

## ارزیابی میزان انتشار و ضریب انتشار (فاکتور انتشار) گاز دی اکسید گوگرد از خروجی های پالایشگاه نفت تهران

بهنام چاوشی<sup>۱</sup>، محمدرضا مسعودی نژاد<sup>۲</sup>، امیر ادیب زاده<sup>۳</sup>

نویسنده مسئول: تهران، ولنجک، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت محیط [massoudi2010@yahoo.com](mailto:massoudi2010@yahoo.com)

دریافت: ۸۹/۱۲/۲۲ پذیرش: ۹۰/۰۳/۱۸

### چکیده

**زمینه و هدف:** پالایشگاه های نفت منبع مهم تولید آلاینده های خطرناک و سمی مانند دی اکسید گوگرد ( $SO_2$ ) هستند. حدود ۹۹ درصد از دی اکسید گوگرد موجود در هوا از منابع انسانی تولید می گردد. اگرچه اندازه گیری های مختلفی از خروجی صنایع و پالایشگاه ها توسط کارشناسان محیط زیست و یا شرکت های خصوصی فعال در زمینه محیط زیست انجام گرفته ولی ارزیابی دقیق از میزان انتشار آلاینده ها بر حسب میزان تولید (ضرایب انتشار) و همچنین میزان کل انتشار سالانه که می تواند به عنوان داده اولیه در مدل سازی های آلودگی هوا و تصمیم گیری های مدیریتی مورد استفاده قرار گیرد در دسترس نیست.

**روش بررسی:** این مطالعه از نوع توصیفی مقطعی بوده و اندازه گیری گازهای خروجی از دودکش با استفاده از دستگاه *Testo 350 XL* صورت گرفته است. نوع استاندارد عملکرد دستگاه براساس *ASTM D6522 EPA-CTM030-41* تعیین گردید. میزان دی اکسید گوگرد از ۴۴ خروجی دودکش پالایشگاه نفت تهران از ابتدای فروردین ۱۳۸۶ لغایت آبان ۱۳۸۷ به مدت ۲۰ ماه اندازه گیری شد. نمونه برداری به طور میانگین در بازه زمانی ساعات ۹ تا ۱۴ به انجام رسید.

**یافته ها:** با مطالعه نتایج به دست آمده مشخص گردید که میزان آلاینده  $SO_2$  تولیدی توسط واحد تقطیر شمالی بیش از ۳ برابر واحد جنوبی است و میزان انتشار گاز آلاینده از این واحد ۲/۸ برابر و ضریب انتشار آن ۵/۶ برابر نسبت به واحد تقطیر جنوبی است، همچنین میزان غلظت، انتشار و ضریب دی اکسید گوگرد در واحد تبدیل کاتالیست شمالی بیش از ۲ برابر واحد مشابه جنوبی است و مقایسه این سه فاکتور در واحد غلظت شکن شمالی به ترتیب ۳، ۲/۶ و ۲/۶ برابر در مقایسه با واحد مشابه جنوبی اندازه گیری شده است.

**نتیجه گیری:** در کلیه واحدهای مستقر در بخش شمالی میزان آلاینده ۲ تا ۳ برابر واحدهای جنوبی است. با ارزیابی به عمل آمده مشخص گردید که اولاً حجم تولید در واحدهای شمالی بیشتر از واحدهای جنوبی بوده و از طرفی واحدهای جنوبی از طراحی جدیدتری برخوردار و از امکانات حذف آلاینده بهتری استفاده می نمایند. با مطالعه منابع مشخص می گردد استفاده از تکنولوژی های جدیدتر در فرایند تولید در پالایشگاه ها و استفاده از آخرین دستاوردها در این صنعت قادر است گام اساسی در توسعه این صنعت در بخش های مختلف کشور را ایفا نماید.

واژگان کلیدی: آلودگی هوا، پالایشگاه نفت، دی اکسید گوگرد، فاکتور انتشار، ضریب انتشار

۱- کارشناس ارشد محیط زیست (گرایش آلودگی هوا)، شرکت مهندسی مشاور

۲- دکترای محیط زیست، دانشیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و عضو هیات موسس مرکز تحقیقات ارتقاء ایمنی و پیشگیری از مصدومیت ها

۳- کارشناس بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت و تغذیه دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... (عج)

## مقدمه

دی اکسید گوگرد گازی غیر قابل رویت و محرک است (۲۰۱). حدود ۹۹ درصد از دی اکسید گوگرد موجود در هوا از منابع انسانی تولید می گردد (۱). این گاز در تماس های طولانی می تواند موجب بیماری های مختلف از جمله رنیت آلرژیک، التهاب ریه، سرطان ریه، کوتاه شدن تنفس، سرفه، عطسه و کاهش ظرفیت ریه گردد (۲ و ۳). پالایشگاه مجموعه ای از واحدهای صنعتی است که گروهی از آلاینده ها را که یکی از مهم ترین آنها دی اکسید گوگرد است به محیط زیست تخلیه می نماید (۴). نگرانی اصلی، ورود دی اکسید گوگرد به چرخه غذایی انسان است (۳). تولید دی اکسید گوگرد از یک پالایشگاه ممکن است محیط اطراف آن را تحت تاثیر قرار دهد. علاوه بر این دی اکسید گوگرد و سایر محصولات جانبی آن، روی گیاهان اطراف پالایشگاه تاثیر می گذارند (۵). برخی محققین ایجاد کمربند سبز در اطراف پالایشگاه ها را در کاهش سروصدا و ۶۰ درصد آلاینده های خروجی موثر می دانند (۶). همچنین شرایط جوی از قبیل میزان تابش خورشید، سرعت و جهت باد، بارش باران، رطوبت و درجه حرارت محیط نیز در تاثیر دی اکسید گوگرد دخالت مستقیم دارند (۷ و ۸ و ۳). علاوه بر این افراد ساکن در اطراف پالایشگاه ها ممکن است درگیر اثرات ژنوتوکسیک و فعالیتهای جهش زایی ذرات معلق مولد بیماری حاصل از پالایشگاه ها گردند (۹). برخی محققین بر این عقیده اند که گازهای خروجی حاصل از پالایشگاه ها موجب طولانی تر شدن زمان بستری به خاطر مشکلات تنفسی در بیمارستان های اطراف پالایشگاه می گردد (۱۰). براساس یافته های محققین، مقادیر دی اکسید گوگرد در طول روز زیادتیر و در شب کاهش می یابد (۱۱). Bhanarkar و همکاران در سال ۲۰۰۵ براساس تحقیقی در هند دریافتند که ۷۷ درصد از دی اکسید گوگرد از منابع صنعتی تولید می گردد (۱۲). گوگرد توانایی اسیدی کردن، ترکیب با سایر آلاینده ها و تغییر رنگ را دارد. اگر گازهای اسیدی و فرآورده های گوگردی حذف نگردند موجب خوردگی های زیاد در صنایع می شوند

