

کنترل گاز و مواد معلق در دستگاههای زباله سوز بیمارستانی

* دکتر قاسمعلی عمرانی



۱- مدیریت و نگهداری دستگاههای زباله سوز
دستگاههای زباله سوز به دلیل ایجاد
دود و گاز نقش عمده ای در آلودگی هوا
دارند. کنترل این آلودگی در صورتی
عملی خواهد بود که نحوه مدیریت نابود
کردن یا سوزاندن زباله به طریقی باشد که
دستگاه به خوبی کار نموده و خطری برای
سلامتی افراد جامعه بوجود نیآورد. از
آنجائی که روش سوزاندن بهترین طریق دفع
مواد زائد عفونی بیمارستانی است، روزبه
روز بر تعداد این دستگاهها افزوده شده
ولازم است تا اقدامات موثری در مدیریت،
برنامه ریزی و بهبود کار آنها به عمل آید.
بدین ترتیب استاندارد نمودن ساخت و نحوه

اسقاط شده در گوشه و کنار بیمارستانها جلوه گر
است حاکی از عدم يك برنامه ریزی دقیق و
نقیصه های فنی خاص است. علیهذا جهت بهبود
این وضعیت سعی شده است تا در این مقاله
شمه ای از مشکلات نگهداری و تعمیر دستگاهها،
با توجه به عدم مدیریت مورد بحث قرار گیرد.
عندالزوم به توضیح مواردی چند از تجهیزات فنی
خاص که می توان به سادگی در سر راه دودکش این
گونه دستگاهها قرار داده و به کنترل دود، گاز و
مواد معلق تولیدی پرداخت، مبادرت می گردد.
قدرت تصفیه این تجهیزات بستنه به سیستم
تکنولوژی و کارائی آنها از ۸۵ تا ۹۵ درصد
برآورد گردیده و می تواند بعد از يك تجزیه عملی
با توجه به نوع و اختصاصات زباله های ایرانی
الگوسازی شود. توجه به میزان گازهای خروجی از
دودکش و مقایسه آن با استانداردهای خاص که
جهت کنترل دستگاههای زباله سوز وجود دارد،
مزید این است که در بسیاری از موارد در بازه
جداسازی ۹۹/۵ - ۹۹ درصد جهت حذف مواد
معلق و ۹۵ درصد جهت حذف HCL می تواند
باشد، که تا حدود زیادی با بکارگیری این تجهیزات
امکان پذیر است.

واژه های کلیدی: زباله های بیمارستانی،
زباله سوزها، آلودگی هوا.

چکیده

زباله های بیمارستانی با توجه به ترکیبات
عفونی و آلودگی های واژنی که دربر دارند معمولاً
توسط دستگاههای زباله سوز بیمارستانی منهدم
می گردند. این دستگاهها باید براساس میزان، نوع و
ترکیبات مشخص زباله طراحی شده و به طریقی
مورد استفاده قرار گیرند، که مواد منتشر شده از
دودکش آنها از حد استانداردهای آلودگی هوای
منطقه تجاوز ننمایند. بکارگیری افراد مطلع و
علاقمند برای کار با دستگاه با توجه به رسیدگی
دائم و کنترل جنبه های فنی و نیز ایجاد قهیدات
لازم برای تصفیه گازهای تولید شده از جمله
مواردی است که بایستی در صدر برنامه های
بهداشتی هر بیمارستان قرار گیرد. وجود اکثر
قریب به اتفاق دستگاههای زباله سوز بیمارستانی
که هم اکنون بلا استفاده به صورت دستگاههای
* دانشیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران



شکل شماره ۱- تلنبار زباله در کنار یکی از بیمارستانهای کشور

ظرفیت و مدت کار دستگاه دقیقاً مورد مطالعه قرار گیرد^۲. برای نیل به این هدف ابتدا زباله‌های تولید شده ۲۴ ساعته بیمارستان به صورت فیزیکی و شیمیایی تجزیه گردیده و برای عملکرد ۸ ساعت کار دستگاه در نظر گرفته می‌شود. در موارد استثنائی مثلاً هنگامی که ساختمان بیمارستان در شرف احداث است می‌توان از یک رقم کلی به طور متوسط و با توجه به تعداد تخت بیمارستانی مشابه استفاده به عمل آورد. این رقم در کشور ما برای هر تخت حدود ۳/۵ کیلوگرم در روز برآورد گردیده که قطعاً در ارتباط با فصل نمونه‌برداری، روش نمونه‌برداری و نوع بیمارستان بسیار متغیر است^۵. قابل تذکر است که میزان زباله در بیمارستانهای آموزشی و مراکز درمانی دانشگاهی به مراتب بیشتر از بیمارستانهای معمولی است. مسئله کار با دستگاههای زباله‌سوز و امر نگهداری آنها نیز از جمله مواردی است که عدم توجه به آن موجبات تولید گاز و دود را فراهم آورده و اصولاً استفاده از دستگاه را مورد سؤال قرار می‌دهد. مواظبت و نگهداری، تعمیر به موقع و احساس مسئولیت در کاربرد صحیح

دستگاه همانگونه که در دستورالعمل سازنده متذکر گردیده است کمک موثری در بهبود وضعیت کار دستگاه و در نتیجه بهداشت عمومی بیمارستان است (شکل شماره ۱). علیهذا بازرسی هفتگی، تمیز کردن و گریس کاری منظم، تخلیه خاکستر و پس مانده‌های فلزی، شیشه‌ای و یا سایر موادی که سوخته نشده‌اند از اهمیت خاصی برخوردار است. بازدید اصولی از دستگاه و نیز سرویس قسمتهای مختلف آن طبق یک برنامه مستند توسط افراد ذیصلاح و مؤسساتی که قبول ضمانت نموده‌اند از یک سو و تعمیر ساختمان محل استقرار دستگاه، مدرنیزه نمودن کوره، جراثقال و تعویض آجرهای نسوز، عایق‌بندی، مشعل‌ها و سایر قسمتهای دستگاه که با گذشت زمان فرسوده شده و از کار می‌افتند از سوی دیگر به بازدهی دستگاه و عمر سودمند آن افزوده و اقدامات صددرد صد موثری در کنترل گاز و دود دستگاه است. مهمترین نکته‌ای که بایستی در مورد تعمیر و نگهداری این دستگاهها در نظر گرفت، آموزش کارکنان و بکارگیری کارگران لایق وظیفه‌شناسی است که خود به اهمیت کار خویش آگاهی داشته و بدانند که مستقیماً موجبات بهبود و سلامتی جامعه خویش را فراهم می‌آورند. اینگونه افراد بایستی همواره از حقوق و مزایای مکفی برخوردار بوده و طبق یک برنامه مستند تحت کنترل بهداشتی خاص قرار گیرند^۵.

کار دستگاههای زباله‌سوز با توجه به معیارهای آلودگی هوا اقدام موثری است که می‌تواند راهگشای بسیاری از مجریان یا طراحان اینگونه دستگاهها باشد. بدین منظور در ابتدای امر لازمست تا نوع، میزان و جزئیات مواد متشکله زباله هر بیمارستان به خوبی مورد بررسی قرار گیرد. جدول شماره ۱ نشان دهنده انواعی چند از زباله‌های بیمارستانی است که می‌تواند به عنوان نوعی از طبقه‌بندی خاص قلمداد گردد^۲. بدیهی است تعیین ارزش حرارتی مواد زائد جامد که معمولاً از ۱۰۰۰ تا ۸۵۰۰ BTU در هر پوند برآورد می‌شود نیز بایستی با توجه به

