تجزیه وتحلیل میزان انطباق انتشارآلاینده های زیست محیطی کارخانجات سیمان کشور با الزامات قانونی سازمان حفاظت محیط زیست (مطالعه موردی : گازهای خروجی دودکش های کارخانه سیمان کاوان بوکان)

حسن کاکه مدی [۱] , ابراهیم جلالی[۲], حجت جباری [۳] سعید موسوی[٤],

۱*- حسن کاکه مدی ، کارشناس ارشد آموزش محیط زیست ، مدرس دانشگاه علمی کاربردی
۲- مدیرکارخانه سیمان کاوان بوکان
۳- معاون فنی اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان غربی
۴- معاون نظارت وپایش اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان غربی
ایمیل نویسنده مسئول: hasan.kakamadi@gmail.com شماره موبایل نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۱۸۰۶۵۳۹

تاریخ دریافت : ۱۳۹۸/۰۴/۰۴ تاریخ پذیرش : ۱۳۹۸/۰۴/۱۸

چکیده

پایشهای کمی وکیفی مبنای تصمیم گیری درمورد نحوه مدیریت آلاینده های تولیدی درصنایع سیمان کشور می باشد. براین اساس ، باید اندازه گیری میزان انتشارگازهای آلاینده هوا ازسوی این منابع بالقوه آلاینده ، جهت انطباق با الزامات قانونی تعیین شده سازمان حفاظت محیط زیست ، بصورت مستمر انجام گیرد ، تا در صورت عدم انطباقهای احتمالی ، اقدامات اصلاحی وکنترلی لازم انجام گیرد .

در این پژوهش توصیفی – تحلیلی ، اندازه گیری میزان انتشارگازهای آلاینده CO۲.SOX.CO.NOx خروجی دودکشهای کوره وگریت کولرکارخانه سیمان کاوان بوکان طی چهار دوره سه ماهه مطابق دستورالعمل های مرکز پایش سازمان حفاظت محیط زیست انجام گرفت . نتایج تجزیه و تحلیل نشان داد که میزان انتشارگازهای خروجی دودکشهای این کارخانه ، با الزامات قانون هوای پاک و ماده ۱۵ نحوه جلوگیری از آلودگی هوا انطباق کامل داشته وسیستم های کنترل آلایندگی تعبیه شده ،از کارائی بسیار بالایی برخوردارهستند .

کلمات کلیدی :

"آلاینده های زیست محیطی ، "هوای پاک ، " کارخانه سیمان کاوان بوکان

Analysis of compliance rate of emission of pollutants from cement factories of the country with the Legal requirementsof the department of Environment

(Case Study: Flue Gas Exhaust from Kavan Cement Factory)

Hassan Kakamadi [1]. ebrahim jalali[2] . Hojjat Jabbari [3] . Saeed Mousavi [4]

*Email Address: hasan.kakamadi@gmail.com * Mobile Phone: +989141806539

Abastract:

Quantitative and qualitative monitoring is the basis for deciding how to manage the production of contaminants in the cement industry of the country. Accordingly, the measurement of the amount of air pollutant emissions from these potentially polluting sources should be carried out continuously in order to comply with the legal requirements of the Environmental departement so that corrective and regulatory measures can be taken in case of non-compliance.

In this descriptive-analytical study, the measurement of SOX.CO.NOX.2CO pollutant emissions was carried out. The furnace output and furnace cooler of Kavan Boukan Cement Factory during the four quarterly periods were carried out in accordance with the instructions of the Environmental departement Monitoring Center. The results of the analysis showed that the amount of exhaust gas emissions from this plant, in accordance with the requirements of the Clean Air Act and Article 15 of the Air Pollution Prevention Program, are fully compatible with the embedded pollution control systems, are of great efficiency.

.**key words:**

Environmental Pollutants", "Clean Air", Kavan Boukan Cement Factory"

۱- مقدمه

آلودگی هوا ازجمله مشکلات بسیارمهم زیست محیطی است که همگام با توسعه و پیشرفت صنایع توسعه، به تهدیدی جدی برای سلامت عمومی وبهداشت انسانها تبدیل شده است. گازهای آلاینده که روزانه از دودکشهای کارخانجات صنعتی به محیط اطراف رها می گردند، کره زمین را با چالش های زیست محیطی بسیارمهمی روبرو ساخته است.

(Al Smadi M, Al-Zboon K.2009)

ازجمله صنایعی که نقش بسیارمهمی درافزایش آلودگی هوا دارند ، کارخانجات سیمان هستند.آلودگی هـوای ناشـی از آلاینـده هـای خروجی از دودکش این کارخانجات ، سـازمانهای طرفـدار محـیط زیست وساکنان اطراف کارخانجات وخود تولیـد کننـده از اهمیـت خاصی برخوردار مـی باشـد. (متصدی وهمکاران).

