰	۲۳	۶۶	۵۰	۵۴	۹۶	۳۳

روش پژوهش

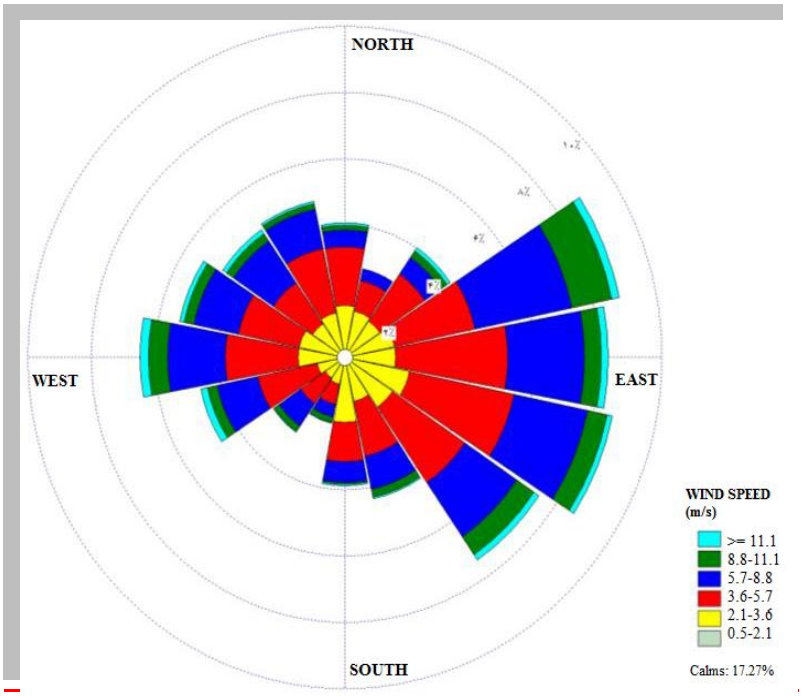
در این مطالعه که به روش تجربی انجام گردیده، مقادیر مختلف غلظت حجمی(ppm)[1] آلاینده های گازی شکل شامل $CxHy$، SO_X، CO_2، CO، H_2S، NO، NO_X و NO_2 که در طی مراحل مختلف فرآیند تولید ایزوگام منتشر شده است، در خروجی دودکش تعدادی از کارخانجات ایزوگام دلیجان در فواصل مختلف زمانی در طی سال ۱۳۹۴ توسط دستگاه های مربوطه مورد سنجش قرار گرفت(در این مطالعه میانگین آلاینده‌های دودکش های ۱۰ کارخانه ایزوگام مورد بررسی قرار گرفته است) و نمونه ها با استاندارد مدیریت بهداشت، ایمنی، محیط زیست و کیفیت (موضوع بند ۱۵ قانون نحوه جلوگیری هوا مصوب ۷۴/۲/۳ مجلس شورای اسلامی) جهت مطلوب بودن یا نبودن خروجی دودکش ها مقایسه گردیده است. محل نمونه برداری به طور تصادفی از دودکش واحدهای مختلف کارخانجات ایزوگام می باشد. عمده شرایط هنگام نمونه برداری متمرکز بر روی سرعت باد و جهت وزش باد بوده است که سعی بر این شده است در آرام ترین شرایط از این نظر نمونه برداری گردد. ضمناً در هنگام بارندگی نمونه برداری صورت نگرفته است و وضعیت محل نمونه برداری به صورت استاندارد (d_8 از شروع دودکش یا d_2 از رأس دودکش، بر طبق استاندارد EPA1) می باشد(۱۶). زمان نمونه برداری در کلیه موارد ۲۰ دقیقه و مقادیر غلظت به تفکیک هر

1- Part Per Million

دودکش به طور جداگانه ثبت گردیده است. سوخت مورد استفاده کارخانجات مورد مطالعه گاز طبیعی می باشد.