جدول شماره ۱- طبقه‌بندی زباله‌های بیمارستانی^۲

نوع زباله	مواد متشکله
زباله‌های شبه خانگی در بیمارستان	شامل: زباله‌های مربوط به نظافت بیمارستان، بسته‌بندی مواد، زباله‌های پرسنل شاغل و خوابگاه‌های آنان
زباله‌های پاتولوژیکی (بیماری و جراحات)	شامل: بافتها، ارگانها و اعضای مختلف بدن، پنبه‌های آغشته به خون، چرک و مواد دفعی بدن همچون نمونه‌های مدفوع، ادرار و امثالهم
مواد زائد شیمیائی معمولی	شامل: جامدات، مایعات، گازها، مواد ضد عفونی، داروها و وسائل دور ریختنی اطاق عمل و امثالهم
مواد زائد شیمیائی سمی و خطرناک	شامل: فضولات سمی با pH کمتر از ۲ و بالاتر از ۱۲، داروهای اضافی و فاسد شدنی، مواد قابل احتراق و غیره
مواد زائد عفونی بیمارستانی	مواد آلوده به میکروب‌های بیماریزا در غلظت‌های بالا، پس‌مانده‌های آزمایشگاهی، و وسائل آلوده به عوامل عفونی همچون باند، دستکش تشک، روپوش، ملحفه آلوده و امثالهم
وسائل جراحی	شامل: سرنگ‌ها، شیشه‌های شکسته، اره‌ها، کارد و تیغ‌های جراحی و امثالهم
مواد زائد داروئی	شامل: پس‌مانده‌های داروئی، محصولات جانبی داروها و غیره
ظروف مستعمل تحت فشار	شامل: آتروسل‌ها، انواع گازهای بیهوشی، اسپری و امثالهم که در پاره‌ای از موارد قابل انفجار هستند.

طریق در سطح کشور و تقریباً در کلیه بیمارستانها در حدی است که اغلب دستگاههای زباله‌سوز به صورت دکور و یا یک وسیله اسقاط شده در حاشیه بیمارستانها جلوه گر است. طبق بررسی‌های انجام شده توسط سازمان بهداشت جهانی گازهای خروجی که معمولاً از دودکش زباله‌سوز در هوا منتشر می‌شود در جدول شماره ۲ خلاصه شده‌اند.^۱

علی‌الاصول، آلودگی هوا در اغلب شهرهای بزرگ جهان منجمله در کشور ما موجب گردیده است تا مؤسسات تحقیقاتی و اجرایی نسبت به ایجاد ضوابط و

حرارت گازهای تولیدی به هنگام ترك اطاقك احتراق بایستی به ۷۶۰ تا ۹۸۰ درجه سانتی‌گراد و یا کمتر نزول نماید. اضافه می‌نماید جهت استفاده از فیلتر به منظور تصفیه گازهای تولیدی، این حرارت بایستی در حدود ۲۶۰ - ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد باشد.

مشکل عمده دستگاههای زباله‌سوز بیمارستانی نقص فنی دستگاه و خروج گاز و مواد معلق از دودکش‌هاست، که عموماً در اثر احتراق ناقص یا عدم وجود فیلتر تصفیه هوا و دیگر تجهیزات مشابه بوجود می‌آید. متأسفانه آلودگیهای حاصل از این

۲. متدولوژی در کنترل آلودگی

از جمله اهداف اصلی در برنامه‌های کنترل آلودگی در دستگاههای زباله‌سوز این است که دستگاه قادر به احتراق کامل باشد. در این زمینه درجه حرارت کوره بایستی حداقل ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد، یعنی کمی بالاتر از نقطه احتراق هیدروکربورها و اکسید کردن باشد، تا احتراق کامل انجام گرفته و گاز و بوی متعفن وجود نیابد. علی‌الاصول حرارت کوره در طراحی دستگاهها از ۱۱۴۸ تا ۱۲۷۱ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود. خاطر نشان می‌سازد درجه

جدول شماره ۲. میزان گازهای خروجی ازدودکش دستگاههای زیاله سوز^۱

نوع گاز	حجم گاز
Co ₂	۶-۱۲٪
Co	۰/۱٪
O ₂	۷-۱۴٪
گرد و غبار	۲-۱۵ g/m ³
CL ⁻	به صورت HCl ۴۰۰-۲۰۰۰ mg/m ³
F ⁻	به صورت HF ۰/۵-۲ mg/m ³
No ₂ + NO	(اغلب به صورت NO) ۱۰۰-۴۰۰ mg/m ³
SO ₂ + SO ₃	(اغلب به صورت SO ₂) ۴۰۰-۱۰۰۰ mg/m ³
H ₂ O	۱۰-۱۸٪

