

اندازه‌گیری بعضی آلاینده‌های هوای خروجی از زباله سوزهای بیمارستانی در شهر همدان در سال ۱۳۸۰

احمد جنیدی جعفری⁺(Ph.D.) محمد جواد عساری^{**}(M.Sc.) مه‌ری صارمی^{***}(M.Sc.)

چکیده

سابقه و هدف: زباله‌های بیمارستانی به عنوان یکی از مشکلات بهداشت عمومی مطرح می‌باشند. این مسأله بستگی به ترکیبات زباله دارد. سوزاندن زباله یکی از روش‌های قابل قبول برای مدیریت زباله بیمارستانی می‌باشد و لیکن زباله سوزهای کنترل نشده، می‌تواند سبب ورود آلاینده‌ها به اتمسفر گردد. هدف از این مطالعه ارزیابی بعضی از آلاینده‌های خروجی از زباله سوزهای بیمارستانی در شهر همدان می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش جهت بررسی آلاینده‌های هوای خروجی از چهار زباله سوز بیمارستانی دانشگاه علوم پزشکی همدان شامل سرب، جیوه، کادمیوم، بنزن، تولوئن، زایلین، مونواکسید کربن، دی اکسید گوگرد و ذرات معلق نمونه برداری شد.

آنالیز نمونه‌ها در آزمایشگاه ویا از طریق قرائت مستقیم مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور از دستگاه‌های آزمایشگاهی مانند گاز کروماتوگراف، جذب اتمی، SO₂ و CO سنج استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که حداکثر غلظت بخارهای فلزی سرب، جیوه، کادمیوم به ترتیب ۱۱۱۳، ۵۴۰ و ۳۳۴۰ میلی‌گرم بر متر مکعب و غلظت گاز دی‌اکسید گوگرد ۱۲۷ ppm و غلظت ذرات معلق ۶۳۹ mg/m³ مربوط به بیمارستان شماره چهار می‌باشد. همچنین حداکثر غلظت هیدروکربن‌های آروماتیک بنزن، تولوئن و زایلین به ترتیب میانگین ۷۷/۴۶، ۱۰۸/۶۴ و ۳۳/۶ میلی‌گرم بر متر مکعب و میانگین غلظت گاز مونواکسید کربن ۱۰۴۱ ppm مربوط به بیمارستان شماره دو می‌باشد.

استنتاج: با بررسی‌های انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که آلاینده‌های خروجی از بیمارستان‌های شهر همدان حداقل با P < ۰/۰۵ از استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست (EPA) بیش‌تر بوده است که می‌تواند به دلیل باز شدن بی‌موقع درب محفظه احتراق، هوا دهی بیش از حد، عدم اختلاط زباله‌ها در هنگام احتراق و طراحی نامناسب و استفاده‌های نادرست از وسایل کنترل آلودگی هوا باشد.

با توجه به این طیف وسیع آلودگی، به نظر می‌رسد استفاده از سایر روش‌های دفع زباله‌های بیمارستانی مانند دفع پس از استریل کردن زباله‌ها برای بهداشت محیط مناسب‌تر باشد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، زباله سوز بیمارستانی، بخارهای فلزی، هیدروکربن آروماتیک

* دکتری تخصصی بهداشت محیط (دانشیار) دانشگاه علوم پزشکی همدان + * همدان: خ مهدیه - روبروی پارک مردم - دانشگاه علوم پزشکی دانشکده بهداشت

** کارشناسی ارشد سم‌شناسی (دانشیار) دانشگاه علوم پزشکی همدان
*** کارشناس ارشد محیط زیست
E تاریخ دریافت: ۸۳/۵/۳ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۸۳/۷/۲۲ تاریخ تصویب: ۸۴/۱/۸

مقدمه

با توجه به کمبود زمین، سوزاندن مواد زائد به عنوان یک روش جایگزین برای دفن بهداشتی محسوب می‌شود (۱) هر چند که این روش در مناطق شهری می‌تواند محاسنی از جمله کاهش هزینه حمل و نقل، کاهش حجم زباله و در صورت امکان تولید انرژی و عدم پخش مواد زائد عفونی به همراه داشته باشد، زباله سوزهای کنترل نشده می‌توانند بالقوه از نظر خروج آلاینده های متنوع، خطرناک باشند (۲).

