مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره پنجم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۱، صفحات۱۳۳ تا ۱۴۲

شناسایی منابع انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در ایران و تعیین سهم آنها در میزان سرانه انتشار در سال ۱۳۸۸

فاطمه مومنی‌ها[۱]، رامین نبی‌زاده[۲]، محمدصادق حسنوند[۳]، امیرحسین محوی[۴]، کاظم ندافی[۲]
نویسنده مسئول: تهران، میدان انقلاب، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت محیط *ahmahvi@yahoo.com*

دریافت: ۹۰/۰۷/۲۳ پذیرش: ۹۰/۱۰/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: *دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها ترکیباتی بسیار سمی و خطرناکند که از منابع طبیعی و فعالیت‌های انسان تولید می‌شوند. این ترکیبات به علت پایداری و نیمه عمر بالایی که دارند مدت زیادی در محیط باقی‌مانده و اثرات شدیدی بر محیط زیست و انسان‌ها برجای می‌گذارند. هدف از این مطالعه شناسایی منابع انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در ایران و تعیین سهم آنها در میزان سرانه انتشار است.*

روش بررسی: *در این مطالعه، ابتدا منابع انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها شناسایی و سپس با مراجعه به سازمان‌های متولی، داده‌های مورد نیاز جهت برآورد میزان انتشار از طریق پرسش‌نامه‌های مربوطه جمع‌آوری شد. سپس با استفاده از فاکتورهای انتشار ارایه شده توسط برنامه محیط‌زیست سازمان ملل‌متحد، میزان انتشار هرکدام از منابع برآورد گردید. جهت آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار* ***Excel*** *استفاده شد.*

یافته‌ها: *براساس نتایج حاصل میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در ایران در سال ۱۳۸۸ برابر* ***۱۹۵۷ g TEQ/yr*** *بوده که از این مقدار* ***۷۰۵/۸ g TEQ*** *وارد هوا شده و* ***۶۴۳/۲ g TEQ*** *آن به صورت خاکستر باقی می‌ماند.*

نتیجه‌گیری: *سرانه انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در ایران* ***۲۶/۴ µg TEQ/capital*** *است و بیشترین میزان تولید در ایران مربوط به سوزاندن به‌طریقه روباز (****۷۳۲/۸ g TEQ/yr****) و تولید فلزات آهنی و غیرآهنی (****۶۳۵/۷ g TEQ/yr****) مانند مس، فولاد و آهن است.*

واژگان کلیدی: دی‌اکسین‌ها، فوران‌ها، منابع انتشار، ایران

۱- کارشناس ارشد بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲- دکترای بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت و پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳- دانشجوی دکترای بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۴- دکترای بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت و پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

گروهی از سمی‌ترین آلاینده‌های منتشر در محیط‌زیست دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها هستند که از منابع طبیعی و فعالیت‌های انسان تولید می‌شوند. دی‌اکسین‌ها (Dioxins) و فوران‌ها (Furans) ترکیبات آلی کلره بوده که در گروه ترکیبات پلی‌هالوژنه (polyhalogenated compounds) قرار می‌گیرند.

ساختار شیمیایی آنها شامل دو حلقه بنزنی است که این دو حلقه بنزنی در دی‌اکسین‌ها توسط دو اتم اکسیژن و در فوران‌ها توسط یک اتم اکسیژن به هم وصل شده‌اند(۱). پایداری و سمیت ایزومرهای دی‌اکسینی بسته به ساختار آنهاست که براساس تعداد اتم‌های کلر و نحوه قرارگیری آنها بر روی حلقه‌ی بنزنی سمیت متفاوتی دارند (۲).

دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها دارای ۲۱۰ ایزومرند که از این بین ۱۳۵ ایزومر مربوط به فوران‌ها و ۷۵ ایزومر دیگر متعلق به دی‌اکسین‌ها است (۱) که سمی‌ترین آنها 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) با فرمول $C_{12}H_4Cl_4O_2$ است (۳) و در سال ۱۹۹۷ از سوی آژانس بین‌المللی تحقیق بر روی سرطان، در رده اول سرطان‌زاها جای گرفت (۴).

منابع اصلی تولید دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها شامل آتش‌سوزی جنگل‌ها و آتشفشان‌ها، صنایع فلزی آهنی و غیرآهنی، تولید محصولات معدنی، صنایع چوب و کاغذ و نیروگاه‌های مولد برق یا نیروگاه‌های حرارتی است. منبع اصلی انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها احتراق است(۲). دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها همچنین فرآورده‌های جانبی ناخواسته‌ای هستند که از سوختن یا دیگر فرایندهای حرارتی ترکیبات آلی و کلردار تشکیل می‌شوند(۵). زباله‌سوزها به‌ویژه زباله‌سوزهای بیمارستانی به دلیل احتراق ناقص خود در انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها به محیط‌زیست نقش دارند (۶).