تحلیل گلباد

گلباد نموداری است که سرعت، جهت و تواتر بادهای یک مکان معین را با استفاده از یک دستگاه مختصات مرکزی نشان می دهد، این دیاگرام (گلباد) کاربردها فراوانی دارد از جمله، امکان سنجی (مکان یابی، چگالی و توان باد، ایستائی باد و ...) برای استفاده از انرژی باد، عدم استقرار صنایع آلاینده در جهت باد غالب منطقه و ... . تفسیر یک گلباد بدون نقشه برجستگی (توپوگرافی) دشوار است اثرات محلی باعث تغییرات مهمی در جریانات هوا می شوند. با استفاده از گراف گلباد شهرستان دلیجان به این نتیجه می رسیم که از تعداد بادهای دیدبانی شده زمستان سال ۹۴ در ایستگاه هواشناسی دلیجان (۱۲ ساعته)، حدود ۱۷ درصد بادها آرام و بقیه دارای جهت های متفاوت هستند. باد غالب شهرستان دلیجان شمال شرقی، و متوسط سرعت باد در تابستان ۱۵/۸ کیلومتر بر ساعت بوده است. بیشینه باد نیز دارای جهت شرقی با سرعت ۶۸/۴ کیلومتر بر ساعت بوده است.



شکل ۲- نمودار گلباد ایستگاه هواشناسی دلیجان در سال ۱۳۹۴

Figure 2- Golbad diagram of Delijan meteorological station in 2015

اندازه‌گیری گازهای خروجی دودکش

نمونه برداری از گازهای دودکش با دستگاه قرائت مستقیم Testo350 که ساخت کشور آلمان است، انجام شد. دستگاه ذکر شده از پیشرفته‌ترین تجهیزات نمونه برداری موجود در ایران بوده که مورد تأیید سازمان حفاظت محیط زیست ایران جهت نمونه برداری از دودکش ها می باشد. این دستگاه پیشرفته قادر است بیش از ۱۵ پارامتر را به روش الکتروشیمیایی و به صورت هم‌زمان با دقت بالا قرائت نماید. این دستگاه با باتری کار می کند و بایستی شارژ شود. دستگاه Testo350، جدیدترین دستگاه

آنالیزور گاز با قابلیت آنالیز گازهای $CxHy$، O_2، SO_X، CO_2، CO، H_2S، NO، NO_X و NO_2 می‌باشد. این دستگاه برای اندازه گیری گاز خروجی از دودکش ها بسیار مناسب است و کاربرد فراوانی در صنعت اندازه‌گیری گازها را دارا می باشد. آنالایزر گاز دودکش، دتکتور گاز دودکش، Testo350 راندمان احتراق، درصد هوای اضافی، اتلاف حرارتی و مکش دودکش، قابلیت اندازه گیری فشار و سرعت گاز توسط pitot tube و محاسبه فلوی گازه های خروجی، دارای سیستم gas dilution جهت بالا بردن رنج گاز CO تا ۴۰ برابر دارای واحد آماده سازی گاز جهت کندانس گاز خروجی و جذب قابلیت پرینت توسط پرینتر مادون قرمز و اتصال به کامپیوتر جهت پردازش اطلاعات ذخیره شده را دارد(۱۷). اندازه‌گیری با استفاده از سنسورهای الکتروشیمیایی انجام شده است. دستگاه جهت اندازه‌گیری با توجه به استانداردها در نزدیکی دهانه دودکش توسط کارشناسان نصب و توسط لوله‌ای که در انتهای دستگاه وصل است و در طرف دیگر توسط سیمی به مانیتور متصل شده است، فشار، سرعت و دیگر شاخص‌های گازها و میزان غلظت آن‌ها مشخص شد. در مطالعه حاضر اندازه گیری غلظت گازهای آلاینده از طریق قرائت مستقیم، با استفاده از استاندارد ASTMD5522-EPACTM-030-41 انجام شد.

