برآورد پتانسیل تولید RDF از پسماندهای بازکنی شده در مکانهای دفن ایران

سید امیر ناصر هراتی،
دانشجوی دکترای عمران- محیط زیست،
دانشگاه خواجه نصیر الدین توسی *
رضا عبداله زاده،
کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه تهران**
رضا جلوس جمشیدی،
کارشناسی ارشد محیط زیست،
دانشگاه صنعتی اصفهان***

چکیده

با توجه به اینکه حفظ منابع طبیعی و محیط زیست از دغدغه‌های اصلی کشورهای پیشرفته و در حال توسعه می باشد. لذا حفظ خاک و جلوگیری از آلودگی آن بوسیله پسماند شهری در دستور کار تمامی نهادهای زیست محیطی قرار دارد. در این راستا بازکنی و احیاء مراکز دفن قدیمی پسماند یکی از راههای اصولی حفظ منابع بوده و نقش تعیین کننده‌ای در کاهش انتشار شیرابه و گازهای گلخانه ای دارد. از طرف دیگر پسماند بدست آمده خود دارای موارد و مشکلات خاصی است که در این مطالعه سعی بر آن شده تا پس از بررسی گزینه های مختلف دفع، گزینه تبدیل پسماند بازکنی شده به سوخت جایگزین (RDF) بطور کامل مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. در پایان نیز با ارائه چرخه پیشنهادی تولید RDF برای ایران، نتایج بدست آمده با سایر نقاط جهان مقایسه شده است.

واژگان کلیدی:

بازکنی، کهریزک، Landfill، Reclamation، RDF

۱ - مقدمه

دفع زباله های شهری تهران با توجه به رشد روز افزون جمعیت آن طی دو دهه گذشته به مشکلی بزرگ تبدیل شده است. از آنجا که زیر بنای موجود، برای این میزان از رشد جمعیت برنامه ریزی نشده ظرفیت مراکز دفن زباله به پایان رسیده است ، از سوی دیگر به دلیل تهدید منابع محدود آبهای زیر زمینی شهر تهران که به واسطه دفع فاضلاب آبهای مصرفی و صنعتی در معرض خطر قرار دارند، دفن زباله از هر زمان دیگر نامطلوب تر شده است. بنابراین به نظر می رسد جدای از تفکر در مورد سایر روش‌های امحاء پسماند باید به مقوله مراقبتهای پس از دفن و اصلاح و احیاء مکانهای دفن نیز پرداخته شود.

۲- سابقه تحقیق

با توجه به مقالات بازکنی۱ در دنیا و انجام فرایند روی مواد بازکنی شده، سابقه بازکنی به سال ۱۹۵۳ برای احیاء خاک باز می گردد و در سال۱۹۸۶ در ایالت متحده در ایالت فلوریدا طرح بازکنی مکان دفن ناپل که یک مکان دفن پسماند شهری بود به منظور حفاظت از منابع آب، بازیافت خاک، افزایش عمر مکان دفن و تولید انرژی به اجرا در آمد.[۵] در سال ۱۹۹۱ مشابه این طرح در ادینبورگ نیویورک به اجرا در آمد.[۷]

در سال ۱۹۹۳ در لندفیل FREY FARM لانکاستر پنسیلوانیا این روش برای اختلاط با زباله تازه و استفاده در فرایند RDF مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۹۹۰ در این لندفیل یک زباله سوز مستقر شد و مقدار زباله دفنی کاهش یافت. مسئولین تصمیم گرفتند برای تولید انرژی از زباله های دفنی به صورت مخلوط با زباله های جدید در زباله سوز استفاده کنند. ارزش حرارتی هر کیلو گرم این زباله ها Btu ۳/۰۸۰ اندازه گیری شد. برای رسیدن عدد Btu ۵/۰۶۰ در هر کیلو گرم مقرر شد چهار قسمت زباله تازه با یک قسمت زباله بازکنی شده مخلوط شود.

در خلال سالهای ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۳ حدود ۲۱۹۴۷ مترمکعب پسماند دفن شده و ۶۴۵ تن مواد در هفته برای سوزاندن تهیه شد. در یک نتیجه گیری ۶۵٪ از پسماندها

به منظور سوزاندن بازکنی شد و ۱۴٪ خاک توسط سرند استوانه ای بازیافت گردید و ۳٪ باقیمانده غیرقابل سوزاندن و بازیافت بود که مجددا" دفن شد. در سال ۱۹۹۶ (پایان طرح) ۲۲۹۳۶۶/۵ تا ۳۰۵۸۲۲ متر مکعب از این لندفیل بازکنی شد. قبل از شروع فعالیتهای طرح، طرح ایمنی انجام پروژه طرح ریزی و در اختیار مسئولین اجرایی قرار گرفت. در طول دوره فعالیتها تلاش شد تا تجهیزات به لایه های محافظ کف لندفیل آسیب وارد نکنند. وضعیت گازهای موجود در لندفیل نیز در محیط توسط یک دستگاه سنجش قابل حمل و یک خودرو به طور دائم کنترل شد.[۵]

مزایای این پروژه: بازکنی فضای لندفیل و تولید انرژی، به علاوه بازیافت خاک و مواد ارزشمند

معایب پروژه: افزایش میزان خاکستر موجود در محیط به دلیل وجود خاک در زباله های بازکنی شده، افزایش بوی نامطبوع به دلیل بازکنی ترانشه ها، افزایش ترافیک در مسیر انتقال مواد به زباله سوز، افزایش استهلاک تجهیزات و زباله سوز به دلیل سایش مواد بازکنی شد حاوی خاک.

هزینه ها نیز به دلایل زیر کاهش یافت:

به دلیل فاصله کم انتقال مواد به زباله سوز

آنالیز دقیق اقتصادی در مورد قیمت مواد دفنی و میزان فروش آنها

کنترل لندفیل و زباله سوز طی یک مدیریت واحد

لازم به توضیح است که اغلب هزینه‌ها شامل استهلاک تجهیزات بود

همچنین در سال۲۰۰۵ در تایلند مواد بازکنی شده برای استفاده در RDF مورد فرایند قرار گرفت. [۳]

در ایران نیز در سال ۲۰۰۷ هراتی، عبداله زاده و جمشیدی بازکنی منطقه حسین آباد مکان دفن کهریزک را مورد بررسی قرار دادند.[۱]

۳- روش شناسی

با عنایت به موارد ذکر شده محدوده ای از لندفیل کهریزک[۲] واقع در اراضی شمالی این مرکز به منظور بازکنی مورد مطالعه قرار گرفته است که طی یک دوره فعالیت میدانی مشخصات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی پسماند موجود در این محل به شرح ذیل برداشت شده است.

مرکز دفن زباله شهری تهران با توجه به دوره های مختلف دفن به چهار قسمت A، B، C و D تقسیم کرده ایم که دو ناحیه A و B با توجه به عمر بیشتر و پیش بینی انجام شده جهت بازکنی لندفیل و انجام محاسبات مناسب تشخیص داده شدند.

منطقه A با نام حسین آباد، که عملیات در آن بین سالهای ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۴(دو سال) و ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۲ (دو سال) صورت می گرفته که به ابعاد ۹۰۰و۶۰۰ متر معادل ۵۵ هکتار می باشد که شامل ۸/۱ میلیون تن زباله بوده و دیگر از آن به منظور محل ذخیره زباله استفاده نمی شود.

جدول ۱ وضعیت دفن در خلال سالهای ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۲ را در این منطقه نشان می دهد. لازم به ذکر است عمق متوسط در هر لایه از منطقه A (حسین آباد) معادل ۱۳ متر و در مجموع ۲۶ متر ارزیابی شده ولی در شرایط حقیقی بین ۵۰ - ۱۰ متر متغییر است.[۴]

ترکیب پسماندهای دفن شده در این محدوده مطالعاتی به شرح جدول ۲ می باشد.

همچنین شرایط محیطی حاکم بر این محدوده مطالعاتی به شرح جدول ۳ می باشد.

به منظور اجرای طرح بازکنی محدوده مطالعاتی می توان دو فاز در نظر گرفت. فاز۱ مربوط به دوره دفن ۲۰۰۱ - ۲۰۰۰ (جدول ۴) و فاز ۲ مربوط به دوره ۱۹۹۴ - ۱۹۹۳ (جدول ۵) می باشد و برای هر فاز نیز می توان سه گام متصور بود.

- فاز اول؛ (۲۰۰۰و ۲۰۰۱)

- گام اول؛ جمع آوری خاک پوشش رو
- گام دوم؛ خارج نمودن پسماندهای دفنی موجود در ترانشه
- گام سوم؛ خارج نمودن خاک درون ترانشه ها که به منظور تولید دیواره استفاده شده است.

- فاز دوم؛ (۱۹۹۳و ۱۹۹۴)

سال	میزان زباله دفنی	مجموع دوره های دفن
۲۰۰۱-۰۲	۲/۴۲	۳/۵۴
۲۰۰۰-۰۱	۱/۱۲	
۱۹۹۳-۹۴	۲/۳۳	۴/۵۶
۱۹۹۲-۹۳	۲/۲۳	
جمع	۸/۱	

Waste Type	Weight %	Waste Type	Weight %
Non-ferrous metals	۰/۲	wet waste	۶۷/۸
Textile	۳/۴	bread	۱
Glass	۲/۴	soft plastic	۲/۲
Wood	۱/۷	hard plastic	۰/۶
Tires	۰/۷	PET	۰/۷
Leather	۰/۶	Plastic bags	۶/۲
Dust & Rubble	۱/۳	Paper	۴/۴
Special Waste (Health Care Waste)	۱/۶	Cardboard	۳/۷
Ferrous metals	۱/۶		

بارش سالانه	۲۴۰ میلی‌متر
دمای محیط	زمستان: میانگین ۱۰ تا ۱۶ درجه سانتی‌گراد، حداقل ۵- درجه سانتیگراد تابستان: میانگین ۲۶ درجه سانتی‌گراد، حداکثر ۴۰ درجه سانتیگراد میانگین سالانه دما: ۱۸ درجه سانتیگراد
نرخ تبخیر	۲۵۰۰ میلی‌متر در سال
رطوبت	زمستان: ۵۷٪ × تابستان: ۱۶٪ × میانگین: ۳۲٪

پارامتر	مقدار	
حجم کل فاز	۷,۱۵۰,۰۰۰ متر مکعب	
حجم خاک پوشش رو	۵۵۰,۰۰۰ متر مکعب	
حجم کل زباله دفنی	۳,۰۷۸,۲۶۱ متر مکعب	آلی: ۲,۰۸۷,۰۶۱ متر مکعب
		خشک: ۹۹۱,۲۰۰ متر مکعب
حجم خاک درونی	۳,۵۲۱,۷۳۹ متر مکعب	
وزن زباله دفنی	۳,۵۴۰,۰۰۰ تن	آلی: ۲,۴۰۰,۰۰۰ تن
		خشک: ۱,۱۳۹,۸۸۰تن

پارامتر	مقدار	
حجم کل فاز	۷,۱۵۰,۰۰۰ متر مکعب	
حجم خاک پوشش رو	۱۶۵,۰۰۰ متر مکعب	
حجم کل زباله دفنی	۳,۹۶۵,۲۱۷ متر مکعب	آلی: ۲,۶۸۸,۴۱۷متر مکعب
		خشک: ۱,۲۷۶,۸۰۰ متر مکعب
حجم خاک درونی	۳,۰۱۹,۷۸۳ متر مکعب	
وزن زباله دفنی	۴,۵۶۰,۰۰۰ تن	آلی: ۳,۰۹۱,۶۸۰ تن
		خشک: ۱,۴۶۸,۳۲۰تن

- گام اول؛ جمع آوری خاک پوشش رو
- گام دوم؛ خارج نمودن مواد دفنی داخل ترانشه
- گام سوم؛ خاکریزی و پر کردن محل دفن به منظور بدست آوردن یک زمین مسطح

بعد از اجرای طرح بازکنی برای فرایند پسماند بازکنی شده می توان چهار سناریو در نظر گرفت.

- سناریوی اول؛ جداسازی، تثبیت، RDF^{*}
- سناریوی دوم؛ تثبیت، RDF
- سناریوی سوم؛ جداسازی، تثبیت، بیوفیلتر
- سناریوی چهارم؛ تثبیت، بیوفیلتر

با توجه به مطالب مذکور در تحقیق تلاش بر آن شده تا امکان تبدیل پسماند بازکنی شده به RDF از نظر زیست محیطی و فنی اجرایی مورد مطالعه قرار گیرد.[۱]

٤- معیارهای لازم جهت تولید RDF در مراکز دفن قدیمی ایران

به منظور استفاده از مواد بازکنی شده برای تولید RDF نیاز به شناخت کیفیت و کمیت مواد دفن شده در مکان دفن است و همچنین نیاز به دانه بندی مواد پس از بازکنی برای تولید RDF میباشد.

در بخش شناخت کیفیت و کمیت مواد به اطلاعاتی نظیر ترکیب پسماند (قابل احتراق، غیر قابل احتراق، پسماند خطرناک)، مشخصات فیزیکی (چگالی، رطوبت، گرد و غبار، ارزش حرارتی)، فلزات سنگین (Mn,Cr,Cd,Pb,Ni,Zn,Cu,Hg) و اندازه مواد زائد بازکنی شده نیاز است.[۳]

مراحل اجرای فرایند تولید به شرح زیر است.

۱- خرد کردن مواد و جداسازی مواد ارزشمند

۲- غربال مواد غنی از انرژی و مواد سنگین کم انرژی

۳- تفکیک مواد سنگین به روش بادی، رسوبی یا روش‌های دیگر جهت آماده سازی مواد غنی برای استفاده حرارتی، و جداسازی مواد ارزشمند.

۴- خرد کردن مجدد مواد غنی به اندازه های کوچکتر

۵- تولید RDF

٤-۱- روش اجرا

٤-۱-۱- مرحله قبل از خرد کردن مواد

بـرای این منظور می توان از انرژی برق اسـتفاده نمود و سـوخت دیزل نیز می تواند به عنوان جایگزین عمل کند. دسـتگاههای خرد کن در مرحله ورود اولیه به دلیل متفاوت بودن ابعاد مواد سرعت کندی دارند این تجهیزات مواد را به انـدازه مطلوب بالای ۵۰ میلیمتر خرد می کند و در خروجی خط نیز می توان آهن را از آن جدا نمود.

٤-۱-۲- سرند مواد

در انتهای خط خرد کن یک سرند لرزشی تعبیه می شود که مواد معدنی و خـاک با اندازه کمتر از ۵۰ میلیمتر را جدا می کند. [۱]

٤-۱-۳- تفکیک مواد

با نصب فلیترهای تفکیک مناسـب بعد از سرند لرزشی میتوان مواد مخلوط را از یکدیگر جدا نمود. مواد به دو دسته سـبک و سنگین تقسیم می شود. مواد سبک شامل ورقه ها و کیسه های پلاسـتیکی و پارچه می باشند و مواد سنگین از اجسـام سخت و حجیم پلاستیک سنگین، سنگ، شیشه، چوب و فلزات تشکیل می شوند. مواد سنگین را می توان در یک فرآیند دیگر تفکیک کرده و مواد با ارزش سوختی را از آن جدا کرده مورد استفاده قرار داد.

٤-۱-٤- مرحله بعد از تفکیک

به منظور تسـهیل در فرآوری مـواد ، به ذرات ریز تری تبدیل می گردد کـه ابعاد آنها بین ۱۸ تا ۵۰ میلیمتر تبدیل می گردد.[۱] خرد کردن مواد را می توان با دستگاه های مجهـز به تیغه خرد کن انجـام داد که مواد در حین عبور از سیستم توسط تیغه های در حال چرخش به قطعات ریز خرد شده و مواد آنقدر در دستگاه باقی می ماند تا بتواند از غربالها عبور کند. این مواد را می توان مسـتقیما به عنوان سـوخت استفاده کرد.

٥- تجزیه و تحلیل

نتایج حاصل از تحقیقـات صورت گرفته برروی منطقه مورد مطالعه اطلاعات زیر را در مورد شـرایط پسـماند دفن شـده پـس از دفـن در اختیار ما مـی گذارد (جـدول ۶) با استانداردهای کشورهای ایتالیا، اتحادیه اروپا، آلمان و تایلند مقایسه شده است.

ترکیبات مواد قابل احتراق و غیر قابل احتراق پسماندهای

پارامتر	مقدار
چگالی پسماند	۱۱۵۰(kg/m^3)
رطوبت	٪۴۸
pH	۶/۷
EC	۳/۳
عمق متوسط هر دوره	۱۳ (m)

دفن شـده در محدوده مورد مطالعه نیز به شـرح جدول زیر (جدول ۷) می باشد.

٥-۱- محاسبه ارزش حرارتی پسماند بازکنی شده

برای محدوده مطالعاتـی ارزش حرارتی برای مواد آلی ۱/۴ (Mj/kg) و بـرای مجمـوع مـواد ۱۰/۴ (Mj/kg) محاسبه شده است. [۲]

٦- جمع بندی

- با توجه به اختلاف آشکار چگالی منطقه مورد مطالعه با چگالی مراکز دفن در سایر نقاط دنیا نشان می دهد حجم

	ترکیب	درصد وزنی ایران	درصد وزنی تایلند
قابل احتراق	مجموع پلاستیک	۹/۷	۴۱/۵
	چوب	۱/۷	۹
	پارچه	۳/۴	۱۰
	لاستیک	۰/۷	۱
	کاغذ	۸/۱	۰/۷
	فوم	۰/۶	۱
	مواد آلی بدون رطوبت*	--	۱
غیر قابل احتراق	سنگ	--	۰/۹
	شیشه	۲/۴	۱/۸
	فلز	۱/۸	۳
	خاک**	-	-

* مـواد آلی در زمان دفن درصد وزنی معادل ۷۶/۸٪ داشـته اما اطلاعاتی در مورد شرایط پس از دفن در دست نمی باشد.

** با توجه به میزان وزنی محاسبه شده خاک موجود در مکان دفن مورد مطالعه تقریبا نیمی از حجم مکان دفن را خاک تشکیل می دهد

جدول ۸: مقایسه استانداردهای موجود با وضعیت محدوده مورد مطالعه

عوامل	استاندارد RDF					
	ایتالیا	آلمان	اتحادیه اروپا	تایلند[۳]	استاندارد جهانی	کهریزک منطقه حسین آباد*
چگالی	–	–	–	۸۸۰	۴۱۲ -۲۲۵	۱۱۵۰
رطوبت (درصد)	۲۵	–	–	۴۷	۵۹/۵ -۲۸/۶	۴۸
گرد و غبار (درصد)	۲۰	–	–	۵۹	۷۹/۹ -۳۶/۵	–
ارزش حرارتی (Mj/kg)	۱۵	–	–	۲۹	۴۰/۴ -۲۰/۲	۱۰/۴
(mg/kg) Mn	۴۰۰	۹۳	۲۰۰	۲۱۵/۲	۳۵۳ -۱۰۰	۳۹۹/۵
(mg/kg) Cr	۱۰۰	۱۲۶	۲۰۰	۸۷/۵	۱۸۶ -۷۵/۵	۸۰/۸
(mg/kg) Cd	–	۰/۳۷	۱۰	۵/۵	۳۸ -۰/۹	۴/۱
(mg/kg) Pb	۲۰۰	۸۳	۲۰۰	۴۷/۸	۱۲۷ -۱۲/۲	۳۵۰/۶
(mg/kg) Ni	۴۰	۳۰/۴	۲۰۰	۴۸/۵	۹۴ -۲۴/۲	۹۳/۷
(mg/kg) Zn	۵۰۰	۱۵۴	۵۰۰	۴۵۸/۵	۵۸۶/۵ -۲۷۵/۴	۹۲۵/۶
(mg/kg) Cu	۳۰۰	۱۳۵	۲۰۰	۲۵۴	۵۴۴/۶ -۱۱۸/۸	۷۸۵/۶
(mg/kg) Hg	–	۰/۱۷	۲	۰/۴	۰/۵ -۰/۲	–

* داده های فلزات سنگین منطقه مورد مطالعه بر گرفته از منبع [۲] می باشد.

خاک وارد شده در مکان دفن چه به عنوان پوشش و چه به عنوان نخاله ساختمانی بسیار بالاست و همین امر لزوم بازکنی منطقه و احیاء خاک را تقویت می کند.

– با توجه به حجم بالای زباله تر به هنگام دفن و بالا بودن سطح شیرابه و نبود پوشش مناسب، ارزش حرارتی زباله این منطقه پایین است و همین امر نیاز به مطالعه دقیق تر بر روی ارزش حرارتی پسماند در ایران را برجسته تر می نماید.

– از آنجا که فلزات سنگین داخل پسماندها در آستانه استانداردهای جهانی است لذا به منظور تهیه RDF از پسماند باز کنی شده حتما می‌بایست درصد فلزات سنگین در تمام طول فرآیند کنترل شده و غلظت آن با روش‌های علمی و توجیه پذیر کاهش یابد.

– با توجه به پایین بودن ارزش حرارتی، بهتر است پسماند بازکنی شده با زباله تازه در پروسه تولید RDF مخلوط شود که این امر می تواند باعث بالا رفتن ارزش حرارتی RDF تولیدی شود.

منابع

۱- هراتی، امیر ناصر، عبداله زاده، رضا، جمشیدی، رضا، ۱۳۸۵، مطالعات امکان سنجی و برآورد زیست محیطی و اقتصادی بازکنی مراکز دفن زباله ایران، همایش مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران.

۲- حسین زاده، حمیده، تحلیل کیفیت کمپوست زباله شهری تهران از نظر میزان فلزات سنگین در مقایسه با سایر کشورها ، ۱۳۸۵، پایان نامه کارشناسی ارشد.

(3)- Prechthai. Tawach, Visvanathan. Chettiyappan, 2006, RDF Production Potential of Municipal Solid Waste, Environmental Engineering and Management Program Asian Institute of Technology, Thailand.

(4)- Amir N. Harati, R. J. Jamshidi, A. Abdollahi Nasab, Landfill Gas Extraction Potential from Conventional Landfills-Case study of Kahrizak Landfill (Sardinia - 2007)

(5)- Morelli, J. 1993. Town of Edinburg Landfill Reclamation Demonstration Project: Report Supplement. Doc. 93-7. New York State Energy Research and Development Authority, Albany, NY.

(6)- Kerry L. Hughes, Ann D. Christy, and Joe E. Heimlich Science and Engineering Aspects Landfills,2001, Ohio University

(7)- U.S. Environmental protection Agency.1997. Solid Waste & Emergency Response. Landfill Reclamation. EPA 530-F-97-001

(۸)- سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران

پی نوشت:

1. reclamation

۲ – تنها مرکز دفن تهران واقع در کیلومتر ۲۰ جنوب تهران

2. Refuse Derived Fuel