صنعت سـیمان از زمان‌هـای خیلـی دور بـا مشـکلات آلاینـدگی محیط‌زیست مواجه گردیده است. این مشـکلات بـرای یـک دورهٔ طولانی فقط به انتشار گردوغبـار و اثـرات آن محـدود بـود. ولـی ازحدود ۴۰ سال پـیش انتشـار گازهـای خـاص ماننـد دی‌اکسـید گوگرد، اکسیدهای نیتروژن و دی اکسیدکربن، مونوکسید کربن نیز مورد توجه جدی قرار گرفته است و از این گازها به عنوان گازهای آلاینده هوا در این صنعت نام برده می شـود کـه درصـورت عـدم کاهش انتشار آنها صدمات جبران ناپذیری به محـیط زیسـت وارد می شود .(پرهیزگاری وهمکاران ،۱۳۹۲)

کارخانجات سیمان با توجه بـه مراحـل تولیـد سـیمان کـه شـامل پیشگرمکن،کلینکرسازی،خنک کردن کلینکر،عملیات آسیاب کردن و انبـارکردن اسـت ، باایجادگردوغبـار ، تولیـد گازهـای آلاینـده و گلخانه‌ای از قبیـل NOx، CO2، SO2.COو ...در ایـن پروسـه پیچیده ، به عنـوان یکـی از منـابع آلوده‌کننـده محیط‌زیسـت نیـز شناخته شده است

در این پژوهش به بررسـی میـزان انطبـاق انتشـارگازهای خروجی از دودکش های کوره وگریت کولرکارخانه سیمان کـاوان بوکان بـا الزامـات قـانون هـوای پـاک ومـاده ۱۵ قـانون نحـوه جلوگیری از آلودگی هوا می پردازیم .

در ابتدا به شرح مهمترین گازهای آلاینده خروجی دودکش هـای کارخانجات سیمان می پردازیم که عبارتند از:

الف) اکسیدهای نیتروژن (NO_x)

منبع تشکیل اکسیدهای نیتروژن می‌تواند نیتروژن موجود در هوای مصرفی و نیز نیتروژن موجود در سوختهای فسیلی باشدکه از بین ۷ اکسید مختلف نیتروژن،آنچه در مورد آلودگی هوا اهمیت دارد، اکسید نیتروژن و دی اکسید نیتروژن از نظر سلامت انسان وN_2O به عنوان گاز گلخانه ای در گرمایش زمین می باشند. (زلقی وهمکاران ۱۳۹۴)

در صنعت سیمان **NO_x** از دو منبع حاصل خواهد شد یکی از اکسیداسیون ازت موجود در سوخت ودیگری از اکسیداسیون ازت هوای احتراق . (چهرگانی ، ۱۳۸۳)

اکسید نیتروژن حاصل از احتراق در هوای اتمسـفر تحـت تـاثیر پدیده فتوشیمیائی (UV) تبدیل بـه NO2 مـی گـردد. ترکیـب جدید یک واکـنش دو طرفـه بـوده و درنتیجـه برگشـت فرآینـد، اکسیژن اتمی تشکیل می شود که با اکسیژن ملکولی هوا ترکیب و ازن را بوجود می آورند که یکی دیگر از آلاینده های ثانویه هوا به حساب می آید.

$$2NO + O_2 \Leftrightarrow 2NO_2$$

$$NO_2 \Leftrightarrow NO + O$$

$$O + O_2 \Leftrightarrow O_3$$

ریشـه هـای آزاد شـده اکسـید نیتـروژن بـا سـایر اکسـیدهای هیـدروکربن احتمـالی موجـود در گازهـای خروجـی از دودکـش ترکیب و مواد سمی و زیـان آور را تولیـد مـی کنـد. دی اکسـید نیتروژن عـلاوه بـر شـرکت در تشـکیل مـه دود فتوشـیمیایی در تشکیل باران های اسیدی هم نقش دارد .

(Admassu, M. and Wubeshet, M.2006)

اکسـیدهای نیتـروژن دارای آثـار زیـان آوری بـر روی انسـانها وگیاهان هستند. مثلا اکسید نیتروژن درانسان در غلظـت ppm ۱۰۰- ۵۰ باعث ایجاد التهـاب در بافـت شـش هـا و در غلظـت ppm ۱۵۰-۲۰۰ باعث عوارض غیر قابـل برگشـت ریـوی مـی شـودودرغلظت بـالاتر از ppm ۵۰۰ معمـولا پـس از ۱۰-۲ روز مرگ روی می‌دهد.در گیاهـان هـم باعـث نکـروزه شـدن بـرگ درختان ودرنهایت رشد آنها را دچار مشکل می کند.

ب) دی اکسید کربن(Co_2)

با افزایش ظرفیت های تولید سیمان در حد ۷۰ میلیون تن تا سال۱۴۰۰میزان تولید دی اکسید کربن به رقمی معادل تولید سیمان در آن سال خواهد رسید که با توجه به اثرگازهای گلخانه ای، سهم بخش تولید سیمان ایران در ایجاد آسیب های محیط زیستی قابل توجه خواهدبود. (abbasi ,salari .2006)

گاز دی اکسید کربن عنوان آلاینده شاخص نبوده ،اما اهمیت آن در توانایی جذب تشعشعات مادون قرمز با طول موج در لایه های

پایین تر اتمسفر است که می تواند باعث افزایش دمای اتمسفر،پدیده و اثر گلخانه ای میشود. YuLeia, b, Qiang (Zhangc.2011)

صنعت سیمان یکی از منابع عمده انتشار گازهای گلخانه ای است. حدود ۵ الی ۶ درصد از دی اکسید کربن در دنیا از صنعت سیمان ناشی می گردد که ناشی از واکنشهای فرآیند تبدیل سنگ آهک به اکسید کلسیم است . (Zemba et al., 1996).