که بخش مهمی از آئین نامه آلودگی هوای آن کشور را تشکیل می‌دهد، متذکر می‌گردد، تا حداقل به عنوان يك الگوی خاص مدنظر قرار گیرد (جدول شماره ۳) خاطر نشان می‌سازد این ضوابط همگام با پیشرفت تکنولوژی و وضعیت اقلیمی هر منطقه در حال تغییر بوده و همواره مورد تجدید نظر قرار خواهد گرفت.^۴

علی‌الاصول توجه به استانداردهای آلودگی هوا و رعایت موازین بهداشتی در کنترل آلودگی از جمله مسائلی است که بایستی در صدر هرگونه برنامه‌ریزی مدنظر قرار گیرد (جدول شماره ۴).

در هر صورت جهت پیمودن قسمت زیادی از راه و به منظور حذف، بخش عمده‌ای از گرد و غبار، مواد معلق و گازهای آلوده کننده حاصل از دستگاههای زیاله سوز بیمارستانی مبادرت به شرح کلی روشهایی می‌گردد تا از طریق کاربرد این تجهیزات ویژه و بهره‌گیری از تکنولوژی ساده و متناسب تا حدود زیادی در حل این معضل بهداشتی توفیق حاصل آید.

۲-۱. جمع‌کننده‌های مواد خشک

طرز کار این گونه جمع‌کننده‌ها، که در اصل به صورت مکانیکی و در اثر نیروی جاذبه انجام می‌گیرد بدین ترتیب است که ذرات درشت و بزرگتر از ۵۰ میکرون در محفظه ویژه‌ای که سر راه دودکش قرار می‌گیرد به سادگی ته‌نشین می‌شوند. برای انجام این کار مسلماً نیاز به

استانداردهای ویژه آلودگی هوا برای هر شهر و منطقه اقدام عاجل به عمل آورند. بدین ترتیب صاحبان صنایع و دیگر منابع آلوده کننده هوا منجمله بیمارستانها که بایستی از طریق دستگاههای زیاله سوز مبادرت به سوزاندن زیاله‌های خویش نمایند، موظف به رعایت این ضوابط بوده و ناگزیر به استفاده از فیلترهای تصفیه هوا و یا تجهیزات مشابه دیگر هستند. بدین منظور ذیلاً حد مجاز گازهای خروجی از دودکش دستگاههای زیاله سوز در ایتالیا را

جدول شماره ۳- حد مجاز مواد خروجی ازدودکش دستگاههای زیاله سوز بیمارستانی در ایتالیا^۶

گرد و غبار	mg/Nm ³
مجموع فلزات سنگین	< ۵ mg/Nm ³
سرب (Pb)	< ۳ mg/Nm ³
کادمیم (Cd)	< ۰/۱ mg/Nm ³
جیوه (Hg)	< ۰/۱ mg/Nm ³
HCl	< ۲۵ mg/Nm ³
HF	< ۵ mg/Nm ³
مجموع مواد آلی برحسب کربن	< ۵۰ mg/Nm ³

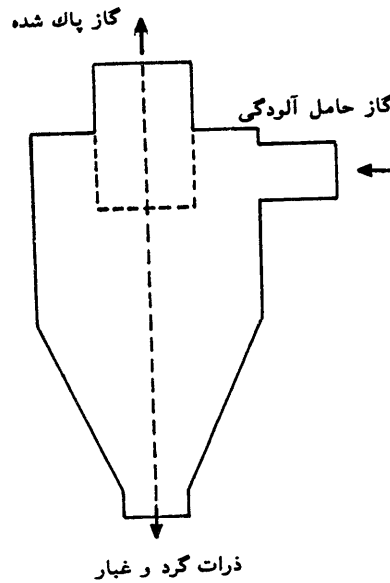
جدول شماره ۴. استاندارد آلودگی هوای آزاد طبق نظریه سازمان بهداشت جهانی W.H.O برای آلاینده‌های مهم هوا به صورت معدل سالیانه^۱

حد مجاز	مواد آلوده کننده
۴۰-۶۰ میکروگرم در m ³	انیدرید سولفور
۶۰-۹۰ میکروگرم در m ³	کل مواد معلق
۴۰-۶۰ میکروگرم در m ³	دوده
۳۰ میلی‌گرم در m ³ (یک ساعته)	منواکسید کربن
۴۰۰ میکروگرم در m ³ (یک ساعته)	دی‌اکسید ازت

صرف زمان بیشتری است که بایستی در طراحی دستگاههای زیاله سوز مورد توجه واقع شود.