و همچنین موجب خسارات اقتصادی و زیست محیطی می گردند (۱۳). Schmidt و همکاران در سال ۲۰۰۹ از یک جاذب کاتالیتیک قابل احیا استفاده نمودند که دی اکسید گوگرد و سولفید هیدروژن را به طور هم زمان در پالایشگاه حذف کند (۱۱). Lins و همکاران نیز در سال ۲۰۰۷ برای جلوگیری از خوردگی فولاد نرم از یک مکش هوای کنترل شده استفاده نمودند که سولفید هیدروژن و دی اکسید گوگرد را جمع آوری نموده و سپس با یک واکنش گر به گوگرد تبدیل می نماید (۱۳). Shekar Reddy در سال ۲۰۰۲ مطالعه ای را روی غلظت و ضریب انتشار دی اکسید گوگرد ناشی از سوزاندن بیومس در هند انجام دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که سوزاندن بیومس نسبت به سوخت ناشی از پالایشگاه ها دی اکسید گوگرد کمتری را تولید می کند. چون گوگرد موجود در بیومس بسیار کمتر از سوخت های فسیلی است (۱۴). Kato در سال ۱۹۹۲ در ژاپن مطالعه گذشته نگری بر روی میزان انتشار گازهای دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن انجام داد. او و همکاران غلظت و ضریب انتشار را در سال های ۱۹۷۵، ۱۹۸۰، ۱۹۸۶ و ۱۹۸۷ در کشورهای شرق و جنوب شرقی آسیا بررسی نمودند. آنها دریافتند که با توجه به گوگرد موجود در سوخت های فسیلی و ضریب انتشار آن به هوا، میزان دی اکسید گوگرد در حال افزایش است (۱۵). Zhao در سال ۲۰۰۸ بر روی نیروگاه های برق با سوخت فسیلی در چین مطالعه نمود. او و همکارانش به این نتیجه رسیدند که با توجه به راه اندازی تجهیزات جدید در نیروگاه میزان انتشار دی اکسید گوگرد از میزان ۱۶۰۹۷ kt در سال ۲۰۰۵ به میزان ۱۱۸۰۱ kt در سال ۲۰۱۰ خواهد رسید. همچنین با راه اندازی واحد سولفورزدایی در نیروگاه، پیش بینی می شود که این میزان در سال های ۲۰۱۵ و ۲۰۲۰ کمتر از این مقدار نیز شود (۱۶). Östblom در سال ۲۰۰۹ مطالعه ای را روی نتایج کنترل انتشار دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن با تاکید بر کاهش دی اکسید کربن در سوئد انجام داد. وی دریافت اگر هدف اصلی کاهش دی اکسید کربن باشد، در نتیجه آن

دستگاه براساس ASTM D6522-00, EPA-CTM030-41 تعیین گردید. دستگاه دارای پراب با اندازه های مختلف بوده که بر حسب قطر دودکش انتخاب می گردد، همچنین این دستگاه قابلیت اندازه گیری فشار استاتیک، دینامیک و کل را با اتصال یک پیتوت تیوب دارد. اندازه گیری در محل استاندارد روی دودکش انجام شد. در ابتدا دستگاه در خارج از دودکش و با قراردادن پراب آن در هوای تقریباً پاک کالیبره شد که این کالیبراسیون با روشن شدن دستگاه و به صورت اتوماتیک انجام می گردد. سپس پراب دستگاه از طریق محل استاندارد که بر روی دودکش تعبیه شده وارد دودکش گردید و اندازه گیری انجام شد. مدت زمان اندازه گیری حدوداً ۱۰ الی ۱۵ دقیقه برای هر مرحله بود. تعداد نمونه های اخذ شده در این بازه زمانی برای هر دودکش بین ۲ الی ۵ نمونه بوده که پس از محاسبه میانگین به منظور بالا رفتن دقت و صحت اندازه گیری در جدول درج شده است. محل نمونه برداری باید حداقل به اندازه  $8d$  از ورودی گاز به داخل دودکش (Inlet) و نیز حداقل  $2d$  از نوک دودکش (Outlet) فاصله داشته باشد (قطر دودکش  $d =$  در دودکش های چهارگوش قطر معادل برابر است با  $De = 2LW / L+W$  (طول دودکش  $L$ ، عرض دودکش  $W$ ). در دودکش های دارای اسکرابر، محل نمونه برداری باید به اندازه حداقل  $1/5 d$  بالاتر از انتهای اسکرابر انتخاب گردد (قطر دودکش بالای اسکرابر  $d$ ). در مسیر یاد شده دودکش باید بدون خمیدگی، انبساط، انقباض، زانویی و یا شعله قابل رویت باشد. در صورتی که این مسیر بیش از  $10d$  باشد محل نمونه برداری در حد فاصل  $8d$  از پایین و  $2d$  از بالا بر حسب تشخیص نمونه بردار، شرایط نمونه برداری، امکان نصب سکو و محل نمونه برداری انتخاب می گردد هدف برداشتن نمونه از جریان لامینار گاز داخل دودکش با حداقل توربولانس است. در دودکش های افقی، محل نمونه برداری در فاصله همان  $8d$  از Inlet و  $2d$  از Outlet بوده و در قسمت بالای دودکش انتخاب می گردد.

میزان هزینه تحمیلی ناشی از کنترل و حذف دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن تا سال ۲۰۲۰ به میزان ۴۸ و ۷۲ درصد کاهش خواهد یافت. در نتیجه صنایع آلودگی کمتری را منتشر می کنند (۱۷). Nazari و همکاران در سال ۲۰۱۰ مطالعه ای را روی فاکتور انتشار نیروگاه های ایران در وزارت نیرو انجام دادند. آنها میزان انتشار دی اکسید کربن، دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن را به ترتیب ۱۲۵/۳۴، ۰/۵۵۲ و ۰/۴۶۵ به دست آوردند. آنها معتقدند در صورتی که از منابع جدید انرژی مثل هیدروالکتریک یا سوخت هسته ای استفاده شود میزان آلودگی و انتشار گازهای آلاینده به مراتب کمتر خواهد شد (۱۸).

هدف از این مطالعه ارزیابی میزان تولید گاز دی اکسید گوگرد، میزان انتشار و تعیین ضرایب آن از خروجی های پالایشگاه نفت تهران بوده است.