گاز دی اکسید کربن به وجود آمده از فرآیند های تولیدی سیمان و مصرف سوخت در دو فرآیند ذیل ایجاد میگردد:

۱- دی اکسید کربن ناشی ازپخت مواد خام به آن فرایند کلسینیشن (Calcination) می گویند .

۲- دی اکسید کربن حاصل از احتراق ومصرف انرژی

$$C + O_2 = CO_2$$

دی اکسید کربن حاصله از کلسینیشن، می تواند از نسبت وزنی فرمول درمعادله ذیل حساب گردد و بر اساس مقدار سنگ آهک و یا سوخت مورد استفاده در کوره بدست می آید. درنتیجه اطلاعات مقدار تناژ و ترکیبات مواد اولیه جهت محاسبه دقیق دی اکسید کربن حاصله مورد نیاز است که معمولا این اطلاعات ناقص است.

$$Ca\ Co3 \longrightarrow Cao + Co2$$
$$1kg \qquad ./56kg + ./44kg$$

منبع اصلی انتشارات مستقیم ، کلسیناسیون سنگ آهک و تولید کلینکر است و تقریباً ۵۰ درصد کل انتشارات را شامل می شود. انتشارات غیرمستقیم ناشی از احتراق سوختهای فسیلی اعم از زغال سنگ ، نفت کوره یا گاز طبیعی در کوره است و در حدود ۴۰ درصد انتشار در بخش سیمان را شامل می شود . همچنین ماشین آلات واحد حمل ونقل به عنوان دیگر منابع انتشار غیرمستقیم با سهم ۵ تا ۱۰ درصد هستند.

(Yu Leia, b, Qiang Zhangc.2011)

با درنظر گرفتن انتشار کربن فرایندی، کشور چین بیشترین سهم در تولید دی اکسید کربن در صنعت سیمان را دارا می باشد . بعد از چین، هند با سهم ۵ درصدی در رتبه دوم قرار گرفته است ، آمریکا،ترکیه،ژاپن،روسیه،برزیل،ایران و ویتنام در رده های بعدی هستند .(Jos GJO, Greet JM.2012)

ب) مونوکسید کربن (CO)

مونوکسیدکربن از معمولترین آلاینده های سمی هوا در می باشد که محصول احتراق ناقص هیدروکربونهای سوخت بوده و از دلایل تولید آن می‌توان کمبود اکسیژن، استفاده از سوخت مایع و کوتاه بودن زمان احتراق اشاره کرد. (سلیمی، ۱۳۹۱)

مونواکسیدکربن یکی از خطرناکترین گازهای آلاینده محیط-زیستی است که به علت حلالیت در آب، به راحتی از زمانی که وارد دستگاه تنفسی انسان میشود به همراه اکسیژن به ریهها نفوذ کرده و از دیواره ریه وارد جریان خون میشود و برای اشتغال یکی از چهار جایگاه آهن در هموگلوبین با اکسیژن است، به همین علت به راحتی میتواند در رقابت با اکسیژن برنده شود و به این ترتیب در اکسیژن رسانی خون به اعضا واندام بدن اختلال بهوجود آورد میل ترکیبی آهن با مونواکسید کربن ۲۱۰ مرتبه بیشتر از اکسیژن است. وجودظرفیت خون برای حمل (COHb) کربوکسی هموگلوبین اکسیژن را کاهش داده و روی سلسله اعصاب مرکزی اثرمی گذارد.(عرب وکریمی ۱۳۹۴)

د) اکسیدهای گوگرد (SO2)

این ترکیب از اکسیداسیون گوگرد موجود در سوخت با هوا بوجود می‌آید. میزان آن در مواد حاصل از احتراق بستگی مستقیم به مقدار گوگرد سوخت دارد. دی اکسید گوگرد تشکیل یافته در دمای بالای کوره، قابلیت تبدیل به SO3 را نیز دارا می‌باشد که این ماده در مجاورت رطوبت هوا تشکیل اسید سولفوریک داده و بصورت باران اسیدی بر محیط زیست اثرات مخرب تری خواهد گذاشت.بطورکلی انتشار اکسید های گوگرد به طور عمده(۹۹٪) به شکل دی اکسید گوگرد است . در صنعت سیمان از اکسیداسیون فرار در مواد خام و اولیه از قبیل گوگرد آلی یاسولفید های غیر آلی وهمچنین از سولفور موجود در سوخت ناشی می گردد. البته صنعت سیمان به عنوان یک منبع کوچک از انتشار دی اکسید گوگرد به حساب می آید. غلظت بالاتر ازحد مجاز آن اثرات زیانباری برگیاهان وجانوران دارد.(چهرگانی،۱۳۸۳)