فاکتورهای متعددی در میزان تاثیر دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها بر موجودات موثر می‌باشد که از آن جمله می‌توان به سطح تماس، زمان تماس و چگونگی تماس اشاره نمود. بعضی از افراد به دلیل نوع فعالیت یا رژیم غذایی در معرض تماس با مقدار بیشتری از دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها قرار دارند. دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها به دلیل داشتن خاصیت چربی‌دوستی (محلول در چربی) بالا در بافت‌های چربی حیوانات تجمع می‌یابند. انسان‌ها نیز به‌طور عمده به وسیله رژیم غذایی در معرض این آلاینده‌ها قرار می‌گیرند(۷).

دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها از آلاینده‌های آلی پایدار می‌باشند که اثرات مخربی بر محیط‌زیست و سلامت انسان‌ها دارند (۸). جنین بیشترین حساسیت را در مقابل دی‌اکسین‌ها دارد. مطالعات نشان می‌دهد که در نوزاد انسان، دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها تاثیراتی بر رشد فیزیکی، جنسی و شناختی دارند. تماس‌های طولانی مدت با ترکیبات دی‌اکسین به نقص سیستم ایمنی بدن، اختلال سیستم عصبی و سیستم غدد درون‌ریز و اختلال در عملکرد سیستم تناسلی منجر شده و احتمال بروز انواع سرطان را نیز افزایش می‌دهد (۹).

براساس مطالعات انجام شده مشخص گردید که تاکنون در ایران مطالعه‌ای جامع در زمینه برآورد میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها از منابع مختلف انجام نشده است. میزان انتشار ترکیبات شبه دی‌اکسین (compounds like-dioxin) از برخی از صنایع کشور توسط آذری و همکاران مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که بیشترین میزان انتشار در بخش صنایع از تولید فلزات (آهن، فولاد و مس) است (۹). در مطالعه‌ای دیگر که توسط محمدنژاد و همکاران به انجام رسید انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در بخش انرژی کشور مورد ارزیابی قرارگرفت (۱۰). این مطالعه نشان داد که میزان انتشار این ترکیبات از نیروگاه‌های کشور g TEQ/yr ۱۴ برآورد شده است. ابتکار در مطالعه‌ای اثرات دی‌اکسین‌ها را به لحاظ اپیدمیولوژیک بر سیستم ایمنی بدن مورد بررسی قرار داده است. این مطالعه نشان می‌دهد که قرارگیری در معرض مقادیر زیاد دی‌اکسین‌ها منجر به افزایش خطر ایجاد تومور در اغلب نواحی بدن می‌گردد (۱۱). در اکثر کشورها مطالعات متعددی در زمینه شناسایی و برآورد میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها انجام گرفته است. در مطالعه‌ای که در کشور ایرلند انجام گرفته است میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها به هوا، آب و زمین به ترتیب g TEQ/yr ۳۴، ۲ و ۵۷ برآورد شده است(۱۲). همچنین میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در ایالات متحده g TEQ/yr ۱۴۲۲ برآورد گردیده که از این میزان ۹۲٪ آن به هوا انتشار می‌یابد (۱۳).

Archive of SID
www.SID.ir

با توجه به اثرات شدید دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها بر محیط‌زیست و انسان‌ها، باید به دنبال راهکارهایی برای شناسایی، کنترل و حذف منابع انتشار آنها از محیط باشیم. این مطالعه با هدف شناسایی منابع منتشرکننده دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در ایران در سال ۱۳۸۸ و تعیین سهم آنها در میزان سرانه انتشار این آلاینده‌های آلی پایدار به انجام رسیده است.