بیمارستان‌ها یکی از منابع مهم تولید مواد زائد جامد به خصوص زباله‌های عفونی می‌باشند. طبق بررسی‌های انجام شده در سال ۱۹۸۰، مقدار زباله‌های بیمارستانی در آمریکا بین $3/9 - 1/5$ kg/day به ازای هر بیمار بوده است؛ در حالی که در سال ۱۹۹۹ در بیمارستان‌های آمریکا به ازاء هر بیمار به طور متوسط 9 kg/day زباله تولید شده است (۳). براساس گزارش عمومی و همکارانش (۱۳۸۱) میانگین زباله‌های بیمارستانی تولیدی در بابل معادل $778/15$ کیلوگرم در روز و سرانه آن $2/01$ کیلوگرم به ازای هر تخت در روز است (۴). جهانداری و همکارانش (۱۳۸۲) نشان دادند که میانگین سرانه کل زباله‌های بیمارستانی بندرعباس $1/95$ کیلوگرم به ازای هر تخت در روز می‌باشد (۵). همچنین طبق یک بررسی در اونتاریو^۱ چهل و چهار درصد بیمارستان‌ها از زباله سوزهای اختصاصی استفاده می‌کنند (۶). معمولا زباله سوزها دارای دو اتاقک احتراق به منظور احتراق بهتر می‌باشند. زیرا سه نوع مواد زائد بیمارستانی برای سوزاندن مشکل‌ساز می‌باشند: (۱) موادی با ارزش حرارتی پایین مثل کیسه‌های پرادرار که نسبت به مواد اطرافش کندتر می‌سوزد و ممکن است کاملا در طی

زباله سوزی تجزیه نگردد (۲) فلزات سمی مانند سرب، کروم و کادمیوم که در کیسه‌های قرمز پلاستیکی یافت می‌شود و در طی احتراق تبخیر شده و به صورت وجه فلزی (Fume) همراه گاز خروجی خارج می‌شوند (۳) پلاستیک‌هایی که از پلی‌وینیل کلراید^۲ ساخته شده‌اند و در طی سوختن، گاز خورنده اسید هیدروکلریک و دی‌اکسین‌ها را تولید می‌کند. زباله سوزها بیمارستانی دومین منبع بزرگ تولید دی‌اکسین‌ها در کانادا معرفی شده‌اند و هر ساله سبب ورود ۹ درصد کل جیوه به اتمسفر می‌شوند (۸،۷).

براساس مطالعات واهتر^۳ و همکاران (۲۰۰۲) جذب وجه‌های فلزی سرب و جیوه و کادمیوم در بدن زنان بالاتر از مردان می‌باشد (۹). همچنین مطالعات نشان می‌دهد که کادمیوم سبب عوارض کلیوی، روی و تهوع و استفراغ می‌گردد (۹، ۱۰) و ابتلای زنان به بیماری ایتای را افزایش می‌دهد. سرب به علت تجمع در استخوان و تاثیر در سلسله اعصاب موجب بیماری‌های عصبی، ضعف، کم خونی و ناراحتی‌های معده - روده‌ای می‌گردد و مسمومیت‌های مزمن جیوه در زنان باردار تاثیرات نامطلوبی روی جنین ایجاد نموده و موجب بی‌اشتهایی، اسهال، عوارض عصبی و کلیوی می‌گردد.

بر اساس تحقیقات انجام شده توسط موزکزینسکی^۴ و همکاران (۱۹۸۳) بر روی ۱۰۶ فرد که به مدت ۱۲۲ روز در معرض ترکیبات بنزن، تولوئن و زایلین قرار داشتند، معین گردید که هیدروکربن‌های مذکور سبب تغییرات خونی به ویژه در گویچه‌های سرخ و لنفوسیت‌های نوع B، T می‌گردند که به تدریج زمینه پیدایش سرطان خون را فراهم می‌کند (۱۱). تحقیقات

2. Poly.Vinyl.Chloride (PVC)
3. Vahter
4. Moszczynski

1. Ontario

شهر همدان با توجه به تغییرات احتمالی در ترکیب زباله، هفته‌ای دو روز در دو فصل سرد و گرم نمونه‌های مورد نظر مطابق با شرایط زیر برداشت شد. لازم به ذکر است که نمونه‌برداری از ذرات معلق در گاز در هوا (Aerosol) تحت شرایط یکسان از داخل دودکش و به فاصله ۲۵ تا ۵۰ سانتی متری از دهانه دودکش خروجی زباله سوز انجام شد.