قوانین مرتبط با انتشار آلاینده های هوا در صنعت سیمان

سازمان حفاظت محیطزیست وظیفه پیشنهاد قوانین، تدوین و اجرای مقرارت و استانداردها را برعهده دارد و شورای عالی حفاظت محیطزیست نیز با ریاست رئیس‌جمهور، امتیاز و صلاحیت تصویب برخی از ضوابط و استانداردهای آلودگی را برعهده دارد و تصمیمات آن ناظر بر فعالیت‌های سازمان حفاظت محیطزیست می‌باشد.مهمترین قوانین مرتبط با گازهای خروجی دودکش کارخانجات سیمان، قانون نحوه جلوگیری ازآلودگی هوا

مصوب ۱۳۷۴/۰۲/۰۳و قانون هوای پاک مصوب ۱۳۹۶/۰۵/۱۱ وهمچنین آیین نامه های اجرایی این قوانین می باشد . در جداول زیر حدود مجاز انتشار گازهای آلاینده از دودکش کارخانجات سیمان در تعدادی از کشورهای جهان(جدول ۱) ودر کشورمان(جدول ۲)نشان داده شده است .

	میزان آلاینده های خروجی دودکش برحسب mg/Nm^3		
	SOX	NOX	DUST
استرالیا	350	500	20
چین	200	400	-
مصر	400	600	100
آلمان	50	200	10
نیجریه	2000	600-800	100
نروژ	400	800	30
ترکیه	300	400	50-120
پاکستان	1700	400 -1200	100

جدول ۱- حدمجاز انتشار آلاینده های هوا در صنعت سیمان تعدادی از کشور های جهان (مجله Globalcement.2018)

توضیحات	حد مجاز انتشار		آلاینده	منبع آلاینده
	درجه ۲	درجه ۱		
	130	100	ذرات	دودکش کوره و آسیاب مواد خام در حالت ترکیبی
با سوخت گاز	600	500	SO2	
با سوخت مازوت	2200	1800		
با سوخت گاز	550	450	NOX	
با سوخت مازوت	650	550		
با سوخت مازوت وگاز	700	500	CO	
	130	100	ذرات	دودکش آسیاب سیمان

جدول ۲- حدمجاز انتشار آلاینده های هوا در صنعت سیمان مصوبه جلسه هیئت وزیران ،۱۳۹۷/۰۶/۲۱بر اساس تبصره ۳ ماده ۱۲ قانون هوای پاک (منبع: سایت سازمان محیط زیست کشور)

لازم بذکر است که ، معیار(استاندارد) درجه یک درمورد واحد های جدید (حداکثر ۱۵ سال) وواحدهایی اعمال می شود که استقرار آن ها با ضوابط استقرار مصوب ۱۵ / ۴ / ۱۳۹۰ مغایرت داشته باشد و معیار درجه دو در مورد واحدهایی اعمال میشود که استقرار آنها با ضوابط یادشده مطابقت دارد. (شاعری وهمکاران ۱۳۹۱)

۲- روش انجام تحقیق

این پژوهش با روش توصیفی – تحلیلی، پس اندازه گیری گازهای آلاینده های خروجی دودکشهای گریت کولروکوره شامل $SOX.CO.NO_X.CO_2$ طی چهار دوره سه ماهه، انجام ونتایج بدست آمده تجزیه وتحلیل شد .

- **محدوده مورد مطالعه**

کارخانه سیمان کاوان بوکان، تولید کننده انواع سیمان با ظرفیت یک میلیون تن در سال ۱۳۹۱ در استان آذربایجان غربی با در کیلومتر ۳۷ جاده بوکان به میاندوآب به مختصات N"۵۶,۹۳'۳۶°۴۸ و °۴۶ E"۵۴,۵۴'۸ به بهره برداری رسید .

- **انتخاب محل های نمونه برداری دودکش**

انتخاب محل نمونه برداری وتعداد نمونه‌درسطح مقطع دودکش یاکانال باید طوری صورت گیرد تا نمونه، نماینده کل باشد . (نورپور،۱۳۹۳)

نمونه برداری باید از مکان مناسب در فاصله ای بین۲d از محل ورود گازها و ۰٫۵d از بالا دست جریان (نوک دودکش) صورت پذیرد . در خصوص دودکش های با ارتفاع کم و قطر زیاد فاصله این نقطه در پایین دودکش،محلی است نزدیک به نقطه احتراق، که پراب قابلیت تحمل دمای آن نقطه را دارا باشد و از انتهای دودکش نیز به اندازه d ۱پایینتر باشد.در دودکش هایی که رقیق سازی انجام می دهند ، نمونه برداری گاز باید قبل از محل رقیق سازی انجام پذیرد. (Gokhale Sh,2009)

	طول جغرافیایی (E)	عرض جغرافیایی (N)	ارتفاع دودکش (m)	ارتفاع محل نمونه برداری (m)
گریت کولر	46.151134	36.816482	33	24
بک هاوس کوره اصلی	46.150202	36.815919	95	85

جدول ۳- مشخصات نقاط نمونه برداری

- **تجهیزات پایش**

برای نمونه برداری وسنجش میزان گازهای خروجی از دودکش ،ازدستگاههای وKimiokigaz310 و TestoXL350 که دارای قابلیت سنجشO_2، CO_2، NO،CO، NO_2، NOx، SO_2 توسط سنسورهای الکتروشیمیایی‌هستند، استفاده شد .

