

## برآورد میزان گاز CO<sub>2</sub> در یک واحد شیرین سازی گاز در شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب ایران براساس آنالیز سوخت

نعمت ا... جعفرزاده حقیقی فرد<sup>۱</sup>، آرام زویداوی<sup>۲</sup>، مریم قلیشخانی<sup>۳</sup>، علیرضا معصومی<sup>۳</sup>

نویسنده مسئول: خوزستان، اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشکده محیط زیست [A\\_zoveydavi@yahoo.com](mailto:A_zoveydavi@yahoo.com)

پذیرش: ۹۰/۰۵/۲۲

دریافت: ۹۰/۰۳/۰۴

### چکیده

**زمینه و هدف:** واحدهای تولید نفت و گاز به دلیل دارا بودن فرایند احتراق، آلودگی‌های گازی متنوعی، از جمله دی‌اکسیدکربن را وارد اتمسفر می‌کنند. در این مقاله، برآورد میزان انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از یک واحد شیرین‌سازی گاز شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب ایران، ارایه می‌گردد.

**روش بررسی:** با توجه به این نکته که روش موازنه جرم، یک روش مناسب برای برآورد میزان دی‌اکسیدکربن ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی است، در این مقاله میزان انتشار دی‌اکسید کربن با استفاده از ضرایب انتشار، براساس روش آنالیز سوخت، محاسبه می‌گردد.

**یافته‌ها:** براساس نتایج به دست آمده در این تحقیق، میزان کل انتشار دی‌اکسیدکربن از واحد منتخب ( $kg/day$ ) ۹۲۲۲۱۲/۹۷ است. در این میان سهم مشعل گاز اسیدی ۵۷۹۶۶۱/۷۵، مشعل گاز ترش ۱۲۹۲۱/۹۳ و دیگ‌های بخار ( $kg/day$ ) ۳۲۹۶۲۹/۲۹ است.

**نتیجه‌گیری:** در بین منابع آلاینده، مشعل گاز اسیدی با ۶۳٪، بیشترین سهم را در انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. مقادیر برآورد شده براساس ضرایب انتشار سازمان حفاظت محیط زیست امریکا ۱/۲٪ پایین تر از تخمین واقعی میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در واحد منتخب است.

**واژگان کلیدی:** آلودگی هوا، دی‌اکسید کربن، ضرایب انتشار، آنالیز سوخت، شیرین سازی گاز

- ۱- دکترای بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات فناوری های زیست محیطی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
- ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد آلودگی های محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان
- ۳- کارشناس ارشد محیط زیست، سرپرست پروژه‌های محیط زیست و حفاظت صنعتی پژوهش و فناوری شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب

## مقدمه

دی‌اکسیدکربن یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای است که نوسانات آن در هوای پیرامونی چه در دوره قبل از صنعتی شدن و چه در زمان حال به علت مبادله دایمی آن بین هوا، آب و محیط بیولوژیکی وجود داشته است. پیش از صنعتی شدن یک وضعیت متوازن در این مبادله، با تغییرات کم وجود داشته، اما از زمان صنعتی شدن به بعد، این توازن با دخالت انسان به هم خورده است. مهم‌ترین دلیل افزایش تولید CO<sub>2</sub> استفاده از سوخت‌های فسیلی است. به طوری که در مجموع سه چهارم غلظت آن در جو بر اثر احتراق سوخت‌های فسیلی و بقیه ناشی از تغییر کاربری زمین، به ویژه نابودی جنگل‌هاست (۱). در این میان یکی از صنایعی که با توجه به ماهیت فرایندهای به کار رفته، آلودگی‌های گازی زیادی را وارد اتمسفر می‌کند صنایع تولید و فرآوری نفت و گاز است. فرایندهای احتراق و به خصوص فلرینگ که جهت حذف اجباری نفت خام و گازهای اضافی در میادین تولید نفت و گاز استفاده می‌شود سبب می‌گردند، آلاینده‌های گازی زیادی که عمدتاً ترکیبات هیدروکربوری، CO<sub>x</sub>، SO<sub>x</sub>، NO<sub>x</sub> هستند، وارد اتمسفر شوند (۲). به طور کلی منابع انتشار آلاینده‌ها به چهار دسته شامل: منابع نقطه‌ای، منابع خطی، منابع ناحیه‌ای و منابع لحظه‌ای تقسیم می‌گردند. از میان منابع فوق، میزان انتشار آلودگی ناشی از منابع نقطه‌ای بسیار حایز اهمیت است، زیرا این منابع اولاً تنوع فراوانی داشته و عمده آلاینده‌های مهم صنعتی را در بر می‌گیرد و ثانیاً حجم زیادی از آلودگی‌ها، ناشی از این نوع منابع هستند (۱). صنایع تولید نفت و گاز به دلیل دارا بودن فرایندهای احتراق سالیانه مقادیر زیادی از آلاینده‌های گازی را وارد اتمسفر می‌کنند (۳).