به منظور نمونه‌برداری از وجه‌های فلزی سرب، کادمیوم (۱۲) و جیوه از فیلترهای استرسلولزی غشایی با خلل و فرج $0.8 \mu m$ و قطر ۳۷ mm و پمپ نمونه‌بردار فردی مدل PCXR₃-SKC با برون ده ۲ lit/min استفاده شده است که نمونه‌های برداشت شده پس از آماده‌سازی توسط دستگاه جذب اتمی ساخت Thermao Gerrell ash مدل SH22 همراه با کوره آنالیز شدند.

جهت نمونه‌برداری از بنزن، تولوئن و زایلین از فیلتر فایبرگلاس ولوله های حاوی جاذب سطحی زغال فعال (۱۴) به کمک نمونه بردار فردی مدل PC XR₃ - SKC استفاده شد و نمونه‌های برداشت شده به کمک دستگاه گاز کروماتوگراف ساخت شرکت یونیکام (Unicam) مدل ۴۶۰۰ مجهز به آشکارساز FID آنالیز گردید.

به منظور نمونه برداری از ذرات معلق و از فیلتر سلولزی با خلل و فرج $0.8 \mu m$ و قطر ۳۷ mm و پمپ نمونه بردار فردی با برون ده ۲ lit/min استفاده شده است. برای تعیین غلظت ذرات معلق، فیلترها قبل و بعد از نمونه برداری به منظور حذف رطوبت در داخل آون با دمای 105°C و دسیکاتور قرار گرفتند و سپس به وسیله ترازوی دقیق شماره‌دار (digital) توزین گردید.

نمونه برداری از گازهای CO و SO₂ به کمک دستگاه‌های قرائت مستقیم Kane - May SG91 و Kane - May SG94 صورت گرفت.

انجام شده توسط بورم^۱ (۲۰۰۲) نشان می‌دهد که استنشاق دود و ذرات معلق حاصل از احتراق با توجه به غلظت، سایر ذرات و طول مدت تماس موجب ناراحتی‌های ریوی می‌گردد (۱۲).

جانک^۲ و همکارانش (۱۹۸۰) فهرستی از مواد تولید شده در نتیجه سوزاندن زباله حاوی ۳۳۰ ماده که مشتمل بر هیدروکربن‌های آروماتیک، بنزن، هیدروکربن‌های آلیفاتیک، ترکیبات کربونیل و ترکیبات حاوی سولفور یا نیتروژن بود را تهیه کردند (۱۳). همچنین در طی فرایند زباله سوزی فلزات سمی نظیر سرب، کادمیوم و کروم تبخیر شده و به شکل وجه‌های ریز در جریان گاز به اتمسفر رها می‌شوند (۳) و سبب آلودگی هوا، آب و خاک می‌گردند (۸).

زباله سوزهای مستقر در بیمارستان‌ها از نوع ایرانی است که احتراق آن جهت سوزاندن زباله‌ها با استفاده از گاز شهری انجام می‌شود و فاقد همزن مکانیکی و سیستم کنترل آلودگی هوای موثر می‌باشد و به دلیل احتراق نامناسب و مشکلات تکنولوژیکی، باعث تولید آلاینده‌ها و دود غلیظ می‌گردد. بیمارستان‌های شهر همدان در خیابان‌های اصلی و مجاور مناطق مسکونی و پرجمعیت واقع شده‌اند که استفاده از زباله سوز در این بیمارستان‌ها سبب انتشار آلودگی در این نواحی و نارضایتی ساکنین اطراف بیمارستان‌ها شده است.

هدف از انجام این پژوهش ارزیابی آلاینده‌های خروجی از زباله سوزهای فعال بیمارستانی در شهر همدان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه توصیفی به منظور بررسی میزان آلاینده‌های خروجی از زباله سوزهای فعال بیمارستانی

1. Borm
2. Junk

نمونه‌های برداشت شده در مورد فلزات، هیدروکربن‌ها و ذرات معلق یکصد عدد بود که به صورت مداوم برداشت شد و نمونه برداری از گازهای متواکسید کربن و دی اکسید گوگرد به صورت لحظه ای و با پانصد مورد قرائت انجام شد. آزمون آماری T-test با استفاده از نرم افزار SPSS انجام پذیرفت.