جدول ۲- مشخصات دستگاه Testo350 جهت سنجش گازها

Table 2- Specifications of Testo350-New for measuring gases

نام دستگاه	آلاینده‌های مورد سنجش	محدوده اندازه‌گیری (ppm)	قدرت تفکیک (ppm)
Testo 350	منوکسید کربن	۰-۱۰۰۰۰	±۰/۱
	منوکسید نیتروژن	۰-۴۰۰۰	±۰/۱
	نیتروژن دی اکسید	۰-۵۰۰	±۰/۱
	ناکس	۰-۳۰۰۰	±۰/۱

نتایج

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری مقادیر مختلف غلظت‌های حجمی گازهای آلاینده خروجی در جدول ۳ و ۴ ارایه شده است. مقایسه مقادیر غلظت حجمی گازها در کارخانه‌های ایزوگام در فصل تابستان و زمستان نشان می دهد که در اکثر موارد مقدار غلظت گازها در فصل زمستان بیش‌تر از تابستان موارد می باشد. یافته‌ها نشان می‌دهد که در میان گازهای آلاینده مورد مطالعه، گاز منوکسیدکربن بیشترین میزان آلایندگی را دارد و اندازه‌گیری گاز نیتروژن دی اکسید مقادیر کم‌تری را نشان می دهد. دودکش کارخانه شماره ۳ در فصل تابستان دارای بالاترین اختلاف دمای بیرون و دمای گاز خروجی (۴۷۶ درجه سانتی گراد) می باشد. این اختلاف دما موجب بالاتر رفتن گازهای خروجی می شوند. ملاحظه می شود که افزایش ارتفاع موثر طی شده توسط آلاینده ها اثر قابل توجهی در کاهش غلظت آلاینده در سطح زمین دارد.

جدول ۳- مقادیرمیانگین غلظت حجمی حاصل از اندازه گیری گازهای خروجی بر حسب ppm در فصل تابستان و زمستان

Table 3- Volume of measured values of exhaust gas concentration (ppm) in summer and winter

شماره کارخانه ایزوگام	فصل	O_2	CO_2	CO	NO	NO_2	NO_X	SO_2	H_2S	CxHy	Ta	T_g
		٪	٪	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	°C	°C
۱	تابستان	۳/۰۰	۰/۰۰	۱۸/۰۰	۰/۰۰	۴۰/۰۰	۴۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۹/۰۰	۳۹/۱۰	۲۲۰/۷۰
۲		۱۰/۴۵	۲/۹۰	۴۵۷/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۲۵۰/۰۰	۳۲/۰۰	۱۳۷/۰۰
۳		۱۵/۲۹	۳/۲۳	۵۵/۰۰	۶/۰۰	۰/۳۰	۶/۳۰	۱/۰۰	۰/۰۰	۴/۰۰	۳۱/۰۰	۵۰۷/۰۰
۴		۹/۱۶	۶/۷۰	۲۰۷/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	-	۳۲/۰۰	۳۳/۰۰	۱۴۵/۰۰
۵		۱۷/۷	۱/۸	۸/۰۰	۴/۰۰	۰/۰۰	۴/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۵/۰۰	۲۹/۸	۳۰۹/۰۰
۶	زمستان	۱۴/۸۲	۳/۵۰	۱۱۷/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۵/۰۰	-	۱۸۰/۰۰	۱۳/۱۰	۳۴۸/۰۰
۷		۱۷/۲۰	۲/۱۰	۲۰/۵۰	۱۷/۰۰	۰/۵۰	۱۷/۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۷۳/۰۰	۲۳/۰۰	۲۹۷/۰۰
۸		۱۵/۰۵	۳/۴۵	۶۷۸/۰۰	۲۲/۰۰	۵/۰۰	۲۷/۰۰	۳۰۵/۰۰	۲۰/۰۰	۰/۰۰	۲۶/۳۰	۳۹۳/۶۰
۹		۹/۵۷	۶/۴۸	۲۶/۰۰	۲۸/۰۰	۱/۰۰	۲۹/۰۰	۰/۰۰	-	۰/۰۰	۱۱/۰۰	۲۰۵/۰۰
۱۰		۱۷/۵	۱/۷	۱۱۵/۰۰	۱۱/۰۰	۱/۰۰	۱۲/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۶/۰۰	۱۵۱/۰۰

