

میزان انتشار ترکیبات آلی فرار (VOCs) از مخازن نگهداری سوخت

(در شهر اصفهان)

وحید ملکی

سرشناسه	:	ملکی، وحید، ۱۳۶۶ - Maleki, Vahid
عنوان و نام پدیدآور	:	میزان انتشار ترکیبات آلی فرار (VOCs) از مخازن نگهداری سوخت (در شهر اصفهان)/وحید ملکی.
مشخصات نشر	:	تبریز: گنج حضور، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	:	۷۰ ص: مصور (رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	:	978-622-95643-7-0
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا
موضوع	:	آلاینده‌ها
موضوع	:	Pollutants
موضوع	:	هوا -- تصفیه
موضوع	:	Air -- Purification
رده بندی کنگره	:	QH۸۴۵
رده بندی دیویی	:	۵۷۷/۲۷
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۷۱ ۴۰

میزان انتشار ترکیبات آلی فرار (VOCs) از مخازن نگهداری سوخت (در شهر اصفهان) : عنوان

وحید ملکی : نویسنده

گنج حضور : ناشر

مسعود حقّی : صفحه آرایی و طرح روی جلد

تبریز، ۱۳۹۸ : نوبت چاپ

۱۰۰۰ جلد : تیراژ

۱۵ تومان : قیمت

۷-۰ - ۹۵۶۴۳ - ۶۲۲ - ۹۷۸ : شابک

مرکز فروش : تبریز، انتشارات گنج

تلفن : ۰۴۱۳۳۳۶۰۳۶۱

در تالیف و نگارش این کتاب از راهنمایی های استاد دانشمند و پر مایه‌ام جناب آقای دکتر علیرضا حاجیان استاد دانشگاه اصفهان ، دانشکده هسته ای که از محضر پر فیض تدریستان، بهره‌ها برده‌ام. با امتنان بیکران از مساعدت‌های بی شائبه آقای دکتر امیر رضا طلایی خوزانی استاد دانشگاه اصفهان در روند انجام تحقیقات میدانی بهره جسته‌ام. دوست گرامی جناب آقای دکتر میثم جعفری دانشیار دانشگاه اصفهان که افتخار هم اندیشی با ایشان را داشته‌ام و به طور ویژه از راهنمایی کلیدی و دلسوزانه، ایشان بهره مند شده‌ام. و سرکار خانم مهندس مریم محمدیان سرپرست بخش تحقیقات دانشگاه شهید بهشتی که بدون هیچ چشم داشتی بنده را همراهی کرده و از جناب آقای دکتر مهدی ملکی عموی عزیزم که در طول دوران تحصیلی همواره پشتیبان بنده بوده‌اند از صمیم قلب تشکر می‌کنم.

با تقدیر و درود فراوان خدمت پدر و مادر بسیار عزیز، دلسوز و فداکارم که پیوسته جرعه نوش جام تعلیم و تربیت، فضیلت و اندیشه بیت آری را بوده‌ام و همواره چراغ وجودشان روشنگر راه من در سختی‌ها و مشکلات بوده است. و خواهر عزیزم خانم دکتر ریحه ملکی که سخنان ارزشمند ایشان همواره بنده در مسیر درست زندگی قرار داده تشکر کرده و بر دست این بزرگوار بوسه می‌زنم.

با سپاس بی دریغ خدمت سرکار خانم همایون سیر زاده که مرا صمیمانه و مشفقانه یاری داده‌اند و با تشکر خالصانه خدمت همه کسانی که به نوعی در نگارش این کتاب بنده را همراهی کرده کمال تقدیر و تشکر را دارم. و از خداوند ممتنان ارزوی تندرستی و پیشرفت روز افزون را برای این بزرگواران خواستارم.

فهرست مطالب

۱	مقدمه
۷	ترکیبات آلی فرار (VOCs)
۹	روش‌های کنترل ترکیبات آلی فرار
۱۱	روش‌های تجزیه‌ای
۱۱	کسیداسیون VOCها
۱۱	الف) اکسیداسیون حرارتی
۱۳	ب) اکسیداسیون کاتالیزوری
۱۴	تصفیه بیولوژیکی VOCها
۱۴	بیوفیلتراسیون
۱۶	بازیابی VOCها
۱۶	میعان‌سازی VOCها
۱۷	جذب عمقی
۱۹	فرآیندهای بازیابی بر پایه غشاء
۲۲	جذب سطحی
۲۳	جذب سطحی بر پایه کربن فعال
۴۹	محاسبه نرخ انتشار
۵۱	مدل سازی توسط نرم افزار AERMOD
۵۴	میزان انتشار VOCs
۵۷	پراکندگی ترکیبات آلی فرار منتشره از مخازن

