



دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد
گرایش مهندسی محیط زیست

عنوان
ارزیابی مرحله‌ی پایانی چرخه‌ی عمر روش‌های پردازش و دفع پسماند در
ایران

نگارش
ساسان سروشیان

استاد راهنما
دکتر مسعود تجریشی

دی‌ماه ۱۴۰۴

تصویب نامه

به نام خدا

دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی عمران

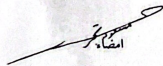
پایان نامه کارشناسی ارشد

این پایان نامه به عنوان تحقق بخشی از شرایط دریافت درجه کارشناسی ارشد است.

عنوان: بررسی پایداری لرزه ای سازه های فولادی در برابر زلزله

نگارش: سید علی حسینی

کمیته متخنین:


امضاء

1- آقای دکتر / خانم دکتر مسعود تجریشی استاد راهنما

2- آقای دکتر / خانم دکتر امضاء استاد راهنمای همکار

3- آقای دکتر / خانم دکتر امضاء استاد مشاور


امضاء

4- آقای دکتر / خانم دکتر متخنین داخل دانشکده


امضاء

5- آقای دکتر / خانم دکتر متخنین خارج دانشکده نادر مختارانی



اظهارنامه

(اصالت متن و محتوای پایان نامه کارشناسی ارشد)

عنوان پایان نامه: ارزیابی مرحله پایانی چرخه عمر و روش های پیردانش و دفعه پسماند در ایران

نام استاد راهنما: دکتر تجریشی
نام استاد راهنمای همکار: نام استاد مشاور:

این جانب ساسان سروشیان
اطلاع می دارم:

- ۱- متن و نتایج علمی ارائه شده در این پایان نامه اصل بوده و منحصرأ توسط این جانب و زیر نظر استادان (راهنما، همکار و مشاور) نام برده شده در بالا تهیه شده است.
- ۲- متن پایان نامه به این صورت در هیچ جای دیگری منتشر نشده است.
- ۳- متن و نتایج مندرج در این پایان نامه، حاصل تحقیقات این جانب به عنوان دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف است.
- ۴- کلیه مطالبی که از منابع دیگر در این پایان نامه مورد استفاده قرار گرفته، با ذکر مرجع مشخص شده است.

نام دانشجو: ساسان سروشیان

تاریخ: ۱۴۰۵ / ۳ / ۱۰

امضا:

نتایج تحقیقات مندرج در این پایان نامه و دستاوردهای مادی و معنوی ناشی از آن (شامل فرمول ها، توابع کتبخانه ای، نرم افزارها، سخت افزارها و مواردی که قابلیت ثبت اختراع دارد) متعلق به دانشگاه صنعتی شریف است. هیچ شخصیت حقیقی یا حقوقی بدون کسب اجازه از دانشگاه صنعتی شریف حق فروش و ادعای مالکیت مادی یا معنوی بر آن یا ثبت اختراع از آن را ندارد. همچنین کلیه حقوق مربوط به چاپ، تکثیر، نسخه برداری، ترجمه، اقتباس و نظائر آن در محیط های مختلف اعم از الکترونیکی، مجازی یا فیزیکی برای دانشگاه صنعتی شریف محفوظ است. نقل مطالب با ذکر مآخذ بلامانع است.

نام استادان راهنما: دکتر تجریشی
نام دانشجو: ساسان سروشیان

تاریخ: ۱۴۰۵ / ۳ / ۱۰

امضا:

تاریخ: ۱۴۰۵ / ۰۲ / ۲۴

امضا:

چکیده

امروزه مدیریت پسماند شهری از موضوعات مهم و قابل توجه هر جامعه‌ای است که نیاز به مدیریتی صحیح دارد. معضل پسماندهای شهری معضلی فزاینده و روزافزون است و ما هر روزه شاهد آسیب‌های این مشکل چه در ایران و چه در جهان هستیم. امروزه در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، اصلی‌ترین روشی که برای مدیریت پسماند استفاده می‌شود لندفیل‌ها هستند که هم فضای بسیار زیادی را اشغال می‌کنند و هم باعث انتشار گازهای آلاینده می‌شوند و در صورتی که شیرابه‌ی این لندفیل‌ها به منابع آب‌های زیرزمینی یا سطحی برسد، موجب آلودگی شدید این منابع خواهد شد. امروزه در کشورهای توسعه‌یافته مدیریت پسماند به صورت جامع و یکپارچه است و در آن به مفهوم سلسله مراتب مدیریت پسماند یا اقتصاد چرخشی توجه می‌شود. از آخرین مراحل مدیریت یکپارچه‌ی پسماند پردازش و دفع نهایی پسماند می‌باشد. در این پژوهش سعی شده است تا آثار زیست‌محیطی مربوط به روش‌های مختلف پردازش نهایی پسماند شهری ایجادشده در کشور ایران بررسی شده و با در نظر گرفتن مباحث اقتصادی هر روش، راهگشایی برای تصمیم‌گیری‌های کلان مدیریتی کشور باشد.

در این پژوهش نخست شهرها و روستاهای مختلف کشور ایران به کلاس‌های مختلف جمعیتی تقسیم شده است و بر اساس مقدار سرانه‌ی متوسط تولید پسماند در کشور ایران، مقدار پسماند تولید شده در هر کلاس جمعیتی مشخص شده است. در انتخاب شیوه‌های مدیریت پسماند چند مسئله حائز اهمیت است که از میان آن‌ها می‌توان به اجزای تشکیل‌دهنده‌ی پسماند و ویژگی‌های شیمیایی پسماند شهری اشاره کرد. همچنین با استفاده از روش پهنه‌بندی اقلیمی دومارتن آثار کمیتهای مربوط به هر اقلیم برای کلاس‌های مختلف جمعیتی در نظر گرفته شده است. به منظور پهنه‌بندی اقلیمی با روش دومارتن از پایگاه داده‌های تصاویر ماهواره‌ای موجود در Google Earth Engine استفاده شده و سپس پهنه‌بندی اقلیمی و کلاس‌بندی جمعیتی در نرم‌افزار ArcGIS pro صورت گرفته است.

در این پژوهش با توجه به مقدار پسماند تولید شده در هر کلاس جمعیتی، سناریوهای مشخصی برای پردازش پسماند هر کلاس در نظر گرفته شده است و آثار زیست‌محیطی مربوط به هر سناریو با استفاده از روش ارزیابی چرخه‌ی عمر بررسی شده است که به این منظور از نرم‌افزار SimaPro استفاده شده است. پس از مشخص شدن این آثار، مقایسه‌ی اقتصادی بین سناریوهای برتر هر کلاس جمعیتی بر اساس روش هزینه‌های چرخه‌ی عمر انجام شد و نتایجی در پی داشت که می‌توان از آن‌ها به عنوان ابزار کمکی برای سیاست‌گذاری‌های مربوط به مدیریت پسماند شهری استفاده کرد.

از میان این سناریوها، استفاده از لندفیل بدون جمع‌آوری گاز آن بیشترین آسیب را به محیط زیست وارد می‌کند. به گونه‌ای که حتی اگر یکی از بدترین روش‌های دیگر را جایگزین روش لندفیل کنیم، آسیب وارد شده‌ی آن به محیط زیست تفاوتی چشمگیر با روش پیشین خواهد داشت به نحوی که در برخی موارد، نمره‌ی واحد مربوطه ۷۵ درصد کاهش می‌یابد. از روش‌های دارای بهترین عملکرد محیط زیستی می‌توان به استفاده از زباله‌سوزها با روش SCR، استفاده از هاضم‌های بی‌هوازی و برای کلاس جمعیتی شهرهای متوسط در اقلیم خشک، لندفیل با جمع‌آوری گاز اشاره کرد. هزینه‌های اقتصادی زباله‌سوزها بسیار بیشتر از سایر روش‌های پردازش و دفع پسماند بوده به نحوی که در برخی موارد هزینه‌های خالص آن به ۱۰ برابر سایر روش‌ها می‌رسد و به همین خاطر استفاده از هاضم‌های بی‌هوازی و لندفیل با جمع‌آوری گاز لندفیل سناریوهای مناسب‌تری نسبت به زباله‌سوزی می‌باشند.