مواد و روش‌ها

هدف اصلی در انجام این مطالعه، شناسایی منابع انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در ایران و تعیین سهم آنها در میزان سرانه انتشار است. با توجه به این که آنالیزهای اندازه‌گیری دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها گران است، در کشورهای در حال توسعه تخمین دقیقی از انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها وجود ندارد. پس به‌منظور کمک به کشورها در دستورالعمل محیط زیست ملل متحد (UNEP) جهت شناسایی منابع منتشرکننده دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها و برآورد میزان انتشار آنها، الگوی راهنمای استانداردی تهیه شده است. این الگوی راهنما انعطاف‌پذیر بوده و برای کلیه کشورها کاربرد دارد و هدف اساسی آن برآورد میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها از منابع موجود به محیط‌های هوا، آب (مرداب، اقیانوس، خلیج و رسوبات)، خاک، پسماند (شامل زایدات مایع، لجن و پسماندهای جامدی که جمع‌آوری شده و به عنوان زایدات دفن می‌شوند و یا بازیافت می‌گردند) و محصولات (مواد شیمیایی یا کالاهای مصرفی مثل کاغذ و منسوجات وغیره) است (۱۴). در این الگوی راهنما منابع انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها ۹ گروه اصلی عنوان شده است که هر گروه دارای چندین زیرگروه می‌باشد (جدول ۱). برای هریک از این منابع فاکتورهای انتشاری تعیین شده است که با ضرب نمودن فاکتورهای انتشار هر منبع انتشار در میزان تولید آن، میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها به‌دست می‌آید. لازم به ذکر است که میزان تولید در برخی از منابع نیاز به تبدیل واحد داشت که با استفاده از راهنمای تعریف شده در الگوی راهنما این مراحل به انجام رسید. به منظور دستیابی به اهداف این مطالعه ابتدا با استفاده از الگوی راهنما، منابع انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در کشور شناسایی و سپس با مراجعه به سازمان‌های متولی، داده‌های مورد نیاز جهت برآورد میزان انتشار این آلاینده‌ها، از طریق پرسش‌نامه‌های تدوین یافته توسط برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد که جهت برآورد میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها تهیه شده است جمع‌آوری شد. در نهایت با استفاده از فاکتورهای انتشار (Emission Factors) تعیین شده در الگوی راهنما، میزان انتشار هرکدام از منابع برآورد گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. داده‌های مربوط به زباله‌سوزها، میزان کمپوست، شیرابه و دفن مواد زاید از مرکز پژوهش‌های شهری و روستایی سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور جمع‌آوری گردید. اطلاعات مربوط به لاشه‌سوزی حیوانات از گروه بازرسی و نظارت بر امورکشتارگاه‌های دام و طیور سازمان دامپزشکی کل کشور تهیه شده است. همچنین اطلاعات مربوط به فلزات آهنی و غیر آهنی، تولید مواد معدنی، کالاهای مصرفی و مواد شیمیایی از دفتر آمار و فرآوری داده‌های بخش صنایع فلزی و غیر فلزی وزارت صنایع و معادن کشور به‌دست آمد. داده‌های مربوط به نیروگاه‌های تولید برق و گرما و مصرف سالیانه سوخت کشور از ترازنامه انرژی تهیه شده توسط معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو جمع‌آوری شده است. همچنین اطلاعات مربوط به حمل و نقل از سازمان حمل و نقل و ترافیک شهری کشور جمع‌آوری شده است.

یافته‌ها

براساس داده‌های جمع‌آوری شده و فاکتورهای انتشار تعیین شده برای هر یک از منابع، میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها از منابع مختلف کشور به دست آمده است. نتایج حاصل در جدول ۱ نشان داده شده است.

در جدول ۲ توزیع انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها به محیط‌های پذیرنده ارایه شده است.

شکل ۱ توزیع میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها را از منابع تولید کننده به هوا نشان می‌دهد.

شکل ۲ سهم هر یک از منابع انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در ایران را برحسب درصد نشان می‌دهد که بیشترین سهم ناشی از سوزاندن به طریقه روباز است.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱: میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها از منابع انتشار در ایران در سال ۱۳۸۸