ترکیبات آلی فرار^۱ (VOCs) گروه مهمی از آلاینده‌های هوا می‌باشند. این ترکیبات بدلیل فشار بخار بالایی که دارند به سهولت تبخیر شده و قادرند در یک محدوده بزرگ منتشر و باعث آلودگی آب، خاک و هوا گردند. انتشار این آلاینده‌ها در اتمسفر زمین باعث مشکلاتی از جمله رقیق شدن لایه ازن، ایجاد ازن در جو نزدیک زمین، اثر گلخانه‌ای، واکنش‌های فتوشیمیایی و اثرات زیانبار برای انسان‌ها، گیاهان، حیوانات و اکوسیستم‌ها می‌گردند. طبق بررسی‌های انجام شده وسایل نقلیه موتوری و فرآیندهای صنعتی از جمله صنایع نفت و پتروشیمی و صنایع شیمیایی منابع اصلی تولید و انتشار VOCs در هوا می‌باشند. در بین VOC ها، هیدروکربن‌های عطری تک حلقه‌ای مثل بنزن، تولوئن و گزین، آلاینده‌های سمی هستند که به‌عنوان آلاینده‌های اولویت‌دار از لحاظ مخاطره‌زایی توسط مراجع مختلف مثل آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا^۲ طبقه‌بندی شده‌اند.

طبق پیش‌بینی بانک جهانی تا سال ۲۰۲۷ انتشار گازهای مشعل به ۱۰۰ میلیارد متر مکعب می‌رسد که سهم ایران ۱۱/۵ درصد از کل انتشار گازهای مشعل است. همچنین سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش نفت که مهمترین آن گازهای فلر در پالایشگاه‌ها است، حدود ۳۵ درصد از کل انتشار کشور می‌باشد. ترکیبات آلی فرار هیدروکربن‌های هستند که فشار بخار آن‌ها در دمای معمولی بیشتر از ۱۰/۳ کیلو پاسکال باشد. این ترکیبات از طریق مستقیم (ایجاد سمیت و بو) یا غیر مستقیم (ایجاد مه دود فتوشیمیایی) باعث آلودگی محیط می‌شوند. ورود ترکیبات آلی فرار به محیط زیست موجب آلودگی آب، هوا، خاک می‌شوند و از طرفی این ترکیبات با اکسیدهای نیتروژن و در معرض تابش خورشید فتوشیمیایی انجام داده و مه دود فتوشیمیایی تولید می‌کنند، که خطرات زیست محیطی را بدنبال دارد. بنابراین لازم است که از انتشار این ترکیبات به محیط زیست

^۱ Volatile Organic Compounds

^۲ Environmental Protection Agency

جلوگیری شود. با شتاب گرفتن فعالیت‌های صنعتی مخصوصاً در کشورهای در حال توسعه، انتشار چنین آلاینده‌هایی به محیط زیست افزایش یافته و مشکلاتی در محدود کردن انتشار این آلاینده‌ها در محدوده مرزهای ملی کشورها بوجود آمده است. لذا کنترل این آلاینده‌ها جزء اولویت‌های اصلی محسوب می‌گردد.

یکی از عوامل مهم آلودگی هوا ترکیبات آلی فرار (VOCs) می‌باشد. این گروه از این ترکیبات از نظر اقتصادی اهمیت زیادی داشته و شامل هزاران ترکیب گوناگون هستند که بسیاری از آن‌ها به عنوان حلال و سبک‌های مایع مورد استفاده قرار می‌گیرند. VOCها معمولی‌ترین آلاینده‌های منتشره از صنایع شیمیایی و پتروشیمی هستند و بعد از ذرات معلق بیشترین فراوانی و تنوع انتشار را دارا می‌باشند. با توجه به این که انتشار این ترکیبات برای سلامتی انسان و محیط مضر است، کنترل انتشار آن‌ها از مهمترین الزامات قانونی محیط زیستی و بهداشتی صنایع می‌باشد. از روش‌های مختلفی برای کنترل انتشار VOCها استفاده می‌شود. هر یک از این روش‌ها دارای معایب و مزایای هستند و باید برای انتخاب هر یک از این روش‌ها، نوع صنعت، کارایی حذف مورد نیاز، میزان غلظت و سمیت آلاینده، قابلیت اشتعال‌پذیری آن و دیگر موارد مد نظر قرار گیرد.

