



جمهوری اسلامی ایران

وزارت نفت

اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

کتابچه محاسباتی

سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا

(ویرایش اول)

زمستان ۱۴۰۲

پیشگفتار

"کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده‌های هوا" در راستای تسهیل، انسجام و هماهنگی هرچه بیشتر بین سازمان‌های سطوح مختلف وزارت نفت در نحوه‌ی جمع‌آوری اطلاعات عملکردی، محاسبه میزان انتشارات و تهیه گزارش موجودی، به عنوان پیوست "راهنمای محاسبه و گزارش‌دهی میزان انتشار آلاینده‌های هوا به شماره سند *MOP-HSE-GL-308(1)*" در اختیار ارکان مختلف صنعت نفت قرار می‌گیرد. این کتابچه شامل هشت فصل است که شرکت‌ها/سازمان‌های صنعت نفت می‌توانند از این فصول در محاسبه و گزارش‌دهی میزان انتشار گازهای آلاینده‌های هوا استفاده کنند.



جمهوری اسلامی ایران

وزارت نفت

اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

کتابچه محاسباتی
سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا

صفحه ۱ از ۱۸۴

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول فرآیند تهیه گزارش موجودی انتشار آلاینده‌های هوا	۱۱
فصل دوم نحوه محاسبه و برآورد میزان انتشار آلاینده‌های هوا از منابع نشر	۱۸
۱- منابع احتراقی ثابت (غیر از فلر، پسماندسوز، اکسیدایزر و چاله‌ی سوخت)	۱۹
۱-۱- روش (الف): سنجش مستقیم غلظت و دبی گاز دودکش	۲۰
۲-۱- روش (ب): سنجش مستقیم غلظت و محاسبه دبی گاز دودکش	۲۳
۳-۱- روش (ج): موازنه جرم	۲۵
۴-۱- روش (د): استفاده از ضرایب انتشار	۲۶
۲- فلر	۳۱
۱-۲- روش (الف): استفاده از دبی و ترکیب گاز ارسالی و راندمان احتراق	۳۳
۲-۲- روش (ب): استفاده از ضرایب انتشار	۳۴
۱-۲-۲- ضرایب صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی	۳۴
۲-۲-۲- ضرایب صنایع بالادستی نفت و گاز	۳۶
۳- پسماند(زباله) سوز و اکسیدایزر	۳۷
۱-۳- روش (الف): سنجش مستقیم دبی و غلظت گازهای دودکش (پایش پیوسته و یا ادواری)	۳۸
۲-۳- روش (ب): موازنه جرم	۳۸
۳-۳- روش (ج): ضرایب انتشار بین المللی برای اکسیدایزر واحد بازیابی گوگرد (SRU)	۳۹
۴- چاله‌های سوخت	۴۰
۱-۴- روش (الف): استفاده از ضرایب انتشار محلی	۴۰
۲-۴- روش (ب): موازنه جرم	۴۱
۵- انتشارات فرآیندی پالایش نفت و گاز و تولید محصولات پتروشیمی	۴۲
۱-۵- انتشارات فرآیندی و تخلیه‌های فرآیند پالایش گاز	۴۲
۱-۱-۵- انتشار ترکیبات آلی فرار از واحدهای نمزدایی	۴۲
۲-۵- انتشارات فرآیندی و تخلیه‌های فرآیند پالایش نفت	۴۵

صفحه ۲ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی و محیط زیست
---------------	---	--

- ۴۵-۱-۲-۵- واحد شکست کاتالیستی بستر سیال.....
- ۴۷-۲-۲-۵- واحد ککسازي.....
- ۵۱-۳-۲-۵- واحد ریفورمینگ کاتالیستی.....
- ۵۳-۴-۲-۵- واحد آسفالت سازی.....
- ۵۴-۵-۲-۵- سیستم‌های *Blowdown*.....
- ۵۵-۶-۲-۵- واحد تقطیر خلاء.....
- ۵۶-۳- انتشارات فرآیندی و تخلیه‌های واحدهای پتروشیمی.....
- ۵۷-۱-۳-۵- روش (الف): سنجش مستقیم دبی و غلظت گازهای دودکش (پایش پیوسته و لحظه ای).....
- ۵۷-۲-۳-۵- روش (ب): استفاده از ضرایب انتشار.....
- ۶۲-۶- انتشار از مخازن ذخیره.....
- ۶۴-۱-۶- روش (الف) اندازه گیری مستقیم.....
- ۶۴-۲-۶- روش (ب) مدل سازی مخصوص هر مخزن.....
- ۶۶-۳-۶- روش (ج) استفاده از ضرایب انتشار متوسط مخازن.....
- ۶۹-۷- انتشار از فرایند بارگیری.....
- ۶۹-۱-۷- روش (الف) استفاده از ضرایب انتشار.....
- ۷۰-۱-۱-۷- تخمین انتشار ترکیبات *VOC* از طریق بارگیری در دریا و خشکی.....
- ۷۳-۲-۱-۷- تخمین انتشار ترکیبات *VOC* از طریق بارگیری بنزین در دریا.....
- ۷۵-۳-۱-۷- تخمین انتشار ترکیبات *VOC* از طریق بارگیری نفت خام در دریا.....
- ۷۷-۸- منابع نشتی.....
- ۷۸-۱-۸- روش (الف) سنجش مستقیم غلظت نشتی و بکارگیری روابط تجربی بومی.....
- ۷۹-۲-۸- روش (ب) سنجش مستقیم و روابط تجربی، ضرایب غلظت نقطه صفر و نقطه حد تشخیص بالا.....
- ۷۹-۱-۲-۸- مرحله اول، سنجش غلظت.....
- ۸۰-۲-۲-۸- مرحله دوم، بکارگیری غلظت سنجش شده.....
- ۸۶-۳-۸- روش (ج) سنجش مستقیم غلظت و استفاده از ضرایب بر مبنای محدوده انتشار.....
- ۹۰-۴-۸- روش (د) استفاده از تعداد دقیق تجهیزات نشتی و ضرایب انتشار کلی مختص نوع تجهیز.....
- ۹۳-۵-۸- روش (ه) استفاده از تعداد پیش فرض تجهیزات نشتی و ضرایب انتشار کلی مختص نوع تجهیز.....

صفحه ۳ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی و محیط زیست
---------------	--	--

۹۶	انتشار از فرایند تصفیه پساب
۹۷	۱-۹- روش (الف) اندازه گیری مستقیم
۹۷	۲-۹- روش (ب) استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی
۹۸	۳-۹- روش (ج) استفاده از ضرایب انتشار متوسط
۹۹	۱۰- انتشار از برج خنک کن
۱۰۰	۱-۱۰- روش (الف) سنجش یا تخمین TDS آب خنک کن
۱۰۲	۲-۱۰- روش (ب) سنجش غلظت VOC آب خنک کن
۱۰۲	۳-۱۰- روش (ج) استفاده از ضرایب انتشار بین المللی
۱۰۴	فصل سوم نحوه محاسبه ارزش حرارتی سوخت‌ها
۱۰۵	۱- ارزش حرارتی سوخت‌های مایع
۱۰۵	۲- ارزش حرارتی سوخت‌های گازی
۱۰۶	۲-۱- نحوه محاسبه ارزش حرارتی سوخت‌های گازی از ترکیب گاز
۱۰۸	فصل چهارم محاسبه عدم قطعیت موجودی انتشار آلاینده‌های هوا
۱۰۹	۱- مقدمه
۱۰۹	۲- تعیین عدم قطعیت پارامترهای مورد استفاده در محاسبات انتشار
۱۱۰	۲-۱- عدم قطعیت مقدار جریان
۱۱۱	۲-۲- عدم قطعیت ضرایب انتشار و سایر پارامترها
۱۱۱	۲-۲-۱- عدم قطعیت مقادیر پیش فرض
۱۱۱	۲-۲-۲- عدم قطعیت کسر مولی ترکیبات
۱۱۴	۲-۲-۳- عدم قطعیت سایر پارامترها
۱۱۴	۳- ترکیب عدم قطعیتها برای انتشاراتی که به صورت غیرمستقیم برآورد شده‌اند
۱۱۶	فصل پنجم کنترل و تضمین کیفیت موجودی انتشار
۱۱۷	۱- مقدمه
۱۱۹	۲- کنترل کیفیت QC
۱۲۰	۳- تضمین کیفیت QA
۱۲۱	۴- نمونه فرم‌های چک لیست QA/QC

صفحه ۴ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
---------------	--	---

فصل ششم فرمت گزارشدهی موجودی انتشار آلاینده‌های هوا..... ۱۲۹

۱- سرفصل و تیتربندی گزارش..... ۱۳۰

۲- جدول تولیدات و خدمات..... ۱۳۳

۳- جدول موجودی انتشار آلاینده‌ها..... ۱۳۴

۴- جداول خلاصه اطلاعات عملکردی..... ۱۳۶

۵- جداول اطلاعات عملکردی پایش..... ۱۴۸

۵-۱- جداول اطلاعات عملکردی پایش گاز دودکش..... ۱۴۸

۵-۲- جداول اطلاعات عملکردی پایش گوگرد..... ۱۵۰

۵-۳- جداول اطلاعات عملکردی پایش گاز ارسالی به فلر..... ۱۵۲

۵-۴- جداول اطلاعات عملکردی پایش نشتی تجهیزات..... ۱۵۳

فصل هفتم مثال‌های کاربردی..... ۱۶۵

۱- مثال‌های فصل ۲..... ۱۶۶

۱-۱- مثالی از روش (الف) منابع احتراقی ثابت..... ۱۶۶

۱-۲- مثالی از روش (د) منابع احتراقی ثابت..... ۱۶۷

۱-۳- مثالی از روش‌های (الف و ب) منابع فلر..... ۱۶۹

۱-۴- مثالی از روش (د) منابع نشتی..... ۱۷۱

۱-۵- مثالی از روش (ج) تصفیه پساب..... ۱۷۳

۲- مثال‌های فصل ۳..... ۱۷۳

۲-۱- مثالی از محاسبه ارزش حرارتی سوخت گازی از ترکیب گاز..... ۱۷۳

۳- مثال‌های فصل ۴..... ۱۷۵

۳-۱- مثالی از محاسبه عدم قطعیت مقدار انتشارات از منابع احتراقی..... ۱۷۵

۳-۲- مثالی از محاسبه عدم قطعیت مقدار انتشارات از فلر..... ۱۷۸

۳-۳- مثالی از محاسبه عدم قطعیت مقدار انتشارات از منابع نشتی..... ۱۷۹

فصل هشتم جدول مشخصات پایش فرض سوخت‌های مصرفی در صنعت نفت..... ۱۸۱

منابع و مآخذ..... ۱۸۳

صفحه ۵ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
---------------	---	---

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
------	-------

شکل (۱-۱) - مراحل کلی فرآیند تهیه موجودی انتشار آلاینده‌های هوا در سازمان سطح سه ۱۲

صفحه ۶ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی و محیط زیست
---------------	---	--

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول (۱-۱) - آلاینده‌های موردبررسی و منابع با پتانسیل انتشار در صنعت نفت.....	۱۴
جدول (۲-۱) - راهنمای استفاده از روش‌های ارائه‌شده جهت محاسبه انتشار در فصل (۲).....	۱۶
جدول (۱-۲) - نیازمندی‌های روشهای مختلف برآورد میزان انتشار منابع احتراقی ثابت.....	۲۰
جدول (۲-۲) - ضرایب انتشار NO_x و CO حاصل از احتراق گاز طبیعی در بویلر و کوره‌های فرایندی.....	۲۷
جدول (۳-۲) - ضرایب انتشار آلاینده‌ها به‌جز CO و NO_x حاصل از احتراق گاز طبیعی در بویلرها.....	۲۸
جدول (۴-۲) - ضرایب انتشار آلاینده‌های معیار حاصل از احتراق نفت کوره در بویلرها.....	۲۹
جدول (۵-۲) - ضرایب انتشار آلاینده VOC حاصل از احتراق نفت کوره در بویلرها.....	۲۹
جدول (۶-۲) - ضرایب انتشار آلاینده‌های معیار حاصل از احتراق $Heavy GasOil$ در بویلرها.....	۲۹
جدول (۷-۲) - ضرایب انتشار آلاینده‌های معیار حاصل از احتراق $Light GasOil$ در بویلرها.....	۳۰
جدول (۸-۲) - ضرایب انتشار آلاینده VOC حاصل از احتراق $GasOil$ در بویلرها.....	۳۰
جدول (۹-۲) - ضرایب انتشار ارائه شده توسط EPA برای دو آلاینده NO_x و CO از توربین‌ها.....	۳۰
جدول (۱۰-۲) - ضرایب انتشار (به‌جز CO و NO_x) ناشی از توربین‌ها با سوخت گاز طبیعی و گازوئیل.....	۳۱
جدول (۱۱-۲) - ضرایب بومی NO_x و CO حاصل از احتراق سوخت‌های گازی در شرکت ملی نفت.....	۳۱
جدول (۱۲-۲) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش‌های مختلف تخمین میزان انتشار در فلرها.....	۳۲
جدول (۱۳-۲) - ضرایب انتشار مربوط به فلر در صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی.....	۳۵
جدول (۱۴-۲) - ضرایب انتشار مربوط به فلرهای گرم در صنایع بالادستی نفت و گاز.....	۳۶
جدول (۱۵-۲) - ضرایب انتشار مربوط به فلرهای اسیدی در صنایع بالادستی نفت و گاز.....	۳۷
جدول (۱۶-۲) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش‌های تخمین میزان انتشار در پسماندسوزها و اکسیدایزر.....	۳۸
جدول (۱۷-۲) - ضرایب انتشار آلاینده‌ها از واحد SRU	۳۹
جدول (۱۸-۲) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش تخمین میزان انتشار در چاله‌های سوخت.....	۴۰
جدول (۱۹-۲) - ضرایب انتشار آلاینده‌ها برای گودال سوخت.....	۴۱
جدول (۲۰-۲) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش‌های مختلف تخمین میزان انتشار در واحد نم زدایی.....	۴۳
جدول (۲۱-۲) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش‌های تخمین انتشار فرایندی از واحدهای $FCCU$	۴۶
جدول (۲۲-۲) - ضرایب انتشار بخش احیای واحدهای FCC مجهز به تجهیزات کنترل آلودگی.....	۴۷



جمهوری اسلامی ایران
وزارت نفت

اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

کتابچه محاسباتی
سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا

صفحه ۷ از ۱۸۴

- جدول (۲-۲۳) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های تخمین انتشار فرایندی از واحد کک سازی..... ۴۷
- جدول (۲-۲۴) - ضرایب انتشار VOC از واحد کک سازی تاخیری ۵۱
- جدول (۲-۲۵) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش تخمین انتشار فرایندی از واحدهای CRU..... ۵۲
- جدول (۲-۲۶) - ضرایب انتشار VOC از واحد ریفرمینگ کاتالیستی ۵۳
- جدول (۲-۲۷) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش تخمین انتشار فرایندی از واحدهای آسفالت سازی..... ۵۳
- جدول (۲-۲۸) - ضرایب انتشار آلاینده ها از واحد آسفالت سازی ۵۴
- جدول (۲-۲۹) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش تخمین انتشار فرایندی از واحدهای Blowdown..... ۵۵
- جدول (۲-۳۰) - ضرایب انتشار آلاینده VOC از سیستم Blowdown در فرآیند پالایش نفت..... ۵۵
- جدول (۲-۳۱) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش تخمین انتشار فرایندی از واحدهای تولید خلاء..... ۵۶
- جدول (۲-۳۲) - ضرایب انتشار آلاینده VOC از سیستم تولید خلاء..... ۵۶
- جدول (۲-۳۳) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های تخمین میزان انتشار در واحدهای پتروشیمی ۵۷
- جدول (۲-۳۴) - ضرایب انتشار فرایندی از واحد PVC و پلی پروپیلن (بدون تجهیزات کنترل آلودگی)..... ۵۹
- جدول (۲-۳۵) - ضرایب انتشار فرایندی از واحد تولید پلی استایرن (بدون تجهیزات کنترل آلودگی)..... ۶۰
- جدول (۲-۳۶) - ضرایب انتشار فرایندی از واحد تولید آمونیاک (بدون تجهیزات کنترل آلودگی)..... ۶۱
- جدول (۲-۳۷) - ضرایب انتشار فرایندی از واحد تولید اسید نیتریک ۶۲
- جدول (۲-۳۸) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش‌های مختلف تخمین میزان انتشار در مخازن ذخیره..... ۶۳
- جدول (۲-۳۹) - ضرایب انتشار مخازن محصولات نفتی در صنایع پالایشگاهی ۶۷
- جدول (۲-۴۰) - متوسط ضرایب انتشار VOC از مخازن ترکیبات هیدروکربنی در صنایع پتروشیمی ۶۷
- جدول (۲-۴۱) - متوسط ضرایب انتشار VOC از مخازن در صنایع بالادستی نفت و گاز..... ۶۸
- جدول (۲-۴۲) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش تخمین میزان انتشار از فرآیند بارگیری ۶۹
- جدول (۲-۴۳) - ضریب اشباع برای تعیین ضریب انتشار از طریق بارگیری ۷۱
- جدول (۲-۴۴) - درصد بازده جمع آوری بخارات در فرایند بارگیری..... ۷۳
- جدول (۲-۴۵) - ضرایب انتشار VOC از بارگیری بنزین در دریا (g/m^3) ۷۴
- جدول (۲-۴۶) - ضرایب انتشار CA از بارگیری نفت خام در دریا (g/m^3)..... ۷۶
- جدول (۲-۴۷) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های تخمین میزان انتشار در تجهیزات با قابلیت نشت ۷۸



جمهوری اسلامی ایران
وزارت نفت

اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

کتابچه محاسباتی
سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا

صفحه ۸ از ۱۸۴

- جدول (۲-۴۸) - روابط همبستگی EPA مربوط به نرخ نشتی از تجهیزات صنایع پتروشیمی..... ۸۰
- جدول (۲-۴۹) - روابط همبستگی EPA نشتی ترمینال، پخش و توزیع، پالایشگاه و تولید نفت و گاز..... ۸۱
- جدول (۲-۵۰) - ضرایب انتشار نقطه غلظت صفر برای تجهیزات صنایع پتروشیمی..... ۸۳
- جدول (۲-۵۱) - ضرایب انتشار نقطه غلظت صفر برای تجهیزات صنایع نفتی در ترمینال و پالایشگاه..... ۸۳
- جدول (۲-۵۲) - ضرایب انتشار برای غلظت نقطه حد تشخیص بالا ناشی از نشت تجهیزات در پتروشیمی..... ۸۵
- جدول (۲-۵۳) - ضرایب انتشار برای غلظت نقطه حد تشخیص بالا ناشی از تجهیزات صنایع نفت و گاز..... ۸۵
- جدول (۲-۵۴) - ضرایب انتشار EPA بر مبنای محدوده غلظت نشتی اطراف تجهیزات در پتروشیمی..... ۸۶
- جدول (۲-۵۵) - ضرایب انتشار EPA بر مبنای محدوده غلظت نشتی اطراف تجهیزات در پالایشگاه ها..... ۸۷
- جدول (۲-۵۶) - ضرایب انتشار EPA بر مبنای محدوده غلظت نشتی اطراف تجهیزات در تولید نفت و گاز..... ۸۷
- جدول (۲-۵۷) - ضرایب انتشار EPA بر مبنای محدوده غلظت نشتی اطراف تجهیزات در ترمینال ها..... ۸۸
- جدول (۲-۵۸) - ضرایب انتشار VOC برای نشت از تجهیزات صنایع پالایشگاهی..... ۹۱
- جدول (۲-۵۹) - ضرایب انتشار VOC برای نشت از تجهیزات صنایع پتروشیمی..... ۹۱
- جدول (۲-۶۰) - ضرایب انتشار VOC برای نشت از تجهیزات صنایع بالادستی نفت و گاز..... ۹۲
- جدول (۲-۶۱) - ضرایب انتشار VOC برای نشت از تجهیزات موجود در ترمینال های فروش محصولات..... ۹۳
- جدول (۲-۶۲) - تعداد تجهیزات با پتانسیل نشت در پالایشگاه کوچک (ظرفیت کمتر از ۵۰ هزار بشکه در روز)..... ۹۴
- جدول (۲-۶۳) - تعداد تجهیزات با پتانسیل نشت در پالایشگاه بزرگ (ظرفیت بیشتر از ۵۰ هزار بشکه در روز)..... ۹۵
- جدول (۲-۶۴) - تعداد متوسط تجهیزات با پتانسیل نشت در سایر واحدهای عملیاتی..... ۹۶
- جدول (۲-۶۵) - خلاصه ای از نیازمندی های تخمین میزان انتشار در فرایند تصفیه فاضلاب..... ۹۷
- جدول (۲-۶۶) - متوسط ضرایب انتشار VOC از واحدهای مدیریت پساب..... ۹۹
- جدول (۲-۶۷) - خلاصه ای از نیازمندی های تخمین میزان انتشار آلاینده ها از برج خنک کن..... ۱۰۰
- جدول (۲-۶۸) - غلظت ذرات محلول (TDS) تقریبی آب در گردش خنک کن ها..... ۱۰۱
- جدول (۲-۶۹) - درصد آب منتقل شده به هوا در برج های خنک کن..... ۱۰۱
- جدول (۲-۷۰) - ضرایب انتشار برای ترکیبات آلی فرار ناشی از برج های خنک کن..... ۱۰۳
- جدول (۳-۱) - مشخصات ترکیبات موجود در سوخت های گازی در شرایط استاندارد دما و فشار..... ۱۰۷
- جدول (۴-۱) مقدار پیش فرض خطای اندازه گیری دستگاه های اندازه گیری جریان..... ۱۱۰



جمهوری اسلامی ایران

وزارت نفت

اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

کتابچه محاسباتی
سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا

صفحه ۹ از ۱۸۴

- جدول (۲-۴) - مقادیر کمی مربوط به عدم قطعیت ضرایب انتشار آلاینده‌های هوا ۱۱۱
- جدول (۳-۴) - مقادیر t برای فاصله اطمینان ۹۵٪ ۱۱۲
- جدول (۴-۴) - عدم قطعیت مطلق قابلیت تکثیر برای ترکیبات موجود در آنالیز گاز ۱۱۳
- جدول (۵-۱) - نمونه فعالیتهای کنترل کیفیت و روال انجام آنها ۱۲۲
- جدول (۵-۲) - نمونه فرم چک لیست تضمین کیفیت برای سازمان سطح دو ۱۲۵
- جدول (۵-۳) - نمونه فرم چک لیست کنترل کیفیت برای سازمان سطح سه ۱۲۶
- جدول (۵-۴) - نمونه فرم چک لیست کنترل کیفیت برای سازمان سطح دو ۱۲۸
- جدول (۶-۱) - اطلاعات واقعی تولید/ انتقال/ توزیع محصول یا فراورده سازمان های سطح ۱، ۲ و ۳ ۱۳۳
- جدول (۶-۲) - موجودی انتشار آلاینده‌های هوای سازمان در کلیه سطوح ۱۳۵
- جدول (۶-۳) - خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع احتراقی سازمان در کلیه سطوح ۱۳۷
- جدول (۶-۴) - خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع فلر سازمان در کلیه سطوح ۱۳۸
- جدول (۶-۵) - خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع پسماندسوز و چاله های سوخت کلیه سطوح ۱۳۹
- جدول (۶-۶) - خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع ونت فرآیند پالایش گاز سازمان در کلیه سطوح ۱۴۰
- جدول (۶-۷) - خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع ونت فرآیند پالایش نفت سازمان در کلیه سطوح ۱۴۱
- جدول (۶-۸) - خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع ونت فرآیند تولید محصولات پتروشیمی کلیه سطوح ۱۴۳
- جدول (۶-۹) - خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع ونت مخازن و بارگیری سازمان در کلیه سطوح ۱۴۴
- جدول (۶-۱۰) - خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع نشتی (فرار) سازمان در کلیه سطوح ۱۴۵
- جدول (۶-۱۱) - خلاصه اطلاعات عملکردی منابع فرار سیستم مدیریت پساب سازمان در کلیه سطوح ۱۴۶
- جدول (۶-۱۲) - خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع فرار برج‌های خنک کن سازمان در کلیه سطوح ۱۴۷
- جدول (۶-۱۳) - اطلاعات عملکردی مربوط به پایش گازهای خروجی از دودکش منابع احتراقی ثابت ۱۴۸
- جدول (۶-۱۴) - اطلاعات عملکردی پایش غلظت گاز دودکش و آنالیز سوخت منابع احتراقی ثابت ۱۴۹
- جدول (۶-۱۵) - اطلاعات عملکردی مربوط به پایش گوگرد (موازنه جرم گوگرد) ۱۵۰
- جدول (۶-۱۶) - اطلاعات عملکردی مربوط به پایش و یا محاسبات موردنیاز گاز ارسالی به فلر ۱۵۲
- جدول (۶-۱۷) - اطلاعات عملکردی پایش نشتی در صنایع وزارت نفت به غیر از پتروشیمی‌ها به روش (ب) ۱۵۳
- جدول (۶-۱۸) - اطلاعات عملکردی مربوط به پایش نشتی تجهیز در صنایع پتروشیمی به روش (ب) ۱۵۶

صفحه ۱۰ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
----------------	---	--

- جدول (۶-۱۹) اطلاعات عملکردی پایش نشتی تجهیز در صنایع پتروشیمی و پالایشگاه به روش (ج) ۱۵۹
- جدول (۶-۲۰) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش نشتی تجهیز در صنایع تولید نفت و گاز به روش (ج) ۱۶۰
- جدول (۶-۲۱) اطلاعات عملکردی پایش نشتی تجهیز در ترمینال‌های فروش محصولات به روش (ج) ۱۶۱
- جدول (۶-۲۲) اطلاعات عملکردی پایش نشتی تجهیز در صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی به روش (د) ۱۶۲
- جدول (۶-۲۳) اطلاعات عملکردی پایش نشتی تجهیز در صنایع بالادستی نفت و گاز به روش (د) ۱۶۳
- جدول (۶-۲۴) اطلاعات عملکردی پایش نشتی تجهیز در ترمینال‌های فروش محصولات به روش (د) ۱۶۴

صفحه ۱۱ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
----------------	--	--

فصل اول

فرآیند تهیه گزارش موجودی انتشار آلاینده‌های هوا

محاسبه و گزارش میزان انتشار آلاینده‌های هوا در یک سازمان، فعالیت‌های متعددی را در برمی‌گیرد و نیازمند همکاری و همیاری بخش‌های مختلف آن سازمان است. در فصل حاضر مراحل کلی تهیه موجودی انتشار آلاینده‌های هوا و راهنمای کلی استفاده از روابط موجود جهت تخمین انتشار آلاینده‌های مختلف از منابع آلاینده تشریح شده است.

اقدامات کلی تهیه موجودی انتشار آلاینده‌های هوا در سازمان سطح سه در شکل (۱-۱) نشان داده شده و توضیح آن در ادامه تشریح شده است.



شکل (۱-۱) - مراحل کلی فرآیند تهیه موجودی انتشار آلاینده‌های هوا در سازمان سطح سه

مرحله اول، تعیین مرزها: این مرزها باید به گونه‌ای تعیین شود که کلیه منابع انتشار آلاینده‌های هوا در تأسیسات تحت مالکیت یا کنترل سازمان را در برگیرد.

مرحله دوم، شناسایی تجهیزات منتشرکننده آلاینده‌های هوا در محدوده مرز سازمانی: منابعی که لازم است انتشارات آن‌ها برآورد شود شامل موارد زیر است:

منابع احتراقی

- منابع احتراقی ثابت به‌غیراز فلرها، پسماندسوزها و اکسیدایزرها
- فلرها

- پسماندسوزها و اکسیدایزرها

- چاله‌های سوخت

منابع فرآیندی یا تخلیه‌ای

- منابع فرآیندی یا تخلیه‌ای در فرآیند پالایش نفت، گاز و تولید محصولات پتروشیمی
- مخازن ذخیره
- عملیات بارگیری

منابع فرار

- منابع نشتی
- سیستم‌های جمع‌آوری و تصفیه پساب
- برج‌های خنک‌کن

آلاینده‌های موردنظر در این راهنما، همان‌گونه که در بند (۲) سند *MOP-HSE-GL-308(1)* با عنوان دامنه کاربرد و محدوده تاثیر گفته شده است، شامل مونوکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، دی‌اکسید گوگرد، ذرات و ترکیبات آلی فرار است. منابع دارای پتانسیل انتشار آلاینده‌ها در صنعت نفت که در این سند بدان پرداخته شده، در جدول (۱-۱) خلاصه شده است.

جدول (۱-۱) - آلاینده‌های مورد بررسی و منابع با پتانسیل انتشار در صنعت نفت

VOC	SO ₂	NO _x	PM	CO	آلاینده
					منبع
✓	✓	✓	✓	✓	انواع منابع احتراقی
✓	✓	✓	✓	✓	ونت‌های فرآیندی و تخلیه‌ای پالایش و تولید محصولات پتروشیمی
✓	x	x	x	x	مخازن ذخیره
✓	x	x	x	x	فرایند بارگیری در خشکی و دریا
✓	x	x	x	x	منابع نشستی (فرار)
✓	x	x	x	x	تصفیه پساب (فرار)
✓	x	x	✓	x	برج‌های خنک‌کن (فرار)

مرحله سوم، انتخاب رویکرد و روابط مناسب جهت تخمین انتشار: در این مرحله روش محاسبات و نوع داده‌های عملکردی مورد نیاز با توجه به نوع منابع انتشار و رویکردهایی که برای تخمین انتشار وجود دارد، تعیین می‌شود. روش انجام محاسبات و اطلاعات عملکردی مورد نیاز برای هر گروه از منابع انتشار در فصل (۲) آورده شده است.

برای محاسبه میزان انتشار از منابع مختلف روش‌های کلی زیر وجود دارد:

✓ اندازه‌گیری مستقیم میزان انتشار: این روش برآورد انتشار، یکی از دقیق‌ترین روش‌هاست که می‌تواند به یکی از طرق زیر به انجام برسد.

- اندازه‌گیری پیوسته میزان انتشار (CEM)
- اندازه‌گیری دوره‌ای و به صورت پارامتری
- اندازه‌گیری منابع به صورت منفرد

✓ محاسبات مهندسی بر اساس موازنه جرم: این روش یکی از روش‌های مناسب برای آلاینده SO₂ می‌باشد.

✓ مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرایندها و واکنش‌های شیمیایی و فیزیکی: در این روش با توجه به نوع و جزئیات شبیه‌سازی می‌توان به دقت‌های بسیار مناسب حتی نزدیک به اندازه‌گیری‌های مستقیم دست یافت ولی اگر مدل دارای ساده‌سازی‌های زیادی باشد می‌تواند منجر به عدم قطعیت‌های بالا شود. با

توجه به ارائه روش‌های صریح و ساده در این سند جهت تخمین میزان انتشار آلاینده‌ها، این روش توصیه نمی‌شود. هرچند در مواردی مانند گودال‌های سوخت، ضرایب انتشاری که حاصل روش‌های شبیه‌سازی هستند، آورده شده‌اند.

✓ استفاده از ضرایب انتشار تولیدشده توسط سازمان‌های معتبر کشورهای توسعه‌یافته یا بین‌المللی: در این روش از برآورد میزان انتشار وابسته به پایه و اصول دستیابی به ضرایب انتشار می‌توان به عدم قطعیت‌های مرتبه A تا E^۱ دست پیدا نمود.

✓ قضاوت مهندسی: این روش برآورد دارای بیشترین عدم قطعیت است و در این روش محاسبات جزئی انجام‌نشده و معمولاً با تکیه بر تجربه افراد متخصص، میزان انتشار آلاینده‌های هوا از منابع مختلف برآورد می‌شود.

راهنمای کلی نحوه استفاده از روابط ارائه‌شده در فصل (۲) جهت تخمین انتشار آلاینده‌های منتشره از منابع آلاینده مختلف صنعت نفت در جدول (۲-۱) آورده شده است.

^۱ مقادیر کمی عدم قطعیت‌های رتبه‌بندی‌های کیفی A تا E در جدول (۲-۴) ارائه شده است.

جدول (۲-۱) - راهنمای استفاده از روش‌های ارائه شده جهت محاسبه انتشار در فصل (۲)

منبع انتشار		محدودیت کاربرد در سازمان‌ها	آلاینده	روابط پیشنهادی جهت تخمین انتشار ^(۱)	
منابع احتراقی	غیر از فلر، اکسیدایزر و پسماندسوز	همه سازمان‌ها	VOC, PM, NOx, SO ₂	(۱)، (۲)، (۳)، (۴)، (۵)، (۶)، (۱۰) و (۱۱)	
	فلر	همه سازمان‌ها	VOC و SO ₂	(۱۲)، (۱۳) و (۱)	
			PM و NOx, CO	(۱) و (۱۴)	
	اکسیدایزر و پسماندسوز	همه سازمان‌ها	VOC, PM, NOx, SO ₂	(۱)، (۲)، (۳)، (۴)	
	چاله‌های سوخت	اکسیدایزر واحد بازیابی گوگرد	VOC, CO, NOx	(۱۶)	
		همه سازمان‌ها	SO ₂	(۱۷)	
منابع فرآیندی و تخلیه‌ای	پالایشگاه گاز	واحد نم‌زدایی	VOC	(۱)، (۲)، (۴) و (۱۸)	
	پالایشگاه نفت	شکست کاتالیستی بستر سیال	VOC, PM, NOx, SO ₂	(۱)، (۲)، (۳)، (۴) و (۱۹)	
		فرایند کک سازی بستر سیال	VOC, PM, NOx, SO ₂	(۱)، (۲)، (۳)، (۴)	
		فرایند کک سازی تاخیری	VOC	(۲۰)، (۲۱)، (۲۲)، (۲۳) و (۲۴)	
		ریفرمینگ کاتالیستی	VOC	(۲۵)	
		آسفالت سازی	PM, VOC	(۲۶)	
		سیستم Blowdown	VOC	(۲۷)	
	صنایع پتروشیمی	تقطیر خلاء	VOC	(۲۷)	
			همه سازمان‌ها	VOC, PM, NOx, SO ₂	(۱)، (۲)، (۳)، (۴)
			پلی اتیلن سنگین	VOC	(۲۸)
			ونیل کلراید مونومر	VOC	(۲۸)
			پلی ونیل کلراید	PM, VOC	(۲۸)
			پلی پروپیلن		(۲۸)
			پلی استایرن	VOC	(۲۸)
			آمونیاک	CO, VOC, SO ₂	(۲۸)
	مخازن ذخیره	اسید نیتریک	NOx	(۲۸)	
		همه سازمان‌ها	VOC	(۲۹) و (۳۰)	
فرایند بارگیری		در دریا (غیر از بنزین و نفت خام) و خشکی	VOC	(۳۱) و (۳۲)	
		بنزین در دریا	VOC	(۳۳)	
	نفت خام در دریا	VOC	(۳۴)، (۳۵)		
منابع فرار	منابع ناشی	همه سازمان‌ها	VOC	(۳۶)، (۳۷) و (۳۸)	
	تصفیه پساب	همه سازمان‌ها	VOC	(۳۹)	
	برج خنک‌کن	همه سازمان‌ها	PM (TSP)	(۴۰)	
			VOC	(۴۱) و (۴۲)	
نکته ۱: روابط پیشنهادی، کلیه روابط موجود جهت تخمین انتشار از منبع موردنظر در سند حاضر است و به فراخور سطح دقت موردنظر در محاسبات نرخ انتشار، تعدادی از روابط پیشنهادی مورداستفاده قرار می‌گیرند و نیاز به استفاده از همه آن‌ها به‌طور هم‌زمان نیست.					

نکته ۱: روابط پیشنهادی، کلیه روابط موجود جهت تخمین انتشار از منبع موردنظر در سند حاضر است و به فراخور سطح دقت موردنظر در محاسبات نرخ انتشار، تعدادی از روابط پیشنهادی مورد استفاده قرار می‌گیرند و نیاز به استفاده از همه آن‌ها به‌طور هم‌زمان نیست.

مرحله چهارم، جمع آوری اطلاعات عملکردی (میزان سوخت و خوراک مصرفی و محصول تولیدی) و انتخاب ضرایب انتشار مناسب: با توجه به نوع منبع انتشار و رویکرد محاسبات در فصل (۲)، اطلاعات عملکردی مورد نیاز متفاوت خواهد بود. اطلاعات عملکردی مورد نیاز در قالب جداولی در فصل (۲) ارائه شده است.

مرحله پنجم، محاسبه مقادیر انتشار و عدم قطعیت انتشارات برآورد شده: برای محاسبه میزان انتشار آلاینده های هوای مرتبط با هر فعالیت، باید اطلاعات عملکردی جمع آوری شده برای آن فعالیت با استفاده از ضرایب و روابط محاسباتی و فاکتورهای انتشار ارائه شده در فصل (۲) به مقادیر انتشار سالانه تبدیل شود. صرف نظر از این که از چه روشی برای تولید اطلاعات عملکردی استفاده شده است (اندازه گیری یا تخمین های مهندسی) همواره این مقادیر با عدم قطعیت همراه هستند که لازم است این عدم قطعیت کمی سازی شده و مقادیر آن گزارش شود. روش های محاسبه عدم قطعیت در فصل (۴) آورده شده است.

مرحله ششم، تجمیع مقادیر انتشار در سطح کل سازمان و محاسبه عدم قطعیت کل: مقادیر انتشار هر یک از منابع انتشار و عدم قطعیت کل با توجه به روش های ارائه شده در فصل (۴) تجمیع می شود.

مرحله هفتم، کنترل و تضمین کیفیت: فعالیت های QA/QC باید جزء جدایی ناپذیری از فرآیند تهیه موجودی انتشار باشد. الزامات کنترل کیفیت باید در راستای بهبود دقت، کاهش عدم قطعیت و اثربخش بودن هزینه های مصرفی باشد. نتایج فعالیت های QA/QC ضمن کمک به جلوگیری از بروز خطا در روند برآورد و محاسبه انتشار آلاینده های هوا، در ارزیابی های آتی بهبود ایجاد کرده به نحوی که با بهره گیری از این نتایج، پارامترها و متغیرهای اثرگذاری که در منابع مختلف انتشار سبب کاهش دقت یا اختلاف می شوند شناسایی می شود. راهنمایی های لازم برای انجام فعالیت های QA/QC در تهیه موجودی انتشار در فصل (۵) ارائه شده است.

مرحله هشتم، تهیه گزارش موجودی انتشار: پس از انجام تمامی مراحل تخمین انتشار آلاینده های هوا در سازمان، گزارش تجمیعی از میزان انتشار هر آلاینده در سازمان با توجه به فرم ارائه شده در فصل (۶) تهیه شده و در اختیار سازمان سطح بالاتر قرار می گیرد.

صفحه ۱۸ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------------	--	--

فصل دوم

نحوه محاسبه و برآورد میزان انتشار آلاینده‌های هوا از منابع نشر

در این فصل ابزارها و روش‌های مختلف و رایج جهت تخمین میزان انتشار آلاینده‌های هوا از منابع انتشار صنعت نفت ارائه شده است. برای هر نوع منبع انتشار، ابتدا روش دارای بالاترین دقت و سپس روش‌های با دقت پایین‌تر ارائه شده است. ممکن است در یک سازمان با توجه به داده‌های عملکردی موجود، از تلفیق روش‌های ارائه شده برای تخمین انتشار آلاینده‌های مختلف استفاده شود. در این فصل منابع انتشار گازهای آلاینده به طور کلی در سه دسته تقسیم بندی می‌شوند:

۱. منابع احتراقی

۲. منابع فرایندی و تخلیه‌ای

۳. منابع فرار

منابع انتشار نوع اول: منابع احتراقی

منابع احتراقی مشتمل بر انواع سیستم‌های احتراقی نظیر کوره، توربین، دیزل ژنراتور، بویلر فرایندی، گرم‌کن، توربو پمپ، توربو کمپرسور و توربوژنراتور، فلر، پسماندسوز، اکسیدایزر و چاله سوخت، و ... بوده و آلاینده‌های موردنظر نیز شامل CO ، NO_x ، SO_2 ، ذرات معلق و ترکیبات آلی فرار است که در ادامه روش‌های برآورد نشر هریک از آلاینده‌ها ارائه شده است.

۱- منابع احتراقی ثابت (غیر از فلر، پسماندسوز، اکسیدایزر و چاله‌ی سوخت)

برای برآورد انتشار این دسته از منابع چهار روش به ترتیب دقت ارائه شده که عبارتند از: (الف) روش سنجش مستقیم غلظت و دبی گاز دودکش، (ب) روش سنجش مستقیم غلظت و محاسبه دبی گاز دودکش، (ج) موازنه جرمی و (د) استفاده از ضرایب انتشار ملی یا بین المللی. خلاصه‌ای از اطلاعات عملکردی مورد نیاز برای تخمین میزان انتشار آلاینده‌ها در جدول (۱-۲) آورده شده است.

جدول (۱-۲) - نیازمندی‌های روشهای مختلف برآورد میزان انتشار منابع احتراقی ثابت

ردیف	روش	آلاینده‌ها	نیازمندی‌ها
الف	سنجش مستقیم غلظت و دبی گاز دودکش	CO, NO _x , SO ₂ , VOC, PM	قطر دودکش، سرعت، غلظت آلاینده، دما، فشار و میزان رطوبت گاز
ب	سنجش مستقیم غلظت و محاسبه دبی گاز دودکش		غلظت آلاینده گاز، دما و فشار گاز، میزان رطوبت گاز، مقدار سوخت مصرفی و آنالیز ترکیبات سوخت مصرفی
ج	موازنه جرمی	SO ₂	مقدار سوخت مصرفی، درصد ترکیبات گوگردی موجود در سوخت
د	استفاده از ضرایب انتشار	CO, NO _x , VOC, PM	مقدار مصرف سوخت، نوع سوخت و ارزش حرارتی ناخالص سوخت

۱-۱- روش (الف): سنجش مستقیم غلظت و دبی گاز دودکش

در این روش، اطلاعات عملکردی مربوط به پایش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی گاز دودکش مورد نیاز است که باید مطابق جدول (۶-۱۳) تهیه شود. مقدار دبی از حاصل ضرب سرعت در سطح مقطع داخلی محل اندازه‌گیری سرعت محاسبه شده و غلظت به صورت مستقیم اندازه‌گیری می‌شود. در ادامه، میزان انتشار سالانه آلاینده i به کمک رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$E_{i,t} (\text{ton} / \text{yr}) = \left(\sum_{j=1}^N E_{i,j} \times \Delta t_j \right) \times 10^{-9} \quad (1)$$

در این رابطه:

N : تعداد دوره‌های اندازه‌گیری در یک سال است. در پایش پیوسته با توجه به اینکه دیتا لاگر در چه بازه‌های زمانی نتایج آنالیز را ثبت می‌کند، این مقدار متغیر خواهد بود. به عنوان نمونه اگر داده‌ها به صورت ساعتی ثبت شود مقدار N برابر با ۸۷۶۰ (حاصل ضرب ۲۴ ساعت هر شبانه روز در ۳۶۵ روز سال) است. در مورد پایش ادواری، مقدار N برابر تعداد دوره‌های پایش در یک سال (معمولاً برابر با ۴) است و نشان‌دهنده این است که باید حداقل در طول سال چهار پایش دوره‌ای (هر فصل یکبار) انجام گیرد. بدیهی است پایش‌های بیشتر منجر به افزایش دقت و کاهش عدم قطعیت در محاسبات خواهد شد.

Δt_j : بازه زمانی بین دو پایش متوالی (بر حسب ثانیه). در پایش پیوسته به طور نمونه اگر سنجش‌ها به طور ساعتی ثبت شود، این بازه زمانی برابر با ۳۶۰۰ ثانیه است. برای پایش ادواری، با توجه به فاصله زمانی پایش j -ام از پایش بعدی در آن سال، مقدار Δt_j از حاصلضرب تعداد روزهای بین دو دوره اندازه‌گیری در ۸۶۴۰۰ که برابر است با (۲۴*۳۶۰۰) به دست می‌آید.

نکته ۱: همانگونه که ذکر شد مقادیر ثبت شده در هر پایش نماینده دوره زمانی انجام آن پایش تا پایش بعدی است در صورتی که اولین و آخرین پایش دوره سالانه هر سال در یک روز انجام نشود، با این حال لازم است کارشناس مربوطه یک دوره سالانه را حتما شامل ۳۶۵ روز در نظر بگیرد. (برای اطلاع بیشتر به مثال یک فصل هفت رجوع شود).

$E_{i,t}$: نرخ انتشار سالانه آلاینده i ، بر حسب $ton/Year$

$E_{i,j}$: نرخ انتشار آلاینده i در ابتدای بازه‌ی زمانی اندازه‌گیری j بر حسب mg/sec است که برای آلاینده‌های گازی و ذره‌ای به ترتیب مطابق روابط (۲) و (۳) محاسبه می‌شود:

برای آلاینده‌های گازی، که بر حسب واحد ppm اندازه‌گیری می‌شوند:

$$E_{i,j} \left(\frac{mg}{sec} \right) = \left(Q_j (m^3/s) \times (1 - H_2O) \times C_i (ppm) \times \left(\frac{273}{T} \right) \times (P) \times \left(\frac{MW_i}{22.4} \right) \right) \quad (2)$$

برای آلاینده‌های ذره‌ای، که بر حسب واحد mg/m^3 اندازه‌گیری می‌شوند:

$$E_{i,j} \left(\frac{mg}{sec} \right) = \left(Q_j (m^3/s) \times (1 - H_2O) \times C_i (mg/m^3) \right) \quad (3)$$

در این روابط،

Q_j : دبی حجمی گاز دودکش در حالت تر در ابتدای دوره اندازه‌گیری j بر حسب m^3/s .

H_2O : کسر مولی و یا حجمی بخار آب در دودکش در ابتدای دوره اندازه‌گیری j . در صورتی که دبی در حالت خشک محاسبه شده باشد، مقدار H_2O برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.

C_i : غلظت تصحیح نشده آلاینده i در دودکش در حالت خشک در ابتدای دوره اندازه‌گیری j ، بر حسب ppm یا mg/m^3 به ترتیب برای آلاینده‌های گازی و ذرات

T : دمای گاز دودکش بر حسب کلوین در ابتدای دوره اندازه‌گیری j .

P : فشار مطلق گاز دودکش بر حسب اتمسفر در ابتدای دوره اندازه‌گیری j .

MW_i : جرم مولی آلاینده گازی i بر حسب گرم بر مول.

22۰4: حجم مولی گاز ایده آل در شرایط نرمال بر حسب لیتر بر مول.

نکته ۲: در شرایطی که پایش آنلاین در دودکش انجام شود، تعریف (C_i) در روابط (۲) و (۳) متفاوت است. در این حالت، (C_i) غلظت آلاینده i خوانده شده در دودکش، توسط سیستم پایش آنلاین است و همچنین با توجه به نوع تکنولوژی سیستم پایش مورد استفاده، نکات ذیل در روابط (۲) و (۳) منظور گردد:

- (تکنولوژی $In-Situ$): در این تکنولوژی که دبی و غلظت آلاینده‌ها در شرایط دمایی دودکش و در حالت تر سنجش می‌شوند، مقدار H_2O در روابط (۲) و (۳) برابر صفر لحاظ شود.
- (تکنولوژی $Extractive (Cold/dry)$): در این تکنولوژی که دبی در شرایط دودکش ولی آلاینده‌ها در شرایط خشک و دمایی محیط سنجش می‌شوند، روابط (۲) و (۳) بدون تغییر استفاده شوند.
- (تکنولوژی $Extractive (Hot/wet)$): در این تکنولوژی که دبی در شرایط دودکش ولی آلاینده‌ها در شرایط تر و دمایی محیط سنجش می‌شوند، مقدار H_2O در روابط (۲) و (۳) برابر صفر لحاظ شود.

نکته ۳: چنانچه سیستم پایش پیوسته به دلایلی طی یک بازه زمانی از سال، خارج از سرویس باشد، در بازه زمانی که پایش پیوسته فعال نیست، از داده‌های پایش ادواری جهت تخمین انتشار در آن دوره استفاده شده و در نهایت مقادیر انتشار بازه‌های زمانی مختلف با هم جمع شود تا انتشار سالانه محاسبه شود.

نکته ۴: در صورتی که به علت دمایی بالا امکان اندازه‌گیری رطوبت با دستگاه‌های قرائت مستقیم میسر نباشد و هیچ اطلاعاتی دیگری از کسر مولی آب در دسترس نباشد، از رابطه زیر که در واقع از تلفیق دو رابطه (ارتباط کسر مولی CO_2 و H_2O در دودکش در اثر سوختن متان و رابطه بین کسر مولی CO_2 در حالت خشک و تر) به دست آمده، می‌توان جهت محاسبه کسر مولی آب در دودکش استفاده کرد:

$$H_2O = CO_{2,d} / (50 + CO_{2,d}) \quad (۴)$$

$CO_{2,d}$: درصد حجمی و یا مولی گاز دی اکسید کربن در دودکش در حالت خشک در ابتدای دوره اندازه گیری z .

