بررسی روش‌های تصفیه شیرابه‌ی محل‌های دفن زباله در مشهد

حسین یزدان‌داد[۱]، زهرا صادق[۲]

عضو هیأت علمی دانشکده‌ی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد دانشجوی کارشناسی‌ارشد مهندسی کشاورزی-گرایش اگرواکولوژی، دانشگاه آزاد مشهد [۳]

چکیده :

از پیچیده‌ترین دشواری‌ها در مدیریت شهرهای بزرگ چگونگی برخورد با پسماندهای شهری است. به‌طور میانگین رطوبت اولیه‌ی زباله‌های خانگی در کشور ایران بالغ بر ٦٠ درصد برآورد شده‌است. در محلِ‌دفن زباله یکی از مشکل‌های اساسی زیست محیطی غلبه بر حجم بالای شیرابه‌ای است که هم‌زمان و پس از دفن زباله در این محل به‌وجود می‌آید. جلوگیری از نفوذ این شیرابه به بستر محل-دفن و ارائه‌ی روشی جهت جمع‌آوری، نگهداری و در پایان از بین بردن آن از آغاز به‌عنوان یک مشکل فنی مطرح بوده که هنوز در ایران روش قطعی و عملی برای حل آن ارائه نشده است. آمار منتشرشده از سوی سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران نشان می‌دهد که ایران از نظر تولید زباله در رتبه‌ی دهم جهان قرار دارد. شهر مشهد به‌عنوان دومین شهر بزرگ ایران با جمعیتی بیش از ۲/۵ میلیون نفر و حضور سالانه حدود ۲۰ میلیون زائر، به‌طور میانگین روزانه ١٤٠٠ تا ١٧٠٠ تن زباله تولید می‌کند. میانگین سرانه‌ی تولید زباله‌ی خانگی در این شهر حدود ۵۵۰ گرم و در زمان حضور زائرین حدود ۷۰۰ گرم در روز گزارش شده‌است. بنابراین، مطالعه و طراحی سامانه‌ای بهینه و صنعتی به‌منظور تصفیه‌ی شیرابه‌ی تولیدی در شهر مشهد ضروری است. در این پژوهش تلاش شده است تا با درنظرگرفتن وضع موجود سامانه‌ای مناسب برای تصفیه‌ی شیرابه‌ی ایجادشده پیشنهاد شود.

واژگان کلیدی: محل‌دفن، آلودگی، شیرابه، تصفیه، مشهد

۱- (yazdandad@um.ac.ir)
۲- (zahra.sadeghj@yahoo.com)
۳

مقدمه

شیرابه[۱] مایعی است که در بستر محل دفن زباله در اثر خروج رطوبت موجود در زباله و نفوذ بارش‌های جوی تشکیل می‌شود. یکی از مسائل عمده‌ی ناشی از زباله‌های شهری، مدیریت شیرابه‌هایی است که در مراحل مختلفِ جمع‌آوری، فراوری و دفع پایانی به‌وجود می‌آیند. اگرچه حجم و ویژگی‌های شیرابه‌های به‌وجودآمده از زباله وابسته به فاکتورهای مختلفی است ولی،

این‌گونه شیرابه‌ها حاوی مقادیر بسیار زیادی مواد آلی، معدنی و میکروارگانیسم‌هایی[۲] هستند که پتانسیل بالایی برای ایجاد

آلودگی‌های گوناگون در محیط زیست دارند.

هدف اصلی در مدیریت شیرابه جلوگیری و یا کاهش تولید آن در محلِ دفن است. بنابراین در گام نخست باید عملکرد "سامانه‌ی مدیریت مواد زائد جامد شهری" بر اساس هرم مدیریت که بیان‌گر اولویت کاهش تولید زباله و توسعه‌ی بازیافت است، استوار شود. این امر نیازمند صرف زمان طولانی جهت آموزش و ارتقاء سطح آگاهی عمومی و هم‌چنین هزینه‌های قابل‌توجه برای سرمایه‌گذاری و راهبری سامانه-های مورد نیاز (شامل تأسیسات و تجهیزات مورد نیاز برای جمع آوری و بازیافت زباله) است. شکل ۱ تقسیم بندی کلی روش های مدیریت و تصفیه شیرابه در محل های دفن زباله شهری را نشان می‌دهد [۲].

در این‌جا و به اختصار به دو مورد از روش‌های کاربردی که برای تصفیه‌ی شیرابه‌ی مشهد قابل استفاده‌اند اشاره می‌شود [۱ و ٦].