## مواد و روش ها

این مطالعه از نوع توصیفی مقطعی است. میزان دی اکسید گوگرد از ۴۴ خروجی دودکش پالایشگاه نفت تهران از ابتدای فروردین ۱۳۸۶ لغایت آبان ۱۳۸۷ به مدت ۲۰ ماه اندازه گیری شد. ساعات نمونه برداری به طور میانگین در بازه زمانی ساعات ۹ تا ۱۴ صورت گرفت. همچنین میزان انتشار روزانه، ماهانه، سالانه و در نهایت ضریب انتشار دی اکسید گوگرد برآورد و کل خروجی های پالایشگاه به دو قسمت شمالی و جنوبی تقسیم گردیدند. در قسمت شمالی واحدهای تقطیر، تبدیل، برش روغن، تبدیل کاتالیستی، گوگردسازی، غلظت شکن، آیزوماکس، LPG، هیدروژن و دیگ های بخار وجود دارد. در قسمت جنوبی واحدهای تقطیر، تبدیل کاتالیستی، غلظت شکن، آیزوماکس، هیدروژن و دیگ های بخار در حال کار است.

اندازه گیری گازهای خروجی از دودکش با استفاده از دستگاه Testo 350 XL صورت گرفت. این دستگاه پرتابل نتایج را به صورت خوانش مستقیم اعلام می نماید. نوع استاندارد عملکرد

### محاسبه میزان انتشار و فاکتور انتشار

$$E = Q \times C$$

میزان انتشار:

$$\text{mg/m}^3 \text{ غلظت آلاینده منتشر شده } = Q \times (\text{m}^3/\text{min}) = \text{میزان انتشار}$$

میزان تولید سالانه بر حسب تن / میزان انتشار سالانه آلودگی

$$\text{EF} = \text{یک صنعت یا یک واحد از یک صنعت}$$

(گرم) گرم ذرات در سال بر حسب هر تن محصول تولیدی که از دودکش نمونه منتشر می شود. برای هر آلاینده و دودکش جداگانه محاسبه می شود.

نمونه ای از محاسبات انجام شده :

محاسبه میزان انتشار سالیانه آلاینده SO<sub>2</sub> از دودکش H-101

### محاسبه زمان کارکرد و فلوی خروجی

برای به دست آوردن کل زمان تولید با کسر کل تعطیلات رسمی در کشور روز کاری در ایران برابر با ۳۵۷ روز است. هر روز کاری در یک شیفت ۲۴ ساعت است. کل مدت فعالیت در سال این واحد ۱۲ ماه در سال است.

روزکاری در سال: تعطیلات × کل مدت فعالیت در یک سال دقیقه = ۵۱۴۰۸۰ = ۳۵۷ × ۲۴ × ۶۰ = روز = مدت کارکرد سالانه (دقیقه)

از طرفی برای محاسبه میزان انتشار علاوه بر غلظت و جمع ساعات کاری میزان دبی یا جریان خروجی دودکش نیز لازم است. جمع همه خروجی ها لازم است محاسبه شود.

$$Q_e = A \times V \quad \text{میزان فلوی دودکش نمونه}$$

$$A = \pi D^2/4 \quad \text{سطح مقطع دودکش نمونه}$$

$$A = 3/14 \times (2/959) \times 2/4 = 6/87 \text{ m}^2$$

$$Q_e = 6/87 \text{ m}^2 \times 5/9 \text{ m/s} \times 60 \text{ s/min}$$

میزان سرعت فلوی خروجی از دودکش بر اساس اندازه گیری های واحد مهندسی پالایش محاسبه شده است. (۵/۹ m/s)

$$Q_{e1} = 2431/98 \text{ m}^3/\text{min} \quad \text{فلوی دودکش نمونه}$$

میزان فلوی استاندارد شده دودکش نمونه :

$$Q_{s1} = Q_{e1} \times (298/712/28 \times 13/14/7) = 899/81 \text{ m}^3/\text{min}$$

به منظور محاسبه میزان انتشار دی اکسید گوگرد، همچنین میزان انتشار باقی مانده دی اکسید گوگرد ناشی از فرایند از فرمول های زیر استفاده گردید:

### محاسبه EF (Emission factor)

برای محاسبه میزان انتشار سالانه آلودگی برای هر یک از دودکش های واحدهای مختلف پالایشگاه مراحل زیر مورد محاسبه قرار گرفته است :

۱- محاسبه میزان انتشار سالیانه آلاینده های مختلف

۲- محاسبه زمان کارکرد و فلوی خروجی

۳- برای به دست آوردن کل زمان تولید:

با کسر کل تعطیلات رسمی در کشور، روز کاری در ایران برابر با ۳۵۷ روز است. هر روز کاری در یک شیفت ۲۴ ساعت و کل مدت فعالیت در سال این واحد ۱۲ ماه در سال است.

روز کاری در سال: تعطیلات × کل مدت فعالیت در یک سال دقیقه = ۵۱۴۰۸۰ = ۳۵۷ × ۲۴ × ۶۰ = روز = مدت کارکرد سالانه (دقیقه)

از طرفی برای محاسبه میزان انتشار علاوه بر غلظت و جمع ساعات کاری میزان دبی یا جریان خروجی هر دودکش به طور مجزای نیز لازم است. جمع همه خروجی ها لازم است محاسبه شود.

$$Q_e = A \times V \quad \text{میزان فلوی دودکش نمونه (m}^3/\text{min)}$$

$$A = \pi D^2/4 \quad \text{سطح مقطع دودکش نمونه}$$

$$D \quad \text{قطر داخلی دودکش}$$

$$Q_{e1} = 2431/98 \text{ m}^3/\text{min} \quad \text{فلوی دودکش نمونه}$$

برای به دست آوردن میزان فلوی استاندارد شده دودکش، فلوی هر یک از دودکش ها را به منظور استاندارد کردن آن در فرمول زیر ضرب می کنیم:

$$\text{فشار بارومتریک یک منطقه} \times \text{دمای استاندارد کلوین}$$

$$\text{فشار استاندارد} \times \text{دمای دودکش} + 273$$

$$^{\circ}\text{F} = 1/8 \text{ }^{\circ}\text{C} + 32$$

$$^{\circ}\text{K} = \text{ }^{\circ}\text{C} + 273$$

با توجه به این شکل می توان مکان هایی را که بیش از حد استاندارد دی اکسید گوگرد را دریافت می نمایند را مشاهده نمود. میزان کل غلظت دی اکسید گوگرد از ۴ دودکش واحد تقطیر جنوبی با میانگین تخلیه آلاینده، معادل ۱۷/۴۲ گرم بر متر مکعب، میزان انتشار سالیانه معادل ۱۶۷۴۸ کیلوگرم بر سال و همچنین میانگین ضریب انتشار معادل ۱/۵۲ گرم بر تن در مدت نمونه برداری اندازه گیری شد. میزان کل غلظت از ۳ دودکش واحد تقطیر شمالی با میانگین تخلیه آلاینده، معادل ۵۶/۷۸ گرم بر متر مکعب، میزان انتشار سالیانه معادل ۴۶۷۵۸ کیلوگرم بر سال و ضریب انتشار معادل ۸/۵۲ گرم بر تن در مدت نمونه برداری اندازه گیری گردید.