۱-۲- روش (ب): سنجش مستقیم غلظت و محاسبه دبی گاز دودکش

این روش به حالتی دلالت دارد که غلظت مشابه روش (الف) اندازه گیری شده لیکن دبی جریان خروجی دودکش به کمک روابط استوکیومتری احتراق سوخت محاسبه می شود. در این روش غالباً سیستم پایش پیوسته در دودکش وجود دارد اما این سیستم توانایی اندازه گیری دبی خروجی دودکش را ندارد. در چنین شرایطی نیز روابط (۱) تا (۴) برای تخمین انتشار آلاینده ها از دودکش مورد استفاده قرار می گیرد لیکن دبی گاز دودکش برای سوخت گاز و مایع به ترتیب مطابق روابط (۵) و (۶) تخمین زده می شود.

$$Q_j \left(\frac{m^3}{s} \right) = Q_f \left(\frac{Sm^3}{s} \right) \times \frac{N_{CO_2}}{1-H_2O} * \frac{100}{CO_{2,d}} * \left(\frac{T}{288.6} \right) \left(\frac{1}{P} \right) \quad (5)$$

$$Q_j \left(\frac{m^3}{s} \right) = Q_f \left(\frac{m^3}{s} \right) \times \frac{\rho_f}{MW_f} \times \frac{N_{CO_2}}{1-H_2O} * \frac{100}{CO_{2,d}} * \left(\frac{T}{288.6} \right) \left(\frac{1}{P} \right) * 23.07 \quad (6)$$

در این روابط،

T : دمای گاز دودکش بر حسب کلوین در ابتدای دوره اندازه گیری z .

P : فشار مطلق گاز دودکش بر حسب اتمسفر در ابتدای دوره اندازه گیری z .

$CO_{2,d}$: درصد حجمی/مولی گاز دی اکسید کربن در دودکش در حالت خشک در ابتدای دوره اندازه گیری z .

H_2O : کسر مولی و یا حجمی بخار آب در دودکش در ابتدای دوره اندازه گیری z .

23.07: حجم مولی گاز ایده آل در شرایط استاندارد بر حسب لیتر بر مول.

Q_f : دبی سوخت مصرفی بر حسب m^3/s برای سوخت مایع یا Sm^3/s برای سوخت گازی.

N_{CO_2} : ضریب تبدیل یک مول سوخت به CO_2 است. می توان فرض کرد که تقریباً ۱۰۰٪ کربن موجود در

سوخت تبدیل به CO_2 می شود، لذا ضریب تبدیل یک مول سوخت به مول CO_2 برابر با تعداد مول کربن

موجود در سوخت است که از رابطه (۸) محاسبه می شود.

$$N_{CO_2} \cong CN = \sum_{k=1}^n (x_k \times CN_k) \quad (7)$$

که در آن:

CN: تعداد مول کربن موجود در سوخت

X_k کسر مولی (حجمی) ترکیب k ام سوخت

CN_k تعداد کربن در ترکیب k ام سوخت

نکته ۱: به عنوان نمونه اگر سوخت مصرفی شامل ۸۰ درصد مولی متان (با یک اتم کربن) و ۲۰ درصد مولی اتان (با دو اتم کربن) باشد، آنگاه با در نظر گرفتن واکنش استوکیومتری احتراق کامل خواهیم داشت: $N_{CO_2} = 0.8 \times 1 + 0.2 \times 2 = 1.2$. همچنین اگر از چند سوخت به طور همزمان هم استفاده شود، می توان این ضریب را برای مجموع سوخت های مصرفی محاسبه کرد.

نکته ۲: با توجه به این که آنالیز جرمی دقیق سوخت های مایع غالباً در دسترس نیست، چنانچه آنالیز یک سوخت نمونه نیز در دسترس باشد، می توان این عدد را برای آن نوع سوخت بر اساس همان داده های نمونه، تعیین و استفاده نمود و یا از مقادیر پیشنهادی جدول (۸-۱) در استفاده شود.

ρ_f : چگالی سوخت مایع مصرفی بر حسب kg/m^3 است که با داشتن آنالیز جرمی سوخت، از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\rho_f = \frac{1}{\sum \left(\frac{y_i}{\rho_i} \right)} \quad (۸)$$

که در آن:

y_i کسر جرمی جزء i -ام سوخت

ρ_i چگالی جزء i -ام سوخت

MW_f : جرم مولی سوخت مایع مصرفی است که با داشتن آنالیز جرمی سوخت، از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$MW_f = \frac{1}{\sum \left(\frac{y_i}{MW_i} \right)} \quad \text{و یا} \quad MW_f = \sum (MW_i \times x_i) \quad (۹)$$

که در آن:

y_i کسر جرمی جزء i -ام سوخت

x_i کسر مولی جزء i -ام سوخت

MW_i جرم جزء i -ام سوخت

نکته ۱: در صورت عدم وجود آنالیز جرمی سوخت مایع، مقدار دانسیته متوسط سوخت مصرفی گزارش شده توسط آزمایشگاه و یا مقادیر پیشنهادی جدول (۸-۱) مورد استفاده قرار گیرد.

نکته ۲: در صورت عدم وجود آنالیز جرمی سوخت مایع، از مقادیر متوسط جرم مولی سوخت‌های مصرفی و یا مقادیر پیشنهادی در جدول (۸-۱) استفاده شود.

اطلاعات عملکردی مورد نیاز برای روش (ب) در هر بار آنالیز گاز دودکش شامل داده‌های آنالیز شیمیایی گاز دودکش و آنالیز ترکیبات موجود در سوخت مصرفی است که باید طبق جدول (۶-۱۴) تهیه شود.

۱-۳- روش (ج): موازنه جرم

بهترین روش تعیین آلاینده SO_2 هر نوع سوخت به صورت رابطه (۱۰) است. در این روش اطلاعات عملکردی مربوط به پایش سوخت و یا موازنه در جدول (۶-۱۵) آورده شده است. رابطه (۱۰) بایستی برای هر یک از سوخت‌های سازمان جداگانه استفاده شود و در نهایت مقدار کل انتشار SO_2 سازمان برابر با مجموع انتشارات SO_2 از تمام سوخت‌های سازمان است.

$$E_{SO_2, f} \left(\frac{ton}{yr} \right) = \left(\sum_{j=1}^N Q_{f, j} \times C_{s, j} \times K \times \left(\frac{64}{32} \right) \right) \times 10^{-9} \quad (10)$$

در رابطه (۱۰):

E_{SO_2} : میزان انتشار آلاینده SO_2 سالانه از سوخت نوع (f)،

Q_f : مقدار کل سوخت مصرفی نوع (f) در دوره اندازه‌گیری زام. برای سوخت مایع برحسب m^3 و برای سوخت گازی بر حسب Sm^3 بیان می‌شود.

C_s : غلظت گوگرد (S) در سوخت مصرفی نوع (f) در زمان پایش هر دوره اندازه‌گیری. برای سوخت‌های مایع غلظت بر حسب mg/m^3 است و در سوخت گازی غلظت بر حسب mg/Sm^3 است.

K برابر با یک است اما چنانچه واحد C_s برای سوخت گاز بر حسب ppm باشد، $K = \frac{32}{23.7}$ است.

N: تعداد دوره‌های اندازه‌گیری در یک سال است.

64: جرم مولی SO_2 .

32: جرم مولی گوگرد.

23۰7: حجم مولی گاز ایده آل در شرایط استاندارد، بر حسب لیتر بر مول.

توجه: هر چند تعداد روزها در رابطه (۱۰) بکار نمی روند اما باید توجه شود که تعداد روزهای دوره‌های اندازه گیری بایستی تعداد کل روزهای سال (۳۶۵ روز) را پوشش دهند همان طور که مجموع مقدار سوخت مصرفی نوع (f) همه دوره اندازه گیری بایستی برابر با کل مقدار سوخت مصرفی نوع (f) در یک سال باشد.

نکته: رابطه (۱۰) بایستی برای هر نوع سوخت (f) سازمان سطح ۳ جداگانه محاسبه شود و نهایت مقدار کل انتشار آلاینده SO₂ سازمان، برابر با مجموع انتشار آلاینده SO₂ از انواع سوخت های سازمان، یعنی مجموع $E_{SO_2, f} \left(\frac{ton}{yr} \right)$ است.

۱-۴- روش (د): استفاده از ضرایب انتشار

اطلاعات عملکردی مورد نیاز جهت تخمین انتشار آلاینده‌ها در این روش شامل میزان مصرف سوخت و ارزش حرارتی سوخت می‌باشد. چنانچه سازمانی اقدام به تهیه ضرایب انتشار منطقه‌ای برای خود کرده باشد، می‌تواند پس از اطلاع رسانی به وزارت نفت، از آن ضرایب استفاده نماید.

میزان انتشار آلاینده‌ها (به غیر از SO₂) از رابطه (۱۱) محاسبه می‌شود. متعاقباً نرخ انتشار سالانه نیز از رابطه (۱) محاسبه می‌شود. لازم به ذکر است مقدار انتشار آلاینده SO₂ باید به روش (ج) برآورد شود.

$$E_{i,j} \left(\frac{ton}{yr} \right) = Q_f \left(\frac{Sm^3}{yr} \right) \times HHV_{mix} \left(\frac{GJ}{Sm^3} \right) \times EF_i \times 10^{-6} \quad (11)$$

که در آن،

$E_{i,j}$: نرخ انتشار سالانه آلاینده i.

Q_f : سوخت مصرفی سالانه در شرایط استاندارد که برای سوخت‌های گازی بر حسب Sm^3/yr و برای سوخت‌های مایع بر حسب m^3/yr است.

HHV_{mix} : ارزش حرارتی ناخالص سوخت مصرفی در شرایط استاندارد است که برای سوخت‌های گازی با توجه به ترکیب درصد اجزا با کمک فصل (۳) و برای سوخت‌های مایع با توجه به نتایج آزمایشگاه سازمان سطح ۳ و یا مقادیر پیش فرض در جدول (۸-۱) بر حسب GJ/m^3 محاسبه می‌شود.

10^{-6} : ضریب تبدیل گرم به تن.

EF_i : ضریب انتشار آلاینده i برای بویلر، کوره فرآیندی و گرمکن بر اساس نوع سوخت در جدول (۲-۲) تا جدول (۸-۲) و برای توربین در جدول (۲-۹) و جدول (۲-۱۰) بر حسب g/GJ آورده شده است.

تبصره: برای انتشار آلاینده CO و NOx از تجهیزات احتراقی (بویلر، هیتر و توربین) با سوخت گازی در شرکت‌های تابعه شرکت ملی نفت تعاریف پارمترهای رابطه (۱۱) به صورت ذیل است:

Q_f : مقدار سوخت گازی مصرفی سالانه بر حسب Kg/yr

HHV_{mix} : این پارامتر حذف و عدد یک برای آن جایگزین می‌شود.

EF_i : ضریب بومی انتشار آلاینده CO و NOx برای تجهیزات احتراقی (بویلر، هیتر و توربین) با سوخت گازی در شرکت‌های تابعه شرکت ملی نفت. به جدول (۲-۱۱) رجوع شود.

جدول (۲-۲) - ضرایب انتشار CO و NOx از احتراق گاز طبیعی در بویلر، کوره فرآیندی و گرمکن^۱،^۲

آلاینده CO		آلاینده NOx		نوع محفظه احتراق (MMBTU/hr حرارت ورودی)
رتبه عدم قطعیت ^۳	ضریب انتشار (g/GJ)	رتبه عدم قطعیت	ضریب انتشار (g/GJ)	
بویلرهای بزرگ با احتراق در دیواره بیشتر از ۱۰۰ میلیون بی.تی.یو بر ساعت				
B	35.5	A	80.1	کنترل نشده
		A	59	کنترل شده (مشعل‌هایی با NOx پایین)
		D	42.2	کنترل شده (بازگشت محصولات احتراق)
بویلرهای کوچک کمتر از ۱۰۰ میلیون بی.تی.یو بر ساعت				
B	35.5	B	42.2	کنترل نشده
		D	21.1	کنترل شده (مشعل‌هایی با NOx پایین)
		C	13.5	کنترل شده (بازگشت محصولات احتراق)
احتراق مماسی (همه اندازه‌ها)				
C	10.1	A	71.7	کنترل نشده
D	41.3	D	32.1	کنترل شده (بازگشت محصولات احتراق)

نکته ۱: ضرائب ارائه شده در مرجع مربوطه برای سوخت گاز طبیعی و بر حسب $\text{lb}/10^6 \text{ scf}$ آورده شده است که برای تعیین ضرایب جهت کاربرد برای سایر سوخت‌های گازی و سوخت مایع LPG، در این سند بر حسب ارزش حرارتی ناخالص (HHV) ارائه شده است. ارزش حرارتی ناخالص گاز طبیعی برابر با $0.038 \text{ GJ}/\text{Sm}^3$ در نظر گرفته شده است که اگر سوخت مصرفی گاز طبیعی باشد، از این عدد برای ارزش حرارتی در رابطه (۱۲) می‌توان استفاده کرد. برای محاسبه ارزش حرارتی ناخالص سایر سوخت‌ها به فصل (۳) مراجعه شود و در صورت عدم وجود ترکیب درصد از مقادیر پیش فرض فصل (۸) و یا مقادیر آزمایشگاه سازمان سطح ۳ مربوطه استفاده شود.

نکته ۲: ضرایب CO، PM و VOC ارائه شده در سند AP-42 در بخش LPG نیز بر مبنای ضرایب گاز طبیعی و ارزش حرارتی آنها است. از آنجایی که ضریب NOx سوخت LPG در سند مذکور نیز تقریباً برابر با ضرایب احتراق گاز طبیعی است، در راهنمای حاضر جهت تسهیل کار کارشناسان ضرایب LPG نیز برابر با گاز طبیعی در نظر گرفته شده است. لذا برای سوخت مایع LPG نیز از ضرایب این جدول استفاده می‌شود و چنانچه قبلاً گفته شد بهترین روش برآورد مقدار SO2 منتشره، موازنه جرم (روش ج) است.

نکته ۳: رتبه کیفی عدم قطعیت که در تعیین عدم قطعیت کمی انتشار آلاینده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (جدول (۴-۲)).

جدول (۲-۳) - ضرایب انتشار آلاینده‌ها به جزء CO و NOx حاصل از احتراق گاز طبیعی در بویلرها، کوره‌ها و گرمکن‌ها^{۱،۲} [۲]

رتبه عدم قطعیت	ضریب انتشار (g/GJ)	نوع آلاینده
D	3.2	PM (کل)
D	2.4	PM (چگالش‌پذیر) ^۳
B	0.8	PM (قابل تصفیه) ^۴
C	2.3	VOC

نکته ۱: ضرائب ارائه شده در مرجع مربوطه برای سوخت گاز طبیعی و بر حسب $\text{lb}/10^6 \text{ scf}$ آورده شده است که برای تعیین ضرایب جهت کاربرد برای سایر سوخت‌های گازی و سوخت مایع LPG، در این سند بر حسب ارزش حرارتی ناخالص (HHV) ارائه شده است. ارزش حرارتی ناخالص گاز طبیعی برابر با $0.038 \text{ GJ}/\text{Sm}^3$ در نظر گرفته شده است که اگر سوخت مصرفی گاز طبیعی باشد، از این عدد برای ارزش حرارتی در رابطه (۱۲) می‌توان استفاده کرد. برای محاسبه ارزش حرارتی ناخالص سایر سوخت‌ها به فصل (۳) مراجعه شود و یا در صورت عدم وجود ترکیب درصد گاز می‌توان از مقادیر پیش فرض فصل (۸) و یا مقادیر ارائه شده از آزمایشگاه سازمان سطح ۳ مربوطه استفاده کرد.

نکته ۲: ضرایب CO، PM و VOC ارائه شده در سند AP-42 در بخش LPG نیز بر مبنای ضرایب گاز طبیعی و ارزش حرارتی آنها است. از آنجایی که ضریب NOx سوخت LPG در سند مذکور نیز تقریباً برابر با ضرایب احتراق گاز طبیعی است، در راهنمای حاضر جهت تسهیل کار کارشناسان ضرایب LPG نیز برابر با گاز طبیعی در نظر گرفته شده است. لذا برای سوخت مایع LPG نیز از ضرایب این جدول استفاده می‌شود و چنانچه قبلاً گفته شد بهترین روش برآورد مقدار SO2 منتشره، موازنه جرم (روش ج) است.

نکته ۳: بخشی از ذرات معلق که با استفاده از روش EPA ۲۰۲ قابل اندازه‌گیری هستند. این ذرات به شکل گاز از دودکش خارج می‌شوند ولی در هوای سرد محیط تبدیل به ذرات معلق می‌شوند.

نکته ۴: بخشی از ذرات معلق که با استفاده از روش EPA ۵ قابل اندازه‌گیری هستند. این ذرات از ابتدا در حالت ذرات جامد و مایع معلق از دودکش خارج می‌شوند.

جدول (۴-۲) - ضرایب انتشار آلاینده‌های معیار حاصل از احتراق نفت کوره در بویلرها^[۲۳]

رتبه عدم قطعیت	Nox	رتبه عدم قطعیت	CO	رتبه عدم قطعیت	PM (قابل تصفیه)	آلاینده
	(g/GJ)		(g/GJ)		(g/GJ)	واحد
Boilers > 100 Million Btu/hr						
A	134.71	A	14.33	A	26.34(S)+9.23	احتراق عادی
B	114.65	A	14.33	A	26.34(S)+9.23	احتراق عادی با مشعل‌هایی با NOx پایین
A	91.72	A	14.33	A	26.34(S)+9.23	احتراق مماسی
E	74.52	A	14.33	A	26.34(S)+9.23	احتراق مماسی با مشعل‌هایی با NOx پایین
Boilers < 100 Million Btu/hr						
A	157.64	A	14.33	B	26.34(S)+9.23	احتراق عادی
نکته ۲: ضرایب در صد جرمی گوگرد در سوخت مثلاً اگر درصد جرمی گوگرد در سوخت برابر با ۱٪ است S=1 است						

جدول (۵-۲) - ضرایب انتشار آلاینده VOC حاصل از احتراق نفت کوره در بویلرها^[۲۳]

رتبه عدم قطعیت	NMTOC	نوع بویلر
	(g/GJ)	
A	2.18	Utility boilers
A	0.80	Industrial boilers

جدول (۶-۲) - ضرایب انتشار آلاینده‌های معیار حاصل از احتراق Heavy GasOil در بویلرها^[۲۳]

رتبه عدم قطعیت	Nox	رتبه عدم قطعیت	CO	رتبه عدم قطعیت	PM (قابل تصفیه)	آلاینده
	(g/GJ)		(g/GJ)		(g/GJ)	واحد
Boilers > 100 Million Btu/hr						
B	134.71	A	14.33	B	20.06	احتراق عادی
B	91.72	A	14.33	B	20.06	احتراق مماسی
Boilers < 100 Million Btu/hr						
A	57.32	A	14.33	B	20.06	احتراق عادی

جدول (۷-۲) - ضرایب انتشار آلاینده‌های معیار حاصل از احتراق Light GasOil در بویلرها^۱ [۲۳]

آلاینده	PM قابل (تصفیه)	رتبه عدم قطعیت	CO	رتبه عدم قطعیت	Nox	رتبه عدم قطعیت
	(g/GJ)		(g/GJ)			
Boilers > 100 Million Btu/hr						
احتراق عادی	5.73	A	14.33	A	68.79	D
احتراق مماسی	5.73	A	14.33	A	28.66	D
Boilers < 100 Million Btu/hr						
احتراق عادی	5.73	A	14.33	A	57.32	A

جدول (۸-۲) - ضرایب انتشار آلاینده VOC حاصل از احتراق GasOil در بویلرها^۱ [۲۳]

نوع بویلر	NMTOC (g/GJ)	رتبه عدم قطعیت
Utility boilers	2.18	A
Industrial boilers	0.57	A

جدول (۹-۲) - ضرایب انتشار ارائه شده توسط EPA برای دو آلاینده NOx و CO از توربین‌ها^۱ [۳]

CO		NOx		نوع توربین
رتبه عدم قطعیت	(g/GJ) (سوخت ورودی)	رتبه عدم قطعیت	(g/GJ) (سوخت ورودی)	توربین با سوخت گاز طبیعی ^۲
A	35.3	A	137.6	کنترل نشده
A	12.9	A	55.9	تزریق بخار آب
D	6.45	D	42.6	پیش اختلاط رقیق
رتبه عدم قطعیت	(g/GJ) (سوخت ورودی)	رتبه عدم قطعیت	(g/GJ) (سوخت ورودی)	توربین با سوخت گازوئیل ^۳
C	1.24	C	378.7	کنترل نشده
C	32.7	B	103.3	تزریق بخار آب

نکته ۱: ضرایب انتشار بر مبنای ارزش حرارتی ناخالص سوخت‌ها (HHV) ارائه شده اند.
 نکته ۲: ارزش حرارتی ناخالص گاز طبیعی برابر با 0.038 GJ/Sm³ در نظر گرفته شده است که در صورت عدم وجود ترکیبات سوخت مصرفی می‌توان از این عدد در رابطه (۱۲) استفاده کرد.
 نکته ۳: ارزش حرارتی ناخالص گازوئیل برابر با 38.7 GJ/Sm³ در نظر گرفته شده است که در صورت عدم وجود ترکیبات سوخت مصرفی می‌توان از این عدد در رابطه (۱۲) استفاده کرد.

جدول (۲-۱۰) - ضرایب انتشار آلاینده‌های معیار (به جز CO و NOx) ناشی از توربین‌ها با سوخت گاز طبیعی و گازوئیل^۱ [۳]

نوع آلاینده	توربین با سوخت گاز طبیعی		توربین با سوخت گازوئیل	
	رتبه عدم قطعیت	(g/GJ) (سوخت ورودی)	رتبه عدم قطعیت	(g/GJ) (سوخت ورودی)
VOC		0.9	D	0.18
PM (چگالش پذیر)		2.02	C	3.1
PM (قابل تصفیه)		0.82	C	1.85
PM (کل)		2.84	C	5.16

نکته ۱: ضرایب انتشار بر مبنای ارزش حرارتی ناخالص سوخت‌ها (HHV) ارائه شده‌اند.
نکته ۲: در صورت موجود بودن غلظت S در سوخت که روش (ج) پیشنهاد می‌شود ولی اگر مقادیر غلظت گوگرد موجود نباشند، ضریب انتشار برای سوخت گاز طبیعی برابر با 1.46 g/GJ و برای گازوئیل برابر با 14.2 g/GJ در نظر گرفته می‌شود.

جدول (۲-۱۱) - ضرایب بومی انتشار NOx و CO حاصل از احتراق سوخت‌های گازی در تجهیزات احتراقی شرکت‌های تابعه شرکت ملی نفت [۵]

ضرایب بومی تجهیزات احتراقی با سوخت گازی				نوع تجهیز
رتبه عدم قطعیت	NOx (g/ kg fuel)	رتبه عدم قطعیت	CO (g/ kg fuel)	
B	2.1	C	5.1	بویلرها (مطابق ضریب بومی سطح ۲ NIOC)
B	1.8	C	2.6	گرمکن‌ها (مطابق ضریب بومی سطح ۲ NIOC)
B	4.3	B	6.2	توربین‌ها (مطابق ضریب بومی سطح ۲ NIOC)
A	2.5	A	6.5	توربین مدل Ruston (مطابق ضریب بومی سطح ۳ NIOC)
A	5.2	A	5.9	توربین مدل AVON1533 (مطابق ضریب بومی سطح ۳ NIOC)
A	3.7	A	11.4	توربین مدل AVON1534 (مطابق ضریب بومی سطح ۳ NIOC)
A	3.6	A	3.5	توربین مدل Hispano (مطابق ضریب بومی سطح ۳ NIOC)
A	4.8	A	1.6	توربین مدل SGT 200 (مطابق ضریب بومی سطح ۳ NIOC)

۲- فلر

از آنجا که در فلر، امکان سنجش مستقیم گازهای حاصل از احتراق وجود ندارد، روش‌های مختلف جهت برآورد انتشار آلاینده‌ها از فلر به ترتیب دقت، به صورت زیر دسته بندی می‌شود:

الف) استفاده از دبی و ترکیب گاز ارسالی به فلر و راندمان احتراق

ب) استفاده از ضرایب نشر.

خلاصه‌ای از پارامترهای عملکردی مورد نیاز هر کدام از دو روش مذکور جهت تخمین انتشار آلاینده‌ها در جدول (۱۲-۲) آورده شده است.

جدول (۱۲-۲) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش‌های مختلف تخمین میزان انتشار در فلرها

ردیف	روش	آلاینده‌ها	نیازمندی‌ها
الف	استفاده از دبی و ترکیب گاز ارسالی و راندمان احتراق	VOC, SO ₂	مقدار گاز ارسالی به فلر، ترکیب درصد گوگرد و ترکیبات VOC در جریان گاز ارسالی
ب	استفاده از ضرایب انتشار	PM, NO _x , CO	مقدار گاز ارسالی به فلر، ارزش حرارتی گاز ارسالی

اطلاعات عملکردی مربوط به پایش گاز ارسالی به فلر و یا محاسبات موردنیاز که برای تخمین آلاینده‌های منتشره از فلر مورد نیاز است، در قالب جدول (۶-۱۶) تهیه می‌شود.

ملاحظات عمومی برآورد انتشار از فلرها

ملاحظات عمومی مربوط به برآورد انتشار انواع آلاینده‌ها از فلر در ادامه آورده شده است.

- مقدار جریان ارسالی به فلر باید شامل گاز پایلوت سوزانده شده در فلر نیز باشد.
- چنانکه یک سازمان سطح ۳ بیش از یک فلر داشته باشد، محاسبات مربوط به فلر باید به صورت جداگانه برای هر فلر انجام شده و مقدار انتشار محاسبه شده به تفکیک فلرها گزارش شود. به عبارتی هر فلر به عنوان یک منبع در نظر گرفته می‌شود. چنانکه تفکیک اطلاعات برای فلرها میسر نباشد، با ارائه دلایل مستدل، محاسبات به صورت تفکیک نشده و برای مجموع فلرینگ انجام و گزارش شود.
- در فاز اول برنامه گزارش‌دهی، سازمان‌های سطح ۳ می‌توانند در صورت عدم وجود تجهیزات اندازه‌گیری مقدار جریان‌های ارسالی به فلر، از روش‌های دیگر (محاسبات مهندسی و ...) استفاده کنند.
- با توجه به عدم وجود ترکیب درصد گازهای ارسالی به فلر در برخی از تاسیسات از یکسو و تفاوت ماهوی تاسیسات و به تبع آن تغییرات عمده/نامحسوس ترکیب گازهای ارسالی به فلر، لازم است شرکت‌های اصلی طبق الزامات سند راهنمای محاسبه و گزارش دهی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای اداره کل HSE وزارت نفت،

دستورالعملی را (متناسب با نوع فعالیت‌ها و تاسیسات تابعه خود) به منظور نحوه تعیین ترکیب درصد گازهای ارسالی به فلر تهیه نمایند.

- فلر مربوط به امحاء بیوگاز تولیدی از سیستم‌های تصفیه بی‌هوازی (اعم از پساب یا لجن) نیز جزء تعریف فلر قرار می‌گیرد.

۲-۱- روش (الف): استفاده از دبی و ترکیب گاز ارسالی و راندمان احتراق

این روش که بالاترین دقت را در تعیین نرخ انتشار فلر دارد، بر مبنای سنجش مستقیم و یا دوره‌ای دبی و ترکیب درصد گاز ارسالی به فلر می‌باشد. اطلاعات عملکردی مربوط به پایش گاز ارسالی به فلر و یا محاسبات موردنیاز که برای تخمین آلاینده‌های منتشره از فلر مورد نیاز است، در قالب جدول (۶-۱۶) تهیه می‌شود. از آنجا که راندمان احتراق تاثیر چشمگیری روی محصولات احتراقی دارد، لذا یکی دیگر از پارامترهای مورد نیاز در این روش، بازده فلرینگ است. این روش برای آلاینده‌هایی قابل کاربرد است که می‌توان آنها را از طریق موازنه جرم تعیین کرد. در فرایند فلرینگ، میزان انتشار آلاینده‌های SO_2 و VOC را می‌توان از این روش محاسبه کرد. اما برای آلاینده‌های NO_x ، CO و PM از روش ب استفاده می‌شود.

نرخ انتشار سالانه SO_2 و VOC با استفاده از روش الف به ترتیب از روابط (۱۲) و (۱۳) محاسبه می‌شود.

$$E_{SO_2} \left(\frac{ton}{yr} \right) = \sum_{j=1}^N (Q_{f,j} \times C_{s,j} \times EFF \times \frac{64}{23.7} \times 86400 \times 10^{-3} \times day_j) \quad (12)$$

$$E_{VOC} \left(\frac{ton}{yr} \right) = \sum_{j=1}^N (Q_{f,j} \times C_{VOC,j} \times (1 - EFF) \times \frac{MW_{VOC,j}}{23.7} \times 86400 \times 10^{-3} \times day_j) \quad (13)$$

که در روابط (۱۲) و (۱۳):

E_i : نرخ انتشار سالانه آلاینده i

$Q_{f,j}$: دبی حجمی گاز ارسالی به فلر در ابتدای دوره اندازه‌گیری زام بر حسب (Sm^3/s)

نکته: در توضیحات روابط (۱۲) و (۱۳) منظور از دوره اندازه‌گیری، پایش دوره‌ای نمونه و یا محاسبات

دوره‌ای مورد نیاز جهت برآورد دبی و ترکیب درصد گاز ارسالی به فلر است.

C_s : کسر مولی گوگرد (S) در گاز ارسالی به فلر در ابتدای دوره اندازه‌گیری زام .

C_{VOC} : کسر مولی ترکیبات VOC در گاز ارسالی به فلر در ابتدای دوره اندازه گیری زام .

نکته: در این روش می توان انتشار هر یک از اجزای VOC را به طور مجزا نیز محاسبه کرد و سپس مجموع آنها را به عنوان انتشار VOC گزارش کرد.

MW_{VOC} : جرم مولی ترکیب VOC و یا یک جزء خاص از VOC در ابتدای دوره اندازه گیری زام .
 EFF : بازده احتراق فلر که برابر با مقدار پیش فرض 0.98 در نظر گرفته می شود. (رتبه عدم قطعیت: A) .
64: جرم مولی SO_2 .
 86400×10^{-3} : ضریب تبدیل واحدها، لازم به ذکر است در این ضریب تبدیل تعداد ساعت کارکرد فلر در روز ۲۴ ساعت در نظر گرفته شده است.
23.7: حجم مولی در شرایط استاندارد بر حسب لیتر بر مول
 Day_j : تعداد روزهای کارکرد فلر در طول دوره اندازه گیری زام
 N : تعداد دوره های اندازه گیری (پایش دوره های نمونه و یا محاسبات دوره های مورد نیاز) در طول یک سال. **نکته:**
بدیهی است که اگر اندازه گیری، آنالیز و یا تخمین ترکیبات گاز ارسالی به فلر فقط در یک دوره زمانی در طول یک سال انجام شود $N=1$ است و در این صورت Day_j تعداد روزهای کارکرد فلر در طول یک سال است.

۲-۲- روش (ب): استفاده از ضرایب انتشار

برای آلاینده های غیر از SO_2 و VOC ، استفاده از ضرایب انتشار ارائه شده توسط مراجع معتبر بهترین روش موجود است. در ادامه ضرایب انتشار به همراه روابط آنها در دو بخش صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی و صنایع بالادستی نفت و گاز ارائه شده است.

۲-۲-۱- ضرایب صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی

برای تخمین نرخ انتشار آلاینده های CO، NO_x و PM فلر در صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی با استفاده از ضرایب انتشار بین المللی از رابطه (۱۴) بهره گرفته می شود که ضرایب انتشار مربوطه آن در جدول (۲-۱۳)

ارائه شده است.

$$E_i(\frac{Ton}{yr}) = Q_f(\frac{Sm^3}{yr}) \times HV_{mix}(\frac{GJ}{Sm^3}) \times EF_i(\frac{g}{GJ}) \times 10^{-6} \quad (۱۴)$$

در این رابطه:

$E_{i,j}$: نرخ انتشار سالانه آلاینده i

Q_f : حجم سالیانه گاز ارسالی به فلر بر حسب (sm^3/yr) .

EF_i : ضریب انتشار آلاینده i ، به جدول (۲-۱۳) رجوع شود.

HV_{mix} : ارزش حرارتی گاز ارسالی به فلر در شرایط استاندارد. HV_{mix} برای NOx معادل HHV_{mix} و برای سایر ترکیبات معادل LHV_{mix} است. مقدار ارزش حرارتی خالص و ناخالص، با مشخص بودن ترکیب گاز ارسالی، از طریق فصل (۳) قابل محاسبه است و یا بایستی مقدار گزارش شده توسط آزمایشگاه سازمان سطح ۳ بکارگرفته شود.

نکته: اگر اندازگیری، آنالیز و یا تخمین ترکیبات گاز ارسالی به فلر به منظور محاسبه HV_{mix} در چندین دوره زمانی در طول یک سال انجام می‌شود، لازم است رابطه (۱۴) برای هر دوره زمانی و بر مبنای پارامترهای اندازه گیری شده در ابتدای هر دوره، محاسبه و نهایتاً با هم جمع شوند.

جدول (۲-۱۳) - ضرایب انتشار مربوط به فلر در صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی [۴]

رتبه کیفی عدم قطعیت	ضریب انتشار ^۱ (g/GJ)	ترکیبات
D	133.4	CO
B	29.26	NOx
B	0	PM (فلر بدون دود)
B	0.5	PM (فلر با دود کم)
B	2.2	PM (فلر با دود متوسط)
B	3.41	PM (فلر با دود زیاد)
	نکته ۱: ضرایب انتشار برای همه ترکیبات به غیر از NOx بر مبنای ارزش حرارتی خالص سوخت‌ها (LHV) و برای NOx بر مبنای ارزش حرارتی ناخالص (HHV) ارائه شده اند.	

۲-۲-۲- ضرایب صنایع بالادستی نفت و گاز

بر اساس راهنمای برآورد انتشار آلاینده های هوا شرکت ملی نفت با شماره سند-NIOC-HSE-EN-GU-043 برای محاسبه ی انتشار آلاینده های CO ، NOx و PM می توان از رابطه (۱۶) بهره گرفت. همچنین ضرایب انتشار فلرهای گرم در جدول (۲-۱۴) و فلرهای اسیدی در جدول (۲-۱۵) ارائه شده است.

$$E_{i,j}(\frac{ton}{yr}) = Q_f(\frac{sm^3}{yr}) \times \rho_{mix}(\frac{kg}{sm^3}) \times EF_i(\frac{kg}{kg}) \times 10^{-3} \quad (۱۵)$$

در این رابطه:

$E_{i,j}$: نرخ انتشار سالانه آلاینده i .

Q_f : دبی حجم سالیانه گاز ارسالی به فلر در شرایط استاندارد بر حسب (Sm^3/s) .

ρ_{mix} : چگالی گاز ارسالی به فلر در شرایط استاندارد بر حسب kg/sm^3 ، که با داشتن آنالیز گاز ارسالی و رابطه (۹) محاسبه می شود. همچنین با داشتن جرم مولی گاز ارسالی به فلر (kg/mol) با استفاده از رابطه $\frac{PM_{avg}}{RT}$ در شرایط استاندارد ($101325 Pa$ و $288/75 K$)، چگالی گاز (kg/sm^3) قابل محاسبه است. لازم به ذکر است M_{avg} از طریق رابطه (۱۰) قابل برآورد است. در غیر این صورت بایستی مقدار گزارش شده توسط آزمایشگاه سازمان سطح ۳ بکارگرفته شود.

EF_i : ضریب انتشار آلاینده i ، (به جدول (۲-۱۴) و جدول (۲-۱۵) رجوع شود).

10^{-3} : ضریب تبدیل واحد kg به ton .

جدول (۲-۱۴) ضرایب انتشار مربوط به فلرهای گرم در صنایع بالادستی نفت و گاز [۵]

ترکیبات	ضریب انتشار (kg/kg)	رتبه کیفی عدم قطعیت
CO	0.0179	B
NOx	0.0024	B
PM ^۱	0.0014	B
نکته ۱: طبق راهنمای برآورد انتشار آلاینده های هوا شرکت ملی نفت با شماره سند-NIOC-HSE-EN-GU-043-00 برای فلرهای گرم، ضریب ارائه شده تحت عنوان ضریب دوده است.		

جدول (۲- ۱۵) ضرایب انتشار مربوط به فلرهای اسیدی در صنایع بالادستی نفت و گاز [۵]

ترکیبات	ضریب انتشار (kg/kg)	رتبه کیفی عدم قطعیت
CO	$0.098 \times Y_{HC}$	B
NOx	$\frac{62.5}{10^{12}} \times LHV_{mix}$	B
نکته ۱: Y_{HC} کسر جرمی HC گاز ارسالی به فلر نکته ۲: LHV_{mix} ارزش حرارتی خالص گاز ارسالی به فلر در شرایط استاندارد بر حسب $\frac{J}{kg}$		

نکته: اگر فلرها به صورت مقطعی مورد استفاده قرار می گیرند، بایستی در گزارشات مربوط به انتشار آلاینده ها از فلر، به این مورد (کارکرد دائم، کارکرد مقطعی) اشاره شود و در صورت کارکرد مقطعی، بازه زمانی عملیات و میزان انتشار برای هر دوره از عملیات گزارش شود.

۳- پسماند(زباله) سوز و اکسیدایزر

به دلیل ترکیبات متنوع در مواد سوختی در این تجهیزات، ضریب انتشار مشخص و مدونی برای این نوع از تجهیزات ارائه نشده است. لذا روش مرجع برآورد انتشار آلاینده های این قبیل تجهیزات سنجش مستقیم دبی و غلظت گازهای دودکش است که خلاصه نیازمندی های آن در جدول (۲-۱۶) آورده شده است.

با این حال در خصوص واحدهای بازیابی گوگرد^۲ (SRU) که از اکسیدایزر و پسماندسوز به عنوان تجهیز کنترلی استفاده می کنند ضرایب نشری ارائه شده است. ترکیبات گوگرددار موجود در نفت، در فرایندهای مختلف در پالایشگاه به صورت H_2S تبدیل شده و در نهایت جریان گاز ترش که غنی از H_2S است با هدف بازیابی گوگرد وارد واحد بازیابی گوگرد می شود. در این واحدها غالبا از فرایند کلاوس جهت تولید محصول گوگرد استفاده می شود. گاز ونت خروجی از این واحد نیز با هدف تبدیل H_2S باقیمانده به حالت اکسیدشده در یک اکسیدایزر (به عنوان یک تجهیز کنترلی) سوزانده می شود. لذا در صورت بکارگیری اکسیدایزر و پسماندسوز در واحد SRU به عنوان تجهیز کنترلی، آلاینده های مورد نظر در این بخش از نوع آلاینده های احتراقی و نه از نوع ونت هستند که روش مرجع همان روش سنجش مستقیم دبی و غلظت در گازهای دودکش است. در غیر این صورت

² Sulphur recovery unit (SRU)

می توان از ضرایب انتشار NO_x ، CO و VOC از اکسیدایزر و پسماندسوز واحد SRU در مراجع استفاده کرد. لازم به ذکر است که در خصوص میزان نشر SO_2 از اکسیدایزر و پسماندسوز واحد SRU روش مرجع همان موازنه جرم است. بنابراین سه روش ذیل جهت برآورد انتشارات از اکسیدایزر و پسماندسوز ارائه می شود:

(الف) سنجش مستقیم دبی و غلظت گازهای دودکش (پایش پیوسته و یا ادواری)

(ب) موازنه جرم

(ج) ضرایب انتشار بین المللی برای اکسیدایزر و پسماندسوز واحد بازیابی گوگرد (SRU)

جدول (۲-۱۶) - خلاصه ای از نیازمندی های روش های تخمین میزان انتشار در پسماندسوزها و اکسیدایزر

ردیف	روش	آلاینده ها	نیازمندی ها
الف	سنجش مستقیم دبی و غلظت گازهای دودکش	CO ، VOC ، SO_2 ، PM ، NO_x	قطر دودکش، سرعت گاز، غلظت آلاینده ها در گاز، دما و فشار گاز، میزان رطوبت در گاز
ب	موازنه جرم	SO_2	مقدار جریان ورودی به اکسیدایزر، درصد ترکیبات گوگردی موجود در جریان ورودی به اکسیدایزر
ج	ضرایب انتشار بین المللی	VOC ، NO_x ، CO	مقدار گوگرد تولید شده

۳-۱- روش (الف): سنجش مستقیم دبی و غلظت گازهای دودکش (پایش پیوسته و یا ادواری)

در این روش با توجه به اینکه از پایش مستمر و یا دوره ای در دودکش تجهیز مورد نظر استفاده می شود، از روابط (۱) تا (۴) جهت تعیین نرخ انتشار استفاده خواهد شد. در اینجا نیز بایستی برای حالتی که واحد مورد نظر به طور مقطعی در حالت عملیات قرار می گیرد، مدت زمان عملیات و مقطعی بودن عملیات در گزارشات میزان انتشار پسماندسوز و اکسیدایزر آورده شود و نرخ انتشار سالانه با به کارگیری رابطه (۱) تعیین شود.

۳-۲- روش (ب): موازنه جرم

نرخ انتشار SO_2 در هر دوره عملیات بایستی از طریق موازنه جرم همانند رابطه (۱۰) محاسبه و گزارش شود. جهت استفاده از رابطه (۱۰) در محاسبه نرخ انتشار SO_2 از اکسیدایزر پارامترهای C_s و Q_f به ترتیب با مقدار غلظت گوگرد در جریان ورودی به اکسیدایزر بر حسب $\frac{mg}{sm^3}$ و مقدار جریان ورودی به اکسیدایزر بر حسب sm^3 در هر دوره اندازه گیری جایگذاری می شوند.

۳-۳- روش (ج) ضرایب انتشار بین المللی برای اکسیدایزر واحد بازیابی گوگرد (SRU)

با استفاده از این ضرایب که توسط EPA ارائه شده‌اند، می‌توان تنها با داشتن مقدار گوگرد تولید شده، انتشار آلاینده‌ها را تخمین زد. ضرایب انتشار پیشنهادی در جدول (۲-۱۷) آورده شده است. نرخ انتشار نیز از رابطه (۱۶) محاسبه می‌شود.

$$E_i \left(\frac{\text{ton}}{\text{yr}} \right) = EF_{SRU,i} \times M_S \left(\frac{\text{ton}}{\text{yr}} \right) \times 10^{-3} \quad (۱۶)$$

که در آن

$EF_{SRU,i}$: ضریب انتشار آلاینده i از اکسیدایزر و پسماندسوز واحد SRU است که در جدول (۲-۱۷) موجود است.

M_S : مقدار سالانه تولید گوگرد در واحد SRU.

جدول (۲-۱۷) - ضرایب انتشار آلاینده‌ها از واحد SRU [۷]

آلاینده ^۱	ضریب انتشار از اکسیدایزر و پسماندسوز واحد (SRU) ^۲ (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می‌شود).
	Kg/(ton S)
CO	0.67
NOx	0.11
VOC	0.02
نکته ۱: برای میزان نشر SO ₂ از اکسیدایزر و پسماندسوز واحد SRU ضرایبی ارائه نشده است و روش مرجع، همان روش (ب) موازنه جرم است.	
نکته ۲: اکسیدایزر و پسماندسوز به عنوان تجهیز کنترل آلودگی در واحد (SRU) وجود دارد.	

صفحه ۴۰ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
----------------	--	--

۴- چاله‌های سوخت

برای تخمین میزان انتشار آلاینده‌های CO ، NO_x ، PM و VOC از چاله‌های سوخت، از ضرایب انتشار توسعه داده شده در شرکت ملی نفت استفاده می‌شود. همچنین روش تخمین انتشار آلاینده SO_2 از چاله‌های سوخت بر مبنای موازنه جرم است. خلاصه‌ای از داده‌های عملکردی مورد نیاز برای تخمین انتشار آلاینده‌ها از چاله‌های سوخت به دو روش (الف) و (ب) در جدول (۲-۱۸) آورده شده است.

(الف) استفاده از ضرایب انتشار محلی

(ب) موازنه جرم

جدول (۲-۱۸) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش تخمین میزان انتشار در چاله‌های سوخت

ردیف	روش	آلاینده‌ها	نیازمندیها
الف	استفاده از ضرایب انتشار محلی	VOC ، CO ، NO_x ، PM	مقدار هیدروکربن ورودی به چاله سوخت-ترکیب درصد گوگرد در هیدروکربن ورودی.
ب	موازنه جرمی	SO_2	مقدار سیال ورودی به چاله سوخت، درصد ترکیبات گوگردی موجود در سیال ورودی به چاله سوخت

۴-۱- روش (الف): استفاده از ضرایب انتشار محلی

روش ضرایب انتشار حاصل از گودال سوخت تنها نیازمند جرم هیدروکربنی ورودی به گودال سوخت است. ضرایب انتشار مربوطه در جدول (۲-۱۹) آورده شده است. توجه شود در صورت ورود جریان‌ات مختلط یا چند فازی، تنها جرم بخش هیدروکربنی در محاسبات لحاظ می‌شود.

نرخ انتشار سالانه آلاینده‌های CO ، NO_x ، PM و TOC در هر دوره عملکردی از رابطه (۱۷) محاسبه می‌شود.

$$E_i \left(\frac{ton}{yr} \right) = Q_{HC} \left(\frac{Kg}{yr} \right) \times EF_i \left(\frac{Kg}{Kg HC} \right) \times 10^{-3} \quad (17)$$

که در آن:

E_i : نرخ انتشار آلاینده i .

Q_{HC} : دبی جرمی هیدروکربن موجود در سیال ورودی به چاله سوخت بر حسب Kg/yr .

EF_i : ضریب انتشار آلاینده i در جدول (۲-۱۹)

10^{-3} : ضریب تبدیل کیلوگرم به ton.

جدول (۲-۱۹) - ضرایب انتشار آلاینده‌ها برای گودال سوخت [۵].

رتبه کیفی عدم قطعیت	میانگین ضریب انتشار آلاینده‌ها (kg/kg HC) ^۱	آلاینده
D	0.017	CO
D	0.0047	NO _x
D	0.00295	PM
D	0.013	TOC ^۲

نکته ۱: ضرایب انتشار در این جدول بر مبنای نتایج شبیه سازی احتراق نفت خام در چاله‌های سوخت با قطر معادل بزرگتر از یک متر است.
 نکته ۲: از آنجایی که ضریب انتشار مجزا برای VOC موجود نیست، مقادیر TOC را می‌توان به عنوان VOC نیز گزارش کرد.

۲-۴- روش (ب): موازنه جرم

نرخ انتشار SO_2 در هر دوره عملیات بایستی از طریق موازنه جرم همانند رابطه (۱۰) محاسبه و گزارش شود. جهت استفاده از رابطه (۱۰) در محاسبه نرخ انتشار SO_2 از چاله‌های سوخت پارامترهای C_s و Q_f به ترتیب با مقدار غلظت گوگرد در سیال ورودی به چاله سوخت بر حسب $\frac{mg}{m^3}$ و مقدار سیال ورودی به چاله سوخت در سال بر حسب m^3 جایگذاری می‌شوند.

منابع انتشار نوع دوم: منابع فرایندی و تخلیه‌ای

۵- انتشارات فرایندی پالایش نفت و گاز و تولید محصولات پتروشیمی

در این بخش انتشارات فرایندی و تخلیه‌ای (ونت) مربوط به پالایشگاه نفت و گاز و واحدهای پتروشیمی مد نظر است. آلاینده‌های اصلی مورد نظر در این بخش شامل ترکیبات آلی فرار (VOC) است که از طریق ونت‌های فرایندی به جو منتشر می‌شود. همچنین اگر در واحدی سایر آلاینده‌های مورد بررسی در این سند (NO_x , CO , SO_2 و ذرات معلق) نیز به صورت فرایندی به محیط تخلیه شود نیز بررسی خواهد شد. منابع انتشار فرایندی و تخلیه‌ای مورد نظر این بخش به تفکیک عبارتند از:

- واحدهای مربوط به پالایشگاه‌های گاز: نمزدایی
- واحدهای مربوط به پالایشگاه‌های نفت: شکست کاتالیستی بستر سیال، کک‌سازی، ریفرمینگ کاتالیستی، آسفالت سازی، Blowdown و تقطیر خلاء.
- واحدهای مربوط به صنایع پتروشیمی: پلی اتیلن سنگین، پلی وینیل مونومر، پلی وینیل کلراید، پلی پروپیلن، پلی استایرن، آمونیاک و اسید نیتریک.

توجه: واحدهایی که انتشارات فرایندی آنها به سیستم فلرینگ منتقل می‌شود و یا به هر نحوی از این انتشارات به عنوان خوراک و یا سوخت استفاده می‌کنند، مشمول گزارش‌دهی این بخش نمی‌باشند.

۵-۱- انتشارات فرایندی و تخلیه‌ای فرآیند پالایش گاز

۵-۱-۱- انتشار ترکیبات آلی فرار از واحدهای نمزدایی

در فرایند رطوبت‌زدایی از گاز از ترکیبات مختلف محلول گلایکل (مانند تری اتیلن گلایکل) استفاده می‌شود که در برج احیای^۳ گلایکل، مقداری از ترکیبات VOC موجود در محلول حاوی گلایکل غنی شده^۴ وارد اتمسفر

^۳ Regeneration

^۴ Rich

شده و از طریق ونت خروجی، تخلیه می‌شود. برای تعیین میزان انتشار ترکیبات VOC در این بخش، روش‌های زیر به ترتیب اولویت و دقت پیشنهاد می‌شود.

الف) سنجش مستقیم دبی و غلظت گازهای دودکش (پایش پیوسته و یا ادواری).

ب) آنالیز ترکیبات VOC در گاز خوراک و گاز خروجی از واحد نم‌زدایی.

ج) استفاده از نرم افزار GRI-GLYcalc

د) ضریب نشر.

خلاصه‌ای از نیازمندی‌های پایش مربوط به تخمین انتشار از واحد نم‌زدایی، در جدول (۲-۲۰) آورده شده است.

