

اندازه‌گیری و بررسی مقادیر نشر جرمی گازهای آلاینده خروجی از دودکش کارخانه سیمان دورود یوسف امیدی خانی آبادی^۱، رجب رشیدی^۲، غلامرضا گودرزی^{۳*}، سودابه زارع^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی لرستان
^۲ استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی لرستان
^۳ استادیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، عضو مرکز تحقیقات فن آوری های زیست محیطی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
^۴ کارشناس ارشد آمار، مرکز تحقیقات بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی لرستان

چکیده

زمینه و هدف: صنعت سیمان منبع مهم تولید آلاینده‌های خطرناک می‌باشد. اگرچه اندازه‌گیری‌هایی توسط کارشناسان محیط زیست انجام گرفته اما ارزیابی دقیق میزان انتشار آلاینده‌ها که می‌تواند بعنوان داده اولیه در مدل سازی آلودگی هوا و بررسی‌های مدیریتی مورد استفاده قرار گیرد، موجود نمی‌باشد. هدف از این مطالعه، اندازه‌گیری و بررسی مقادیر نشر جرمی گازهای آلاینده خروجی از الکتروفیلتر و پیش گرمکن کارخانه سیمان دورود می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش مقادیر مختلف غلظت حجمی (ppm) گازهای اندازه‌گیری شده بوسیله دستگاه سنجش Testo مدل XL350 پس از استاندارد سازی فشار و دما بر اساس قانون گازهای ایده آل به غلظت جرمی (mg/m^3) تبدیل شدند. سپس میزان انتشار جرمی (g/s) گازها با توجه به اندازه دبی خروجی دودکش محاسبه گردید.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مقادیر حجمی گازها بالاتر از استاندارد آلاینده‌های خروجی از دودکش صنایع سیمان (الکتروفیلتر و پیش گرمکن) می‌باشد. میزان تولید گازهای آلاینده CO و SO_2 در فصل زمستان افزایش یافته است که عمده دلیل آن استفاده از مازوت به عنوان سوخت کوره در این فصل می‌باشد.

نتیجه‌گیری: این روش در مدل سازی پراکنش گازها کاربرد دارد. به منظور پایش زیست محیطی آلاینده‌های خروجی لازم است که این آلاینده‌ها در فواصل دورتر و در اطراف کارخانه سیمان نیز مورد بررسی قرار گیرند.

کلید واژه‌ها: نشر جرمی، گازهای آلاینده، کارخانه سیمان دورود

*آدرس نویسنده مسئول:

دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور (جاده گلستان، دانشکده بهداشت)

Email: rgoodarzy@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰۳/۰۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۲۸

مقدمه

با پیشرفت صنایع در کشورهای در حال توسعه، آلودگی هوا به عنوان تهدیدی جدی برای سلامت و بهداشت عمومی این گونه جوامع در نظر گرفته شده است [۱]. آلودگی هوا دارای اثرات نامطلوبی از جمله آسیب مجاری تنفسی، کاهش ظرفیت تنفس، نارسایی مغزی-کلیوی، پیری زودرس [۲،۳] کاهش ظرفیت حمل اکسیژن خون، گرمای جهانی و صدمات غیرقابل جبران دیگری که به حیات حیوانات و گیاهان وارد می‌سازد [۴،۵]. تکنیکهای پیشرفته زیادی به منظور افزایش حجم تولید سیمان به وجود آمده است؛ لذا تولید حجم بیشتر سیمان منجر به افزایش آلودگی هوا می‌گردد. از سال ۲۰۰۲ صنعت سیمان به تنهایی حدود ۵٪ از کل گازهای گلخانه‌ای را به اتمسفر وارد کرده است [۵،۶].