جدول ۴- میانگین کلی غلظت حجمی حاصل از اندازه گیری گازهای خروجی دودکش های کارخانه ها

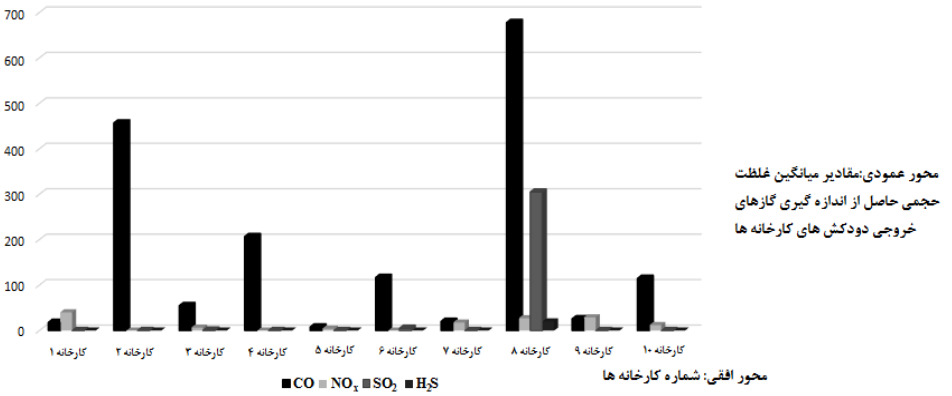
Table 4- Average total volume of measuring the concentration of factories exhaust chimneys

کارخانه های ایزوگام		O_2	CO_2	CO	NO	NO_2	NO_X	SO_2	H_2S	CxHy	T_a	T_g
		%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	°C	°C
میانگین	تابستان	۱۱/۱۲	۲/۹۲	۱۴۹/۰۰	۲/۰۰	۸/۰۶	۱۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۰۰	۶۰/۰۰	۳۲/۹۸	۲۶۳/۷۴
	زمستان	۱۴/۸۳	۳/۴۵	۱۹۱/۳۰	۱۵/۶۰	۱/۵۰	۱۷/۱۰	۶۲/۰۰	۴/۰۰	۵۰/۶	۱۷/۸۸	۲۷۸/۹۲

جدول۵- استاندارد آلاینده های خروجی ناشی از صنایع

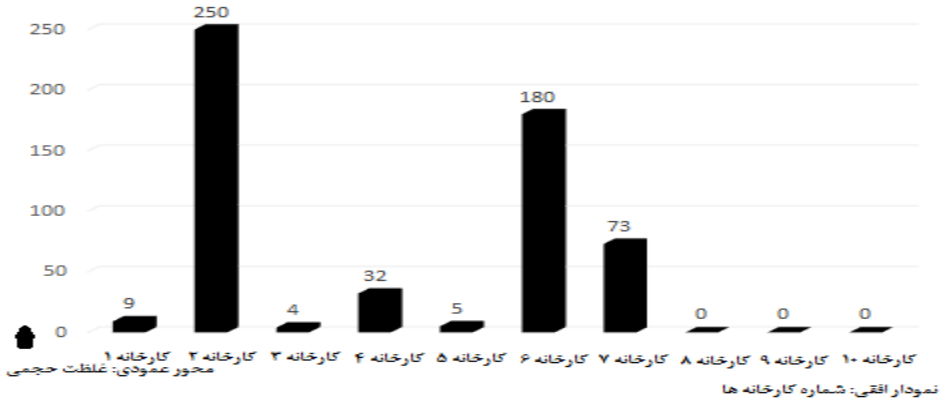
Table 5- Standard emissions output from industry

ردیف	پارامترهای مورد اندازه گیری بخش هوا	علامت اختصاری	حد مجاز		واحد
			درجه ۱	درجه ۲	
۱	سولفید	H_2S	۷/۲	۱۸	ppm
۲	مونواکسیدکربن	CO	۳۰۴	۴۳۵	ppm
۳	گوگرد دی اکسید	SO_2	۸۰۰	۸۰۰	ppm
۴	نیتروژن دی اکسید	NO_2	۰/۰۲۱	-	ppm