جدول (۲-۲۰) - خلاصه ای از نیازمندی‌های روش‌های مختلف تخمین میزان انتشار در واحد نم‌زدایی

ردیف	روش	آلاینده‌ها	نیازمندی‌ها
الف	سنجش مستقیم دبی و غلظت گازهای دودکش ونت خروجی (پایش پیوسته و یا ادواری).	VOC	قطر دودکش، سرعت، غلظت آلاینده VOC، دما، فشار و میزان رطوبت گاز
ب	آنالیز ترکیبات VOC در گاز خوراک و گاز خروجی از واحد نم‌زدایی		دبی گاز خوراک، ترکیب درصد VOC در گاز خوراک و گاز خشک خروجی
ج	استفاده از نرم افزار GRI-GLYcalc		رطوبت در گاز مرطوب و گاز خشک، دبی گاز و ترکیب درصد گاز ورودی، دبی گلیکول در گردش و رطوبت در Lean glycol
د	ضرایب نشر		دبی روزانه گاز ورودی به واحد نم‌زدایی

۵-۱-۱-۱ روش الف): سنجش مستقیم دبی و غلظت گاز دودکش

این روش به عنوان روش مبنا در تعیین انتشار VOC از واحد نم‌زدایی مدنظر است. واحدهای نم‌زدایی موجود در کشور غالباً فاقد محل نمونه‌برداری در دودکش گاز ونت خروجی بوده و لذا الزام پایشی نیز برای آن وجود نداشته (به دلیل عدم وجود آلاینده احتراقی) و به تبع آن پایشی در دودکش گاز ونت انجام نمی‌شود. در این سند نیز در دوره نخست تا زمان ایجاد بستری برای پایش در این واحدها (این زمان متعاقباً اعلام خواهد شد) الزامی به استفاده از روش الف نیست اما بعد از اعلام متعاقب این زمان تمامی واحدها بایستی نسبت به سنجش دبی و غلظت VOC گاز ونت اقدام کنند و از روش الف استفاده نمایند. دبی جرمی انتشار VOC از طریق سنجش دبی، دما، غلظت VOC و پارامترهای فیزیکی دودکش و به کمک روابط (۱) و (۲) محاسبه می‌شود.

۵-۱-۱-۲ روش (ب): آنالیز VOC در گاز ورودی و خروجی واحد نمزدایی

در این روش با توجه به دبی جرمی VOC در گاز ورودی و خروجی واحد نمزدایی، دبی جرمی VOC منتشره از طریق موازنه جرم و با کمک رابطه (۱۸) قابل محاسبه است.

$$E_{VOC, GL} \left(\frac{ton}{year} \right) = Q_G \left(\frac{m^3}{hr} \right) \left(C_{VOC, in} \left(\frac{mg}{m^3} \right) - C_{VOC, out} \left(\frac{mg}{m^3} \right) \right) \times H_y \times 10^{-9} \quad (18)$$

در این رابطه،

$E_{VOC, DH}$: نرخ انتشار سالانه VOC از واحد نمزدایی گاز.

Q_G : دبی گاز ورودی به واحد نمزدایی.

$C_{VOC, in}$ و $C_{VOC, out}$: غلظت جرمی VOC به ترتیب در جریان گاز ورودی (مرطوب) و خروجی (خشک) واحد نمزدایی بر حسب $\frac{mg}{m^3}$

H_y : تعداد ساعت عملکرد در سال.

۵-۱-۱-۳ روش (ج): استفاده از نرم افزار GRI-GLYcalc

این نرم افزار با هدف تخمین میزان انتشار ترکیبات آلی فرار (به خصوص BTEX) از واحدهای نمزدایی گاز که از تری اتیلن گلیکول استفاده می کنند، از حدود سه دهه پیش مورد استفاده قرار گرفته است. در صورتی که یک واحدی بخواهد از نتایج این روش در گزارشات برآورد انتشار خود استفاده کند، حداقل باید یک بار نتایج این مدل را با نتایج روش های الف و ب مقایسه و صحت سنجی نماید و نتایج صحت سنجی را نیز ارائه نماید. داده های مورد نیاز نرم افزار عبارتند از: ترکیب درصد آب (رطوبت) در گاز ورودی به واحد و گاز خشک خروجی از واحد نمزدایی، دبی روزانه گاز و ترکیب درصد مولی ترکیبات گاز مرطوب ورودی و دبی گلیکول در گردش و درصد رطوبت گلیکول در ورودی به برج جذب (Lean glycol). در نهایت نرخ انتشار بر حسب تن در سال گزارش می شود [۱۲، ۱۳].

۵-۱-۱-۴ روش (د): ضریب انتشار

ضرایب انتشار مدونی برای این بخش وجود ندارد. مطالعه‌ای در دو منطقه تگزاس و لوئیزیانا انجام شده که بر این اساس ضریب انتشار (مقدار تقریبی) معادل ۵ تن در سال VOC به ازای فراورش ۱ میلیون فوت مکعب گاز در روز به دست آمده است [۱۳].

۵-۲- انتشارات فرآیندی و تخلیه‌ای فرآیند پالایش نفت

۵-۲-۱- واحد شکست کاتالیستی بستر سیال

در واحدهای شکست کاتالیستی، ترکیبات کم ارزش و سنگین نفتی با به کارگیری همزمان کاتالیست، دما و فشار به ترکیبات سبکتر، خالص‌تر و با ارزش‌تر تبدیل می‌شوند. در این واحد که خوراک آن غالباً گازوئیل خروجی از واحدهای تقطیر خلا و اتمسفری است، کاتالیست با خوراک در یک راکتور تماس داده می‌شود. محصولات واکنش به یک برج تقطیر هدایت می‌شوند و کاتالیست مصرف شده نیز به برج احیای کاتالیست هدایت می‌شود و با هوای داغ در دمای تقریبی ۵۹۰ تا ۶۷۰ درجه سلسیوس می‌سوزد. گازهای حاصل پس از عبور از تجهیزات کنترلی مانند سیکلون، جداکننده الکترواستاتیکی و کوره مونوکسیدکربن (در FCCU های از نوع احتراق جزئی)، وارد جو می‌شوند. آلاینده‌های مورد نظر در این بخش شامل ذرات معلق، VOC، مونوکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن و SO_2 هستند.

روش‌های زیر به ترتیب اولویت و دقت جهت تخمین انتشار از واحدهای FCCU معرفی می‌شود.

الف) سنجش مستقیم دبی و غلظت گازهای دودکش (پایش پیوسته و یا ادواری).

ب) استفاده از ضرایب نشر.

خلاصه‌ای از نیازمندی‌های پایش جهت تخمین انتشار فرایندی از واحدهای FCCU، در جدول (۲-۲۱) آورده شده است.

جدول (۲-۲۱) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش‌های تخمین انتشار فرایندی از واحدهای FCCU

ردیف	روش	آلاینده‌ها	نیازمندی‌ها
الف	سنجش مستقیم دبی و غلظت گازهای دودکش (پایش پیوسته و یا ادواری)	PM, CO, NO _x , SO ₂ , VOC	قطر دودکش، سرعت، غلظت آلاینده، دما، فشار و میزان رطوبت گاز
ب	ضرایب نشر		دبی خوراک ورودی

۵-۲-۱-۱ روش (الف): سنجش مستقیم دبی و غلظت گازهای دودکش (پایش پیوسته و یا ادواری)

در این روش همانند تجهیزات احتراقی ساکن، با توجه به پیوسته بودن و یا دوره‌ای بودن پایش‌ها، نرخ انتشار سالانه آلاینده‌ها با به کارگیری روابط (۱) تا (۴)، محاسبه و گزارش می‌شوند. لازم به ذکر است که این روش به عنوان روش مبنا در گزارش نرخ انتشار از واحدهای FCCU است.

۵-۲-۱-۲ روش (ب): استفاده از ضرایب انتشار

در این سند ضرایب انتشار بر مبنای خوراک واحد FCC، ارائه شده‌است. همچنین ضرایب ارائه شده برای واحدهایی است که تجهیزات کنترلی مانند جداکننده الکترواستاتیک (ESP) و کوره CO داشته باشند. نرخ انتشار سالانه آلاینده‌های این واحد با استفاده از رابطه (۱۹) محاسبه می‌شود.

$$E_i \left(\frac{\text{ton}}{\text{yr}} \right) = EF_{i,FCC} \times Q_{FCC} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{yr}} \right) \times 10^{-6} \quad (19)$$

که در آن

$EF_{i,FCC}$: ضریب انتشار آلاینده i در واحد شکست کاتالیستی بستر سیال است که بر حسب $\text{Kg}/(10^3 \text{m}^3)$ از جدول (۲-۲۲) خوانده می‌شود.

Q_{FCC} : دبی حجمی سالانه خوراک ورودی به واحد شکست کاتالیستی بستر سیال بر حسب m^3 است.

جدول (۲-۲۲) - ضرایب انتشار متوسط احیای واحدهای FCC مجهز به تجهیزات کنترل آلودگی [۷، ۱۴]

CO	SO ₂	NO _x	PM	VOC	آلاینده
(رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)					
ناچیز نکته ۱	1413 نکته ۱	204 نکته ۱	128 نکته ۱	0.9365 نکته ۲	ضریب انتشار (Kg/10 ³ m ³)
					نکته ۱: مرجع [۱۴] نکته ۲: مرجع [۷]

۵-۲-۲- واحد کک سازی

فرایند کک سازی یک فرایند شکست حرارتی است که در آن نفت کوره پسماند واحدهای تقطیر خلا به محصولات با ارزشی همچون گازوئیل و کک تبدیل می شوند. به طور کلی سه نوع فرایند مختلف کک سازی وجود دارد که دو نوع از آنها (کک سازی بستر سیال و کک سازی تاخیری) انتشار مستقیم فرایندی به جو دارند و در این بخش دو روش ذیل جهت تعیین میزان انتشار آلاینده ها در این دو فرایند کک سازی مورد بررسی قرار می گیرند.

الف) سنجش مستقیم گازهای دودکش در فرایند کک سازی بستر سیال (پایش پیوسته و یا ادواری).

ب) استفاده از ضرایب انتشار بین المللی در فرایند کک سازی تاخیری

خلاصه ای از نیازمندی های پایش جهت تخمین انتشار از واحدهای کک سازی، در جدول (۲-۲۳) آورده شده است.

جدول (۲-۲۳) - خلاصه ای از نیازمندی های روش های مورد استفاده جهت تخمین انتشار فرایندی از واحدهای

کک سازی

ردیف	روش	آلاینده ها	نیازمندی ها
الف	سنجش مستقیم گازهای دودکش در فرایند کک سازی بستر سیال (پایش پیوسته و یا ادواری)	PM, CO, NO _x , SO ₂ , VOC	قطر دودکش، سرعت، غلظت آلاینده، دما، فشار و میزان رطوبت گاز
ب	ضریب انتشار بین المللی به ازای نرخ بخار تولید شده در هر سیکل تولید کک در فرایند کک سازی تاخیری	VOC	تعداد سیکل های تولید کک روزانه و یا سالیانه، مقدار کک تولیدی در هر محفظه، مقدار آب خنک کن مصرفی در هر سیکل، دمای محفظه کک سازی در زمان خنک کاری، قطر و ارتفاع محفظه کک سازی

تعداد سیکل های تولید کک روزانه و یا سالیانه		ضریب انتشار بین المللی به ازای هر سیکل تولید کک در فرآیند کک سازی <u>تاخیری</u>	
---	--	--	--

۵-۲-۱ روش (الف) سنجش مستقیم گازهای دودکش در فرایند کک سازی بستر سیال

همانند واحدهای شکست کاتالیستی، کک سازی بستر سیال نیز شامل یک راکتور و یک محفظه احتراقی است. بخشی از کک تولید شده در این واحد، در محفظه احتراق توسط هوای محدود می سوزد تا حرارت لازم جهت شکست حرارتی در راکتور و تولید کک فراهم شود. محصولات گازی راکتور به برج تقطیر برده شده و محصولات احتراق در محفظه احتراق پس از عبور از تجهیزات کنترلی وارد جو می شوند. آلاینده های موردنظر برای واحد کک سازی بستر سیال شامل CO ، NO_x ، SO_2 ، ذرات معلق و VOC است. جهت تخمین میزان انتشار آلاینده ها ضرایب انتشار مدونی توصیه نشده است. لذا روش مینا، استفاده از نتایج پایش دودکش ونت است. با سنجش دبی گاز ونت و ترکیب درصد آلاینده ها و با استفاده از روابط (۱) تا (۴) نرخ انتشار سالانه آلاینده ها در این بخش قابل محاسبه است.

۵-۲-۲ روش (ب) استفاده از ضرایب انتشار بین المللی در فرایند کک سازی تاخیری

فرایند کک سازی تاخیری برخلاف حالت بستر سیال، یک فرایند نیمه پیوسته است که غالباً شامل یک گرمکن فرایندی، دو محفظه کک سازی و یک برج تقطیر فراورده های سبک است. ابتدا خوراک در بخش گرمکن، تا دمای نزدیک به شکست حرارتی، گرم می شود. سپس وارد یکی از محفظه های کک سازی می شود. در این محفظه با انجام واکنش شکست حرارتی، کک تولید شده و به تدریج محفظه را پر می کند. پس از پر شده محفظه، جریان ورودی به محفظه قطع شده و محفظه دوم در مدار قرار می گیرد. محفظه پر از کک توسط جریان آب سرد می شود و آب مصرف شده به بخار تبدیل می شود. انتشارات فرایندی در این واحد به صورت پیوسته نیست. بلکه با تکمیل هر سیکل تولید کک در یک محفظه، بخشی از بخار آب از این محفظه ها از طریق ونت به هوا منتشر می شوند. انتشار اصلی در این واحدها VOC است. هرچند انتشار متان و اتان نیز وجود دارد که به عنوان آلاینده مطرح نیستند. به دلیل پیوسته نبودن عملیات انتشار آلاینده ها در این واحد، روش استفاده از ضرایب انتشار بین المللی جهت تخمین انتشار VOC در فرآیند کک سازی تاخیری پیشنهاد می شود که این

ضرایب بین‌المللی به ترتیب اولویت و دقت به دو دسته: ۱. ضریب انتشار به ازای نرخ بخار تولید شده در هر چرخه و ۲. ضریب انتشار به ازای هر چرخه تولید کک، تقسیم می‌شوند. در ادامه هر یک از ضرایب مذکور و روش استفاده از آنها توضیح داده شده است.

۱) ضریب انتشار بین‌المللی به ازای نرخ بخار تولید شده در هر چرخه

در این روش، نرخ انتشار ترکیبات VOC که در اثر ونت بخار تولید شده از فرایند کک سازی تاخیری وارد هوا می‌شوند، از طریق تخمین نرخ بخار تولید شده در اثر تماس آب خنک‌کاری با کک داغ و ضریب انتشار به ازای نرخ بخار تولید شده محاسبه می‌شود. لازم به ذکر است در فرآیند کک سازی تاخیری استفاده از این روش و این ضریب الویت دارد.

نرخ انتشار سالانه VOC منتشره از واحد کک سازی تاخیری از رابطه (۲۰) قابل محاسبه است.

$$E_{VOC,D} \left(\frac{ton}{yr} \right) = M_{steam} \left(\frac{Kg}{cycle} \right) \times EF_{DCU} \times N \left(\frac{cycle}{yr} \right) \times 10^{-6} \quad (20)$$

که در آن

$E_{VOC,D}$: نرخ انتشار فرآیندی سالانه VOC از هر محفظه واحد کک سازی تاخیری بر حسب تن.

توجه: نرخ انتشار فرآیندی سالانه VOC از واحد کک سازی تاخیری از مجموع نرخ انتشار فرآیندی سالانه VOC از تمام محفظه‌های کک سازی این واحد بدست می‌آیند.

EF_{DCU} : ضریب انتشار VOC در واحد کک سازی تاخیری بر حسب $Kg/(10^3 ton steam)$ که در جدول (۲-۲۴) آورده شده است.

N : تعداد سیکل‌های سالانه تولید کک در هر محفظه است.

M_{steam} : نرخ تولید بخار بر حسب کیلوگرم در هر چرخه تولید کک است. نرخ بخار تولید شده در هر بار چرخه تولید کک (تخلیه کک هر محفظه) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$M_{steam} \left(\frac{Kg}{cycle} \right) = \frac{(1 - F_{los}) \times (M_w(Kg) \times 4182 + M_c(Kg) \times 1108)}{\Delta H_{vap}(J/Kg)} \times \frac{T_{overhead}(^{\circ}C) - 100}{2} \quad (21)$$

که در آن

F_{los} : کسر اتلاف حرارتی است که مقدار 0.1 برای آن پیشنهاد شده است. (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود).
 ΔH_{vap} : گرمای نهان تبخیر آب که برابر با 2.4×10^6 ژول بر کیلوگرم فرض می شود.
 $T_{overhead}$: دما در بالای محفظه کک سازی قبل از باز شدن ونت تخلیه بخار برحسب $^{\circ}C$.
 4182 و 1108 به ترتیب ظرفیت گرمایی ویژه آب و کک در واحد $J/(Kg \cdot K)$ است
 100: دمایی که فرض شده است در آن تولید بخار متوقف می شود.
 M_C و M_W به ترتیب جرم کک تولیدی و جرم آب مصرفی در هر سیکل است که به ترتیب از روابط (۲۲) و (۲۳) محاسبه می شوند:

$$M_C \left(\frac{Kg}{cycle} \right) = 710 \times \left((H_D - H_{outage}) \times \frac{\pi D^2}{4} \right) \quad (22)$$

$$M_W \left(\frac{Kg}{cycle} \right) = 1000 \times \left((H_W \times \frac{\pi D^2}{4}) - \frac{M_C}{1417} \right) \quad (23)$$

که در آن

710 و 1000 و 1417 به ترتیب چگالی بالک محفظه حاوی کک، آب و ذرات کک بر حسب Kg/m^3 است
 D : قطر محفظه کک سازی بر حسب متر است.
 H_D و H_{outage} : به ترتیب ارتفاع داخلی محفظه حاوی کک و فاصله فضای خالی بالای بستر کک تولید شده تا سقف داخلی محفظه تولید کک بر حسب متر است
 H_W : فاصله سطح آب تا کف محفظه در انتهای خنک کاری و قبل از تخلیه بخار و بر حسب متر است.

نکته: لازم به ذکر است که نرخ انتشار فرآیندی سالانه VOC از هر محفظه ($E_{VOC,D}$) با توجه به روابط (۲۲) و (۲۳) به ابعاد محفظه بستگی دارد، لذا (E_{VOC}) برای هر محفظه بایستی به طور مجزا محاسبه شود، اما چنانچه محفظه های واحد کک سازی تاخیری دارای ابعاد یکسان باشند، میزان انتشار کل، از ضرب انتشار یک محفظه در تعداد محفظه ها محاسبه می شود.

جدول (۲-۲۴) - ضرایب انتشار VOC از واحد کک سازی تاخیری [۷]

ضریب انتشار		آلاینده
(رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)		
Kg/cycle	Kg/(10 ³ Kg steam)	
25	1.7	VOC

۲) ضریب انتشار بین المللی به ازای هر چرخه تولید کک

در این روش با دقت بسیار کمتر و با داشتن اطلاعات عملکردی کمتر، نرخ انتشار سالانه از واحد کک سازی تاخیری با استفاده از رابطه (۲۴) و فقط با داشتن تعداد سیکل های تولید سالانه قابل تخمین است.

نکته: لازم به ذکر است که (ضریب به ازای نرخ بخار تولید شده در هر چرخه) به عنوان مبنا در نظر گرفته می شود و (ضریب به ازای هر چرخه تولید کک) تنها برای مقایسه و چک کردن صحت محاسبات پیشنهاد می شود.

$$E_{VOC} \left(\frac{ton}{yr} \right) = EF_{DCU} \times N \left(\frac{cycle}{yr} \right) \times 10^{-3} \quad (24)$$

که در آن

E_{VOC} : نرخ انتشار فرآیندی سالانه VOC از واحد کک سازی تاخیری بر حسب تن

N : تعداد سیکل های سالانه تولید کک در واحد کک سازی تاخیری

EF_{DCU} : ضریب انتشار VOC در واحد کک سازی تاخیری است که بر حسب $Kg/(cycle)$ در جدول (۲-۲۴) آمده ست.

۵-۲-۳- واحد ریفرمینگ کاتالیستی

در این واحد و در طی یک سری واکنش های کاتالیستی، نفتا به بنزین با اکتان بالا تبدیل می شود. انتشار آلاینده ها به اتمسفر در این واحد، تنها در بخش احیای کاتالیست وجود دارد. به طور کلی با توجه به نحوه احیا، سه نوع واحد ریفرمینگ وجود دارد که در نوع اول آن بخش احیاء کاتالیست به طور پیوسته فعال است. در نوع دوم، دو راکتور ریفرمینگ به طور دوره ای کار می کنند و همواره یک راکتور در عملیات و کاتالیست های راکتور

دوم در حال احیا است. در نوع سوم فرایند ریفورمینگ پس از یک دوره عملکردی طولانی، کاملاً متوقف شده و عملیات احیا انجام می‌گیرد. در این بخش به نوع پیوسته ریفورمینگ پرداخته می‌شود که همواره یک ونت خروجی به اتمسفر دارد. در ریفورمینگ نوع پیوسته، در سه مرحله گاز ونت می‌شود که گاز ونت مرحله اول مستقیماً به جو منتشر نمی‌شود. اما در مرحله دوم که مربوط به سوزاندن کک و جداکردن آن از دانه‌های کاتالیست است، ونت به اتمسفر وجود دارد. در مرحله سوم که مربوط به پاک‌سازی نهایی کاتالیست است نیز گاز ونت به سیستم‌های کنترلی مانند فلر منتقل می‌شود و در این بخش در نظر گرفته نمی‌شود. آلاینده‌های مورد بررسی در این بخش شامل ترکیبات VOC است. هرچند ترکیبات کلردار نیز منتشر می‌شوند که در این سند مورد بررسی قرار نمی‌گیرند.

به دلیل دبی کم گاز ونت و قطر کم مجرای خروجی گاز ونت، داده‌های کمی در مورد میزان انتشار VOC از این واحدها در دسترس است و تنها روش موجود جهت تخمین انتشار از واحدهای ریفورمینگ کاتالیستی CRU عبارت است از:

الف) استفاده از ضریب انتشار کلی

خلاصه‌ای از نیازمندی‌های پایش جهت تخمین انتشار فرایندی از واحدهای ریفورمینگ کاتالیستی CRU، در جدول (۲-۲۵) آورده شده است.

جدول (۲-۲۵) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش تخمین انتشار فرایندی از واحدهای CRU

ردیف	روش	آلاینده‌ها	نیازمندی‌ها
الف	ضریب انتشار بین المللی	VOC	دبی حجمی خوراک ورودی

لذا در روش استفاده از ضریب انتشار کلی، نرخ سالانه انتشار VOC از رابطه (۲۵) محاسبه می‌شود:

$$E_{VOC} \left(\frac{ton}{yr} \right) = EF_{CRU} \times Q \left(\frac{m^3}{yr} \right) \times 10^{-6} \quad (25)$$

که در آن

EF_{CRU} : ضریب انتشار VOC در واحد ریفورمینگ کاتالیستی بر حسب $Kg/(10^3 m^3 Feed)$ است که در جدول (۲-۲۶) آمده است.

Q : دبی حجمی سالانه خوراک واحد ریفورمینگ کاتالیستی است.

جدول (۲-۲۶) - ضرایب انتشار VOC از واحد ریفرمینگ کاتالیستی [۷]

ضریب انتشار ^۱ (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.) Kg/(10 ³ m ³ Feed)	آلاینده
0.68	VOC
نکته ۱: با توجه به اینکه تجهیز کنترلی مورد استفاده در گاز ونت در این واحدها غالباً اسکرابر تر است، به دلیل حلالیت پایین ترکیبات آلی در آب، ضریب انتشار با و یا بدون تجهیز کنترلی، یکسان است.	

۵-۲-۴- واحد آسفالت سازی

بخشی از واحد آسفالت سازی که پتانسیل انتشار آلاینده‌ها به جو را دارد، بخش انتهایی تولید آسفالت و فرایند دمیدن هوای داغ به قیر است. با دمیدن هوای داغ، اکسیژن با هیدروژن مولکول‌های آلی تشکیل آب می‌دهند که در نتیجه عمل بسپارش اتفاق می‌افتد. در نتیجه این امر، نرمی و نفوذ ناپذیری قیر بیشتر می‌شود. هرچه کیفیت بالاتری مد نظر باشد، زمان هوادهی افزایش می‌یابد. انتشارات این بخش غالباً شامل ذرات معلق و بخارات TOC است. اسکرابر تر و اکسیدایزر نیز به عنوان تجهیزات کنترلی آلودگی هوای رایج در بخش هوادهی قیر به حساب می‌آیند.

تنها روش جهت تخمین انتشار آلاینده‌ها از واحد آسفالت سازی عبارت است از:

الف) استفاده از ضریب انتشار کلی

خلاصه‌ای از نیازمندی‌های پایش جهت تخمین انتشار فرایندی از واحد آسفالت سازی در جدول (۲-۲۷) آورده شده است.

جدول (۲-۲۷) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش تخمین انتشار فرایندی از واحدهای آسفالت سازی

ردیف	روش	آلاینده‌ها	نیازمندی‌ها
الف	ضریب انتشار بین المللی	PM و VOC	مقدار سالانه تولید قیر

جهت تخمین انتشار آلاینده‌ها در این بخش تنها ضرایب کلی انتشار گزارش شده است و نرخ انتشار سالانه با توجه به تولید سالانه قیر از طریق رابطه (۲۶) محاسبه می‌شود.

$$E_i \left(\frac{\text{ton}}{\text{yr}} \right) = EF_{Asph,i} \times M_A \left(\frac{\text{ton}}{\text{yr}} \right) \times 10^{-3} \quad (۲۶)$$

که در آن

$EF_{SRU,i}$: ضریب انتشار آلاینده i در واحد هوادهی قیر است که در جدول (۲-۲۸) آورده شده است.

M_A : مقدار سالانه تولید قیر بر حسب تن.

جدول (۲-۲۸) - ضرایب انتشار آلاینده ها از واحد آسفالت سازی [۷]

Kg/(ton Asphalt)		فرایند	
رتبه کیفی عدم قطعیت تمام ضرایب E است.			
VOC ^۴	PM ₁₀		
0.65	3.3	Saturant Asphalt ^۲	کنترل نشده ^۱
1.7	12	Coating Asphalt ^۳	

نکته ۱: ضریب انتشار ارائه شده با فرض عدم وجود تجهیز کنترل آلودگی است، در صورت وجود تجهیز کنترلی در بخش هوادهی قیر بایستی بازده حذف آن در رابطه (۲۶) لحاظ شود.

نکته ۲: زمان هوادهی به مدت یک ساعت و نیم

نکته ۳: زمان هوادهی به مدت چهار ساعت و نیم

نکته ۴: در رفرنس [۷] این ضرایب برای TOC ارائه شده اند، با توجه به محدودیتها، ضرایب مذکور در این سند برای VOC ها لحاظ شده است.

۵-۲-۵- سیستمهای Blowdown

سیستمهای Blowdown در یک فرایند به منظور کاهش فشار سیال و جداکردن گاز مازاد حل شده در مایع است، گاز مازاد جدا شده در اثر کاهش فشار، غالباً به عنوان گاز سوخت مورد استفاده قرار می گیرد و یا وارد سیستم فلرینگ می شود. در چنین شرایطی انتشار آلاینده های ناشی از آن باید در بخش تجهیزات احتراقی مورد بررسی قرار گیرد. اما برای حالتی که گاز سیستم Blowdown بدون هیچ اقدام کنترلی مستقیماً به هوا ونت شود، به عنوان انتشار فرایندی بررسی می شود.

تنها روش جهت تخمین انتشار آلاینده ها از سیستمهای Blowdown عبارت است از:

الف) استفاده از ضریب انتشار کلی

خلاصه‌ای از نیازمندی‌های پایش جهت تخمین انتشار فرایندی از سیستم‌های *Blowdown* در جدول (۲-۲۹) آورده شده است.

جدول (۲-۲۹) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش تخمین انتشار فرایندی از واحدهای *Blowdown*

ردیف	روش	آلاینده‌ها	نیازمندی‌ها
الف	ضریب انتشار بین المللی	VOC	دبی حجمی سالانه خوراک پالایشگاه

آلاینده مورد نظر در این بخش ترکیبات *VOC* هستند و فقط ضریب انتشار کلی جهت تخمین انتشارات از یک سیستم *Blowdown* کنترل نشده ارائه شده است. میزان انتشار سالانه *VOC* از رابطه (۲۷) محاسبه می‌شود.

$$E_{VOC} \left(\frac{ton}{yr} \right) = EF \times Q \left(\frac{m^3}{yr} \right) \times 10^{-3} \quad (27)$$

که در آن

EF: ضریب انتشار *VOC* در سیستم *Blowdown* است که در جدول (۲-۳۰) آمده است.

Q: دبی حجمی سالانه خوراک پالایشگاه است. برای تبدیل مقدار نفت خام مصرفی برحسب بشکه به m^3 ، بایستی مقدار نفت خام برحسب بشکه به عدد ۶/۲۹ تقسیم شود.

جدول (۲-۳۰) - ضرایب انتشار آلاینده *VOC* از سیستم *Blowdown* در فرآیند پالایش نفت [۷]

رتبه کیفی عدم قطعیت	Kg/(m ³ Feed)	آلاینده
C	1.66	VOC

۵-۲-۶- واحد تقطیر خلاء

واحدهای تولید خلاء در فرایندهای پالایش، شامل تجهیزاتی هستند که با مکش هوا از سیستم خلا و رها کردن آن در فشار اتمسفری، باعث ایجاد خلاء در فرایند می‌شوند. در اثر این عمل ایجاد خلاء، آلاینده‌ها وارد هوا می‌شوند. اما چنانچه از روش‌های کنترل آلودگی مانند تقطیر و یا سایر تجهیزات کنترلی مانند فلر استفاده شود، مقدار آلودگی منتشر شده کم می‌شود. واحد تقطیر خلاء نسبت به سایر واحدها در پالایشگاه‌های نفت، بیشترین سهم را در این نوع از انتشار آلاینده‌ها دارد و در این بخش نیز آلاینده‌های منتشره از کندانسور واحد تقطیر خلاء را به عنوان منبع اصلی انتشار در نظر می‌گیریم. آلاینده مورد نظر در این بخش ترکیبات *VOC* هستند. تنها روش جهت تخمین انتشار آلاینده‌ها از واحدهای تولید خلاء عبارت است از:

صفحه ۵۶ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
----------------	--	--

الف) استفاده از ضریب انتشار کلی

خلاصه‌ای از نیازمندی‌های پایش جهت تخمین انتشار فرایندی از واحدهای تولید خلاء در جدول (۳۱-۲) آورده شده است.

جدول (۳۱-۲) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش تخمین انتشار فرایندی از واحدهای تولید خلاء

ردیف	روش	آلاینده‌ها	نیازمندی‌ها
الف	ضریب انتشار بین المللی	VOC	دبی حجمی سالانه خوراک پالایشگاه

جهت تخمین انتشار VOC تنها ضرایب انتشار بین المللی گزارش شده است که در این سند نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. نرخ انتشار سالانه از رابطه (۲۷) محاسبه می‌شود.
که در آن:

EF : ضریب انتشار VOC در واحد تقطیر خلاء است که در جدول (۳۲-۲) گزارش شده است.
 Q : دبی حجمی سالانه خوراک واحد تقطیر خلاء است. برای تبدیل مقدار نفت برحسب بشکه به m^3 ، بایستی مقدار نفت برحسب بشکه به عدد $6/29$ تقسیم شود.

جدول (۳۲-۲) - ضرایب انتشار آلاینده VOC از سیستم تولید خلاء [۷]

رتبه کیفی عدم قطعیت	$Kg/(m^3 \text{ Feed of vacuum distillation})^1$	آلاینده
C	0.143	VOC
نکته ۱: ضریب انتشار ارائه شده با فرض عدم وجود تجهیز کنترل آلودگی است، در صورت وجود تجهیز کنترلی بر سر راه گاز ونت خروجی از کندانسور واحد خلاء بایستی بازده حذف آن در رابطه (۲۷) لحاظ شود		

۵-۳- انتشارات فرآیندی و تخلیه‌ای واحدهای پتروشیمی

واحدهای یک مجتمع پتروشیمی به دلیل تولید فراورده‌های متعدد و وجود فرایندهای بسیار متنوع، پتانسیل انتشار فرایندی بیشتری نسبت به پالایشگاه‌های نفت و گاز دارند. در این بخش انتشارات فرایندی از واحدهای تولید پلی اتیلن سنگین، تولید وینیل کلراید مونومر، تولید پلی وینیل کلراید، تولید پلی پروپیلن، تولید پلی استایرن، تولید آمونیاک و واحد تولید اسید نیتریک مورد بررسی قرار می‌گیرد. از آنجایی که مطالعات مدونی در ارائه ضرایب انتشار فرایندی آلاینده‌ها از واحدهای پتروشیمی وجود ندارد، ضرایب ارائه شده در این بخش

تلفیقی از ضرایب موجود در مراجع بین المللی و ضرایب استخراج شده از دیاگرام جریان فرایندی (PFD) واحدهای عملکردی صنایع ملی پتروشیمی است.

در این بخش، روش های زیر به ترتیب اولویت و دقت برای واحدهای پتروشیمی پیشنهاد می شود.

الف) سنجش مستقیم دبی و غلظت گازهای دودکش (پایش پیوسته و لحظه ای).

ب) ضریب نشر.

خلاصه ای از نیازمندی های پایش مربوط به تخمین انتشار از واحدهای پتروشیمی، در جدول (۲-۳۳) آورده شده است.

جدول (۲-۳۳) - خلاصه ای از نیازمندی های روش های مختلف تخمین میزان انتشار در واحدهای پتروشیمی

ردیف	روش	آلاینده ها	نیازمندی ها
الف	سنجش مستقیم دبی و غلظت گازهای دودکش و نت خروجی (پایش پیوسته و لحظه ای).	VOC, PM	قطر دودکش، سرعت، غلظت آلاینده VOC، دما، فشار و میزان رطوبت گاز
ب	ضرایب نشر	CO, SO2, NOx	دبی جرمی محصولات تولیدی واحد پتروشیمی (در خصوص واحد ونیل کلراید مونومر، دبی جرمی سالانه اتیلن دی کلراید ناخالص ورودی)

۵-۳-۱- روش (الف): سنجش مستقیم دبی و غلظت گازهای دودکش (پایش پیوسته و لحظه ای)

نرخ انتشار سالانه آلاینده ها را چنانچه واحد مجهز به سیستم پایش لحظه ای باشد، می توان از طریق روابط (۱)، (۲)، (۳) و (۴) تعیین کرد. در صورتی که سیستم پایش لحظه ای موجود نباشد، انتشارات از هر واحد پتروشیمی با توجه به ضرایب انتشار مختص همان واحد محاسبه می شود.

۵-۳-۲- روش (ب): استفاده از ضرایب انتشار

در ادامه ضرایب انتشار برای واحدهای تولید پلی اتیلن سنگین، تولید ونیل کلراید مونومر، تولید پلی ونیل کلراید، تولید پلی پروپیلن، تولید پلی استایرن، تولید آمونیاک و واحد تولید اسید نیتریک ارائه شده است.

۵-۳-۱ واحد تولید پلی اتیلن سنگین

انتشارات فرایندی در این واحد ناشی از انتشار هگزان است که بر اساس اسناد PFD واحدهای پتروشیمی در شرکت پتروشیمی امام خمینی - شرکت بسپاران ارائه شده است [۱۰]. نرخ انتشار سالانه VOC از رابطه (۲۸) محاسبه می شود:

$$E \left(\frac{ton}{yr} \right) = EF \times Q \left(\frac{ton}{yr} \right) \times 10^{-3} \quad (28)$$

که در آن

EF : ضریب انتشار VOC در واحد تولید پلی اتیلن سنگین است که برابر با 1.36 kg/ton تخمین زده شده است. (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود).
 Q : دبی جرمی سالانه پلی اتیلن سنگین تولیدی بر حسب تن است.

۵-۳-۲ واحد تولید ونیل کلراید مونومر

انتشارات فرایندی در این واحد در بخش خالص سازی اتیلن دی کلراید رخ می دهد و ترکیبی از گازهای VOC مانند اتیلن دی کلراید، وینیل کلراید، بنزن و کلرواتان و اتیل کلراید را شامل می شود. انتشار آلاینده ها بر اساس اسناد PFD واحدهای پتروشیمی در شرکت کیمیا ارائه شده است [۱۰]. نرخ انتشار سالانه VOC از رابطه (۲۸) محاسبه می شود.

که در آن

EF : ضریب انتشار VOC در واحد تولید ونیل کلراید مونومر است که برابر با 32.47 kg/ton تخمین زده شده است. (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود).
 Q : دبی جرمی سالانه اتیلن دی کلراید ناخالص ورودی به واحد خالص سازی اتیلن دی کلراید بر حسب تن است.

۵-۳-۲-۳ واحد تولید پلی ونیل کلراید

انتشارات فرایندی در این واحد به صورت مجموع انتشارات تولید پلیمر به صورت سوسپانسیون و امولسیون بیان می شود. انتشارات این واحد عمدتاً شامل ونیل کلراید مونومر است که به صورت گازی (VOC) و یا ذرات محصول پلیمری (PM) منتشر می شود. نرخ انتشار سالانه آلاینده های مذکور از رابطه (۲۸) محاسبه می شود.

که در آن

EF : ضریب انتشار آلاینده i در واحد تولید PVC و بدون تجهیزات کنترل آلودگی است که بر حسب Kg/ton PVC در جدول (۲-۳۴) موجود است.

Q : دبی جرمی سالانه پلی ونیل کلراید تولیدی بر حسب تن است.

جدول (۲-۳۴) - ضرایب انتشار فرایندی از واحد PVC و پلی پروپیلن (بدون تجهیزات کنترل آلودگی) [۱۴] و

[۱۵].

VOC	PM ₁₀	آلاینده واحد
رتبه کیفی عدم قطعیت تمام ضرایب E است. Kg/ton		
8.5	17.5	تولید PVC
0.35	1.5	تولید پلی پروپیلن
نکته ۱: برای واحدهای دارای تجهیزات کنترل انتشار، بازده حذف آلاینده ها توسط سیستم کنترلی باید در رابطه (۲۸) لحاظ شود.		

۵-۳-۲-۴ واحد تولید پلی پروپیلن

انتشارات فرایندی در این واحد عمدتاً شامل ترکیبات خوراک و مونومرها و تبخیر سیالات فرار است که به صورت گازی (VOC) و یا ذرات محصول پلیمری (PM) منتشر می شود. نرخ انتشار سالانه آلاینده ها از رابطه (۲۸) محاسبه می شود.

که در آن

EF : ضریب انتشار آلاینده i در واحد تولید PP و بدون تجهیزات کنترل آلودگی است که بر حسب $Kg/ton PP$ در جدول (۲-۳۴) آورده شده است.

Q : دبی جرمی سالانه پلی پروپیلن (PP) تولیدی بر حسب تن است.

۵-۳-۲-۵ واحد تولید پلی استایرن

انتشارات فرایندی در این واحد عمدتاً شامل ترکیبات خوراک و مونومرها و تبخیر سیالات فرار در محل های نگهداری خوراک و محصول است که به صورت گازی (VOC) منتشر می شود. فرایندهای تولید پلی استایرن هم به صورت ناپیوسته و هم به صورت پیوسته در صنعت رایج است که در اینجا نرخ انتشار VOC در هریک از آنها که توسط EPA پیشنهاد شده است، آورده شده است. نرخ انتشار سالانه از رابطه (۲۸) محاسبه می شود. که در آن:

EF: ضریب انتشار آلاینده VOC در واحد تولید پلی استایرن و بدون تجهیزات کنترل آلودگی است که از جدول (۳۵-۲) خوانده می شود.

Q: دبی جرمی سالانه پلی استایرن تولیدی.

جدول (۳۵-۲) - ضرایب انتشار فرایندی از واحد تولید پلی استایرن (بدون تجهیزات کنترل آلودگی) [۱۶]

VOC	آلاینده	
Kg/ton PS رتبه کیفی عدم قطعیت تمام ضرایب C است.	واحد	
2	Batch Process	
0.21	Using vacuum pump	Continuous Process
3.34	Using steam jet	
5.37 ^{نکته ۱}	Expandable Polystyrene	
نکته ۱: برای واحدهای دارای تجهیزات کنترل انتشار ترکیبات VOC، ضریب انتشار Expandable Polystyrene برابر با 3.75 است و برای سایر فرآیندهای واحد تولید پلی استایرن، بازده حذف آلاینده ها توسط سیستم کنترلی باید در رابطه (۲۸) لحاظ شود.		

۵-۳-۲-۶ واحد تولید آمونیاک

در فرایند تولید آمونیاک، گاز طبیعی پس از سولفورزدایی، در ریفرمرهای کاتالیستی و پس از واکنش با بخار آب تولید گاز هیدروژن می کند. بخار آب اضافی و واکنش نداده در این فرایندها، پس از میعان وارد واحد گاز زدایی و یا استریپر شده و در آنجا آلاینده های محلول در آب خارج و وارد اتمسفر می شوند. همچنین در واحد جذب و حذف دی اکسید کربن تولید شده در فرایند ریفرمینگ، مقداری گاز مونوکسید کربن و یا ترکیبات آلی فرار در بخش احیای حلال منتشر می شوند. لذا آلاینده هایی که در طی فرایند تولید آمونیاک مد نظر هستند،

شامل SO_2 ، CO و VOC هستند. اگرچه انتشار آمونیاک در این واحد نیز قابل توجه است اما در حیطه اهداف این سند نیست. نرخ انتشار سالانه از رابطه (۲۸) محاسبه می شود. که در آن:

EF : ضریب انتشار آلاینده i در واحد تولید آمونیاک است که از جدول (۲-۳۶) خوانده می شود.
 Q : دبی جرمی سالانه آمونیاک تولیدی.

جدول (۲-۳۶) - ضرایب انتشار فرایندی از واحد تولید آمونیاک (بدون تجهیزات کنترل آلودگی) (A) [۱۷]

SO ₂	CO	VOC	آلاینده
Kg/ton NH ₃ رتبه کیفی عدم قطعیت تمام ضرایب E است.			واحد
0.0288	6.9	3.6	سولفورزدایی
NA	1	0.52	واحد جذب CO ₂
NA	NA	0.6	واحد گاز زدایی (استریپر)
نکته ۱: برای واحدهای دارای تجهیزات کنترل انتشار، بازده حذف آلاینده ها توسط سیستم کنترلی باید در رابطه (۲۸) لحاظ شود. نکته ۲: NA = not applicable			

۵-۳-۲-۷ واحد تولید اسید نیتریک

در فرایند تولید اسید نیتریک، آمونیاک در یک واکنش کاتالیستی با عبور جریان هوا اکسید شده و گاز NO تولیدی پس از خنک شدن و تبدیل به NO_2 وارد برج جذب می شود که در آنجا اسید نیتریک رقیق در اثر جذب گازهای نیتروژن دار تولید می شود و در جریان تولید اسید، بخشی از گازهای NO_x (مخلوط NO و NO_2) نیز از طریق جریان گاز مازاد ($tail\ gas$) وارد اتمسفر می شود که مهمترین جریان ونت آلاینده ها در فرایند تولید اسید نیتریک محسوب می شود. نرخ انتشار با بهره گیری ضرایب انتشار بین المللی و از رابطه (۲۸) محاسبه می شود.

که در آن:

EF : ضریب انتشار آلاینده NO_x در واحد تولید اسید نیتریک است که از جدول (۲-۳۷) خوانده می شود.
 Q : دبی جرمی سالانه اسید نیتریک خالص (۱۰۰ درصد جرمی) تولیدی.

جدول (۲-۳۷) - ضرایب انتشار فرایندی از واحد تولید اسید نیتریک^۱ [۱۸]

آلاینده		واحد
NOx		
Kg/tonNitric Acid(100%HNO3)		
رتبه کیفی عدم قطعیت تمام ضرایب E است.		
28.5	بدون کنترل آلودگی	
0.2	گاز طبیعی ^۳	تولید اسید نیتریک رقیق (۵۰ تا ۷۰ درصد)
0.4	هیدروژن	
0.45	ترکیب گاز طبیعی و هیدروژن	
0.95	فرایند جذب تک مرحله ای ^۴	
1.05	فرایند جذب دو مرحله ای ^۵	
1.1	استفاده از اسکرابر با محلول باز قوی (NaOH یا Na ₂ CO ₃)	
5	تولید اسید نیتریک غلیظ	

نکته ۱: ضرایب انتشار به ازای تولید HNO₃ خالص (۱۰۰ درصد) بیان شده. به طور نمونه اگر در یک واحدی ۱۰۰۰ تن اسید نیتریک ۵۰ درصد تولید شود، مقدار Q در رابطه (۲۸) برابر با ۵۰۰ تن است.

نکته ۲: گاز حاوی NOx با یک سوخت مخلوط شده و در مجاورت کاتالیست، NOx به N₂ احیا می شود و سوخت نیز اکسید می شود.

نکته ۳: واحدهایی که در فرایند احیا کاتالیستی، گاز طبیعی به عنوان سوخت با tail gas مخلوط می شود.

نکته ۴: در این روش کنترلی، به منظور افزایش بازده جذب و کاهش انتشار NOx، از روش هایی مانند افزایش تعداد سینی های برج و یا تغییرات شرایط دما و فشار در یک برج جذب بهره می برند.

نکته ۵: در این روش کنترلی، از دو برج جذب برای تهیه اسید نیتریک استفاده می شود تا میزان انتشار NOx کم شود.

۶- انتشار از مخازن ذخیره

مخازن ذخیره در بسیاری از صنایع نفت، گاز و پتروشیمی برای ذخیره مواد اولیه (خوراک)، محصولات و سوخت مصرفی مورد استفاده قرار می گیرند.

نکته ۱: در این بخش منظور از مخازن ذخیره، مخازنی است که محتوی ترکیبات هیدروکربنی باشد. همچنین مخازنی که خروجی ونت آنها جمع آوری شده و به بخش ریکاوری و یا فلر منتقل می شود، در این بخش بررسی نمی شوند.

نکته ۲: لازم به ذکر است که انتشارات از مخازن مورد بررسی در این بخش شامل انتشارات ناشی از نشتی اجزا (شیرها، فلنچ ها و غیره) نیست. انتشارات از منابع نشتی مخازن مانند سایر منابع نشتی در فصل دوم به عنوان منابع فرار (در بخش ۸ با عنوان منابع نشتی) بررسی می شود.

با توجه به نوع طراحی مخزن، مشخصات سیال ذخیره شده و شرایط عملکردی و هواشناسی، ممکن است مقادیر قابل توجهی از ترکیبات آلی فرار و آلاینده‌های خطرناک از مخازن به جو انتشار یابند. تنوع مخازن موجود در سطح صنعت نفت به صورت زیر می‌باشد [۹]:

۱. مخازن قائم با سقف ثابت

۲. مخازن با سقف شناور خارجی

۳. مخازن با سقف شناور داخلی

۴. مخازن با سقف شناور خارجی گنبدی

آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا برای محاسبه میزان انتشار آلاینده‌های VOC از مخازن در سه سطح، رویکردهایی را معرفی می‌نماید. روش‌های موجود به ترتیب دقت عبارتند از:

الف) اندازه‌گیری مستقیم

ب) مدل‌سازی مخصوص هر مخزن

ج) ضرایب انتشار متوسط مخازن

خلاصه‌ای از نیازمندی‌های پایش جهت تخمین انتشار از مخازن، در جدول (۲-۳۸) آورده شده است.

جدول (۲-۳۸) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش‌های مختلف تخمین میزان انتشار در مخازن ذخیره

ردیف	روش	آلاینده‌ها	نیازمندی‌ها
الف	اندازه‌گیری مستقیم	VOC	تنها برای مخازن با قابلیت جمع‌آوری و هدایت بخارات قابل اعمال است. سنجش دبی و غلظت ترکیبات ونت مورد نیاز است.
ب	مدل‌سازی مخصوص هر مخزن		نوع مخزن - ابعاد مخزن - نوع سیال ذخیره شده - ترکیب درصد اجزاء - شرایط پوسته مخزن - شرایط هواشناسی - شرایط عملکردی مخزن
ج	ضرایب انتشار متوسط مخازن		نوع مخزن - نوع سیال ذخیره شده - مقدار سالانه ذخیره محصول

۶-۱- روش (الف) اندازه گیری مستقیم

روش اندازه گیری مستقیم تنها برای مخازنی قابل انجام است که همه انتشار و تخلیه بخارات از آن جمع آوری شده و به یک سیستم کنترلی انتقال داده شده باشد. این روش دارای بالاترین دقت است.

۶-۲- روش (ب) مدل سازی مخصوص هر مخزن

در سطح دوم دقت، مدل سازی انتشار با استفاده از روابطی که توسط سازمان حفاظت از محیط زیست ایالات متحده آمریکا EPA در فصل هفتم مستندات AP-42 توسعه داده شده است انجام می پذیرد [۹]. این روابط در قالب یک نرم افزار ساده و گرافیکی با نام TANKS v4.09 توسط EPA توسعه و ارائه شده است. نرم افزار مورد نظر از طریق آدرس <http://www.epa.gov/ttn/chief/software/tanks/index.html> قابل دسترسی و دانلود به صورت رایگان است. البته برای اجرای این مدل در ابتدا باید داده های مورد نیاز برای انجام محاسبات جمع آوری شود.

داده های اصلی که این مدل جهت تخمین انتشار آلاینده های فرار به آنها نیاز دارد، شامل شرایط عملکردی مخزن (نوع سیال ذخیره شده، مشخصات ترمودینامیکی سیال، ارتفاع سیال درون مخزن، تعداد دفعات پر و خالی شدن مخزن در یک دوره یک ساله)، شرایط فیزیکی مخزن (نوع سقف مخزن، ابعاد مخزن، جنس پوسته) و پارامترهای هواشناسی (متوسط دمای ماهانه، تابش خورشید و سرعت باد) است.