تولید سیمان به منابع اولیه همچون مواد خام، سوخت گرمایی و نیروی الکتریسته نیازمند است. برخی از گازهای خروجی این صنعت که بر محیط زیست تاثیر می‌گذارند شامل SO_2 ، CO ، CO_2 و NO_x می‌باشند. گاز CO_2 در طول فرآیند تولید کلینکر (Clinker) از مواد خام اولیه در کوره‌های دوار تحت دمای تا حدود ۱۴۵۰ درجه سلسیوس از طریق حرارت دادن به کربنات کلسیم ($CaCO_3$) و تبدیل آن به CaO و CO_2 آزاد می‌گردد. به منظور افزایش دمای کوره از گاز طبیعی یا مازوت استفاده می‌کنند. کلینکر پس از خنک شدن (در دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد) به آسیاب سیمان منتقل شده و با حدود ۳-۵ درصد گچ مخلوط می‌گردد و به صورت پودر سیمان در می‌آید. CO نیز در این مرحله بر اثر احتراق ناقص سوخت تولید می‌شود [۸]. آلاینده‌های منتشره دیگر مانند SO_2 و NO_x نیز از کوره و طی فرآیند خشک کردن (Drying) تشکیل می‌شوند. منشاء SO_2 آزاد شده سنگهای حاوی سولفات و سوختهای فسیلی می‌باشند. سوزاندن سوخت به عنوان منبع انرژی حرکت کوره، موجب تولید گازهای NO و NO_2 از نیتروژن موجود در سوخت و نیز هوای وارد شده به محفظه احتراق می‌شود. هیدروکربنها نیز بر اثر تبخیر از بنزین، حلالها و مواد شیمیایی صنعتی بطور مستقیم به هوا وارد می‌شوند و نقش مهمی در مه-دود فتوشیمیایی، اثرات گازهای گلخانه‌ای و در نتیجه افزایش گرمای جهانی دارند [۹]. شهرستان دورود به عنوان پایتخت طبیعت ایران، در جنوب غربی کشور و در استان لرستان واقع شده است. کارخانه سیمان این شهر در مرکز شهر، همجوار با مناطق مسکونی واقع شده است. مطالعات زیادی در رابطه با انتشارات کارخانه سیمان انجام گرفته است.

طی مطالعه‌ای، Chang و همکاران در کره به بررسی میزان انتشار و نحوه پراکندگی ذرات معلق حاصل از کارخانه سیمان در طی سه سال پرداختند. مطالعه بطور عمده روی نحوه پراکنش و چگونگی توزیع غلظت ذرات در محیط اطراف کارخانه سیمان متمرکز شده بود. مجریان مشاهده کردند که نتایج حاصله از مقادیر استاندارد مجاز این کشور بالاتر می‌باشد [۱۰]. طی مطالعاتی Moatar و همکاران [۱۱] Al Samadi و همکاران [۱۲] به بررسی انتشار آلاینده‌های کارخانه سیمان پرداختند و نتایج حاصله را با استاندارد مقایسه کردند. در مطالعه‌ای دیگر Chavoshi و همکاران طی یک پژوهش توصیفی-مقطعی با اندازه گیری گازهای خروجی از دودکش، فاکتور انتشار گاز SO_2 خروجی را در مدت ۲۰ ماه بدست آوردند. مجریان به این نتیجه رسیدند که استفاده از تکنولوژی جدید و مدرن در فرآیند تولید گامی اساسی در توسعه صنعت در بخش‌های مختلف کشور است [۱۳]. با توجه به نقش محوری صنعت سیمان در بخش اقتصادی و درآمدزایی، توجه به آلودگی زیست محیطی این صنعت دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. بدلیل شرایط مناسب آب و هوایی از لحاظ کشاورزی و با توجه به آسیبهای بهداشتی که انتشار آلاینده‌ها ممکن است به جامعه وارد سازد لذا پایش دوره‌ای آلاینده‌های این کارخانه به منظور حفظ محیط زیست و رفاه عمومی ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این پژوهش، اندازه‌گیری و بررسی مقادیر جرمی انتشار آلاینده‌های گازی CO ، CO_2 ، SO_2 و NO_x خروجی از دودکش کارخانه سیمان دورود در سال ۱۳۹۲ می‌باشد.