میزان کل غلظت دی اکسید گوگرد از ۷ دودکش واحد تبدیل کاتالیست جنوبی با میانگین تخلیه آلاینده، معادل ۲۲/۵۵ گرم بر متر مکعب، میانگین میزان انتشار سالیانه معادل ۱۹۶۶۰ کیلوگرم بر سال و میانگین ضریب انتشار معادل ۱/۷۸ گرم بر تن در مدت نمونه برداری اندازه گیری شد. همچنین میزان کل غلظت از ۶ دودکش واحد تبدیل کاتالیست شمالی با میانگین تخلیه آلاینده، معادل ۴۹/۱۲ گرم بر متر مکعب، میانگین ضریب انتشار معادل ۴۲۴۰۴ کیلوگرم بر سال و ضریب انتشار معادل ۳/۸۵ گرم بر تن در مدت نمونه برداری اندازه گیری گردید.

میزان کل غلظت دی اکسید گوگرد از دودکش واحد غلظت شکن جنوبی ۱۳/۲ گرم بر متر مکعب، میزان انتشار سالیانه معادل ۱۲۷۵۹/۶ کیلوگرم بر سال و ضریب انتشار معادل ۱/۱۶ گرم بر تن بود. همچنین میزان کل غلظت از دودکش واحد غلظت شکن شمالی ۳۹/۹۱ گرم بر متر مکعب، میزان انتشار سالیانه معادل ۳۳۳۵۷/۴ کیلوگرم بر سال و ضریب انتشار معادل ۳/۰۴ گرم بر تن اندازه گیری گردید.

میزان کل غلظت دی اکسید گوگرد از ۴ دودکش واحد آیزوماکس جنوبی با میانگین تخلیه آلاینده، معادل ۳۲/۱۱ گرم بر متر مکعب، میانگین میزان انتشار سالیانه معادل ۶۶۲۶/۸ کیلوگرم بر سال و میانگین ضریب انتشار معادل ۰/۶ گرم بر تن در مدت نمونه برداری اندازه گیری شد.

## محاسبه میزان انتشار و فاکتور انتشار

میزان انتشار:

$$E=Q \times C$$

$mg/m^3$  غلظت آلاینده منتشر شده  $Q \times (m^3/min)$  = میزان انتشار

$$ppm = (MW \times mg/m^2) / 24/45$$

$C = 85/49 mg/m^3$  غلظت آلاینده ( $SO_2$ )

$899/81 m^3/min \times 85/49 mg/m^3$  = میزان انتشار

$E = 76924/75 mg/min$  میزان انتشار از دودکش بونزادر هر دقیقه

$76924/75 mg/min \times 24 \text{ ساعت} \times 60 \text{ دقیقه} = 110771649 mg$

$E_D =$  میزان انتشار روزانه

$110771649 EM \times 30 \text{ روز} = 3323149470 mg$  = میزان انتشار ماهانه

$E \text{ year} = 76924/75 mg \times (\text{دقیقه}) \text{ سالانه} = 514080$

گرم میزان انتشار سالانه ذرات از دودکش نمونه  $39545475480$  =  $E \text{ year}$

میزان تولید محصولات مختلف پالایشگاه برابر با  $10947508$

تن است. (میزان محصول در هر واحد به صورت جداگانه

محاسبه شده و سپس مجموع به دست آمده برابر با  $10947508$

تن محصول که شامل بنزین، نفت کوره، بنزین هواپیما و..

است.) هر محصول جداگانه محاسبه شده و سپس میزان تولید

کل پالایشگاه به دست آمده است.

گرم ذرات  $3/6 = EF = 39545475480 / 10947508$  فاکتور انتشار

گرم ذرات در سال بر حسب هر تن محصول تولیدی که از

دودکش نمونه منتشر می شود.

## یافته ها

با توجه به اطلاعات جمع آوری شده از ۴۴ ناحیه

اندازه گیری که در کل مساحت پالایشگاه تهران توزیع گردیده

بود در مدت زمان ۲۰ ماه نمونه برداری، نمودارهای ۱ و ۲ و ۳

به ترتیب بیانگر میزان غلظت و میزان انتشار سالیانه و ضریب

انتشار سالیانه دی اکسید گوگرد بوده است. جدول ۱ خصوصیات

دودکش های پالایشگاه تهران از نظر قطر، ارتفاع و سطح مقطع

را بیان می نماید. شکل ۱ نیز میزان پراکنش گاز دی اکسید گوگرد

در واحدهای مختلف پالایشگاه نفت تهران را نشان می دهد.

جدول ۱: خصوصیات دودکش های پالایشگاه تهران (قطر، ارتفاع، سطح مقطع)