در هنگام استفاده از نرم افزار TANKS باید یک سری از نکات مورد توجه قرار گیرند. این نکات عبارتند از:

- هر مخزن باید به صورت جداگانه با استفاده از شرایط مخصوص همان محل مدل سازی شود. اگر مجموعه ای از مخازن دارای شرایط محیطی یکسان و همچنین نوع سیال و شرایط بهره برداری مشابهی باشند در این صورت می توان مدل سازی را برای یک مخزن انجام داد و به بقیه مجموعه تعمیم داد. در بقیه موارد توصیه می شود اطلاعات برای هر مخزن جداگانه جمع آوری شود و شبیه سازی انجام پذیرد.
- هر مخزن باید با توجه به فشار بخار و ترکیبات مواد داخل همان مخزن شبیه سازی شود. برای مثال در مدل TANKS فشار بخار و شرایط ترمودینامیکی برای تعدادی از مواد وجود دارد ولی قبل از استفاده از این مقادیر پیش فرض باید اطمینان حاصل شود که مواد داخل مخزن با داده های پیش فرض مدل سازگار باشند. برای مثال

مقادیر پیش فرض برای مواد تک ترکیبی مانند بنزن یا حتی بنزین مناسب می باشد ولی برای نفت خام می تواند دارای عدم قطعیت هایی باشد.

- داده های هواشناسی و اندیس تابش خورشید به صورت ماهانه (معمولا متوسط ده ساله) از سایت هواشناسی قابل دسترس است و در صورت عدم وجود برای یک منطقه، از مراجع مرتبط قابل حصول است. بنابراین برای اجرای این مدل برای نقاط مختلف ایران باید اطلاعات هواشناسی کشور در نقاط مورد مطالعه به مدل تعریف شود.

- تخمین های میزان انتشار می تواند برای هر آلاینده انجام شود. به صورت پیش فرض مدل *TANKS* میزان کل انتشار ترکیبات آلی را محاسبه می نماید. از آنجایی که در این سند تعیین میزان انتشار ترکیبات *VOC* از مخازن به طور کلی مد نظر است، نیازی به تعیین انتشار هر جزء به طور مجزا نیست.

- برای مخازن با سقف ثابت نیز که بخارات خارج شده از آنها به تجهیزات کنترلی ارسال می شود و سپس وارد جو می شود، می توان از نتایج مدل *TANKS* برای محاسبه میزان انتشار استفاده نمود ولی این انتشار در تجهیزات کنترلی کاهش یافته و تخریب می شوند. رابطه تعیین میزان انتشار آلاینده ها با سیستم های کنترلی به صورت زیر می باشد [۷]:

$$E_i = E_{unc,i} \times \left(1 - \frac{CD_{eff}}{100} \right) \quad (29)$$

که در آن:

E_i : میزان انتشار آلاینده نام بر حسب تن بر سال بعد از سیستم های کنترلی
 $E_{unc,i}$: میزان انتشار قبل از سیستم کنترل آلاینده نام بر حسب تن بر سال
 CD_{eff} درصد کارایی سیستم کنترل برای حذف آلاینده نام می باشد.

نکته: در مواردی که اندازه گیری مستقیم امکان پذیر نبوده و داده های لازم برای اجرای مدل فراهم نباشد در سطح سوم می توان از ضرایب انتشار معمول که برای مخازن توسعه داده شده (روش ج) استفاده کرد. البته طبق توصیه *EPA* بهتر است برای مخازن از یکی از رویکردهای الف و ب استفاده شود. در دستورالعمل حاضر نیز در دوره نخست تا زمان ایجاد بستری برای بکارگیری روش (الف) و

(ب) (این زمان متعاقبا اعلام خواهد شد) می توان از ضرایب انتشار متوسط جهت تخمین انتشار
 آلاینده های VOC استفاده کرد.

۶-۳- روش (ج) استفاده از ضرایب انتشار متوسط مخازن

زمانی که جزئیات اطلاعات مربوط به مخازن در دسترس نباشد و یا استفاده از نرم افزار به هردلیلی امکان پذیر نباشد، می توان از ضرایب انتشار توسعه داده شده برای مخازن استفاده نمود. این ضرایب بر پایه میزان انتشار ترکیبات VOC به ازای مقدار ذخیره سازی سالانه یک فراورده و یا یک ماده مورد نظر است. در بعضی کشورها مانند استرالیا، این ضرایب برای انواع مختلف فراورده ها و در مناطق مختلف کشور و بر اساس نتایج نرم افزار TANKS ارائه شده است. همچنین مقادیر متوسطی برای نرخ انتشار ترکیبات VOC از مخازن ذخیره در صنایع پالایشگاهی توسط EPA ارائه شده است که در جدول (۲-۳۹) مقادیر انتشار ترکیبات VOC از مخازن ذخیره فراورده ها گزارش شده است. همچنین در این بخش و به منظور تخمین میزان انتشار ترکیبات فرار از مخازن ذخیره در صنایع پتروشیمی، با رویکردی مشابه با آنچه برای کشور استرالیا وجود داشت، ضرایب انتشار متوسطی برای ترکیبات VOC از مخازن ذخیره مواد هیدروکربنی و بر اساس نتایج مدل TANKS در منطقه ویژه اقتصادی ماهشهر ارائه شده است (جدول (۲-۴۰)).

در جدول (۲-۴۱) بر اساس راهنمای برآورد انتشار آلاینده های هوا در شرکت ملی نفت ضرایب انتشار از مخازن در صنایع بالادستی نفت و گاز بر اساس نوع مخازن و نوع سیال ارائه شده است. لذا با استفاده از ضرایب ارائه شده در دو جدول (۲-۳۹) و جدول (۲-۴۰) می توان برای واحدهایی که در زمان اجرای این سند امکان بهره گیری از نرم افزار TANKS را ندارند، نرخ سالانه انتشار VOC را از طریق رابطه (۳۰) محاسبه نمود.

$$E_{voc} \left(\frac{ton}{year} \right) = V_f \left(\frac{MMbbl}{year} \right) \times EF_i \left(\frac{kg}{MMbbl} \right) \times 10^{-3} \quad (30)$$

که در آن:

E_{voc} : نرخ انتشار سالانه VOC

V_f : حجم سیال هیدروکربنی ذخیره شده در یک سال بر حسب میلیون بشکه نفت که برابر است با حجم محصول هیدروکربنی تولیدی در واحد صنعتی که در طول یک سال به مخزن فرستاده می شود و زمان نگهداری آن در مخزن اهمیت ندارد.

نکته : برای تبدیل مقدار نفت بر حسب m^3 به میلیون بشکه نفت (MMbbl)، مقدار بر حسب m^3 را باید ضرب در 6.29×10^{-6} کنید.

EF_{VOC} : ضریب انتشار VOC

10^{-3} : ضریب تبدیل کیلوگرم به تن.

جدول (۲-۳۹) - ضرایب انتشار از مخازن حاوی محصولات نفتی ارائه شده توسط EPA در صنایع پالایشگاهی [۷]

ضرایب انتشار برای مخازن ذخیره مواد نفتی بر حسب $\frac{kg}{MMbbl}$ (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود).					آلاینده منتشره
نفت خام	بنزین و محصولات تقطیری سبک	دیزل و محصولات تقطیری متوسط	آسفالت، روغن روغنکاری و محصولات تقطیری سنگین	آروماتیک ها	
612	3992	2404	54	6804	VOC
نکته ۱: این ضرایب برای مخازن با سقف شناور خارجی دقت بالاتری دارند هرچند برای مخازن با سقف شناور داخلی و مخازن با سقف شناور خارجی گنبدی نیز قابل کاربرد اند.					

جدول (۲-۴۰) - متوسط ضرایب انتشار VOC از مخازن ترکیبات هیدروکربنی در صنایع پتروشیمی [۱۰]

نام ماده ذخیره شده	نوع مخزن	ضریب انتشار $(kg/MMbbl)$ (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود).	نام ماده ذخیره شده	نوع مخزن	ضریب انتشار $(kg/MMbbl)$ (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود).
اتیلن دی کلراید	سقف ثابت	33252	متیل اتیل کتون	سقف ثابت	42557
نفتا	شناور داخلی	58	هگزان	سقف ثابت	170233
	سقف ثابت	3120	مونواتیلن گلایکل	سقف ثابت	0.029
متانول	سقف ثابت	3644	دی اتیلن گلایکل	سقف ثابت	0.68
	شناور داخلی	107	بنزین پیرولیز	سقف ثابت	13757
زایلن	سقف ثابت	3583		شناور داخلی	100
فنول	سقف ثابت	1595	MTBE	شناور خارجی	9826
تولوئن	شناور داخلی	312			
	شناور خارجی	191			
	سقف ثابت	14093			

جدول (۲-۴۱) - متوسط ضرایب انتشار VOC از مخازن در صنایع بالادستی نفت و گاز [۵]

نوع مخزن	نام ماده ذخیره شده	ضریب انتشار (kg/MMbbl)	رتبه کیفی موجودی انتشار
مخازن سقف شناور	نفت خام	1310	C
مخازن سقف ثابت	نفت خام	267000	C
مخازن سقف ثابت	محصولات تقطیری سبک	26800	C
مخازن سقف ثابت	محصولات تقطیری متوسط	1	C

۷- انتشار از فرایند بارگیری

در فرایند بارگیری نفت خام و یا محصولات نفتی (بارگیری در کشتی، در تانکر جاده‌ای و تانکر ریلی)، همواره مقداری فراورده مستقیماً به جو منتقل می‌شود. ترکیبات منتشر شده شامل VOC هستند که با توجه به نوع فراورده، ترکیب درصد آنها متغیر است.

تذکر: در این بخش، فرایندهای بارگیری که بخارات آن جمع‌آوری و به فلر و یا سایر تجهیزات ارسال می‌شود که در این دستورالعمل به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفته‌اند، مد نظر نیستند. لذا تنها فرایندهای بارگیری مورد بررسی قرار می‌گیرند که انتشار مستقیم به اتمسفر دارند.

از آنجایی که در حال حاضر امکان سنجش مستقیم بخارات منتشر شده وجود ندارد، روش ارائه شده در AP-42 که استفاده از ضریب انتشار متوسط برای انواع مختلف فراورده‌ها است، در ادامه با عنوان روش (الف) آورده شده و تمامی سازمان‌ها در واحدهای بارگیری بایستی از جداول و روابط این بخش جهت تخمین انتشار VOC از فرایند بارگیری، استفاده کنند:

(الف) ضرایب انتشار متوسط

خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش تخمین انتشار از فرایند بارگیری در جدول (۲-۴۲) آورده شده است.

جدول (۲-۴۲) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش تخمین میزان انتشار از فرایند بارگیری

ردیف	روش	آلاینده‌ها	نیازمندی‌ها
الف	ضرایب انتشار متوسط	VOC	حجم فرآورده بارگیری‌شده، فشار بخار واقعی فراورده، جرم مولی بخار تولید شده از فراورده، دمای سیال بارگیری در مخزن

۷-۱- روش (الف) استفاده از ضرایب انتشار

در این روش انتشار ترکیبات آلی فرار VOC از فرایند بارگیری در دریا و خشکی با استفاده از دبی حجمی سالانه محصول بارگیری شده و ضرایب انتشار AP-42 برآورد می‌شود. در ادامه این ضرایب در سه دسته بررسی و ارائه شده‌اند:

۱. ضرایب انتشار بارگیری همه محصولات نفتی در خشکی و بارگیری همه محصولات به غیر از بنزین و نفت خام در دریا

۲. ضرایب انتشار بارگیری بنزین در دریا

۳. ضرایب انتشار بارگیری نفت خام در دریا

۷-۱-۱- تخمین انتشار ترکیبات VOC از طریق بارگیری در دریا (همه محصولات غیر از بنزین و

نفت خام) و در خشکی (همه محصولات)

میزان انتشار سالانه برابر با حاصلضرب ضریب انتشار در مقدار محصول بارگیری شده است که طبق رابطه (۳۱) قابل محاسبه است.

$$E_{VOC} \left(\frac{ton}{year} \right) = EF_{VOC} \left(\frac{kg}{m^3} \right) \times Q_P \left(\frac{m^3}{year} \right) \times \left(1 - \left(\frac{Cap}{100} \times \frac{EFF_c}{100} \right) \right) \times 10^{-3} \times CF_{VOC/TOC} \quad (31)$$

که در آن:

E_{VOC} : نرخ انتشار سالانه ترکیبات VOC از فرایند بارگیری انواع فرآورده‌ها در خشکی و بارگیری در دریا
 (برای تمام فرآورده‌ها به جز بنزین و نفت خام) بر حسب تن

Q_P : حجم فرآورده بارگیری شده در سال بر حسب m^3 (در صورت نیاز برای تبدیل مقدار محصول برحسب بشکه به m^3 ، بایستی مقدار محصول برحسب بشکه به عدد ۶/۲۹ تقسیم شود).

EFF_c : درصد بازده کنترلی بازیابی بخارات جمع‌آوری شده جهت کاهش انتشار بخارات به جو که با توجه به نوع تکنولوژی کنترلی به کار گرفته شده باید تعیین شود.

Cap : درصد بازده جمع‌آوری بخارات در فرایند بارگیری (جدول (۲-۴۴))

10^{-3} : ضریب تبدیل کیلوگرم به تن.

$CF_{VOC/TOC}$: نسبت VOC به TOC در فرآورده است که برای فرآورده‌های بنزین، گازوئیل، سوخت جت و غیره با توجه به عدم وجود متان و اتان، این نسبت برابر با یک و برای نفت خام برابر با مقدار ۰.۸۵ لحاظ می‌شود.
 برای فرآورده‌های خالص مانند محصولات پتروشیمی هم (اگر جزء ترکیبات آلی فرار باشند) این نسبت برابر یک است. (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می‌شود).

EF_{VOC} : ضریب انتشار که از رابطه (۳۲) قابل محاسبه است.

$$EF_{voc} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = 12.187 \times S \times P(atm) \times \frac{MW_{vap} \left(\frac{g}{gmol} \right)}{T(K)} \quad (32)$$

که در آن:

P : متوسط فشار بخار واقعی فراورده بر حسب atm ^۵

MW_{vap} : متوسط جرم مولی بخار تولید شده از فراورده^۶

T : متوسط دمای سیال بارگیری در تانکر بر حسب کلوین.

12.187: ضریب تبدیل.

S : ضریب اشباع که با توجه به نوع بارگیری از جدول (۲-۴۳) انتخاب می شود.

جدول (۲-۴۳) - ضریب اشباع برای تعیین ضریب انتشار از طریق بارگیری [۲۱]

نوع بارگیری	نحوه بارگیری	ضریب اشباع (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)
بارگیری در خشکی	بارگیری مستغرق درون یک تانکر تمیز	0.5
	بارگیری مستغرق بدون سیستم جمع آوری بخارات	0.6
	بارگیری مستغرق با سیستم جمع آوری بخارات	1.0
	بارگیری پاششی درون یک تانکر تمیز	1.45
	بارگیری پاششی بدون سیستم جمع آوری بخارات	1.45
	بارگیری پاششی با سیستم جمع آوری بخارات	1.0
بارگیری در دریا (به غیر از نفت خام و بنزین)	بارگیری مستغرق به کشتی	0.2
	بارگیری مستغرق به بشکه	0.5

^۵ باید توجه داشت که فشار بخار واقعی فراورده (True vapor pressure) با فشار بخار رید (Reid vapor pressure) متفاوت است. در صورت

عدم دسترسی به فشار بخار واقعی محصول، مقدار آن با توجه به نوع فراورده از طریق روابط ۱-۲۵ و ۱-۲۶ و جداول ۷-۱-۲ و ۷-۱-۳ فصل هفتم

راهنمای AP-42 قابل محاسبه است [۹].

^۶ در صورت عدم دسترسی به جرم مولی بخار حاصل از محصول، از جداول ۷-۱-۲ و ۷-۱-۳ فصل هفتم راهنمای AP-42 استفاده شود. لینک

دریافت سند مذکور: <https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch07/final/c07s01.pdf> [۹].

نکته ۱: با توجه به رابطه (۳۱)، چنانچه بخشی از بخارات در حین فرایند بارگیری، جمع‌آوری شود و سپس توسط یک فرایند کنترلی بازیابی بخارات (مانند جذب، جذب سطحی و سرمایش)، وارد اتمسفر نشود، مقدار انتشار کم می‌شود. با انجام یک سری اقدامات می‌توان بازده جمع‌آوری را افزایش داد که در جدول (۲-۴۴)، مقادیر پیش‌فرض آورده شده است. لازم به توضیح است چنانچه بازده جمع‌آوری بخارات ۱۰۰ درصد هم باشد اما این بخارات کنترل نشود و مستقیم به اتمسفر وارد شود، اقدامات جمع‌آوری صرف هیچ تاثیری بر کاهش نرخ انتشار نخواهد داشت.

نکته ۲: در بارگیری هر فرآورده فشار بخار واقعی فرآورده بارگیری شده، جرم مولی بخار تولید شده از فرآورده، دمای سیال بارگیری در تانکر و نسبت VOC به TOC در فرآورده ممکن است متفاوت باشد. لذا روابط (۳۱) و (۳۲) در بارگیری هر فرآورده باید برای حجم سیال بارگیری شده محاسبه شوند و نهایتاً مجموع انتشارات از هر بارگیری در طول سال گزارش شود. اما در این سند جهت ساده‌سازی محاسبات، فرض شده است که اگر فشار بخار واقعی یک نوع فرآورده بارگیری شده، جرم مولی بخار تولید شده از آن، دمای آن در تانکر و نسبت VOC به TOC آن به طور متوسط در طول سال و در هر بارگیری تقریباً یکسان باشد، با در نظر گرفتن متوسط مشخصات ذکر شده برای آن فرآورده، کل انتشارات از بارگیری آن فرآورده در سال بر حسب کل حجم سیال بارگیری شده‌ی آن فرآورده در سال محاسبه شود. لذا حجم فرآورده بارگیری (Q_P) در رابطه (۳۱) بر حسب $(\frac{m^3}{year})$ نوشته شده است. اما در صورتی که مشخصات ذکر شده در طول سال برای فرآورده تغییرات شایانی داشته باشد، بایستی انتشارات از هر بارگیری از طریق روابط (۳۱) و (۳۲) جداگانه محاسبه شود و حجم فرآورده بارگیری (Q_P) در رابطه (۳۱) بر حسب $(\frac{m^3}{each\ loading})$ باشد و نهایتاً مجموع انتشارات از تمام بارگیری‌ها در طول یک سال گزارش شود.

جدول (۲-۴۴) - درصد بازده جمع آوری بخارات در فرایند بارگیری [۷]

بازده (%) (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)	اقدام کنترلی
65	بدون تست نشستی تانکر ^۱
85	بدون تست نشستی تانکر ^۱ برقراری حداقل فشار مثبت بین ۳ تا ۵ اینچ آب
95	تست نشستی ^۲ سالانه تانکر (محصولات غیر بنزینی)
97.5	تست نشستی ^۲ دو بار در سال تانکر (محصولات غیر بنزینی)
98.7	تست نشستی ^۲ سالانه تانکر (محصولات بنزینی)
100	بارگیری خلاء (حفظ خلاء کمتر از ۱/۵ - اینچ آب). اتصال فشرده فلنجهای متصل کننده بین تانکر و سیستم جمع آوری بخارات
100	بارگیری خلاء (حفظ خلاء کمتر از ۱/۵ - اینچ آب). تانکرهایی که گواهی تاییدیه ایمنی و عدم نشستی از سازمانی معتبر را داشته باشند.
نکته ۱: در اینجا فرض بر این است که تانکرها مجهز به جمع آوری بخارات در هنگام بارگیری هستند. نکته ۲: بر اساس متد ۲۷ EPA	

۷-۱-۲- تخمین انتشار ترکیبات VOC از طریق بارگیری بنزین در دریا

جهت تخمین انتشار ترکیبات آلی فرار از فرایند بارگیری بنزین در بشکه و یا کشتی در دریا، ضرایب ارائه شده در جدول (۲-۴۵) را در رابطه (۳۳) جایگذاری می کنیم. لازم به ذکر است از آنجایی که درصد متان و اتان در بنزین قابل صرف نظر است، نسبت انتشار VOC به کل ترکیبات آلی (TOC) در بنزین برابر با یک است.

$$E_{VOC,MLG} \left(\frac{ton}{year} \right) = EF_{VOC,MLG} \left(\frac{g}{m^3} \right) \times Q_P \left(\frac{m^3}{year} \right) \times \left(1 - \left(\frac{Cap}{100} \times \frac{EFF_c}{100} \right) \right) \times 10^{-6} \quad (33)$$

که در آن:

$E_{VOC,MLG}$: نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از فرایند بارگیری دریایی بنزین

Q_P : حجم بنزین بارگیری شده در سال بر حسب m^3

$EF_{VOC,MLG}$: ضریب انتشار VOC از بارگیری دریایی بنزین (به جدول (۲-۴۵) رجوع شود).

10^{-6} : ضریب تبدیل g به ton .

EFF_c : درصد بازده حذف بخارات جمع‌آوری شده جهت کاهش انتشار بخارات به جو که با توجه به نوع تکنولوژی کنترلی به کار گرفته شده باید تعیین شود.

Cap : درصد بازده جمع‌آوری بخارات در فرایند بارگیری (به جدول (۲-۴۴) رجوع شود).

نکته ۱: با توجه به آنکه ضریب انتشار VOC از بارگیری دریایی بنزین به شرایط مخزن قبل از بارگیری بستگی دارد، لذا در صورت تغییر شرایط بارگیری دریایی بنزین در طول سال، بایستی انتشارات از هر بارگیری دریایی بنزین توسط رابطه (۳۳) جداگانه با توجه به ضریب آن شرایط محاسبه شود که در این صورت حجم بنزین بارگیری (Q_p) در رابطه (۳۳) بر حسب $\frac{m^3}{each\ loading}$ است. نهایتاً انتشارات از تمام بارگیری‌های دریایی بنزین در طول یک سال $E_{VOC} \left(\frac{ton}{year} \right)$ از مجموع انتشارات بارگیری‌های دریایی بنزین برآورد می‌شود.

جدول (۲-۴۵) - ضرایب انتشار VOC از بارگیری بنزین در دریا (g/m^3) [۷ و ۲۱]

شرایط مخزن قبل از بارگیری	محصول بارگیری شده قبلی	کشتی و یا بشکه های بزرگ ^۱	بشکه کوچک ^۲
		(رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می‌شود.)	
بدون تمیزکاری	فرار	315	465
پرسده با آب توازن ^۳	فرار	205	---
تمیز شده	فرار	180	ND
پرسده با گاز بی اثر ^۴	فرار	85	ND
به طور عام	غیر فرار	85	ND
پرسده با گاز بی اثر	هر نوع فراورده	ND	245
به طور عام	هر نوع فراورده	215	410
نکته ۱: Ships/Ocean Barges مثلاً با عمق حدود ۱۲/۲ m			
نکته ۲: Barges مثلاً با عمق حدود ۳ الی ۳/۷ m			
نکته ۳: Ballasted			
نکته ۴: Gas-freed			

۷-۱-۳- تخمین انتشار ترکیبات VOC از طریق بارگیری نفت خام در دریا

جهت تخمین انتشار نفت خام در فرایند بارگیری در دریا از رابطه (۳۴) استفاده می شود.

$$E_{VOC} \left(\frac{ton}{year} \right) = (C_A + C_G) \left(\frac{g}{m^3} \right) \times Q_P \left(\frac{m^3}{year} \right) \times \left(1 - \left(\frac{Cap}{100} \times \frac{EFF_c}{100} \right) \right) \times 10^{-6} \times 0.85 \quad (34)$$

که در آن:

Q_P : حجم نفت خام بارگیری شده در سال بر حسب m^3 (در صورت نیاز برای تبدیل مقدار محصول برحسب بشکه به m^3 ، بایستی مقدار محصول برحسب بشکه به عدد ۶/۲۹ تقسیم شود).

0.85: متوسط نسبت ترکیبات VOC به TOC در نفت.

C_G : ضریب انتشار مربوط به عملیات حین بارگیری برحسب gr/m^3 که از رابطه (۳۵) محاسبه می شود.

C_A : ضریب انتشار مربوط به بخارات به جامانده قبل از بارگیری محصول جدید برحسب gr/m^3 (به جدول ۲-۴۶ رجوع شود).

10^{-6} : ضریب تبدیل g به ton .

مقدار ضریب C_G از رابطه (۳۵) محاسبه می شود:

$$C_G = 220.48 \times ((6.47 \times P(atm)) - 0.42) \times MW_{vap} \left(\frac{gr}{gr\ mol} \right) \times \frac{1.02}{1.8 \times T(K)} \quad (35)$$

که در آن:

MW_{vap} : جرم مولی متوسط بخار نفت خام است^۷

P : فشار بخار واقعی نفت خام بارگیری شده بر حسب atm

T : دمای بخار نفت خام بر حسب کلوین

1.02: ضریب رشد بخار. (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود).

^۷ در صورت عدم دسترسی به جرم مولی بخار نفت خام، مطابق با جداول ۷-۱-۲ فصل هفتم راهنمای AP-42 جرم مولی بخار Midcontinent

Crude Oil برابر با $g/gmol$ ۵۰ و جرم مولی مایع آن $g/gmol$ ۲۰۷ است. (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود). [۹].

جدول (۲-۴۶) - ضرایب انتشار C_A از بارگیری نفت خام در دریا (g/m^3) [۲۱]

شرایط مخزن قبل از بارگیری	محصول بارگیری شده قبلی	کشتی و یا بشکه های بزرگ (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)
بدون تمیزکاری	فرار	103.1
پر شده با آب توازن	فرار	55.1
تمیز شده	فرار	39.5
پر شده با گاز بی اثر	فرار	39.5
به طور عام	غیر فرار	39.5

منابع انتشار نوع سوم: منابع فرار

۸- منابع نشتی

در صنایع نفت که فراورده ها، مواد اولیه، محصولات میانی، سوخت ها و سایر سیالات مورد استفاده در فرایندهای فیزیکی و شیمیایی از طریق خطوط لوله منتقل می شوند، همواره نشت ترکیبات شیمیایی از طریق اتصالات (مانند فلنج ها)، شیرهای نمونه برداری، پمپ ها، کمپرسورها و خطوط با انتهای باز به اتمسفر رخ می دهد. همچنین نقاط اتصال اجزاء تجهیزات مورد استفاده در فرایندها نیز محلی برای نشت این ترکیبات است. در این بخش انتشار آلاینده ها از طریق نشت، تنها از طریق اتصالات خطوط لوله و تجهیزات فرایندی بررسی می شود. در بررسی نشتی تجهیزات معمولاً فرض بر این است که تمامی نشتی ها بصورت گاز صورت می گیرند. به همین دلیل این نشتی ها در دسته آلاینده های هوا قرار داده می شوند. بسته به سطح اندازه گیری ها و اطلاعات موجود، برآورد میزان انتشار VOC از منابع نشتی که در دسته انتشارات از منابع فرار طبقه بندی می شود می تواند به یکی از روش های زیر انجام گیرد که به ترتیب از بالاترین دقت به پایین ترین دقت آورده شده اند و نیازمندی های روش های مذکور نیز در جدول (۲-۴۷) ذکر شده است.

الف) سنجش مستقیم غلظت نشتی و بکارگیری روابط تجربی بومی

ب) سنجش مستقیم غلظت و بکارگیری روابط تجربی، ضرایب غلظت نقطه صفر و نقطه حد تشخیص بالا

ج) سنجش مستقیم غلظت و استفاده از ضرایب بر مبنای محدوده انتشار

د) استفاده از تعداد دقیق تجهیزات نشتی و ضرایب انتشار کلی مختص نوع تجهیز.

ه) استفاده از تعداد پیش فرض تجهیزات نشتی و ضرایب انتشار کلی مختص نوع تجهیز.

جدول (۲-۴۷) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش‌های مختلف تخمین میزان انتشار در تجهیزات با قابلیت نشت

ردیف	روش	آلاینده‌ها	نیازمندی‌ها
الف	سنجش مستقیم غلظت نشتی و بکارگیری روابط تجربی بومی	VOC	دستگاه سنجش قرائت مستقیم، کیسه های نمونه برداری و یا جاذب‌های کربنی، آنالیز آزمایشگاهی نمونه‌های حاصل از هر یک از تجهیزات با قابلیت نشت
ب	سنجش مستقیم غلظت و بکارگیری روابط تجربی، ضرایب غلظت نقطه صفر و نقطه حد تشخیص بالا		غلظت نشتی در اطراف هر نوع تجهیز حاوی یک جریان هیدروکربنی مشخص (دستگاه سنجش قرائت مستقیم).
ج	سنجش مستقیم غلظت و استفاده از ضرایب بر مبنای محدوده انتشار		درصد جرمی غلظت ترکیبات VOC و TOC در جریان سیال عبوری از تجهیز مورد نظر
د	استفاده از تعداد دقیق تجهیزات نشتی و ضرایب انتشار کلی مختص نوع تجهیز.		تعداد تجهیزات با قابلیت نشت بر سر راه یک سیال مشخص، نوع سیال از منظر گاز، مایع سبک و یا سنگین
ه	استفاده از تعداد پیش فرض تجهیزات نشتی و ضرایب انتشار کلی مختص نوع تجهیز.		نوع واحد عملیاتی

نکته: هر یک از واحدها در سطوح سازمان سطح سه، بایستی گزارش نرخ انتشار ترکیبات VOC را از تجهیزات با قابلیت نشت گزارش کند و نیازی به گزارش TOC نیست.

در ادامه توضیح هر یک از روش‌ها آورده شده است.

۸-۱- روش (الف) سنجش مستقیم غلظت نشتی و بکارگیری روابط تجربی بومی

در این روش، مقدار غلظت نشتی (TOC) در اطراف تجهیز با استفاده از دستگاه‌های قرائت مستقیم، روش‌های نمونه برداری کیسه‌ای، نمونه‌گیری حجم بالا و لوله‌های جاذب اندازه‌گیری شده و مقادیر اندازه‌گیری شده (Screening value) در روابط بومی قرار گرفته و نرخ انتشار آلاینده مورد نظر از آن تجهیز محاسبه می‌شود. روابط بومی تخمین نرخ نشتی بایستی پیش از آن در پروژه‌هایی مجزا بدست آمده باشند. در صنایع بالادستی شرکت ملی نفت تنها یک پروژه در راستا ارائه روابط بومی تخمین نرخ نشتی انجام گرفته است.

نکته: به دلیل نبود زیرساخت های لازم جهت نمونه برداری و ارائه روابط بومی، تخمین میزان انتشار آلاینده های فرار از منابع نشت در صنعت نفت به روش (الف) در حال حاضر مد نظر نیست. همچنین سازمان هایی که به طور سالانه پروژه های مربوط به LDAR را انجام می دهند، بایستی از یکی از روش های (ب) و یا (ج) استفاده کنند. در سایر سازمان ها که پروژه های مربوط به LDAR در آنها انجام نمی شود، بهترین روش تعیین نرخ نشتی آلاینده ها از محل نشت روش (د) است.

۸-۲- روش (ب) سنجش مستقیم غلظت و استفاده از روابط تجربی، ضرایب غلظت نقطه صفر و نقطه

حد تشخیص بالا

در این روش، از الگوی شماره ۲۱ (EPA) استفاده می شود. در این رویکرد میزان نرخ جرمی نشتی با استفاده از یک رابطه برحسب غلظت کل ترکیبات آلی اندازه گیری شده در اطراف تجهیز دارای نشت حاصل می شود. این رابطه همبستگی بین میزان نرخ جرمی نشتی و غلظت های اندازه گیری شده در اطراف تجهیز، رابطه ای تجربی است که EPA ارائه داده است. بنابراین می توان از روابط بسط داده شده، برای مکان هایی که میزان غلظت در اطراف منبع نشت اندازه گیری شده است، استفاده نمود و میزان نرخ جرمی نشتی را محاسبه کرد. این روابط هم برای صنایع شیمیایی و هم برای واحدهای نفت و گاز و ترمینال های فروش بسط داده شده است. روند محاسبه کل انتشار سالانه ترکیبات آلی فرار (VOC) حاصل از نشتی در این روش به صورت زیر است.

۸-۲-۱- مرحله اول، سنجش غلظت

در مرحله اول اندازه گیری غلظت کل ترکیبات آلی در اطراف منابع دارای پتانسیل نشت صورت می گیرد (Screen value (SV)). اطلاعات عملکردی مورد نیاز برای این روش که از طریق پایش نشتی در اطراف تجهیز بدست می آید باید مطابق جدول (۶-۱۷) و جدول (۶-۱۸) تهیه شود.

نکته ۱: مشخص است در انجام سنجش غلظت در اطراف منابع نشتی و محاسبه نرخ انتشار از آن، آن دسته از تجهیزات بررسی می شوند که جریان عبوری از داخل آنها دارای ترکیبات آلی فرار باشد.

۸-۲-۲- مرحله دوم، بکارگیری غلظت سنجش شده

با توجه به مقدار غلظت اندازه گیری (یک عدد مشخص، غلظت پایین تر از حد پایین دستگاه اندازه گیری، غلظت بالاتر از حد بالای دستگاه اندازه گیری) از یکی از حالت زیر مقدار انتشار از منبع نشتی برآورد می شود:

۸-۲-۲-۱ حالت غلظت مشخص

اگر غلظت های سنجش شده بین دقت دستگاه اندازه گیری و حد بالایی تشخیص دستگاه باشد از روابط جدول (۴۸-۲) و جدول (۴۹-۲) برای تخمین نرخ نشتی (نرخ انتشار TOC از محل نشت) استفاده می شود. در نهایت انتشار سالانه VOC با استفاده از نرخ نشتی تجهیز مورد نظر از رابطه (۳۶) محاسبه می شود.

جدول (۴۸-۲) - روابط همبستگی EPA مربوط به نرخ نشتی از تجهیزات صنایع پتروشیمی [۶]

نوع تجهیز	رابطه همبستگی ^{۱،۲}
شیرآلات گازی	$\text{Leak rate (kg/hr)} = 1.8 \times 10^{-6} \times (\text{SV})^{0.873}$
شیرآلات مایع سبک	$\text{Leak rate (kg/hr)} = 6.41 \times 10^{-6} \times (\text{SV})^{0.797}$
پمپ های مایع سبک ^۳	$\text{Leak rate (kg/hr)} = 1.90 \times 10^{-5} \times (\text{SV})^{0.824}$
اتصالات	$\text{Leak rate (kg/hr)} = 3.05 \times 10^{-6} \times (\text{SV})^{0.885}$
نکته ۱: SV برابر با غلظت اندازه گیری شده کل ترکیبات آلی در اطراف منابع نشت بر حسب ppmv است. نکته ۲: این روابط، نرخ نشتی کل ترکیبات آلی را پیش بینی می نماید. نکته ۳: روابط همبستگی برای پمپ ها با مایعات سبک قابل کاربرد برای کمپرسورها، وسایل اطمینان تخلیه فشار، مخلوط کن ها و پمپ ها با مایعات سنگین نیز است.	

جدول (۲-۴۹) - روابط همبستگی EPA مربوط به نرخ نشتی تجهیزات صنایع نفتی در ترمینال‌های فروش محصولات، بخش و توزیع، پالایشگاه‌ها و صنایع تولید نفت و گاز [۶]

نوع تجهیز	رابطه همبستگی ^{۱،۲}
شیرآلات/همه	$\text{Leak rate (kg/hr)} = 2.29 \times 10^{-6} \times (\text{SV})^{0.746}$
پمپ‌ها/همه	$\text{Leak rate (kg/hr)} = 5.03 \times 10^{-5} \times (\text{SV})^{0.610}$
سایر تجهیزات ^۳	$\text{Leak rate (kg/hr)} = 1.36 \times 10^{-5} \times (\text{SV})^{0.589}$
اتصالات/همه	$\text{Leak rate (kg/hr)} = 1.53 \times 10^{-6} \times (\text{SV})^{0.735}$
فلنج‌ها/همه	$\text{Leak rate (kg/hr)} = 4.61 \times 10^{-6} \times (\text{SV})^{0.703}$
خطوط با انتهای باز/همه	$\text{Leak rate (kg/hr)} = 2.2 \times 10^{-6} \times (\text{SV})^{0.704}$

نکته ۱: SV برابر با غلظت اندازه‌گیری شده کل ترکیبات آلی در اطراف منابع نشت برحسب ppmv
نکته ۲: این روابط نرخ نشتی کل ترکیبات آلی را پیش‌بینی می‌نماید (یعنی شامل ترکیبات آلی غیرفرار مانند متان و اتان نیز است).
نکته ۳: منظور از سایر تجهیزات شامل ابزارآلات، بازوهای بارگیری، شیرهای اطمینان تخلیه فشار و تخلیه‌ها است. منظور از سایر بهتر است همه تجهیزات به غیر از اتصالات، فلنج‌ها، خطوط با انتهای باز، پمپ‌ها و شیرآلات در نظر گرفته شود.

$$E_{VOC,i} \left(\frac{\text{ton}}{\text{yr}} \right) = \text{Leak rate} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hr}} \right) \times \frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}} \times 8.76 \quad (36)$$

که در آن:

$E_{VOC,i}$: نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از تجهیز i .

Leak rate : نرخ نشتی کل ترکیبات آلی محاسبه شده با روابط موجود در جدول (۲-۴۸) و جدول (۲-۴۹) و بر حسب مقدار screening value

$WF_{VOC,i}$: کسر جرمی ترکیبات آلی فرار در جریان عبوری از داخل تجهیز i .

$WF_{TOC,i}$: کسر جرمی کل ترکیبات آلی در جریان عبوری از داخل تجهیز i .

8.76: ضریب تبدیل از Kg/hr به ton/yr

نکته ۱: از آنجایی که هر تجهیز یک مقدار screening value منحصر به فرد دارد و همین طور کسر جرمی VOC و TOC در جریان عبوری از داخل هر تجهیز ممکن است متفاوت باشد، نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از هر تجهیز با غلظت مشخص جداگانه از رابطه (۳۶) محاسبه و نهایتاً مقدار کل

انتشار سالانه از منابع نشتی، از مجموعه نرخ انتشار سالانه VOC تمام تجهیزات دارای نشت محاسبه می شود.

۸-۲-۲-۲ حالت غلظت نقطه صفر

اگر غلظت ها توسط دستگاه سنجش قابل تشخیص نبوده و حد پایین تشخیص دستگاه برابر یا پایین تر از $ppmv$ باشد از ضریب انتشار نقطه غلظت صفر مطابق با جدول (۵۰-۲) و جدول (۵۱-۲) استفاده می شود و تخمین انتشار VOC از رابطه (۳۷) محاسبه می شود.

$$E_{VOC,i} \left(\frac{ton}{yr} \right) = EF_i \left(\frac{Kg}{hr.source} \right) \times N \times \frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}} \times 8.76 \quad (37)$$

نکته: لازم به ذکر است رابطه (۳۷) در روش (د) و (ه) نیز بکار می رود.

در رابطه بالا

$E_{VOC,i}$: در روش (ب) حالت غلظت نقطه صفر و حالت غلظت نقطه حد تشخیص بالای $10,000 ppmv$ و

$100,000$: نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از نشتی N تجهیز نوع i که در مسیر جریانی یکسان با کسر جرمی VOC و TOC مشخص و دارای غلظت نشتی یکسان هستند. (منظور از غلظت نشتی یکسان این است که مثلاً N تجهیز نوع i همگی دارای غلظت نقطه صفر هستند و یا همگی دارای غلظت نقطه حد تشخیص بالای $ppmv$ $10,000$ و یا همگی دارای غلظت نقطه حد تشخیص بالای $ppmv$ $100,000$ هستند. در روش (د) و (ه): نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از نشتی N تجهیز نوع i که در مسیر جریانی یکسان با کسر جرمی VOC و TOC مشخص هستند.

EF_i : در روش (ب) حالت غلظت نقطه صفر: ضریب انتشار کل ترکیبات آلی برای تجهیزات نوع i در حالت

نقطه غلظت صفر مطابق با جدول (۵۰-۲) و جدول (۵۱-۲). در روش (ب) حالت غلظت نقطه حد

تشخیص بالای $ppmv$ $10,000$ و $100,000$: ضریب انتشار کل ترکیبات آلی برای تجهیز نوع i در حالت نقطه حد

تشخیص بالا مطابق با جدول (۵۲-۲) و جدول (۵۳-۲). در روش (د) و (ه): ضریب انتشار کل ترکیبات آلی

برای تجهیزات نوع i مطابق با جدول (۵۸-۲) الی جدول (۶۱-۲).

***N*: در روش (ب):** تعداد تجهیزات نوع *i* که در مسیر جریانی یکسان با کسر جرمی *VOC* و *TOC* مشخص و دارای غلظت نشتی یکسان هستند. (منظور از غلظت نشتی یکسان این است که مثلاً *N* تجهیز نوع *i* همگی دارای غلظت نقطه صفر هستند و یا همگی دارای غلظت نقطه حد تشخیص بالای $10,000 \text{ ppmv}$ و یا همگی دارای غلظت نقطه حد تشخیص بالای $10,000 \text{ ppmv}$ هستند). **در روش (د) و (ه):** تعداد کل تجهیزات نوع *i* که در مسیر جریانی یکسان با کسر جرمی *VOC* و *TOC* مشخص هستند.

8.76: ضریب تبدیل از Kg/hr به ton/yr

$WF_{VOC,i}$: کسر جرمی ترکیبات آلی فرار در جریان عبوری از داخل تجهیز *i*.

$WF_{TOC,i}$: کسر جرمی کل ترکیبات آلی در جریان عبوری از داخل تجهیز *i*.

جدول (۲-۵۰) - ضریب انتشار نقطه غلظت صفر برای تجهیزات صنایع پتروشیمی [۶]

نوع تجهیز	ضریب انتشار نقطه غلظت صفر $(\text{kg/hr/source})^1$ (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)
شیرآلات گازی	6.6×10^{-7}
شیرآلات مایع سبک	4.9×10^{-7}
پمپ‌های مایع سبک ^۲	7.5×10^{-6}
اتصالات	6.1×10^{-7}
نکته ۱: این ضرایب انتشار نقطه غلظت صفر نرخ نشتی کل ترکیبات آلی را پیش‌بینی می‌کنند. (یعنی شامل ترکیبات آلی غیرفرار مانند متان و اتان نیز است). نکته ۲: ضریب انتشار نقطه غلظت صفر برای پمپ‌ها با مایعات سبک قابل کاربرد برای کمپرسورها، وسایل اطمینان تخلیه فشار، مخلوط‌کن‌ها و پمپ‌ها با مایعات سنگین نیز است.	

جدول (۲-۵۱) - ضریب انتشار نقطه غلظت صفر برای تجهیزات صنایع نفتی در ترمینال‌های فروش محصولات و

پالایشگاه‌ها [۶]

نوع تجهیز	ضریب انتشار نقطه غلظت صفر $(\text{kg/hr/source})^{1,2}$ (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)
شیرآلات/همه	7.8×10^{-6}
پمپ‌ها/همه	2.4×10^{-5}
سایر تجهیزات ^۳	4.0×10^{-6}
اتصالات/همه	7.5×10^{-6}
فلنج‌ها/همه	3.1×10^{-7}
خطوط با انتهای باز/همه	2.0×10^{-6}
نکته ۱: این ضرایب انتشار نقطه غلظت صفر نرخ نشتی کل ترکیبات آلی را پیش‌بینی می‌کنند. (یعنی شامل ترکیبات آلی غیرفرار مانند متان و اتان نیز است).	

نکته ۲: این ضرایب برای عملیات تولید نفت و گاز کاربرد ندارد.
نکته ۳: منظور از سایر بهتر است همه تجهیزات به غیر از اتصالات، فلنج‌ها، خطوط با انتهای باز، پمپ‌ها و شیرآلات در نظر گرفته شود.

۸-۲-۲-۳ حالت غلظت نامشخص با حد پایین تشخیص بزرگتر از ۱ ppm

اگر غلظت‌ها توسط دستگاه سنجش قابل تشخیص نبوده و حد پایین تشخیص دستگاه بالاتر از ۱ ppmv است، حد پایین دستگاه تقسیم بر دو شده و این عدد برای هر تجهیز در روابط همبستگی جدول (۲-۴۸) و جدول (۲-۴۹) قرار می‌گیرد و مقادیر نرخ نشتی کل ترکیبات آلی در این حالت محاسبه می‌شود و مقدار انتشار سالانه VOC از رابطه (۳۶) محاسبه می‌شود. برای مثال اگر دستگاه نشتیاب دارای دقت ۱۰ ppmv است باید عدد ۵ ppmv در روابط همبستگی جدول (۲-۴۸) و جدول (۲-۴۹) برای محاسبه نرخ نشتی TOC قرار داده شود.

۸-۲-۲-۴ حالت غلظت نقطه حد تشخیص بالا ۱۰,۰۰۰ ppmv :

اگر حد تشخیص غلظت در مقادیر بالا برای دستگاه سنجش ۱۰,۰۰۰ ppmv است و غلظت اطراف تجهیز توسط دستگاه سنجش در این مقدار ثابت نمایش داده می‌شود، در ابتدا توصیه می‌شود که از رقیق‌سازی و دستگاه سنجشی که حد بالایی تشخیص آن ۱۰۰,۰۰۰ ppmv است برای تشخیص بهتر استفاده نمود تا بتوان از روابط همبستگی استفاده کرد؛ در غیر این صورت، اگر غلظت‌های سنجش‌شده در اطراف تجهیز نشتی به این حد می‌رسد باید از ضرایب انتشار جدول (۲-۵۲) و جدول (۲-۵۳) استفاده نمود و جهت تخمین انتشار سالانه VOC از رابطه (۳۷) استفاده کرد.

۸-۲-۲-۵ حالت غلظت نقطه حد تشخیص بالا ۱۰۰,۰۰۰ ppmv :

اگر حد تشخیص غلظت در مقادیر بالا برای دستگاه سنجش ۱۰۰,۰۰۰ ppmv است و مقادیر غلظت‌های سنجش‌شده توسط دستگاه سنجش در اطراف تجهیز به این حد می‌رسد باید از ضرایب انتشار جدول (۲-۵۲) و جدول (۲-۵۳) استفاده نمود و جهت تخمین انتشار سالانه VOC از رابطه (۳۷) استفاده کرد.

جدول (۲-۵۲) - ضرایب انتشار غلظت نقطه حد تشخیص بالا ناشی از نشت تجهیزات در صنایع پتروشیمی [۶]

نوع تجهیز	ضریب انتشار حد بالایی ثابت شده در ppmv ۱۰,۰۰۰ برای تجهیز اندازه گیری ^{۱,۲} (kg/hr/source)	ضریب انتشار حد بالایی ثابت شده در ppmv ۱۰۰,۰۰۰ برای تجهیز اندازه گیری ^۱ (kg/hr/source)
(رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)		
شیرآلات گازی	0.024	0.11
شیرآلات مایع سبک	0.036	0.15
پمپ‌های مایع سبک ^۳	0.14	0.62
اتصالات	0.044	0.22
نکته ۱: این ضرایب انتشار برای حد بالایی تشخیص، کل ترکیبات آلی را پیش‌بینی می‌نماید (یعنی شامل ترکیبات آلی غیرفرار مانند متان و اتان است). نکته ۲: ضرایب انتشار برای حد بالایی ppmv ۱۰,۰۰۰ هنگامی به کار می‌رود که امکان رقیق سازی برای تشخیص درست نباشد. نکته ۳: ضرایب انتشار حد بالایی ثابت شده برای پمپ‌ها با مایعات سبک قابل کاربرد برای کمپرسورها، وسایل اطمینان تخلیه فشار و مخلوط کن‌ها نیز است.		

جدول (۲-۵۳) - ضرایب انتشار برای غلظت نقطه حد تشخیص بالا ناشی از تجهیزات صنایع نفتی قابل کاربرد

برای ترمینال‌های فروش محصولات، پالایشگاه‌ها و صنایع تولید نفت و گاز [۶]

نوع تجهیز	ضریب انتشار حد بالایی ثابت شده در ppmv ۱۰,۰۰۰ برای تجهیز اندازه گیری ^{۱,۲} (kg/hr/source)	ضریب انتشار حد بالایی ثابت شده در ppmv ۱۰۰,۰۰۰ برای تجهیز اندازه گیری ^۱ (kg/hr/source)
(رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)		
شیرآلات/همه	0.064	0.14
پمپ‌ها/همه	0.074	0.16
سایر تجهیزات ^۳	0.073	0.110
اتصالات/همه	0.028	0.03
فلنج‌ها/همه	0.085	0.084
خطوط با انتهای باز/همه	0.030	0.079
نکته ۱: این ضرایب برای تخمین کل ترکیبات آلی به کار می‌روند (یعنی شامل ترکیبات آلی غیرفرار مانند متان و اتان نیز است). نکته ۲: ضرایب انتشار برای حد بالایی ppmv ۱۰,۰۰۰ هنگامی به کار می‌رود که امکان رقیق سازی برای تشخیص درست نباشد. نکته ۳: منظور از سایر تجهیزات شامل ابزارآلات، بازوهای بارگیری، شیرهای اطمینان تخلیه فشار و تخلیه‌ها است. منظور از سایر بهتر است به غیر از اتصالات، فلنج‌ها، خطوط با انتهای باز، پمپ‌ها و شیرآلات در نظر گرفته شود.		

۸-۳- روش (ج) سنجش مستقیم غلظت و استفاده از ضرایب بر مبنای محدوده انتشار

در رویکرد سنجش مستقیم غلظت و استفاده از ضرایب انتشار الگوی ۲۱ EPA بر مبنای محدوده غلظت اطراف تجهیز، در ابتدا غلظت آلاینده‌های نشت یافته در اطراف منابع اندازه‌گیری و لیست تعداد تجهیزات مطابق با جدول (۶-۱۹) الی جدول (۶-۲۱) تهیه می‌شود. در این روش تجهیزات به دو گروه تقسیم‌بندی می‌شوند. این دو گروه عبارتند از [۶]:

- تجهیزاتی که غلظت در اطراف آن‌ها کم‌تر از ۱۰,۰۰۰ ppmv می‌باشد. این تجهیزات به‌عنوان تجهیزات با نشت کم مطرح می‌شوند.