مواد و روشها

در این پژوهش، مقادیر مختلف غلظت حجمی (ppm) آلاینده‌های گازی شکل شامل CO ، CO_2 ، SO_2 و NO_x ($NO+NO_2$) که در طی مراحل مختلف فرآیند تولید سیمان منتشر گردیده است در خروجی دودکش کارخانه سیمان دورود در فواصل مختلف زمانی در طی فصول پاییز و زمستان در سال ۱۳۹۲ مورد سنجش قرار گرفت. اندازه گیری غلظت گازهای آلاینده خروجی توسط دستگاه Testo مدل XL350 و بر طبق استاندارد ASTM D5522-EPACTM-030-41 صورت پذیرفته است. زمان نمونه برداری در کلیه موارد ۲۰ دقیقه بوده است. مقادیر غلظت به تفکیک هر فصل و در هر دودکش به طور جداگانه ثبت گردید. همزمان با سنجش غلظت گازها، فشار و دمای گازهای خروجی دودکش نیز مورد اندازه گیری قرار گرفت.

رابطه ۲ غلظت جرمی [۱۴]:

C: غلظت آلاینده (mg/m^3)

Mw: وزن ملکولی گاز مورد نظر (g/mol)

ppm: قسمت در میلیون گاز مورد نظر

سپس مقادیر به دست آمده با توجه به میزان دبی حجمی که از طریق سرعت گاز خروجی و قطر داخلی دودکش بدست می‌آید، از طریق کاربرد معادله میزان انتشار (E) به میزان نشر جرمی تبدیل گردید.

$$E = Q \times C$$

رابطه ۳ میزان انتشار [۱۵]:

E: میزان انتشار (g/s)

C: غلظت جرمی آلاینده (g/m^3)

Q: دبی حجمی (m^3/s)

جهت محاسبه میزان انتشار جرمی، غلظت‌های حجمی اندازه گیری شده برحسب ppm در درجه حرارت و فشارهای مختلف به دست آمد؛ استاندارد سازی مقادیر دما و فشار اندازه گیری شده توسط دستگاه برطبق قانون گازهای ایده آل انجام گرفت. رابطه ۱ قانون گازهای ایده آل:

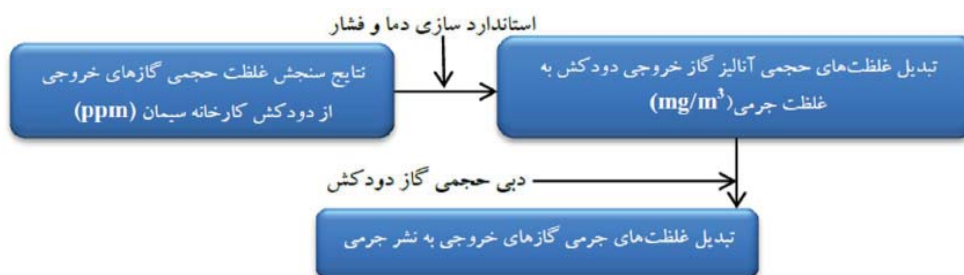
$$22.4 \left[\frac{T_{act}}{T_{std}} \right] \times \left[\frac{P_{std}}{P_{act}} \right] \quad (1)$$

T_{std} , T_{actual} : دمای در شرایط واقعی و استاندارد ($^{\circ}\text{K}$)

P_{std} , P_{actual} : فشار در شرایط واقعی و استاندارد (mb)

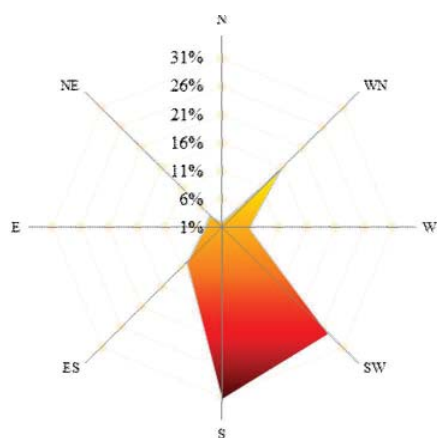
پس از استاندارد کردن مقادیر دما و درجه حرارت، غلظت‌های حجمی گازهای مورد نظر از طریق رابطه زیر به غلظت جرمی تبدیل شدند:

$$C(\text{mg}/\text{l}) = \text{ppm} \times M_w / 22.4 \quad (2)$$



شکل ۱- شماتیک مراحل اندازه گیری و محاسبه میزان نشر جرمی گازهای آلاینده خروجی از دودکش کارخانه سیمان