SENSOR	MESUREMENT
O_2	0 to 21% VOL
CO(H_2Comp)	0 to 4000 ppm over load up to 10.000 ppm
CO(low)	0 – 300 ppm
CO(high)	0 – 4000 ppm , over to 20.000 ppm
NO	0 – 1000 ppm, overload up 5.000 ppm
NO	0 – 1000 ppm, overload up 5.000 ppm
NO (low)	0 – 300 ppm
NO_2	0 -200 ppm, overload up to 1.000 ppm
SO_2	0 to 2000 ppm, up to 5.000 ppm
CO2(Calc)	0-CO2 Max

جدول ۴- دقت اندازه گیری سنسورهای تجهیزات اندازه گیری

۳- یافته ها

نتایج اندازه گیری در چهار دوره مختلف (بهار ، تابستان ،پاییز وزمستان)مطابق دستورالعمل های تدوین شده مرکز پایش سازمان حفاظت از محیط زیست کشور انجام شد ونتایج زیر بدست آمد.

برای محاسبه میزان خروجی آلاینده طبق جدول ۵ که بصورت excel ، ارایه شده است ، عمل شد بدیت صورت که ابتدا از میان نوع سوخت و یا نوع صنعت، فقط مورد سیمان را انتخاب و سپس مقادیر پارامترهارا با توجه به یکای مشخص شده وارد شد.

سپس غلظت گازها به صورت تصحیح نشده از دستگاه قرائت و در جداول ذیل درج شدوالبته کلیه نتایج گازهای خروجی از دودکش الزاما بر مبنای گاز خشک ثبت شد.

در مرحله بعد غلظت گازها به دو صورت تصحیح شده و تصحیح نشده (با توجه به اکسیژن پایه و اکسیژن اندازه گیری شده) محاسبه و ثبت شد. البته پارامترNOx بر اساس NO و NO_2 محاسباتی است.

باید توجه داشت غلظت گازهای خروجی دودکش بر اساس ppm، مستقل از دما و فشار می باشد و برای تبدیل به واحد mg/Nm3نیاز به تصحیح سازی در خصوص فشار و دما نمی باشد و تصحیح سازی مورد لزوم مربوط به دانسیته گازها در شرایط مرجع و اکسیژن رفرنس می باشد.

شرایط مرجع مطابق تعریف سازمان حفاظت محیط زیست ایران دمای ۱۵/۲۷۳ کلوین (صفر درجه سیلیسیوس) و فشار ۱ اتمسفر می باشد. لازم بذکر است علت انتخاب واحد mg/Nm3 دراین معیار(استاندارد)،بهنجار (نرمال) نمودن شرایط دما و فشار است.

		نوع صنعت			نوع سوخت						
		توربین	زباله سوز	سیمان	مازوت	جامد	مایع	گاز			
اکسیژن رفرنس	O2 base (%)										
اکسیژن قرائت شده	O2 meas (%)			*				*			
	نوع گاز	CO	NO	NO2	NOx	SO2	H2S	HCl	HF	NH3	
غلظت گاز قرائت شده	Gas meas (ppm)										
غلظت گاز تصحیح نشده (mg/Nm3)	Gas ref (mg/Nm3)										
گاز تصحیح شده و نهایی (mg/Nm3)	Gas ref (mg/Nm3)										

جدول ۵ – نحوه محاسبه آلاینده های خروجی دودکش

ردیف	O۲	CO۲	CO	NO	NO۲	NOX	SO۲	E-air	Effg	Dk	Vg	Ta	Tg	Fuel
	%	%	mg/Nm3	mg/Nm3	mg/Nm3	mg/Nm3	mg/Nm3	%	%	Cm	m/s	°C	°C	-
۱	10.2	4.75	23.75	170.09	5.16	182.41	0.00	150.6	86.7	450	13.6	28.3	165	گاز
غلظت تصحیح شده			31.27	223.91	5.38	240.13	0.00							

دودکش نمونه برداری: کوره اصلی | **نام دستگاه:** Kimio kigaz 310 | **تاریخ نمونه برداری:** 97/03/28

جدول ۶ – سنجش گازهای خروجی از دودکش اصلی در خرداد ماه

ردیف	O۲	CO۲	CO	NO	NO۲	NOX	SO۲	E-air	Effg	Dk	Vg	Ta	Tg	Fuel
	%	%	mg/Nm3	mg/Nm3	mg/Nm3	mg/Nm3	mg/Nm3	%	%	Cm	m/s	°C	°C	-
2	20.81	-	0	1.34	-	1.34	0.00	-	-	300	10	29.3	279.4	گاز

دودکش نمونه برداری: گریت کولر | **نام دستگاه:** Kimio kigaz 310 | **تاریخ نمونه برداری:** 97/03/28