- تجهیزاتی که غلظت در اطراف آن‌ها برابر یا بیش‌تر از ۱۰,۰۰۰ ppmv می‌باشد. این تجهیزات به‌عنوان تجهیزات با نشت بالا لحاظ می‌شوند.

با تقسیم تجهیزات به دو گروه با نشت بالا و نشت پایین، دو نوع ضریب انتشار برای این گروه‌ها ارائه می‌شود. ضرایب انتشار مربوط به صنایع پتروشیمی در جدول (۲-۵۴) برای پالایشگاه‌ها در جدول (۲-۵۵)، برای عملیات تولید نفت و گاز در جدول (۲-۵۶) و ضرایب انتشار مربوط به ترمینال‌های فروش محصولات در جدول (۲-۵۷) آورده شده است.

جدول (۲-۵۴) - ضرایب انتشار EPA بر مبنای محدوده غلظت نشتی اطراف تجهیزات در صنایع پتروشیمی [۶]

غلظت برابر یا بیش تر از ۱۰۰۰۰ ppmv	غلظت کم تر ۱۰۰۰۰ ppmv	نوع سیال	نوع تجهیزات
ضریب انتشار ^۱ (kg/hr/source) (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می‌شود.)			
0.000131	0.0782	گاز	شیرآلات
0.000165	0.0892	مایعات سبک	شیرآلات
0.00023	0.00023	مایعات سنگین	شیرآلات
0.00187	0.243	مایعات سبک	آب‌بندی پمپ ^۲
0.00210	0.216	مایعات سنگین	آب‌بندی پمپ
0.0894	1.608	گاز	آب‌بندی کمپرسور
0.0447	1.691	گاز	وسایل اطمینان تخلیه فشار
0.0000810	0.113	همه نوع سیال	اتصالات
0.00150	0.01195	همه نوع سیال	خطوط با انتهای باز

نکته ۱: این ضرایب انتشار برای کل ترکیبات آلی می‌باشند.

نکته ۲: ضریب انتشار برای پمپ‌های حاوی مایعات سبک قابل کاربرد برای همزن‌ها و مخلوط‌کن‌ها نیز است.

جدول (۲-۵۵) - ضرایب انتشار EPA بر مبنای محدوده غلظت نشستی اطراف تجهیزات در پالایشگاه ها [۶]

غلظت برابر یا بیش تر از ۱۰۰۰۰ ppmv	غلظت کم تر ۱۰۰۰۰ ppmv	نوع سیال	نوع تجهیزات
ضریب انتشار ^۱ (kg/hr/source) (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)			
0.0006	0.2626	گاز	شیرآلات
0.0017	0.0852	مایعات سبک	شیرآلات
0.00023	0.00023	مایعات سنگین	شیرآلات
0.0120	0.437	مایعات سبک	آب بندی پمپ ^۲
0.0135	0.3885	مایعات سنگین	آب بندی پمپ
0.0894	1.608	گاز	آب بندی کمپرسور
0.0447	1.691	گاز	وسایل اطمینان تخلیه فشار
0.00006	0.0375	همه نوع سیال	اتصالات
0.00150	0.01195	همه نوع سیال	خطوط با انتهای باز

نکته ۱: مطابق با مرجع شماره [۶] این ضرایب انتشار برای کل ترکیبات آلی به غیر از متان NMTOC است. لذا در این سند جهت سهولت بیشتر در تخمین انتشار در این بخش، فرض می شود که ترکیبات آلی فرار (VOC) تقریباً معادل با ترکیبات آلی غیر متانی است. هرچند در واقعیت گستره ترکیبات آلی غیر متانی بیشتر از ترکیبات VOC است. لذا جهت استفاده از ضرایب این جدول برای محاسبه نرخ انتشار از منابع نشستی پالایشگاه ها، کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در رابطه (۳۸) بایستی برابر با ۱ در نظر گرفته شود.

نکته ۲: ضریب انتشار برای پمپ های حاوی مایعات سبک قابل کاربرد برای آب بندی همزن ها و مخلوط کن ها نیز است.

جدول (۲-۵۶) - ضرایب انتشار EPA بر مبنای محدوده غلظت نشستی تجهیزات در عملیات تولید نفت و گاز [۶]

غلظت برابر یا بیش تر از ۱۰۰۰۰ ppmv	غلظت کم تر ۱۰۰۰۰ ppmv	نوع سیال	نوع تجهیزات
ضریب انتشار ^۱ (kg/hr/source) (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)			
2.5×10 ⁻⁵	9.8×10 ⁻²	گاز	شیرآلات
8.4 ×10 ⁻⁶	ND ^۲	نفت سنگین	شیرآلات
1.9×10 ⁻⁵	8.7×10 ⁻²	نفت سبک	شیرآلات
9.7 ×10 ⁻⁶	6.4 ×10 ⁻²	آب/نفت ^۳	شیرآلات
3.5 ×10 ⁻⁴	7.4 ×10 ⁻²	گاز	آب بندی پمپ
ND	ND	نفت سنگین	آب بندی پمپ
5.1×10 ⁻⁴	1.0 ×10 ⁻¹	نفت سبک	آب بندی پمپ
2.4×10 ⁻⁵	ND	آب/نفت	آب بندی پمپ
1.2 ×10 ⁻⁴	8.9×10 ⁻²	گاز	سایر تجهیزات
3.2×10 ⁻⁵	ND	نفت سنگین	سایر تجهیزات
1.1×10 ⁻⁴	8.3×10 ⁻²	نفت سبک	سایر تجهیزات
5.9×10 ⁻⁵	6.9×10 ⁻²	آب/نفت	سایر تجهیزات
1.0×10 ⁻⁵	2.6×10 ⁻²	گاز	اتصالات/همه
7.5×10 ⁻⁶	ND	نفت سنگین	اتصالات/همه
9.7×10 ⁻⁶	2.6×10 ⁻²	نفت سبک	اتصالات/همه
1.0×10 ⁻⁵	2.8×10 ⁻²	آب/نفت	اتصالات/همه

جدول (۲-۵۶) ضرایب انتشار EPA بر مبنای محدوده غلظت نشتی اطراف تجهیزات در عملیات تولید نفت و گاز - ادامه [۶]

غلظت برابر یا بیش تر از ۱۰۰۰۰ ppmv		غلظت کم تر ۱۰۰۰۰ ppmv	
نوع تجهیزات	نوع سیال	ضریب انتشار ^۱ (kg/hr/source)	
		(رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)	
فلنج ها/همه	گاز	8.2×10^{-2}	5.7×10^{-6}
فلنج ها/همه	نفت سنگین	ND	3.9×10^{-7}
فلنج ها/همه	نفت سبک	7.3×10^{-2}	2.4×10^{-6}
فلنج ها/همه	آب/نفت	ND	2.9×10^{-6}
خطوط با انتهای باز	گاز	5.5×10^{-2}	1.5×10^{-5}
خطوط با انتهای باز	نفت سنگین	3.0×10^{-2}	7.2×10^{-6}
خطوط با انتهای باز	نفت سبک	4.4×10^{-2}	1.4×10^{-5}
خطوط با انتهای باز	آب/نفت	3.0×10^{-2}	3.5×10^{-6}

نکته ۱: این ضرایب انتشار برای کل ترکیبات آلی است (یعنی شامل ترکیبات آلی غیرفرار مانند متان و اتان است).

نکته ۲: ND به معنای کمبود اطلاعات جهت برآورد و بسط ضریب انتشار در این مورد است.

نکته ۳: منظور جریان هایی است که محتوای آبی آنها از ۵۰٪ تا ۹۹٪ است، نرخ نشتی TOC از جریان هایی با محتوای آبی بیشتر از ۹۹٪ ناچیز و قابل صرف نظر است.

جدول (۲-۵۷) - ضرایب انتشار EPA بر مبنای محدوده غلظت نشتی اطراف تجهیزات در ترمینال‌های فروش محصولات [۶]

غلظت برابر یا بیش تر از ۱۰۰۰۰ ppmv		نوع سیال	نوع تجهیزات
ضریب انتشار ^۱ (kg/hr/source)			
(رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)			
1.3×10 ⁻⁵	ND ^۳	گاز	شیرآلات
1.5×10 ⁻⁵	2.3×10 ⁻²	مایعات سبک	شیرآلات
2.4×10 ⁻⁴	7.7×10 ⁻²	مایعات سبک	آب بندی پمپ
1.2×10 ⁻⁴	ND	گاز	سایر تجهیزات (کمپرسور و سایر) ^۲
2.4×10 ⁻⁵	3.4×10 ⁻²	مایعات سبک	سایر تجهیزات (کمپرسور و سایر)
5.9×10 ⁻⁶	3.4×10 ⁻²	گاز	اتصالات و فلنچها
7.2×10 ⁻⁶	6.5×10 ⁻³	مایعات سبک	اتصالات و فلنچها

نکته ۱: این ضرایب انتشار برای کل ترکیبات آلی است (یعنی شامل ترکیبات آلی غیرفرار مانند متان و اتان است).

نکته ۲: کلمه سایر تجهیزات به تجهیزاتی نشتی به غیر از اتصالات، فلنچها، پمپها و شیرآلات اطلاق می شود.

نکته ۳: ND به معنای کمبود اطلاعات جهت برآورد و بسط ضریب نشتی در این مورد است.

برای محاسبه میزان انتشار کل ترکیبات آلی فرار با توجه به اینکه هر نوع تجهیز به دو گروه شامل نشت بالا و نشت کم تقسیم می شوند، از رابطه (۳۸) استفاده می شود:

$$E_{VOC,i} \left(\frac{ton}{yr} \right) = \left[EF_{H,i} \left(\frac{Kg}{hr.source} \right) \times N_H + EF_{L,i} \left(\frac{Kg}{hr.source} \right) \times N_L \right] \times \frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}} \times 8.76 \quad (38)$$

در رابطه بالا

$E_{VOC,i}$: نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از نشتی تمام تجهیزات نوع i که در مسیر جریانی یکسان با کسر جرمی VOC و TOC مشخص هستند.

نکته ۱: نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از تجهیزات نوع i موجود در هریک از مسیرهای جریانی با کسر جرمی VOC و TOC مشخص جداگانه از رابطه (۳۸) محاسبه و نهایتاً مقدار کل انتشار سالانه از منابع نشتی، از مجموعه آنها محاسبه می شود.

$EF_{H,i}$: ضریب انتشار برای نوع تجهیز i با نشت بالا بر اساس جدول (۲-۵۴) تا جدول (۲-۵۷).

$EF_{L,i}$: ضریب انتشار برای نوع تجهیز i با نشت پایین بر اساس جدول (۲-۵۴) تا جدول (۲-۵۷).

نکته ۲: برای اتصالات نمونه برداری در جداول مربوط به روش (ج) مقداری ارائه نشده است، زیرا نشت از این نوع اتصالات هنگام باز نمودن شیر جهت نمونه برداری است که تابع غلظت اطراف تجهیز نیست و برای این نوع تجهیزات می توان از همان ضرایب انتشار متوسط (روش د)، نرخ انتشار را محاسبه نمود.

N_H : تعداد کل تجهیزات نوع i با نشت بالا در مسیر جریانی یکسان با کسر جرمی VOC و TOC مشخص.

N_L : تعداد کل تجهیزات نوع i با نشت پایین در مسیر جریانی یکسان با کسر جرمی VOC و TOC مشخص.

8.76: ضریب تبدیل از Kg/hr به ton/yr

$WF_{VOC,i}$: کسر جرمی ترکیبات آلی فرار در جریان عبوری از داخل تجهیز i .

$WF_{TOC,i}$: کسر جرمی کل ترکیبات آلی در جریان عبوری از داخل تجهیز i .

نکته ۳: از آنجایی که جدول (۲-۵۵) ضرایب انتشار $NMTOC$ از تجهیزات پالایشگاه ها را ارائه می دهد، در این سند جهت سهولت فرض می شود که ترکیبات آلی فرار (VOC) تقریباً معادل با ترکیبات آلی غیر متانی ($NMTOC$) است. هرچند در واقعیت، گستره ترکیبات آلی غیر متانی $NMTOC$ بیشتر از ترکیبات آلی فرار VOC است. لذا جهت استفاده از ضرایب جدول (۲-۵۵) برای

محاسبه نرخ انتشار از منابع نشتی پالایشگاه‌ها، کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در رابطه (۳۸) بایستی برابر با ۱ در نظر گرفته شود.

۸-۴- روش (د) استفاده از تعداد دقیق تجهیزات نشتی و ضرایب انتشار کلی مختص نوع تجهیز

در این روش، ابتدا تعداد اجزاء با پتانسیل نشت (مانند شیرها، پمپ‌ها و کمپرسورها) برای واحد تولیدی مورد نظر شمارش شده و با به کارگیری ضرایب انتشار مختص هر یک از این اجزاء، نرخ انتشار مربوط به نشتی تجهیزات محاسبه می‌شود.

روند محاسبه کل انتشار سالانه ترکیبات آلی فرار (VOC) حاصل از نشتی در این روش به صورت زیر است [۶].

– ابتدا تعداد هر یک از تجهیزات با پتانسیل نشت (شیرها، پمپ‌ها، کمپرسورها، شیر نمونه برداری، شیرهای اطمینان تخلیه فشار، خطوط با انتهای باز^۸، اتصالات و فلنج‌ها) در یک واحد عملکردی که کسر جرمی ترکیبات هیدروکربنی در آنها حداقل ۰/۱ باشد، شمارش و لیست تعداد تجهیزات مطابق با جدول (۶-۲۲) الی جدول (۶-۲۴) تهیه می‌شود.

– در مرحله بعد با توجه به نوع واحد عملکردی (صنایع بالادستی نفت و گاز، صنایع پالایشگاهی و صنایع پتروشیمی) و همچنین نوع سیال عبوری (گاز، مایع سبک و مایع سنگین)، ضرایب انتشار از جدول (۲-۵۸) الی جدول (۲-۶۱) انتخاب می‌شود.

– در انتها نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار (VOC) از رابطه (۳۷) محاسبه می‌شود.

نکته: از آنجایی که جدول (۲-۵۸) ضرایب انتشار NMTOC از نشتی تجهیزات پالایشگاه‌ها را ارائه می‌دهد، در این سند جهت سهولت فرض می‌شود که ترکیبات آلی فرار (VOC) تقریباً معادل با ترکیبات آلی غیر متانی (NMTOC) است. هرچند در واقعیت، گستره ترکیبات آلی غیر متانی NMTOC بیشتر از ترکیبات آلی فرار VOC است. لذا جهت استفاده از ضرایب جدول (۲-۵۸) برای محاسبه نرخ انتشار از منابع نشتی پالایشگاه‌ها، کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در رابطه (۳۷) بایستی برابر با ۱ در نظر گرفته شود.

⁸ Open end

جدول (۲-۵۸) - ضرایب انتشار VOC برای نشت از تجهیزات صنایع پالایشگاهی [۶]

نوع تجهیزات	نوع سیال	ضریب انتشار (kg/hr) صنایع پالایشگاهی (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود). ^۱
شیرآلات	گاز	0.0268
	مایعات سبک	0.0109
	مایعات سنگین	0.00023
آب بندی پمپ ^۲	مایعات سبک	0.114
	مایعات سنگین	0.021
آب بندی کمپرسور	گاز	0.636
شیرهای اطمینان تخلیه فشار	گاز	0.160
اتصالات	همه نوع سیال	0.00025
خطوط با انتهای باز	همه نوع سیال	0.0023
اتصالات نمونه گیری	همه نوع سیال	0.0150

نکته ۱: این ضرایب انتشار تجهیزات در صنایع پالایشگاهی نرخ انتشار کل ترکیبات آلی به غیر از MTOC را تخمین می زنند. لذا در این سند جهت سهولت بیشتر در تخمین انتشار در این بخش، فرض می شود که ترکیبات آلی فرار (VOC) تقریباً معادل با ترکیبات آلی غیر متانی است. هرچند در واقعیت گستره ترکیبات آلی غیر متانی بیشتر از ترکیبات VOC است. لذا جهت استفاده از ضرایب این جدول برای محاسبه نرخ انتشار از منابع نشتی پالایشگاه ها، کسر در رابطه (۳۷) بایستی برابر با ۱ در نظر گرفته شود.

نکته ۲: ضریب انتشار برای پمپ های حاوی مایعات سبک قابل کاربرد برای همزن ها و مخلوط کن ها نیز است.

جدول (۲-۵۹) - ضرایب انتشار VOC برای نشت از تجهیزات صنایع پتروشیمی [۶]

نوع تجهیزات	نوع سیال	ضریب انتشار (kg/hr) صنایع پتروشیمی (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود). ^۱
شیرآلات	گاز	0.00597
	مایعات سبک	0.00403
	مایعات سنگین	0.00023
آب بندی پمپ ^۲	مایعات سبک	0.0199
	مایعات سنگین	0.00862
آب بندی کمپرسور	گاز	0.228
شیرهای اطمینان تخلیه فشار	گاز	0.104
اتصالات	همه نوع سیال	0.00183
خطوط با انتهای باز	همه نوع سیال	0.0017
اتصالات نمونه گیری	همه نوع سیال	0.0150

نکته ۱: این ضرایب انتشار تجهیزات در صنایع پتروشیمی نرخ انتشار کل ترکیبات آلی را تخمین می زنند.

نکته ۲: ضریب انتشار برای پمپ های حاوی مایعات سبک قابل کاربرد برای همزن ها و مخلوط کن ها نیز است.

جدول (۲-۶۰) - ضرایب انتشار VOC برای نشت از تجهیزات صنایع بالادستی نفت و گاز [۶]

نوع تجهیزات	نوع سیال	ضریب انتشار ^۱ (kg/hr/source) (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)
شیرآلات	گاز	4.5×10^{-3}
	نفت سبک	2.5×10^{-3}
	نفت سنگین	8.4×10^{-6}
	آب/نفت ^۲	9.8×10^{-5}
آب بندی پمپ	گاز	2.4×10^{-3}
	نفت سبک	1.3×10^{-2}
	نفت سنگین	ND ^۳
	آب/نفت	2.4×10^{-5}
اتصالات	گاز	2×10^{-4}
	نفت سبک	2.1×10^{-4}
	نفت سنگین	7.5×10^{-6}
	آب/نفت	1.1×10^{-4}
فلنج ها	گاز	3.9×10^{-4}
	نفت سبک	1.1×10^{-4}
	نفت سنگین	3.9×10^{-7}
	آب/نفت	2.9×10^{-6}
خطوط با انتهای باز	گاز	2×10^{-3}
	نفت سبک	1.4×10^{-3}
	نفت سنگین	1.4×10^{-4}
	آب/نفت	2.5×10^{-4}
سایر تجهیزات ^۴	گاز	8.8×10^{-3}
	نفت سبک	7.5×10^{-3}
	نفت سنگین	3.2×10^{-5}
	آب/نفت	1.4×10^{-2}

نکته ۱: این ضرایب انتشار برای کل ترکیبات آلی است (یعنی شامل ترکیبات آلی غیرفرار مانند متان و اتان است).
 نکته ۲: منظور جریان هایی است که محتوای آبی آنها از ۵۰٪ تا ۹۹٪ است، نرخ نشتی TOC از جریان هایی با محتوای آبی بیشتر از ۹۹٪ ناچیز و قابل صرف نظر است.
 نکته ۳: ND به معنای کمبود اطلاعات جهت برآورد و بسط ضریب انتشار در این مورد است.
 نکته ۴: شامل سایر تجهیزات نشتی از جمله شیرهای نمونه برداری، آب بندی کمپرسورها، شیرهای اطمینان و غیره است.

جدول (۲-۶۱) - ضرایب انتشار VOC برای نشت از تجهیزات موجود در ترمینال‌های فروش محصولات [۶]

نوع تجهیزات	نوع سیال	ضریب انتشار ^۱ (kg/hr/source) (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می‌شود.)
شیرآلات	گاز	1.3×10^{-5}
	مایعات سبک	4.3×10^{-5}
آب‌بندی پمپ	گاز	6.5×10^{-5}
	مایعات سبک	5.4×10^{-4}
سایر تجهیزات (کمپرسور و سایر) ^۲	گاز	1.2×10^{-4}
	مایعات سبک	1.3×10^{-4}
اتصالات و فلنچ‌ها	گاز	4.2×10^{-5}
	مایعات سبک	8.0×10^{-6}

نکته ۱: این ضرایب انتشار برای کل ترکیبات آلی است (یعنی شامل ترکیبات آلی غیرفرار مانند متان و اتان است).
 نکته ۲: کلمه سایر تجهیزات به تجهیزات نشتی به غیر از اتصالات، فلنچ‌ها، آب‌بندی پمپ‌ها و شیرآلات اطلاق می‌شود.

۸-۵- روش (ه) استفاده از تعداد پیش فرض تجهیزات نشتی و ضرایب انتشار کلی مختص نوع

تجهیز

در این روش نیز همانند روش (د) از رابطه (۳۷) و ضرایب جداول روش (د) جهت تخمین نرخ انتشار استفاده می‌شود اما تعداد تجهیزات نشتی در هر واحد شمارش نمی‌شود. بلکه از مقادیر پیش‌فرض برای تعیین تعداد این تجهیزات در هر واحد استفاده می‌شود. هرچند این روش دارای عدم قطعیت بالایی است اما از سال اول اجرای این سند تا زمانی که متعاقبا اعلام خواهد شد، برای سازمان‌هایی که آمار مدونی از تجهیزات نشت ندارند، قابل استفاده است. اما از سالی که متعاقبا اعلام خواهد شد، تمامی واحدهای عملکردی باید نسبت به شناسایی و تهیه آمار مربوط به تجهیزات نشت اقدام کنند. مقادیر پیش‌فرض تعداد تجهیزات نشتی در یک پالایشگاه نفت در جدول (۲-۶۲) و جدول (۲-۶۳) آورده شده است. برای سایر واحدها مانند صنایع بالادستی نفت و گاز و فرایندهای پتروشیمی که آما تجهیزات نشتی را در اختیار ندارند، می‌توان با داشتن تعداد پمپ‌ها و یا کمپرسورها در مسیر یک جریان مشخص، تعداد تقریبی سایر تجهیزات نشت را از جدول (۲-۶۴) تخمین زد.

جدول (۲-۶۲) - تعداد متوسط تجهیزات با پتانسیل نشت در پالایشگاه کوچک (ظرفیت نفت خام کمتر از ۵۰ هزار بشکه در روز) [۷]

Unit	شیر			پمپ		کمپرسور	شیر تخلیه فشار			فلنج			خطوط با انتهای باز	شیر نمونه برداری
	گاز	مایع سبک	مایع سنگین	مایع سبک	مایع سنگین		گاز	مایع سبک	مایع سنگین					
	(رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می‌شود.)													
Crude distillation	75	251	216	8	8	2	6	6	5	164	555	454	39	10
Alkylation (Sulfuric acid)	278	582	34	18	10	1	12	15	4	705	1296	785	20	16
Alkylation(HF)	102	402	62	13	3	2	12	13	0	300	1200	468	26	8
Catalytic reforming	138	234	293	8	5	3	5	3	3	345	566	732	27	6
Hydrocracking	300	375	306	12	9	2	9	4	4	1038	892	623	25	10
Hydrotreating/Hydrorefining	100	208	218	5	5	2	5	3	5	290	456	538	20	6
Catalytic cracking	186	375	450	13	14	2	8	8	7	490	943	938	8	8
Thermal cracking (vis breaking)	206	197	0	7	0	0	4	0	0	515	405	0	0	4
Thermal cracking (coking)	148	174	277	9	8	2	7	16	13	260	322	459	13	8
Hydrogen plant	168	41	0	3	0	2	4	2	0	304	78	0	8	4
Asphalt plant	120	334	250	5	8	2	5	10	9	187	476	900	16	6
Product blending	67	205	202	6	11	1	10	6	22	230	398	341	33	14
Sulfur plant	58	96	127	6	6	3	3	88	15	165	240	345	50	3
Vacuum distillation	54	26	84	6	6	2	2	5	2	105	121	230	16	4
Full-range distillation	157	313	118	7	4	2	5	4	6	171	481	210	20	6
Isomerization	270	352	64	9	2	2	7	10	1	432	971	243	7	8
Polymerization	224	563	15	12	0	1	10	5	3	150	450	27	5	7
MEK dewaxing	145	1208	200	35	39	3	10	14	4	452	1486	2645	19	17
Other lube oil processes	153	242	201	7	5	2	5	5	5	167	307	249	60	6

جدول (۲-۶۳) - تعداد متوسط تجهیزات با پتانسیل نشت در پالایشگاه بزرگ (ظرفیت نفت خام بیشتر از ۵۰ هزار بشکه در روز) [۷]

Unit	شیر			پمپ		کمپرسور	شیر تخلیه فشار			فلنج			خطوط با انتهای باز	شیر نمونه برداری
	گاز	مایع سبک	مایع سنگین	مایع سبک	پمپ		مایع سنگین	گاز	مایع سبک	مایع سنگین				
	(رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)													
Crude distillation	204	440	498	15	14	2	7	5	12	549	982	1046	75	9
Alkylation (Sulfuric acid)	192	597	0	21	0	2	13	4	0	491	1328	600	35	6
Alkylation(HF)	104	624	128	13	8	1	9	11	1	330	1300	180	40	14
Catalytic reforming	310	383	84	12	2	3	8	11	0	653	842	132	48	9
Hydrocracking	290	651	308	22	12	2	10	12	0	418	1361	507	329	28
Hydrotreating/H hydrefining	224	253	200	7	6	2	9	4	8	439	581	481	49	8
Catalytic cracking	277	282	445	12	12	2	11	9	13	593	747	890	59	15
Thermal cracking (vis breaking)	110	246	130	7	6	1	6	3	15	277	563	468	30	7
Thermal cracking (coking)	190	309	250	12	11	1	8	5	10	627	748	791	100	10
Hydrogen plant	301	58	0	7	360	3	4	139	0	162	148	0	59	21
Asphalt plant	76	43	0	4	0	0	3	7	0	90	90	0	24	24
Product blending	75	419	186	10	10	2	9	16	6	227	664	473	24	8
Sulfur plant	100	125	110	8	3	1	4	4	4	280	460	179	22	7
Vacuum distillation	229	108	447	2	12	1	5	1	4	473	136	1072	0	7
Full-range distillation	160	561	73	14	2	2	7	8	2	562	1386	288	54	6
Isomerization	164	300	78	9	5	2	15	5	2	300	540	265	36	7
Polymerization	129	351	82	6	2	0	7	12	28	404	575	170	17	9
MEK dewaxing	419	1075	130	29	10	4	33	6	18	1676	3870	468	0	7
Other lube oil processes	109	188	375	5	16	3	8	6	20	180	187	1260	18	9

برای سایر واحدهای عملکردی در شرایطی که امکان شمارش تجهیزات نشتی وجود ندارد (روش ۵)، می توان از جدول (۶۴-۲) استفاده کرد. هرچند در مراجع، این مقادیر برای پالایشگاه ها پیشنهاد شده است اما در مرحله اول اجرای این سند قابلیت کاربرد برای سایر واحدها در سطح صنعت نفت را دارد.

جدول (۶۴-۲) - تعداد متوسط تجهیزات با پتانسیل نشت در سایر واحدهای عملیاتی^۱ [۸]

تجهیزات با قابلیت نشت	گاز	مایع سبک/مایع سنگین (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)
تعداد شیرها به ازای هر پمپ ^۲ یا کمپرسور ^۲	133	41
تعداد فلنج به ازای هر شیر	4.1	4.1
تعداد آب بند همزن	---	1
تعداد آب بند پمپ به ازای هر پمپ	---	1.35
تعداد آب بند کمپرسور به ازای هر کمپرسور	2	---

نکته ۱: هرچند این مقادیر برای یک پالایشگاه پیشنهاد شده است اما در مرحله اول اجرای این دستورالعمل قابلیت کاربرد برای سایر واحدها در سطح صنعت نفت را دارد.

نکته ۲: تعداد پمپ ها و کمپرسورها بایستی معلوم باشد و پمپ و کمپرسورهایی مد نظر است که سیال عبوری از آنها حداقل ۱۰ درصد جرمی ترکیبات هیدروکربنی داشته باشد.

۹- انتشار از فرایند تصفیه پساب

در واحدهای مختلف نفت، گاز و پتروشیمی، همواره آب آلوده شده با ترکیبات نفتی به عنوان پساب خروجی یک واحد فرایندی وجود دارد. در برخی موارد یک واحد تصفیه کامل پساب برای واحد فرایندی طراحی می شود که پساب خروجی از تصفیه خانه، کیفیت لازم برای تخلیه به آب های سطحی را داشته باشد. در مواردی که مقدار پساب قابل توجه نیست، این پساب در حوضچه هایی با عنوان حوضچه تبخیر ذخیره می شود. در هر یک از موارد فوق، ترکیبات نفتی موجود در آب در اثر تبخیر سطحی به هوا منتقل می شوند که با توجه به زمان ماند، سطح تماس با هوا، دمای هوا و ترکیبات موجود در لایه نفتی، مقادیر انتشار متفاوت است. انتشار VOC بدین صورت در انتشارات از منابع فرار طبقه بندی می شود. جهت تخمین میزان انتشار ترکیبات VOC از سیستم های مدیریت پساب، به طور کلی سه راهکار وجود دارد که به ترتیب بالاترین دقت عبارتند از:

الف) اندازه گیری مستقیم

صفحه ۹۷ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
----------------	---	--

(ب) استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی

(ج) ضرایب انتشار متوسط

خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش‌های تخمین انتشار در فرایندهای تصفیه پساب، در جدول (۲-۶۵) آورده شده است.

جدول (۲-۶۵) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش‌های مختلف تخمین میزان انتشار در فرایند تصفیه فاضلاب

ردیف	روش	آلاینده‌ها	نیازمندی‌ها
الف	اندازه‌گیری مستقیم	VOC	تنها برای واحدهای سرپوشیده با قابلیت جمع‌آوری و هدایت بخارات قابل اعمال است. سنجش دبی و غلظت ترکیبات ونت مورد نیاز است.
ب	استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی		دبی و ترکیب درصد ترکیبات آلی در فاضلاب ورودی به واحد تصفیه
ج	ضرایب انتشار متوسط		سالانه تولید فاضلاب، نوع واحد تصفیه مورد استفاده - تعداد ساعات کارکرد سالانه

۹-۱- روش (الف) اندازه‌گیری مستقیم

در این روش که دقیقترین روش و در عین حال پر هزینه‌ترین روش تخمین میزان انتشار ترکیبات VOC به اتمسفر است، غلظت ترکیبات آلی فرار در جریان ورودی و خروجی یک تصفیه‌خانه اندازه‌گیری شده و از طریق موازنه جرم، نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار تعیین می‌شود. همچنین برای واحدهایی که تنها از یک حوضچه بدون جریان خروجی به عنوان حوضچه تبخیر استفاده می‌کنند بایستی از طریق جمع‌آوری بخار خارج شده و نمونه برداری از آن، نرخ انتشار ترکیبات VOC را تعیین کرد.

۹-۲- روش (ب) استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی

مدل‌سازی تخمین میزان انتشار آلاینده‌های هوا از سیستم‌های تصفیه فاضلاب براساس یک‌سری روابط ریاضی پایه‌گذاری شده‌اند. این مدل‌ها براساس روابط ارائه شده توسط EPA در مستندات AP-42 تدوین شده‌اند. جهت معرفی نمونه‌ای از این نوع مدل‌ها می‌توان به WATER9 و TOXCHEM اشاره نمود. علاوه بر این برای تصفیه‌خانه‌های پالایشگاه‌ها یک مدل ساده شده با نام RWET طراحی شده است. ترکیبات آلی فرار از سطح

فاضلاب‌ها به جو انتقال می‌یابند. انتقال این ترکیبات هم به دلیل نفوذ و هم به دلیل همرفت اتفاق می‌افتد. در اینجا نرم افزار WATER9 به طور خلاصه معرفی می‌شود.

در نرم افزار WATER9, Version 3.0 که توسط EPA ارائه شده است (<http://www.epa.gov/ttn/chief/software/water/>)، پایگاه داده جامع و کاملی شامل اطلاعات بیش از ۱۰۵ هزار ترکیب آلی برای محاسبه ضرایب ثابت پخش فاز مایع و گاز موجود است که در اجرای نرم افزار برای ترکیبات آلی مورد نظر می‌توان اطلاعات را از همین پایگاه داده به کار بست. پس از محاسبه این ضرایب، نرم افزار نرخ انتشار کلی ترکیبات آلی موجود در فرایندهای تصفیه‌خانه را تخمین زده و ارائه می‌دهد.

لازم است در ورودی این مدل شرایط محلی نیز وارد شوند. مدل با استفاده از روابط تعریف شده در بخش ۳ فصل ۴ مستندات AP-42، نرخ‌های انتقال جرم بخار و مایع و در نهایت نرخ انتقال جرم کل را تخمین می‌زند و برحسب آن میزان انتشار را محاسبه می‌کند [۱۹]. روش شبیه سازی نسبت به روش سنجش مستقیم، با هزینه بسیار کمتری انجام می‌گیرد و قابلیت اجرایی مناسبی دارد. هرچند برای تعیین میزان انتشار هر جزء VOC بایستی غلظت جزء مورد نظر در فاضلاب ورودی به تصفیه خانه تعیین شود.

۹-۳- روش (ج) استفاده از ضرایب انتشار متوسط

در این روش یک ضریب کلی برای انتشار ترکیبات آلی فرار در هر یک از بخش‌های مختلف تصفیه پساب پیشنهاد شده است که با توجه به حجم حوضچه و یا زمان جاری بودن فاضلاب در مسیرهای جمع‌آوری فاضلاب، می‌توان میزان انتشار را با استفاده از ضرایب جدول (۲-۶۶) و رابطه (۳۹) تخمین زد.

$$E_{VOC} \left(\frac{\text{ton}}{\text{year}} \right) = \left(N_d \times EF_1 \times H_y + V_{ww} \left(\frac{m^3}{\text{year}} \right) \times EF_2 + V_{ww} \left(\frac{m^3}{\text{year}} \right) \times EF_3 \right) \times 10^{-3} \quad (39)$$

که در آن:

E_{VOC} : نرخ انتشار سالانه VOC

N_d : تعداد درین‌ها یا جانکشن باکس‌ها

EF_1 : ضریب انتشار VOC در درین‌ها یا جانکشن باکس‌ها

H_y : تعداد ساعت در سال که فاضلاب به سمت سیستم جمع‌آوری جریان دارد.

V_{ww} : حجم سالانه فاضلاب تولید شده بر حسب m^3

EF_2 : ضریب انتشار VOC در حوضچه جداساز آب-نفت

صفحه ۹۹ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
----------------	---	--

EF_3 : ضریب انتشار VOC در سیستمهای DAF/IAF

جدول (۲-۶۶) - متوسط ضرایب انتشار VOC از واحدهای مدیریت پساب [۸ و ۲۰]

ضریب انتشار			واحدهای مدیریت پساب
واحد	کنترل شده ^۱	کنترل نشده	
	(رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)		
Kg/(hr-drain)	0 (جمع آوری با لوله و کاملاً آب بندی شده)	0.032	درین ها یا جانکشن باکس ها ^۲ (drains/Junction Boxes)
Kg/(m ³ wastewater)	0.0033	0.111	حوضچه جداسازی آب و نفت
Kg/(m ³ wastewater)	0.00012	0.004	سیستمهای شناورسازی مواد نفتی با هوا (DAF/IAF)
نکته ۱: منظور از سیستم کنترل شده برای مسیرهای جمع آوری، آببندی با کنترل ۱۰۰٪ و برای حوضچه جداسازی آب و نفت و سیستمهای شناورسازی پوشش فیت و کاملاً چسبیده با ۹۷٪ کنترل است.			
نکته ۲: در مواردی که این تعداد در دسترس نباشد، تعداد drain ها تقریباً برابر با 2.6 برابر تعداد پمپها در نظر گرفته می شود.			

تبصره ۱: در مرحله اول اجرای این دستورالعمل تا اعلام متعاقب، تمامی واحدهای عملکردی در سطوح مختلف صنعت نفت می توانند از روش ضرایب انتشار متوسط (روش ج) جهت تخمین انتشار VOC در بخش فاضلاب استفاده کنند.

تبصره ۲: لازم به ذکر است چنانچه در حال حاضر سازمانی در قالب پروژه های پژوهشی میزان انتشار VOC از بخش فاضلاب را با استفاده از روش های شبیه سازی تخمین می زند، می تواند نتایج موجود را با قید کردن روش مورد استفاده گزارش کند.

۱۰- انتشار از برج خنک کن

در این بخش آلاینده های VOC و ذرات معلق (PM) مورد بررسی قرار می گیرند. در هنگام کارکرد برج های خنک کننده، قطرات آب به محیط جو وارد و تبخیر می شوند و مواد محلول در این قطرات به صورت ذرات معلق (PM) در جو پخش می شوند. ترکیبات آلی فرار نیز در نتیجه نشت مواد نفتی و شیمیایی موجود در سمت پرفشار گرمکن ها و مبدل های حرارتی وارد آب خنک کننده های فرایندهای نفتی و شیمیایی می شوند و می توانند در برج خنک کن تبخیر شده و وارد جو شوند. انتشار این آلاینده ها بدین صورت در انتشارات از منابع فرار طبقه بندی می شوند.

صفحه ۱۰۰ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	--	---

جهت تخمین میزان انتشار آلاینده‌های هوا از برج‌های خنک‌کن به طور کلی سه راهکار وجود دارد که به ترتیب اولویت عبارتند از:

الف) سنجش یا تخمین TDS آب خنک‌کن

ب) سنجش غلظت VOC آب خنک‌کن

ج) ضرایب انتشار بین‌المللی

خلاصه نیازمندی‌های روش‌های پیشنهادی جهت تخمین انتشار آلاینده‌های VOC و PM، در جدول (۲-۶۷) آورده شده است.

جدول (۲-۶۷) - خلاصه‌ای از نیازمندی‌های روش‌های مختلف تخمین میزان انتشار آلاینده‌ها از برج خنک‌کن

ردیف	روش	آلاینده‌ها	نیازمندی‌ها
الف	سنجش یا تخمین TDS آب خنک‌کن	TSP ^۱	دبی آب خنک کن در گردش، غلظت کل ذرات محلول در آب در گردش و تعداد ساعات سالانه کارکرد.
ب	سنجش غلظت VOC آب خنک‌کن	VOC	تنها برای واحدهایی که آب در گردش در سرویس فرایندهای شیمیایی استفاده می‌شود، الزام دارد. دبی حجمی و غلظت VOC در آب ورودی و خروجی از برج باید اندازه گیری شود. ساعات کارکرد سالانه نیز محاسبه شود.
ج	ضرایب انتشار بین المللی		تنها برای واحدهایی که آب در گردش در سرویس فرایندهای شیمیایی استفاده می‌شود، الزام دارد. دبی حجمی آب در گردش و ساعات کارکرد سالانه مورد نیاز است.
نکته ۱: می‌توان کل ذرات معلق را به عنوان PM ₁₀ گزارش کرد.			

۱-۱۰- روش (الف) سنجش یا تخمین TDS آب خنک‌کن

برای محاسبه میزان انتشار ذرات معلق (PM) از برج‌های خنک‌کن با اندازه‌گیری کل ذرات معلق محلول (TDS) در آب خنک‌کن در گردش، می‌توان مقدار انتشار کل ذرات معلق را به صورت زیر تخمین زد.

$$E_{TSP} \left(\frac{\text{ton}}{\text{year}} \right) = TDS(\text{ppmw}) \times \text{Drift loss}(\%) \times Q_w \left(\frac{\text{m}^3}{\text{hr}} \right) \times H_y \times \rho_w \left(\frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \right) \times 10^{-8} \quad (40)$$

که در آن:

E_{TSP} : نرخ انتشار سالانه کل ذرات معلق برحسب تن که می‌توان آن را به عنوان PM₁₀ گزارش کرد.

TDS: غلظت ذرات محلول در آب خنک‌کن در گردش بر حسب ppmw است.

نکته: اگر اطلاعات TDS آب خنک کننده در دسترس نباشد آن را می توان با اندازه گیری TDS آب جبرانی ($make-up\ water$) و ضرب آن در نسبت غلظت چرخشی به دست آورد. غلظت چرخشی از تقسیم یکی از مشخصات آب در گردش که اندازه گیری می شود مانند رسانایی، غلظت کلسیم، کلراید یا فسفات در آب در گردش به مقادیر همان مشخصات در آب جبرانی به دست می آید. اگر هیچکدام از این موارد در دسترس نباشد، می توان TDS را برابر با رابطه ی $0.67 \times conductivity(\frac{1}{ohm.cm})$ در نظر گرفت که در آن $conductivity$ رسانایی آب در گردش است. به عنوان آخرین گزینه می توان از داده های پیش فرض در جدول (۶۸-۲) که توسط EPA و سند تهیه موجودی انتشار کشور کانادا ارائه شده است، استفاده کرد.

$Drift\ loss$: درصد آبی که به صورت قطره وارد هوا می شود. از داده های جدول (۶۹-۲) استفاده شود.

Q_w : دبی حجمی آب در گردش برج خنک کن بر حسب m^3/hr

H_y : تعداد ساعت عملکرد برج خنک کن در سال.

ρ_w : چگالی آب که برابر با یک تن بر متر مکعب در نظر گرفته شود.

10^{-8} : ضریب تبدیل $ppmw$ به درصد و تبدیل درصدها به کسری از عدد (بدون واحد)

جدول (۶۸-۲) - غلظت ذرات محلول (TDS) تقریبی آب در گردش خنک کن ها [۸]

$TDS(ppmw)$ ^۱	منبع تامین آب سرویس
(رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)	
33000	دریا
12000	آب با TDS بالا
3000	دریاچه

جدول (۶۹-۲) - درصد آب منتقل شده به هوا در برج های خنک کن [۸]

درصد آب منتقل شده به هوا $Drift\ Loss\ (\%)$ (رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می شود.)	نوع برج خنک کن
0.02	عمر بالاتر از ۲۰ سال
0.001	عمر کمتر از ۲۰ سال
0.0005	عمر کمتر از ۲۰ سال (با طراحی بهترین تکنولوژی حذف قطرات)

۱۰-۲- روش (ب) سنجش غلظت VOC آب خنک کن

در صورتی که غلظت VOC در آب خنک کن در گردش اندازه گیری شود، تخمین نرخ انتشار سالانه ترکیبات VOC از برج خنک کن را می توان به صورت زیر محاسبه نمود:

$$E_{VOC} \left(\frac{\text{ton}}{\text{year}} \right) = (C_{VOC,i} - C_{VOC,o}) (\text{ppmw}) \times Q_w \left(\frac{\text{m}^3}{\text{hr}} \right) \times H_y \times \rho_w \left(\frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \right) \times 10^{-6} \quad (41)$$

که در آن:

E_{VOC} : نرخ انتشار سالانه ترکیبات VOC

$C_{VOC,in}$: غلظت VOC در آب ورودی به برج خنک کن بر حسب ppmw

$C_{VOC,o}$: غلظت VOC آب خروجی از برج خنک کن بر حسب ppmw

Q_w : دبی حجمی آب در گردش برج خنک کن بر حسب m^3/hr

H_y : تعداد ساعت عملکرد برج خنک کن در سال.

ρ_w : چگالی آب که برابر با یک تن بر متر مکعب در نظر گرفته شود.

10^{-6} : ضریب تبدیل ppmw به درصد و تبدیل درصد به کسری از عدد (بدون واحد)

۱۰-۳- روش (ج) استفاده از ضرایب انتشار بین المللی

در صورت عدم وجود تجهیزات اندازه گیری غلظت VOC در آب، می توان با دقت پایین تری از ضرایب عمومی انتشار ارائه شده توسط EPA استفاده کرد و مقدار انتشار سالانه را از رابطه (۴۲) تخمین زد.

$$E_{VOC} \left(\frac{\text{ton}}{\text{year}} \right) = EF_{VOC} \left(\frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \right) \times Q_w \left(\frac{\text{m}^3}{\text{hr}} \right) \times H_y \quad (42)$$

که در آن:

E_{VOC} : نرخ انتشار سالانه ترکیبات VOC بر حسب تن

EF_{VOC} : ضریب انتشار VOC که از جدول (۲-۷۰) خوانده می شود.

Q_w : دبی حجمی آب در گردش برج خنک کن بر حسب m^3/hr

H_y : تعداد ساعت عملکرد برج خنک کن در سال.

ρ_w : چگالی آب که برابر با یک تن بر متر مکعب در نظر گرفته شود.

صفحه ۱۰۳ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	--	---

جدول (۲-۷۰) - ضرایب انتشار برای ترکیبات آلی فرار ناشی از برج‌های خنک‌کن [۸]

فناوری کنترل قابل کاربرد	واحد	مقدار ضریب انتشار	
		بدون کنترل	کنترل شده
		(رتبه کیفی عدم قطعیت B پیشنهاد می‌شود.)	
کمینه‌سازی نشت هیدروکربن‌ها به داخل سیستم آب خنک‌کننده و پایش هیدروکربن‌ها در داخل آب خنک‌کننده	ton/(m ³ cooling water)	0.08×10^{-6}	0.7×10^{-6}

صفحه ۱۰۴ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	---	--

فصل سوم

نحوه محاسبه ارزش حرارتی سوختها

۱- ارزش حرارتی سوخت‌های مایع

در این راهنما مقدار ارزش حرارتی سوخت‌های مایع بر مبنای یکی از دو گزینه ذیل برآورد می‌شود:

گزینه اول) مقدار ارزش حرارتی اعلام شده برحسب GJ/m^3 توسط آزمایشگاه سازمان سطح ۳

گزینه دوم) مقدار پیش فرض برای ارزش حرارتی سوخت مطابق با جدول (۸- ۱)

۲- ارزش حرارتی سوخت‌های گازی

انتخاب مقدار ارزش حرارتی سوخت‌های گازی می‌بایست بر اساس یکی از دو گزینه ذیل صورت گیرد.

گزینه اول) مقدار ارزش حرارتی سوخت براساس ترکیب درصد سوخت، رابطه (۴۳) و جدول (۳-۱)

گزینه دوم) انتخاب یک مقدار پیش فرض برای ارزش حرارتی سوخت مطابق با جدول (۸- ۱)

توجه: در فاز اول برنامه گزارش دهی، انتخاب هر یک از گزینه‌های فوق برای همه سازمان‌های سطح ۳ (به استثنای سازمان‌های مشمول تبصره ۱) این بخش) اختیاری است. در فاز بعدی برنامه، آن دسته از سازمان‌های سطح سه که مجموع انتشارات احتراقی حاصل از هر یک از سوخت‌های مصرفی آنها بیش از سقف تعیین شده باشد (این سقف متعاقباً اعلام خواهد شد)، ملزم به استفاده از گزینه اول برای آن سوخت خواهند بود.

تبصره ۱: در صورت استفاده از Offgas و یا fuelgas به عنوان سوخت، در فاز اول برنامه گزارش دهی نیز الزاما باید از گزینه اول سوخت‌های گازی استفاده شود.

تبصره ۲: اگر سوخت گازی مصرفی در جدول (۸- ۱) موجود نباشد و همچنین ترکیب درصد آن در دسترس نباشد، لازم است از مقدار ارزش حرارتی خالص و ناخالص اعلام شده توسط آزمایشگاه سازمان سطح ۳ برای آن سوخت استفاده شده و یا یکی از سوخت‌های جدول (۸- ۱) به عنوان معادل سوخت مورد نظر تعیین و از مقدار ارزش حرارتی آن برای سوخت مورد نظر استفاده شود.

۲-۱- نحوه محاسبه ارزش حرارتی سوخت‌های گازی از ترکیب گاز

چنانچه سوخت گازی باشد و ترکیب درصد آن نیز مشخص باشد، ارزش حرارتی خالص (LHV) و یا ناخالص (HHV) (بر مبنای حجمی) سوخت‌های گازی با رابطه (۴۳) محاسبه می‌شود (مثال ۶ فصل ۷):

$$HV_i = \frac{\sum_{k=1}^n (x_k \times HV_k)}{23.7} \quad (43)$$

در این رابطه،

HV_i ارزش حرارتی خالص و یا ناخالص سوخت گازی i بر حسب GJ/Sm^3 (گیگا ژول به ازای هر استاندارد مترمکعب)

x_k کسر مولی (حجمی) ترکیب k ام در سوخت گازی (کسری از ۱)

HV_k ارزش حرارتی خالص و یا ناخالص ترکیب k ام بر حسب $GJ/kmol$ (گیگا ژول به ازای هر کیلومول) از جدول (۱-۳) (چنان که ترکیب مورد نظر در این جدول موجود نیست، سازمان سطح ۳ بایستی مقدار مربوطه را از منابع معتبر استخراج کند و مراتب را از طریق مدیریت HSE شرکت‌های اصلی به اداره کل HSE وزارت نفت اعلام تا پس از اخذ تاییدیه، آن ترکیب و ارزش حرارتی آن به جدول اضافه گردد).