به شکل جداگانه و به تفکیک دما و فشار از طریق رابطه شماره ۳ فوق الذکر، بدست آمد. این نتایج در جدول شماره ۳ ارائه گردیده است. همچنین رزباد دوره نمونه برداری و جهت باد غالب نیز در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲- رزباد دوره نمونه برداری از جریان خروجی دودکش کارخانه سیمان دورود

خلاصه این مراحل در شکل شماره ۱ ارائه شده است. در نهایت با استفاده از نرم افزار Excel، SPSS و آزمون آماری ANOVA یک طرفه داده‌ها تجزیه و تحلیل گردید.

یافته‌ها

داده‌های حاصل از اندازه گیری مقادیر مختلف غلظت حجمی (ppm) گازهای آلاینده خروجی در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج حاصل از اندازه گیری گاز CO_2 که به شکل درصد حجمی توسط دستگاه نمونه برداری حاصل شده بود در ابتدا به ppm و برحسب شرایط استاندارد دما و فشار به غلظت جرمی تبدیل گردید. غلظت جرمی گازهای مختلف از طریق رابطه شماره ۲ محاسبه گردید که نتایج حاصله در جدول شماره ۲ ذکر شده است.

پس از محاسبه غلظت جرمی (mg/m^3) آلاینده‌های گازی شکل از هر دودکش کارخانه سیمان و با توجه به اندازه سرعت گاز خروجی از هر دودکش و نیز قطر داخلی آنها برای محاسبه دبی حجمی دودکش (m^3/s)، میزان نشر جرمی (g/s) هر گاز

جدول ۱- مقادیر غلظت حجمی حاصل از اندازه گیری گازهای خروجی بر حسب ppm در فصل پاییز و زمستان

فصل	شماره دودکش	دما (°C)	فشار (mb)	NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)	CO (ppm)	CO ₂ (حجمی/%)
پاییز	واحد شماره ۱	۱۷۷	۹۱۰	۱۹۹	۲۱	۸۵	۷/۵
	واحد شماره ۲	۱۴۴	۹۱۰	۱۶۶	۴۰	۱۴۱	۶/۶
	واحد شماره ۳	۹۶	۹۱۰	۱۶۷	Nd	۲۲۱	۸/۱
زمستان	واحد شماره ۱	۱۸۰/۱	۹۰۸	۲۱۸	۷۷۴	۷۱۹	۱۰/۶۶
	واحد شماره ۲	۱۲۶/۳	۹۰۸	۳۷	Nd	۴۲۶	۴/۲۹
	واحد شماره ۳	۸۹/۳	۹۰۸	۸۳	Nd	۶۳۰	۳/۹۷
استاندارد خروجی		الکترو فیلتر و پیش گرمکن		۰	۰	۰	۰

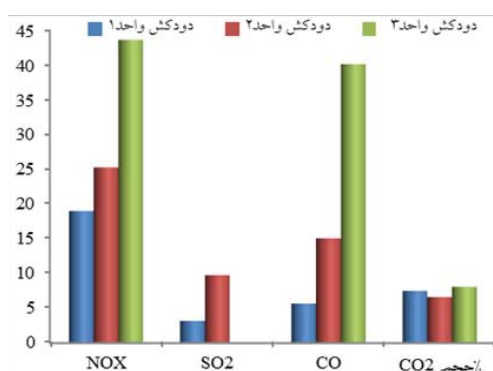
جدول ۲: مقایسه غلظت جرمی حاصل از تبدیل آلاینده های خروجی بر حسب ppm به mg/m³ در فصل پاییز و زمستان