یافته‌ها

میانگین غلظت و انحراف معیار وجه‌های فلزی خروجی اندازه گیری شده از زباله سوزهای بیمارستانی شهر همدان در جدول شماره ۱ آورده شده است. بر اساس یافته‌های این پژوهش، بیشترین غلظت سرب، جیوه و کادمیوم خروجی اندازه گیری شده از زباله سوزهای بیمارستانی به ترتیب ۱۱۱۳، ۵۴۰ و ۳۳۴۰ میلی گرم بر متر مکعب در بیمارستان شماره چهار مشاهده گردید که ۴/۵، ۱۳/۹ و ۴/۵ برابر استاندارد سال ۲۰۰۲ سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا می‌باشد ($p < 0/05$). در همین حال کمترین مقادیر غلظت سرب و جیوه به ترتیب ۲۳/۵ و ۹۰ میلی گرم بر متر مکعب مربوط به بیمارستان شماره دو و حداقل غلظت کادمیوم به میزان ۷۷۶/۷ میلی گرم بر متر مکعب مربوط به بیمارستان شماره سه می‌باشد.

میانگین غلظت و انحراف معیار هیدروکربن‌های خروجی اندازه گیری شده از زباله سوزهای بیمارستانی شهر همدان در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. نتایج بیانگر آن است که بیشترین غلظت هیدروکربن‌های آروماتیک اندازه گیری شده خروجی از زباله سوزهای بیمارستانی که شامل بنزن، تولوئن و زایلین می‌باشد به ترتیب ۷۷/۴۶، ۱۰۸/۶۴ و ۳۳/۶ میلی گرم بر متر مکعب مربوط به بیمارستان شماره دو بوده که ۷/۷، ۲/۲ و ۱/۶۸ برابر حد مجاز استاندارد شغلی می‌باشند ($p < 0/05$) در همین حال کمترین غلظت بنزن و زایلین اندازه گیری شده به ترتیب $34/96 \text{ mg/m}^3$ و صفر در بیمارستان شماره چهار و کمترین غلظت تولوئن خروجی به مقدار $17/45 \text{ mg/m}^3$ مربوط به بیمارستان شماره یک می‌باشد که از نظر آماری تفاوت غلظت آلاینده‌ها در بیمارستان‌ها حداقل معنادار می‌باشد (حداقل با $P < 0/01$). البته لازم به توضیح است که در این خصوص استاندارد محیطی توسط سازمان حفاظت محیط زیست (EPA) وضع نشده است؛ در حالی که مجموع این مقادیر به تنهایی از مقدار مورد نظر آن سازمان در خصوص کل هیدروکربن‌ها نیز بیش تر می‌باشد.

جدول شماره ۲: میانگین غلظت (mg/m^3) و انحراف معیار هیدروکربن‌های آروماتیک خروجی اندازه گیری شده از زباله سوز بیمارستانی شهر همدان ۱۳۸۰

آلاینده	بنزن	تولوئن	زایلین
بیمارستان	انحراف معیار \pm غلظت	انحراف معیار \pm غلظت	انحراف معیار \pm غلظت
۱	۴۰/۴ \pm ۳۷/۱۷	۵۶/۴ \pm ۵۰/۰۹	۱۷/۴۵ \pm ۱۱/۶
۲	۷۷/۴۶ \pm ۷۱	۱۰۸/۶۴ \pm ۹/۸۶	۲۳/۶ \pm ۲۲/۴
۳	۴۶/۶۵ \pm ۳۷/۶۷	۶۵/۳۶ \pm ۸/۵	۲۰/۲۸ \pm ۱۳/۵

جدول شماره ۱: میانگین غلظت (mg/m^3) و انحراف معیار نجارهای فلزی خروجی اندازه گیری شده از زباله سوزهای بیمارستانی شهر همدان ۱۳۸۰.