	زیر گروه‌ها	فاکتور انتشار (µg TEQ/ton)				انتشار سالیانه (g TEQ/year)
		هوا	آب	زمین	محصول	باقی‌مانده	
منابع انتشار زباله سوز	زباله‌سوز پسماند خطرناک	۳۵۰	–	–	–	۹۰۰	۰/۲۱۷
	زباله‌سوز بیمارستانی	۳۰۰۰	–	–	–	۲۰	۴۴
	لاشه‌سوز حیوانی	۵۰۰	–	–	–	–	۲/۱۹
	مجموع						۴۶/۴
تولید فلزات آهنی و غیر آهنی	سنگ آهن	۵	–	–	–	۰/۰۳	۱۲۷ /۳
	کک	۰/۳	۰/۰۶	–	–	–	۰/۲۰۸
	فولاد	۳	–	–	–	۱۵	۱۹۲
	گالوانیزه	۰/۰۶	–	–	–	–	۰/۰۱۲
	مس	۵	–	–	–	۳۰۰	۲۶۸/۶
	آلومنیوم	۵	–	–	–	۱۰۰	۴۷/۰۴
	سرب و روی	۸	–	–	–	۵	۰/۴۷۱
	برنج و برنز	۱۰	–	–	–	–	۰/۰۶۵
	مجموع						۶۳۵/۷
نیروگاه‌های تولید برق و گرما	نیروگاه‌های با سوخت فسیلی	۳۵	–	–	–	–	۱۳/۲۳
	گرمایش خانگی با سوخت‌فسیلی	۱۰	–	–	–	–	۵/۲۸
	مجموع						۱۸/۵
تولید مواد معدنی	سیمان	۵	–	–	–	–	۱۸۲/۹۱
	آهک	۱۰	–	–	–	–	۱/۳۶
	آجر	۰/۲	–	–	–	–	۹/۹۰
	شیشه و سرامیک	۰/۲	–	–	–	–	۰/۴۵
	آسفالت مخلوط	۰/۰۰۷	–	–	–	۰/۰۶	۱/۵۶
	مجموع						۱۹۶/۲
حمل و نقل	موتورهای بنزینی و دیزلی	۰/۱	–	–	–	–	۳,۲۲۲
	موتورهای با سوخت نفت سنگین	۴	–	–	–	–	۳/۰۶
	مجموع						۶/۳
سوزاندن به طریقه روباز	آتش سوزی جنگل‌ها، بوته و علف	۵	–	۴	–	–	۶/۹۵
	سوزاندن باقی‌مانده محصول کشاورزی	۳۰	–	۱۰	–	–	۲۴
	آتش سوزی خانه‌ها وکارخانه‌ها	۴۰۰	–	۴۰۰	–	–	۲۹/۲
	سوزاندن روباز پسماند خانگی	۳۰۰	–	۶۰۰	–	–	۶۵۶/۳۴
	آتش سوزی خودروها	۹۴	–	۱۸	–	–	۰/۰۸۵
	سوزاندن چوب به صورت روباز	۶۰	–	۱۰	–	–	۱۶/۴۱
	مجموع						۷۳۲/۸
تولید و استفاده از کالاهای مصرفی و مواد شیمیایی	تولید کاغذ و خمیر کاغذ	۰/۲	–	–	–	۵۰	۲۲/۸۲
	آفت‌کش‌های کلرینه	–	–	–	۷۰۰	–	۱/۲
	PVC	۰/۰۰۰۳	۰/۰۳	–	۰/۱	۰/۲	۰/۰۰۱۴
	گاز سوخته‌شده‌توسط مشعل	۸	–	–	–	–	۴/۵
	صنایع نساجی	–	–	–	۱۰۰	–	۲۲
	صنایع چرم	–	–	–	۱۰۰۰	–	۱۱/۶۱
	مجموع						۶۲/۱
متفرقه	منازل با سوخت چوب	۵۰	–	–	–	۲۰۰۰	۲,۱۹۴
	مصرف سیگار	۰/۱	–	–	–	–	۰/۰۰۶۲
	مجموع						۲/۲
دفع	شیرابه حاصل از محل دفن پسماند	–	۰/۰۳	–	–	۶	۵ /۲
	تصفیه فاضلاب (همراه با حذف لجن)	–	۰/۰۰۰۵	–	–	۱۰۰۰	۱۴۲/۵
	کمپوست کردن مواد آلی	–	–	–	۱۰۰	–	۱۰۹/۲۵
	مجموع						۲۵۷