امروزه در کلان شهرهای کشور معضل آلودگی‌ها که از صنایع مختلف از جمله فولاد، پتروشیمی، نفت، سیمان، وسایل نقلیه، و مانند آن منتشر می‌گردد، باعث شده است که در طی ماه‌های مختلف سال خصوصاً زمستان شاهد وضعیت ناسالم و هشدار دهنده آلودگی هوا باشیم. کلانشهر اصفهان به دلیل حضور صدها صنعت مختلف، جمعیت بالا و تعداد زیاد روزهای آلوده بعنوان هدف انتخاب شده است و به همین دلیل بررسی آلودگی هوا اصفهان به VOCs از اهمیت بالایی برخوردار است.

در این کلاتشهر صنعتی متأسفانه به علت وجود مقادیر بالایی از VOCs که توسط طیف وسیعی از منابع همچون صنایع، خودروها، سیستم پالایش و توزیع سوخت و... به هوا منتشر می‌گردند تعداد روزهایی با هوای پاک اندک شده است. به طور کلی VOCs ها ترکیبات آلی هستند که دارای فشار بخار بالایی بوده و طیف گسترده‌ای از مواد آلی را در بر می‌گیرد. فشار بخار بالای VOCs به دلیل پایین بودن نقطه جوش این مواد است و موجب می‌شود که تعداد مولکول‌های قابل توجه‌ای از این مواد در اثر فرآیند تبخیر یا تصعید به حالت گاز در آمده و در هوای اطراف منتشر می‌شوند. این ترکیبات بعد از ذرات معلق بیشترین فراوانی و تنوع نشر را دارا می‌باشند. طبق تعریف سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا، هر ترکیبی که فشار بخاری بیش از ۰٫۱ میلی‌متر جیوه را داشته باشد یک VOCs محسوب می‌شود. در تعریف اتحادیه اروپا میزان فشار بخار باید بیش از ۰٫۰۷۴ میلی‌متر جیوه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد تا ترکیبی در گروه VOCs قرار گیرد. هرچند برخی از این ترکیبات (مانند CO و CO_2 و برخی آلدئیدها از این تعریف مستثنی هستند. بسیاری از VOCs دارای اثرات نامطلوبی بر سلامت انسان می‌باشند.

برخی از این VOCs به صورت طبیعی یافت می‌شوند و برخی دیگر به دست انسان ایجاد می‌شوند. تعدادی از این VOCs ها برای سلامتی انسان محیط زیست خطرناک هستند و محدوده مقدار مجاز غلظت این نوع مواد مضر در محیط به صورت قانونی تعیین شده است. از مهمترین منابع انتشار بشر ساخت نیز می‌توان استفاده از حلال‌ها، وسایط نقلیه موتوری، صنعت نفت و پتروشیمی، مخازن نگهداری سوخت، پخش و توزیع سوخت (انتقال سوخت از پالایشگاه به انبار سوخت رسانی، پر کردن مخازن زیرزمینی، عملیات سوختگیری) به شمار می‌آیند. برخی از VOCs ها هیدروکربن‌های آروماتیک، آلکان‌ها، آلکن‌ها، هیدروکربن‌های آلیفاتیک، آلدئیدها، هالوکربن‌ها و سیکلو کربن‌ها می‌باشند. این VOCs ها سهم مهمی در انتشار آلاینده‌ها در اتمسفر دارا می‌باشند و با

ایجاد مشکلات بهداشتی، سالیانه هزینه‌های قابل توجهی را به شرکت‌ها و پایانه‌های نگهداری سوخت تحمیل می‌کند. این VOCs ها ممکن است سمی نباشد ولی در طولانی مدت اثرات مخرب بر سلامتی انسان و محیط زیست داشته باشد.

اثرات VOCs ها بر سلامتی انسان عبارتند از سوزش چشم و بینی، سوزش ناشی از تحریک غشای مخاطی، آثار سیستماتیک بر روی بدن انسان مانند خستگی، عدم تمرکز ناشی از سمیت، سرطان‌زا بودن، سر درد، خستگی پوست و حالت تهوع. به همین دلیل هرگونه نشت مواد نفتی در مقیاس بزرگ باعث تهدید سلامت عموم و محیط می‌شود. در سوخت‌هایی همچون بنزین ترکیباتی مانند بنزن وجود دارد. بنزن ترکیبی بسیار سمی، خطرناک و سرطان‌زا است.