۲.۲. جداکننده های سیکلونی Cyclon Separator

این نوع جداکننده ها ذرات بزرگتر از ۲۰ میکرون را جمع آوری نموده و براساس استفاده از نیروی گریز از مرکز طراحی گردیده اند. در صورتی که این دستگاه برای ذرات کمتر از ۲۰ میکرون مورد استفاده قرارگیرد دارای بازده کمتری خواهد بود. شکل شماره (۲) نشان دهنده نوعی سیکلون است که برای جمع آوری ذرات معلق مورد استفاده قرار می گیرد.



شکل شماره ۲- نمای یک سیکلون جمع کننده مواد معلق

۲.۳. فیلترهای تصفیه Cline Filter

اینگونه فیلترها عموماً برای ذراتی که قطر آنها کمتر از یک میکرون است بسیار متناسب و دارای بازده های خوبی هستند. این فیلترها عموماً دارای بسترهای متخلخلی هستند که در آنها گازهای تولیدی به دودکش هدایت شده و پس از عبور از مجراهای پرپیچ و خم ناگزیر در بستر فیلتر باقی می مانند.

۲.۴. رسوب دهنده های الکترواستاتیکی Electro Static Precipitator

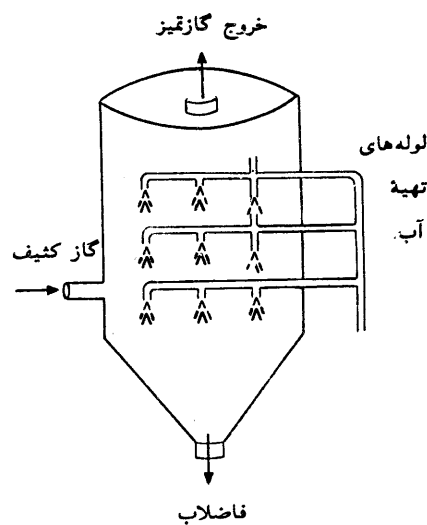
این نوع رسوب دهنده ها تا حدود ۹۹ درصد قادر به جداسازی و تصفیه گازها در دستگاههای زیاله سوز می باشند

که با بازده بسیار بالا مورد توجه قرار گرفته اند. به نظر می رسد تدوین یک برنامه ریزی اساسی در زمینه تهیه این نوع فیلترها در داخل کشور می تواند بسیاری از نقیصه های دستگاههای زیاله سوز فعلی را برطرف نموده و گام مهمی در جهت عدم وابستگی به حساب آید.

۲.۵. جمع کننده های تر، یا مرطوب Wet Collector

جمع کننده های تر تجهیزاتی هستند که جهت جداسازی ذرات معلق و گازهای تولیدی در دستگاه زیاله سوز مورد استفاده قرار می گیرند. قابل تذکر است که جداسازی HCL و CL و گرد و غبار خروجی از دودکش توسط این جمع کننده ها به بهترین وجه انجام می گیرد.

ساده ترین جمع کننده تر برج آبپاش (Tower Spray) است که توسط عمل آب پاشی با فشار قوی نخست مبادرت به سرد نمودن گازهای خروجی از دودکش می نماید و سپس ذرات معلق و گازهای آلوده را به صورت محلول در آورده و وارد شبکه فاضلاب می نماید (شکل شماره ۳). قابل ذکر است که بازدهی اقتصادی این روش عموماً برای ذرات کوچک چندان زیاد نبوده و در اصل به عنوان نوعی خشک کننده گاز و جداکننده مقدماتی مورد استفاده قرار می گیرد.