جدول ۷ – سنجش گازهای خروجی از دودکش گریت کولر در خرداد ماه

ردیف	O۲	CO۲	CO	NO	NO۲	NOX	SO۲	E-air	Effg	Dk	Vg	Ta	Tg	Fuel
	%	%	mg/Nm3	mg/Nm3	mg/Nm3	mg/Nm3	mg/Nm3	%	%	Cm	m/s	°C	°C	-
۱	11.5	3.98	30.00	123.21	4.11	127.32	0.00	156.02	84.7	450	12.6	28.9	155	گاز
غلظت تصحیح شده			34.79	142.88	4.76	147.64	0.00							

دودکش نمونه برداری: کوره اصلی | **نام دستگاه:** Kimio kigaz 310 | **تاریخ نمونه برداری:** 97/06/26

جدول ۸– سنجش گازهای خروجی از دودکش اصلی در شهریورماه

تاریخ نمونه برداری: 97/06/26				نام دستگاه: Kimio kigaz 310				دودکش نمونه برداری: گریت کولر						ردیف
Fuel	Tg	Ta	Vg	Dk	Effg	E-air	SO_2	NO_X	NO_2	NO	CO	CO_2	O_2	
-	°C	°C	m/s	Cm	%	%	mg/Nm³	mg/Nm³	mg/Nm³	mg/Nm³	mg/Nm³	%	%	
گاز	279.4	29.3	10	300	-	-	0.00	14.60	0	14.60	0	-	20.7	2

جدول ۹ – سنجش گازهای خروجی از دودکش گریت کولر در شهریورماه

تاریخ نمونه برداری: 97/09/05				نام دستگاه: TESTO350				دودکش نمونه برداری: کوره اصلی						ردیف
Fuel	Tg	Ta	Vg	Dk	Effg	E-air	SO_2	NO_X	NO_2	NO	CO	CO_2	O_2	
-	°C	°C	m/s	Cm	%	%	mg/Nm³	mg/Nm³	mg/Nm³	mg/Nm³	mg/Nm³	%	%	
گاز	153.4	7.5	13.5	450	85.0	-	0.00	91.07	0.00	91.07	61.25	4.00	13.94	۱
							0.00	142.63	0.00	142.63	95.92	غلظت تصحیح شده		

جدول ۱۰ – سنجش گازهای خروجی از دودکش اصلی درآذرماه

تاریخ نمونه برداری: 97/09/05				نام دستگاه: TESTO350				دودکش نمونه برداری: گریت کولر						ردیف
Fuel	Tg	Ta	Vg	Dk	Effg	E-air	SO_2	NO_X	NO_2	NO	CO	CO_2	O_2	
-	°C	°C	m/s	Cm	%	%	mg/Nm³	mg/Nm³	mg/Nm³	mg/Nm³	mg/Nm³	%	%	
گاز	257.4	10.8	9.2	300	-	-	0.00	1.34	0.00	1.34	2.50	0.15	20.65	2
							0.00	58.39	0.00	58.39	109.00	غلظت تصحیح شده		

جدول ۱۱ – سنجش گازهای خروجی از دودکش گریت کولر در آذرماه

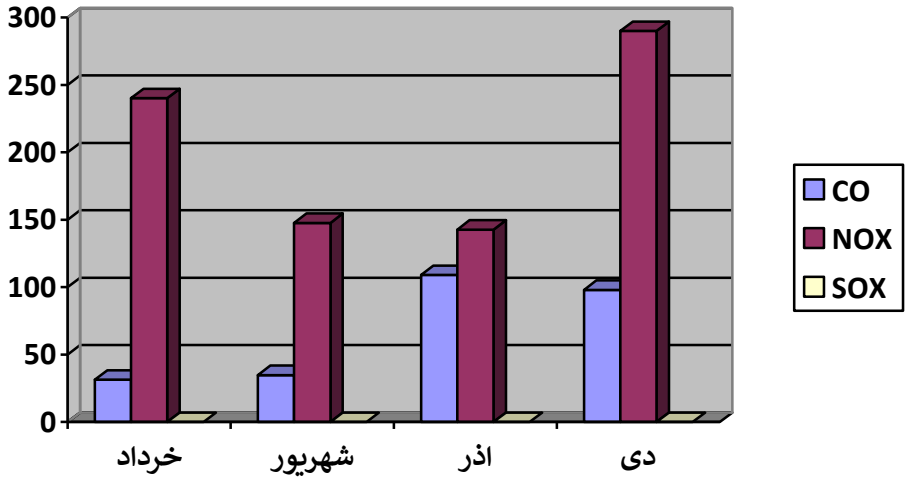
تاریخ نمونه برداری: 97/10/23				نام دستگاه: Kimio kigaz 310				دودکش نمونه برداری: کوره اصلی						ردیف
Fuel	Tg	Ta	Vg	Dk	Effg	E-air	SO_2	NO_X	NO_2	NO	CO	CO_2	O_2	
-	°C	°C	m/s	Cm	%	%	mg/Nm³	mg/Nm³	mg/Nm³	mg/Nm³	mg/Nm³	%	%	
گاز	112.6	6.5	13.1	450	93.6	1.99	0.00	279.38	6.16	273.21	62.50	6.0	10.4	۱
							0.00	290.02	6.40	283.62	64.88	غلظت تصحیح شده		