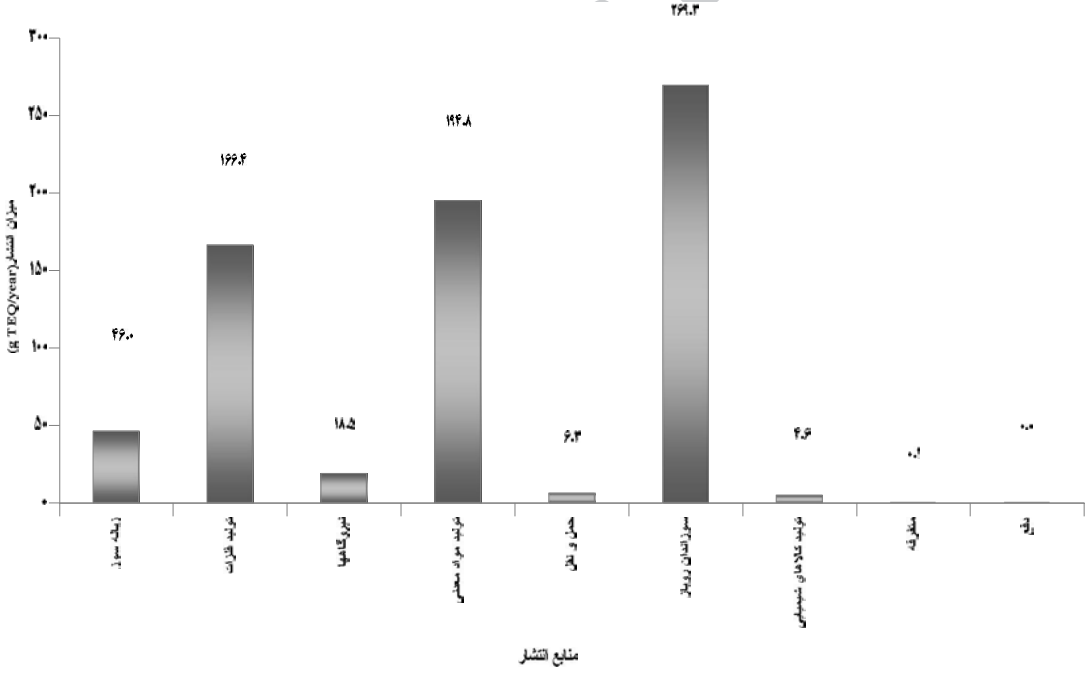
www.SID.ir

جدول۲: توزیع میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها به محیط‌های پذیرنده در ایران در سال ۱۳۸۸

منابع انتشار	میزان انتشار به منابع پذیرنده (g TEQ/year)				
	هوا	آب	زمین	محصول	باقی‌مانده
زباله سوز	۴۶	۰	۰	۰	۰/۴۴
تولید فلزات آهنی و غیر آهنی	۱۶۶/۴	۰	۰	۰	۴۶۹/۳
نیروگاه‌های تولید برق و گرما	۱۸.۵۱	۰	۰	۰	۰
تولید مواد معدنی	۱۹۴/۸	۰	۰	۰	۱/۳۸
حمل و نقل	۶/۲۷	۰	۰	۰	۰
سوزاندن به طریقه روباز	۲۶۹/۲۵	۰	۴۶۳/۵	۰	۰
تولید و استفاده از کالای مصرفی و مواد شیمیایی	۴/۶	۰	۰	۳۴/۸	۲۳
متفرقه	۰/۰۶	۰	۰	۰	۲/۱۴
دفع	۰	۰/۵	۰	۱۰۹/۲۵	۱۴۷/۲
مجموع	۷۰۵/۸	۰/۵	۴۶۳/۵	۱۴۴/۱	۶۴۳/۲

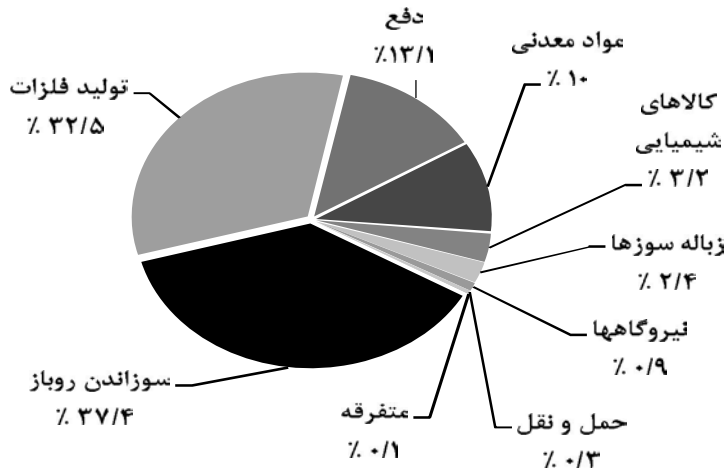
بحث

نتایج این مطالعه نشان داد میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در ایران در سال ۱۳۸۸، برابر ۱۹۵۷ g TEQ/yr است. براساس آخرین آمار جمعیت ایران در سال ۱۳۸۸ حدود ۷۴ میلیون نفراعلام شده است بنابراین سرانه انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در کشور ۲۶/۴ µg TEQ به ازای هر نفر است که در مقایسه با کشورهای دیگر رقم بالایی است. در



شکل ۱: توزیع میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها به هوا در ایران

www.SID.ir



شکل ۲: سهم منابع انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در ایران در سال ۱۳۸۸ برحسب درصد

جدول ۳ میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در ایران و سایر کشورها ارایه شده است.