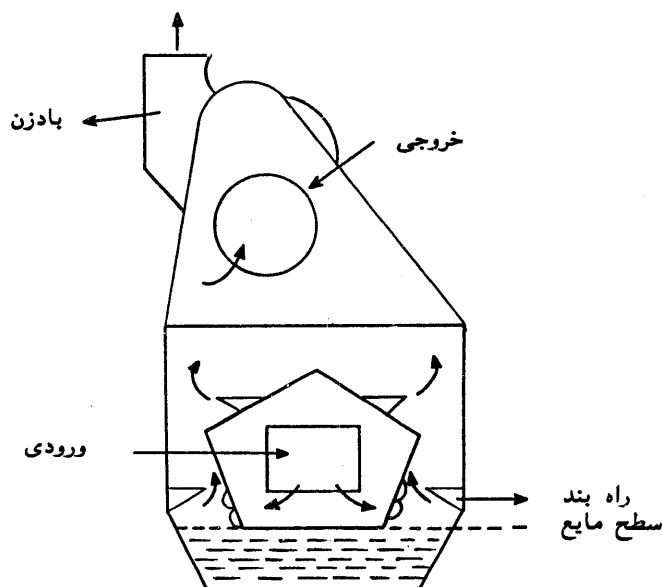


شکل شماره ۳- نمای یک جمع کننده مرطوب

منابع

۱- مقدمه‌ای بر مدیریت زباله در بیمارستانها و مراکز بهداشتی نشریه شماره ۲۱۴۳ دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی ۱۳۷۴.

- 2- Michael. J.Suess. (1985), Solid waste management selected topics. W.H.O.
- 3- Seymour.S.Block.(1991), Inpections medical wastes treatment and sanitary disposal. Chapter 42 of disinfection - Slerilization and Preservation 4th edition. Lea and Fibiger.
- 4- Report on W.H.O. meating management of waste from Hospitals (1985).
- 5- Reinhardt P.A. and oiordon J.G. (1991), Treatment considerations and opitions in infection and Medical waste mangement boca Raton. Ftlewis publishing Inc. PP. 67-68.
- 6- Sipsa. Ecologica. Sipec-10. Moloile Inceneration Unit. Technical specifictions catalogue. June. (1990).



شکل شماره ۴- نمای یک اسکرابر

سیکلونها	بیش از ۸۵٪	۲.۶ اسکرابرها
رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی	۹۹٪	Scrubbers
جمع کننده‌های تر	۹۰ تا ۹۵٪	در این نوع جمع کننده‌ها گازها با حجم زیاد و سرعت کافی جداسازی می‌شوند شکل شماره (۴) خاطر نشان می‌سازد که اجزاء ساختمانی این نوع جمع کننده‌ها در عمل به علت وفور آب و حالت اسیدیته‌ای که در آن وجود دارد خورده می‌شوند و لذا صحیح تر آن خواهد بود که به هنگام طراحی در ساختمان دستگاه تمهیدات لازم در جهت حفاظت از خوردگی به عمل آید. علی‌الاصول و در مقام مقایسه طی یک بررسی، بازده انواع مختلف جداکننده‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است که خلاصه نتایج به شرح زیر ارائه می‌گردد.
فاضلاب حاصل از دستگاههای زباله سوز که در نتیجه شستشوی محل دستگاه و یا تصفیه ذرات معلق و گازها به وجود می‌آید حاوی مقدار زیادی So_4-Hcl و Co_2-So_3 و No می‌باشد که عموماً دارای خاصیت اسیدی بوده و خطرات بالقوه‌ای برای آبهای پذیرنده و در اصل بهداشت محیط ایجاد می‌نمایند. بنابراین فاضلاب دستگاه زباله سوز قبل از دفع بایستی طبق دستورالعمل‌های ویژه بهداشتی خنثی سازی شوند. نوعی از این گونه عملیات، قلیائی نمودن فاضلاب از طریق استفاده از آب آهک است که pH فاضلاب حاصل را در حد متناسبی تقلیل می‌دهد.	بیش از ۹۹٪	فیلترهای تصفیه ایافی