چهار روش اصلی برای تخمین میزان انتشار آلاینده‌ها (Emission Estimation Techniques) EET به محیط وجود دارد که عبارتند از: (۴)

نمونه برداری یا اندازه گیری مستقیم

موازنه جرم

## آنالیز سوخت یا دیگر محاسبات مهندسی

## ضرایب انتشار

با توجه به ارجحیت بالای روش موازنه جرم و آنالیز سوخت در ارتباط با سنجش میزان CO<sub>2</sub> از فرایندهای احتراق نسبت به سایر روش‌ها و با توجه به اینکه عمده منابع آلاینده در واحد منتخب منابع احتراقی هستند، در نتیجه روش آنالیز سوخت در مورد این منابع می‌تواند با دقت بالا کاربرد داشته باشد. از این رو در این تحقیق، ابتدا با استفاده از اطلاعات سوخت‌های مصرفی در واحد منتخب شامل: محتوی کربن سوخت‌ها و ارزش حرارتی آنها، ضرایب انتشار تعیین و سپس با استفاده از ضرایب انتشار به دست آمده میزان انتشار گاز CO<sub>2</sub> برآورد گردیده است. به منظور مقایسه با استانداردهای بین‌المللی با استفاده از ضرایب انتشار EPA نیز میزان انتشار CO<sub>2</sub> از واحد مربوط برآورد گردیده که در پایان نتایج با یکدیگر مقایسه می‌گردند.

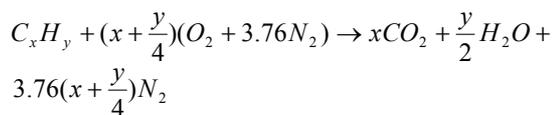
در تحقیقی که به تدوین ضرایب انتشار آلاینده‌های هوا در پالایشگاه‌های نفت، در راستای نیل به شاخص‌های توسعه پایدار پرداخته، مشخص گردید که فاکتورهای انتشار، CO<sub>2</sub>، NO<sub>x</sub> و SO<sub>2</sub> به ترتیب ۳/۵، ۴/۲ و ۱۱۹ برابر بیشتر از پالایشگاه‌های کشور انگلیس هستند (۵).

بررسی میزان پراکنش گاز CO<sub>2</sub>، خروجی از نیروگاه زمین گرمایی سبلان نشان داد که حداکثر غلظت این گاز ppm ۳۰۰ بوده که از استانداردهای تعیین شده توسط انستیتو ملی بهداشت و سلامت حرفه‌ای و اداره بهداشت و سلامت شغلی آمریکا به مراتب کمتر است (۶).

براساس تحقیق به عمل آمده در زمینه تعیین میزان و ضرایب انتشار NO<sub>x</sub>، NO<sub>2</sub>، NO، CO، CO<sub>2</sub>، SO<sub>2</sub> در پتروشیمی فن‌آوران مشخص گردید که غلظت تمام گازهای خروجی از این واحد در سطح پایین تر از محدوده استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران قرار دارد (۷).

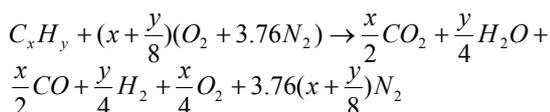
با توجه به اتکای اقتصاد ایران بر درآمد حاصل از نفت، فعالیت‌های شرکت نفت در ایران روز به روز گسترش یافته و

(۱)



احتراق ناقص: در این حالت تمامی کربن موجود در سوخت به CO<sub>2</sub> تبدیل نشده و میزان انتشار CO<sub>2</sub> به بازده فرایند احتراق بستگی دارد.

(۲)



به طور کلی انتشار CO<sub>2</sub> از هر منبع احتراقی از سه عامل ناشی می گردد:

(۱) CO<sub>2</sub> موجود در هوای احتراق

(۲) CO<sub>2</sub> ناشی از سوختن هیدروکربن های موجود در سوخت

(۳) CO<sub>2</sub> موجود در ترکیب گاز سوخت

با توجه به این که CO<sub>2</sub> موجود در هوای احتراق، به همان میزان که وارد فرایند می گردد، خارج می شود، در نتیجه ورودی و خروجی آن برابر است و می توان از آن صرف نظر کرد. اما برای محاسبه میزان انتشار CO<sub>2</sub> ناشی از هر منبع باید، میزان دی اکسیدکربن ناشی از سوختن هیدروکربن های موجود در ترکیب سوخت و دی اکسیدکربن موجود در ترکیب گاز سوخت را لحاظ کرد. به طور معمول چنین فرض می شود که طی فرایند احتراق حدود ۱/۵ درصد از کربن سوخت نیز به شکل CO منتشر می گردد که به طور سریع در هوای محیط به CO<sub>2</sub> تبدیل می گردد. همچنین حدود یک درصد از محتوای کربن نیز به صورت ترکیبات آلی فرار غیر متان (non-methane volatile compounds) منتشر می گردد که در نهایت به CO<sub>2</sub> تبدیل خواهد شد.