آلاینده	سرب	جیوه	کادمیوم
بیمارستان	انحراف معیار \pm غلظت	انحراف معیار \pm غلظت	انحراف معیار \pm غلظت
۱	۲۶/۴ \pm ۲۹	۱۶۵ \pm ۱۵	۱۱۴۰ \pm ۲۲/۸۰
۲	۲۳/۵ \pm ۲۳/۷	۹۰ \pm ۱۰	۱۷۱۴ \pm ۴۳/۲۷
۳	۱۲۰ \pm ۸۵	۲۷۰ \pm ۳۰	۷۷۶/۷ \pm ۱۵/۵۱
۴	۱۱۱۳ \pm ۲۹/۷۹	۵۴۰ \pm ۱۷/۹	۳۳۴۰ \pm ۴۶/۹۶

1. Environmental Protection Agency

$56/12 \text{ mg}/\text{m}^3$ در بیمارستان شماره دو می‌باشد که $1/6$ برابر استاندارد است.

جدول شماره ۴: میانگین غلظت (mg/m^3) و انحراف معیار ذرات معلق خروجی اندازه‌گیری از زباله‌سوزهای بیمارستانهای شهر همدان ۱۳۸۰

بیمارستان	ذرات معلق	انحراف معیار \pm غلظت mg/m^3
۱		$60/40 \pm 0/04$
۲		$56/12 \pm 4/2$
۳		$193/6 \pm 10/40$
۴		$639 \pm 9/98$

بحث

نتایج پژوهش حاضر موید این امر است که فلزات سنگین خروجی از زباله‌سوزهای فعال در همه موارد از استانداردهای مربوطه بیش تر بوده است. طبق بررسی‌های به عمل آمده در این پژوهش در بیمارستان شماره چهار، بالا بودن مقدار زباله نسبت به سایر بیمارستان‌ها، افزایش حجم زباله در روزهای بعد از تعطیلات، عدم تناسب حجم زباله سوز با میزان زباله تولیدی و عملکرد اجرایی نامناسب دستگاه (که بدون توجه به نکات لازم در خصوص سوزاندن زباله‌ها است)، اضافه نمودن زباله‌های خام به زباله‌های نیم سوخته و کاهش زمان ماند احتراق و عدم اختلاط زباله‌ها موجب تولید بخارهای فلزی می‌گردد.

وجه‌های فلزی نظیر جیوه و کادمیوم به دلیل بالا بودن فشار بخار، بیش تر در گازهای دودکش یافت می‌شوند؛ در حالی که سرب معمولاً در خاکستر باقی مانده برجای می‌ماند. ایبازن^۱ و همکارانش (۲۰۰۰) در یک بررسی بر روی ۴ زباله سوز در ۶ بیمارستان نشان دادند که غلظت سرب و کروم خروجی از زباله سوزها بسیار بالا می‌باشد (۱۵). در ضمن زمان ماند ناکافی جهت

1. Ibanez

۴ $34/96 \pm 2/70$ $107 \pm 4/78$

میانگین غلظت و انحراف معیار گازهای مونوکسید کربن و دی اکسید گوگرد خروجی اندازه‌گیری شده از زباله سوز بیمارستانی شهر همدان در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. یافته‌های این بررسی نشان می‌دهد که بیش ترین غلظت گاز مونواکسید کربن به مقدار 104 ppm در بیمارستان شماره دو ($p < 0/05$) تعلق دارد که $10/4$ برابر استاندارد سال ۲۰۰۲ سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا می‌باشد ($p < 0/05$) و بیش ترین غلظت گاز دی اکسید گوگرد به مقدار 127 ppm در بیمارستان شماره چهار دیده می‌شود که $1/6$ برابر استاندارد مربوطه با $p < 0/05$ می‌باشد. همچنین کم ترین غلظت گازهای مونواکسید کربن و دی اکسید گوگرد به ترتیب 138 و 1 ppm مربوط به بیمارستان شماره یک می‌باشد.