۱-۱. راکتورهای تصفیه بی‌هوازی رو به بالا از بستر لجن[۳]

در سال‌های اخیر استفاده از فرایند UASB در تصفیه‌ی فاضلاب‌های صنعتی با غلظت بالایی از مواد آلی و هم‌چنین شیرابه‌های حاصل از محل دفن زباله شهری مورد استفاده قرار گرفته است. در طراحی فرآیند UASB در صورتی که غلظت اکسیژن‌خواهی شیمیایی[٤] بین ۵۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر یا بیش‌تر باشد (به‌سان شیرابه‌های مشهد) از بارگذاری آلی استفاده می‌شود. درصورتی‌که غلظت COD کم‌تر از ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد، معمولاً از زمان ماند در طراحی راکتور استفاده می‌شود. بارگذاری آلی معمولاً بین ٤ تا ۱۲ کیلوگرم COD مترمکعب در روز و زمان ماند ٤ تا ۱۲ ساعت درنظر گرفته‌می‌شود. ابعاد راکتور UASB به‌گونه‌ای است که بستر لجن آن در غلظت‌های COD بالای ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بین ۵ تا ۷ متر بوده و ناحیه‌ی جداسازی معمولاً بیش از ۱/۲ متر ارتفاع دارد. میزان PH بهینه برای این فرآیند ٦/٦ تا ۷/٦ بوده و دمای شیرابه‌ی ورودی نبایستی از ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد کم‌تر باشد. نسبت COD به نیتروژن به فسفر نیز پارامتر مهمی است که باید در حد ۳۵۰ به ۵ به ۱ حفظ شود.

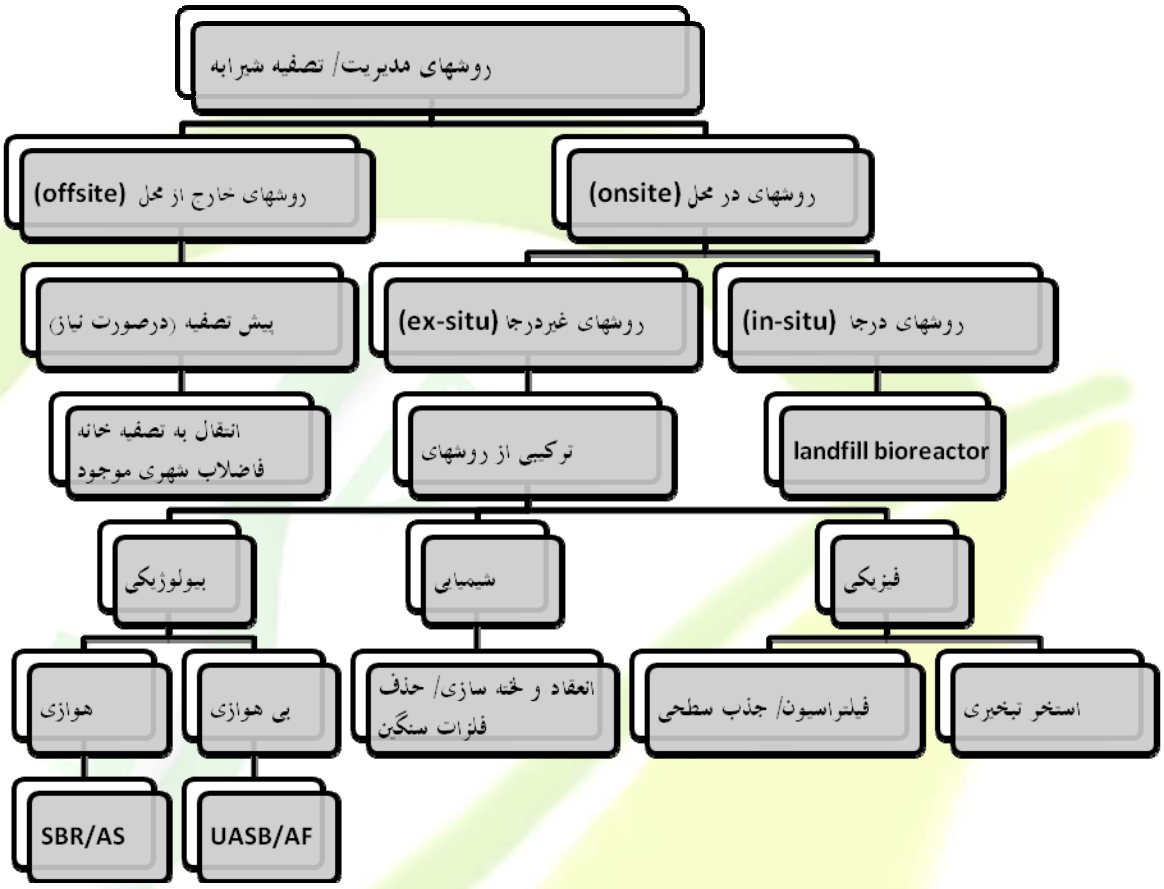
---

[۱] leachate

[2] micro-organism

[3] Up flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)

[٤] chemical oxygen demand (COD)



شکل ۱: تقسیم‌بندی کلی روش‌های مدیریت و تصفیه‌ی شیرابه در محل‌های دفن زباله شهری

۲-۱. راکتور فیلتر بی‌هوازی[۱]