در این تحقیق پس از تعیین مشخصات سوخت مصرفی واحدها، با استفاده از معادله (۳) ضریب انتشار CO<sub>2</sub> بر حسب (IbCO<sub>2</sub>/MMBtu) محاسبه گردید: (۱۱)

در پی آن با گسترش فعالیت هابر میزان آلاینده های زیست محیطی نیز افزوده خواهد شد. بنابراین نتایج این تحقیق می تواند یک سامانه مناسب برای تدوین برنامه های پایش و کنترل آلاینده های هوا ناشی از واحد مذکور و واحدهای مشابه را به وجود آورد.

## مواد و روش ها

### معرفی محدوده مطالعات و فرایند واحد شیرین سازی گاز

خوراک ورودی کارخانه مورد مطالعه، گازهای همراه ترش سازند بنگستان میادین نفتی است. گازهای همراه حاصل از میادین نفتی، پس از تراکم و نم زدایی به این واحد هدایت شده و پس از فرآورش در این واحد به کارخانه های گاز و گاز مایع، به منظور تولید مایعات گازی ارسال می شود. در این فرایند گازهای ترش ارسالی از ایستگاه های تقویت فشار در ابتدا وارد لخته گیرها شده و در این مخازن میعانات همراه گاز از آن جدا می شوند. مایعات ترش به وسیله گاز شیرین خروجی کارخانه، تصفیه شده و سپس به کارخانه های گاز مایع ارسال می گردند. میزان سولفید هیدروژن در مایعات ارسالی حدود ۵۰ ppm است. گازهای خروجی لخته گیر نیز وارد واحد شیرین سازی گاز (واحد آمین) می شود که در این مرحله به وسیله محلول دی اتانول آمین (DEA) گازهای اسیدی CO<sub>2</sub> و H<sub>2</sub>S موجود در گاز جذب شده و گاز شیرین به کارخانه های گاز و گاز مایع ارسال می گردد. میزان سولفید هیدروژن در گاز خروجی کمتر از ۴ ppm و مقدار دی اکسیدکربن در آن نیز کمتر از ۰/۴ درصد است. دیگ های بخار (Boiler) نیز در این واحد وظیفه تامین بخار آب لازم برای احیا آمین را بر عهده دارند (۸).

### محاسبه ضریب انتشار CO<sub>2</sub>

روش آنالیز سوخت متداولترین روش جهت برآورد میزان CO<sub>2</sub> ناشی از احتراق سوخت های فسیلی است (۹). در احتراق سوخت های فسیلی دو فرایند به وقوع می پیوندد (۱۰):  
**احتراق کامل:** که در این صورت با داشتن میزان کربن موجود در ترکیب سوخت مورد نظر می توان میزان CO<sub>2</sub> منتشر شده از آن را محاسبه نمود.

(۳)

$$EF_{CO_2} (lbCO_2 / MMBtu) = SG_{fuel} \cdot \rho_{air} \cdot 0.0624 \cdot \frac{1}{H_{fuel}} \times Wt\%C_{fuel} \times \eta \times \frac{44lbCO_2}{12lbC} \times 10^4$$

در این معادله EF ضریب انتشار SG، CO<sub>2</sub> وزن مخصوص سوخت،  $\rho_{air}$  دانسیته هوا (در حدود ۱/۲۰۵ kg/m<sup>3</sup> در ۰C)،  $H_{fuel}$  ارزش حرارتی سوخت، Wt%C<sub>fuel</sub> درصد وزنی کربن موجود در سوخت و  $\eta$  بازده احتراق است.

سازمان حفاظت محیط زیست امریکا، (EPA) Environmental Protection Agency و IPCC's بازده احتراق را برای دیگ بخار ۹۹/۹۹۵٪ اعلام نموده‌اند (۱۳ و ۱۲). با توجه به این نکته که مدت زمان زیادی از راه اندازی تاسیسات نمی گذرد، بازده احتراق برای دیگ‌های بخار ۹۹/۹۹۵٪ در نظر گرفته شد. برای مشعل‌ها، به خصوص در حالت‌های پایلوت بازده احتراق بالاتر از ۹۸٪ در نظر گرفته شده است (۱۴). باید توجه داشت که در شرایط اضطراری بازده احتراق کاهش می‌یابد، زیرا حجم گاز ورودی به مشعل افزایش یافته و در نتیجه ارزش حرارتی سوخت پایین می‌آید. برخی پژوهشگران، بازده فرایند احتراق را در این حالت کمتر از ۹۰٪ در نظر گرفته‌اند (۱۵). برای محاسبه Wt%C<sub>fuel</sub> از معادله (۴) استفاده گردید.