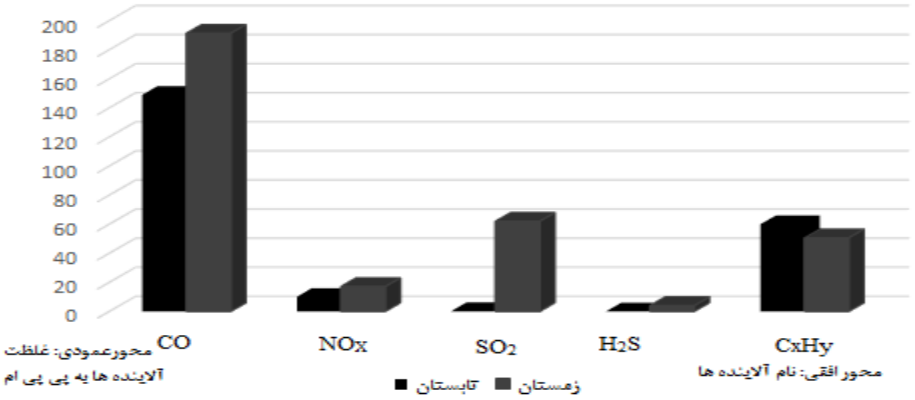
نمودار ۱- مقایسه میانگین غلظت گازهای غیرهیدروکربنی (ppm) خروجی دودکش های کارخانه ها

Chart 1- Comparison of emissions of the average concentration of factory chimneys



نمودار ۲-مقایسه میانگین غلظت گازهای هیدروکربنی (ppm) خروجی دودکش های کارخانه ها

Chart. 1- Comparison of emissions of the average concentration of factory chimneys



نمودار ۳- مقایسه کلی غلظت گازهای خروجی دودکش های کارخانه ها در فصل تابستان و زمستان

Chart. 2- Comparison of the overall level of emissions of factory chimneys in summer and winter

تحلیل خطا

در بحث نمونه برداری، مهم‌ترین پارامترها، مدت زمان نمونه برداری و حجم مورد نیاز برای نمونه برداری می‌باشد(۱۸). با توجه به گستردگی تحقیق و منابع متعدد ایجاد خطا در نتایج نهایی لازم است به ارزیابی دقت نتایج و تحلیل خطا پرداخت. عواملی هم‌چون عدم دقت در نمونه برداری، عدم تنظیم دبی در پمپ نمونه برداری در محیط کاری یا محیط بیرون، اشکال در وسیله نمونه بردار، عدم ثبات نمونه در طی نمونه برداری، خروج آلاینده از نمونه‌گیر به دلیل اشباع شدن، حمل نمونه در ظروف غیر مجاز، تغییر در نمونه در طی حمل و غیره می تواند باعث ایجاد خطا در نتیجه شده و مقادیر اندازه‌گیری شده با مقدار واقعی متفاوت خواهد بود. همچنین وجود عوامل طبیعی مداخله کننده در نمونه برداری خطا ایجاد می نماید، از عوامل فوق می توان بر تأثیر سرعت جریان باد، جهت جریان باد، تأثیر هواکش های روشن در زمان نمونه برداری در محل کارخانه، تأثیر تهویه مطبوع در نمونه برداری، در نمونه برداری را نام برد. با توجه به جدول ۲، قدرت تفکیک آلاینده ها ۰/۱± می باشد.