فیلترهای بی‌هوازی نیز مانند فرآیند UASB قادر به تجزیه‌ی مواد آلی موجود در شیرابه به‌صورت بی هوازی و طی فرآیند رشد چسبیده می باشند. این فرآیند نیز در برخی موارد برای تصفیه شیرابه‌ی حاصل از محل‌های دفن زباله‌ی شهری در برخی کشورها مورد استفاده قرار گرفته است. مزیت این روش نسبت به UASB در عدم استفاده از بستر لجن شناور است چرا که، حفظ شرایط بهینه در سامانه‌ی UASB معمولاً با دشواری‌های خاص خود روبرو بوده است و با تغییرات کیفیت و نرخ جریان شیرابه‌ی ورودی که بسیار محتمل است دچار اشکال می‌شود. در سامانه‌ی AF، راکتور معمولاً از آکنه‌هایی به‌منظور فراهم آوردن شرایطِ رشدِ چسبیده[۲] پرشده و جریان شیرابه‌ی ورودی می‌تواند به صورت رو به بالا یا رو به پایین برقرار شود. در نوع دیگری از فرآیند AF از بستر شناور استفاده می شود. در مجموع اجرا و بهره‌برداری از AF به‌مراتب ساده‌تر از UASB است ولی در عین حال بازده این سامانه نیز تا اندازه‌ای پایین‌تر از UASB می‌باشد.

محل دفع زباله‌های شهر مشهد در جنوب شرقی شهر و در فاصله‌ی ۵ کیلومتری جاده مشهد- نیشابور در زمینی به مساحت ۲۲۰ هکتار واقع شده است. زباله‌های جمع‌آوری‌شده از سطح شهر مشهد توسط کامیون‌های زباله‌کش به محل دفع زباله هدایت می‌شوند. زباله‌های دارای درصد بالای مواد آلی و جمع‌آوری‌شده از مناطق خاصی از شهر که میزان نخاله و مواد غیر قابل کمپوست آن کم‌تر است، به‌سمت سالن دریافت کارخانه‌ی کمپوست هدایت می‌شود و سایر مواد زائد شامل نخاله‌های ساختمانی، لجن و زباله‌های حاوی درصد پایین مواد آلی به

[۱] Anaerobic Filtration (AF)
[۲] Attached growth

محل دفن زباله هدایت می‌شوند. به‌طور میانگین روزانه حدود ۳۵۰ تن زباله که حدود۳۰ درصد کل زباله‌ی شهر مشهد را تشکیل می‌دهد، به کارخانه‌ی کمپوست منتقل می‌شود. این کارخانه وظیفه‌ی بازیابی و استفاده‌ی بهینه از مواد آلی موجود در زباله‌های خانگی را برعهده دارد. درحال‌حاضر کارخانه‌ی مذکور دارای

چهار بخش شامل سالن پذیرش، سالن فرایند کمپوست، محوطه فراوری پایانی کمپوست و بخش دانه‌بندی و تولید محصول پایانی می‌باشد [۳ و ۵].

مواد و روش‌ها

به‌طورکلی شیرابه‌های تولیدی در محل فعلی دفن از سه منبع عمده که در زیر آمده است ناشی می‌شوند:

الف- زباله‌های سالن دریافت: شیرابه‌ی تولیدی در این سالن در دو مخزن بتنی که در جلوی سالن قرار دارند جمع‌آوری می‌شود.

ب- توده‌های کمپوست داخل سالن تخمیر: این شیرابه‌ها در مجموعه مخازنی که در زیر سالن ساخته شده است تجمع می‌یابد.

ج- شیرابه‌های حاصل از محل‌های دفن قدیم و جدید [۳].

محل فعلی دفن زباله شامل قسمت قدیم و قسمت جدید است. شیرابه‌های نشتی از قسمت قدیم به لاگون‌های تجمع شیرابه راه می‌یابند ولی شیرابه‌های حاصل از قسمت جدید دفن، براساس شیب طبیعی زمین راه خود را پیدا کرده و در گودال‌های کوچکی که به طور طبیعی در اطراف قرار دارند تجمع می‌یابند. این گودال‌ها درحال‌حاضر با استفاده از لودر با خاک پوشیده می‌شوند.

۱-۲. کیفیت شیرابه‌ی محل‌های دفن

در اندازه‌گیری‌های انجام‌شده برروی شیرابه، pH شیرابه‌های سالن دریافت، سالن کمپوست و محل دفن جدید کم‌تر از ۷ بوده که نشانه‌ای از تازه‌بودن (جوان) شیرابه است. در صورتی که pH قسمت قدیمی محل دفن حدود ۸ است که نمادی از قدیمی بودن شیرابه است. غلظت کل مواد معلق[۱] اندازه‌گیری‌شده در شیرابه نشان می‌دهد که شیرابه‌های سالن دریافت زباله با مقدار تقریبی ۳۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده است. مقدار اکسیژن‌خواهی زیستی[۲] شیرابه‌های سالن دریافت، سالن کمپوست و محل دفن جدید در محدوده‌ی ٤٥۰۰۰ تا ۷۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و COD آن‌ها در محدوده‌ی ۱۰۰۰۰۰ تا ۱٦۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شده است [٤]. جدول ۱ محدوده‌ی تغییرات ویژگی‌های کیفی عمومی شیرابه‌ی مشهد را نشان می‌دهد. این درحالی است که جدول ۲ بیان‌گر مقایسه‌ی ویژگی های کیفی عمومی شیرابه‌ی مشهد با سایر کشورها است [۲]

[۱] Total suspended solids (TSS)
[۲] biochemical oxygen demand (BOD)

جدول ۱: محدوده‌ی تغییرات ویژگی‌های کیفی عمومی شیرابه‌ی مشهد

پارامتر	محل دفن زباله	سالن دریافت کارخانه کمپوست	سالن تخمیر کمپوست*	کارخانه
pH	۸.۴۲٤-۸.٦۹٤	٦/٦۸۳ -٦/۹٥۹	٥/٥۱۷ -٥/۸٥۱	
COD	۱۲۳۲۰-۱۸٤۸۰	۳٦۹٦۰ - ٤۹۲۸۰	٦۹۲۸۰ -۷۳۹۲۰	
BOD_5[1]	۳٥۰۰-۱۰۰۰۰	۱۷۰۰۰ -٤٤٥۰۰	۳۱۲۰۰ -٤۷۰۰۰	
Chloride	٤٤۹۸.٦۱ -٦۰۹۸.۱۱	۳۹۹۸ -۹۹۹٦.۹	٤۱۹۸.۷ -۹٥۹۸.۰۲	
Nitrate	٦ -۱٤	٦۰ -۱۸۰	۸۰ -۱٥۰	
Ammonia	٦۲۰ -۱۷۸۰	٥۰٥ -۸٥٥	٦٤٥ -۹۸٥	
Phosphate	۰/۲ -۱٤/۷	۷٥ -۲۱۱	۲۷٥ -۸۷۰	
TDS	۱۲۲۳۰ -۱۲٥۰۰	۱۳۲۱۰ -۱۳٤۲۰	۱٤٤٤۰ -۱٥٦٥۰	
TSS	۱۹٥ -۱۷۷٥	۱۲۲٦۰ -۳۲٥۰٥	۱٤٥۲۰ -۳۹۲۰۰	

*تمامی واحدها به جز pH بر حسب میلی گرم بر لیتر می باشند.

[1] اکسیژن‌خواهی زیستی ۵ روزه

جدول ۲: مقایسه‌ی ویژگی‌های کیفی عمومی شیرابه‌ی مشهد با سایر کشورها

پارامتر	محل دفن زباله‌ی شهر مشهد	سالن کارخانه‌ی کمپوست مشهد	دریافت	سالن کارخانه‌ی کمپوست مشهد	تخمیر	آمریکا	سوئد	اتریش	لهستان
PH	۸/٤٢٤–۸/٦٩٤	٦/٦٨٣–١٠/٠٤		٥/٥١٧–٥/٨٥١		٦/١	٧/٢٨	٧/١	٨/٥
COD	١٢٣٢٠–١٨٤٨٠	٣٦٩٦٠–٤٩٢٨٠		٦٩٢٨٠–٧٣٩٢٠		١٥٠٠٠	١٧٧/٢	٣٩٠	٢٦٨٠
BOD_5	٣٥٠٠–١٠٠٠٠	١٧٠٠٠–٤٤٥٠٠		٣١٢٠٠–٤٧٠٠٠		١٠٥٠٠	١٠٢	١٠٥	١٦٣٠
Chloride	٤٤٩٨/٦١–٦٠٩٨/١١	٣٩٩٨–٩٩٩٦/٩		٤١٩٨/٧–٩٥٩٧/٠٢		٢١٠٠	٤٠/٥	٣٧٦	–
Nitrate	٦–١٤	٦٠–١٨٠		٨٠–١٥٠		٣	–	١/٣	٠/٥
Ammonia	٦٢٠–١٧٨٠	٥٠٥–٨٥٥		٦٤٥–٩٨٥		٧٥٠	١٥/٥	١٨٠	٤٠٢
Phosphate	٠/٢–١٤/٧	٧٥–٢١١		٢٧٥–٨٧٠		٣٠	٠/٥٤	٣/٢	–
TDS	١٢٢٣٠–١٢٥٠٠	١٣٢١٠–١٣٤٢٠		١٤٤٤٠–١٥٦٥٠		١١٠٠٠	–	–	–
TSS	١٩٥–١٧٧٥	١٢٢٦٠–٣٢٥٠٥		١٤٥٢٠–٣٩٢٠٠		–	١٥٠	–	–

۲–۲. کمیت شیرابه محل‌های دفن

۱–۲–۲. محل دفن اولیه

برای تعیین کمیت شیرابه در محل فعلی از روش اندازه‌گیری صحرایی استفاده شده است. بدین صورت که در محلی که همه‌ی جریان-های شیرابه به‌هم می‌رسند و درست قبل از آن‌که وارد حوضچه اصلی شوند، یک لوله‌ی پلی‌اتیلنی به قطر ٦٠ سانتی‌متر کار گذاشته شده است. کارگذاری این لوله به‌گونه‌ای است که تمامی شیرابه به‌داخل لوله منتقل می‌شود. هم‌چنین، زیر لوله از خاک رس کوبیده‌شده استفاده شده تا از نفوذ شیرابه از زیر لوله تا حد ممکن جلوگیری شود. سپس اندازه‌گیری دبی شیرابه در چهار روز مختلف هفته صورت گرفت. انتخاب این چهار روز به گونه‌ای بود که نوسانات روزانه را دربر بگیرد. هم‌چنین هر روز اندازه‌گیری در چند نوبت و در ساعت‌های مختلف صورت گرفت. بنابراین نوسانات ساعتی هم در این اندازه‌گیری‌ها وارد شد. ضمن آن‌که در یکی از روزهایی که بارندگی در محل اتفاق افتاده نیز اندازه‌گیری‌ها ادامه یافت تا اثر این پارامتر هم در برآمدگیری‌های پایانی درنظر گرفته شود.

برآمدها نشان‌گر آن است که، در شرایط عادی و در حالتی که بارندگی وجود نداشته باشد شیرابه تولیدی تقریباً ۱۰۰ مترمکعب در روز است. البته باید به این نکته توجه کرد که از آن‌جا که هیچ‌گونه سامانه‌ی جمع‌آوری و لاینری در محل دفن فعلی وجود ندارد، بنابراین شیرابه‌ی واقعی به مراتب بیش‌تر از مقدار اندازه‌گیری شده است.

۲–۲–۲: محل دفن جدید (میامی)

برای تخمین میزان شیرابه‌ی تولیدی در یک محل دفن ابتدا لازم است تا میزان زباله‌ی تولیدی تا پایان دوره‌ی طرح محل دفن مشخص

شود. از آن‌جا که نرخ تولید سرانه و نیز جمعیت سالانه متغیر است بنابراین، نخست باید محاسباتی جهت پیش‌بینی جمعیت همچنین، نرخ تولید سرانه در آینده انجام شود. بدین منظور با توجه به اطلاعاتی که در خصوص نرخ تولید سرانه و جمعیت در سال‌های گذشته به‌دست آمده و هم‌چنین روش‌های مناسب برای پیش‌بینی تغییرات جمعیت منطبق با شرایط شهر مشهد، جمعیت ساکن در این شهر تا سال ۱٤۰۵ پیش‌بینی شده است. هم‌چنین، با توجه به روند تغییرات نرخ تولید سرانه در شهر مشهد پیش‌بینی می‌شود نرخ تولید تا سال ۱٤۰۰ به تدریج افزایش یافته و از این سال به بعد با توجه آموزش‌ها و اطلاع‌رسانی‌های انجام‌شده میزان زباله‌ی تولیدی هر شهروند مقداری ثابت (۷۰۰ گرم در روز) باقی بماند. دلیل محاسبه‌ی جمعیت تا سال ۱٤۰۵ این است که با توجه به طرح مکان‌یابی محل دفن جدید که پیش‌تر انجام شده است، زمین درنظر گرفته‌شده برای دفن در این منطقه در حدود ٦٦ هکتار مساحت دارد و پیش‌بینی شده است که زباله تا ارتفاع ۳۰ متری در این مکان دفن شود. بنابراین، به‌طور عملی حجم در دسترس برای دفن زباله عبارت خواهد بود از: m^3 ۱۹۸۰۰۰۰۰= ۳۰ × ٦٦۰۰۰۰. البته باید دقت کرد که در هر روز پوشش روزانه وجود دارد. مطابق با طرح مکان‌یابی پوشش روزانه به مقدار ۲۵ درصد حجم زباله در هر روز درنظر گرفته‌شده است. بنابراین، آن هنگام که حجم تجمعی زباله به همراه پوشش روزانه به ۱۹۸۰۰۰۰۰ مترمکعب برسد، محل دفن اشباع می‌شود. سازگار با محاسبه‌ها و باتوجه به این نکته که محل دفن قدیم حداقل تا ۳ سال آینده فعال می‌باشد و مقداری از زباله روزانه به این محل می‌رود، می‌توان پیش‌بینی کرد که در سال ۱٤۰۵ محل جدید اشباع می‌شود. نکته‌ی مهم دیگر در محاسبه‌ی زباله‌ی دفنی بحث جمعیت زائرین است. از آن‌جا که این پارامتر بر زباله‌ی تولیدی شهر مشهد نقش مهمی دارد بنابراین، با توجه به اطلاعات جمعیتی مربوط به سال‌های قبل و روش مناسب برای پیش‌بینی جمعیت زائرین در آینده (نه لزوماً روشی که برای تخمین جمعیت ساکن استفاده شده است)، تأثیر این پارامتر نیز مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به پیش‌بینی صورت‌گرفته، نرخ تولید زباله برای هر زائر ۷۰۰ گرم در روز درنظر گرفته شده است. هم‌چنین طرح‌های کمپوست و بازیافت که باعث می‌شود زباله کم‌تری به محل دفن برود نیز در تخمین زباله‌ی تولیدی تا سال ۱٤۰۵ درنظر گرفته شده است. بدین منظور با توجه به میزان پذیرش روزانه‌ی کارخانه‌ی کمپوست و کارخانه‌های بازیافت در سطح شهر، روزانه ۱۰۰ تن زباله درحال‌حاضر از مقدار تولیدی کم‌شده است. شایان ذکر است که با توجه به ویژگی‌های شهر مشهد، در پیش‌بینی جمعیت ساکن تا سال ۱٤۰۵ از روش افزایش جمعیت با روند کاهشی و در محاسبه‌ی جمعیت زائرین تا ۲۰ سال آینده از روش هندسی استفاده شده است. هم‌چنین فرض‌شده است که میزان زباله‌ی تولیدی در هر سال ثابت و هم‌چنین زباله در هنگام دفن به چگالی ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌رسد. جدول شماره ۳ این محاسبه‌ها را نشان می‌دهد [٤].

جدول ۳: پیش‌بینی جمعیت ساکن و زائرین شهر مشهد تا سال ۱٤۰۵

سال	جمعیت (نفر)	سرانه تولید زباله برای شهروندان (گرم)	جمعیت زائرین (میلیون نفر)	زباله تولیدی شهروند در سال (تن)	زباله تولیدی زائرین در سال (تن)
۱۳۵۵	٦٦۷۷۷۰	٤۰۰	٦	۹٦۱۵۸.۹	٤۲۰۰.۰
۱۳٦۵	۱٤٦۳۵۰۸	٤۵۰	۷	۲۳۷۰۸۸.۳	٤۹۰۰.۰
۱۳۷۰	۱۷۵۹۲۸۷	٤۷۰	۸	۲۹۷٦۷۱.٤	۵٦۰۰.۰
۱۳۷۵	۱۸۸۷٤۰۵	۵۱۰	۱۰	۳٤٦۵۲۷.٦	۷۰۰۰.۰
۱۳۸۰	۲۱۵٦۳٤۰	۵۵۰	۱۲	٤۲٦۹۵۵.۳	۸٤۰۰.۰
۱۳۸۵	۲٤۳۹۷۰۰	۵۸۰	۱٤	۵۰۹٤۰۹.٤	۹۸۰۰.۰
۱۳۸٦	۲٦۰۸۲۱۸	۵۸۸	۱٤.٤٤	۵۵۲۱۰۷.۵	۱۰۱۰٦.۵

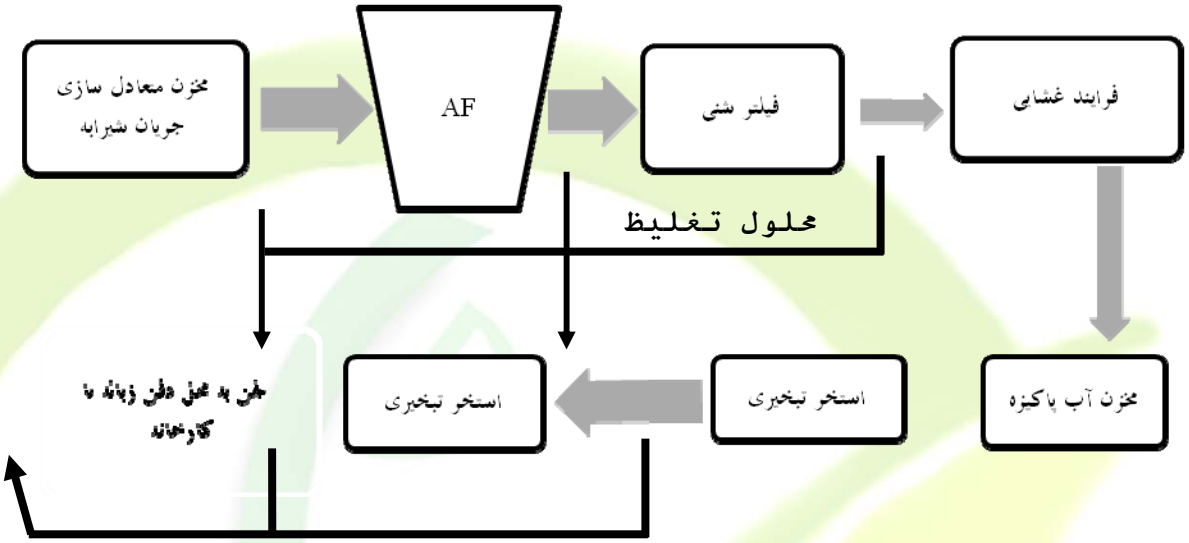
۱۳۸۷	۲۶۶۶۹۰۵	۵۹۶	۱۴.۸۹	۵۷۲۲۱۱.۲	۱۰۴۲۲.۷
۱۳۸۸	۲۷۲۵۴۸۶	۶۰۴	۱۵.۳۶	۵۹۲۶۲۹.۷	۱۰۷۴۸.۷
۱۳۸۹	۲۷۸۳۹۶۳	۶۱۲	۱۵.۸۴	۶۱۳۳۶۲.۶	۱۱۰۸۴.۹
۱۳۹۰	۲۸۴۲۳۳۷	۶۲۰	۱۶.۳۳	۶۳۴۴۰۹.۷	۱۱۴۳۱.۶
۱۳۹۱	۲۹۰۰۶۱۳	۶۲۸	۱۶.۸۴	۶۵۵۷۷۰.۶	۱۱۷۸۹.۲
۱۳۹۲	۲۹۵۸۷۹۱	۶۳۶	۱۷.۳۷	۶۷۷۴۴۴.۹	۱۲۱۵۷.۹
۱۳۹۳	۳۰۱۶۸۷۵	۶۴۴	۱۷.۹۱	۶۹۹۴۳۲.۴	۱۲۵۳۸.۲
۱۳۹۴	۳۰۷۴۸۶۶	۶۵۲	۱۸.۴۷	۷۲۱۷۳۲.۷	۱۲۹۳۰.۴
۱۳۹۵	۳۱۳۲۷۶۷	۶۶۰	۱۹.۰۵	۷۴۴۳۴۵.۴	۱۳۳۳۴.۹
۱۳۹۶	۳۱۹۰۵۷۹	۶۶۸	۱۹۰۶۵	۷۶۷۲۷۰.۴	۱۳۷۵۲.۰
۱۳۹۷	۳۲۴۸۳۰۴	۶۷۶	۲۰.۲۶	۷۹۰۵۰۷.۳	۱۴۱۸۲.۱
۱۳۹۸	۳۳۰۵۹۴۴	۶۸۴	۲۰.۸۹	۸۱۴۰۵۵.۷	۱۴۶۲۵.۷
۱۳۹۹	۳۳۶۳۵۰۱	۶۹۲	۲۱.۵۵	۸۳۷۹۱۵.۴	۱۵۰۸۳.۲
۱۴۰۰	۳۴۲۰۹۷۷	۷۰۰	۲۲.۲۲	۸۶۲۰۸۶.۱	۱۵۵۵۵.۰
۱۴۰۱	۳۴۷۸۳۷۲	۷۰۰	۲۲.۹۲	۸۷۶۵۴۹.۷	۱۶۰۴۱.۶
۱۴۰۲	۳۵۳۵۶۸۹	۷۰۰	۲۳.۶۳	۸۹۰۹۹۳.۶	۱۶۵۴۳.۳
۱۴۰۳	۳۵۹۲۹۲۹	۷۰۰	۲۴.۳۷	۹۰۵۴۱۸.۱	۱۷۰۶۰.۸
۱۴۰۴	۳۶۵۰۰۹۳	۷۰۰	۲۵.۱۳	۹۱۹۸۲۳.۵	۱۷۵۹۴.۴
۱۴۰۵	۳۷۰۷۱۸۳	۷۰۰	۲۵.۹۲	۹۳۴۲۱۰.۲	۱۸۱۴۴.۸

بحث

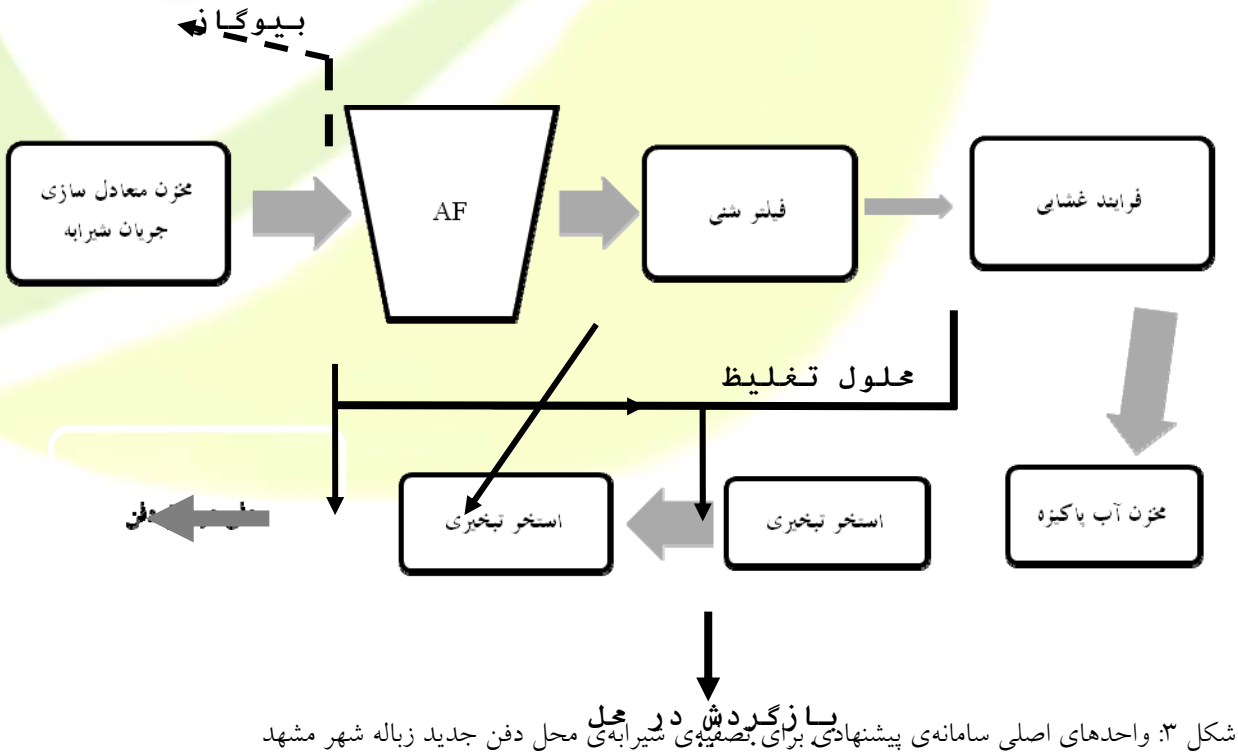
براساس آن‌چه که در قسمت قبلی گفته شد، دو سامانه به شرح زیر ارائه می‌شود:

۱-۳. سامانه‌ی پیشنهادی در محل دفن فعال

ویژگی اصلی در این محل وجود کارخانه‌ی کمپوست و عدم امکان بازچرخش شیرابه است. بر این اساس و با توجه به تولید محلول تغلیظ‌شده، پس از عملیات تصفیه از طریق فرآیند غشایی، توصیه می‌شود تا محلول یادشده در دو استخر تبخیری کوچک که مجموع مساحت آن‌ها براساس ورودی معادل ۲۵ درصد دبی شیرابه یعنی حدود یک هکتار است، استفاده شود. این میزان از زمین در محل دفن موجود زباله قابل دسترسی است. لجن برداشت‌شده از این استخرها یا می‌تواند در محل دفن زباله و یا تمام یا بخشی از آن در فرآیند ساخت کمپوست مورد استفاده قرارگیرد. البته استفاده از این لجن در ساخت کمپوست منوط به دارا بودن کیفیت لازم به لحاظ محتوی کربن و نیتروژن و غلظت آلاینده‌هایی نظیر فلزات سنگین و آلودگی میکروبی است. این مهم پس از انجام مطالعه در سطح آزمایشی قابل بررسی و تعیین خواهدبود. شمای عمومی سامانه‌ی تصفیه پیشنهادی شیرابه در محل دفن فعال در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: واحدهای اصلی سامانه‌ی پیشنهادی برای تصفیه شیرابه محل دفن فعال شهر مشهد



شکل ۳: واحدهای اصلی سامانه‌ی پیشنهادی برای تصفیه‌ی شیرابه‌ی محل دفن جدید زباله شهر مشهد

برآمدگیری

گزینه‌ی پیشنهادی برای تصفیه‌ی شیرابه‌ی حاصل از محل‌های دفن زباله و کارخانه‌ی کمپوست مشهد شامل واحدهای اصلی راکتور AF با جریان رو به بالا و با بستر ثابت و فیلتراسیون غشایی است. البته فرآیندهای دیگری نظیر تنظیم PH و فیلترشنی نیز برای دست‌یابی به عملکرد بهتر سامانه‌ی پیشنهادی لازم است. هم‌چنین سامانه‌ی پیشنهادی در دو محل دفن زباله‌ی فعال و جدید، با توجه به تفاوت‌های اصلی آن‌ها به‌لحاظ وجود کارخانه‌ی کمپوست در محل فعال و امکان بازچرخش شیرابه در محل دفن جدید، اندکی متفاوت خواهد بود. در دو سامانه‌ی پیشنهادی چیدمان و پیکره‌بندی عمومی واحدهای مورد استفاده در مقیاس واقعی مدنظر قرارگرفته‌اند.

بنابرآنچه اشاره شد، پیشنهاد می‌شود طرح آزمایشی سامانه‌های یادشده در قالب سامانه‌ی AF و نوع مناسب و قابل تهیه‌ی فرآیند غشایی در مرحله‌ی بعدی تهیه شود. شایان ذکر است که اگرچه انواع سامانه‌های غشایی در سایر کشورها قابل تهیه می‌باشند، ولی در ایران انواع در دسترس آن‌ها محدودتر است.

منابع:

۱. باقری، امین و رعنا فکری، "بررسی روش‌های نوین و موجود در تصفیه‌ی اماکن دفن"، چهارمین همایش ملی مدیریت پسماند، ۱۳۸۷.
۲. با کارفرمایی سازمان بازیافت و تبدیل‌مواد شهرداری مشهد، "خلاصه‌ی اجرایی طرح دفنگاه جدید زباله‌های شهر مشهد"، پژوهشکده‌ی انرژی و محیط زیست، ۱۳۸۷.
۳. دانش، شهنار، محمد یزدان بخش، محمدرضا حسیندخت و جواد عابدینی، "بررسی خصوصیات شیرابه‌ی زباله‌های شهری (مطالعه‌ی موردی زباله‌های شهر مشهد)، چهارمین همایش ملی مدیریت پسماند،۱۳۸۷.
٤. با کارفرمایی سازمان بازیافت و تبدیل‌مواد شهرداری مشهد، "طرح مطالعاتی بررسی روش‌های امحاء شیرابه تولیدی در محل‌های دفن زباله در شهر مشهد"، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران، ۱۳۸٦.
۵. نجفی، علی، محمد سهرابی، محمدحسین حداد، رشید صحابی، "طرح تصفیه‌ی شیرابه‌ی حاصل از لندفیلد شهری (به‌طور موردی مشهد)"، چهارمین همایش ملی مدیریت پسماند، ۱۳۸۷
٦. نقیب، قاسم، "بررسی روش‌های تصفیه‌ی شیرابه‌ی مدفن‌های زباله شهری" پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران- محیط زیست، دانشگاه تهران، ۱۳۸٦.