جدول ۱۲– سنجش گازهای خروجی از دودکش کوره اصلی در دی ماه

جدول ۱۳- سنجش گازهای خروجی از دودکش گریت کولر در دی ماه

دودکش نمونه برداری: گریت کولر														
ردیف	O_2	CO_2	CO	NO	NO_2	NO_X	SO_2	**E-air**	**Effg**	**Dk**	**Vg**	**Ta**	**Tg**	**Fuel**
	%	%	mg/Nm³	mg/Nm³	mg/Nm³	mg/Nm³	mg/Nm³	%	%	Cm	m/s	°C	°C	-
2	20.5	-	2.40	2.68	2.05	4.73	0.00	-	-	300	10.2	7.1	231.6	گاز
غلظت تصحیح شده			98	72.99	55.96	128.95	0.00							

نام دستگاه: Kimio kigaz 310 — **تاریخ نمونه برداری:** 97/10/23



نمودار ۱- فراوانی میزان انتشارگازهای خروجی دودکش اصلی در چهار دوره اندازه گیری

داده های بدست آمده وفراوانی گازهـای خروجـی از دودکـش هـا نشان می دهد که میزان NOxخروجی دودکش ها درهمه فصـول پایین تر از حدمجاز استاندارد های تعیین شده بود، میـزان اکسـید های گوگرد ناچیز ونزدیک به صفر بود. مونوکسید کربن که عامل اصلی ایجاد آن عدم تناسب بـین هـوای مصـرفی بـرای سـوخت ومیزان سوخت ورودی کوره ودمای بالا است ، میزان خروجـی آن از دودکش های کارخانه سیمان کاوان در محدوده استاندارد بود.

٤- نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش تجزیه وتحلیل میزان انطباق انتشارگازهای آلاینده خروجی دودکش های کارخانه سیمان کاوان بوکان با الزامات قانونی و استاندارد های تعیین شده ی سازمان حفاظت محیط زیست کشور می‌باشد. نتایج حاصله نشان می دهد که فناوری کنترل آلاینده ها در این کارخانه ازکارایی مطلوبی برخوردار است ، زیرا نتایج داده های آنالیز شده تقارب و تجانس کاملی با استاندارد های سازمان حفاظت محیط زیست در مورد میزان انتشار گازهای آلاینده های خروجی دودکش های کارخانجات سیمان کشور براساس ماده ۱۵ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی و قانون هوای پاک دارد .

نتایج این مطالعه در مقایسه مطالعات دیگرنشان میدهدکه میزان گازهای آلاینده خروجی دودکش های این شرکت دارای مقادیر پایین تری میباشدکه نشانه وجود سیستم های کنترل آلایندگی مطلوب در این کارخانه است. به عنوان مثال الماسی وهمکاران او در سال ۱۳۹۲ با بررسی مقادیرآلاینده های خروجی از دودکش کارخانه سیمان سامان کرمانشاه به این نتیجه رسیدند که مقادیر این گازها به مقدار جزئی بالاتر از استانداردهای گازهای خروجی

می باشد و لذا نیاز به سیستم کنترلی بیشتری در این زمینه می باشد.

نتایج این پژوهش در مورد غلظت گاز مونوکسید کربن خروجی که کمتر از حد استاندارد خروجی از دودکش ها می باشد، با نتایج مطالعه ایمان آقا ملایی وهمکاران او در خصوص رعایت حدمجاز خروجی مونوکسید کربن در کارخانجات سیمان همخوانی دارد .

همچنین میانگین غلظت آلاینده های گازی دی اکسید گوگرد بسیار ناچیز بوده که با پژوهش آلبان وکودیس در سال ۲۰۱۱در خصوص دی دی اکسید گوگرد مطابقت دارد .

با توجه به نتایج بدست آمده از اندازه گیری گازهای خروجی دودکش های کارخانه سیمان کاوان بوکان ،الگو پذیری از روش های مورد استفاده در این کارخانه جهت کنترل آلاینده های هوا می تواند برای دیگرکارخانجات سیمان کشور کمک کننده باشد .

با توجه به اهمیت کاهش انتشارگازهای آلاینده درصنعت سیمان کشور از روش های پیشنهادی زیر برای کاهش میزان انتشارگازهای آلاینده هوا در کارخانجات سیمان کشور می توان استفاده کرد.

- **روش های کاهش میزان گاز NOx**

– افزودن برخی مواد باطله نظیر خرده آهن های فرسوده به خوراک کوره.با این روش می توان دمای لازم برای کلینکرشدن و به تبع آن NOX متصاعد شده را کاهش داد.

– استفاده از سوخت هایی نظیر لاستیک های فرسوده اتومبیل،موجب ایجاد حرارت در دماهایی کمتر از معمول می شود که به این ترتیب میزان NOX تولید شده کم تر می شود.