جدول شماره ۳: میانگین غلظت (PPM) و انحراف معیار گاز CO و SO_2 طراحی اندازه‌گیری شده از زباله‌سوزهای بیمارستانی شهر همدان ۱۳۸۰

بیمارستان	آلاینده	
	گاز CO	گاز SO_2
	انحراف معیار \pm غلظت	انحراف معیار \pm غلظت
۱	$138 \pm 7/6$	1 ± 0
۲	$104 \pm 64/9$	$10 \pm 12/9$
۳	$583/5 \pm 39/4$	$109 \pm 12/30$
۴	$850 \pm 48/4$	$117 \pm 44/7$

میانگین غلظت و انحراف معیار ذرات معلق خروجی اندازه‌گیری شده از زباله سوز بیمارستانی شهر همدان در جدول شماره ۴ نشان داده شده است. این جدول نشان می‌دهد که بیش ترین غلظت ذرات معلق اندازه‌گیری شده به مقدار $639 \text{ mg}/\text{m}^3$ در بیمارستان شماره چهار است ($P < 0/005$) که $18/8$ برابر استاندارد سال ۲۰۰۲ سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا ($p < 0/05$) می‌باشد و کم ترین غلظت ذرات معلق به مقدار

احتراق زباله‌ها و اضافه نمودن زباله‌های خام به زباله‌های نیم سوخته و طراحی نامناسب دستگاه زباله سوز موجب تولید و انتشار وجه‌های فلزی سرب، جیوه و کادمیوم می‌گردد.

میزان بنزن، تولوئن و زایلن در بیمارستان شماره دو بیش‌ترین مقدار را نشان داد. در زمان نمونه‌برداری در این بیمارستان مشاهده شد که عدم اختلاط به موقع زباله‌ها و باز شدن متوالی درب محفظه احتراق و وجود کیسه‌های ادرار موجب احتراق ناقص ترکیبات زباله‌شده و در نتیجه سبب افزایش میزان تولید هیدروکربن‌های بنزن، تولوئن و زایلین می‌گردد. ترکیبات آلی در دمای $1300-850^{\circ}C$ احتراق بهتری خواهد داشت و عوامل مهمی نظیر هوای احتراق، زمان ماند و خواص فیزیکی و شیمیایی زباله‌ها بر مکانیسم احتراق تاثیر دارند (۱۶). همچنین طبق تحقیقات انجام شده توسط یان و جین^۱ (۲۰۰۲) بین ارزش حرارتی مواد و درجه حرارت شعله ارتباط ریاضی وجود دارد. تغییرات فیزیکی و شیمیایی زباله و وجود موادی با ارزش حرارتی پایین نظیر کیسه‌های ادرار و اعضای بدن و موادی که به کندی می‌سوزند، سبب کاهش درجه حرارت کوره و احتراق ناقص ترکیبات زباله می‌شود و در نتیجه مقادیر فراوانی هیدروکربن‌های آروماتیک تولید و به اتمسفر رها می‌گردد (۱۷). چن^۲ و همکارانش (۲۰۰۳) نشان دادند که میانگین ۲۱ هیدروکربن خروجی از دودکش زباله سوزهای بیمارستانی معادل ۳۹۱ میکروگرم بر مترمکعب است. البته این محققین هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای را مورد مطالعه قرار داده بودند (۱۸).

براساس مشاهدات زمان نمونه‌برداری معین گردید که به دلیل سرد بودن کوره در هنگام وارد نمودن زباله‌ها و نامتناسب بودن تعداد و قدرت مشعل‌های کوره زباله سوز و عدم هوادهی لازم و نیز طراحی نامناسب

سیستم کنترل آلودگی هوا در بیمارستان شماره دو، مقدار زیادی گازمونو اکسید کربن تولید شده و در اتمسفر رها می‌گردد. همچنین غلظت گاز دی اکسید

گوگرد در بیمارستان شماره چهار نسبت به سایر بیمارستان‌ها بالاتر می‌باشد. براساس مطالعات انجام شده، احتراق ناقص و کنترل نشده موجب تولید گازهای سمی و خورنده می‌گردد (۱۹) که در صورت ناکافی بودن سیستم کنترل آلودگی هوا به اتمسفر رها می‌گردند. به منظور حفظ فرآیند احتراق، میزان سوخت، زمان ماند و هوای مورد نیاز باید به دقت تعیین شوند (۲۰).

خاکستر یکی از آلاینده‌های متداول حاصل از سوزاندن است (۳)؛ به طوری که در برخی موارد خاکسترها بسیار سمی بوده و ۱۰ درصد خاکستر به صورت فرار در آمده و در جریان گاز به اتمسفر رها می‌شود. همچنین مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که وقتی مواد زائد حاوی کربن نظیر چوب، کاغذ، مقوا و... در شرایط دمای زیاد و اکسیژن کم می‌سوزند باعث ایجاد دوده می‌شوند (۱۸).