بحث و نتیجه گیری

همانطور که از نمودارها مشخص است، بیش‌ترین میزان آلایندگی در دودکش های خروجی کارخانه شماره ۸ دیده شده است، به گونه ای که گاز CO بیش‌ترین میزان آلودگی را به خود اختصاص داده است. طبق نمودار شماره ۱ غلظت این گاز در خروجی دودکش های شماره ۲ و ۸ از استاندارد آلاینده‌های خروجی از دودکش صنایع بسیار بالاتر بوده و در مقادیر بالایی در فصل زمستان انتشار یافته است. به طور کلی میزان غلظت حجمی گازهای خروجی از دودکش در فصل زمستان بیشتر از فصل تابستان است. آلودگی گاز H_2S، تنها در دودکش های خروجی کارخانه شماره ۸ دیده می شود و در سایر کارخانه ها، آلودگی به این گاز سمی دیده نشده است. آلودگی گاز NO در زمستان مشهودتر می باشد. میزان غلظت CO اندازه‌گیری شده حاصل از فرایند دودکش در زمستان، حدود ۵۲۶ ppm می‌باشد. در این فرایند میزان غلظت گاز CO در این واحد صنعتی بیش از حد استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست (۳۰۴ ppm) است(۱۹). با توجه به نمودار ۲، میانگین غلظت هیدروکربن‌ها، به ترتیب در فصل تابستان برابر ۶۰ ppm و در فصل زمستان ۵۰/۶ ppm می‌باشد که در حد استاندارد سازمان حفاظت از محیط زیست می‌باشد. همان گونه که مشاهده می‌شود طبق نمودار ۳ میانگین این ترکیبات در فصل تابستان بیش‌تر از فصل زمستان بوده است؛ لذا میانگین این ترکیبات در بعضی از کارخانه‌ها در فصل زمستان صفر می‌باشد. به طور کلی ارزیابی ها نشان می دهد که فناوری کنترل آلاینده های خروجی تعدادی از واحدهای مورد مطالعه از کارآیی نسبتاً مطلوبی برخوردار است. زیرا نتایج داده های آنالیز شده تقارب قابل قبولی با استانداردهای ملی سازمان حفاظت محیط زیست جهت میزان آلاینده های خروجی ناشی از صنایع استاندارد را دارد(۲۰). در سند چشم انداز ایران ۱۴۰۴ برخورداری از سلامت فردی و سلامت جامعه و محیط، همراه با بهره مندی از محیط زیست سالم از جمله اصول مهم می‌باشد، با توجه به این که انتشار گاز بی رنگ، بی بو و سمی مونواکسید کربن از اهمیت بالایی برخوردار است و میل ترکیبی این گاز با هموگلوبین خون تقریباً ۲۱۰ برابر اکسیژن می باشد، استنشاق این گاز با غلظت بالا بسیار خطرناک و در بعضی مواقع منجر به مرگ می شود(۲۱). از این رو تلاش در جهت شناسایی منابع آلاینده، کنترل و پایش مستمر آن ها جهت پیش‌گیری از وقوع آلودگی و اثرات زیان بار آلاینده‌ها بر سلامت عموم، امری حیاتی است. با توجه به این مطالعه به نظر می رسد، تعدادی از واحدهای مورد مطالعه نیاز مند بهبود فرایند احتراق می باشند. تنظیم نسبت هوا به سوخت می تواند راهکار مناسبی برای کامل شدن احتراق و کاهش منوکسید کربن باشد(۲۲).

منابع

1. Jozi, S.A., kaabzadeh, Sh., & Irankhahi, M. 2011. Company risk assessment

method Lvlhsazy Ahvazbh "William Fine" management strategies to control and reduce risks to safety, health and environment in the year 2009, Journal of Medical Sciences ,Vol 18, No.1.