فصل	شماره دودکش	NO _x (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)	CO (mg/m ³)	CO ₂ (mg/m ³)
پاییز	واحد شماره ۱	۱۹۵/۵	۳۲/۸	۵۸/۰۹	۸۰۵۴۶/۷
	واحد شماره ۲	۱۷۵/۰۳	۶۷/۵	۱۰۴/۱۶	۷۶۶۲۲/۶
	واحد شماره ۳	۱۹۶/۲	Nd	۱۸۴/۱	۱۰۶۰۷/۴
زمستان	واحد شماره ۱	۲۱۱/۶۵	۱۲۰۲/۳	۴۸۹	۱۱۳۸۴۴/۶
	واحد شماره ۲	۴۰/۷۷	Nd	۳۲۸/۶	۳۳۰۹۰/۹
	واحد شماره ۳	۱۰۱/۳	Nd	۵۳۶/۱	۵۳۰۹۴/۲

جدول ۳- مقادیر میزان نشر جرمی گازهای خروجی دودکش بر حسب g/s در فصل پاییز و زمستان

فصل	شماره دودکش	دبی حجمی (m ³ /s)	NO _x (g/s)	SO ₂ (g/s)	CO (g/s)	CO ₂ (g/s)
پاییز	واحد شماره ۱	۹۷/۲	۱۹/۰۰	۳/۱۸	۵/۶۵	۷۸۲۹/۱۳
	واحد شماره ۲	۱۴۴/۴	۲۵/۲۷	۹/۷۴	۱۵/۰۴	۱۱۰۶۴/۳
	واحد شماره ۳	۲۲۲/۲	۴۳/۵۹	Nd	۴۰/۹	۲۳۵۶/۹۶
زمستان	واحد شماره ۱	۹۷/۲	۲۰/۵۷	۱۱۶/۸۶	۴۷/۵۳	۱۱۰۶۵/۶۹
	واحد شماره ۲	۱۴۴/۴	۵/۸۸	Nd	۴۷/۴۴	۴۷۷۸/۳۲
	واحد شماره ۳	۲۲۲/۲	۲۲/۵	Nd	۱۱۹/۱۲	۱۱۷۹۷/۵۳

ND: None detectable



نمودار ۱- مقایسه مقادیر غلظت (ppm) گازهای آلاینده خروجی کارخانه سیمان در فصل پاییز

مقایسه غلظت گازهای مختلف در دودکش سه واحد تولیدی کارخانه سیمان دورود در فصل پاییز و زمستان نشان می دهد که گاز CO₂ و SO₂ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان نشر جرمی هستند. نمودار ۱ و ۲ مقایسه غلظت های مختلف گازهای آلاینده خروجی در دو فصل پاییز و زمستان را نشان می دهد.

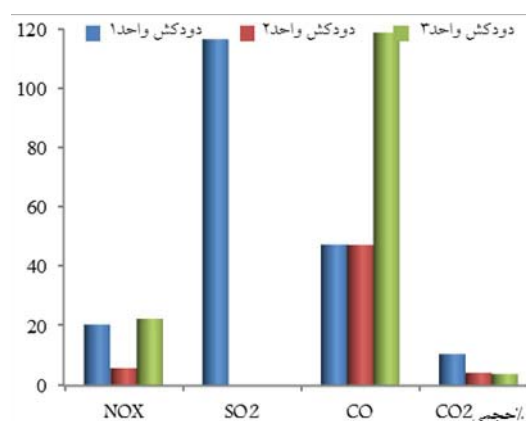
براساس آزمون آماری ANOVA یکطرفه میزان تفاوت بین گازهای CO، NO_x و SO₂ معنادار نبوده است (P>۰/۰۵) اما بین انتشار CO₂ با سایر گازها تفاوت معنا دار بوده است (p<۰/۰۵).