۲۳.۷ حجم مولی در شرایط استاندارد بر حسب لیتر بر مول

جدول (۳-۱) - مشخصات ترکیبات موجود در سوخت‌های گازی در شرایط استاندارد دما و فشار

ترکیب	فرمول	تعداد کربن	جرم مولی gr.mol^{-1}	ارزش حرارتی خالص LHV GJ.kmol^{-1}	ارزش حرارتی ناخالص HHV GJ.kmol^{-1}
Hydrogen	H_2	0	2.01588	0.2418	0.2855
Helium	He	0	4.003	0.0000	0.0000
Water	H_2O	0	18.01528	0.0000	0.0000
Carbon Monoxide	CO	1	28.0104	0.2829	0.2829
Nitrogen	N_2	0	28.0134	0.0000	0.0000
Oxygen	O_2	0	31.9988	0.0000	0.0000
Hydrogen Sulfide	H_2S	0	34.07588	0.5180	0.5920
Argon	Ar	0	39.948	0.0000	0.0000
Carbon Dioxide	CO_2	1	44.0098	0.0000	0.0000
Methane	CH_4	1	16.04276	0.8027	0.8900
Ethane	C_2H_6	2	30.06964	1.4288	1.560
Propane	C_3H_8	3	44.09652	2.0433	2.2224
Iso-Butane	C_4H_{10}	4	58.1234	2.6484	2.8713
n-Butane	C_4H_{10}	4	58.1234	2.6576	2.8771
Iso-Pentane	C_5H_{12}	5	72.15028	3.2650	3.5065
n-Pentane	C_5H_{12}	5	72.15028	3.2693	3.5088
n-Hexane	C_6H_{14}	6	86.17716	3.8872	4.1143
n-Heptane	C_7H_{16}	7	100.20404	4.5019	4.8589
n-Octane	C_8H_{18}	8	114.23092	5.1162	5.5180
n-Nonane	C_9H_{20}	9	128.2578	5.7318	6.1782
n-Decane	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	10	142.28468	6.3464	6.8373
Neopentane	C_5H_{12}	5	72.15028	3.2508	3.5207
2-Methylpentane	C_6H_{14}	6	86.17716	3.8796	4.1921
3-Methylpentane	C_6H_{14}	6	86.17716	3.8822	4.1947
2,2-Dimethylbutane	C_6H_{14}	6	86.17716	3.8698	4.1253
2,3-Dimethylbutane	C_6H_{14}	6	86.17716	3.8775	4.1900
Cyclopropane	C_3H_6	3	42.08064	1.9596	1.9596
Cyclobutane	C_4H_8	4	56.10752	2.5694	2.7470
Cyclopentane	C_5H_{10}	5	70.1344	3.1000	3.3235
Cyclohexane	C_6H_{12}	6	84.16128	3.6894	3.9575
Ethyne (acetylene)	C_2H_2	2	26.03788	1.2569	1.3029
Ethene (ethylene)	C_2H_4	2	28.05376	1.3232	1.4126
Propene (propylene)	C_3H_6	3	42.08064	1.9261	2.0599
Benzene	C_6H_6	6	78.11364	3.1695	3.3041
Butanes, avg	C_4H_{10}	4	58.1234	2.6530	2.8728
Pentanes, avg	C_5H_{12}	5	72.15028	3.2670	3.5011
Hexanes, avg	C_6H_{14}	6	86.17716	3.8790	4.1143

صفحه ۱۰۸ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	--	--

فصل چهارم

محاسبه عدم قطعیت موجودی انتشار آلاینده‌های هوا

۱- مقدمه

هر زمانی که انتشار گازهای آلاینده کمی سازی شود، عدم قطعیت تخمین ایجاد می شود. بنابراین همه برآوردهای انتشار با عدم قطعیت تخمین همراه هستند.

ارزیابی عدم قطعیت یکی از بخش های مهم تهیه موجودی انتشار گازهای آلاینده به حساب می آید. بر اساس این ارزیابی می توان مواردی که باعث ایجاد عدم قطعیت بالا می شوند را شناسایی کرده و مطابق با آن، روش شناسی محاسبه انتشارات و همچنین نحوه جمع آوری اطلاعات را در جهت کاستن از این عدم قطعیت، بهبود بخشید.

عدم قطعیت باید برای کل موجودی انتشار و هم چنین انتشار منابع و بخش های مختلف، محاسبه شود. در این بخش از راهنما، روابط لازم و نحوه محاسبه عدم قطعیت برای انتشارات مختلف شرح داده می شود.

برای محاسبه عدم قطعیت کل موجودی انتشار لازم است تا ابتدا عدم قطعیت انتشارات محاسبه شده برای هر یک از منابع انتشار بدست آید. انتشارات هر یک از منابع انتشار ممکن است با روش مستقیم یا غیرمستقیم تخمین زده شده باشد. در روش مستقیم از تجهیزات خاصی برای اندازه گیری مستقیم میزان انتشار گاز آلاینده مورد نظر استفاده می شود. در روش غیرمستقیم نیز از یک رابطه محاسباتی برای برآورد میزان انتشار گاز آلاینده از منبع مورد نظر استفاده می شود. در اندازه گیری غیرمستقیم مقدار عدم قطعیت بر اساس عدم قطعیت پارامترهای مورد استفاده در رابطه محاسباتی تعیین می شود. در ادامه، جزئیات و مراحل تعیین این عدم قطعیت توضیح داده می شود. در اندازه گیری مستقیم نیز برای تعیین عدم قطعیت میزان انتشار می توان از خطای دستگاه اندازه گیری مورد استفاده یا روش های آماری (مانند روش (الف) شرح داده شده در بخش ۲-۲-۲ این پیوست) بهره گرفت.

۲- تعیین عدم قطعیت پارامترهای مورد استفاده در محاسبات انتشار

در اندازه گیری غیرمستقیم، عدم قطعیت میزان انتشار محاسبه شده با عدم قطعیت پارامترهای مورد استفاده (معمولاً داده عملکردی و ضریب انتشار) در ارتباط است. برای تعیین عدم قطعیت این پارامترها می توان از روش های زیر استفاده کرد:

۱. انجام تست آماری بر روی نمونه داده ها (مانند روش (الف) شرح داده شده در بخش ۲-۲-۲ این پیوست)

۲. تعیین دقت دستگاه اندازه گیری، بویژه در مورد داده های عملکردی

۳. قضاوت کارشناسی برای تعیین عدم قطعیت پارامترها

صفحه ۱۱۰ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	---	--

۴. استفاده از عدم قطعیت‌های ارائه شده در مراجع

در ادامه، نحوه تعیین عدم قطعیت پارامترهای مورد استفاده در محاسبات انتشار شرح داده می‌شود.

۲-۱- عدم قطعیت مقدار جریان

در اکثر روابط محاسباتی ارائه شده در فصل (۲) از مقدار جریان به عنوان داده عملکردی استفاده شده است (مانند مقدار کل مصرف سالانه سوخت، مقدار سالانه جریان ارسالی به فلر و ...).

عدم قطعیت مقدار جریان اندازه‌گیری شده از سه عامل زیر ناشی می‌شود:

- خطای اندازه‌گیری دستگاه مورد استفاده

- خطای مربوط به نحوه نصب و بکارگیری دستگاه

- عدم قطعیت مربوط به اعمال دما و فشار (برای محاسبه مقدار جریان گاز در شرایط استاندارد)

عدم قطعیت کلی مربوط به مقدار جریان اندازه‌گیری شده از ترکیب این سه عدم قطعیت بدست می‌آید (با استفاده از رابطه ۴۹ این فصل).

خطای اندازه‌گیری دستگاه بر اساس آخرین کالیبراسیون و یا دقت اعلام شده توسط سازنده مشخص می‌شود. چنانکه دقت دستگاه اندازه‌گیری مشخص نباشد می‌توان از جدول زیر برای تعیین این مقدار استفاده کرد.

جدول (۴-۱) مقدار پیش فرض خطای اندازه‌گیری دستگاه‌های اندازه‌گیری جریان [۲۵]

خطای اندازه‌گیری	نوع دستگاه اندازه‌گیری
برای صفر تا ۲۰٪ بازه اندازه‌گیری: ۳٪ برای ۲۰ تا ۱۰۰٪ بازه اندازه‌گیری: ۱/۵٪	Rotary meter
برای صفر تا ۲۰٪ بازه اندازه‌گیری: ۳٪ برای ۲۰ تا ۱۰۰٪ بازه اندازه‌گیری: ۱/۵٪	Turbine flow meter
برای صفر تا ۲۰٪ بازه اندازه‌گیری: ۶٪ برای ۲۰ تا ۱۰۰٪ بازه اندازه‌گیری: ۴٪	Bellows meter
برای ۳۰ تا ۱۰۰٪ بازه اندازه‌گیری: ۱/۵٪	Orifice meter
برای ۲۰ تا ۱۰۰٪ بازه اندازه‌گیری: ۱/۵٪	Venturi meter
برای ۱ تا ۱۰۰٪ بازه اندازه‌گیری: ۰/۵٪	Ultrasonic meter
برای ۱۰ تا ۱۰۰٪ بازه اندازه‌گیری: ۲٪	Vortex meter
برای ۱ تا ۱۰۰٪ حداکثر بازه اندازه‌گیری: ۱٪	meter Coriolis
برای ۱۰ تا ۱۰۰٪ بازه اندازه‌گیری: ۲٪	Vortex meter
برای ۰/۹۵ bar تا ۱۱ bar و ۱۰°C تا ۴۰°C: ۰/۵٪	Gas meter with electronic volume conversion instrument (EVCI)

صفحه ۱۱۱ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	---	---

خطای مربوط به نحوه نصب و بکارگیری دستگاه اندازه گیری بر اساس قضاوت کارشناسی و خطای مربوط به اعمال دما و فشار نیز بر اساس روابط مورد استفاده در تبدیلات مورد نظر قابل تعیین می باشند.

۲-۲- عدم قطعیت ضرایب انتشار و سایر پارامترها

۲-۲-۱- عدم قطعیت مقادیر پیش فرض

بیشتر روابط محاسباتی ارائه شده در فصل (۲) دارای پارامتر ضریب انتشار یا سایر ضرایب (مانند ارزش حرارتی سوخت، راندمان فلر و ...) هستند.

در اکثر موارد در فصل (۲) مقادیر پیش فرضی برای این ضرایب ارائه شده است. در صورت استفاده از این مقادیر پیش فرض، از مقدار عدم قطعیت مربوط به هر یک از این ضرایب که در جدول یا متن مربوطه بر اساس مراجع ارائه شده استفاده شود.

میزان عدم قطعیت ضرایب انتشار پیش فرض در مراجعی که ضریب از آن استخراج شده است غالباً با حروف A تا E نشان داده شده است، مقادیر عددی عدم قطعیت متناسب با حروف مربوطه در جدول (۲-۴) آورده شده است که پیشنهاد می شود مقدار میانگین آنها در محاسبات عدم قطعیت به کار گرفته شود.

جدول (۲-۴) - مقادیر کمی مربوط به عدم قطعیت ضرایب انتشار آلاینده های هوا [۲۲]

رتبه کیفی موجودی انتشار	بازه عدم قطعیت ضریب انتشار	مقدار میانگین
A	10-30%	$\pm 20\%$
B	20-60%	$\pm 40\%$
C	50-200%	$\pm 125\%$
D	100-300%	$\pm 200\%$
E	توانی از عدد 10	$\pm 1000\%$

۲-۲-۲- عدم قطعیت کسر مولی ترکیبات

در برخی از روابط محاسباتی فصل (۲) بطور مستقیم از کسر مولی ترکیبات موجود در جریان مورد نظر استفاده شده است. در صورت وجود بیش از یک ترکیب درصد برای جریان گاز مورد نظر، عدم قطعیت مربوط به کسر مولی هر یک از ترکیبات با استفاده از روش آماری زیر قابل محاسبه است.

الف) وجود بیش از یک ترکیب درصد-روش تخمین عدم قطعیت بر اساس آماره t

در این بخش، تخمین عدم قطعیت بر اساس آماره^۹ t شرح داده می‌شود. از این روش علاوه بر تخمین عدم قطعیت کسر مولی ترکیبات گاز، می‌توان برای تخمین عدم قطعیت انتشار اندازه‌گیری شده به روش مستقیم و همچنین موارد مرتبط با داده‌های فعالیت و ضریب انتشار (اندازه‌گیری غیر مستقیم) نیز استفاده کرد. در این روش، گام‌های زیر برای تعیین عدم قطعیت انجام می‌شوند:

۱. تعیین مقدار t از جدول زیر بر اساس تعداد اندازه‌گیری‌ها

جدول (۴-۳) مقادیر t برای فاصله اطمینان^{۱۰} ۹۵٪ [۲۶]

تعداد اندازه‌گیری‌ها	t برای فاصله اطمینان ۹۵٪	تعداد اندازه‌گیری‌ها	t برای فاصله اطمینان ۹۵٪
2	12.71	15	2.14
3	4.3	16	2.13
4	3.18	17	2.12
5	2.78	18	2.11
6	2.57	19	2.10
7	2.45	20	2.09
8	2.36	25	2.06
9	2.31	30	2.05
10	2.26	35	2.03
11	2.23	40	2.02
12	2.2	50	2.01
13	2.18	100	1.98
14	2.16	∞	1.96

۲. محاسبه مقدار متوسط نمونه‌ها^{۱۱} و انحراف معیار^{۱۲} با استفاده از روابط زیر

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k \quad (45)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2} \quad (46)$$

⁹ Statistic

¹⁰ Confidence Interval

¹¹ $\bar{x}$ = The mean

¹² s = The standard deviation, s^2 = The variance

۳. محاسبه مقدار $\pm \frac{s \times t}{\sqrt{n}}$

۴. محاسبه بازه عدم قطعیت داده مورد نظر به صورت $\left[\bar{x} - \frac{s \times t}{\sqrt{n}} ; \bar{x} + \frac{s \times t}{\sqrt{n}} \right]$

۵. محاسبه عدم قطعیت نسبی به صورت:

$$\pm U(rel)\% = \frac{\frac{s \times t}{\sqrt{n}}}{\bar{x}} \quad (47)$$

توجه: در صورتی که واحد حاصل کسر $\pm \frac{s \times t}{\sqrt{n}}$ و $\bar{x}$ درصد نیست باید ضرب در درصد شود تا برابر با عدم قطعیت نسبی با واحد $\pm 0\%$ شود.

توجه: بدیهی است که در استفاده از این روش برای تعیین عدم قطعیت کسر مولی ترکیبات، لازم است تا محاسبات فوق برای هر یک از ترکیبات موجود در نمونه‌ها انجام شوند.

(ب) وجود یک ترکیب درصد-تخمین عدم قطعیت بر اساس تغییرپذیری و قابلیت تکثیر

در صورتی که فقط یک ترکیب درصد در دسترس باشد نمی‌توان از روش (الف) که در بالا شرح داده شد استفاده کرد. در این حالت، عدم قطعیت کسر مولی هر یک از ترکیبات موجود در گاز، از ترکیب دو عدم قطعیت تغییرپذیری (Variability) و قابلیت تکثیر (Reproducibility) بدست می‌آید (با جاگذاری در رابطه (۴۹) این فصل). مقدار عدم قطعیت نسبی قابلیت تغییرپذیری برابر $\pm 0.5\%$ در نظر گرفته شده و مقدار عدم قطعیت قابلیت تکثیر نیز از جدول زیر انتخاب شود [۲۵].

جدول (۴-۴) عدم قطعیت مطلق قابلیت تکثیر برای ترکیبات موجود در آنالیز گاز

درصد مولی ترکیب مورد نظر	عدم قطعیت مطلق قابلیت تکثیر
0-0.09	$\pm 0.02\%$
0.1-0.9	$\pm 0.07\%$
1-4.9	$\pm 0.10\%$
5-10	$\pm 0.12\%$
بیش از 10	$\pm 0.15\%$

همچنین در روابط مربوط به محاسبات انتشار از منابع احتراقی، گزینه محاسبه ارزش حرارتی سوخت بر اساس ترکیب درصد سوخت مورد نظر وجود دارد. در صورت استفاده از این گزینه لازم است تا ابتدا عدم قطعیت کسر مولی هر یک از ترکیبات بر اساس یکی از روش‌های (الف) و (ب) محاسبه شده و سپس عدم قطعیت پارامتر مورد نظر (ارزش حرارتی سوخت) با توجه به رابطه مورد استفاده (رابطه (۴۳) فصل ۳) و روش و روابط ارائه شده در بخش ۳ این فصل تعیین شوند. عدم قطعیت سایر پارامترهایی که بر اساس ترکیب درصد یک گاز محاسبه می‌شوند (مانند کسر مولی گوگرد) نیز به همین ترتیب قابل برآورد است.

۲-۲-۳- عدم قطعیت سایر پارامترها

چنانکه در روابط محاسباتی فصل (۲) از پارامترهایی استفاده شده که عدم قطعیت آنها در بخش‌های ۲-۲-۱ و ۲-۲-۲ پوشش داده نشده است، از قضاوت کارشناسی برای تعیین عدم قطعیت این پارامترها استفاده شود.

۳- ترکیب عدم قطعیت‌ها برای انتشاراتی که به صورت غیرمستقیم برآورد شده‌اند

پس از تعیین عدم قطعیت هر یک از پارامترهای مورد استفاده در رابطه محاسباتی مورد استفاده، لازم است تا عدم قطعیت میزان انتشار بدست آمده از آن رابطه محاسباتی بر اساس عدم قطعیت پارامترها برآورد شود. چنانکه رابطه محاسباتی انتشار به صورت حاصل ضرب یا تقسیم دو یا چند پارامتر باشد، میزان عدم قطعیت مقدار حاصله به صورت مجذور مجموع مربعات محاسبه می‌شود.

$$U(rel)_{X \times Y \times \dots \times N} = U(rel)_{X \div Y \div \dots \div N} = \sqrt{\left(\frac{U_X}{X}\right)^2 + \left(\frac{U_Y}{Y}\right)^2 + \dots + \left(\frac{U_N}{N}\right)^2} \quad (48)$$

در این رابطه،

عدم قطعیت نسبی حاصل از حاصل ضرب پارامترهای X و Y و ... و N $U(rel)_{X \times Y \times \dots \times N}$

عدم قطعیت نسبی حاصل از تقسیم پارامترهای X و Y و ... و N $U(rel)_{X \div Y \div \dots \div N}$

عدم قطعیت مطلق پارامتر X U_X

عدم قطعیت مطلق پارامتر Y U_Y

عدم قطعیت مطلق پارامتر N U_N

توجه: $\left(\frac{U_X}{X}\right)$ در واقع $U(rel)_X$ عدم قطعیت نسبی پارامتر X است.

همچنین، در صورتی که رابطه محاسباتی به صورت حاصل جمع یا تفریق دو یا چند پارامتر باشد (مانند محاسبه مجموع انتشارات هر یک از منابع انتشار)، برای محاسبه عدم قطعیت می توان از رابطه زیر استفاده کرد.

$$U(abs)_{X+Y+\dots+N} = \sqrt{(U_X)^2 + (U_Y)^2 + \dots + (U_N)^2} \quad (49)$$

در این رابطه،

$U(abs)_{X+Y+\dots+N}$	عدم قطعیت مطلق حاصل از حاصل جمع یا تفریق پارامترهای X و Y و ... و N
U_X	عدم قطعیت مطلق پارامتر X
U_Y	عدم قطعیت مطلق پارامتر Y
U_N	عدم قطعیت مطلق پارامتر N

توجه: در واقع $\frac{U(abs)_{X+Y+\dots+N}}{X+Y+\dots+N}$ برابر با $U(rel)_{X+Y+\dots+N}$ است.

صفحه ۱۱۶ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	--	--

فصل پنجم

کنترل و تضمین کیفیت موجودی انتشار

صفحه ۱۱۷ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی اداره کل بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	--	---

۱- مقدمه

هدف از تهیه موجودی انتشار آلاینده‌های هوا در سطح صنعت نفت و استقرار سیستم حسابداری و گزارش‌دهی، فراهم‌سازی اطلاعات با کیفیتی است که بتواند پاسخگوی نیازهای زیر باشد:

- تنوع و تناژ آلودگی هر واحد و یا هر سازمان مشخص می‌شود و اولین قدم در زمینه تعیین سهم انتشار واحدهای مختلف و اولویت‌بندی تصمیمات در خصوص کنترل انتشار است.
- فراهم‌سازی اطلاعات پایه برای تصمیم‌سازی و سیاست‌گذاری: تعیین و تدوین سیاست‌های مرتبط با مدیریت و یا کاهش انتشار در صورتی امکان‌پذیر است که بستر اطلاعاتی مناسب، صحیح و قابل‌اعتماد فراهم باشد و نتایج سیاست‌های اتخاذ شده نیز به کمک این اطلاعات قابل‌رصد باشد.
- تأمین کیفیت مناسب در گزارشات موجودی انتشار و تضمین آن با اجرای اقدامات کنترل کیفیت/تضمین کیفیت (QA/QC) و اعتبارسنجی امکان‌پذیر است لذا این اقدامات باید جزء جدایی‌ناپذیری از فرآیند برآورد موجودی انتشارات باشند.

کنترل کیفیت (QC)

کنترل کیفیت (QC) مجموعه‌ای از فعالیت‌های فنی روزمره برای ارزیابی و حفظ کیفیت موجودی انتشار است. سیستم QC توسط تهیه کنندگان موجودی انتشار طراحی می‌شود تا:

۱. هم‌زمان با گردآوری و پردازش اطلاعات، بررسی‌های لازم برای اطمینان از صحت و کامل بودن آن‌ها انجام شود.

۲. خطاها و اشکالات، شناسایی شده و منبع آن‌ها مشخص شود.

۳. مراحل و موارد مرتبط با برآورد موجودی، مستندسازی و بایگانی شده و تمام فعالیت‌های QC ثبت شود.

در QC بررسی‌هایی انجام می‌شود تا از درست انجام شدن کلیه فعالیت‌های مرتبط با برآورد موجودی انتشار شامل موارد زیر اطمینان حاصل شود:

– شناسایی کلیه منابع انتشار

– دسته‌بندی درست انتشارات

- جمع آوری داده‌های درست، دقیق و کافی
- درست و متناسب بودن اطلاعات عملکردی
- استفاده از روش‌های استاندارد برای اندازه‌گیری‌ها
- درستی روابط انتخاب شده و محاسبات
- استفاده از روش‌های استاندارد تصویب شده برای محاسبات انتشار
- تخمین درست عدم قطعیت
- ثبت و بایگانی صحیح اطلاعات و گزارش‌دهی

تضمین کیفیت (QA)

تضمین کیفیت (QA) سیستمی برنامه‌ریزی شده از مراحل بازبینی است که توسط کارکنانی که مستقیماً در فرآیند برآورد موجودی انتشارات دخیل نبوده‌اند انجام می‌شود. بررسی‌های QA، ترجیحاً توسط اشخاص ثالث و مستقل از تیم گردآورنده موجودی و پس از اتمام مراحل برآورد موجودی و هم‌چنین QC انجام می‌شود. در تضمین کیفیت، اطمینان حاصل می‌شود که با توجه به وضعیت فعلی دانش علمی و دسترسی به اطلاعات، بهترین تخمین‌های احتمالی برآورد موجودی انتشار صورت گرفته است و هم‌چنین اثر بخشی برنامه QC نیز بررسی می‌شود.

اعتبارسنجی

اعتبارسنجی، مجموعه‌ای از فعالیت‌ها و رویه‌هایی است که هم‌زمان یا پس از اتمام فرایند تهیه موجودی انتشار انجام می‌گیرد و میزان قابل اطمینان بودن نتایج به کمک آن سنجیده می‌شود. به عنوان مثال نتایج برآورد با موجودی محاسبه شده توسط افراد دیگر یا سازمان‌های مشابه مقایسه می‌شود یا استفاده از روش‌های متفاوت دیگری برای تخمین انتشار استفاده شده و نتایج مقایسه می‌شود. فعالیت‌های اعتبارسنجی می‌توانند بسته به مراحل و اطلاعات مورد استفاده، جزئی از فعالیت‌های QA و QC باشند.

نتایج اقدامات QA/QC و اعتبارسنجی با شناسایی خطاها و رفع آن‌ها می‌تواند منجر به بهبود کیفیت موجودی انتشار آلاینده‌ها شود. هم‌چنین با شناسایی و معرفی پارامترها و متغیرهای اثرگذار اصلی که سبب کاهش دقت یا اختلاف با واقعیت می‌شوند، منجر به بهبود کیفیت موجودی انتشار آتی می‌شود.

صفحه ۱۱۹ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	---	---

در این فصل از راهنما، اقدامات مورد نیاز و چک لیست‌های لازم برای کنترل/ تضمین کیفیت اقدامات موثر در تهیه موجودی انتشار آلاینده‌های هوا در سازمان‌ها ارائه شده است.

۲- کنترل کیفیت QC

کنترل کیفیت فعالیت‌های تهیه موجودی انتشار را می‌توان به دو بخش دستورالعمل‌های عمومی که برای همه گروه‌های منابع انتشار قابل کاربرد است و دستورالعمل‌های مخصوص هر گروه از منابع تقسیم کرد. دستورالعمل‌های عمومی برای جمع‌آوری، نگهداری، ضبط و ربط و پردازش، مستندسازی، بررسی و آرشیو کردن داده‌های همه گروه‌های منابع انتشار به کار می‌روند. دستورالعمل‌های اختصاصی هر گروه دقت، کفایت، کیفیت و معرف بودن تخمین‌های انتشار و همچنین ضرایب انتشار و اطلاعات عملکردی را برای هر گروه از منابع مشخص می‌کند.

جدول (۵-۱) فهرست اقداماتی است که در هر دو بخش عمومی و اختصاصی برای کنترل کیفیت موجودی انتشار می‌تواند حین انجام کار توسط فرد یا تیم تهیه کننده موجودی انتشار استفاده شود. ضروری است چک لیست فعالیت‌های تضمین کیفیت مطابق جدول (۵-۲) برای سازمان سطح ۲ و چک لیست نحوه بررسی و کنترل کیفیت کلی (جدول (۵-۳) و جدول (۵-۴)) برای سازمان‌های سطح سه و سطح دو حسب مورد تکمیل و پیوست گزارش موجودی انتشار سازمان شود.

ممکن است که چک کردن همه ساله تمام داده‌های ورودی، پارامترها و محاسبات از تمام ابعاد، امکان پذیر نباشد یا حتی لزومی نداشته باشد، در این صورت می‌توان این کار را برای یک سری داده و فرآیند منتخب که نمونه معرفی از کل گروه است انجام داد. در واقع یک نمونه از داده‌ها و محاسبات هر گروه به عنوان نماینده کل آن گروه انتخاب و درستی آن ارزیابی می‌شود.

پاسخ به سؤالات زیر می‌تواند مشخص کند که اقدامات QA/QC و اعتبارسنجی، باید بیشتر روی کدام فعالیت‌ها متمرکز شود تا بهترین نتیجه حاصل شود و همچنین اثرگذارترین منابع انتشار در موجودی انتشار تهیه شده کدام منابع هستند.

✓ آیا عدم قطعیت قابل توجهی (رتبه D و E) در تخمین انتشار این گروه از منابع وجود دارد؟

✓ آیا تغییرات قابل توجهی مثل تغییرات تکنولوژی یا شیوه‌های مدیریت برای این منابع انتشار وجود دارد؟

صفحه ۱۲۰ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	--	--

✓ آیا اخیراً در روش تخمین و برآورد انتشار این دسته تغییرات مهمی رخ داده است؟

✓ آیا تغییرات قابل توجهی در روند انتشار این دسته وجود دارد؟

✓ آیا ضرایب انتشار یا دیگر پارامترهای مرتبط با تخمین انتشار، تفاوت قابل توجهی با ضرایب پیش فرض شناخته شده یا داده‌های مورد استفاده در موجودی‌های دیگر (مثلاً فرایندهای مشابه در سایر شرکت‌ها) دارد؟

✓ آیا زمان زیادی از آخرین به روز رسانی ضرایب انتشار یا سایر پارامترهای این دسته از منابع نشر گذشته است؟

✓ آیا در این دسته هم‌پوشانی بالقوه‌ای با برآوردهای گزارش شده در دسته‌های دیگر (به عنوان مثال، به دلیل اطلاعات عملکردی مشترک) وجود دارد که بتواند برآوردهای دوگانه یا ناقص ایجاد کند؟

۳- تضمین کیفیت QA

تضمین کیفیت شامل فعالیت‌های پس از گردآوری موجودی است. فعالیت‌های QA شامل بررسی و حسابرسی موجودی انتشار برآورد شده به منظور تضمین کیفیت موجودی، تعیین هماهنگی روش‌ها و شناسایی مراحل از روند برآورد موجودی است که امکان بهبود کیفیت و دقت را دارند. هدف از اجرای QA، بررسی برآورد موجودی توسط متخصصانی است که ممکن است دیدگاه فنی متفاوتی داشته باشند. مهم است که این متخصصان افرادی باشند که در آماده‌سازی موجودی مشارکت نکرده و نسبت به برآورد موجودی انتشار شناخت دارند. به سازمان‌ها پیشنهاد می‌شود حداقل یک‌بار از شخص ثالث برای تضمین کیفیت موجودی انتشار و برطرف‌سازی خطاهای احتمالی در برآورد موجودی انتشار خود استفاده نمایند. این مسئله خصوصاً اگر سازمان در صدد تعریف پروژه‌های کاهش انتشار است از لحاظ اعتبار پروژه تعریف شده در سطح ملی و بین‌المللی حائز اهمیت است.

صفحه ۱۲۱ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	---	---

۴- نمونه فرم‌های چک لیست QA/QC

در ادامه جدول دستورالعمل‌های عمومی و اختصاصی در کنترل کیفیت فعالیت‌های تهیه موجودی انتشار، نمونه فرم چک لیست تضمین کیفیت برای سازمان سطح دو و نمونه فرم چک لیست کنترل کیفیت برای سازمان سطح دو و سه ارائه شده است.

صفحه ۱۲۲ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
------------------------	--	---

جدول (۵-۱) - نمونه فعالیت‌های کنترل کیفیت و روال انجام آن‌ها

نوع فعالیت QC	روال انجام فعالیت
چک کنید که مفروضات و معیارهای انتخاب اطلاعات عملکردی، ضرایب انتشار و دیگر پارامترهای انتشار ثبت شده باشد	• بررسی تناسب و جامعیت اطلاعات اولیه، تخمین‌ها و فرضیات به کار رفته در تهیه اطلاعات عملکردی، ضرایب انتشار و سایر پارامترهای انتشار برای هر گروه و اطمینان از صحت ثبت و بایگانی
خطاهای رونویسی در داده‌های ورودی و مراجع چک شوند	• مأخذ گردآوری اطلاعات عملکردی به درستی ثبت شده باشند. • یک نمونه از داده‌های ورودی را از هر گروه برای خطاهای رونویسی بررسی کنید. مثلاً چک کنید حین ثبت اطلاعات در فرم اکسل اشتباه صورت نگرفته باشد.
بررسی کنید که میزان انتشار گازها به درستی محاسبه شده است	• یک مجموعه از محاسبات انتشار را مجدداً انجام دهید. • از یک روش تقریبی ساده که نتایج مشابه محاسبات پیچیده و اصلی ارائه می‌دهد برای اطمینان از عدم وجود خطا در محاسبات و داده‌های ورودی استفاده کنید.
بررسی ضریب انتشار پیش‌فرض	• چک کنید که از ضریب انتشار درستی برای محاسبات استفاده شده است. • چک کنید که آیا ضرایب به روز رسانی شده‌اند. • به واحد اندازه‌گیری ضریب انتشار و تبدیل واحدها نیز دقت شود
بررسی صحت اطلاعات عملکردی	• اگر اطلاعات عملکردی بر مبنای طراحی است و با اهدافی غیر از برآورد انتشار جمع‌آوری شده است: - چک کنید که با توجه به شرایط عملکردی واحد، آیا برای استفاده در برآورد موجودی انتشار قابل کاربردند؟ - چک کنید آیا داده‌های جایگزین و مقادیر بین‌المللی ممکن است برآوردی بهتر برای انتشار ارائه دهند. • اگر اطلاعات عملکردی مخصوص واحدها برای اهداف مرتبط با برآورد آلاینده‌های هوا و یا گازهای گلخانه‌ای تهیه شده‌اند: - <u>چک کنید آیا اندازه‌گیری‌ها بر اساس استانداردهای شناخته شده انجام می‌شود؟</u> - <u>چک کنید اطلاعات عملکردی در محدوده قابل قبول قرار دارد (مقایسه با استانداردها یا سایر واحدهای مشابه)</u> - <u>اگر اختلاف وجود دارد دلیل آن بررسی شود.</u>
بررسی کنید که پارامترها و واحدهای آن‌ها صحیح باشد و ضرایب تبدیل مناسبی استفاده شده باشد	• واحد سنجش پارامترها به درستی ثبت شده باشند. • واحدها از ابتدا تا انتهای محاسبات به درستی به کار گرفته شده باشند • ضرایب تبدیل درست باشند. • ضرایب تبدیل بسته به مکان‌های متفاوت و نیز بسته به زمان‌های مختلف به درستی استفاده شده باشند.
بررسی کنید که اطلاعات صحیح باشند	• موارد زیر را بررسی کنید: - <u>مراحل مختلف پردازش داده‌ها به طور مناسب ارائه شده باشد (تبدیل داده‌های خام به اطلاعات عملکردی)</u> - <u>ارتباط بین داده‌ها به خوبی مشخص باشد.</u> - <u>نوع داده‌ها به درستی کدگذاری شده و مشخصات صحیح داشته باشند.</u> - <u>اسناد کافی از پایگاه داده بایگانی شده باشد.</u>

صفحه ۱۲۳ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی و محیط زیست
------------------------	--	---

• پارامترهای مشترک بین گروه‌های مختلف منابع نشر (از قبیل، ضرایب ثابت و اطلاعات عملکردی) شناسایی شوند و اطمینان حاصل شود که این پارامترها و مقادیر آن‌ها در محاسبات انتشار ثابت باشند.	بررسی کنید که اطلاعات مشترک بین گروه‌های مختلف، ثابت و یکپارچه باشند
• محاسبات مرحله به مرحله و از سطوح پایین به بالا انجام شود و اطلاعات به کار رفته در روابط چک شود.	بررسی کنید که اطلاعات در محاسبات به درستی به کار رفته باشند
• فردی که عدم قطعیت‌ها را مورد قضاوت قرار می‌دهد صلاحیت مناسب داشته باشد • شرایط، مفروضات و قضاوت‌های تخصصی کارشناسان ثبت شده باشند • محاسبات عدم قطعیت در عین کامل بودن صحیح انجام شده باشد • در صورت لزوم محاسبات عدم قطعیت برای یک نمونه کوچک تکرار شود	بررسی کنید که مقادیر عدم قطعیت به درستی محاسبه و تخمین زده شده است

صفحه ۱۲۴ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	---	--

ادامه جدول (۵-۱) نمونه فعالیت‌های کنترل کیفیت و روال انجام آن‌ها

روال انجام فعالیت	نوع فعالیت QC
- اطلاعات عملکردی برای هر گروه متناسب با بازه زمانی مد نظر و منبع مورد نظر باشد. - روش برآورد انتشارات در طول یک سال، یک‌سان باشد. - تغییر اطلاعات و روش محاسبات که موجب انجام محاسبات مجدد برای برآورد موجودی شده، مورد بررسی قرار گیرد. - کاهش انتشارات به درستی و در بازه زمانی مناسب در محاسبات برآورد انتشارات منعکس شده باشند.	سری زمانی و ثبات زمانی چک شود
- تأیید شود که انتشار همه گروه منابع در تمام سال‌ها (از سال پایه محاسبات تا سال جاری) موجود باشد. - در ارتباط با زیربخش‌ها، تأیید شود که کل زیربخش‌های هر گروه در محاسبات پوشش داده شده است. - هر نوع دسته‌بندی تعریف واضح و مشخص داشته باشند. - هرگونه نقص اطلاعات (از قبیل اطلاعاتی که امکان اندازه‌گیری داده ورودی ممکن نبوده) که موجب عدم تکمیل برآورد انتشارات شده است، ثبت شده باشد.	کامل و همه جانبه بودن برآورد چک شود
- موجودی انتشار هر گروه با مقدار سال قبل آن مقایسه شود. در صورت وجود تفاوت قابل توجه یا وجود مقادیر خارج از روند مورد انتظار، محاسبات مجدد بررسی شود و دلیل هر تفاوتی به درستی توضیح داده شود. وجود تغییرات قابل توجه بین انتشارات نسبت به سال قبل می‌تواند خطاهای محتمل اطلاعات ورودی یا محاسبات را مشخص کند. - مقدار ضریب انتشار تقریبی که ضمن محاسبات تخمین زده می‌شود (حاصل از تقسیم جمع انتشارات بر اطلاعات عملکردی) بررسی شود. - هرگونه روند غیر معمول و بدون توضیح که در یک بازه زمانی در اطلاعات ورودی یا سایر پارامترها مشاهده شده است، بررسی شود.	روند محاسبات چک شود
- جزئیات کافی برای پشتیبانی موجودی انتشار و نیز فراهم بودن امکان تکرار و برآورد مجدد میزان انتشارات و عدم قطعیت در اسناد داخلی ذکر شده باشد. - داده‌های موجودی انتشار، اطلاعات تکمیلی و سوابق موجودی انتشار به منظور تسهیل در بازبینی جزئیات بایگانی شده باشند. - با اتمام فرآیند برآورد موجودی، اسناد بایگانی بسته شده و در مکان امن نگهداری شده باشند. - بایگانی منظم هرگونه اطلاعات برون سازمانی که در تهیه موجودی انتشار دخیل بوده، به صورت یکپارچه صورت گرفته باشد.	بازبینی اسناد داخلی و بایگانی

صفحه ۱۲۵ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	--	--

جدول (۵-۲) - نمونه فرم چک لیست تضمین کیفیت برای سازمان سطح دو

مستندات کمکی (به همراه مرجع)	انجام اصلاحیات لازم		انجام و اتمام بررسی کامل			فعالیت QA
	نام شخص چک کننده	تاریخ	وجود یا عدم وجود خطا (✓ یا ✗)	نام شخص چک کننده	تاریخ	
						کنترل مفروضات و معیارهای انتخاب اطلاعات عملکردی، ضرایب انتشار و دیگر پارامترهای انتشار
						کنترل روش محاسبات به کار رفته
						کنترل نتایج محاسبات
						کنترل فرآیند جمع آوری و اندازه گیری اطلاعات عملکردی
						کنترل خطاهای رونویسی در داده های ورودی و مأخذ
						کنترل روند محاسبات از ابتدا تا انتها
						کنترل کیفیت و اجرای برنامه QC
						کنترل مستندسازی اسناد داخلی و گزارش دهی

صفحه ۱۲۶ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	---	--

جدول (۵-۳) - نمونه فرم چک لیست کنترل کیفیت برای سازمان سطح سه

مستندات کمکی (به همراه مرجع)	انجام اصلاحات لازم		انجام و اتمام بررسی کامل			فعالیت QC	
	نام شخص چک کننده	تاریخ	وجود خطا (✓ یا ✗)	نام شخص چک کننده	تاریخ		
						QC منابع	- آیا مرز سازمان به صورت شفاف مشخص شده است؟
						انتشار	- آیا همه گروه‌های منابع انتشار به درستی شناسایی و لیست شده‌اند؟
						QC ضرایب	- آیا با توجه به اطلاعات موجود، از ضریب انتشار درستی استفاده شده است؟
						انتشار	- آیا ضرایب انتشار مورد استفاده به روزرسانی شده است؟
						کنترل کیفیت اطلاعات عملکردی	- آیا روش اندازه‌گیری اطلاعات عملکردی (سوخت، برق، بخار و محصول تولیدی در فرآیندهای دارای انتشار) درست بوده است؟
							- آیا دلیل تغییر اطلاعات عملکردی (در صورت وجود) منطقی است؟
							- آیا اطلاعات عملکردی به تفکیک دسته‌بندی‌های انجام شده درست اندازه‌گیری شده است؟
							- آیا هم‌پوشانی احتمالی اطلاعات عملکردی در دسته‌های مختلف کنترل شده است؟
							- آیا سوخت کلی شامل کل سوخت مصرفی سازمان است؟
							- آیا مجموع سوخت واحدها = مجموع سوخت تجهیزات = سوخت کلی سازمان است؟
							- آیا سوخت برای تولید برق و بخار در سوخت کلی دیده شده است؟
							- آیا فلر به عنوان یک تجهیز جدا در نظر گرفته شده است؟
							- آیا عدم وجود سوخت پابلوت فلر در سوخت کلی چک شده است؟
						کنترل کیفیت مرتبط با محاسبه	- آیا با توجه به اطلاعات عملکردی موجود، از فرمول صحیح استفاده شده است؟
							- آیا واحدها در فرمول انتخابی درست به کار رفته‌اند. (مثلاً تن یا مترمکعب)
							- آیا در صورت نیاز، از ضرایب تبدیل مناسب در فرمول استفاده شده است.
							- آیا واحدها از ابتدا تا انتهای محاسبات به درستی به کار گرفته شده‌اند؟

صفحه ۱۲۷ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	---	--

ادامه جدول (۵-۳) - نمونه فرم چک لیست کنترل کیفیت برای سازمان سطح سه

مستندات کمکی (به همراه مرجع)	انجام اصلاحات لازم		انجام و اتمام بررسی کامل			فعالیت QC
	نام شخص چک کننده	تاریخ	وجود خطا (✓ یا ✗)	نام شخص چک کننده	تاریخ	
						- آیا مفروضات و معیارهای انتخاب اطلاعات عملکردی، ضرایب انتشار و دیگر پارامترها ثبت شده است؟
						- آیا خطاهای رونویسی در داده‌های ورودی و مراجع چک شده‌اند؟
						- آیا انتشار گازها به درستی محاسبه شده است؟
						- آیا اطلاعات مشترک بین دسته‌بندی‌های مختلف، ثابت و یکپارچه است؟
						- آیا برآورد کامل و همه‌جانبه انجام شده است؟ (تمام دسته‌ها و زیربخش‌ها کاملاً پوشش داده شده است؟)
						- آیا انتخاب روش، ضریب انتشار، اطلاعات عملکردی و سایر پارامترهای انتشار بررسی شده است؟
						- آیا دلیل تغییر احتمالی اطلاعات عملکردی مستند شده است؟
						- آیا مقادیر عدم قطعیت به درستی محاسبه و تخمین زده شده است؟
						- آیا سری زمانی و ثبات زمانی کنترل شده است؟
						- آیا روند محاسبات چک شده است؟
						- آیا ثبت و بایگانی به درستی انجام شده است؟
						- به جهت فعالیت اعتبار سنجی: آیا موجودی محاسبه شده با برآوردهای انتشاری که توسط سازمان‌های دیگر تهیه شده است، مقایسه شده است؟
	توضیحات:					

کنترل کیفیت عمومی

صفحه ۱۲۸ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	--	---

جدول (۴-۵) - نمونه فرم چک لیست کنترل کیفیت برای سازمان سطح دو

مستندات کمکی (به همراه مرجع)	انجام اصلاحیات لازم		انجام و اتمام بررسی کامل			فعالیت QC
	نام شخص چک کننده	تاریخ	وجود خطا (✓ یا ✗)	نام شخص چک کننده	تاریخ	
						کنترل کیفیت جمع بندی انتشارات سازمان های سطح سه، توسط سازمان سطح ۲ - آیا انتشار آلاینده ها به درستی محاسبه شده است؟
						- آیا خطاهای رونویسی در داده های ورودی و مراجع چک شده اند؟
						- آیا اطلاعات مشترک بین دسته بندی های مختلف، ثابت و یکپارچه است؟
						- آیا برآورد کامل و همه جانبه انجام شده است؟ (تمام دسته ها و زیر بخش ها کاملاً پوشش داده شده است؟)
						- آیا جمع بندی انتشارات به درستی و با واحد ثابت صورت گرفته است؟
						- آیا مقادیر عدم قطعیت به درستی محاسبه و تخمین زده شده است؟
						- آیا سری زمانی و ثبات زمانی کنترل شده است؟
						- آیا ثبت و بایگانی به درستی انجام شده است؟
						- به جهت فعالیت اعتبار سنجی: آیا موجودی محاسبه شده با برآوردهای انتشاری که توسط سازمان های دیگر تهیه شده، مقایسه شده است؟
توضیحات:						

صفحه ۱۲۹ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	--	--

فصل ششم

فرمت گزارش دهی موجودی انتشار آلاینده های هوا

در این پیوست، فرمت گزارش‌دهی انتشار آلاینده‌های هوا در کلیه سازمان‌ها ارائه شده است. همچنین سرفصل‌های مفاد گزارش‌های قابل ارائه توسط سازمان‌های سطح ۱، ۲ و ۳ نیز آورده شده است. سازمان‌های سطح ۱، ۲ و ۳ باید علاوه بر ارائه گزارش، تولیدات/خدمات و موجودی انتشار آلاینده‌های خود را در جدول (۶-۱) و جدول (۶-۲) تکمیل و ارائه دهند. همچنین سازمان‌ها در کلیه سطوح بسته به منابع انتشاری که شامل می‌شوند بایستی اطلاعات عملکردی هر منبع انتشار را در قالب جدول (۶-۳) الی جدول (۶-۱۲) نیز ارائه دهند. همچنین اگر سازمان دارای محاسبات بر مبنای روش‌های پایش گاز دودکش، پایش گوگرد سوخت مصرفی، پایش گاز ارسالی به فلر و پایش نشتی تجهیزات است باید اطلاعات مربوط به پایش مربوطه را مطابق با جدول (۶-۱۳) الی جدول (۶-۲۴) تکمیل و ارائه دهد. لازم به ذکر است که سازمان‌های سطح ۱ و ۲ در خصوص جداول اطلاعات عملکردی پایش (یعنی جدول (۶-۱۳) الی جدول (۶-۲۴)) علاوه بر ارائه جداول بایستی عنوان سازمان‌های سطح ۳ را که دارای عملیات پایش بوده‌اند در توضیحات جدول مربوطه ارائه دهند. لازم به ذکر است که جداول و گزارشات مربوط به سازمان‌های سطوح ۱ و ۲ به صورت تجمیعی بوده و توضیحات لازم در خصوص چگونگی تجمیع و گزارش اعداد در جدول (۶-۱) الی جدول (۶-۲۴) ارائه شده است.

در کلیه جداول لازم است نام سازمان تهیه کننده گزارش به همراه سازمان‌های بالادست خود درج شود.

۱- سرفصل و تیتربندی گزارش

در ادامه سرفصل و تیتربندی گزارش محاسبات موجودی انتشار آلاینده‌های هوا در کلیه سازمان‌های سطح ۱، ۲ و ۳ به همراه نکات مهم در ارائه گزارش آورده شده است.

سرفصل و تیتربندی گزارش محاسبات موجودی انتشار آلاینده‌های هوا در کلیه سازمان‌های سطح ۱، ۲ و ۳

۱- خلاصه گزارش

۲- معرفی سازمان

جدول (۱-۶) در این بخش قرار داده شود.

۳- مشخص نمودن مرز سازمان

سازمان سطح ۳ بایستی کلیه منابع انتشار آلاینده‌های هوا که در تأسیسات تحت مالکیت یا کنترل سازمان است را مشخص کند و آن دسته از منابع انتشار که در تهیه گزارش مد نظر قرار نگرفته اند را نام برده و دلایل را ذکر نمایند.

در خصوص سازمان‌های سطح ۱ و ۲ لازم است که علاوه بر ذکر منابع انتشار آلاینده‌های هوا، تعداد و عنوان کلیه سازمان‌های تابع خود را در این قسمت ارائه دهند. همچنین لازم است سازمان‌های تابعی که مشمول گزارش نشده‌اند نیز در این قسمت مشخص شوند و علت آن از جمله عدم انتشارات و یا عدم ارائه گزارش در این قسمت ذکر شود.

۴- نحوه انجام محاسبات انتشار

سازمان‌های سطح ۳ بایستی در هریک از زیربخش‌های زیر، در صورت وجود آن منبع انتشار در سازمان، عنوان روش بکارگرفته شده منطبق با عناوین این سند، ضرایب انتشار بکارگرفته شده، داده‌های عملکردی و فرضیات مورد استفاده را ارائه دهند. سازمان‌های سطح ۱ و ۲ بایستی در هریک از زیربخش‌های زیر، در صورت وجود آن منبع انتشار در سازمان، تعداد و عنوان سازمان‌های سطح ۳ را به تفکیک روش‌های محاسبات گزارش کنند.

۴-۱- منابع احتراقی

۴-۱-۱- انتشارات منابع احتراقی ثابت غیر از فلر، زباله‌سوز، اکسیدایزر و چاله سوخت

۴-۱-۲- انتشارات فلر

۴-۱-۳- انتشارات پسماندسوز و اکسیدایزر

۴-۱-۴- انتشارات چاله سوخت

۴-۲- منابع فرآیندی و تخلیه‌ای

۴-۲-۱- فرآیندی و تخلیه‌ای پالایش نفت و گاز و تولید محصولات پتروشیمی

۴-۲-۲- انتشارات از مخازن

۴-۲-۳- انتشارات از فرآیند بارگیری

۴-۳- منابع فرار

۴-۳-۱- انتشارات از منابع نشتی

۴-۳-۲- انتشارات از فرآیند تصفیه پساب

۴-۳-۳- انتشارات از برج خنک کن

۵- نتایج محاسبات برآورد انتشار

جدول (۶-۲) در این بخش قرار داده شود.

۶- فرضیات

سازمان بایستی تمام فرضیات مهم در نظر گرفته در برآورد و نگارش گزارش را در این بخش شرح دهد، برای مثال:

- سازمان سطح ۳ بایستی آن دسته از منابع انتشار که در تهیه گزارش مدنظر قرار نگرفته اند و یا سازمان سطح ۲ و ۱ آن دسته سازمان های تابعه که گزارش ارائه نداده اند را ذکر کنند و علت را توضیح دهند.
- سازمان سطح سه بایستی توضیحات لازم در خصوص نحوه برآورد اطلاعات عملکردی و ترکیب درصد سوخت ها، گاز ارسالی به فلر، جریان های ورودی به پسماندسوز و چاله سوز را در این قسمت ارائه دهد. برای مثال مشخص کند که به دلیل عدم وجود تجهیزات اندازه گیری مقدار جریان های ارسالی به تجهیزات احتراقی، از روش های دیگری مانند محاسبات مهندسی و یا تخمین استفاده کرده است.
- و سایر فرضیات

۷- تشریح پروژه های منجر به کاهش انتشار گازهای آلاینده در سال مورد گزارش

مطالب ارائه شده در این بند باید شامل موارد زیر باشد:

- عنوان، محل پروژه و محل اجرا (سازمان سطح پایین تر)
- ظرفیت
- نوع آلاینده و منابع انتشار تحت تاثیر پروژه
- شرح مختصری از فرآیند پروژه و نحوه کاهش انتشارات آلاینده های هوا
- زمان بندی اجرای پروژه
- میزان کاهش انتشار سالانه آلاینده مورد نظر

۸- تحلیل و استنتاج

علاوه بر ارائه تحلیل و استنتاج کارشناس مربوطه سازمان از نتایج گزارش سال مورد نظر، از سال دوم گزارش دهی لازم است در این بند روند تغییر انتشارات و اطلاعات عملکردی هر یک از منابع انتشار (طبق تقسیم بندی این راهنما) در طی سال های گذشته مشروحاً ارائه گردد. لازم است برای درک بهتر این روند تغییرات از نمودارهای مناسب برای هر منبع انتشار استفاده شود. همچنین ضروری است دلایل تغییرات در روند انتشارات (مانند تغییر در میزان تولید، اجرای پروژه های کاهش انتشار، اضافه یا کم شدن واحد تولیدی جدید، تصحیح اشتباهات گزارش های قبلی، تغییر در انتخاب روش محاسباتی و ضرایب انتشار، تغییر در منبع تامین انرژی و ...) به صورت مشروح بیان گردد.