کلمات کلیدی: ارزیابی چرخه‌ی عمر، هزینه‌های چرخه‌ی عمر، مدیریت جامع پسماند شهری، پردازش و دفع نهایی پسماند

فهرست مطالب

۱ کلیات	۱
۱-۱ مقدمه و بیان مسأله	۱
۱-۲ اهداف تحقیق	۴
۱-۳ روش تحقیق	۴
۱-۴ فرضیات پژوهش	۵
۲ مفاهیم نظری و مرور ادبیات فنی	۷
۲-۱ مفاهیم و مبانی نظری پژوهش	۷
۲-۱-۱ روش‌های تبدیل پسماند به انرژی	۷
۲-۱-۲ زباله‌سوز پسماند شهری	۸
۲-۱-۳ کمپوست پسماند شهری	۱۰
۲-۱-۴ هاضم‌های بی‌هوازی	۱۳
۲-۱-۵ لندفیل‌ها	۱۶
۲-۱-۶ تأسیسات تصفیه‌ی مکانیکی و بیولوژیکی پسماند (MBT)	۱۷
۲-۱-۷ روش‌های ارزیابی چرخه‌ی عمر	۱۸
۲-۲ مرور ادبیات فنی	۱۹
۲-۲-۱ مطالعات انجام شده با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای	۱۹
۲-۲-۲ مطالعات ارزیابی چرخه‌ی عمر روش‌های پردازش پسماند داخل کشور	۱۹
۲-۲-۳ مطالعات ارزیابی چرخه‌ی عمر روش‌های مدیریت پسماند در خارج از کشور	۲۲
۳ روش شناسی	۲۶
۳-۱ پهنه‌بندی اقلیمی و تعیین کلاس‌های جمعیتی در کشور ایران	۲۶
۳-۱-۱ پهنه‌بندی اقلیمی کشور ایران	۲۶
۳-۱-۲ داده‌های مورد نیاز مرتبط با اقلیم	۲۷
۳-۱-۳ تعیین کلاس‌های جمعیتی	۲۹
۳-۲ ویژگی‌های پسماند تولید شده و ایجاد سناریوها	۳۳
۳-۲-۱ ویژگی‌های پسماند تولید شده	۳۳
۳-۲-۲ انتخاب سناریوها	۳۶