براساس نتایج حاصل سوزاندن به‌طریقه روباز با ۳۷/۴ درصد، بزرگترین منبع انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در کشور است. متاسفانه در روستاهای کشور یکی از روش‌های اصلی دفع پسماندهای خانگی و نیز باقی‌مانده محصولات کشاورزی، سوزاندن به‌صورت روباز است که با توجه به اهمیت کنترل سوزاندن به طریق روباز و عواقب ناشی از آن، می‌توان با مدیریت صحیح پسماندها در روستاهای کشور بزرگترین منبع انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها را به مقدار قابل توجهی کاهش داد. مطالعه‌ای در چین نشان می‌دهد که سوزاندن روباز باقی‌مانده محصولات موجب انتشار ۱۵۲۰ g TEQ/yr از دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها به محیط شده است (۱۶). همچنین بررسی انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در کشور اردن نشان می‌دهد که بیشترین میزان انتشار در این کشور از سوزاندن به‌طریقه روباز (۴۹/۸۹ g TEQ/yr) است (۱۷). از آنجایی که عامل اصلی تولید و انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها احتراق ناقص می‌باشد، لذا موثرترین روش کنترل این ترکیبات، انجام احتراق کامل است. بنابراین پایش و استاندارد نمودن روش‌های نامناسب بهره‌برداری از تجهیزات دارای فرایند احتراق خصوصا زباله‌سوزهای بیمارستانی، اصولی‌ترین روش کنترل تولید و انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌هاست. زباله‌سوزها در کشور لبنان دومین منبع مهم انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌هاست (۱۲). تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در دمای حدود ۵۰۰°C تولید شده و در دماهای بالاتر از ۹۰۰°C از بین می‌روند (۱).

کارخانه‌های ذوب فلزات (مانند ذوب کردن سنگ آهن و ذوب مس) و تولید آهن و فولاد دومین منبع مهم انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در کشور است که ۳۲/۵ درصد تولید این آلاینده‌ها را به خود اختصاص می‌دهند و با نصب تجهیزات کنترل آلاینده‌ها می‌توان دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها متصاعد شده از کارخانه‌های تولید فلزات آهنی و غیرآهنی را تا حد زیادی کاهش داد. آذری و همکاران نیز با بررسی میزان انتشار ترکیبات شبه دی‌اکسین از صنایع کشور به این نتیجه رسیدند که در این بخش بیشترین میزان انتشار از بخش تولید فلزات (آهن، فولاد و مس) است(۹). مطالعه‌ای در کشور کره‌جنوبی نشان می‌دهد که میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها از تولید فلزات ۳۵/۲۵۹ g TEQ/yr بوده است که ۳۱/۷۱ g TEQ/yr آن از تولید مس، g TEQ/yr ۱/۷۱۶ از تولید سرب، ۱/۶۳۱ g TEQ/yr از تولید آلومینیوم و ۰/۱۱۱ g TEQ/yr ناشی از تولید روی بوده است (۱۸). میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در سال ۲۰۰۷ در کشور چین از صنعت تولید مس و آلومینیوم به‌ترتیب ۳۷/۵ و ۷/۳ g TEQ/yr برآوردگردیده است (۱۹).

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد سالانه ۶۴۳/۲ g TEQ/yr دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در ایران به صورت خاکستر تولید می‌شود که مقدار زیادی است و می‌بایست اقدامات کنترلی

www.SID.ir
Archive of SID

جدول ۳: میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در ایران و سایر کشورهای جهان (۱۵)

کشور	میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها (g TEQ/ year)	جمعیت (برحسب میلیون)	نسبت انتشار (g TEQ/million)
ایران	۱۹۵۷/۳	۷۴	۱
فرانسه	۱۱۰۰	۵۸/۹	۱۸/۷
ایتالیا	۱۱۰۰	۵۷/۷	۱۹/۱
انگلستان	۹۳۰	۵۸/۷	۱۵/۸
آلمان	۸۴۰	۸۲/۲	۱۰/۲
بلژیک	۴۹۰	۱۰/۲	۴۸
اسپانیا	۳۳۰	۴۰/۵	۸/۱
سوییس	۱۸۰	۷/۲	۲۵
پرتغال	۱۳۰	۱۰	۱۳
استرالیا	۱۲۰	۸/۱	۱۴/۸
یونان	۱۲۰	۱۰/۶	۱۱/۳
هلند	۱۲۰	۱۵/۹	۷/۵
سودان	۹۰	۸/۹	۱۰/۱
فنلاند	۷۰	۵/۱	۱۳/۷
دانمارک	۵۰	۵/۳	۹/۴
تروژ	۴۰	۴/۵	۸/۹
لبنان	۳۸/۵	۳	۱۳
ایرلند	۳۵	۳/۸	۹/۲

جهت جمع‌آوری و دفع صحیح آنها صورت گیرد. در سال ۲۰۰۰ در کشور ویتنام ۴۸/۱۶ g TEQ/yr از دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها به صورت خاکستر تولید شده است (۱۲). در مطالعه‌ای که در سال ۱۳۸۵ انجام شده است، میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها از نیروگاه‌های کشور ۱۴ g TEQ/yr برآورد شده است که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد (۱۰). براساس مطالعات انجام شده در کشور فیلیپین میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها از زباله‌سوزها ۴۱/۵۵، تولید فلزات آهنی و غیرآهنی ۱۰/۵۵، نیروگاه‌ها ۱۵۷/۲۳، تولید موادمعدنی ۲/۵۷، حمل و نقل ۰/۱۱، سوزاندن روباز ۱۸۷/۰۴، تولید کالاها و مواد شیمیایی۹۱/۵۶، متفرقه ۰/۴۳ و دفع ۴۳/۲ g TEQ/yr برآورد گردیده است (۲۰).