با توجه به اینکه در سه فصل بهار، تابستان و پاییز از گاز طبیعی به عنوان سوخت کوره دوار استفاده می‌گردد، به نظر می‌رسد علت افزایش غلظت CO و SO_2 در فصل زمستان، تغییر سوخت بکار برده شده برای حرارت دادن به کوره دوار از گاز طبیعی به مازوت می‌باشد. مازوت سوختی آلی است که دارای حدود ۱/۵٪ گوگرد می‌باشد که در طی فرآیند اکسید شدن به صورت SO_2 آزاد می‌گردد.

این روش تعیین میزان نشر جرمی در کاربرد مدلها به منظور پایش زیست محیطی آلاینده‌ها می‌تواند، بسیار کاربردی باشد. مقادیر انتشار در این مطالعه نسبت به مطالعات مشابه بسیار بالاتر است و نشان‌دهنده نقص سیستم‌های کنترلی در حذف گازهای آلاینده خروجی از دودکش می‌باشد؛ لذا لازم است جهت کاهش اثرات حاصل از این آلاینده‌ها بررسی بیشتری بر روی سیستم کنترل و حذف آلاینده‌ها صورت گیرد. الماسی و همکاران با بررسی میزان غلظت آلاینده‌های خروجی از دودکش کارخانه سیمان سامان کرمانشاه به این نتیجه رسیدند که مقادیر این گازها بالاتر از استاندارد گازهای خروجی از دودکش می‌باشد بنابراین نیاز به سیستم کنترلی بیشتری در این زمینه می‌باشد [۱۶].

در مطالعه دیگری توسط دارائی و همکاران در سال ۱۳۹۰ در خصوص وضعیت پایش، نگهداری و مشکلات رسوب دهنده‌های الکتروستاتیک در برخی کارخانجات سیمان ایران انجام گرفته است، به این نتیجه رسیدند که مجموع انتشار گازهای خروجی SO_2 ، NO_x و CO از دودکش کارخانجات سیمان بیشترین میزان را به خود اختصاص داده و در مجموع ۵۰ درصد انتشارات گازهای آلاینده مربوط به این گازها می‌باشد و حدود ۸ درصد از کارخانجات بررسی شده فاقد آلاینده گازی هستند [۱۲].

جدیدی و بذاق پور در سال ۱۳۸۸ با بررسی آلاینده‌های حاصل از صنایع سیمان اطراف شهر تهران و روشهای کنترل این آلودگی به این نتیجه رسیدند که مقادیر انتشار گازها به مقدار جزئی بالاتر از استاندارد است [۱]. در حالیکه مقادیر خروجی دودکش در این مطالعه بسیار بالاتر از استاندارد پذیرفته شده می‌باشد. آلابان و کودایس در سال ۲۰۱۱ طی مطالعه موردی به ارزیابی اثرات صنعت سیمان بر کیفیت هوا پرداختند و میزان گازهای SO_2 و NO_x را به ترتیب ۰/۰۰۵ و ۰/۰۰۸ پی‌پی‌ام بدست آوردند [۱۸]. که این میزان پایتتر از نتایج حاصل از این مطالعه می‌باشد.



نمودار ۲: مقایسه مقادیر غلظت (ppm) گازهای آلاینده خروجی کارخانه سیمان در فصل زمستان

بحث

با توجه به جداول ۱ تا ۳ و نمودارهای ۱ و ۲، میانگین غلظت انتشار گاز NO_x در سه واحد در فصل زمستان کاهش یافته است. همچنین میانگین غلظت گازهای CO ، CO_2 و SO_2 اندازه‌گیری شده در دودکش سه واحد در فصل زمستان افزایش یافته است؛ به نظر می‌رسد افزایش در میزان غلظت این گازها بدلیل تغییر سوخت بکار برده شده می‌باشد. با توجه به جدول ۳، اختلاف نشر جرمی در بین گازها به وضوح مشخص می‌باشد.