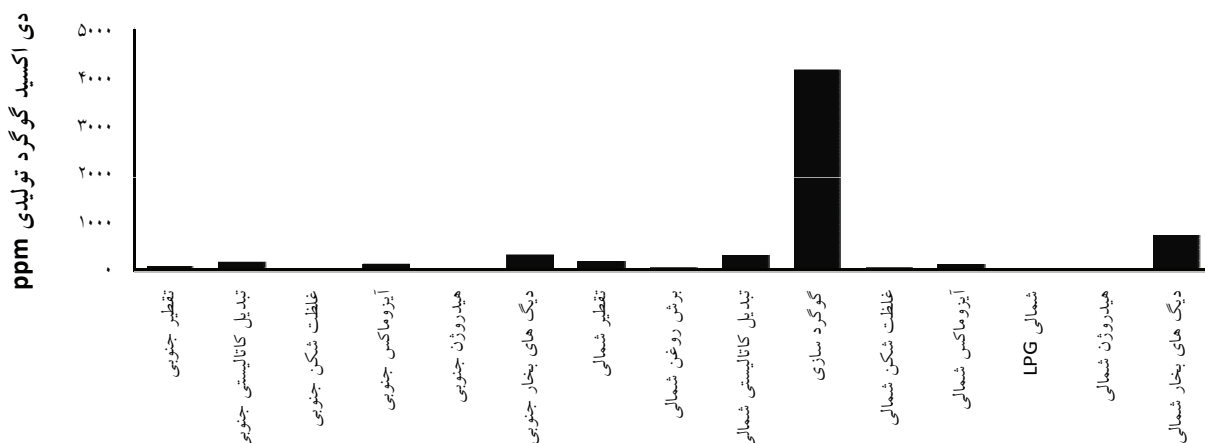
ردیف	نام دودکش	قطر داخلی (متر)	ارتفاع از سطح زمین (متر)	سطح مقطع	ردیف	نام دودکش	قطر داخلی (متر)	ارتفاع از سطح زمین (متر)	سطح مقطع
۱	H-101	۲/۹۵۹	۷۶/۲	دایره	۲۵	2H-101	۳/۵۶۹	۷۶/۲	دایره
۲	H-102	۱/۵۱۸	۳۰/۵	دایره	۲۶	2H-102	۱/۶۶۴	۳۵/۹۷	دایره
۳	H-151	۲/۴۵۱	۴۲/۷	دایره	۲۷	2H-151	۲/۶۵۴	۵۲/۷۳	دایره
۴	H-201	۱/۲۹۵	۳۰/۵	دایره	۲۸	2H-181	۱/۵۱۱	۴۵/۷۲	دایره
۵	H-202	۱/۰۶۶	۳۰/۵	دایره	۲۹	2H-201	۱/۲۸۳	۳۰/۴۸	دایره
۶	H-203 H-251 H-252	۳/۱۷	۶۱	دایره	۳۰	2H-202	۱/۲۸۳	۳۰/۴۸	دایره
۷	H-254	۱/۲۹۵	۳۰/۵	دایره	۳۱	2H-251 2H-252 2H-253	۳/۹۵	۶۰/۹۶	دایره
۸	H-255	۲/۹۵۹	۳۲	دایره	۳۲	2H-254	۱/۲۸۳	۳۰/۴۸	دایره
۹	H-301	۲/۶۵۴	۷۶/۲	دایره	۳۳	2H-301	۲/۶۵۴	۷۶/۲	دایره
۱۰	H-430	۱/۰۵۴	۳۰/۵	دایره	۳۴	2H-401	۱/۵۸۸	۳۰/۴۸	دایره
۱۱	H-431	۱/۰۵۴	۳۰/۵	دایره	۳۵	2H-402	۱/۵۸۸	۳۰/۴۸	دایره
۱۲	H-432	۱/۰۵۴	۳۰/۵	دایره	۳۶	2H-403	۱/۸۹۲	۴۵/۹۹	دایره
۱۳	H-433	۲/۱۹۷	۶۷/۱	دایره	۳۷	2H-404	۱/۸۹۲	۴۵/۹۹	دایره
۱۴	H-801	۳/۵۶۹	۴۲/۱	دایره	۳۸	2H-405	۱/۰۵۴	۳۲	دایره
۱۵	H-1101	۱/۲۰۷	۲۲/۵	دایره	۳۹	2H-601	۱/۲۰۷	۳۰/۴۸	دایره
۱۶	H-1102	۱/۴۲۲	۳۵/۵	دایره	۴۰	2H-801	۳/۵۶۹	۴۲/۰۶	دایره
۱۷	H-1201 H-1202 H-1203	۲/۳۵	۴۶/۳	دایره	۴۱	2IN-901	۱/۱۸۱	۷۶/۲	دایره
۱۸	H-1301	۱/۱۸۱	۳۶/۸	دایره	۴۲	2IN-1001	۱/۲۰۷	۷۶/۲	دایره
۱۹	H-1302	۰/۹۹۱	۲۳	دایره	۴۳	2B-2101A	۲/۹۵۹	۷۶/۲	دایره
۲۰	H-1401	۱/۱.۲۳۲	۲۲/۷	دایره	۴۴	2B-2101B	۲/۹۵۹	۷۶/۲	دایره
۲۱	B-2101A	۲/۹۵۹	۷۶/۲	دایره	۴۵	2B-2101C	۲/۹۵۹	۷۶/۲	دایره
۲۲	B-2101B	۲/۹۵۹	۷۶/۲	دایره	۴۶	2B-2101D	۲/۹۵۹	۷۶/۲	دایره
۲۳	B-2101C	۲/۹۵۹	۷۶/۲	دایره	۴۷	ME-2201A	۱/۱۳	۷۶/۲	دایره
۲۴	B-2101D	۲/۹۵۹	۷۶/۲	دایره	۴۸	FL-2301	۱/۱۳	۷۶/۲	دایره
					۴۹	2ME-2201A	۱/۱۳	۷۶/۲	دایره
					۵۰	2ME-2201B	۱/۱۳	۷۶/۲	دایره

هیدروژن جنوبی ۴/۹۸ گرم بر متر مکعب، میزان انتشار سالیانه معادل ۹۸۹۱/۹ کیلوگرم بر سال و ضریب انتشار معادل ۰/۹ گرم بر تن بود. همچنین میزان کل غلظت از دودکش واحد هیدروژن شمالی ۱۹/۱۲ گرم بر متر مکعب، میزان انتشار سالیانه معادل ۴۲۰۱۴/۰۳ کیلوگرم بر سال و ضریب انتشار معادل ۳/۸۳ گرم بر تن اندازه گیری گردید.

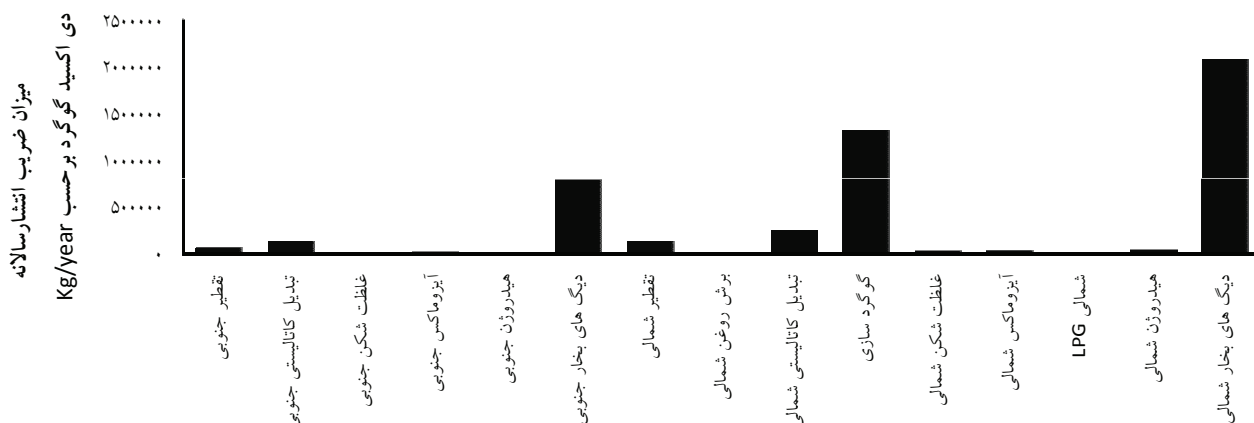
همچنین میزان کل غلظت از ۴ دودکش واحد آیزوماکس شمالی با میانگین تخلیه آلاینده، معادل ۲۴/۲۴ گرم بر متر مکعب، میانگین میزان انتشار سالیانه معادل ۷۳۱۴/۰۲ کیلوگرم بر سال و ضریب انتشار معادل ۰/۶۶ گرم بر تن در مدت نمونه برداری اندازه گیری گردید. میزان کل غلظت آلاینده دی اکسید گوگرد از دودکش واحد