گزارش شده است که دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در حضور اشعه فرابنفش و به وسیله کاتالیزورهایی مانند نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم، تخریب شده و از بین می‌روند (۲۱). استفاده از این روش و اقداماتی نظیر استفاده از اسکرابرهای تر و خشک به همراه فیلترهای فابریک و یا استفاده از انواع جاذب‌ها مانند کربن‌فعال و Adiox (شامل یک پلیمر مانند پلی‌پروپیلن است که ذرات کربن در آن پراکنده‌اند) کارایی کنترل و حذف دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها را بالا برده (۲۲) و از ورود این ترکیبات خطرناک به محیط‌زیست و ایجاد عواقب بعدی جلوگیری خواهد نمود.

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

هرچند به دلیل پایداری بالای دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در محیط‌زیست و تولید شدن به صورت طبیعی، غلظت آنها در محیط اطراف هیچ‌گاه به صفر نمی‌رسد اما می‌توان با بهبود فرایند احتراق و طراحی مناسب سیستم‌های احتراق، میزان نشر حاصل از فعالیت‌های انسانی این مواد را کاهش داد. نتایج نشان می‌دهد که میزان انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها در ایران در مقایسه با سایر کشورها بسیار زیاد است و تعیین راهکارهای مدیریتی مناسب جهت کنترل این آلاینده‌های خطرناک در کشور الزامی است. هم‌چنین اقدامات دولتی و وضع قوانین برای صنایع به منظور کاهش انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها نیز می‌تواند یک راه حل مناسب باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان‌نامه با عنوان برآورد میزان انتشار دی‌اکسین از منابع مختلف در ایران و پیاده‌سازی آن در GIS به منظور مشخص شدن وضعیت بارگذاری آلودگی در مناطق مورد بررسی، در مقطع کارشناسی ارشد در سال۸۹-۱۳۸۸ و کد ۳۵۷ است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران اجرا شده است.

لازم به ذکر است که نویسندگان از حمایت‌های مالی و آزمایشگاهی دانشکده پزشکی دانشگاه تربیت مدرس کمال تشکر را دارند. نویسندگان این مقاله از مسئولین محترم تمامی وزارت‌خانه‌ها، سازمان‌ها و مراکزی که در جمع‌آوری داده‌های این مطالعه همکاری لازم را مبذول داشتند، سپاس‌گزاری می‌نمایند.

منابع

1. Pichtel J. Waste Management Practices: Municipal, Hazardous, and Industrial. New York: CRC Press; 2005.
2. Konnov J, Ruyck D. Dioxin levels in wood combustion. Biomass and Bioenergy. 2004;26(2):115-45.
3. Mai TA, Doan TV, Tarradellas J, de Alencastro LF, Grandjean D. Dioxin contamination in soils of Southern Vietnam. Chemosphere. 2007;67(9):1802-7.
4. Llobet JM, Domingo JL, Bocio A, Casas C, Teixidó A, Müller L. Human exposure to dioxins through the diet in Catalonia, Spain: Carcinogenic and non-carcinogenic risk. Chemosphere. 2003;50(9):1193-1200.
5. Wang JB, Hung CH, Chang-Chien GP. Polychlorinated dibenzo-p-dioxin and dibenzofuran emissions from an industrial park clustered with metallurgical industries. Journal of Hazardous Materials. 2009;161(2-3):800-7.
6. Kumagai S, Koda S, Oda H. Exposure evaluation of dioxins in municipal waste incinerator workers. Industrial Health. 2003;41(1): 167–74.
7. Perelló G, Martí-Cid R, Castell V, Llobet JM, Domingo JL. Influence of various cooking processes on the concentrations of PCDD/PCDFs, PCBs and PCDEs in foods. Food Control. 2010;21(2):178-85.
8. Kajiwara N, Watanabe M, Wilson S, Eybatov T, Mitrofanov IV, Aubrey DG, et al.Persistent organic pollutants (POPs) in Caspian seals of unusual mortality event during 2000 and 2001. Environmental Pollution. 2008;152(2):431-42.
9. Azari MR, Falaki F, MasoudiNejad MR. Assessment of dioxin-Like compounds released from Iranian industries and municipalities. National Research Institute of Tuberculosis and Lung Disease, Iran. 2007;6(3):59-64.
10. Mohammadnezhad S, Nematpoor K, Abdollahzade E. Assessment of dioxin and furan emission in Country Energy Sector. Proceedings of the First Conference of Environmental Engineering; 2005May 10-12; Tehran, Iran.2005. p. 34-41.
11. Ebtekar M. Effects of persistent organic pollutants on the immune system:The case of dioxins. Iranian