(۴)

$$wt\%C_{mixture} = \frac{1}{100} \times \sum_{i=1}^{n_{components}} (wt\%_i \times wt\%C_i)$$

در این رابطه wt%C<sub>mixture</sub> درصد وزنی کربن در سوخت مخلوط، wt%<sub>i</sub> درصد وزن ترکیبات موجود در سوخت و wt%C<sub>i</sub> درصد وزنی هر کربن موجود در ترکیب سوخت است.

در نهایت، با استفاده از ضرایب انتشار محاسبه شده و میزان احتراق روزانه گاز در هر منبع، میزان انتشار آلاینده براساس معادله (۵) برآورد گردید: (۱۶)

(۵)

$$E = A \times EF \times (1 - ER/100)$$

در این رابطه E نشان دهنده میزان انتشار، A میزان فعالیت، EF

ضریب انتشار و ER بازده کاهش انتشار کلی به صورت درصد است و چون هیچ کدام از منابع آلاینده در واحد مورد بررسی مجهز به وسیله کنترلی نبودند، این مقدار برای کلیه منابع صفر لحاظ گردید. برای افزایش دقت، نتایج به دست آمده از برآورد میزان، در ارزش حرارتی سوخت مصرفی منبع ضرب شده سپس نتایج به کیلوگرم در روز تبدیل گردید. در پایان مقادیر به دست آمده با نتایج برآورد میزان حاصل از ضرایب انتشار سازمان حفاظت محیط زیست امریکا، مقایسه گردید.

#### مشخصات سوخت‌های مصرفی واحد مورد مطالعه

برای برآورد میزان انتشار آلاینده‌های گازی هوا از منابع آلاینده، باید مشخصات سوخت هر یک از منابع به طور جداگانه تعیین گردد. بدین منظور شش نوبت نمونه برداری به صورت ماهانه از سوخت گازی و سوخت اسیدی مورد استفاده در این واحد به عمل آمده که آنالیز نمونه‌ها توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) مدل Chrom pack CP9000 ساخت کشور انگلیس صورت گرفته است (۱۷). اندازه گیری میزان حجمی و تعیین غلظت گازها، ترکیبات و عناصر موجود در سوخت گازی مصرفی به وسیله آزمایشگاه مرکزی مناطق نفت خیز جنوب و با استفاده از روش‌های استاندارد براساس شیوه پیشنهادی انستیتو نفت امریکا و انجمن امریکایی روش‌ها و مواد انجام شده است (۱۸ و ۱۹). سپس با استفاده از نرم افزار SPSS انحراف معیار و میانگین نمونه‌ها محاسبه گردید که نتایج محاسبات در جداول (۱ و ۲) ارایه گردیده است.

#### ضرایب انتشار سازمان حفاظت محیط زیست امریکا

ضرایب انتشار یکی از ابزارهای مهم در زمینه برآورد میزان انتشار آلاینده‌ها در اتمسفرند (۲۰). این ضرایب معمولاً میزان انتشار آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های مختلف را بر حسب وزن، مقدار مسافت و یا زمان تداوم بیان می‌نمایند (۱۶). تخمین میزان انتشار آلاینده‌ها از منابع آلاینده در واحد منتخب با استفاده از ضرایب انتشار کلی هر چند روش دقیقی نیست اما به عنوان یک تقریب می‌تواند به فهم میزان آلاینده‌گی منابع آلاینده، کمک کند. یکی از ضرایب انتشار معتبر برای تخمین

جدول ۱: ترکیب و مشخصات سوخت گازی مورد استفاده در منابع احتراقی (% مولی) (۱۷)

گاز سوختی												
نمونه ها	ترکیب شیمیایی	متان	اتان	پروپان	نرمال و ایزو بوتان	نرمال و ایزو پنتان	هگزان	نپتوزن	دی اکسید کربن	سولفید هیدروژن	داسیته	وزن مولکولی
میانگین داده‌ها	۷۷/۵	۱۶/۴	۴/۷	۰/۷۵	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۱۵	۰/۳۵	۰/۱۵	۰/۷	۲۰/۲	
انحراف معیار	۱/۲۸	۰/۹۱	۰/۵۶	۰/۲	۰/۰۲۹	۰/۰۱۲	۰/۰۵۶	۰/۱۱	۰/۲۷	۰/۱۱	۰/۳۱	
ارزش حرارتی (Btu/scf)	۱۲۲۹/۵											