صفحه ۱۳۳ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	---	--

۲- جدول تولیدات و خدمات

جدول (۱-۶) - اطلاعات واقعی تولید/ انتقال / توزیع محصول یا فراورده سازمان های سطح ۱، ۲ و ۳ (نکته ۱)

نام سازمان سطح ۳:		نام سازمان سطح ۲ مربوطه:
نام سازمان سطح ۱ مربوطه:		
دامنه گزارش از تاریخ:		۱۴۰۰/۰۱/۰۱ لغایت ۱۴۰۰/۱۲/۳۰
اطلاعات مربوط به محصولات تولیدی و خدمات		
عنوان	واحد (در سال)	مقدار
مقدار نفت خام تولیدی (نکته ۲)	هزار بشکه	
مقدار گاز تولیدی (نکته ۳)	میلیون استاندارد مترمکعب	
مقدار محصولات بارگیری شده در خشکی (نکته ۴)	هزار بشکه	
مقدار بنزین بارگیری شده در دریا	هزار بشکه	
مقدار نفت خام بارگیری شده در دریا	هزار بشکه	
مقدار محصولات بارگیری شده در دریا به غیر از بنزین و نفت خام (نکته ۵)	هزار بشکه	
مقدار نفت خام و میعانات دریافتی پالایشگاه (نکته ۶)	هزار بشکه	
مقدار گاز دریافتی پالایشگاه (نکته ۷)	میلیون استاندارد مترمکعب	
مقدار محصول نهایی تولید شده پتروشیمیایی (نکته ۸)	هزار تن	
مقدار کل پلی اتیلن سنگین تولیدی (نکته ۹)	هزار تن	
مقدار کل پلی ونیل کلراید تولیدی (نکته ۹)	هزار تن	
مقدار کل پلی پروپیلن تولیدی (نکته ۹)	هزار تن	
مقدار کل پلی استایرن تولیدی (نکته ۹)	هزار تن	
مقدار کل آمونیاک تولیدی (نکته ۹)	هزار تن	
مقدار کل اسید نیتریک خالص تولیدی (۱۰۰ درصد جرمی) (نکته ۹)	هزار تن	
مقدار کل ونیل کلراید مونومر تولیدی (نکته ۹)	هزار تن	
مقدار نفت خام انتقال یافته با خط لوله (نکته ۱۰)	هزار بشکه	
مقدار فرآورده نفتی انتقال یافته	مترمکعب	
مقدار فرآورده نفتی توزیع شده	مترمکعب	
مقدار گاز انتقال یافته	میلیون استاندارد مترمکعب	
مقدار گاز توزیع شده	میلیون استاندارد مترمکعب	

صفحه ۱۳۴ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	--	--

توضیحات محصولات بارگیری در خشکی:
توضیحات محصولات بارگیری در دریا:
توضیحات محصولات پتروشیمیایی:
نکته (۱): در بخش نام سازمان، هر سازمان با توجه به سطح خود فقط اسم خود سازمان و سطوح بالاتر خود را تکمیل کند. همچنین به منظور عدم ابهام در خوانایی اعداد، کلیه اعداد به انگلیسی نوشته شود. نکته (۲): مقدار نفت تولید شده از مخازن نفت و گاز توسط تاسیسات بالادستی نکته (۳): مقدار گاز تولید شده از مخازن نفت و گاز توسط تاسیسات بالادستی نکته (۴): عنوان نام محصولات به همراه مقادیر آنها به تفکیک، در ردیف (توضیحات محصولات بارگیری در خشکی) آورده شود. نکته (۵): عنوان نام محصولات به همراه مقادیر آنها به تفکیک، در ردیف (توضیحات محصولات بارگیری در دریا) آورده شود. نکته (۶): مقدار نفت خام و میعانات ورودی به فرآیند پالایش پالایشگاه نفت و میعانات نکته (۷): مقدار گاز خام ورودی به فرآیند پالایش پالایشگاه گاز نکته (۸): عنوان نام محصولات نهایی به همراه مقادیر آنها به تفکیک، در ردیف (توضیحات محصولات پتروشیمیایی) آورده شود. نکته (۹): مقدار کل محصول به دلیل انتشارات فرآیندی، حتی در صورت عدم فروش و استفاده در خود سازمان تولیدکننده لازم است. نکته (۱۰): نفت و گاز انتقال یافته با خطوط لوله شامل خطوط جریانی نمی شود.
نام و نام خانوادگی تهیه کنندگان گزارش: شماره تماس تهیه کنندگان گزارش:

۳- جدول موجودی انتشار آلاینده ها

در ادامه فرمت جدول ارائه موجودی انتشار آلاینده های هوای سازمان در کلیه سطوح ارائه شده است.

صفحه ۱۳۶ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	--	--

۴- جداول خلاصه اطلاعات عملکردی

در ادامه از جدول (۳-۶) الی جدول (۱۲-۶) فرمت ارائه خلاصه اطلاعات عملکردی سازمان ها ارائه شده است. سازمان ها در کلیه سطوح بسته به منابع انتشاری که شامل می شوند بایستی جدول (۳-۶) الی جدول (۱۲-۶) را به همراه گزارش موجودی انتشار آلاینده های هوا ارائه دهند. لازم به ذکر است که در مواردی ممکن است سازمان سطح ۳ از مقادیر دقیق در محاسبات استفاده کرده باشد ولی در جداول خلاصه اطلاعات عملکردی، متوسط مقادیر درخواست شده است، مثلاً سازمانی ارزش حرارتی دو نوع سوخت گازی *Fuel gas* و *Off gas* را جداگانه بر اساس ترکیب درصدها محاسبه کرده و در روابط به طور جداگانه برای هر یک از دو سوخت بکار برده ولی در جدول خلاصه اطلاعات عملکردی متوسط ارزش حرارتی هر دو سوخت و نه به تفکیک خواسته شده است. این موضوع تنها جهت جمع بندی و خلاصه کردن اطلاعات عملکردی در گزارش است، لذا نیازی به انجام محاسبات بر مبنای مقادیر متوسط نیست و مبنای روش محاسبات بر اساس توضیحات در متن این سند است.

همچنین در صورتی که نکات و مواردی در جدول مربوطه پیش بینی نشده است و یا سازمان مربوطه بر اساس فرضیاتی خاص جدول را پر کرده است، ضروری است که توضیحات در انتهای جدول آورده شود.

کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست	صفحه ۱۳۷ از ۱۸۴
---	--	------------------------

جدول (۳-۶) خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع احتراقی سازمان در کلیه سطوح^۶

نام سازمان سطح ۳:										نام سازمان سطح ۱ مربوطه:		
نام سازمان سطح ۲ مربوطه:										دامنه گزارش از تاریخ:		
۱۴۰ - /۰۱/۰۱										لغایت ۱۴۰ - /۱۲/۳۰		
نوع سوخت مصرفی										مشخصات سوخت مصرفی		
سایر سوخت‌های مایع ^۵	نفت سفید	بنزین	نفتا	LPG	نفت کوره	نفت گاز	سایر سوخت‌های گاز ^۴	گاز طبیعی				
									مقدار حجم سالانه سوخت مصرفی ^۱		10 ³ Sm ³	
									غلظت گوگرد ^۲		mg/Sm ³	
									ارزش حرارتی خالص LHV ^۳		GJ/Sm ³	
									ارزش حرارتی ناخالص HHV ^۳		GJ/Sm ³	
تعداد توربین کنترل نشده	تعداد توربین با تزریق بخار آب	تعداد توربین با پیش‌اختلاط رقیق	تعداد بویلر با احتراق عادی کنترل نشده	تعداد بویلر با احتراق مماسی کنترل نشده	تعداد بویلر با احتراق عادی کنترل شده با مشعل Low NOX	تعداد بویلر با احتراق مماسی کنترل شده با مشعل Low NOX	تعداد بویلر با احتراق عادی کنترل شده با بازگشت محصولات احتراق	تعداد بویلر با احتراق عادی کنترل شده با بازگشت محصولات احتراق	تعداد بویلر با احتراق عادی کنترل شده با بازگشت محصولات احتراق	تعداد بویلر با احتراق عادی کنترل شده با بازگشت محصولات احتراق	تعداد بویلر با احتراق عادی کنترل شده با بازگشت محصولات احتراق	
توضیحات نوع و تعداد سایر منابع احتراقی:												
نکته ۱: واحد مقدار حجم سوخت مصرفی برای سوخت‌های مایع 10 ³ m ³ است.												
نکته ۲: واحد غلظت گوگرد برای سوخت‌های مایع mg/m ³ است.												
نکته ۳: واحد ارزش حرارتی خالص و ناخالص برای سوخت‌های مایع GJ/m ³ است.												
نکته ۴: در صورتی که سایر سوخت‌های گازی دارای مشخصات متفاوت باشند در ردیف مقدار حجم، مجموع حجم سایر سوخت‌های گازی و در ردیف غلظت گوگرد و ارزش حرارتی، متوسط مقادیر نوشته شود.												
نکته ۵: در صورتی که سایر سوخت‌های مایع دارای مشخصات متفاوت باشند در ردیف مقدار حجم، مجموع حجم سایر سوخت‌های مایع و در ردیف غلظت گوگرد و ارزش حرارتی، متوسط مقادیر نوشته شود.												
نکته ۶: سازمان‌های سطح ۱ و ۲ در خصوص حجم و تعداد، بایستی مجموع و در خصوص غلظت و ارزش حرارتی بایستی محدوده مقادیر سازمان‌های تابع خود را گزارش کنند.												

صفحه ۱۳۹ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی و محیط زیست
-----------------	--	---

جدول (۵-۶) خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع پسماندسوز، اکسیدایزر و چاله های سوخت سازمان در کلیه سطوح^۳

نام سازمان سطح ۳:			نام سازمان سطح ۲مربوطه:		
نام سازمان سطح ۱ مربوطه:					
دامنه گزارش از تاریخ :			۱۴۰۱/۰۱/۰۱ لغایت ۱۴۰۳/۱۲/۳۰		
چاله سوخت					
شماره چاله سوخت		چاله سوخت ۱	چاله سوخت ۲	چاله سوخت ۳	مجموع / محدوده مقادیر ^{۱و۲}
مشخصات چاله سوخت واکسیدایزر					
مقدار جرم سالانه هیدروکربن موجود در سیال ورودی به چاله سوخت	10 ³ ton				
غلظت گوگرد در سیال ورودی به چاله سوخت	mg/m ³				
مقدار حجم سالانه سیال ورودی به چاله سوخت	10 ³ m ³				
پسماندسوز و اکسیدایزر					
مقدار جرم سالانه تولید گوگرد در واحد SRU	10 ³ ton				
غلظت گوگرد در جریان ورودی به اکسیدایزر	mg/sm ³				
مقدار حجم سالانه جریان ورودی به اکسیدایزر	10 ³ sm ³				
توضیحات:					
نکته ۱: در ستون مجموع/محدوده مقادیر، برای غلظت گوگرد در سیال ورودی به چاله سوخت محدوده مقادیر این مشخصه چاله سوخت ها و برای سایر مشخصات چاله سوخت ها مجموع مقادیر بایستی نوشته شود.					
نکته ۲: در خصوص چاله سوخت ها، سازمان های سطح ۱ و ۲ بایستی فقط ستون مجموع/محدوده مقادیر را گزارش دهند.					
نکته ۳: سازمان های سطح ۱ و ۲ در خصوص حجم و جرم، بایستی مجموع و در خصوص غلظت بایستی یک محدوده مقادیر برای کل سازمان های تابع خود گزارش کنند.					

صفحه ۱۴۰ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	---	---

جدول (۶-۶) خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع ونت فرآیند پالایش گاز سازمان در کلیه سطوح^۱

نام سازمان سطح ۳:		نام سازمان سطح ۲ مربوطه:
نام سازمان سطح ۱ مربوطه:		
دامنه گزارش از تاریخ: ۱۴۰۱/۰۱/۰۱ لغایت ۱۴۰۳/۱۲/۳۰		
عنوان مشخصات واحد نم زدایی	مقادیر مشخصات	
مقدار حجم سالانه گاز ورودی به واحد نم زدایی	10^3 m^3	
زمان عملکرد در سال	h	
غلظت VOC در گاز ورودی به واحد نم زدایی (مرطوب)	mg/m^3	
غلظت VOC در گاز خروجی از واحد نم زدایی (خشک)	mg/m^3	
توضیحات:		
نکته ۱: سازمان های سطح ۱ و ۲ در خصوص حجم، بایستی مجموع و در خصوص غلظت و زمان بایستی محدوده مقادیر سازمان های تابع خود را گزارش کنند.		

صفحه ۱۴۱ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	---	--

جدول (۶-۷) خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع ونت فرآیند پالایش نفت سازمان در کلیه سطوح^۱

نام سازمان سطح ۳:		نام سازمان سطح ۲ مربوطه:				
نام سازمان سطح ۱ مربوطه:						
دامنه گزارش از تاریخ: ۱۴۰۱/۰۱/۰۱ لغایت ۱۴۰۰/۱۲/۳۰						
عنوان مشخصات واحد شکست کاتالیستی بستر سیال		مقادیر مشخصات				
مقدار حجم سالانه خوراک ورودی به واحد شکست کاتالیستی بستر سیال		10 ³ m ³				
توضیحات:						
عنوان مشخصات واحد کک سازی تاخیری		مقادیر مشخصات				
		محفظه ۱	محفظه ۲	محفظه ۳	محفظه ۴	متوسط مقادیر
تعداد سیکل های سالانه تولید کک در هر محفظه ^۲						
مقدار جرم بخار تولیدی در هر چرخه تولید کک بر حسب kg ^۲						
تعداد محفظه های واحد کک سازی						
تعداد سیکل های سالانه تولید کک در واحد کک سازی تاخیری						
توضیحات:						
عنوان مشخصات واحد ریفرمینگ کاتالیستی		مقادیر مشخصات				
مقدار حجم سالانه خوراک واحد ریفرمینگ کاتالیستی		10 ³ m ³				
توضیحات:						

صفحه ۱۴۲ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	---	--

ادامه جدول (۶-۷) خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع ونت فرآیند پالایش نفت سازمان در کلیه سطوح^۱

مقادیر مشخصات	عنوان مشخصات واحد آسفالت سازی	
	10^3 ton	مقدار جرم سالانه تولید قیر
توضیحات:		
مقادیر مشخصات	عنوان مشخصات سیستم Blowdown	
	10^3 m^3	مقدار حجم سالانه خوراک پالایشگاه ^۳
توضیحات:		
مقادیر مشخصات	عنوان مشخصات واحد تقطیر در خلا	
	10^3 m^3	مقدار حجم سالانه خوراک واحد تقطیر خلاء
توضیحات:		
نکته ۱: سازمان‌های سطح ۱ و ۲ به غیر از ردیف‌های ذکر شده در نکته ۲، در خصوص حجم، جرم و تعداد، بایستی مجموع مقادیر سازمان‌های تابع خود را گزارش کنند. نکته ۲: سازمان‌های سطح ۱ و ۲ بایستی فقط ستون متوسط مقادیر را برای "تعداد سیکل‌های سالانه تولید کک در هر محفظه" و "مقدار جرم بخار تولیدی در هر چرخه تولید کک" گزارش دهند و همان‌طور که از عنوان ستون مشخص است سازمان‌های سطح ۱ و ۲ بایستی متوسط مقادیر سازمان‌های تابع خود را و سازمان‌های سطح ۳ متوسط مقادیر محفظه‌های خود را گزارش کنند. نکته ۳: در خصوص مقدار حجم سالانه خوراک پالایشگاه، سازمان سطح ۳ در صورت داشتن سیستم BlowDown این ردیف را وارد می‌کند و مشخص است سازمان سطح ۱ و ۲ نیز بایستی بر اساس مجموع خوراک پالایشگاه‌هایی که سیستم BlowDown دارند، مقدار این ردیف را گزارش کنند.		

صفحه ۱۴۳ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	--	---

جدول (۶-۸) خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع ونت فر آیند تولید محصولات پتروشیمی^۱ سازمان در کلیه سطوح^۲

نام سازمان سطح ۳:		نام سازمان سطح ۲ مربوطه:
نام سازمان سطح ۱ مربوطه:		
دامنه گزارش از تاریخ: ۱۴۰۱/۰۱/۰۱ لغایت ۱۴۰۱/۱۲/۳۰		
مقدار سالانه پلی اتیلن سنگین تولیدی	10 ³ ton	
مقدار سالانه پلی ونیل کلراید تولیدی	10 ³ ton	
مقدار سالانه پلی پروپیلن (PP) تولیدی	10 ³ ton	
مقدار سالانه پلی استایرن تولیدی	10 ³ ton	
مقدار سالانه آمونیاک تولیدی	10 ³ ton	
مقدار سالانه اسید نیتریک خالص (۱۰۰ درصد جرمی) تولیدی	10 ³ ton	
مقدار سالانه اتیلن دی کلراید ناخالص ورودی به واحد خالص سازی اتیلن دی کلراید ^۳	10 ³ ton	
توضیحات:		
نکته ۱: مقادیر محصولات تولیدی گزارش شده در این جدول بایستی شامل مقادیر مصرفی در خود سازمان نیز باشد. برای مثال اگر در سازمانی نصف مقدار آمونیاک تولیدی در واحد اوره مصرف شود بایستی این مقدار نیز در این جدول گزارش شود. نکته ۲: سازمان های سطح ۱ و ۲ در خصوص جرم، بایستی مجموع مقادیر سازمان های تابع خود را گزارش کنند. نکته ۳: جهت برآورد انتشارات ونت در واحد تولید ونیل کلراید مونومر است.		

صفحه ۱۴۴ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	---	--

جدول (۶-۹) خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع ونت مخازن و بارگیری سازمان در کلیه سطوح^۱

نام سازمان سطح ۳:		نام سازمان سطح ۲ مربوطه:	
نام سازمان سطح ۱ مربوطه:			
دامنه گزارش از تاریخ: ۱۴۰۱/۰۱/۰۱ لغایت ۱۴۰۱/۱۲/۳۰			
مقدار حجم سیال هیدروکربنی ذخیره شده در یک سال ^۲		10 ⁶ bbl	
مقدار حجم سالانه فرآورده بارگیری شده به جز بنزین و نفت خام ^۳		10 ³ m ³	
مقدار حجم سالانه بنزین بارگیری شده		10 ³ m ³	
مقدار حجم سالانه نفت خام بارگیری شده		10 ³ m ³	
توضیحات:			
نکته ۱: سازمان‌های سطح ۱ و ۲ در خصوص حجم، بایستی مجموع مقادیر سازمان های تابع خود را گزارش کنند. نکته ۲: منظور از حجم سیال هیدروکربنی ذخیره شده در یک سال، حجم محصول هیدروکربنی تولیدی در واحد صنعتی که در طول یک سال به مخزن فرستاده می‌شود و زمان نگهداری آن در مخزن اهمیت ندارد. نکته ۳: عنوان نام فرآورده‌های بارگیری شده به جز بنزین و نفت خام به همراه مقادیر آنها به تفکیک، در کادر (توضیحات) آورده‌شود.			

صفحه ۱۴۵ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	---	--

جدول (۶-۱۰) خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع نشتی (فرار) سازمان در کلیه سطوح^{۱ و ۲}

نام سازمان سطح ۳:		نام سازمان سطح ۲ مربوطه:	
نام سازمان سطح ۱ مربوطه:			
دامنه گزارش از تاریخ :		۱۴۰۱/۰۱/۰۱ -	لغایت ۱۴۰۳/۱۲/۳۰
نوع تجهیز دارای نشت	تعداد تجهیز دارای نشت	کسر جرمی $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در جریان عبوری از داخل تجهیز	نرخ انتشار ^۳ بر حسب (kg/hr/source)
شیرآلات			
آببندی کمپرسور			
آببندی پمپ			
اتصالات			
فلنج ها			
خطوط با انتهای باز			
سایر تجهیزات ^۴			
توضیحات:			
نکته ۱: سازمان‌های سطح ۳ در خصوص تعداد هر نوع تجهیز، بایستی مجموع کل تجهیزات از آن نوع که دارای نشتی هستند و در خصوص کسر جرمی و نرخ انتشار بایستی متوسط وزنی کسر جرمی جریان‌های عبوری و نرخ انتشارهای آن نوع تجهیز را گزارش کنند. برای مثال در صورت بکارگیری روش (ب) تعداد شیرآلات برابر با مجموع تعداد شیرآلات دارای غلظت نشت مشخص، غلظت نقطه صفر، غلظت نامشخص حد پایین و غلظت نقطه حد بالا ده هزار و صد هزار ppmv است. متوسط وزنی کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ جریان‌های عبوری از داخل شیرآلات مجموعه نیز به عنوان کسر جرمی گزارش می‌شود و همچنین متوسط وزنی leak rate ها و ضرایب انتشار بکار رفته با واحد kg/h به ازای هر تجهیز به عنوان نرخ انتشار ارائه می‌شود. در خصوص روش (ج)، (د) و (ه) نیز متوسط وزنی کسر جرمی و نرخ انتشار به همین صورت است و تعداد در روش (ج) برابر با مجموع تجهیزات دارای نشتی بالاتر و پایین تر از ۱۰ هزار ppmv و در روش (د) و (ه) نیز برابر با کل تجهیزات شمارش شده و یا تخمین زده شده است. نکته ۲: سازمان‌های سطح ۱ و ۲ در خصوص تعداد، بایستی مجموع و در خصوص کسر جرمی و نرخ انتشار بایستی محدوده مقادیر سازمان‌های تابع خود را گزارش کنند. همچنین سازمان‌های سطح ۱ و ۲ بایستی در توضیحات جدول، تعداد و عنوان سازمان‌های سطح ۳ را به تفکیک روش محاسبات بکارگیری در برآورد انتشار از منابع نشتی ارائه دهند. سازمان‌های سطح ۳ نیز بایستی در توضیحات عنوان روش محاسبات را نام ببرند. نکته ۳: نرخ انتشار بسته به روش محاسبه بکارگرفته شده، می‌تواند leak rate روش (ب) منابع نشتی که بر حسب SV محاسبه می‌شود باشد و یا ضرایب روش‌های (ب)، (ج)، (د) و (ه) منابع نشتی باشد. نکته ۴: شامل سایر تجهیزات نشتی از جمله شیرهای نمونه برداری، شیرهای اطمینان و غیره است.			

صفحه ۱۴۶ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت‌ت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط‌زیست
-----------------	---	--

جدول (۶-۱۱) خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع فرار سیستم مدیریت پساب سازمان در کلیه سطوح^۱

نام سازمان سطح ۳:		نام سازمان سطح ۲مربوطه:	
نام سازمان سطح ۱ مربوطه:			
دامنه گزارش از تاریخ :		۱۴۰۱/۰۱/۰۱	لغایت ۱۴۰۰/۱۲/۳۰
تعداد مسیرهای اصلی جمع آوری فاضلاب (drains/Junction Boxes)			
مقدار حجم سالانه فاضلاب تولید شده		10^3 m^3	
زمان جریان فاضلاب به سمت سیستم جمع آوری		h	
توضیحات:			
نکته ۱: سازمان‌های سطح ۱ و ۲ در خصوص حجم و تعداد ، بایستی مجموع و در خصوص زمان بایستی محدوده مقادیر سازمان های تابع خود را گزارش کنند.			

صفحه ۱۴۷ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	--	---

جدول (۶-۱۲) خلاصه اطلاعات عملکردی بخش منابع فرار برج های خنک کن سازمان در کلیه سطوح^{۱و۲}

نام سازمان سطح ۳:		نام سازمان سطح ۲ مربوطه:
نام سازمان سطح ۱ مربوطه:		
دامنه گزارش از تاریخ: ۱۴۰۱/۰۱/۰۱ لغایت ۱۴۰۱/۱۲/۳۰		
غلظت ذرات محلول TDS در آب خنک کن در گردش	ppmw	
مقدار حجم سالانه آب در گردش برج خنک کن ^۳	10^3 m^3	
غلظت VOC در آب ورودی به برج خنک کن	ppmw	
غلظت VOC در آب خروجی از برج خنک کن	ppmw	
توضیحات:		
نکته ۱: سازمان های سطح ۱ و ۲ در خصوص حجم، بایستی مجموع و در خصوص غلظت بایستی محدوده مقادیر سازمان های تابع خود را گزارش کنند. نکته ۲: سازمان سطح ۳ در صورت داشتن چند برج خنک کن بایستی برای هر برج جدول مربوطه را پر کنند. نکته ۳: در سازمان سطح ۳، مقدار حجم سالانه آب در گردش برج خنک کن برابر است با حاصلضرب دبی حجمی آب در گردش برج خنک کن m^3/hr در تعداد ساعت عملکرد برج خنک کن در سال.		

صفحه ۱۴۸ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	--	---

۵- جداول اطلاعات عملکردی پایش

۵-۱- جداول اطلاعات عملکردی پایش گاز دودکش

اگر سازمانی دارای محاسبات بر مبنای روش‌های پایش گاز دودکش، پایش گوگرد سوخت مصرفی، پایش گاز ارسالی به فلر و پایش نشستی تجهیزات است باید اطلاعات پایش مربوطه را مطابق با جدول (۶-۱۳) الی جدول (۶-۲۴) تکمیل و ارائه دهد.

جدول (۶-۱۳) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش گازهای خروجی از دودکش منابع احتراقی ثابت^{۱و۲}

نام سازمان سطح ۳:										نام سازمان سطح ۲ مربوطه:									
نام سازمان سطح ۱ مربوطه:																			
تاریخ پایش: / / ۱۴۰۰																			
ردیف	نام دودکش پایش شده ^۱	سرعت (m)	اندازه گیری قطر داخلی	دمای گاز (K)	سرعت گاز (m/s)	فشار مطلق گاز (atm)	نام دستگاه	خطای دستگاه ^۲ (%)	رطوبت نسبی گاز (مولی %)	غلظت‌های اندازه‌گیری شده ^۵									
										PM ^۶	SO ₂	VOC ^۷	NO	NO _x	CO	CO ₂	O ₂		
										mg/m ³	ppm					%			

نکته ۱: سازمان سطح ۳ در صورت بکارگیری روش (الف) منابع احتراقی جهت برآورد انتشارات آلاینده هوا مجموعه خود، بایستی این جدول را برای تمامی دوره‌های پایش در طول یک سال ارائه دهد.

نکته ۲: سازمان سطح ۱ و ۲ از میان اطلاعات این جدول تنها بایستی محدوده رنج تغییر قطر، دما، سرعت، فشار، رطوبت و غلظت های اندازه گیری شده سازمان های تابع خود را گزارش کنند. همچنین سازمان سطح ۱ و ۲ بایستی نام سازمان‌های سطح ۳ را که این جدول را ارائه داده‌اند در توضیحات جدول ذکر کنند.

نکته ۳: برخی تجهیزات احتراقی در واحدهای عملکردی صنعت نفت دارای دو دودکش هستند (مانند توربوپمپ‌های واحد بهره‌برداری) که گازهای احتراق از طریق آنها خارج می‌شود. در چنین مواقعی باید سنجش در هر دو دودکش به طور مجزا انجام گیرد.

نکته ۴: با توجه به اینکه آنالایزر گاز دودکش توان ارائه خطای اندازه‌گیری را ندارد، این خطا تنها از طریق کالیبراسیون دستگاه مشخص می‌شود. شایان ذکر است در کاتالوگ دستگاه‌ها یک محدوده عدم قطعیت برای پارامترهای اندازه‌گیری قید شده که در تعیین عدم قطعیت داده‌ها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (به عنوان نمونه مقدار $\pm 2\%$ درصد در کاتالوگ دستگاه Lancom 4 وجود دارد که در صورت عدم وجود خطای کالیبراسیون می‌توان از آن به عنوان خطای این دستگاه استفاده کرد).

نکته ۵: تمامی غلظت‌ها در حالت خشک (dry) مدنظر است که غالباً تجهیزات پایش آلاینده‌ها در دودکش نیز غلظت حالت خشک را اندازه‌گیری و گزارش می‌کنند. شایان ذکر است این مقادیر باید مقادیر اندازه‌گیری شده باشد نه مقادیر تصحیح شده.

نکته ۶: در صورتی که PM₁₀ نیز به جای PM موجود باشد می‌توان از مقدار آن نیز استفاده کرد. همچنین اگر غلظت گزارش شده توسط دستگاه اندازه‌گیری بر حسب mg/Nm³ باشد، برای تبدیل به mg/m³ باید در ضریب $\frac{273 \times P}{T}$ ضرب شود که در آن T دمای گاز بر حسب کلوین و P فشار مطلق گاز بر حسب atm است.

نکته ۷: VOC معادل همان هیدروکربن در دودکش در نظر گرفته می‌شود.

جدول (۶-۱۴) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش غلظت گاز دودکش و آنالیز سوخت منابع احتراقی ثابت^{۱و۲}

نام سازمان سطح ۳:										نام سازمان سطح ۲ مربوطه:														
نام سازمان سطح ۱ مربوطه:																								
تاریخ پایش: / / ۱۴۰۰																								
ردیف	نام دودکش پایش شده ^۳	دمای گاز (K)	فشار مطلق گاز (atm)	خطای دستگاه ^۴	رطوبت نسبی گاز ^۵ (مولی)	غلظتهای اندازه گیری شده ^۵																		
						PM ^۶	SO ₂	VOC ^۷	NO	NO _x	CO	CO ₂	O ₂											
						mg/m ³	ppm					%												
آنالیز سوخت																								
نوع سوخت:										دبی سوخت مصرفی:														
نوع دستگاه اندازه گیری مصرف سوخت:										خطای دستگاه: %														
روش تعیین ترکیب سوخت:					اندازه گیری ☐					نوع دستگاه:					خطای دستگاه %:									
					موازنه جرم ☐					نوع دستگاه:					خطای دستگاه %:									
نام اجزاء سوخت					ترکیب ۱					ترکیب ۲					ترکیب ۳					ترکیب ۴				
ترکیب درصد (مولی یا وزنی)																								
نکته ۱: سازمان سطح ۳ در صورت بکارگیری روش (ب) منابع احتراقی جهت برآورد انتشارات آلاینده هوا مجموعه خود، بایستی این جدول را برای تمامی دوره های پایش در طول یک سال ارائه دهد. نکته ۲: سازمان سطح ۱ و ۲ از میان اطلاعات این جدول تنها بایستی محدوده رنج تغییر دما، فشار، رطوبت و غلظت های اندازه گیری شده گاز دودکش سازمان های تابع خود را گزارش کنند. همچنین سازمان سطح ۱ و ۲ بایستی نام سازمان های سطح ۳ را که این جدول را ارائه داده اند در توضیحات جدول ذکر کنند. نکته ۳: برخی تجهیزات احتراقی در واحدهای عملکردی صنعت نفت دارای دو دودکش هستند (مانند توربوپمپ های واحد بهره برداری) که گازهای احتراق از طریق آنها خارج می شود. در چنین مواقعی باید سنجش در هر دو دودکش به طور مجزا انجام گیرد. نکته ۴: با توجه به اینکه آنالایزر گاز دودکش توان ارائه خطای اندازه گیری را ندارد، این خطا تنها از طریق کالیبراسیون دستگاه مشخص می شود. شایان ذکر است در کاتالوگ دستگاه ها یک محدوده عدم قطعیت برای پارامترهای اندازه گیری قید شده که در تعیین عدم قطعیت داده ها می تواند مورد استفاده قرار گیرد (به عنوان نمونه مقدار $\pm 2\%$ درصد در کاتالوگ دستگاه Lancom 4 وجود دارد که در صورت عدم وجود خطای کالیبراسیون می توان از آن به عنوان خطای این دستگاه استفاده کرد). نکته ۵: تمامی غلظت ها در حالت خشک (dry) مدنظر است که غالباً تجهیزات پایش آلاینده ها در دودکش نیز غلظت حالت خشک را اندازه گیری و گزارش می کنند. شایان ذکر است این مقادیر باید مقادیر اندازه گیری شده باشد نه مقادیر تصحیح شده. نکته ۶: در صورتی که PM₁₀ نیز به جای PM موجود باشد می توان از مقدار آن نیز استفاده کرد. همچنین اگر غلظت گزارش شده توسط دستگاه اندازه گیری بر حسب mg/Nm³ باشد، برای تبدیل به mg/m³ باید در ضریب $\frac{273 \cdot 15 \times P}{T}$ ضرب شود که در آن T دمای گاز بر حسب کلوین و P فشار مطلق گاز بر حسب atm است. نکته ۷: چون مقدار هیدروکربن نسوخته در دودکش سنجش می شود، VOC معادل همان هیدروکربن در دودکش در نظر گرفته می شود.																								

صفحه ۱۵۰ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	--	---

۵-۲- جدول اطلاعات عملکردی پایش گوگرد

جدول (۶-۱۵) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش گوگرد در سوخت و یا در جریان ورودی به چاله سوخت و اکسیدایزر (موازنه جرم گوگرد)^{۱و۲}

نام سازمان سطح ۳:												نام سازمان سطح ۲ مربوطه:											
این جدول جهت ارائه نتایج پایش گوگرد در سوختها ☐ جریان ورودی به چاله سوخت ☐ جریان ورودی به اکسیدایزر ☐ است.																							
کل دوره یک ساله ^۲		دوره یک ساله												عنوان سوخت ^۱									
		دوره اندازه گیری اول ^۷		دوره اندازه گیری دوم		دوره اندازه گیری سوم		دوره اندازه گیری چهارم		دوره اندازه گیری پنجم													
		تاریخ پایش: / / ۱۴۰		تاریخ پایش: / / ۱۴۰		تاریخ پایش: / / ۱۴۰		تاریخ پایش: / / ۱۴۰		تاریخ پایش: / / ۱۴۰													
تعداد روزها: ۳۶۵		تعداد روزها:		تعداد روزها:		تعداد روزها:		تعداد روزها:		تعداد روزها:		تعداد روزها:		تعداد روزها:		تعداد روزها:		تعداد روزها:		تعداد روزها:			
میزان مصرف گوگرد ^{۴،۱}		میزان مصرف گوگرد ^۳		میزان مصرف گوگرد ^۴		میزان مصرف گوگرد ^۳		میزان مصرف گوگرد ^۴		میزان مصرف گوگرد ^۳		میزان مصرف گوگرد ^۴		میزان مصرف گوگرد ^۳		میزان مصرف گوگرد ^۴		میزان مصرف گوگرد ^۳		میزان مصرف گوگرد ^۴			
درصد مصرف هر تجهیز احتراقی از کل مصرف سالانه این سوخت												عنوان سوخت ^۱											
سایر موارد مصرف ^۵		توربوکمپرسورها		توربوپمپها		توربوژنرها		هیترها		کوره های فرآیندی													
نوع دستگاه اندازه گیری مصرف سوخت/جریان ورودی به اکسیدایزر و یا چاله سوخت:												خطای دستگاه: %											
روش تعیین ترکیب درصد:												☐ اندازه گیری ☐ موازنه جرم											
نوع دستگاه: %												خطای دستگاه: %											
نوع دستگاه: %												خطای دستگاه: %											
نکته ۱: سازمان سطح ۳ در صورت بکارگیری روش (ج) منابع احتراقی جهت برآورد انتشار آلاینده هوا SO ₂ مجموعه خود، بایستی این جدول را برای سه دسته ۱. سوختها، ۲. جریان ورودی به چاله سوختها و ۳. جریان ورودی به اکسیدایزرها جداگانه ارائه دهد. توصیه می شود که سوخت مصرفی حداقل هر شش ماه یکبار آنالیز شود. همچنین در صورت ارائه این جدول برای چاله سوختها و																							

صفحه ۱۵۱ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	---	---

جدول (۶-۱۵) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش سوخت و یا موازنه در دودکش احتراقی ثابت^۱ و^۲ - ادامه

اکسیدایزرها، در ستون عنوان سوخت، عنوان چاله سوخت و یا اکسیدایزر ذکر شود. نکته ۲: سازمان سطح ۱ و ۲ از میان اطلاعات این جدول تنها بایستی عنوان تمام سوخت‌های مصرفی در کل سازمان های تابع خود، مقدار مصرف سالیانه هر نوع سوخت در کل سازمان های تابع خود و محدوده رنج تغییر متوسط غلظت گوگرد هر نوع سوخت را گزارش کنند. همچنین سازمان سطح ۱ و ۲ بایستی نام سازمان‌های سطح ۳ که این جدول را ارائه نداده اند را با ذکر علت در توضیحات جدول ذکر کنند. نکته ۳: در صورت ارائه این جدول برای چاله سوخت‌ها و اکسیدایزرها در ستون میزان مصرف سوخت، مقدار جریان ورودی به چاله سوخت‌ها و اکسیدایزرها بایستی ارائه شود. همچنین واحد این مقادیر Sm^3 برای سوخت و جریان گازی و m^3 برای سوخت و جریان مایع است. نکته ۴: در صورت ارائه این جدول برای چاله سوخت‌ها و اکسیدایزرها در ستون غلظت گوگرد در سوخت، مقدار غلظت گوگرد در جریان ورودی به چاله سوخت‌ها و اکسیدایزرها بایستی ارائه شود. همچنین واحد این مقادیر برای سوخت و جریان گازی بر حسب mg/Sm^3 و برای سوخت و جریان مایع بر حسب mg/m^3 است. نکته ۵: نام تجهیزات احتراقی به عنوان نمونه ذکر شده و این جدول باید براساس تجهیزات و موارد مصرف سوخت سازمان سطح سه تکمیل شود. نکته ۶: در روش موازنه جرم منظور از دستگاه اندازه‌گیری، دستگاهی است که مقادیر جریانات ورودی و خروجی برای موازنه به وسیله آن اندازه‌گیری شده است. نکته ۷: هر سوخت و یا جریان در طول یک سال (۳۶۵ روز) ممکن است در چند دوره اندازه‌گیری پایش شود، توصیه می‌شود که سوخت مصرفی حداقل هر شش ماه یکبار آنالیز شود. مسلم است که مجموع تعداد روزهای تمام دوره‌های اندازه‌گیری بایستی برابر با ۳۶۵ روز شود. در هر دوره بایستی مقدار کل مصرف سوخت در هر دوره بر اساس واحد نکته (۳) و غلظت گوگرد بر اساس پایش آن دوره و واحد اشاره شده در نکته (۴) ارائه شود.
--

۵-۳- جدول اطلاعات عملکردی پایش گاز ارسالی به فلر

جدول (۶-۱۶) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش و یا محاسبات مورد نیاز گاز ارسالی به فلر^۱

نام سازمان سطح ۳:					نام سازمان سطح ۲ مربوطه:	
نام سازمان سطح ۱ مربوطه:						
تاریخ پایش: / / ۱۴۰۰						
نام فلر:		بازه زمانی (ساعت):		روش تعیین مقدار گاز ارسالی به فلر ^۴ : ☐ اندازه گیری ☐ موازنه جرم نوع دستگاه اندازه گیری: خطای دستگاه: %		
نوع گاز ^۲ و مقدار گاز ارسال شده به فلر ^۳		نام واحد ارسال کننده گاز ارسال شده به فلر ^۵ :				
نوع گاز ^۲ و مقدار سوخت پایلوت فلر ^۳ :		نام واحد ارسال کننده سوخت پایلوت فلر ^۵ :				
نوع گاز ^۲ و مقدار گاز مازاد تزریقی ^۳ :		نام واحد ارسال کننده گاز مازاد تزریقی ^۵ :				
نام ترکیبات		ترکیب درصد ^۶ (مولی یا وزنی)				
		نمونه ۱	نمونه ۲	نمونه ۳	نمونه ۴	نمونه ۵
جمع ترکیب درصدها						
روش تعیین ترکیب گاز:		☐ اندازه گیری ☐ نوع دستگاه:		خطای دستگاه: %		
		☐ موازنه جرم ☐ نوع دستگاه ^۷ :		خطای دستگاه: %		
نکته ۱: سازمان های سطح ۳ جهت برآورد مشخصات گاز فلر از جمله ارزش حرارتی آن، بایستی این جدول را برای هر فلر ارائه دهند، اما سازمان های سطح ۱ و ۲ نیازی به ارائه این جدول ندارند و برای سازمان سطح ۱ و ۲ ارائه جدول (۶-۴) کافی است. نکته ۲: نوع گاز (گاز ارسالی به فلر / سوخت پایلوت فلر / گاز مازاد تزریق شده در صورت نیاز به بالا بردن ارزش حرارتی گاز ارسالی به فلر) درج شود. نکته ۳: واحد مقدار گاز ارسالی به فلر و سوخت پایلوت فلر و گاز مازاد تزریقی در جدول دقیق مشخص شود (بر حسب تن یا استاندارد متر مکعب). نکته ۴: نحوه تعیین مقدار گاز ارسالی به فلر (اندازه گیری / محاسبات مهندسی) تعیین شود. نکته ۵: در قسمت واحد صنعتی ارسال کننده گاز نیز باید مشخص شود که گاز ارسالی به این فلر از کدام واحد صنعتی ارسال می شود تا در بررسی های آتی و جمع بندی نهایی از اشتباهات احتمالی یا دوبار شماری جلوگیری شود. (اگر سوخت پایلوت فلر از منابع مختلف و سوخت های مختلف تامین می شود، میزان هر سوخت به تفکیک واحد صنعتی ارسال کننده ذکر شود). نکته ۶: حداقل تعداد نمونه / محاسبات مورد نیاز متعاقبا اعلام خواهد شد، با این حال بهتر است در صورت امکان تعداد نمونه ها بیشتر و فواصل زمانی بین نمونه گیری ها کوتاه تر شده که در این صورت می توان به تعداد مورد نیاز به ستون های جدول اضافه کرده و اطلاعات عملکردی را درج کرد. نکته ۷: در روش موازنه جرم منظور از دستگاه اندازه گیری، دستگاهی است که مقادیر جریانات ورودی و خروجی برای موازنه بوسیله آن اندازه گیری شده است.						

مشخصات تجهیزات یا غلظت نامشخص حد پایین^{۱۰}

[illegible]

ادامه جدول (۶-۱۷) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش نشتی تجهیز در صنایع وزارت نفت به غیر از

پتروشیمی ها به روش (ب)^۱

نکته ۱: سازمان سطح ۳ در صورت بکارگیری روش (ب) بایستی این جدول را برای هر بار دوره پایش در طول یک سال ارائه دهند. تا زمانی که متعاقبا اعلام خواهد شد بایستی پایش غلظت نشتی در اطراف تجهیزات یکبار در سال انجام شود. سازمان های سطح ۱ و ۲ نیازی به ارائه این جدول ندارند و برای سازمان سطح ۱ و ۲ ارائه جدول (۶-۱۰) کافی است.

نکته ۲: در روش موازنه منظور از دستگاه اندازه گیری، دستگاهی است که مقادیر جریانات ورودی و خروجی برای موازنه به وسیله آن اندازه گیری شده است.

نکته ۳: یعنی غلظت های سنجش شده در اطراف تجهیز بین دقت دستگاه اندازه گیری و حد بالایی تشخیص دستگاه باشد. همچنین جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی از رابطه (۳۶) استفاده شود.

نکته ۴: منظور از سایر تجهیزات شامل ابزارآلات، بازوهای بارگیری، شیرهای اطمینان تخلیه فشار و تخلیه ها می باشند. منظور از سایر بهتر است همه تجهیزات به غیر از اتصالات، فلنچ ها، خطوط با انتهای باز، پمپ ها و شیرآلات در نظر گرفته شود.

نکته ۵: در این جدول، در هر ردیف، اطلاعات تجهیزات نشتی بر اساس جریان های دارای کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ مشخصی که در آن قرار دارند ارائه می شود. مثلاً جریان شماره ۱ دارای کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ است و تعداد تجهیزات دارای نشتی در آن جریان به تفکیک نوع آنها در هر ردیف ارائه می شود.

نکته ۶: منظور از تجهیز دارای نشت شیرآلات، پمپ، کمپرسورها، مخلوط کن ها، اتصالات، فلنچ، خطوط با انتهای باز و سایر تجهیزات دارای پتانسیل نشتی مانند بازوهای بارگیری، شیرهای اطمینان تخلیه فشار و تخلیه ها و غیره است.

نکته ۷: SV برابر با غلظت اندازه گیری شده کل ترکیبات آلی در اطراف منابع نشت برحسب ppmv است.

نکته ۸: یعنی غلظت در اطراف تجهیز توسط دستگاه سنجش قابل تشخیص نبوده و حد پایین تشخیص دستگاه برابر یا پایین تر از ppmv ۱ باشد. در ضمن واحدهای تولید نفت و گاز نیاز به تکمیل قسمت غلظت نقطه صفر ندارند.

نکته ۹: جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی از رابطه (۳۷) استفاده شود.

نکته ۱۰: یعنی غلظت در اطراف تجهیز توسط دستگاه سنجش قابل تشخیص نبوده و حد پایین تشخیص دستگاه بالاتر از ppmv ۱ است، در این موارد SV برای تجهیز برابر با نصف مقدار حد پایین دستگاه در نظر گرفته می شود و جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی از رابطه (۳۷) استفاده شود.

نکته ۱۱: یعنی حد بالای تشخیص غلظت دستگاه سنجش ppmv ۱۰,۰۰۰ است و غلظت اطراف تجهیز توسط دستگاه سنجش در این مقدار ثابت نمایش داده می شود. در این موارد جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی از رابطه (۳۷) استفاده شود.

نکته ۱۲: یعنی حد بالای تشخیص غلظت دستگاه سنجش ppmv ۱۰۰,۰۰۰ است و غلظت اطراف تجهیز توسط دستگاه سنجش در این مقدار ثابت نمایش داده می شود. در این موارد جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی از رابطه (۳۷) استفاده شود.