۳-۳ محاسبات مربوط به زباله‌سوزها ۴۰

۳-۳-۱ موازنه‌ی جرم ۴۰

۳-۳-۲ موازنه‌ی انرژی ۴۲

۳-۳-۳ تبادل انرژی و ایجاد انرژی الکتریکی در بویلر ۴۵

۳-۳-۴ تصفیه‌ی گاز خروجی ۴۵

۳-۳-۵ انتشارات صورت گرفته از زباله‌سوز ۴۹

۳-۴ محاسبات مربوط به کمپوست ۵۱

۳-۴-۱ محاسبات مربوط به تجزیه و انتشارات ۵۲

۳-۴-۲ محاسبات مربوط به سوخت و الکتریسیته‌ی مورد نیاز ۵۶

۳-۴-۳ محاسبات مربوط به آب مورد نیاز و شیرابه‌ی تولید شده ۶۰

۳-۵ محاسبات مربوط به هاضم‌های بی‌هوازی ۶۴

۳-۵-۱ محاسبات مربوط به طراحی هاضم‌های بی‌هوازی ۶۴

۳-۵-۲ محاسبات مربوط به فرآیند هضم بی‌هوازی ۶۶

۳-۵-۳ محاسبات مربوط به تصفیه‌ی بیوگاز ۶۹

۳-۵-۴ محاسبات مربوط به تأسیسات تولید برق و حرارت ۷۰

۳-۵-۵ محاسبات مربوط به گواهی ایجاد شده ۷۲

۳-۶ محاسبات مربوط به لندفیل‌ها ۷۲

۳-۶-۱ محاسبات مربوط به گاز لندفیل ۷۳

۳-۶-۲ محاسبات مربوط به شیرابه‌ی تولید شده ۷۷

۳-۷ محاسبات مربوط به حمل و نقل پسماند ۷۸

۳-۸ روش ارزیابی چرخه‌ی عمر ۷۹

۳-۹ روش هزینه‌های چرخه‌ی عمر ۸۲

۴ بحث و تحلیل نتایج ۸۵

۴-۱ نتایج محاسبات مربوط به روش‌های پردازش پسماند ۸۶

۴-۱-۱ نتایج مربوط به زباله‌سوزها ۸۶

۴-۱-۲ نتایج مربوط به کمپوست ۹۰

۴-۱-۳ نتایج مربوط به هاضم بی‌هوازی ۹۱

۴-۱-۴ نتایج مربوط به لندفیل‌ها ۹۳

۴-۲	نتایج مربوط به روش‌های پردازش پسماند	۹۴
۴-۲-۱	نتایج مربوط به زیاله‌سوزها	۹۴
۴-۲-۲	نتایج مربوط به کمپوست	۱۰۳
۴-۲-۳	نتایج مربوط به هاضم‌های بی‌هوازی	۱۰۸
۴-۲-۴	نتایج مربوط به لندفیل‌ها	۱۱۱
۴-۳	نتایج مربوط به سناریوهای مختلف	۱۱۹
۴-۴	نتایج مربوط به سایر کلاس‌های جمعیتی	۱۲۷
۴-۴-۱	نتایج مربوط به کلاس جمعیتی قسمت اول شهرهای بزرگ	۱۲۷
۴-۴-۲	نتایج مربوط به کلاس جمعیتی قسمت دوم شهرهای متوسط	۱۳۰
۴-۴-۳	نتایج مربوط به کلاس جمعیتی قسمت اول شهرهای متوسط	۱۳۳
۴-۴-۴	نتایج مربوط به کلاس جمعیتی شهرهای کوچک	۱۳۵
۵	جمع‌بندی و نتیجه‌گیری	۱۳۷
۵-۱	نتایج	۱۳۸
۵-۲	پیشنهادات برای تحقیقات آتی	۱۴۲
۶	مراجع	۱۴۴

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۲: مطالعات داخلی انجام شده با استفاده از داده‌های دمای سطح زمین با ابزار MODIS و داده‌های بارش از پایگاه داده‌های CHIRPS.....	۱۹
جدول ۱-۳: اقلیم‌های مختلف شاخص دومارتن.....	۲۷
جدول ۲-۳: مقادیر بارش میانگین سالانه در اقلیم‌های مختلف مطابق با داده‌های CHIRPS.....	۲۸
جدول ۳-۳: مقادیر بارش و تبخیر میانگین سالانه [۹۷].....	۲۸
جدول ۳-۴: داده‌های سرعت باد و رطوبت نسبی در اقلیم‌های مختلف.....	۲۹
جدول ۳-۵: جمعیت در نظر گرفته شده برای کلاس‌های جمعیتی.....	۳۲
جدول ۳-۶: جمعیت کلانشهرهای کشور.....	۳۳
جدول ۳-۷: ترکیب پسماند کشور ایران [۹۸].....	۳۴
جدول ۳-۸: درصد اجزای تشکیل دهنده‌ی بخش فرار از وزن خشک پسماند.....	۳۵
جدول ۳-۹: ویژگی‌های شیمیایی اجزای پسماند.....	۳۵
جدول ۳-۱۰: ضرایب مقدار هوای خشک و بخار آب ایجاد شده بر اساس ارزش حرارتی بخش فرار [۵].....	۴۰
جدول ۳-۱۱: درصد هوای مازاد استوکیومتری در انواع مختلف زباله‌سوز.....	۴۲
جدول ۳-۱۲: انرژی از دست‌رفته از بدنه‌ی زباله‌سوز [۵].....	۴۳
جدول ۳-۱۳: آنتالپی هوای خشک و بخار آب در محدوده‌ی دمایی متناسب با محاسبات مربوط به دمای گاز خروجی از کوره [۵].....	۴۴
جدول ۳-۱۴: نسبت رطوبت اشباع بر اساس انرژی موجود در گاز خشک در محدوده‌ی دمایی متناسب با محاسبات مربوط به قسمت کاهش دمای گاز خروجی [۵].....	۴۹
جدول ۳-۱۵: بازده حذف آلاینده برای روش‌های مختلف تصفیه‌ی گاز زباله‌سوزها.....	۵۱
جدول ۳-۱۶: ضریب K برای بخش‌های مختلف مواد آلی [۱۱۴].....	۵۵
جدول ۳-۱۷: مقدار مول کربن، نیتروژن، هیدروژن و اکسیژن در ۱ گرم از بخش آلی پسماندهای غذایی، کاغذی و باغی.....	۵۶
جدول ۳-۱۸: ضرایب مربوط به انتشار گازهای مختلف در فرآیند کمپوست [۱۱۱].....	۵۶
جدول ۳-۱۹: ضرایب مربوط به مصرف سوخت و الکتریسیته در تأسیسات کمپوست.....	۵۷
جدول ۳-۲۰: هوادهی مورد نیاز در زمان‌های مختلف فرآیند کمپوست [۴۱].....	۵۸
جدول ۳-۲۱: چگالی بخش آلی پسماند شهری.....	۵۸