جدول ۲: ترکیب و مشخصات گاز اسیدی مورد استفاده در منابع احتراقی (% مولی) (۱۷)

گاز اسیدی													
نمونه ها	ترکیب شیمیایی	متان	اتان	پروپان	نرمال و ایزو بوتان	نرمال و ایزو پنتان	هگزان	هپتان به بالا	نپتوزن	دی اکسید کربن	سولفید هیدروژن	فشار	درجه حرارت
میانگین داده‌ها	۱۱/۶	۲/۳	۱/۹۸	۰/۷	۰/۴۴	۰/۵۲	۰/۵۸	۰/۶۷	۵۳/۵	۲۶/۵	۰/۷۳	۵۷/۳	
انحراف معیار	۶/۵	۱/۲	۱/۴۴	۰/۵۴	۰/۴۴	۰/۶۴	۰/۵۳	۰/۴۷	۵/۵	۲/۸	۰/۰۲۳	۱/۸۶	
ارزش حرارتی (Btu/scf)	۵۷۳/۹												

میزان انتشار آلاینده‌ها از منابع آلاینده، ضرایب انتشار آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا موسوم به سند AP-42 است. بنابراین پس از محاسبه ضرایب انتشار واقعی، ضرایب انتشار کلی معرفی گردیده (جدول ۳) و با استفاده از معادله ۵ و در دست داشتن میزان خوراک ورودی به هر منبع، میزان انتشار CO<sub>2</sub> توسط ضرایب انتشار EPA نیز برآورد می‌گردد.

جدول ۳: ضرایب انتشار EPA برای CO<sub>2</sub> به تفکیک منابع آلاینده (۲۱)

ردیف	منبع	ضریب انتشار EPA
۱	مشعل گاز اسیدی	ارایه نشده <sup>۱</sup>
۲	مشعل گاز ترش	۱۱۲/۷۲
۳	دیگ بخار	۱۱۵/۰۲

۱- هیچ مقداری در مراجع گزارش نشده است. بنابراین مجموع انتشار با استفاده از همان مقدار محاسبه شده بدست آمده است.

## یافته‌ها

### مشخصات منابع آلاینده شناسایی شده

در جدول ۴ مشخصات منابع آلاینده شناسایی شده در واحد مورد مطالعه، ارایه گردیده است. مشعل گاز ترش این واحد، در اکثر مواقع در حالت پایلوت عمل می‌کند و حالت‌های اضطراری به ندرت و در مدت زمان‌های کم اتفاق می‌افتد. بنابراین در این تحقیق از احتراق مشعل در حالت اضطراری در مقایسه با زمان احتراق در حالت پایلوت صرف نظر گردیده است.

### ضرایب انتشار محاسبه شده براساس روش آنالیز سوخت

در جدول ۵ نتایج ضرایب انتشار محاسبه شده براساس روش آنالیز سوخت به تفکیک منابع آلاینده ارایه گردیده است.

جدول ۴: مشخصات منابع آلاینده شناسایی شده در واحد منتخب

ردیف	نام منبع	نوع	متوسط دبی MMscf/day	خوراک
۱	مسیر گاز ترش	مشعل مرتفع	۰/۲	گاز سوختی
۲	مسیر گاز اسیدی	مشعل مرتفع	۱۵	گاز اسیدی
۳	۵ عدد دیگ بخار	دودکش	۵	گاز سوختی

نتایج برآورد میزان انتشار گاز CO<sub>2</sub> به تفکیک منابع آلاینده در جدول ۶ نتایج برآورد میزان انتشار گاز CO<sub>2</sub> ناشی از هر منبع موجود در واحد منتخب، براساس ضرایب انتشار محاسبه شده