جدول (۶-۱۸) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش نشتی تجهیز در صنایع پتروشیمی به روش (ب)^۱

نام سازمان سطح ۳:		نام سازمان سطح ۲ مربوطه:	
نام سازمان سطح ۱ مربوطه:			
تاریخ پایش: / / ۱۴۰			
بررسی دستگاه اندازه گیری نشتی			
نوع دستگاه اندازه گیری نشتی:			
حد پایین تشخیص دستگاه:	ppmv		
حد بالا تشخیص دستگاه:	ppmv		
خطای دستگاه:	%		
بررسی روش تعیین کسر جرمی VOC و TOC در جریان عبوری از داخل تجهیز			
روش تعیین کسر جرمی	☐ اندازه گیری	نوع دستگاه:	خطای دستگاه: %
	☐ موازنه	نوع دستگاه ۲:	خطای دستگاه: %
مشخصات تجهیزات با غلظت مشخص ۳:			
تعداد کل تجهیزات با غلظت مشخص	تعداد شیرآلات مایع سبک با غلظت مشخص	تعداد پمپ‌های مایع سبک ۴ با غلظت مشخص	تعداد اتصالات با غلظت مشخص
ردیف ۵	نام واحد عملیاتی	شماره جریان عبوری از داخل تجهیز	کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در جریان عبوری از داخل تجهیز
		شماره تجهیز دارای نشت	نوع تجهیز دارای نشت ۶
			غلظت اندازه گیری شده SV ۷
مشخصات تجهیزات با غلظت نقطه صفر ۸ و ۹:			
تعداد کل تجهیزات با غلظت نقطه صفر:			
ردیف ۵	نام واحد عملیاتی	شماره جریان عبوری از داخل تجهیز	کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در جریان عبوری از داخل تجهیز
		تعداد شیرآلات مایع سبک با غلظت نقطه صفر	تعداد شیرآلات مایع سبک ۴ با غلظت نقطه صفر
		تعداد اتصالات با غلظت نقطه صفر	تعداد پمپ‌های مایع سبک ۴ با غلظت نقطه صفر
مشخصات تجهیزات با غلظت نامشخص حد پایین ۱۰:			
تعداد کل تجهیزات با غلظت نامشخص حد پایین:			
ردیف ۵	نام واحد عملیاتی	شماره جریان عبوری از داخل تجهیز	کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در جریان عبوری از داخل تجهیز
		تعداد شیرآلات مایع سبک با غلظت نامشخص حد پایین	تعداد شیرآلات مایع سبک ۴ با غلظت نامشخص حد پایین
		تعداد اتصالات با غلظت نامشخص حد پایین	تعداد پمپ‌های مایع سبک ۴ با غلظت نامشخص حد پایین

صفحه ۱۵۷ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	--	--

جدول (۶-۱۸) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش نشتی تجهیز در صنایع پتروشیمی به روش (ب) ۱ - ادامه

مشخصات تجهیزات با غلظت نقطه حد تشخیص بالا ۱۰,۰۰۰ ppmv نکته ۱۱							
				تعداد کل تجهیزات با غلظت نقطه حد تشخیص بالا ۱۰,۰۰۰ ppmv:			
ردیف ^۵	نام واحد عملیاتی	شماره جریان عبوری از داخل تجهیز	کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در جریان عبوری از داخل تجهیز	تعداد شیرآلات گازی با غلظت نقطه حد تشخیص بالا ۱۰,۰۰۰ ppmv	تعداد شیرآلات مایع سبک با غلظت نقطه حد تشخیص بالا ۱۰,۰۰۰ ppmv	تعداد پمپ‌های مایع سبک ^۴ با غلظت نقطه حد تشخیص بالا ۱۰,۰۰۰ ppmv	تعداد اتصالات با غلظت نقطه حد تشخیص بالا ۱۰,۰۰۰ ppmv
مشخصات تجهیزات با غلظت نقطه حد تشخیص بالا ۱۰۰,۰۰۰ ppmv نکته ۱۲							
				تعداد کل تجهیزات با غلظت نقطه حد تشخیص بالا ۱۰۰,۰۰۰ ppmv:			
ردیف ^۵	نام واحد عملیاتی	شماره جریان عبوری از داخل تجهیز	کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در جریان عبوری از داخل تجهیز	تعداد شیرآلات گازی با غلظت نقطه حد تشخیص بالا ۱۰۰,۰۰۰ ppmv	تعداد شیرآلات مایع سبک با غلظت نقطه حد تشخیص بالا ۱۰۰,۰۰۰ ppmv	تعداد پمپ‌های مایع سبک ^۴ با غلظت نقطه حد تشخیص بالا ۱۰۰,۰۰۰ ppmv	تعداد اتصالات با غلظت نقطه حد تشخیص بالا ۱۰۰,۰۰۰ ppmv

جدول (۶-۱۸) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش نشتی تجهیز در صنایع پتروشیمی به روش (ب) ۱- ادامه

نکته ۱: سازمان سطح ۳ در صورت بکارگیری روش (ب) بایستی این جدول را برای هر بار دوره پایش در طول یک سال ارائه دهند. تا زمانی که متعاقبا اعلام خواهد شد بایستی پایش غلظت نشتی در اطراف تجهیزات یکبار در سال انجام شود. سازمان‌های سطح ۱ و ۲ نیازی به ارائه این جدول ندارند و برای سازمان سطح ۱ و ۲ ارائه جدول (۶-۱۰) کافی است. نکته ۲: در روش موازنه منظور از دستگاه اندازه‌گیری، دستگاهی است که مقادیر جریان‌ات ورودی و خروجی برای موازنه به وسیله آن اندازه‌گیری شده است. نکته ۳: یعنی غلظت‌های سنجش شده در اطراف تجهیز بین دقت دستگاه اندازه‌گیری و حد بالایی تشخیص دستگاه باشد. همچنین جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی از رابطه (۳۶) استفاده شود نکته ۴: تعداد کمپرسورها، وسایل اطمینان تخلیه فشار، مخلوط‌کن‌ها و پمپ‌ها با مایعات سنگین نیز در این قسمت آورده شود. نکته ۵: در این جدول، در هر ردیف، اطلاعات تجهیزات نشتی بر اساس جریان‌های دارای کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ مشخصی که در آن قرار دارند ارائه می‌شود. مثلاً جریان شماره ۱ دارای کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ است و تعداد تجهیزات دارای نشتی در آن جریان به تفکیک نوع آنها در هر ردیف ارائه می‌شود. نکته ۶: منظور از تجهیز دارای نشت شیرآلات، پمپ، کمپرسورها، مخلوط‌کن‌ها، اتصالات، فلنج، خطوط با انتهای باز و سایر تجهیزات دارای پتانسیل نشتی مانند بازوهای بارگیری، شیرهای اطمینان تخلیه فشار و تخلیه‌ها و غیره است. نکته ۷: SV برابر با غلظت اندازه‌گیری شده کل ترکیبات آلی در اطراف منابع نشت برحسب ppmv است. نکته ۸: یعنی غلظت در اطراف تجهیز توسط دستگاه سنجش قابل تشخیص نبوده و حد پایین تشخیص دستگاه برابر یا پایین‌تر از 1ppmv باشد. درضمن واحدهای تولید نفت و گاز نیاز به تکمیل قسمت غلظت نقطه صفر ندارند. نکته ۹: جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی از رابطه (۳۷) استفاده شود. نکته ۱۰: یعنی غلظت در اطراف تجهیز توسط دستگاه سنجش قابل تشخیص نبوده و حد پایین تشخیص دستگاه بالاتر از 1 ppmv است، در این موارد SV برای تجهیز برابر با نصف مقدار حد پایین دستگاه در نظر گرفته می‌شود و جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی از رابطه (۳۷) استفاده شود. نکته ۱۱: یعنی حد بالای تشخیص غلظت دستگاه سنجش 10,000 ppmv است و غلظت اطراف تجهیز توسط دستگاه سنجش در این مقدار ثابت نمایش داده می‌شود. در این موارد جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی از رابطه (۳۷) استفاده شود. نکته ۱۲: یعنی حد بالای تشخیص غلظت دستگاه سنجش 100,000 ppmv است و غلظت اطراف تجهیز توسط دستگاه سنجش در این مقدار ثابت نمایش داده می‌شود. در این موارد جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی از رابطه (۳۷) استفاده شود.

جدول (۶-۱۹) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش نشتی تجهیز در صنایع پتروشیمی و پالایشگاه به روش

(ج)^۱

ردیف	نام واحد عملیاتی	شماره جریان عبوری از داخل تجهیز	کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در جریان عبوری از داخل تجهیز ^۲
	نوع تجهیز	تعداد تجهیز با غلظت برابر یا بیش تر از ۱۰۰۰۰ ppmv	تعداد تجهیز با غلظت کم تر ۱۰۰۰۰ ppmv
	شیرآلات گاز		
	شیرآلات مایعات سبک		
	شیرآلات مایعات سنگین		
	آببندی پمپ ^۳ مایعات سبک		
	آببندی پمپ مایعات سنگین		
	آببندی کمپرسور گاز		
	وسایل اطمینان تخلیه فشار گاز		
	اتصالات همه نوع سیال		
	خطوط با انتهای باز همه نوع سیال		
نکته ۱: در سازمان سطح ۳ جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی از رابطه (۳۸) استفاده شود. سازمان های سطح ۱ و ۲ نیازی به ارائه این جدول ندارند و برای سازمان سطح ۱ و ۲ ارائه جدول (۶-۱۰) کافی است. نکته ۲: این جدول برای جریان هایی با کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ متفاوت جداگانه پر می شود. نکته ۳: تعداد همزن ها و مخلوط کن ها نیز در این قسمت آورده شود.			

جدول (۶-۲۰) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش نشتی تجهیز در صنایع تولید نفت و گاز به روش (ج)^۱

ردیف	نام واحد عملیاتی	شماره جریان عبوری از داخل تجهیز	کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در جریان عبوری از داخل تجهیز ^۲
نوع تجهیز	تعداد تجهیز با غلظت برابر یا بیش تر از ۱۰۰۰۰ ppmv	تعداد تجهیز با غلظت کم تر ۱۰۰۰۰ ppmv	
شیرآلات گاز			
شیرآلات نفت سنگین			
شیرآلات نفت سبک			
شیرآلات آب/نفت ^۳			
آببندی پمپ گاز			
آببندی پمپ نفت سنگین			
آببندی پمپ نفت سبک			
آببندی پمپ آب/نفت			
سایر تجهیزات گاز			
سایر تجهیزات نفت سنگین			
سایر تجهیزات نفت سبک			
سایر تجهیزات آب/نفت			
اتصالات/همه گاز			
اتصالات/همه نفت سنگین			
اتصالات/همه نفت سبک			
اتصالات/همه آب/نفت			
فلنج/ها/همه گاز			
فلنج/ها/همه نفت سنگین			
فلنج/ها/همه نفت سبک			
فلنج/ها/همه آب/نفت			
خطوط با انتهای باز گاز			
خطوط با انتهای باز نفت سنگین			
خطوط با انتهای باز نفت سبک			
خطوط با انتهای باز آب/نفت			
نکته ۱: در سازمان های سطح ۳ جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی از رابطه (۳۸) استفاده شود. سازمان های سطح ۱ و ۲ نیازی به ارائه این جدول ندارند و برای سازمان سطح ۱ و ۲ ارائه جدول (۶-۱۰) کافی است.			
نکته ۲: این جدول برای جریان هایی با کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ متفاوت جداگانه پر می شود.			
نکته ۳ منظور جریان هایی است که محتوای آبی آنها از ۵۰٪ تا ۹۹٪ است، نرخ نشتی TOC از جریان هایی با محتوای آبی بیشتر از ۹۹٪ ناچیز و قابل صرف نظر است.			

صفحه ۱۶۱ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	---	--

جدول (۶-۲۱) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش نشتی تجهیز در ترمینال‌های فروش محصولات به روش (ج)^۱

ردیف	نام واحد عملیاتی	شماره جریان عبوری از داخل تجهیز	کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در جریان عبوری از داخل تجهیز ^۲
نوع تجهیز	تعداد تجهیز با غلظت برابر یا بیش‌تر از ۱۰۰۰۰ ppmv	تعداد تجهیز با غلظت کم‌تر ۱۰۰۰۰ ppmv	
شیرآلات گاز			
شیرآلات مایعات سبک			
آب‌بندی پمپ مایعات سبک			
سایر تجهیزات (کمپرسور و سایر) ^۳ گاز			
سایر تجهیزات (کمپرسور و سایر) مایعات سبک			
اتصالات و فلنچ‌ها گاز			
اتصالات و فلنچ‌ها مایعات سبک			
نکته ۱: در سازمان‌های سطح ۳ جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی از رابطه (۳۸) استفاده شود. سازمان‌های سطح ۱ و ۲ نیازی به ارائه این جدول ندارند و برای سازمان سطح ۱ و ۲ ارائه جدول (۶-۱۰) کافی است. نکته ۲: این جدول برای جریان‌هایی با کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ متفاوت جداگانه پر می‌شود. نکته ۳: کلمه سایر تجهیزات به تجهیزاتی نشتی به‌غیر از اتصالات، فلنچ‌ها، پمپ‌ها و شیرآلات اطلاق می‌شود.			

صفحه ۱۶۲ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	---	--

جدول (۶-۲۲) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش نشتی تجهیز در صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی به روش (د)¹

ردیف	نام واحد عملیاتی	شماره جریان عبوری از داخل تجهیز	کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در جریان عبوری از داخل تجهیز²
	تعداد شیرآلات گاز		
	تعداد شیرآلات مایعات سبک		
	تعداد شیرآلات مایعات سنگین		
	تعداد آببندی پمپ³ مایعات سبک		
	تعداد آببندی پمپهای مایعات سنگین		
	تعداد آببندی کمپرسور گاز		
	تعداد شیرهای اطمینان تخلیه فشار گاز		
	تعداد اتصالات همه نوع سیال		
	تعداد خطوط با انتهای باز همه نوع سیال		
	تعداد اتصالات نمونه‌گیری همه نوع سیال		
نکته ۱: با توجه به روش (د) تعداد تجهیزات واحد عملکردی که کسر جرمی ترکیبات هیدروکربنی در آنها حداقل ۰/۱ باشد، در این جدول شمارش می‌شوند. همچنین در سازمان های سطح ۳ جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی و به روش (د) از رابطه (۳۷) استفاده شود. . سازمان‌های سطح ۱ و ۲ نیازی به ارائه این جدول ندارند و برای سازمان سطح ۱ و ۲ ارائه جدول (۶-۱۰) کافی است. نکته ۲: با توجه به ارائه ضرایب انتشار NMTOC و نه ضرایب TOC برای نشتی تجهیزات پالایشگاهی در روش (د) و (ه) راهنما، صنایع پالایشگاهی تعداد کل هر نوع از تجهیزات را بدون نیاز به ارائه کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در جریان عبوری از داخل تجهیزات در این جدول ارائه دهند. اما صنایع پتروشیمی بایستی این جدول را برای جریان هایی با کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ متفاوت جداگانه ارائه دهند. نکته ۳: ضریب انتشار برای پمپ‌های حاوی مایعات سبک قابل کاربرد برای همزن‌ها و مخلوط‌کن‌ها نیز است.			

جدول (۶-۲۳) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش نشتی تجهیز در صنایع بالادستی نفت و گاز به روش (د)^۱

ردیف	نام واحد عملیاتی	شماره جریان عبوری از داخل تجهیز	کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در جریان عبوری از داخل تجهیز ^۲
	تعداد شیرآلات گاز		
	تعداد شیرآلات نفت سبک		
	تعداد شیرآلات نفت سنگین		
	تعداد شیرآلات آب/نفت ^۳		
	تعداد آببندی پمپ گاز		
	تعداد آببندی پمپ نفت سبک		
	تعداد آببندی پمپ نفت سنگین		
	تعداد آببندی پمپ آب/نفت		
	تعداد اتصالات گاز		
	تعداد اتصالات نفت سبک		
	تعداد اتصالات نفت سنگین		
	تعداد اتصالات آب/نفت		
	تعداد فلنج ها گاز		
	تعداد فلنج ها نفت سبک		
	تعداد فلنج ها نفت سنگین		
	تعداد فلنج ها آب/نفت		
	تعداد خطوط با انتهای باز گاز		
	تعداد خطوط با انتهای باز نفت سبک		
	تعداد خطوط با انتهای باز نفت سنگین		
	تعداد خطوط با انتهای باز آب/نفت		
	تعداد سایر تجهیزات گاز ^۴		
	تعداد سایر تجهیزات نفت سبک		
	تعداد سایر تجهیزات نفت سنگین		
	تعداد سایر تجهیزات آب/نفت ^۴		
نکته ۱: با توجه به روش (د) تعداد تجهیزات واحد عملکردی که کسر جرمی ترکیبات هیدروکربنی در آنها حداقل ۰/۱ باشد، در این جدول شمارش می شوند. همچنین در سازمان های سطح ۳ جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی و به روش (د) از رابطه (۳۷) استفاده شود. . سازمان های سطح ۱ و ۲ نیازی به ارائه این جدول ندارند و برای سازمان سطح ۱ و ۲ ارائه جدول (۶-۱۰) کافی است. نکته ۲: این جدول برای جریان هایی با کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ متفاوت جداگانه پر می شود. نکته ۳: منظور جریان هایی است که محتوای آبی آنها از ۵۰٪ تا ۹۹٪ است، نرخ نشتی TOC از جریان هایی با محتوای آبی بیشتر از ۹۹٪ ناچیز و قابل صرف نظر است. نکته ۴: شامل سایر تجهیزات نشتی از جمله شیرهای نمونه برداری، آب بندی کمپرسورها، شیرهای اطمینان و غیره است.			

صفحه ۱۶۴ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
-----------------	--	--

جدول (۶-۲۴) اطلاعات عملکردی مربوط به پایش نشتی تجهیز در ترمینال های فروش محصولات به روش

(د)۱

ردیف	نام واحد عملیاتی	شماره جریان عبوری از داخل تجهیز	کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در جریان عبوری از داخل تجهیز ^۲
	تعداد شیرآلات گاز		
	تعداد شیرآلات مایعات سبک		
	تعداد آببندی پمپ گاز		
	تعداد آببندی پمپ مایعات سبک		
	تعداد سایر تجهیزات ^۲ گاز		
	تعداد سایر تجهیزات ^۲ مایعات سبک		
	تعداد اتصالات و فلنج ها گاز		
	تعداد اتصالات و فلنج ها مایعات سبک		
نکته ۱: با توجه به روش (د) تعداد تجهیزات واحد عملکردی که کسر جرمی ترکیبات هیدروکربنی در آنها حداقل ۰/۱ باشد، در این جدول شمارش می شوند. همچنین در سازمان های سطح ۳ جهت محاسبه نرخ انتشار ترکیبات آلی فرار از این دسته منابع نشتی و به روش (د) از رابطه (۳۷) استفاده شود. . سازمان های سطح ۱ و ۲ نیازی به ارائه این جدول ندارند و برای سازمان سطح ۱ و ۲ ارائه جدول (۶-۱۰) کافی است. نکته ۲: این جدول برای جریان هایی با کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ متفاوت جداگانه پر می شود. نکته ۳: کلمه سایر تجهیزات به تجهیزات نشتی به غیر از اتصالات، فلنج ها، آببندی پمپ ها و شیرآلات اطلاق می شود.			

صفحه ۱۶۵ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	--	--

فصل هفتم

مثال‌های کاربردی

از آنجا که تاریخ پایش دوره‌ای دوم در تاریخ ۵ مرداد است، تا این تاریخ بایستی از داده های پایش اول برای تخمین انتشار آلاینده‌ها استفاده کرد. لذا مقدار ΔT_1 بر حسب ثانیه برابر است با:

ادامه پاسخ مثال (۱)

$$\Delta t_1 = (15 + 3 \times 31 + 4) \times 86400 = 9676800$$

به طریق مشابه، نرخ انتشار در سه پایش دوره‌ای دیگر نیز محاسبه می‌شود و در نهایت با به کارگیری رابطه (۲) خواهیم داشت:

$$E_{CO} \left(\frac{ton}{yr} \right) = (1072 \times 9676800 + 1341 \times 11404800 + 1334 \times 5616000 + 923 \times 3888000 + 1085 \times 950400) \times 10^{-9}$$

$$= 37.7$$

توجه شود که در این نمونه پایش مجدد فروردین ماه برای سال بعد در ۶ فروردین و نه ۱۷ آن ماه انجام شده است. لذا انتشارات از ۶ تا ۱۶ فروردین (۱۱ روز) که در دوره یک ساله این مثال قرار دارند بر اساس نتایج پایش ۶ فروردین محاسبه می‌شوند. برای برآورد انتشارات دوره سال بعد این مثال نیز انتشارات از ۱۷ فروردین تا ۱ اردیبهشت بر اساس نتایج پایش ۶ فروردین محاسبه می‌شوند.

۱-۲- مثالی از روش (د) منابع احتراقی ثابت

مثالی از روش (د) تخمین انتشار آلاینده‌ها از منابع احتراقی ثابت غیراز فلر، پسماندسوز، اکسیدایزر و چاله‌ی سوخت (استفاده از ضرایب انتشار):

مثال ۲: در یک واحد پالایشگاه، یک توربو پمپ و یک گرمکن فرایندی کوچک و بدون تجهیز کنترل آلودگی وجود دارند که از گاز طبیعی با ترکیب درصد بر شرح ذیل به عنوان سوخت استفاده می‌کنند. چنانچه مصرف سالانه سوخت در گرمکن و توربو پمپ به ترتیب برابر با 8×10^6 و 6×10^8 متر مکعب استاندارد باشد، نرخ انتشار سالانه آلاینده‌های هوا در این مجتمع را محاسبه کنید.

ردیف	ترکیب درصد اجزای سوخت گازی	درصد مولی (%)	ردیف	ترکیب درصد اجزای سوخت گازی	درصد مولی (%)
1	H_2	0.0	6	$n-C_4H_{10}$	0.3
2	CH_4	89.0	7	$iso-C_5H_{12}$	0.1
3	C_2H_6	3.4	8	$n-C_5H_{12}$	0.0
4	C_3H_8	1.2	9	N_2	5.0
5	$iso-C_4H_{10}$	0.2	10	CO_2	0.8

ادامه پاسخ مثال ۲)

چون ترکیب سوخت داده شده است، نرخ انتشار SO_2 با استفاده از موازنه جرم و رابطه (۱۰) (روش ج) محاسبه می شود و نیازی به استفاده از ضریب انتشار نیست. با توجه به اینکه غلظت گوگرد در سوخت مصرفی برابر با صفر است، برای هر کدام از منابع آلاینده خواهیم داشت:

$$E_{SO_2} = 0 \frac{mg}{s} = 0 \frac{ton}{yr}$$

نرخ انتشار سالانه آلاینده های منتشره با استفاده از رابطه (۱۱)، جدول (۲-۲) تا جدول (۲-۸) برای گرمکن و جدول (۲-۹) و جدول (۲-۱۰) برای توربوپمپ محاسبه می شود. از آنجایی که در رابطه (۱۱) مقدار ارزش حرارتی ناخالص سوخت مصرفی (HHV) مورد نیاز است، باید با استفاده از اجزای سوخت داده شده در جدول بالا ارزش حرارتی ناخالص کل سوخت تعیین شود. محاسبه HHV سوخت داده شده در این مثال، در مثال ۶ که نحوه محاسبه ارزش حرارتی توضیح داده شده است، محاسبه شده است. HHV محاسبه شده سوخت برابر با $3.754 \times 10^{-2} \frac{GJ}{sm^3}$ است. حال مقادیر سایر آلاینده های منتشره از گرمکن و توربوپمپ در ادامه محاسبه شده است.

برای گرمکن:

$$E_{NOx} \left(\frac{ton}{yr} \right) = 8 \times 10^6 \times 3.754 \times 10^{-2} \times 42.2 \times 10^{-6} = 12.67$$

$$E_{CO} \left(\frac{ton}{yr} \right) = 8 \times 10^6 \times 3.754 \times 10^{-2} \times 35.5 \times 10^{-6} = 10.66$$

$$E_{PM} \left(\frac{ton}{yr} \right) = 8 \times 10^6 \times 3.754 \times 10^{-2} \times 3.2 \times 10^{-6} = 0.96$$

$$E_{VOC} \left(\frac{ton}{yr} \right) = 8 \times 10^6 \times 3.754 \times 10^{-2} \times 2.3 \times 10^{-6} = 0.69$$

ادامه پاسخ مثال ۲)

برای توربوپمپ:

$$E_{NOx} \left(\frac{ton}{yr} \right) = 6 \times 10^8 \times 3.754 \times 10^{-2} \times 137.6 \times 10^{-6} = 3099$$

$$E_{CO} \left(\frac{ton}{yr} \right) = 6 \times 10^8 \times 3.754 \times 10^{-2} \times 35.3 \times 10^{-6} = 795.1$$

$$E_{PM} \left(\frac{ton}{yr} \right) = 6 \times 10^8 \times 3.754 \times 10^{-2} \times 2.84 \times 10^{-6} = 63.97$$

$$E_{VOC} \left(\frac{ton}{yr} \right) = 6 \times 10^8 \times 3.754 \times 10^{-2} \times 0.9 \times 10^{-6} = 20.3$$

حال مجموع انتشارات آلاینده ها برای این واحد برابر با مجموع آلاینده های منتشره از گرمکن و توربوپمپ است. بنابراین کل انتشارات آلاینده های واحد به صورت زیر محاسبه می شود:

$$E_{SO_2} \left(\frac{ton}{yr} \right) = 0$$

$$E_{NOx} \left(\frac{ton}{yr} \right) = 3099 + 12.67 = 3111.67$$

$$E_{CO} \left(\frac{ton}{yr} \right) = 795.1 + 10.66 = 805.76$$

$$E_{PM} \left(\frac{ton}{yr} \right) = 63.97 + 0.96 = 64.93$$

$$E_{VOC} \left(\frac{ton}{yr} \right) = 20.3 + 0.69 = 20.99$$

۳-۱- مثالی از روش های (الف و ب) منابع فلر

مثالی از روش های (الف و ب) تخمین انتشار آلاینده ها از منبع فلر (تخمین انتشار با استفاده از دبی، ترکیب گاز ارسالی، راندمان فلر و ضرایب انتشار کلی):

مثال ۳: اگر دبی حجمی هیدروکربن گاز ارسالی به فلر و غلظت گوگرد موجود در آن برای یک فلر در طول سال به شرح ذیل است، نرخ انتشار سالانه آلاینده های هوا را محاسبه کنید.

بازه زمانی عملیات	۱۵ روز (اول ردیبهشت تا ۱۵ اردیبهشت)	۱۰ روز (سوم آبان تا ۱۳ آبان)
دبی گاز ارسالی (MMSCM/D)	3	1.5
غلظت گوگرد (ppm)	40	15
ترکیب گاز ارسالی	کسر مولی	
CH ₄	0.50000	0.600000
C ₂ H ₄	0.19996	0.199985
C ₃ H ₈	0.30000	0.200000

پاسخ مثال ۳: نرخ انتشار SO_2 و VOC به ترتیب از روابط (۱۲) و (۱۳) محاسبه می‌شود.

ابتدا دبی گاز را بر حسب $\frac{Sm^3}{s}$ و غلظت گوگرد را نیز بر حسب کسر مولی تبدیل می‌کنیم. برای تبدیل ppm به کسر مولی باید در 10^{-6} ضرب کنیم. انتشار ترکیبات VOC به طور مجزا برای هر جزء محاسبه و با هم جمع می‌شوند. لازم به ذکر است که با توجه به مطالب مذکور در بخش تعاریف در سند حاضر، متان و اتان جزء ترکیبات VOC محسوب نمی‌شود.

بازه زمانی	نرخ انتشار SO_2 (دوره/ton)	نرخ انتشار VOC (دوره/ton)
دوره اول	$\frac{3 \times 10^6}{86400} \times 40 \times 10^{-6} \times 0.98 \times \frac{64}{23.7} \times 86400 \times 10^{-3} \times 15 = 4.76$	$\frac{3 \times 10^6}{86400} \times 0.3 \times (1 - 0.98) \times \frac{44}{23.7} \times 86400 \times 10^{-3} \times 15 = 501.3$
دوره دوم	$\frac{1.5 \times 10^6}{86400} \times 15 \times 10^{-6} \times 0.98 \times \frac{64}{23.7} \times 86400 \times 10^{-3} \times 10 = 0.60$	$\frac{1.5 \times 10^6}{86400} \times 0.2 \times (1 - 0.98) \times \frac{44}{23.7} \times 86400 \times 10^{-3} \times 10 = 111.4$

برای آلاینده‌های CO ، NO_x و PM از رابطه (۱۴) و جدول ۲-۱۳ استفاده می‌شود. با توجه به ترکیب درصد سوخت و اطلاعات فصل (۳)، ارزش حرارتی سوخت محاسبه شده و سپس مقادیر انتشار محاسبه می‌شود.

بازه زمانی عملیات	ارزش حرارتی ($\frac{GJ}{Sm^3}$)	نرخ انتشار (دوره/ton)
دوره اول	$\frac{\sum_{k=1}^3 (x_k \times LHV_k)}{23.7} = 0.5 \times 0.8027 + \dots = 0.0539$ $\frac{\sum_{k=1}^3 (x_k \times HHV_k)}{23.7} = 0.0588$	$3 \times 10^6 \times 15 \times 0.0539 \times 133.4 \times 10^{-6} = 323.6$
		$3 \times 10^6 \times 15 \times 0.0588 \times 29.26 \times 10^{-6} = 77.4$
		$3 \times 10^6 \times 15 \times 0.0539 \times 2.2 \times 10^{-6} = 5.3$
دوره دوم	$\frac{\sum_{k=1}^3 (x_k \times LHV_k)}{23.7} = 0.6 \times 0.8027 + \dots = 0.0487$ $\frac{\sum_{k=1}^3 (x_k \times HHV_k)}{23.7} = 0.0532$	$1.5 \times 10^6 \times 10 \times 0.0487 \times 133.4 \times 10^{-6} = 107.8$
		$1.5 \times 10^6 \times 10 \times 0.0532 \times 29.26 \times 10^{-6} = 25.8$
		$1.5 \times 10^6 \times 10 \times 0.0487 \times 2.2 \times 10^{-6} = 1.8$

حال انتشار سالانه آلاینده‌ها از مجموع دو دوره محاسبه می‌شود.

ادامه پاسخ مثال ۳:

انتشار ($\frac{ton}{yr}$)	آلاینده
$0.60 + 4.76 = 5.36$	SO ₂
$501.3 + 111.4 = 612.7$	VOC
$323.6 + 107.8 = 431.4$	CO
$77.4 + 25.8 = 103.2$	NO _x
$5.3 + 1.8 = 7.1$	PM

۱-۴- مثالی از روش (د) منابع نشتی

مثالی از روش (د) تخمین انتشار آلاینده‌ها از نشتی (استفاده از تعداد دقیق تجهیزات نشتی و ضرایب انتشار کلی مختص نوع تجهیز):

مثال ۴: در یک پالایشگاه نفت، دو جریان با غلظت‌های مختلف ترکیبات هیدروکربنی وجود دارد. غلظت ترکیبات TOC، متان و اتان برای هریک از دو جریان A، B به همراه تعداد تجهیزات با قابلیت نشت در مسیر هر جریان به شرح زیر است. نرخ انتشار ترکیبات VOC که از طریق نشت از تجهیزات در این واحد منتشر می‌شود را محاسبه کنید.

جریان	حالت	TOC (%Wt)	متان (%Wt)	اتان (%Wt)	شیر	پمپ	کمپرسور	خطوط انتها باز	فلنج	شیر تخلیه اطمینان
A	گاز	80	10	0	50	--	2	10	200	10
B	مایع سبک	90	5	5	100	4	---	15	150	---

پاسخ مثال ۴: با توجه به توضیحات جدول (۲-۵۸) ضرایب انتشار تجهیزات در صنایع پالایشگاهی نرخ انتشار کل ترکیبات آلی به غیر از متان NMTOC را تخمین می‌زنند. لذا جهت سهولت بیشتر در تخمین انتشار، فرض می‌شود که ترکیبات آلی فرار (VOC) تقریباً معادل با ترکیبات آلی غیر متانی است. لذا جهت استفاده از ضرایب این جدول برای محاسبه نرخ انتشار از منابع نشتی پالایشگاه‌ها، کسر $\frac{WF_{VOC,i}}{WF_{TOC,i}}$ در رابطه (۳۷) بایستی برابر با ۱ در نظر گرفته شود.

جریان	حالت	TOC (%Wt)	VOC (%Wt)	شیر	پمپ	کمپرسور	خطوط	فلنج	شیر تخلیه	انتشار کل VOC(ton/yr)
A	گاز	80	70	11.74	--	11.14	0.20	0.44	14.02	37.54
B	مایع سبک	90	80	9.55	3.99	---	0.33	0.3	---	14.17
جمع کل										51.71

۱-۵- مثالی از روش (ج) تصفیه پساب

مثالی از روش (ج) تخمین انتشار آلاینده‌ها از فرآیند تصفیه آب (استفاده از ضرایب انتشار متوسط):

مثال ۵: تعداد مسیرهای اصلی جمع آوری پساب نفتی (*drains/Junction Boxes*) در یک واحد برابر با ۵ است و روزانه به طور میانگین ۳۰ متر مکعب پساب نفتی در یک حوضچه کوچک جداسازی آب و نفت ذخیره می‌شود. مقدار انتشار سالانه VOC از بخش مدیریت فاضلاب را بر حسب *ton* تخمین بزنید. تعداد ساعتی که در هر روز فاضلاب در مسیرهای جمع آوری جریان دارد، ۷ ساعت است. در ضمن سیستم تصفیه‌خانه بدون آبندی و پوشش است.

پاسخ مثال ۵: با استفاده از داده‌های جدول (۲-۶۶) و رابطه (۳۹) خواهیم داشت:

$$E_{voc} \left(\frac{ton}{year} \right) = (5 \times 0.032 \times (7 \times 365)) + (30 \times 365) \times 0.111 + (30 \times 365) \times 0.004 \times 10^{-3} = 1.67$$

۲- مثال‌های فصل ۳

۲-۱- مثالی از محاسبه ارزش حرارتی سوخت گازی از ترکیب گاز

مثال ۶: ترکیب درصد متوسط یک سوخت گازی به شرح جدول زیر است. ارزش حرارتی ناخالص این سوخت را محاسبه کنید.

درصد مولی (%)	ترکیب	ردیف
0.0	H ₂	1
89.0	CH ₄	2
3.4	C ₂ H ₆	3
1.2	C ₃ H ₈	4
0.2	iso-C ₄ H ₁₀	5
0.3	n-C ₄ H ₁₀	6

ادامه مثال ۶:

ردیف	ترکیب	درصد مولی (%)
7	iso-C ₅ H ₁₂	0.1
8	n-C ₅ H ₁₂	0.0
9	N ₂	5.0
10	CO ₂	0.8

پاسخ مثال ۶: ارزش حرارتی ناخالص از رابطه (۴۳) محاسبه می‌شود. مراحل محاسبه تعیین ارزش حرارتی سوخت بر اساس ارزش حرارتی اجزای تشکیل دهنده در جدول زیر نشان داده شده است.

ردیف	ترکیب	درصد مولی (%)	x_k	HHV_k از جدول (۱-۳)	$x_k \times HHV_k$	$\frac{\sum_{k=1}^n (x_k \times HHV_k)}{23.7}$
1	H ₂	0.0	0	0.2855	0	$\frac{0.87755}{23.7} = 3.754 \times 10^{-2} \frac{GJ}{Sm^3}$
2	CH ₄	89.0	0.89	0.8900	0.7921	
3	C ₂ H ₆	3.4	0.034	1.560	0.05304	
4	C ₃ H ₈	1.2	0.012	2.2224	0.02667	
5	iso-C ₄ H ₁₀	0.2	0.002	2.8713	0.00574	
6	n-C ₄ H ₁₀	0.3	0.003	2.8771	0.00863	
7	iso-C ₅ H ₁₂	0.1	0.001	3.5065	0.00351	
8	n-C ₅ H ₁₂	0.0	0	3.5088	0	
9	N ₂	5.0	0.05	0	0	
10	CO ₂	0.8	0.008	0	0	
مجموع		100.0	1.00	$\sum_{k=1}^n (x_k \times HHV_k) = 0.8897$		

۳- مثال‌های فصل ۴

۳-۱- مثالی از محاسبه عدم قطعیت مقدار انتشارات از منابع احتراقی

مثال ۷: ترکیب درصد گاز مصرفی یک توربو پمپ با استفاده از دستگاه *GC Fusion Gas Analyzer* در ۵ نمونه به صورت زیر اندازه‌گیری شده است. میزان مصرف سوخت به صورت پیوسته پایش می‌شود و خطای دستگاه اندازه‌گیری آن در کاتالوگ دستگاه $\pm 1/25\%$ ذکر شده است. نرخ انتشار از طریق ضرایب انتشار تعیین می‌شود (به جدول (۲-۹) رجوع شود). عدم قطعیت کلی انتشار NO_x این توربوپمپ که بدون تکنولوژی کنترل آلودگی است، را محاسبه نمایید.

فرمول	ترکیبات	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
CH_4	Methane	87.7	88.089	98.548	84.157	88.02
C_2H_6	Ethane	4.17	3.42	0.647	9.5	4.13
C_3H_8	Propane	1.74	1.27	0.069	3.744	1.29
C_4H_{10}	Iso-Butane	0.37	0.29	0.018	0.413	0.28
C_4H_{10}	n-butane	0.42	0.37	0.039	0.768	0.38
C_5H_{12}	Iso-Pentane	0.13	0.120	0.018	0.125	0.16
C_5H_{12}	n-Pentane	0.1	0.070	0.021	0.101	0.10
C_6H_{14}	Hexane	0.08	0.090	0.14	0.016	0.19
N_2	Nitrogen	4.7	5.75	0.5	0.715	5.45
CO_2	Carbon Dioxide	0.05	0.53	0.0	0.412	0.0
مصرف سوخت ($\frac{Sm^3}{sec}$)		16	17	20	15	18

پاسخ مثال ۷:

مقدار انتشار NO_x برابر با حاصلضرب ضریب انتشار، میزان مصرف سوخت و ارزش حرارتی است. عدم قطعیت مصرف سوخت طبق توضیحات مثال برابر با $\pm 1/25\%$ و رتبه عدم قطعیت ضریب انتشار NO_x برای حالت عدم کنترل آلاینده مطابق با جدول (۲-۹) برابر با A است و مطابق با جدول (۲-۴) مقدار کمی رتبه A برابر با $\pm 20\%$ است. لذا در ادامه جهت محاسبه عدم قطعیت مقدار انتشار NO_x ابتدا، محاسبه عدم قطعیت ارزش حرارتی توضیح داده می شود:

گام ۱. بر اساس جدول (۴-۳) و تعداد اندازه گیری ها، مقدار آماره t برای ۵ نمونه برابر $2/78$ است.
 گام ۲. متوسط نمونه ها و انحراف معیار برای درصد مولی هر یک از ترکیبات موجود در گاز به ترتیب بر اساس روابط (۴۵) و (۴۶) فصل (۴) محاسبه می شوند. برای نمونه، این مقادیر برای درصد مولی CH_4 به صورت زیر محاسبه می شوند:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k = \frac{1}{5} (87.7 + 88.089 + 98.648 + 84.157 + 88.02) = 89.303$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{5-1} ((87.7 - 89.303)^2 + (88.089 - 89.303)^2 + (98.648 - 89.303)^2 + (84.157 - 89.303)^2 + (88.02 - 89.303)^2)} = 5.42$$

$$\pm \frac{s \times t}{\sqrt{n}} \quad \text{گام ۳. محاسبه مقدار}$$

این مقدار برای CH_4 به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\pm \frac{s \times t}{\sqrt{n}} = \pm \frac{5.42 \times 2.78}{\sqrt{5}} = \pm 6.742$$

گام ۴. بنابراین بازه اطمینان درصد مولی CH_4 به صورت $[89.303 - 6.742; 89.303 + 6.742]$ بدست می آید.

ادامه پاسخ مثال ۷:

گام ۵. برای تعیین مقدار عدم قطعیت نسبی می توان به شکل زیر عمل کرد:

$$U(rel)_{CH_4} = \frac{\frac{s \times t}{\sqrt{n}}}{\bar{x}} \times 100\% = \frac{\pm 6.742}{89.303} = \pm 7.55\%$$

نتایج انجام گام های ۱ تا ۵ برای همه ترکیبات موجود در گاز در جدول زیر آورده شده است.

ترکیبات	$\bar{x}_k\%$	s	$\pm \frac{s \times t}{\sqrt{n}}$	$U(rel)_{\bar{x}_k\%}$	$U(abs)_{\bar{x}_k\%}$
Methane	89.3028	5.423118	6.742312	7.5%	6.7%
Ethane	4.3734	3.208492	3.988969	91.2%	4.0%
Propane	1.6226	1.338165	1.663679	102.5%	1.7%
Iso-Butane	0.2742	0.153594	0.190957	69.6%	0.2%
n-butane	0.3954	0.258524	0.321411	81.3%	0.3%
Iso-Pentane	0.1106	0.054054	0.067202	60.8%	0.1%
n-Pentane	0.0784	0.034674	0.043109	55.0%	0.0%
Hexane	0.1032	0.065584	0.081537	79.0%	0.1%
Nitrogen	3.423	2.599595	3.231957	94.4%	3.2%
Dioxide Carbon	0.1984	0.253146	0.314724	158.6%	0.3%

با داشتن عدم قطعیت هر یک از ترکیبات موجود در سوخت، مقدار عدم قطعیت ارزش حرارتی خالص سوخت با استفاده از رابطه (۴۴) فصل (۳) و رابطه (۴۸) فصل (۴) و به صورت زیر تعیین می شود:

$$U(abs) = \sqrt{\sum \left(\frac{\bar{x}_k \times LHV_k \times U(rel)_{\bar{x}_k\%}}{23.7} \right)^2} = 0.0036$$

$$LHV = \frac{\sum_{k=1}^n (\bar{x}_k \times LHV_k)}{23.7} = 0.035$$

$$U(rel) = \frac{U(abs)}{LHV} = 0.103$$

ادامه پاسخ مثال ۷:

ترکیبات	$\bar{x}_k \%$	$U(abs)_{mole \%}$	$U(rel)_{mole \%}$	LHV_k	$(\frac{\bar{x}_k \times LHV_k \times U(rel)_{\bar{x}_k \%}}{23.7})^2$	$\bar{x}_k \times LHV_k$
Methane	89.3028	6.7%	7.5%	0.80271	0.052214156	0.716843
Ethane	4.3734	4.0%	91.2%	1.42883	0.057907621	0.062488
Propane	1.6226	1.7%	102.5%	2.0433	0.02059949	0.033155
Iso-Butane	0.2742	0.2%	69.6%	2.6484	0.000455921	0.007262
n-butane	0.3954	0.3%	81.3%	2.6576	0.001300633	0.010508
Iso-Pentane	0.1106	0.1%	60.8%	3.265	8.58202E-05	0.003611
n-Pentane	0.0784	0.0%	55.0%	3.2693	3.54075E-05	0.002563
Hexane	0.1032	0.1%	79.0%	3.8872	0.000179076	0.004012
Nitrogen	3.423	3.2%	94.4%	0	0	0
Carbon Dioxide	0.1984	0.3%	158.6%	0	0	0
جمع بندی						
$U(rel) = \sqrt{20^2 + 1.25^2 + 10.27^2} = 20.04$						

۳-۲- مثالی از محاسبه عدم قطعیت مقدار انتشارات از فلر

مثال ۸: یک مجتمع پتروشیمی با فرآیندهای تولیدی الفین دارای یک فلر می باشد. این فلر فاقد هرگونه تجهیزات پایش است و مقدار جریان ارسالی به فلر و ارزش حرارتی آن تنها یک بار در سال و از طریق موازنه جرم کربن و در آزمایشگاه تخمین زده شده است. عدم قطعیت انتشار سالانه CO ناشی از فلرینگ این مجتمع را محاسبه کنید.

پاسخ مثال ۸: با توجه به برقراری موازنه جرم برای به دست آوردن مقدار جریان ارسالی به فلر و ارزش

حرارتی آن در آزمایشگاه، عدم قطعیت قضاوت کارشناس باید برای انتشارات حاصل از این فلر در نظر گرفته شود. فرض می شود عدم قطعیت برای مقدرا گاز ارسالی به فلر توسط کارشناس برابر با $\pm 2.46\%$ و مقدار ارزش حرارتی آن توسط کارشناس برابر با $\pm 30.0\%$ ارائه شده باشد. همچنین رتبه کیفی عدم قطعیت ضریب انتشار CO برای فلر در جدول (۲-۱۳) D یعنی برابر با $\pm 20.0\%$ است. با این شرایط با توجه به محاسبه مقدار انتشار CO از طریق حاصلضرب ضریب انتشار CO، مقدار گاز ارسالی به فلر و ارزش حرارتی سوخت، عدم قطعیت مقدار انتشار CO برابر با است:

$$U_{f,CO} = \sqrt{U(rel)_{LHV}^2 + U(rel)_{EF}^2 + U(rel)_Q^2} = \sqrt{246^2 + 200^2 + 300^2} = \pm 436.5$$

۳-۳- مثالی از محاسبه عدم قطعیت مقدار انتشارات از منابع نشتی

مثال ۹: در مثال ۴، مقادیر انتشار VOC از منابع نشت ترکیبات فرار در یک پالایشگاه نفت محاسبه شد. در اینجا می خواهیم عدم قطعیت کلی انتشار VOC در پالایشگاه مربوطه را محاسبه کنیم. با فرض اینکه عدم قطعیت سنجش ترکیب درصد اجزا برابر $\pm 2\%$ باشد.

پاسخ مثال ۹:

عدم قطعیت های دخیل در تخمین انتشار آلاینده VOC از هر تجهیز (مانند کمپرسور) در هر یک از جریانها (A یا B) شامل، عدم قطعیت ضریب انتشار و عدم قطعیت تخمین تعداد تجهیزات است. به طور پیشفرض رتبه کیفی عدم قطعیت B که برابر با مقدار کیفی ± 40 است برای عدم قطعیت های ضریب انتشار و تخمین تعداد لحاظ می شود.

با داشتن این مقادیر ، مقدار عدم قطعیت انتشار VOC از هر یک از منابع نشت از رابطه زیر به دست می آید:

ادامه پاسخ مثال ۹:

$$U_{uc,i,voc} = \sqrt{U(rel)_{EF}^2 + U(rel)_N^2} = \sqrt{40^2 + 40^2} = \pm 56.57$$

با توجه به محاسبات مثال ۴ و محاسبه عدم قطعیت فوق، مقادیر انتشار VOC و عدم قطعیت در جدول زیر

خلاصه شده است

انتشار کل VOC (ton/yr)	شیر تخلیه اطمینان		فلنج		خطوط انتها باز		کمپرسور		پمپ		شیر		جریان
	عدم قطعیت	انتشار	عدم قطعیت	انتشار	عدم قطعیت	انتشار	عدم قطعیت	انتشار	عدم قطعیت	انتشار	عدم قطعیت	انتشار	
37.54	56.57	14.02	56.57	0.44	56.57	0.2	56.57	11.14	--		56.57	11.74	A
14.17	---		56.57	0.3	56.57	0.33	---		56.57	3.99	56.57	9.55	B

لذا کل انتشارات VOC برابر با ۵۱/۷۱ تن در سال است و عدم قطعیت کل نیز با توجه به رابطه (۴۶) قابل

محاسبه است:

$$U_{uc,Total} = \frac{\sqrt{(56.57^2 \times [11.74^2 + 11.14^2 + 0.2^2 + 0.44^2 + 14.02^2 + 9.55^2 + 3.99^2 + 0.33^2 + 0.3^2])}}{11.74 + 11.14 + 0.2 + 0.44 + 14.02 + 9.55 + 3.99 + 0.33 + 0.3} = 26.03$$

صفحه ۱۸۱ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
-----------------	---	--

فصل هشتم

جدول مشخصات پیش فرض سوخت های مصرفی در صنعت نفت

در صورتی که ترکیب درصد سوخت در دسترس نباشد، می توان از مشخصات تقریبی سوخت ها در جدول (۸-۱) استفاده کرد.

جدول (۸-۱) جدول مشخصات پیش فرض سوخت های مصرفی در صنعت نفت [۲۴]

نوع سوخت	ارزش حرارتی ناخالص HHV GJ/Sm ³	ارزش حرارتی خالص LHV GJ/Sm ³	جرم مولی تقریبی gr/mol	دانسیته تقریبی Kg/m ³	ضریب تبدیل یک مول سوخت به CO ₂ mol CO ₂ /mol fuel
نفت گاز (Gas oil)	38.7	36.7	200	847.3	14.6
بنزین (Gasoline)	34.9	33.1	103	742.4	7.2
نفت کوره (Fuel oil)	41.7	39.6	387	993.0	27.1
نفت خام (Crude oil)	38.5	36.6	207	873.5	14.4
نفت سفید (Kerosene)	37.6	35.7	170	818.4	12.1
(LPG)	27.88421	26.49	44	495.0	3.4
نفتا (Naphtha)	34.8	33.1	125	774.5	8.9
گاز طبیعی (Natural Gas)	0.038	0.0342	19	0.6728	1.2

صفحه ۱۸۳ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی و محیط زیست
------------------------	--	---

منابع و مآخذ

[۱] <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch01/index.html>

[۲] EPA AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, (1995), Section: c01s04: External Combustion Sources, Natural Gas Combustion.

[۳] EPA AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, (1995), Section: c03s01: Stationary Internal Combustion Sources, Stationary Gas Turbines.

[۴] EPA AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, (2018), Section: dc13s05: Miscellaneous Sources, Industrial Flares.

[۵] راهنمای برآورد انتشار آلاینده های هوا، شرکت ملی نفت (۱۳۹۸). کد مدرک: NIOC-HSE-EN-GU-043-00

[۶] U.S. EPA Protocol for Equipment Leak Emission Estimates, (1995), Emission Standards Division, Office of Air and Radiation, Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, North Carolina 27711, EPA-453/R-95-017.

[۷] EPA, Emissions Estimation Protocol for Petroleum Refineries (2015). Version 3.

[۸] Canadian Fuels Association Codes of Practice – Refineries and Terminals (2017). Revision 16.

[۹]- EPA AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, (1995), Section: c07s01: Liquid Storage Tanks, Organic Liquid Storage Tanks.

[۱۰] پایش و کنترل آلاینده های هوای منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی ماهشهر (۱۳۹۴).

[۱۱] Holoboff, J. and Khoshkbarchi, M., 2009. Prediction of BTEX emissions and water content in TEG dehydration units. In *GPA Convention*. GPA.

[۱۲] Reuter, C.O., Reif, D.L., and Myers, D.B.. Glycol Dehydrator BTEX and VOC Emission Testing Results at Two Units in Texas and Louisiana. EPA Project Summary, May 1995.

[۱۳]- EPA AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, (2015), Section: c05s01: Petroleum Industry, Petroleum Refining.
https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch05/final/c05s01_2015.pdf

صفحه ۱۸۴ از ۱۸۴	کتابچه محاسباتی سیاهه انتشار گازهای آلاینده هوا	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی و محیط زیست
------------------------	--	---

- [۱۴] EPA AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, (1991), Section: c06s06.1: Organic chemical process industry, Introduction to plastics, Polyvinyl Chloride.
- [۱۵] EPA AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, (1991), Section: c06s06.4: Organic chemical process industry, Introduction to plastics, Polypropylene.
- [۱۶] EPA AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, (1991), Section: c06s06.3: Organic chemical process industry, Introduction to plastics, Polystyrene.
- [۱۷] EPA AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, (1993), Section: c08s01: Inorganic chemical industry, Synthetic Ammonia.
- [۱۸] EPA AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, (1998), Section: c08s08: Inorganic chemical industry, Nitric Acid.
- [۱۹] EPA AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, (1995), Section: c04s03: Evaporation Loss Sources, Waste Water Collection, Treatment and Storage.
- [۲۰] VOC Emissions From Petroleum Refinery Wastewater Systems - Background Information for Proposed Standards”,EPA-450/3-85-001a, February 1985.
- [۲۱]- EPA AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, (2008), Section: c05s02: Petroleum industry, Transportation and marketing of petroleum liquids.
- [۲۲] Kuenen, J., Dore, Ch., Pulles, T. EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019: Chapter 5, Uncertainty. (2019), Luxembourg: EEA-European Environment Agency.
- [۲۳] EPA AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, (2010), Section: c01s03: External Combustion Sources, Fuel Oil Combustion.
- [۲۴] American Petroleum Institute, 2009, Compendium of Greenhouse Gas Emissions Methodologies for the Oil and Natural Gas Industry.
- [۲۵] IPIECA, Addressing uncertainty in oil and natural gas industry greenhouse gas inventories
- [۲۶] GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty