آلودگی محیط‌زیست ناشی از سوزاندن زباله

از: حسین شکوهمند*

یکی از روشهای موءثر دفع مواد زائد، از طریق سوزاندن زباله در زباله سوزها است. سوخت مورد استفاده‌در زباله سوزها، همان مواد زائد خانگی است که متشکل از مواد مختلفی است که ترکیب فیزیکی و شیمیایی آنها متغیر است. معمولا" زباله خانگی از باقیمانده مواد غذائی، کاغذ و مقوا، چرم و پارچه، لاستیک، پلاستیک شیشه فلزات و خاکروبه‌تشکیل شده است، و در حالت کلی ۷۵ درصد ازاین مواد قابل سوختن است.

حاصل احتراق زباله متنوع بوده و نوع و مقدار آن بستگی به عواملی چند از قبیل جنس شیمیایی، ترکیبات آن، اختلاط سوخت و هوا، نحوهٔ عملکرد دستگاه احتراقی، شکل و مشخصات اطاق احتراق دارد. در بیشتر سیستمهای زباله سوز، حاصل احتراق عمدتا" از بخار آب دی اکسید کربن، منواکسید کربن، هیدروکربورهای نسوخته، اکسیدهای ازت، اکسید گوگرد و ذرات معلق (دود و خاکستر و.....) تشکیل شده واین مواد وقتی واردهواشوندمساله‌آلودگی هوا رابوجود خواهند آورد.

سوزاندن زباله علاوه بر مواد یاد شده در بالا باعث تولید اسید کلریدریک و بنزوپیرین میگردد. غلظت آلاینده‌ها در گازهای خروجی دودکش و نیز مقداروزنی مواد که بهوا وارد میشود باید مرتبا" اندازه گیری شده و در صورت تجاوز از حد قابل قبول (استانداردها) بمنظور حفظ محیط‌زیست باید

* استادیار دانشکده فنی
محیط شناسی

کنترل گردد . مقدار آلاینده ها همانطوریکه بحث شد بستگی به عوامل متعددی ازجمله طرح اولیه زباله سوز (نحوه اختلاط هوا و زباله ، مقدارهوا نسبت بجرم سوخت ورودی ، حداکثر درجه حرارت زباله سوزو . . . . .)و نحوه رهبری‌زباله سوزدارد و از اینرو از یک زباله سوز تا زباله سوز دیگر متفاوت میباشد ، ولی میتوان گفت که در اثر سوزاندن یک تن زباله بطور متوسط بین ۱۲ تا ۲۰ کیلوگرم ذرات معلق و مجموعا " ۳ کیلوگرم[۱] اکسیدهای ازت وگوگردتولید و بهواوارد میشود . در جدول (۱) مقدار متوسط آلاینده ها در یک زباله سوزشهری بدون‌دستگاه کنترل آلودگی هوا ونیزمجهز به دستگاههای کنترل‌درج شده است . غلظت آلاینده های گازی دردودکش عبارتند از اکسیدهای ازت بین ۵۰ تا ۱۰۰ جزء در میلیون (PPm)واکسید گوگرد بین ۵۰ تا ۱۳۰ جزء در میلیون واسید کلریدریک در حدود ۵۰۰ جزء در میلیون . خاکستر بیشتر از اکسیدفلزاتی نظیر آلومینیم ، سیلیس، آهن و کلسیم تشکیل شده است . وجود اسید کلریدریک باعث اسیدی شدن گازهای خروجی و بالنتیجه خورندگی میگردد و بطور کلی ۶۰ تا ۶۵ درصد کلر موجود در زباله ورودی به‌زباله سوز بصورت اسید کلریدریک درمیآید . میتوان گفت که نصف کلر موجود درزباله‌در مواد پلاستیکی نظیر پلی واینیل کلراید(PVC)یافت میشود . درتجزیه شیمیائی گازهای خروجی دودکش، نشانه ای‌از کلروبافوسژن Phosgen ($CoCl_2$) بدست نیامده است . با آنکه مقدار پلاستیک در زباله‌شهری در حدود ۲ درصد میباشد با این حال بعلت تولید اسید کلریدریک مساله مهمی را بوجود آورده است که بعدا " بیشتر توضیح داده میشود .[۲]

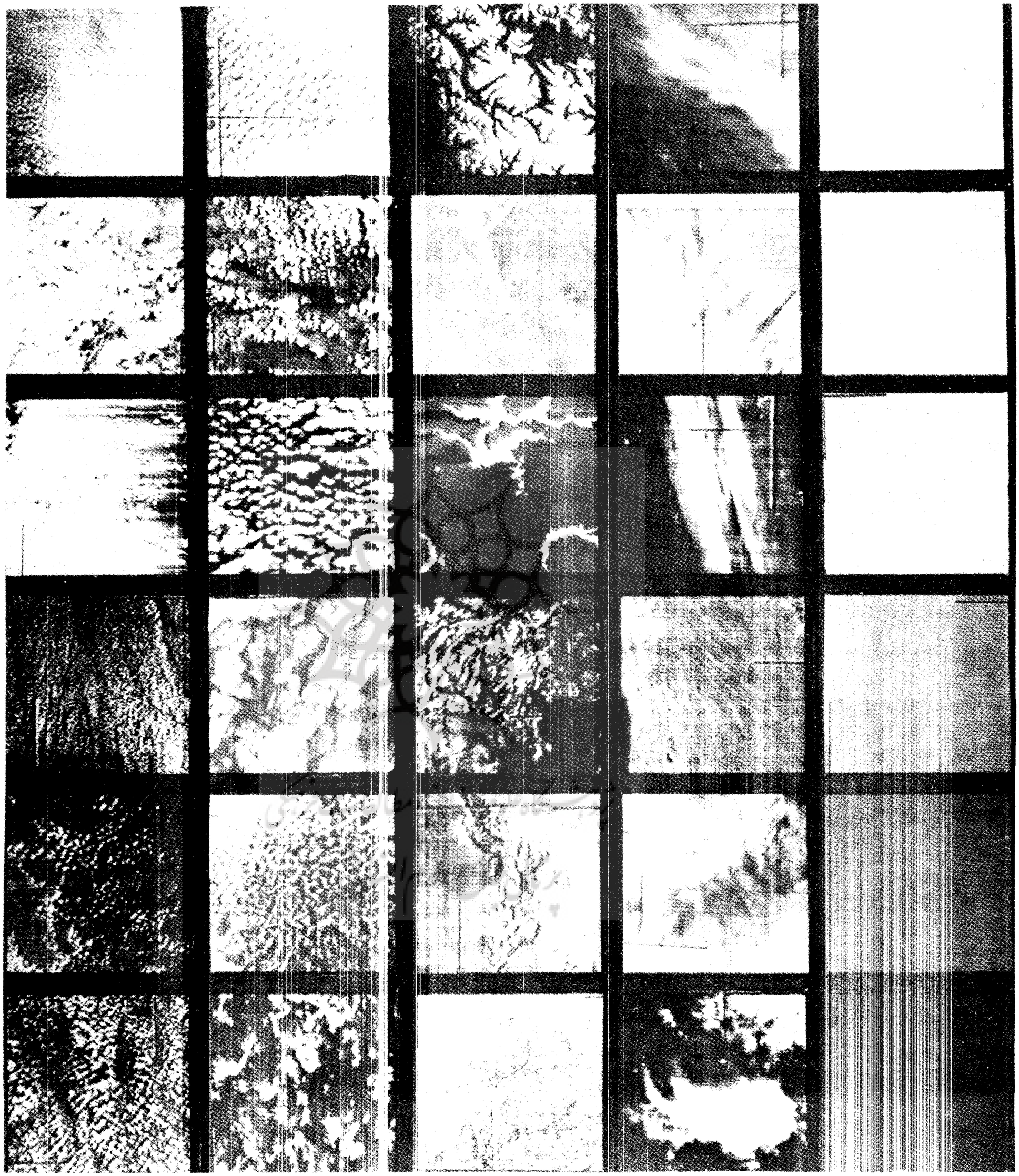
پژوهش های علمی که توسط صنایع پلاستیک سازی‌در این خصوص بعمل‌آمده نشان میدهدکه با افزایش مقدارپلاستیک[۱]،[۳] در زباله از ۲ درصد به ۴ درصد ، (افزایش PVC) ، مقدارگاز در دودکش به حدود ۲۰۰۰ جزء در میلیون میرسد که البته در این غلظت‌زیاد ، مساله آلودگی‌هوا واقعا " بطور جدی مطرح میگردد .

برای اینکه بتوان‌مساله آلودگی هواناشی از سوزاندن زباله را با سایر منابع آلودگی هوادرشهر تهران مقایسه کرد ، با فرض سوزاندن ۲۵۰۰ تن زباله در روز و استفاده از ارقام جدول (۱) مقدار آلاینده ها که روزانه بهوای شهر وارد میشود محاسبه و همراه با سایر منابع در جدول (۲) آمده است .

همانطوریکه در این جدول دیده میشود ،از سایر آلودگی های هوا جمعا " روزانه ۳۸/۵ تن ذرات معلق (دود و خاکستر) بهوا اضافه میگردد و در صورت سوزاندن تمام زباله شهری‌در زباله سوزهای مجهز به دستگاه غبار گیرنده ، مقدار ذرات معلق به ۵۷/۵ تن در روز میرسد که افزایش ۵۰ درصدرا نشان میدهد . از آنجائیکه ذرات معلق از نقطه نظر بهداشتی بدترین نوع آلاینده در هوای شهر تهران محسوب میگردد بخوبی دیده میشود که سوزاندن زباله بدون در نظر گرفتن جوانب مساله آلودگی هوا اقدام عجولانه ای محسوب‌میگردد .

ذرات معلق که بهمراه گازها از دودکش خارج میشوند بیشتر شامل خاکستر ، غبار ، دود و گاهی اوقات کاغذ و سایر موادنیمه سوخته میباشد . اندازه این‌ذرات از ۵تا ۱۲۰ میکرون میباشد و همانطوریکه قبلا " بحث‌شد ازنقطه نظر جنس شیمیائی ، این ذرات بیشتر متشکل‌از مواد معدنی مانند اکسید فلزات مختلف میباشد .

علاوه بر مساله آلودگی هوا درراهبری زباله سوزها برای خنک‌کردن ضایعات جامد نیمه سوخته شده از آب‌استفاده



میشود که دفع آن باعث آلودگی منابع آب میگردد . مقدارآب مصرفی متفاوت بوده و از ۴ تا ۸ متر مکعب بازاء هر تن زباله تخمین زده میشود .

البته با استفاده از مدارهای بسته میتوان مقدار آب مصرفی‌را تا حد ۸۰ درصد کاهش داد . در اغلب زباله سوزها ، آب مصرفی و آلوده شده وارد فاضلاب شهری میشود . مقدار ذرات‌معلق تولیده شده در اثر سوزاندن زباله ها بدو عامل بستگی دارد :

الف : جنس فیزیکی و شیمیائی زباله و ترکیبات آن .

ب : طرح اولیه زباله سوز و نحوه راهبری‌آن .

بهر حال با توجه به اینکه عوامل فوق متغیر بوده و کنترل آن دارای محدودیت است ، برای‌جلوگیری از آلودگی هوا معمولا" رسم براینست که آلاینده ها را پس از ایجاد دراطاق‌احتراق در مسیر خروجی ، توسط دستگاهاجذب و یا جمع آوری گردد تا از وارد شدن آنها به هوا جلوگیری شود . برای کنترل ذرات معلق روشهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته است که انتخاب روش بستگی به قطر ذرات وجنس آنها دارد . برای ذرات درشت و بزرگتر از ۵۰ میکرون ازاطاق ته نشینی که طرز کار آن رسوب ذرات‌در اثر قوه ثقل آنها است استفاده میشود . بازده جمع آوری ذرات برای‌این دستگاه کم‌و حدود ۴۰درصد میباشد . برای کنترل ذرات بین ۵ تا ۳۵میکرون از سیکلونها و یا دستگاههای شستشو استفاده میشود .

یک سیکلون تشکیل شده استازیک قسمت فوقانی استوانه ای و یک قسمت تحتانی مخروطی شکل که هوای کثیف شامل ذرات معلق بطور مماسی و یا محوری‌وارد آن‌میشود ودر اثر حرکت پیچی هوا ، ذرات تحت تاثیر نیروی گریز از مرکز از هوا جدا و به قسمت تحتانی مخروطی شکل استفاده و سپس جمع آوری میگردد . بازده در این نوع دستگاهها بین ۷۰ تا ۸۰ درصد میباشد . دردستگاههای شستشو آب بداخل گازهای خروجی از کوره پاشیده میشود و بدینوسیله ذرات از گاز جدا میشود .بازده این نوع دستگاههای کنترل تا ۹۵ درصدمیرسد . برای‌ذرات بسیار ریز و در حدود یک میکرون ، از روش رسوب بطریقه الکترواستاتیک استفاده میشودکه در این‌نوع دستگاهها ذرات پس از باردارشدن در صفحات بابار مخالف جذب و سپس جمع آوری میشوند . بازده جمع آوری ذرات بطریق رسوب الکتریکی بسیار زیاد و بیشاز ۹۹ درصد میباشد . البته علاوه بر قطر ذرات و جنس‌آنها ، انتخاب دستگاه بعوامل اقتصادی و فنی دیگری بستگی دارد . دستگاه رسوب الکتریکی و شستشو از سیکلونها واطاق های ته نشینی بمراتب گرانتر میباشد و راهبری آن مستلزم مخارج بیشتری میباشد . اغلب زباله سوزها درکشور های صنعتی برای حفاظت محیط زیست و مراعات استانداردهای موجود درمورد غلظت مجاز ذرات‌معلق در دودکش مجهز به دستگاههای رسوب الکترواستاتیکی میباشند .

درمورد آلاینده های گازی مانند اکسیدهای ازت و گوگرد بطورخلاصه باید بیان کرد که چون مقدارتولید شده در اطاق احتراق بازاء هر تن زباله کمتر از مقدار تولید شده بازاء هر تن سوخت فسیلی میباشد ، ازاینرو مساله آلودگی هوا در این خصوص جدی نمیباشد .مقدارگوگرد در زباله شهری‌آلودگی داردولی‌کمتراز ۱ درصدجرمی‌است ،درحالیکه‌درنفت‌کوره‌ویا گازوئیل مقدار آن ممکنست تا ۲ درصد برسد . در ضمن قسمت اعظم گوگرد همراه با خاکستر قابل جمع آوری در دستگاه‌های کنترل ذرات معلق است و مقدار کمتری از آن بصورت گاز از دودکش بهوا وارد میگردد . البته در کشورهای صنعتی مقدار

مجاز این آلاینده ها در دودکش و نیز در هوای شهر تعیین شده است که اصطلاحا "آنها را استاندارد آلودگی هوامینامیم . متاسفانه درایران بدلیل عدم‌توجه کامل به حفظ محیط زیست ، بجز در مورد وسایل نقلیه ، هنوزچنین استانداردهائی تهیه نشده است .

بطورخلاصه علاوه برذرات معلق ، آلاینده های ناشی از سوزاندن پلاستیکها بطور جدی محیط زیست را تهدید میکند .اهمیت مساءله پلاستیکهاروز بروزبا افزایش مواد مصرفی پلاستیکی ، در زباله شهری بیشتر مشهود است . مقدار مواد پلاستیکی فعلادر شهرهای اروپائی بین ۲ تا ۴ درصد کل زباله است . در توکیو بر روی زباله جمع آوری شده از ۲۳ منطقه شهر مطالعاتی درمورد گازهای‌خروجی از زباله سوزها و نیزمطالعاتی درباره آلودگی آب مصرفی در زباله سوزها انجام گرفته است [۵] . نتایج این مطالعات نشان میدهد که فاضلاب زباله سوزها محتوی Cd به‌میزانی‌است‌که‌ازحدمجاز۰/۰۹۵ متجاوزاست .در نیروگاه زباله سوز ادوگاوا Edogawa این مقدار ۰/۵۹ و برای نیروگاه ستایاگا Setagaya ۰/۳۸ و برای نیروگاه چیتوز Chitose ۰/۲۱ بوده است .مقدارسرب موجود در فاضلاب نیروگاه زباله سوزکیتا Kita ۱/۳۴ PPm است‌که از حد مقدار استاندارد یعنی ۱ بیشتراست .

در مورد گازهای خروجی مطالعات انجام شده نتایج زیر را بهمراه داشته است :

ذرات گرد و غبار gr/m^3 : ۰/۱۲ -- ۰/۰۶

اکسیدهای گوگرد SO_x ۳۴ ــ ۱۰ PPm

اکسیدهای‌ازت NO_x ۲۰۷ــ ۱۱۴ PPm

برای اسید کلریدریک HCl، اطلاعات کاملی برای تمامی زباله سوزها داده نشده است ولی دریک‌مورد آزمایش در ماه فوریه ۱۹۷۳ برای نیروگاه چیتوز مقدار HCl بطور متوسط ۸۲۰ PPm بوده است . بطوریکه ملاحظه میشود وجود فلزات سنگین درآب مصرفی زباله سوز مربوط به وجود فلزات مختلف در زباله، است و همچنین مقادیر زیادی از گازهای خطرناک از قبیل HCl عمدتا " مربوط به مقدار پلاستیک موجود درآنست [۵] .

هرچند وجود پلاستیک ارزش حرارتی زباله راافزایش میدهد ، لیکن باید توجه داشت‌که افزایش پلاستیک باعث ایجاد درجه حرارتهای بالا در داخل کوره‌زباله سوز از یک سو و از سوی‌دیگر باعث افزایش مقدار NO_x خواهد گردید . لازم بتذکر است که برای کاهش جدی مقدار NO_x لازم است‌که‌دمای احتراق در داخل زباله سوز بین ۹۰۰ــ ۷۵۰ درجه سانتیگراد باقی بماند .

از اینرو درژاپن در سال ۱۹۷۰ پیشنهاد گردید که زباله بصورت جدا شده جمع آوری گردد ، بدین ترتیب که مقادیر قابل سوخت زباله و قسمتهای غیر قابل سوخت و یا نامناسب برای سوزاندن (فلزات ــ لاستیک و پلاستیک) بطور جداگانه‌جمع آوری گردد . مقدار کل پلاستیک جدا شده از زباله معمولی در سال ۱۹۷۳ به ۵/۲ درصد ودرسال ۱۹۷۴ به ۴/۵ درصدوزنی کل زباله رسیده است .

تاءثیر جدا سازی :

جدا ساختن قسمتهای نامناسب زباله اثرات زیر را خواهد داشت :

الف :کاهش مقدار پلاستیک در زباله مصرفی زباله سوز باعث کاهش PVC است که به‌میزان ۲۰ تا ۲۵ درصد در پلاستیک موجود است . بعلاوه جداسازی پلاستیک کمک موءثری به کنترل HCl هم خواهد نمود . اندازه گیریها در ژاپن در

سال ۱۹۷۴ نشان میدهد که وقتی زباله سوزها با زباله مناسب و قابل سوخت کار کنند مقدار HCl به PPm ۴۷۷ کاهش خواهد یافت .

ب : خوردگی قطعات مختلف بستر احتراق ناشی از کم خواهد شد .

ج : از بسته شدن و بند آمدن منفذهای نفوذ هوا در بستر احتراق جلوگیری خواهد شد .

اثرات کاهش مقدار پلاستیک در زباله :

کاهش مقدار پلاستیک در زباله ، ارزش حرارتی زباله را کاسته و درحدی معادل KJ/Kg (۵۶۰۰ ـ ۴۷۰۰) که معادل KCal/Kg (۱۳۳۹ـ ۱۱۲۴) نگه خواهد داشت . این نتایج مربوط به زباله شهرتوکیو است . بدین ترتیب ملاحظه شده است که دمای احتراق در داخل کوره در حد مناسبی نگهداشته شده است و از سوی دیگر تولید NO_x کاهش یافته است .