بیشترین میزان غلظت انتشار جرمی مربوط به گاز CO_2 و در فصل زمستان می‌باشد که علت آن، استفاده از مواد خام حاوی میزان بالای کربنات کلسیم است که به منظور تولید کlinker در اثر حرارت بالای کوره به شکل CaO و CO_2 تبدیل شده و همچنین قسمتی از این گاز نیز در فرآیند تولید سیمان، حاصل از کاربرد سوخت کوره برای تولید حرارت می‌باشد. طبق جدول شماره ۱ غلظت آلاینده‌ها از استاندارد گازهای خروجی از دودکشهای الکتروفیلتر و پیش گرمکن بالاتر بوده است که مشابه نتایج الماسی و همکاران (سال ۱۳۹۲) بر روی کارخانه سیمان کرمانشاه می‌باشد [۱۶]. پس از CO_2 بیشترین میزان گاز خروجی مربوط به گاز CO بوده که در مقادیر بالایی در فصل زمستان انتشار یافته است؛ با توجه به اینکه گاز CO یک گاز خفه کننده و خطرناک است [۴]. این میزان تولید می‌تواند دارای عواقب بهداشتی نسبت به گاز CO_2 باشد. همچنین در فصل پاییز نیز بیشترین میزان تولید مربوط به گاز NO_x می‌باشد که کمتر از نتایج حاصل از مطالعه الماسی و همکاران است [۱۶].

نتیجه گیری و پیشنهادات

یکی از مهمترین بخشهای آلوده ساز محیط زیست صنایع همانند کارخانه سیمان می باشند؛ کنترل هر چه بهتر این صنعت و کاهش انتشارات، مانیتورینگ مداوم، کنترل فرایندها، توسعه فضای سبز، فیلترینگ، روشهای بازیابی، کاهش دمای دودکش و تست آلاینده های خروجی لازم و ضروری می باشد. به منظور تعیین اثرات غلظت این آلاینده ها بر محیط زیست و جوامع مجاور لازم است تا در اطراف کارخانه سیمان نیز اندازه گیری

مشابهی انجام گیرد تا نتایج حاصل از آن با استاندارد کیفیت هوای آزاد مقایسه گردد.

با توجه به خطرات این گازهای آلاینده برای کارکنان و عموم جامعه و با توجه به اینکه کارخانه از نظر انتشار گازهای آلاینده از وضعیت مطلوبی برخوردار نیست، لذا پایش مداوم و بررسی هر چه بیشتر این آلاینده ها و استفاده از سیستمهای کنترل مدرن برای کنترل گازهای خروجی در این کارخانه احساس می گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله قسمتی از پایان نامه کارشناسی ارشد با عنوان بررسی پراکنش آلاینده های اتمسفری کارخانه سیمان دورود با حمایت دانشگاه علوم پزشکی لرستان می باشد. نویسندگان از زحمات مسئولین کارخانه سیمان دورود به دلیل تلاش برای فراهم شدن شرایط مناسب همکاری تقدیر و تشکر می نمایند.

REFERENCES

1. Boudaghpour S, Jadidi A. Investigation of the effect of outlet pollutants of cement production Industries around Tehran and approaches to control and eliminate pollutants. Intl J Phy Sci 2009;4(9):486-95.
2. Shirazi H, Yadghar A. Modeling and analyze dispersion of emission pollutants from air pollution mobile sources based on GIS case study: Tehran city. Tehran Air Pollution Control Projects 1383.
3. Naddafi K, Heydari M, Hasanvand M, Qaderpour M. A comparative study of Tehran air quality in 2006 to 2007, 11th Hamayeshe mohite behdashte; Zahedan 2008. p. 46-7.
4. Ghiasedin M. Sanitary affects air pollution, air and sound pollution in law Iran. Tehran: Studies & Schematization Center Publications; 2008.
5. Gurjar B, Butler T, Lawrence M, Lelieveld J. Evaluation of emissions and air quality in megacities. Atmospheric Environment 2008;42(7):1593-606.
6. Mwaiselage J, Bratveit M, Moen B, Yost M. Variability in dust exposure in a cement factory in Tanzania. Ann Occup Hyg. 2005;49(6):511-9.
7. Conneely D, Gibbs M, Soyka P. CO₂ emissions from Cement Production. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories 2001.
8. Atkinson R, Anderson H, Strachan D, Bland J, Bremmer S, Ponce de Leon A. Short-term Associations between outdoor air pollution and visits to accident and emergency departments in London for respiratory complaints. Eur Respir J 1999;13:257-65.
9. Woodard F. Industrial Waste Treatment Handbook. USA: Butterworth-Heinemann 2001.
10. Chang M, Chung Y, Kwon S. A Study on the emission and dispersion of particulate Matter from a Cement Plant. Korean J Prev Med. 1983; 16(1): 67-77.