روغن شمالی و LPG شمالی به ترتیب برابر با ۴۱۸۰/۶۶ و ۳۹ و ۴/۲۱ گرم بر متر مکعب بود. میزان انتشار سالیانه دی اکسید گوگرد در واحدهای SRP و برش روغن شمالی و LPG شمالی به ترتیب برابر با ۱۳۳۱۰۸۴/۵ و ۱۲۲۶۱ و ۹۶۷/۰۶ کیلوگرم بر سال اندازه گیری شد، همچنین میزان ضریب انتشار دی اکسید گوگرد در واحدهای SRP و برش روغن شمالی و LPG شمالی به ترتیب برابر با ۱۲۱/۵۸ و ۱/۱۱ و ۳/۸۳ گرم بر تن اندازه گیری گردید. واحدهای فوق در بخش جنوبی وجود ندارد.

میزان کل غلظت آلاینده دی اکسید گوگرد از ۴ دودکش دیگرهای بخار جنوبی با میانگین تخلیه آلاینده، معادل ۷۵/۴۵ گرم بر متر مکعب، میانگین میزان انتشار سالیانه معادل ۲۰۰۰۵۲/۸ کیلوگرم بر سال و میانگین ضریب انتشار معادل ۰/۶ گرم بر تن در مدت نمونه برداری اندازه گیری شد. همچنین میزان کل غلظت از ۴ دودکش دیگرهای بخار شمالی با میانگین تخلیه ۱۷۸/۵۴ گرم بر متر مکعب، میزان انتشار سالیانه معادل ۵۲۱۹۱۸/۰۵ کیلوگرم بر سال و ضریب انتشار معادل ۴۷/۶۷ گرم بر تن در مدت نمونه برداری اندازه گیری گردید. میزان کل غلظت دی اکسید گوگرد در واحدهای SRP و برش

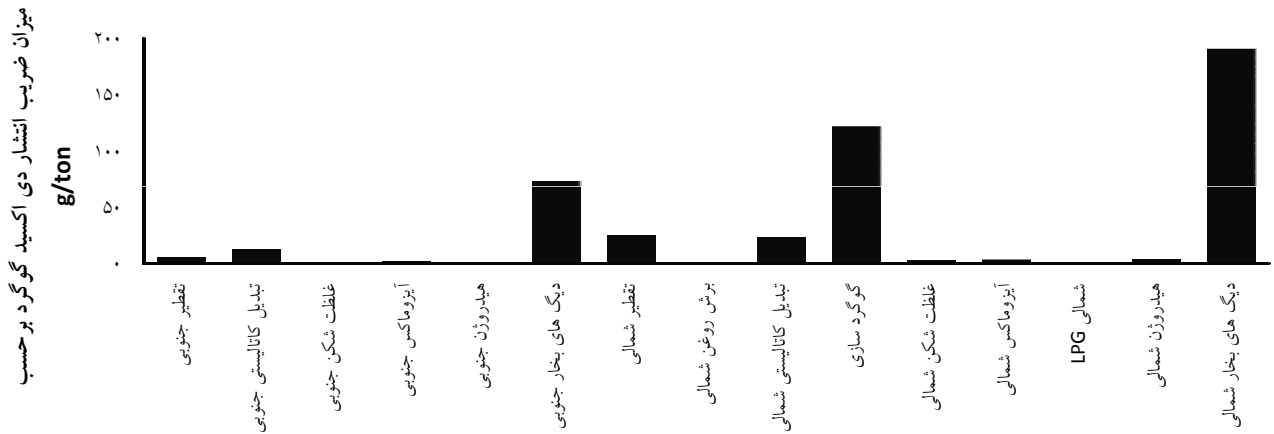


شکل ۲: میزان غلظت دی اکسید گوگرد تولیدی در واحدهای مختلف پالایشگاه نفت تهران بر حسب ppm واحدهای مختلف پالایشگاه نفت تهران



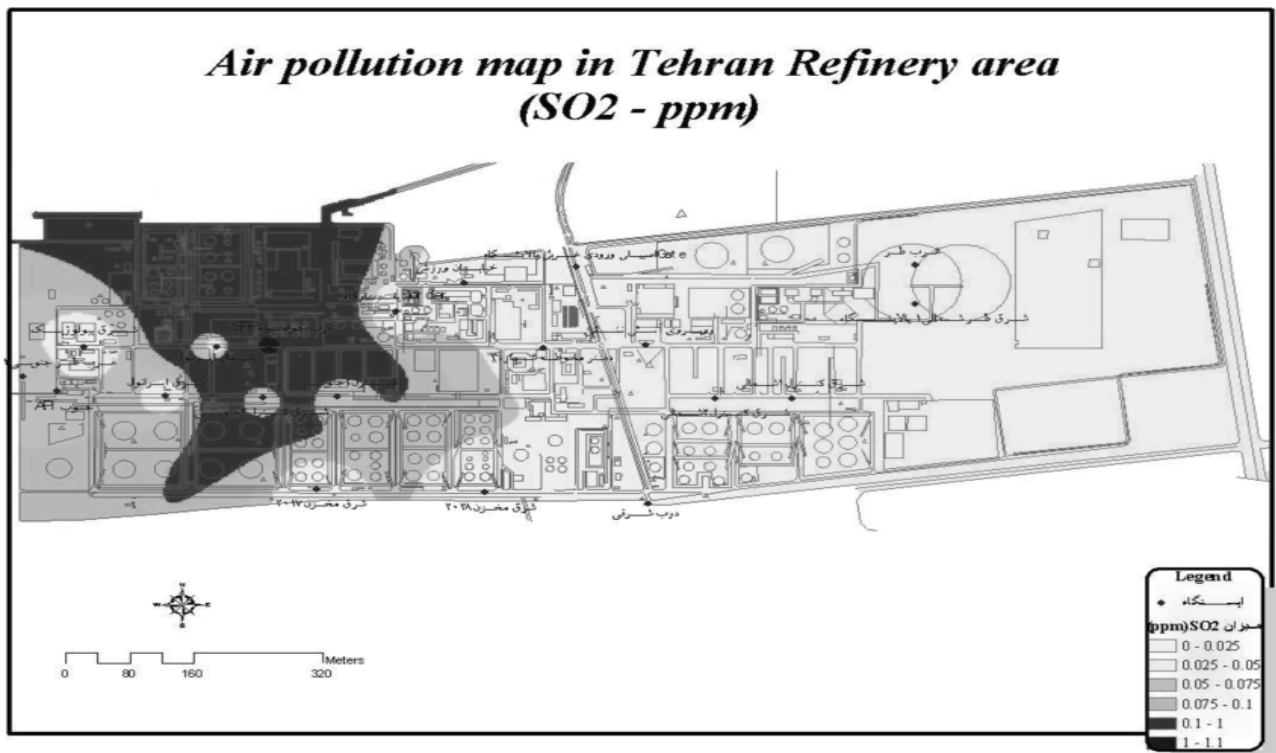
شکل ۳: میزان انتشار سالیانه دی اکسید گوگرد تولیدی در واحدهای مختلف پالایشگاه نفت تهران بر حسب (kg/year) واحدهای مختلف پالایشگاه نفت تهران