تاءثیر جدا سازی در آلودگی آب مصرفی دستگاه زباله سوز :

از آنجا که کیفیت آب خروجی از زباله سوزها معمولا" ثابت نیست از اینرو اثرات جداسازی زباله دراین مورد مستقیما" قابل مشاهده نیست ولی با جداسازی آزمایش نشان میدهد که رویهمرفته میزان فلزات سنگین نظیر کادمیم و روی به $\frac{1}{10}$ ومیزان Pb به $\frac{1}{5}$ مقدار استاندارد کاهش مییابد .

سرب جمع آوری زباله جدا شده ودفن بهداشتی آن و نیز سوزاندن زباله جدا شده کمک موءثری به مدیریت جمع آوری زباله خواهد نمود زیرا هدف اصلی از سوزاندن زباله دفع آن است بدون اینکه محیط زیست را در حد خطرناکی آلوده سازد .

در بحث فوق تاءکید بر روی وضعیت زباله و نتایج اندازه گیریهای مربوطه ونیز میزان آلودگی ناشی از آن در ژاپن بوده است ، این مطلب با توجه به کیفیت مشابه زباله در تهران و توکیو بویژه از نظر درصد مواد غذائی بالا قابل توجه است .

میتوان چنین نتیجه گرفت که قبل از سوزاندن زباله لازم است به امر جمع آوری و در صورت امکان به بررسی مسئله جداسازی آن در منازل توجه کامل مبذول گردد . اگرچه سازندگان زباله سوزهای شهری فعلا" سعی دارند که مسئله خطرات ناشی از سوزاندن زباله راکم اهمیت جلوه دهند لیکن حقیقت مسلم اینستکه خطرات ناشی از آلاینده های حاصله از سوزاندن زباله باید بدقت مورد مطالعه قرار گیرد .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

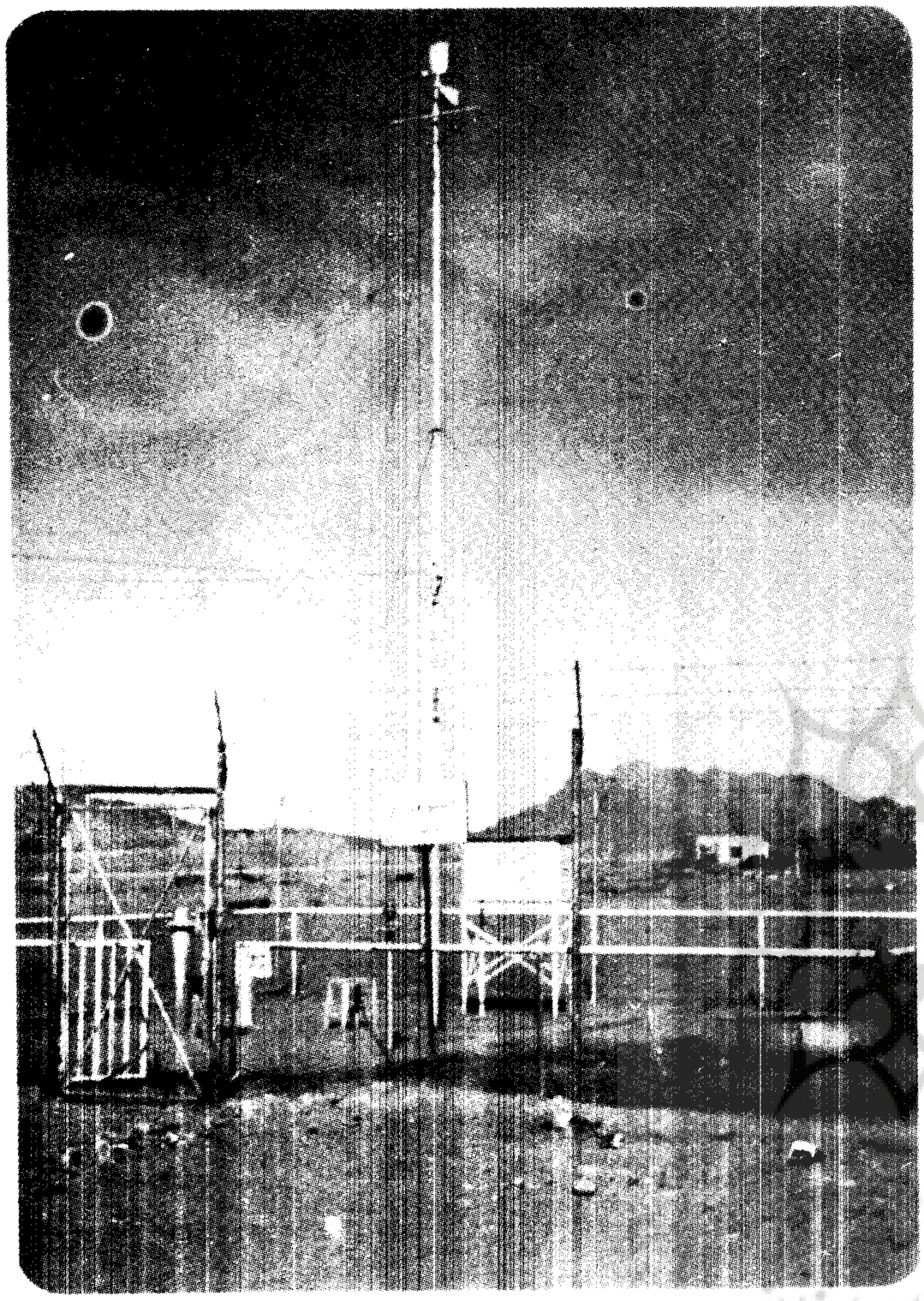
جدول (۱) ــ مقدار آلاینده ها در زباله سوزشهری، برحسب کیلوگرم بازاء هر تن زباله آلاینده ها