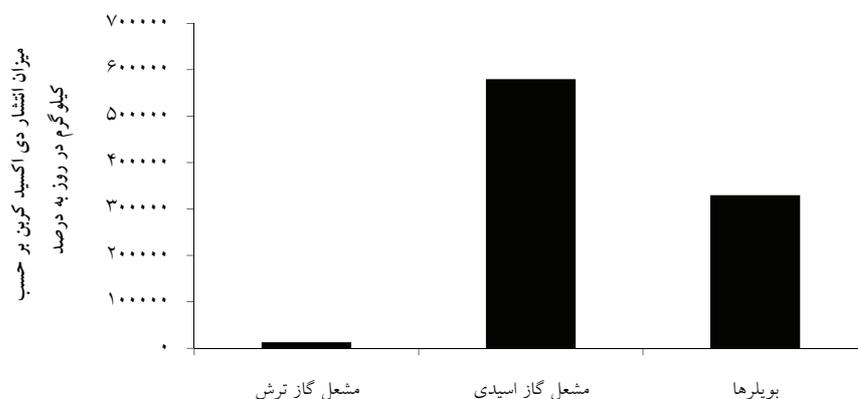
و ضرایب انتشار EPA، برحسب کیلوگرم در روز ارایه گردیده است. به دلیل عدم ارایه ضریب انتشار برای مشعل گاز اسیدی به وسیله مراجع معتبر، برآورد میزان برای این منبع، تنها توسط ضرایب انتشار محاسبه شده صورت گرفت. در شکل ۱ میزان انتشار CO<sub>2</sub> از هر یک از منابع آلاینده، برحسب درصد ارایه گردیده است. بر این اساس نقش مشعل گاز اسیدی در انتشار CO<sub>2</sub> به محیط حدود ۶۳٪، مشعل گاز ترش ۱/۴٪ و دیگ های بخار ۳۵/۷٪ است.

جدول ۵: ضرایب انتشار محاسبه شده براساس آنالیز سوخت برحسب (Ib CO<sub>2</sub>/MMBtu)

ردیف	منبع آلاینده	Wt %C <sub>fuel</sub>	ضریب انتشار محاسبه شده
۱	مشعل گاز اسیدی با بازده ۹۸٪	۳۳/۵۷	۱۸۳/۴۲
۲	مشعل گاز ترش با بازده ۹۸٪	۷۵/۸۵	۱۱۵/۸۵
۳	دیگ های بخار با بازده ۹۹/۹۹۹۵٪	۷۵/۸۵	۱۱۸/۲۱

جدول ۶: برآورد میزان انتشار CO<sub>2</sub> براساس ضرایب انتشار محاسبه شده و ضرایب انتشار EPA برحسب (kg/day)

ردیف	منابع آلاینده	برآورد میزان CO <sub>2</sub> براساس ضرایب انتشار محاسبه شده	برآورد میزان CO <sub>2</sub> براساس ضرایب انتشار EPA
۱	مشعل گاز اسیدی	۵۷۹۶۶۱/۷۵	ارائه نشده
۲	مشعل گاز ترش	۱۲۹۲۱/۹۳	۱۲۵۸۴/۰
۳	بویلرها	۳۲۹۶۲۹/۲۹	۳۲۱۰۱۷/۰
۴	جمع	۹۲۲۲۱۲/۹۷	۳۳۳۶۰۱



شکل ۱: میزان انتشار CO<sub>2</sub> هر یک از منابع آلاینده واحد منتخب براساس ضرایب انتشار محاسبه شده

به ترتیب ۱۸۳/۴۲ و ۱۱۸/۲۱ برحسب (lb CO<sub>2</sub>/MMBtu) است. این محاسبات حاکی از آن است که ضرایب انتشار با توجه به تغییر نوع سوخت بسیار متفاوتند بر این اساس برای تعیین میزان انتشار آلاینده CO<sub>2</sub> و آلاینده هایی که در ارتباط با ترکیب سوخت هستند، ضرایب انتشار باید از طریق آنالیز ترکیبات سوخت و لحاظ کردن بازده واقعی منابع احتراقی به دست آید (۱۱). ضرایب انتشار در صورت فراهم بودن اطلاعات دقیق فرایندی می‌تواند، برآورد خوبی از میزان آلودگی در واحدهای تولید نفت و گاز فراهم کند. دلیل این امر مشابهت منابع آلاینده در واحدهای تولید نفت و گاز است، هر چند ممکن است تعداد منابع آلاینده در واحدها متفاوت باشد.