Archive of SID
www.SID.ir

Journal of Environmental Health Sciences& Engineering. 2004;1(2):1-7.
12. United Nations Environment Programme. Asia toolkit project on inventories of dioxin and furan releases national PCDD/PCDF inventories.Geneva: Switzerland,UNEP Chemicals.2003 July.
13. Wu YL, Lin LF, Hsieh LT, Wang LC, Chang-Chien GP. Atmospheric dry deposition of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in the vicinity of municipal solid waste incinerators. Journal of Hazardous Materials. 2009;162(1):521-9.
14. United Nations Environment Programme. Standardized toolkit for identification and quantification of dioxin and furan releases. 2nd ed. Geneva: Switzerland, UNEP Chemicals.2005 Feb.
15. Momeniha F, Nabizadeh R, Hassanvand MS, Mahvi AH, Naddafi K, Mesdaghinia A, et al.Emissions of polychlorinated dibenzo-p-dioxinsand dibenzofurans (PCDD/PCDFs) in Iran.Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2011;87(6):708-12.
16. Zhang Q, Huang J, Yu G. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans emissions from open burning of crop residues in China between 1997 and 2004. Environmental Pollution. 2008;151(1):39-46.
17. Zabin HA, Akeel N, Bataineh R, Abu-Humra I, Khashashneh M. Identification and quantification of dioxin and furan releases in Jordan. Jordan: Ministry of Environment; 2003.
18. Yu BW, Jin GZ, Moon YH, Kim MK, Kyoung JD, Chang YS. Emission of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs from metallurgy industries in S. Korea. Chemosphere. 2006;62(3):494-501.
19. Ba T, Zheng M, Zhang B, Liu W, Xiao K, Zhang L. Estimation and characterization of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs from secondary copper and aluminum metallurgies in China. Chemosphere. 2009;75(9):1173-78.
20. Pablo AF, Silverio CM, Pasaqul VM, Marquez AT. Inventory of dioxins and furans in the Philippines. Philippines: Department of Science and Technology; 2000.
21. Kulkarni PS, Crespo JG, Afonso CA. Dioxins sources and current remediation technologies: A review. Environment International. 2008;34(1):39-53.
22. Andersson S, Lindgren P. Air pollution: Wet, semi-wet or dry Adiox absorber technology targets dioxin removal. Filtration and Separation. 2006;43(6):30-45.

Archive of SID

www.SID.ir

Identification the Emission Sources of Dioxins and Furans and Estimating their Contribution on Emission Rate in Iran in 2010

Fatemeh Momeniha, Ramin Nabizadeh Nodehi, Mohammad Sadegh Hassanvand, *Amir Hossein Mahvi, Kazem Naddafi.

Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health and Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received; 15 October 2011 Accepted; 10 January 2012

ABSTRACT

Background and Objective:Dioxins and Furans are dangerous and highly toxic compounds entering to the environment from natural and manmade sources. Having high stability and half-life, these compounds remain for a long period in the medium and bring about severe effects on human beings and the environment. The aim of this study was to identify dioxins and furans emission sources in Iran and to estimate their contribution in emission rate.

Materials and Methods: First, we identified the emission sources of dioxins and furans and then necessary data was gathered by referring to the authorized organizations and filling the prepared UNEP questionnaires. We used Excel software to analyze the data collected.

Results: According to the results obtained, total dioxins and furan emission in Iran in 2010, was 1957 g TEQ/yr; out of this amount, 705.8 g TEQ is emitted to the atmosphere and 643.2 g TEQ is residual ash. Therefore, dioxins and furans emission rate was 26.4 µg TEQ/capita in Iran. The most rates of emissions were associated with uncontrolled open burning (732.8 g TEQ/yr) and ferrous and nonferrous metal production (635.7 g TEQ/yr) such as cupper, iron, and steel.

Conclusion: Our findings showed that the emission rate of Dioxins and Furans is much higher in Iran compared with other countries and appropriate management strategies are required to control these dangerous pollutants.

Keywords: Dioxins, Furans, Emission sources, Iran

Archive of SID

***Corresponding Author**: *ahmahvi@yahoo.com*
***Tel:** +98 21 88973447, **Fax:** +98 21 88950188*

www.SID.ir