– تزریق آمونیاک در مرحله پیش حرارتی، در مرحله ای که دمای محیط ۱۸۰ درجه فارنهایت است

– استفاده از نوعی احتراق مرحله ای در کوره های پیش گرمکن

– گردش مجدد گاز دودکش با برگشت گاز دودکش به اتاقک احتراق

- **روش های کاهش میزان تولید COوCO2**

– تغییر میزان هوای ورودی به کوره و تنظیم مناسب نسبت هوا به سوخت

– اصلاح مشعلها در جهت تقلیل مقدار تولید آلودگی ها درحین احتراق

– کاهش مصرف انرژی فسیلی و الکتریکی سوخت

– کاهش اتلاف حرارتی گاز خروجی با توسعه دوباره ی پیشگرمکن مواد خام، خنک کن کلینکر و کانال های ورودی و لوله های خروجی جریان گاز به سیکلونها

– استفاده از مواد با کربنات کمتر

– بهینه سازی کولر برای بهبود و استفاده دوباره از حرارت و افزایش دمای هوای ثانویه

– استفاده از سیستمهای جدید خردایش

– استفاده از سوختهای ثانویه

– استفاده از مواد افزودنی

- **روش های کاهش SO_x**

– روش تزریق سنگ آهک (آهک هیدراته) به رایز داکت (کانال بالابرنده گاز) پیشگرمکن

– روش اکسیدان کاتالیزوری که در این روش اکسیدهای گوگرد را به وسیله عبور جریان گاز از روی کاتالیزور پنتا اکسید و انادیوم که اکسیدان So2 به Soتسریع میکند اکسیده می کنند.(چهرگانی، ۱۳۸۳)

منابع

- متصدی س و همکاران ۱۳۹۴، بررسی آثار گرد و غبار ناشی از صنایع سیمان بر تنوع و تراکم پوشش گیاهی ، مجله سلامت و بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ارومیه ،دوره ششم، شماره چهارم، ، صفحات ۴۲۹ تا۴۳۸
- زلقی آ وهمکاران ، ۱۳۹۴، بررسی شاخص های خطر نسبی و جزء منتسب ناشی از در معرض قرارگرفتن با دی اکسید نیتروژن ،مجله مهندسی بهداشت محیط، سال سوم، شماره ۱، صفحات ۱۹الی۲۷
- نورپور ع،۱۳۹۳.انرژی ومحیط زیست در صنعت سیمان، چاپ اول ، انتشارات دانشگاه تهران
- چهرگانی ح،۱۳۸۳، مهندسی محیطزیست در صنعت سیمان، چاپ اول، انتشارات حاذق.
- پرهیزکاری ح، وثیق ب ،۱۳۹۲.نقش آلاینده های محیط زیست و تأثیر آن بر روی فناوری صنعت سیمان در راستای توسعه پایدار، همایش ملی معماری پایدار و توسعه شهری
- سلیمی ع، موحدیان م ،۱۳۹۱. بررسی آلاینده های صنعت سیمان با تمرکز بر روی انتشار مونوکسیدکربن، اولین کنفرانس بین المللی صنعت سیمان ، انرژی و محیط زیست
- عرب ن ، کریمی ح ، ۱۳۹۴، بررسی تغییرات آلاینده های ازن، مونواکسید کربن و دیاکسید نیتروژن در ایستگاه اقدسیه ، فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۳۳ ، تابستان ۹۴
- شاعری ع،رحمتی ع ، ۱۳۹۱،قوانین ومقررات ،ضوابط و استانداردهای محیط زیست انسانی ، چاپ اول ،انتشارات حک
- الماسی ع وهمکاران، ۱۳۹۱. بررسی میزان آلاینده های خروجی از دودکش کارخانه سیمان سامان کرمانشاه ، فصلنامه بهداشت در عرصه دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲ ، صفحات ۳۶ تا۴۳
- آقا ملایی آ و همکاران ، آلودگی ناشی از صنعت سیمان ،مطالعه موردی کارخانه سیمان کرمان ، دوماهنامه دوره ۱۲ ، شماره ۲، خرداد و تیر ۱۳۹۴
- Al Smadi M, Al-Zboon K, Shatnawi K.Assessment of Air Pollutants Emissions from a Cement Plant: A Case Study inJordan. Journal of Civil Engineering.2009;3(3):265-282.
- Admassu, M. and Wubeshet, M. (2006) Air Pollution: Lecture Notes for Environmental Health Science Students. University of Gondar Publications, Ethiopia, 5-6.
- Leia Y, Zhangc Q, Nielsenb C, Hea K. Aninventory of primary air pollutants and CO2emissions from cement production in China 1990–2020, Atmospheric Environment. 2011;(45):147–154.
- Abbasi J, Salari M. Environmental pollution of cement industries. Proceedings of the 5th Student
- festival on mining engineering. 2006 5: 14-23.
- Jos GJO, Greet JM, Jeroen AHWP. Trends in global CO2 emissions, 2012 report. PBL Netherlands Enviromental Assesment Agency, 2012
- Gokhale Sh. Air Pollution Sampling and Analysis. Department of Civil Engineering Indian Institute of
- Technology Guwahati – 781039, Assam, India 2009. P: 16-26.
- Abu-Allaban M, Abu-Qudais H, Impact Assessment of Ambient Air Quality by Cement Industry: A CaseStudy in Jordan« , Aerosol and Air Quality Research 2011 ; 11: 802–810.
- www.globalcement.com
- www.doe.ir