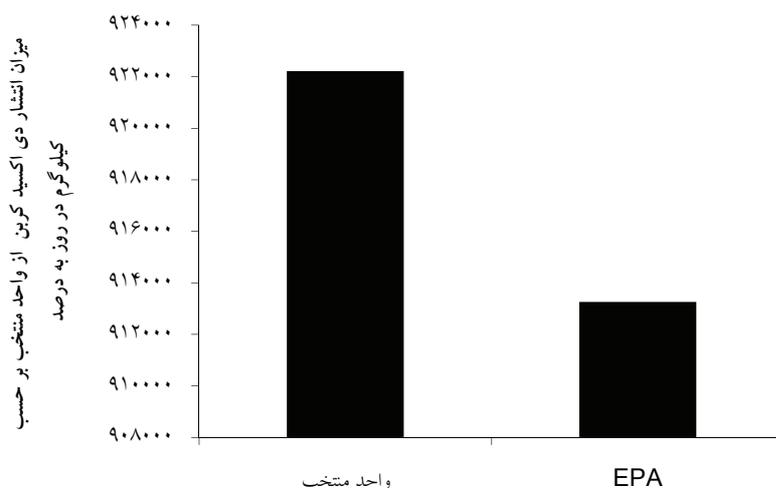
### نتیجه گیری

براساس نتایج به دست آمده از جدول ۶ به طور کلی ۹۲۲۲۱۲/۹۷ کیلوگرم گاز CO<sub>2</sub> در روز از این واحد منتشر می‌شود. برآورد اولیه ای که از لحاظ شدت آلاینده‌گی منابع در این واحد صورت گرفت نشان داد که به طور کلی سهم مشعل گاز اسیدی با ۶۳٪، در مقایسه با مشعل گاز ترش ۱/۴٪ و بویلرها ۳۵/۷٪، در انتشار CO<sub>2</sub> به محیط بسیار قابل توجه است (شکل ۱).

چنانچه برآورد میزان انتشار براساس ضرایب انتشار محاسبه شده برای دو منبع بویلر و مشعل گاز ترش انجام پذیرد، نتایج آن نسبت به برآورد میزان براساس ضرایب انتشار EPA، ۱/۳۲٪ بالاتر است. در شکل ۲ میزان انتشار CO<sub>2</sub> برآورد شده، براساس ضرایب انتشار محاسبه شده با ضرایب انتشار EPA مقایسه گردیده است.

### بحث

دی‌اکسیدکربن یکی از گازهای مهم گلخانه‌ای بوده و نتیجه احتراق کامل سوخت های فسیلی است. در این تحقیق برای برآورد میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن از روش آنالیز سوخت استفاده گردید. براساس بررسی های صورت گرفته، مهم ترین منابع انتشار آلاینده‌های گازی در واحد منتخب: مشعل گاز اسیدی، مشعل گاز ترش و دیگ های بخار هستند. در این میان مشعل های گازی با توجه به شرایط احتراق در هوای آزاد و احتمال وزش باد و در نتیجه، افت بازده و نیز احتمال سوزاندن گازهای زاید و تصفیه نشده در شرایط اضطراری، پتانسیل بالایی برای تولید آلاینده های هوای محیط دارند. محاسبات انجام شده نشان داد ضرایب انتشار این گاز برای مشعل گاز اسیدی و بویلر به عنوان مهم ترین منابع احتراق در این واحد



شکل ۲: مقایسه کلی میزان انتشار CO<sub>2</sub> از واحد منتخب براساس ضرایب انتشار محاسبه شده و ضرایب انتشار EPA

زیست امریکاست (به شرط این که برای مشعل گاز اسیدی از همان ضریب انتشار محاسبه شده استفاده گردد) (شکل ۲). به طور کلی با اتخاذ شیوه های صحیح مدیریت ضایعات گازی و کاهش حجم گازهای زاید ورودی به مشعل ها، می توان از میزان انتشار گاز CO<sub>2</sub> به محیط کاست.

پایین بودن سهم مشعل گاز ترش در انتشار CO<sub>2</sub> به محیط با توجه به این نکته که این مشعل در اکثر مواقع در حالت پایلوت قرار دارد قابل توجه است. مقایسه نتایج به دست آمده از میزان انتشار CO<sub>2</sub> براساس آنالیز سوخت با میزان انتشار CO<sub>2</sub> براساس ضرایب انتشار EPA نشان داد که میزان انتشار CO<sub>2</sub> در این واحد ۰/۵٪ بالاتر از حد استاندارد آژانس حفاظت محیط

### منابع

- Ghiasuddin M. Air Pollution Source, Effects and Control. Tehran: Tehran University Press; 2006 (in Persian).
- Sonibare JA, Akeredolu FA. A theoretical prediction of non-methane gaseous emissions from natural gas combustion. Energy Policy. 2004;32:1653-65.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Introduction to Petroleum Industry. USA: USEPA; 2008 [cited 9 Apr 2009]. Available from: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ch05/final/c05s00/pdf>.
- National Pollutant Inventory (NPI). Emission estimation technique manual for combustion in boilers. Canberra: Environment Australia; 2003 [cited 9 Apr 2009]. Available from: <http://www.naei.org.uk/>.
- Abbaspor M, karbassi A, Sekhavatjoo M. Legislation emission factors of air pollutants in country refineries to achieve permanent increment. Environmental Science and Technology. 2006;9(1):221-28.
- Karbassi A, Mohammad Mirzai S. Prediction of CO<sub>2</sub> dispersal egresses from earthworm Sabalan powerhouse. Proceeding of the 1st International Management and Programming Energy Conference; 2006; Tehran, Iran.
- Ghanavati Hormozi A, Naddafi K, Nabizade Nodehi R, Jaafarzade Haghhighifard N. Determination and emission factories of SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, NOX gases in the Fanavaran petrochemical. Iranian Journal of Health and Environment. 2010;3(1):83-92 (in Persian).
- Ministry of Petroleum. Gas Sweetening Unit. Final report. Tehran: Ministry of Petroleum; 2008 (in Persian).
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Liquefied petroleum gas combustion. USA: U.S. Environmental Protection Agency; 1996 [cited 13 Mar 2009]. Available from: <http://www.epa.gov/tth/chief/ap42/ch01/final/c01s05/pdf>.
- Energy Information Administration (EIA). Documentation for emissions of greenhouse gases in the United States 2004. Final report. Washington DC: Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy; 2006. Report No.: 20585, DOE/EIA-0638.
- American Petroleum Institute (API). Compendium of greenhouse gas emissions estimation methodologies for the oil and gas industry. USA: American Petroleum Institute; 2001 [cited 13 Mar 2009]. Available from: <http://www.global.ihs.com>.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Compilation of air pollutant emission factors, stationary point and area sources, stationary internal combustion sources. USA: U.S. Environmental Protection Agency; 2000 [cited 22 Feb 2009]. Available from: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch03/final/c03s01/pdf>.

13. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Kenya: United Nations Environment Programme; 1996 [cited 12 Feb 2010]. Available from: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>
14. Romano RR. Control emissions with flare efficiency. *Hydrocarbon Processing*. 1983;62:78-80.
15. Blackwood TR. An evaluation of flare combustion efficiency using open-path Fourier transform infrared technology. *Journal of the Air and Waste Management Association*. 2000;50:1714-22.
16. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Introduction to Ap-42 Compilation of Air Pollution Emission Factors. USA: U.S. Environmental Protection Agency; 1995 [cited 25 Jul 2009]. Available from: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/>.
17. Office National Iranian South Oil Company. Chemical information. Final report. Ahwaz: Office National Iranian South Oil Company; 2008.
18. American Petroleum Institute (API). Mass measurement of natural gas liquids. USA: American Petroleum Institute (API); 2011 [cited 19 Apr 2011]. Available from: [www.api.org/standards/standards-plan/index.cfm](http://www.api.org/standards/standards-plan/index.cfm).
19. American Society for testing of Materials (ASTM). ASTM Annual Book. USA: ASTM; 2005.
20. National Pollutant Inventory (NPI). Emission estimation technique manual for petroleum refining. Canberra: Environment Australia; 1999 [cited 9 Apr 2009]. Available from: <http://www.naei.org.uk/>.
21. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Stationary Point and Area Sources. USA: U.S. Environmental Protection Agency; 1998 [cited 9 Apr 2009]. Available from: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch01/final/c01s04/pdf>.

## **CO<sub>2</sub> Estimation of National Iranian South Oil Company Gas Sweetening Plants by Using Fuel Analysis Method**

**Jaafarzade haghghi fard N.<sup>1</sup>, \*Zoveydavi A.<sup>2</sup>, Glishkhani M.<sup>2</sup>, Maasoomi A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Jondishapour University of Medical Sciences, Khouzestan, Iran

<sup>2</sup>Department of Environment and Energy Science and Research Branch, Islamic Azad University, Khouzestan, Iran

<sup>3</sup> National Iranian South Oil Company, Khouzestan, Iran

Received; 25 May 2011 Accepted; 25 August 2011

### **ABSTRACT**

**Background and Objectives:** Industrial processes are the major sources of environmental pollutants. Oil & gas processing are one of the industries which emitting several air pollution matters in to the atmosphere. The obtained results of CO<sub>2</sub> emission in one of the Gas Sweetening unit of Iranian south oil company based on the field and deskwork calculations is presented in this paper.

**Materials and Methods:** Fuel analysis method is the best method for CO<sub>2</sub> estimation from combustion sources. In this paper, CO<sub>2</sub> emission factor for gas sweetening plants is estimated based on this method.

**Results:** The obtained results showed that total CO<sub>2</sub> emission in selected unit is about 922212/97 (kg/d) and CO<sub>2</sub> emissions for the separate parts of this unit are 579661/75, 12921/93 and 329629/29 for acid gas flare, gas flare and boilers respectively.

**Conclusion:** comparison between the separated parts of the studied units showed that emission of acid gas flare is higher than other sources (i.e about 63% of total CO<sub>2</sub> emission), and by using the EPA default CO<sub>2</sub> emission factors the CO<sub>2</sub> emitted 1/2 % lower than the actual emission in the mentioned unit.

**Key words:** Air pollution, CO<sub>2</sub> , Emission factor, Fuel Analysis, Gas Sweetening

---

**\*Corresponding Author:** *A\_zoveydavi@yahoo.com*

**Tel:** +98 916 316 18 42 , **Fax:** +98 611 412 45 76