11. Moatar F. The effects of environmental pollution from the perspective of Ilam cement Environmental Engineering Master's thesis 2004; 3-30.
12. Al-Smadi M, Al-Zboon K, Shatnaw M. Assessment of Air Pollutants Emissions from a Cement Plant: A Case Study in Jordan. Journal of Civil Engineering 2006; 3(3): 265-82.
13. Chavoshi B, Massoudinjad M, Adibzadeh A. Evaluation the Amount of Emission and Sulfur Dioxide Emission Factor from Tehran Oil Refinery. Journal Health & Environ 2011;4(2):233-44.
14. Wark K, Warner C, Davis W. Air Pollution: Its Origin and Control. 3rd ed. New York: Addison-Wesley; 1998.
15. Colls J. Air pollution. 2 Edition. London: Spon press; 2002.
16. Almasi A, Asadi F, Mohamadi M, Farhadi F, Atafar Z, Khamutian R, et al. Survey of Pollutant emissions from stack of Saman cement factory of Kermanshah city from year 2011 to 2012. Journal of Health's in The Field 2013;1(2):36-44.
17. Daraie H, Motasadi Zarandi S, Piraste M. 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;3(17):66-74.
18. Abu-Allaban M A-QH. Impact Assessment of Ambient Air Quality by Cement Industry: A Case Study in Jordan. Aerosol and Air Quality Research 2014;11:802-10.

Measurement of mass emission values of gaseous pollutants from the stack of Doroud Cement Plant

Yusef Omidi Khaniabadi¹, Rajab Rashidi², Gholamreza Godarzi^{*3}, Soudabe Zare⁴

1- MSc Student of Environmental Health, School of Health, University of Medical Sciences, Lorestan, Iran

2- Assistance Professor of Environmental Health, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Khuzestan, Iran

3- Assistance Professor of Occupational Health, School of Health, University of Medical Sciences, Lorestan, Iran

4- MSc of Statistics, School of Health, University of Medical Sciences, Lorestan, Iran

ABSTRACT

Background and Aims: Cement industries are known as one of the important sources of air pollution especially hazardous gases. Although several samples have been taken from stacks by environmental experts, accurate assessment of pollutant emissions, which can be used as basic modeling of air pollution and managing, is not available. The purpose of this study is to measure and investigate gases volumetric concentrations from stack of Doroud Cement Plant and finally compare with standards.

Materials and Methods: The volumetric concentrations of gases (ppm) measured by Testo XL350 during a period of six months. After standardization of pressure and temperature on the ideal gas law, the detected values were converted to mass concentrations and then gases mass emission (g/s) was computed considering the stack flow.

Results: Results showed that detected pollutants' volumetric concentrations were higher than their standard levels for stack cement industrials (Electro Filter and Pre-heater). It has also been found that due to the use of oil fuel as a kiln fuel, the emissions of CO and SO₂ gases increased in winter.

Conclusion: This method can be applied as a model for gas emission. Long distance detection of gas pollutants should be considered for environmental monitoring of pollutants around cement industries.

Key words: Mass emission, Pollutant gases, Doroud Cement Plant

*Corresponding Author:

Ghoularzi Gholamreza, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

Tel: : +989163087159

Email: rgoodarzy@gmail.com

Received: 24 June 2014

Accepted: 17 February 2015