جدول ۲۲-۳: کمیت‌های مورد نیاز برای محاسبه‌ی الکتریسیته‌ی مصرف شده در هوادهی	۵۹
جدول ۲۳-۳: کمیت‌های در نظر گرفته شده مربوط به سوخت و الکتریسیته‌ی مورد نیاز تأسیسات کمپوست	۶۰
جدول ۲۴-۳: مقدار γ بر اساس ترازهای مختلف [۱۲۳]	۶۲
جدول ۲۵-۳: مقادیر Ra بر اساس عرض جغرافیایی در ماه‌های مختلف [۱۲۳]	۶۲
جدول ۲۶-۳: کمیت‌های مربوط به طراحی هاضم‌های بی‌هوازی Valorga	۶۶
جدول ۲۷-۳: بازده متان متوسط و درصد متان از بیوگاز تولید شده	۶۷
جدول ۲۸-۳: مقادیر بازده متان متوسط و درصد حجمی متان در بیوگاز در نظر گرفته شده در پژوهش	۶۸
جدول ۲۹-۳: کمیت‌های مربوط به واحد تولید برق و انرژی	۷۱
جدول ۳۰-۳: کمیت‌های مربوط به گاز لندفیل	۷۵
جدول ۳۱-۳: مقادیر مربوط به ضریب k با توجه به مقدار بارش [۱۳۹]	۷۶
جدول ۳۲-۳: درصد بیوگاز جمع‌آوری شده در سال‌های مختلف [۱۴۱]	۷۶
جدول ۳۳-۳: کمیت‌های مورد استفاده قرار گرفته در مدل‌سازی گاز لندفیل	۷۷
جدول ۳۴-۳: حداقل فاصله‌ی مورد نیاز روش‌های پردازش و دفع پسماند، از مناطق شهری	۷۹
جدول ۳۵-۳: کمیت‌های مربوط به هزینه‌های چرخه‌ی عمر	۸۳
جدول ۳۶-۳: کمیت‌های مورد نیاز در محاسبات درآمد خالص فعلی [۱۴۸]	۸۴
جدول ۳۷-۳: هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری روش‌های کمپوست و هاضم بی‌هوازی	۸۴
جدول ۳۸-۳: هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری لندفیل با جمع‌آوری و تولید الکتریسیته از گاز لندفیل	۸۴
جدول ۱-۴: کمیت‌های محاسبه شده از سناریوی سوم برای قسمت دوم شهرهای بزرگ (مقدار پسماند ورودی برابر با ۳۸۷ تن)	۸۷
جدول ۲-۴: کمیت‌های مورد نیاز به آنالیز حساسیت برای زباله‌سوز سناریوی سوم قسمت دوم شهرهای بزرگ (مقدار پسماند ورودی برابر با ۳۸۷ تن)	۸۸
جدول ۳-۴: سایر انتشارات مربوط به زباله‌سوز سناریوی سوم قسمت دوم شهرهای بزرگ [۳۱] (مقدار پسماند ورودی برابر با ۳۸۷ تن)	۸۹
جدول ۴-۴: کمیت‌های مورد نیاز کمپوست مناطق خشک برای قسمت دوم شهرهای بزرگ (مقدار پسماند ورودی برابر با ۲۱۷ تن)	۹۰
جدول ۵-۴: کمیت‌های مورد نیاز کمپوست مناطق مرطوب برای قسمت دوم شهرهای بزرگ (مقدار پسماند ورودی برابر با ۲۱۷ تن)	۹۱