در بیمارستان شماره چهار به دلیل عملکرد اجرایی نامناسب دستگاه، عدم هوادهی مناسب، عدم تنظیم نسبت سوخت به هوا، اختلاط به موقع زباله‌ها صورت نمی‌گرفت، همچنین وجود سرم‌های نیمه پر در زباله‌های سوخته شده موجب افزایش رطوبت و تولید دوده بیش‌تری می‌گردد.

نهایتاً با توجه به پیشنهادانی که به بیمارستان‌ها و شورای بهداشت شهر شد، مقرر گردید که زباله‌های بیمارستانی در مناطق مسکونی سوزانده نشود.

سپاسگزاری

با تشکر از گروه آلودگی هوا، سم‌شناسی صنعتی و گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی همدان که

1. Yan and Jin
2. Chen

را یاری نمودند.

به کمک تجهیزات آزمایشگاهی در انجام این پروژه ما

فهرست منابع

1. Hamer G. Solid waste treatment and disposal: effects on public health and environmental safety, *Biotechnol Adv.*, 2003; 22(1-2): 71-9.
2. Jonidi Jafari A., PhD. Control and analysis of harmful emissions from combustion process, Thesis, Brunel university, London, 2000
3. Garvin ML. Medical waste management, The problem and solutions in Charney W., in: Charney W. editor, *Hand book of modern hospital safety*. Boca Raton. Lewis publisher, 1999.
4. عمویی عبدالایمان، اضغر نیا حسینعلی، گودرزی جواد، صالحی احمد، امجدی امین، تعیین نوع و مقدار مواد زاید جامد در بیمارستان‌های وابسته به دانشگاه علوم پزشکی بابل ۸۱-۸۰، هفتمین همایش ملی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شهر کرد، ۲۶-۲۴ شهریور ۱۳۸۳.
5. جهاننداری معصومه، علیپور ولی، ززولی محمد علی، بررسی وضعیت جمع‌آوری و دفع مواد زائد بیمارستانی بندعباس در سال ۱۳۸۲، هفتمین همایش ملی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شهر کرد، ۲۶-۲۴ شهریور ۱۳۸۳.
6. Anyinam C. Managing biomedical waste in Ontario: a regional approach, *Journal of Hosp. Top.*, 1994; 72(1): 22.
7. Weir E, Hospitals and the environment, *Candaian medical association*, 2002; 3: 160.
8. Sibbald B. Crack down on hospital incinerator emissions coming soon, *Canadian Medical Association Journal*, 2001; 164(4): 533.
9. Vahter M, Berglund M, Akesson A, Liden C. Metals and women's health, *Journal of Environ. Res.*, 2002; 88 (3): 145.
۱۰. ثنائی غلامحسین، سم شناسی صنعتی جلد اول، دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.
11. Moszczynski P, Lisiewicz J. Hematological indices of peripheral blood in workers occupationally exposed to benzene, toluene and xylene, *Journal of Zentralbl Bakteriolog. Microbiol. Hyg.* 1983; 178(4): 329.
12. Borm PJ. Particles toxicology from mining to non technology, *Journal of Inhal. Toxicol*, 2002; 14(3): 311.
13. Junk G. A and Olie. *Medical waste management* Backhuy pulisher, 1980: 40.
14. Loge, J. P. Methods of Air sampling and Analysis third Edition, chelsea: lewis publishers, 1989: 195.
15. Ibanez R, Andres A, Viguri JR, Ortiz I, Irabien JA. Characterisation and management of incinerator wastes, *J. Hazard mater.*, 2000; 79(3): 215.
۱۶. راهنمای فنی دفع مواد زائد، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۸.

17. Jin Y, Yan J, Chi Y, Li X, Ma Z, Jiang X, Ni M, Kefa C. Combustion characteristics of municipal solid wastes in China, *Huan Jing Ke Xue* , 2002; 23(3): 107.
18. Chen SJ, Hsieh LT, Chiu SC. Emission of polycyclic aromatic hydrocarbons from animal carcass incinerators, *Sci. Total environ.*, 2003; 313(1-3): 61.
19. Houghton John, Royal commission on Environmental pollution. *17 th Report incineration of waste*, 1996: 20.
20. Hester R.E Harrison R.M. *Waste incineration and environmental publisher C R C press. LLC*, 1994: 27.