ذخیره نفت و مواد نفتی برای سوخت رسانی امری ضروری است. در فرآیند ذخیره کردن و نگهداری مواد نفتی تبخیر سوخت تقریباً اجتناب ناپذیر است و با شناخت دقیق سازه‌های مخازن نگهداری مواد نفتی می‌توان تدابیری در جهت کاهش انتشار آلاینده‌ها در نظر گرفت. این مسئله محرز گردیده است که میزان خسارات و تلفات مواد نفتی در گنبد های نمکی به مراتب کمتر از مخازن نگهداری انسان ساخته است. لذا پیشنهاد شده است در نقاطی از کشور که گنبد های نمکی وجود دارند از آنها برای ذخیره سازی استفاده گردد. از آنجایی که سالانه سیلوها متمرکعب سوخت در شهر بزرگی همچون اصفهان ذخیره سازی می‌گردد، بدیهی است که بررسی نفت میزان انتشار ترکیبات آلی حاصل از آن از اهمیت بالایی برخوردار است. لذا تعیین نرخ انتشار و نحوه پراکنش آنها در اتمسفر می‌تواند بستر مناسبی جهت برنامه ریزی کنترل آلاینده‌های هوا ایجاد نماید. امروزه مدلسازی آلودگی هوا ابزاری اساسی و قدرتمند در مطالعات جوی بوده و با کمک آن می‌توان غلظت آلاینده‌ها و همچنین نحوه پراکنش آنها را در شرایط مختلف جوی و در موقعیت‌های مکانی گوناگون مدل کرد. مدلسازی رایانه‌ای در مهندسی آلودگی هوا یک علم در حال پیشرفت است و

مدل‌ها به تدریج از نظر پیچیدگی و توانایی گسترش یافته و روز به روز بیشتر مورد توجه مهندسين آلودگی هوا قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه تاکنون در مورد بحث انتشار VOCs از مخازن نگهداری سوخت در کلانشهر اصفهان تحقیقاتی انجام نشده است، بر آن شده‌ایم تا با بررسی این ترکیبات و میزان انتشار آنها از مخازن نگهداری سوخت در کلانشهر اصفهان که وارد اتمسفر می‌شوند، جهت تخمین میزان سوخت تبخیری از مخازن از نرم افزار TANK که توسط سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا در این زمینه تهیه و توصیه شده است استفاده شد. پس از مشخص شدن نرخ انتشار به کمک مدل AERMOD نحوه پراکنش سوخت تبخیری در سطح شهر اصفهان مورد بررسی دقیق قرار گرفت تا مسئولین ذیربط با استفاده از این اطلاعات بتوانند راهکاری مناسب برای کاهش این آلاینده‌ها یافته و از عوارض مخرب و زیست محیطی آنها بکاهند.

اگرچه تاکنون مطالعات زیادی در زمینه بررسی انتشار و پراکنش ترکیبات VOCs در سطح کشور و جهان انجام گرفته است، لیکن تاکنون هیچ مطالعه‌ای در زمینه بررسی میزان انتشار این ترکیبات از مخازن نفتی سطح کلان شهر اصفهان صورت نگرفته است لذا هدف بررسی میزان انتشار VOCs از مخازن نگهداری سوخت کلانشهر اصفهان و تاثیر آن بر آلودگی هوا می‌باشد. اصفهان کلانشهری است که دارای صنایع زیاد و سیستم حمل و نقل گسترده است. لذا حجم زیادی از آلاینده‌ها همه ساله وارد اتمسفر می‌گردد. مدیریت آلودگی هوای این شهر نیازمند مشخص بودن منابع انتشار آلاینده‌ها و نرخ انتشار آنها می‌باشد. در غیر اینصورت هرگونه تلاشی در زمینه مدیریت آلودگی هوای این شهر کورکورانه بوده و به نتایج مطلوب نخواهد رسید. مشخص نمودن نرخ انتشار VOCs از مخازن نگهداری سوخت می‌تواند گوشه‌ای از اطلاعات مورد نیاز مسئولین شهری اصفهان را جهت حل معضل آلودگی هوا برطرف سازد.