جدول ۴-۶: کمیت‌های مورد نیاز برای روش اول هاضم‌های بی‌هوازی برای قسمت دوم شهرهای بزرگ (مقدار پسماند ورودی برابر با ۲۱۷ تن)	۹۱
جدول ۴-۷: کمیت‌های مورد نیاز برای روش دوم هاضم‌های بی‌هوازی برای قسمت دوم شهرهای بزرگ (مقدار پسماند ورودی برابر با ۲۱۷ تن)	۹۲
جدول ۴-۸: کمیت‌های مورد نیاز برای روش سوم هاضم‌های بی‌هوازی برای قسمت دوم شهرهای بزرگ (مقدار پسماند ورودی برابر با ۲۱۷ تن)	۹۲
جدول ۴-۹: کمیت‌های مورد نیاز برای فرآیند کپوست گوارهی خروجی از روش‌های اول، دوم و سوم هاضم بی‌هوازی برای قسمت دوم شهرهای بزرگ	۹۳
جدول ۴-۱۰: کمیت‌های مورد نیاز برای لندفیل‌های مختلف اقلیم مرطوب قسمت دوم شهرهای بزرگ	۹۳
جدول ۴-۱۱: کمیت‌های مورد نیاز برای لندفیل‌های مختلف اقلیم خشک قسمت دوم شهرهای بزرگ	۹۴
جدول ۴-۱۲: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد برای روش‌های مختلف زباله‌سوزهای مختلف قسمت دوم شهرهای بزرگ	۱۰۲
جدول ۴-۱۳: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد برای کمپوست گوارهی خروجی از هاضم بی‌هوازی برای سه روش مختلف مدل‌سازی هاضم‌های بی‌هوازی سناریوی دوم قسمت دوم شهرهای بزرگ	۱۰۸
جدول ۴-۱۴: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد روش‌های مختلف هاضم بی‌هوازی برای قسمت دوم شهرهای بزرگ	۱۱۱
جدول ۴-۱۵: نتایج آثار زیست محیطی سناریوهای مختلف قسمت دوم شهرهای بزرگ برای اقلیم‌های مرطوب	۱۲۳
جدول ۴-۱۶: نتایج آثار زیست محیطی سناریوهای مختلف قسمت دوم شهرهای بزرگ برای اقلیم‌های خشک	۱۲۴
جدول ۴-۱۷: نمره‌ی واحد مربوط به انتقال پسماند برای سناریوهای مختلف قسمت دوم شهرهای بزرگ	۱۲۶
جدول ۴-۱۸: نتایج هزینه‌های خالص در مبنای سال اول از ساخت سناریوها برای سناریوهای برتر قسمت دوم شهرهای بزرگ	۱۲۷
جدول ۴-۱۹: نتایج آثار زیست محیطی سناریوهای مختلف قسمت اول شهرهای بزرگ برای اقلیم‌های مرطوب	۱۲۸
جدول ۴-۲۰: نتایج آثار زیست محیطی سناریوهای مختلف قسمت اول شهرهای بزرگ برای اقلیم‌های خشک	۱۲۹

جدول ۴-۲۱: نتایج هزینه‌های خالص در مبنای سال اول از ساخت سناریوها برای سناریوهای برتر قسمت اول شهرهای بزرگ ۱۳۰