واحدهای مختلف پالایشگاه نفت تهران

شکل ۴: میزان ضریب انتشار سالیانه دی اکسید گوگرد تولیدی در واحدهای مختلف پالایشگاه نفت تهران بر حسب (g/ton)



شکل ۵: میزان پراکنش گاز دی اکسید گوگرد در واحدهای مختلف پالایشگاه نفت تهران



## بحث

## نتیجه گیری

با مطالعه نمودارهای مربوط به آنالیز پراکنش آلودگی و همچنین در شکل شماره یک مشخص می گردد، در کلیه واحدهای مستقر در بخش شمالی میزان آلودگی ۲ تا ۳ برابر واحدهای جنوبی است. با ارزیابی به عمل آمده مشخص گردید که اولاً حجم تولید در واحدهای شمالی بیشتر از واحدهای جنوبی بوده و از طرفی واحدهای جنوبی از طراحی جدیدتری برخوردار و از امکانات حذف آلاینده بهتری استفاده می نمایند. به این ترتیب مشخص می گردد با توجه به تولید آلودگی در واحدهای پالایشگاهی و لزوم تولید فرآورده‌های پالایشگاهی می توان با اقدامات پیشگیرانه تا حد امکان از خروج آلاینده‌های گازی در محیط پالایشگاه جلوگیری نمود از طرفی با مطالعه انجام شده و مقایسه آن با سایر منابع مشخص می گردید واحدهای گوگرد سازی و واحدهای دیگ بخار جزو آلوده ترین بخش های پالایشگاهی محسوب می گردند و اقدامات حفاظتی بر روی این دو مرکز قادر است به صورت چشم گیری از حجم آلاینده تولیدی در سال بکاهد. همچنین استفاده از تکنولوژی های جدید تر در فرایند تولید در پالایشگاه ها و استفاده از آخرین دستاوردها در این صنعت قادر است گام اساسی در توسعه این صنعت در بخش های مختلف کشور را ایفا نماید.

محققین در زمینه میزان غلظت و ضریب انتشار دی اکسید گوگرد بر این عقیده اند که جایگزین نمودن سوخت های دیگر و تجدیدپذیر از جمله بیومس، هیدروالکتریک و یا انرژی هسته ای در کاهش میزان غلظت و انتشار آلاینده های ناشی از پالایشگاه ها و نیروگاه های تولید انرژی، نقش بسزایی دارند (۱۴ و ۱۸). همچنین برخی از محققین معتقدند بهبود فرایند تولید انرژی در نیروگاه ها و پالایشگاه ها از جمله راه اندازی سیستم های جدید سولفورزدایی و بهره برداری صحیح از سیستم های کنترل آلاینده ها نیز در کاهش میزان انتشار و غلظت آلاینده ها می تواند بسیار تاثیر گذارند (۱۶ و ۱۷).

نتایج بررسی شده نشان می دهد واحد تقطیر شمالی بیش از ۳ برابر غلظت آلاینده دی اکسید گوگرد واحد تقطیر جنوبی تولید است. همچنین میزان انتشار گاز آلاینده از واحد تقطیر شمالی ۲/۸ برابر و ضریب انتشار در این واحد ۵/۶ برابر واحد تقطیر جنوبی است.

غلظت آلاینده دی اکسید گوگرد تولیدی در واحد تبدیل کاتالیست شمالی بیش از ۲ برابر واحد تبدیل کاتالیست جنوبی تولید می باشد. همچنین میزان انتشار گاز آلاینده از واحد تبدیل کاتالیست شمالی ۲/۱ برابر و ضریب انتشار در این واحد ۲/۱ برابر واحد تبدیل کاتالیست جنوبی می باشد.

غلظت آلاینده دی اکسید گوگرد تولیدی در واحد غلظت شکن شمالی بیش از ۳ برابر واحد غلظت شکن جنوبی تولید می باشد. میزان انتشار گاز آلاینده از واحد غلظت شکن شمالی ۲/۶ برابر و ضریب انتشار در این واحد ۲/۶ برابر واحد غلظت شکن جنوبی است.

غلظت آلاینده دی اکسید گوگرد تولیدی در واحد آیزوماکس شمالی بیش از ۱/۳ برابر واحد آیزوماکس جنوبی تولید می باشد. همچنین با مقایسه با واحد آیزوماکس شمالی مشخص می گردد میزان انتشار گاز آلاینده از واحد آیزوماکس شمالی ۱/۱ برابر و ضریب انتشار هر دو واحد تقریباً مشابه یکدیگر است.

غلظت آلاینده دی اکسید گوگرد تولیدی در واحد هیدروژن شمالی بیش از ۴ برابر واحد هیدروژن جنوبی می باشد. همچنین با مقایسه با واحد هیدروژن شمالی مشخص می گردد میزان انتشار از واحد هیدروژن شمالی ۴/۲ برابر و ضریب انتشار در این واحد ۴/۲ برابر واحد هیدروژن جنوبی است. غلظت آلاینده دی اکسید گوگرد تولیدی در واحد دیگ های بخار شمالی بیش از ۲/۳ برابر واحد دیگ های بخار جنوبی می باشد. میزان انتشار گاز آلاینده از واحد دیگ های بخار شمالی ۲/۶ و ضریب انتشار در این واحد ۷۹/۴۶ برابر واحد دیگ های بخار جنوبی است.

## تقدیر و تشکر

بدینوسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را از مدیریت محترم پالایشگاه تهران که امکانات لازم و مجوزهای مورد نیاز جهت انجام تحقیق فوق را فراهم نموده اند کمال تشکر را می نمایم.

## منابع

1. Correa G, Fernandez L, Vera F, YPF R. Evaluation of the dispersion model in a refinery, Lujan de Cuyo. Proceeding of the SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference; 2001 March 25-28; Buenos Aires, Argentina.
2. Department of Environmental Health University of Washington. Sulfur dioxide: evaluation of current California air quality standards with respect to protection of children. USA: California air resource board & California office of environmental health hazard assessment; 2000 Sep1. Available from: <http://oehha.ca.gov/air/pdf/oehhaso2.pdf>.
3. Al-Jahdali MO, Bin Bisher AS. Sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) accumulation in soil plant's leaves around an oil refinery: a case study from Saudi Arabia. American Journal of Environmental Sciences. 2008;4(1):84-88.
4. Dikshit AK, Dutta A, Ray S. Least cost SO<sub>2</sub> emission minimization for a petroleum refinery by optimum use of source reduction, tail gas treatment and flue gas desulfurization. Clean Technol Environ Policy. 2005;7: 182-89.
5. Abdul-Wahab SA, Yaghi B. Use of plants to monitor contamination of air by SO<sub>2</sub> in and around refinery. J Environ Sci Health Part A. 2004;39(6):1559-71.
6. Rao PS, Mhaisalkar VA, Shrivastava A, Kumar A, Chakrabarti T, et al. Environmental impact of plantations in and around the petroleum refinery: a case study. Environmental Monitoring and Assessment. 2010;168(1-4):55-61.
7. Ratto G, Videla F, Almandos J.R, Maronna R, Schinca D. Study of meteorological aspects and urban concentration of SO<sub>2</sub> in atmospheric environment of La Plata, Argentina. Environmental Monitoring and Assessment. 2006 J; 121(1-3):327-42.
8. Chiu KH, Sree U, Tseng SH, Wu CH, Lo JG. Differential optical absorption spectrometer measurement of NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, HCHO and aromatic volatile organics in ambient air of Kaohsiung Petroleum Refinery in Taiwan. Atmospheric Environment. 2005;39(5):941-55.
9. Coronas MV, Pereira TS, Rocha JAV, Lemos AT, Fachel JMG, Salvadori DMF, et al. Genetic biomonitoring of an urban population exposed to mutagenic airborne pollutants. Environment International. 2009;35(7):1023-29.
10. Smargiassi A, Kosatsky T, Hicks J, Plante C, Armstrong B, Villeneuve PJ, et al. Risk of asthmatic episodes in children exposed to sulfur dioxide stack emissions from a refinery point source in Montreal, Canada. Environ Health Perspect. 2009; 117(4):653-59.
11. Schmidt R, Cross JB, Latimer EG. Tail-gas cleanup by simultaneous SO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>S removal. Energy and Fuels. 2009;23(7):3612-16.
12. Bhanarkar AD, Goyal SK, Sivacoumar R, Chalapati Rao CV. Assessment of contribution of SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> from different sources in Jamshedpur region, India. Atmospheric Environment. 2005;39(40):7745-60.

13. Lins VFC, Guimarães EM. Failure of a heat exchanger generated by an excess of SO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>S in the sulfur recovery unit of a petroleum refinery. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2007; 20(1):91-97.
14. Shekar Reddy M, Venkataraman C. Inventory of aerosol and sulphur dioxide emissions from India. Part II—biomass combustion. *Atmospheric Environment*. 2002;36(4):699-712.
15. Kato N, Akimoto H. Anthropogenic emissions of SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> in Asia: emission inventories. *Atmospheric Environment*. 1992;26(16):2997-3017.
16. Zhao Y, Wang S, Duan L, Lei Y, Cao P, Hao J. Primary air pollutant emissions of coal-fired power plants in China: Current status and future prediction. *Atmospheric Environment*. 2008; 42(36):8442-52.
17. Östblom G. Nitrogen and sulphur outcomes of a carbon emissions target excluding traded allowances — The Swedish case 2020. *Ecological Economics*. 2009; 68(8):2382-89.
18. Nazari S, Shahhoseini O, Sohrabi-Kashan A, Davari S, Paydar R, Delavar-Moghadam Z. Experimental determination and analysis of CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> emission factors in Iran's thermal power plants. *Energy*. 2010;35(7):2992-98.

## **Evaluation the Amount of Emission and Sulfur Dioxide Emission Factor from Tehran Oil Refinery**

**Chavoshi B.<sup>1</sup>, \*Massoudinjad M.R.<sup>2</sup>, Adibzadeh A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Pars Consulting Engineers, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Department of Environmental Health, Faculty of Health, Shahid Beheshti University Of Medical Sciences and Safety Promotion and Injury Prevention Research Center, Tehran, Iran

<sup>3</sup>Health Research Center, Baqiyatallah University Of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received; 13 March 2011 Accepted; 8 January 2011

### **ABSTRACT**

**Backgrounds and Objectives:** Oil, gas and petrochemical are known as important sources of air pollutants and emission of green house gases. About 99 percent of sulfur dioxide in the air is produced from human resources. Although several samples have been taken from industries and refineries' output by environmental experts and private companies, but accurate assessment is not available based on pollutant emissions on product levels (emission coefficients) and on the total amount of the annual emission which, can be used as basic modeling of air pollution and planning.

**Materials and Methods:** This study was cross sectional and the output of the chimney measured with Testo 350 XL system. Performance standard was determined based on ASTM D6522 EPA-CTMO30-41. The amounts of sulfur dioxide were measured from Tehran oil refinery's outlet from the beginning of the march 2007 till the year 2008 for 20 months. Sampling was carried out on averaged range (9 am to 14 pm)

**Results:** The results showed that Northern Distillation unit produced pollutants' concentration more than 3 times in the southern Distillation unit. An emission of pollutants from Northern unit was, 2.8 times higher than the Southern unit. The northern emission factor was 5.6 times higher than the value obtained from southern unit. The Concentration, emissions and coefficient of sulfur dioxide in North catalyst convert unit were more than 2 times in comparison with the same South unit. These three factors in northern concentration breakers unit were 3, 2.6 and 2.6 times higher than the Southern concentration breakers unit, respectively.

**Discussion:** Emission rate in all northern units is 2 to 3 times more than similar southern units. The production volumes in northern units are higher than the southern units and the southern units designed properly to remove more pollutants. The use of new technologies in production processes and application of the latest scientific resources can play a major role on pollutants' reduction.

**Key words:** Air pollution, Oil refinery, Sulfur dioxide, Emission factor, Emission coefficient

---

\*Corresponding Author: [massoudi2010@yahoo.com](mailto:massoudi2010@yahoo.com)

Tel: +98 21 22432040 Fax: +98 21 22432037