	منواکسید کربن	هیدروکربوهای نسوخته	اکسیدهای ازت	اکسید گوگرد	ذارت معلق
زباله سوز بدون دستگاه کنترل	۱۷/۵	۰/۷۵	۱/۵	۱/۲۵	۱۵
مجهز به دستگاه کنترل برای ذرات معلق	۱۷/۵	۰/۷۵	۱/۵	۱/۲۵	۷

جدول (۲) ــ مقدار آلاینده ها از منابع مختلف آلودگی در شهر تهران برحسب تن در روز

منبع آلودگی	منواکسید کربن	هیدروکربورهای نسوخته	اکسیدهای ازت	اکسید گوگرد	ذرات معلق
وسایل نقلیه بنزینی	۲۷۰۰	۲۶۰	۳۰	۷	۱۳/۵
وسایل نقلیه دیزلی	۴۰	۶/۵	۶۵	۲۴	۲/۵
صنایع و منابع خانگی وتجاری	۷	۳/۵	۶۸	۲۵۰	۲۲/۵
سوزاندن زباله	۴۳	۱/۸	۳/۶	۳/۵	۱۹
جمع	۲۷۹۰	۲۷۱/۸	۱۶۶/۶	۲۸۴/۵	۵۷

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



منظره عمومی ایستگاه کلیماتولوژی چغـــارت
وابسته به ذوب آهن ایران واقع در ۱۲۵ کیلومتری شرق یـــزد

Refrences:

1: H. Chokouhm and,M.S.Massoudi,Z.Nejat, A. Ostad hosseini, J.Shayegan,"An Investigation on Tehran Municipal Solid East with the view of Electricity Generation, Reg. J. Energy, Heat, Mass Transfer, Vol 2 No4, 1980.

2: Kaiser,E.R. and A.A. Carotti,"A report to the Society of the Platic in dustry (SPi) June 1971.

3: E.Boettner et al.(J.of Poly mer Science, 13, 1969).

4: Baum & Parker "Solid waste Disposal, Vol 1. ann arbor Science Publishers, 1973.

5: M.Shiga, Paper Presented in "First Conference on Concersion of Refuse to Energy. PP 61-67. (Nov 1975).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

کتابخانه مرکز هماهنگی مطالعات محیط زیست