2. Naddafi, K., Heydari, M., Hasanvand M.S., & Qaderpour, M. 2008. A comparative study of Tehran air quality in 2006 to 2007, Desalination 1: pp.46-47.
3. Shirazi, H., & Yadghar, A. 2004. Modeling and analyze dispersion of emission pollutants from air pollution mobile sources based on GIS case study: Tehran city,Tehran Air Pollution Control Projects.
4. Al-Jahdali, M.O., & Bin Bisher, A.S. 2008. Sulfur dioxide accumulation in soil plant's leaves around an oil refinery:a case study from Saudi Arabia, American Journal of Environmental Sciences.;4(1):pp. 84-88.
5. Ghiasedin, M. 2008. Sanitary affects air pollution, air and sound pollution in law Iran, Tehran, Studies& schematization Center Publications 2008; pp.58-62.
6. Mokhtari, V., Khatami, Sh., & Lorestani, B. 2016. Study the air pollution due to Dorud Cement Plant (in Iran), International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR) ISSN 0976-2612, Online ISSN 2278–599X,Vol-7, Special Issue-Number4-June, 2016, pp. 653-664.
7. Woodard, F. 2001. Industrial Waste Treatment Handbook ,ed. Butterworth–Heinemann, USA. 2001, pp. 201-300.
8. Chavoshi, B., Massoudinjad, M.R., & Adibzadeh, A. 2011. Evaluation the Amount of Emission and Sulfur Dioxide Emission Factor from Tehran Oil Refinery,Butterworth–Heinemann. pp. 233-244.
9. Mirmohammadi, M., Kermaniha, M., & Karimian, B. 2012. Air pollution control materials industry,6th Conference and Exhibition on Environmental Engineering.
10. Mansouri, N., & Khairi, M. 2014. Air Emission Factors and Emission Rates in Asphalt Roofing Manufacturing, International Journal of occupational hygiene.pp. 175-183.
11. Almasi A, Asadi F, Mohamadi M, Farhadi F, Atafar Z, Khamutian R, et al. 2013. Survey of Pollutant emissions from stack of Saman cement factory of Kermanshah city from year 2011 to 2012, Journal of Health's in TheField 2013;1(2):pp.36-44.
12. Boudaghpour, S., & Jadidi, A. 2009. Investigation of the effect of outlet pollutants of cement production industries around Tehran and approaches to control and eliminate pollutants, Intl J Phy Sci 4(9); 2009, pp. 486-495.
13. Shivaram, S. 2014. Measures to conti pollution caused due to cement productions ,A review, International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2014, 4(11):pp. 135-140.
14. Joneidi, A. and M. Assari. 2003. Examining the concentration of some hydrocarbons present in the air of Hamedan, Iran. during the summer and fall of 2001.
15. Daraie, H., Zarandi, S.M., & Piraste, M. 2011. Study of monitoring,

maintenance, and problems of electrostatic precipitators in some cement plants in Iran, Knowledge Horizons, Journal of the Medical and Health Sciences University Gonabad 2011: pp. 66-74.

16. Gokhale, Sh. 2009. Air Pollution Sampling and Analysis, Department of Civil Engineering Indian Institute of Technology Guwahati – 781039, Assam, India 2009. pp. 16-26.
17. Jozi, S., Goleiji, N., & MohammadFam, A. 2012. Assessment and management of environmental risk of polyethylene unit of Arya cell Polymer Company by EFMEA method Tehran, Journal of Natural Resources Science and Technology, 2012(IV): pp. 147-159.
18. Khani Abadi,Y., Rashidi, R., Godarzi, Gh., & Zarea, S. 2014. Measurement and assessment of mass release of output gases emissions from Dorud cement factory chimney, Journal of Health in area, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, School of Public Health, Vol 2, No. 2, pp. 36 - 42.
19. Noorpoor, A., & SHahabi, N.K. 2013. Dispersion Modeling of Air Pollutants from the Ilam Cement Factory Stack, Journal of Civil and Environmental Engineering, 44, No.1; pp.107-116.
20. Jozi, S.A., Atabi, F., & Honarmand, H. 2015. Risk management, health, safety and environmental cement plant SHomal using the technique of William Fine, Environment Research, Vol 5, Issue 10.pp. 23-34.
21. Borhani, F., Noorpoor, A. 2017. Cancer Risk Assessment Benzene, Toluene, Ethylbenzene and Xylene (BTEX) in the Production of Insulation Bituminous, Environmental Energy and Economic Research, Vol 1, Issue 3. pp. 311-320.
22. Hashemi, M.N., Karimi, A., & Karimi, M. 2010. Environmental effects of dust particles suspended in the air,14th Conference Geophysics, Iran – Tehran; pp. 221-224.