جدول ۴-۲۲: نتایج هزینه‌های خالص در مبنای سال اول از ساخت سناریوها برای سناریوهای برتر قسمت دوم شهرهای متوسط ۱۳۱

جدول ۴-۲۳: نتایج آثار زیست محیطی سناریوهای مختلف قسمت دوم شهرهای متوسط برای اقلیم‌های مرطوب ۱۳۱

جدول ۴-۲۴: نتایج آثار زیست محیطی سناریوهای مختلف قسمت دوم شهرهای متوسط برای اقلیم‌های خشک ۱۳۱

جدول ۴-۲۵: نتایج آثار زیست محیطی سناریوهای مختلف قسمت اول شهرهای متوسط برای اقلیم‌های مرطوب ۱۳۳

جدول ۴-۲۶: نتایج آثار زیست محیطی سناریوهای مختلف قسمت اول شهرهای متوسط برای اقلیم‌های خشک ۱۳۴

جدول ۴-۲۷: نتایج هزینه‌های خالص در مبنای سال اول از ساخت سناریوها برای سناریوهای برتر قسمت اول شهرهای متوسط ۱۳۴

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۲: مراحل کارکرد زباله‌سوز پسماند شهری [۳۸] ۱۰
- شکل ۲-۲: فرآیند کمپوست‌سازی به روش زیر و رو کردن ویندروها [۵۲] ۱۳
- شکل ۲-۳: شماتیک کارکرد هاضم بی‌هوازی ۱۶
- شکل ۲-۴: نمونه‌ای از ساختار لندفیل مهندسی [۷۱] ۱۷
- شکل ۲-۵: تصویر کارکرد تأسیسات MBT [۷۴] ۱۸
- شکل ۳-۱: کلاس جمعیتی قسمت دوم شهرهای بزرگ (جمعیت بین ۳۵۰ تا ۷۵۰ هزار نفر) ۳۰
- شکل ۳-۲: کلاس جمعیتی قسمت اول شهرهای بزرگ (جمعیت بین ۱۷۰ تا ۳۵۰ هزار نفر) ۳۰
- شکل ۳-۳: کلاس جمعیتی قسمت دوم شهرهای متوسط (جمعیت بین ۸۵ تا ۱۷۰ هزار نفر) ۳۱
- شکل ۳-۴: کلاس جمعیتی قسمت اول شهرهای متوسط (جمعیت بین ۵۰ تا ۸۵ هزار نفر) ۳۱
- شکل ۳-۵: کلاس جمعیتی قسمت سوم شهرهای کوچک (جمعیت بین ۲۰ تا ۵۰ هزار نفر) ۳۱
- شکل ۳-۶: کلاس جمعیتی قسمت دوم شهرهای کوچک (جمعیت بین شش هزار و ششصد تا ۲۰ هزار نفر) ۳۲
- شکل ۳-۷: کلاس جمعیتی قسمت اول شهرهای کوچک (جمعیت کمتر از شش هزار و ششصد نفر) ۳۲
- شکل ۳-۸: سناریوی اول قسمت دوم شهرهای بزرگ ۳۷
- شکل ۳-۹: سناریوی دوم قسمت دوم شهرهای بزرگ ۳۷
- شکل ۳-۱۰: سناریوی اول قسمت دوم شهرهای متوسط ۳۸
- شکل ۳-۱۱: سناریوی دوم قسمت دوم شهرهای متوسط ۳۸
- شکل ۳-۱۲: شماتیک هاضم بی‌هوازی Valorga [۱۲۴] ۶۴
- شکل ۴-۱: پهنه‌بندی اقلیمی کشور با استفاده از روش دومارتن ۸۶
- شکل ۴-۲: نتایج مربوط به توصیف زباله‌سوز سناریوی اول برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۹۵
- شکل ۴-۳: نتایج مربوط به توصیف زباله‌سوز سناریوی دوم برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۹۵
- شکل ۴-۴: نتایج مربوط به توصیف زباله‌سوز سناریوی سوم برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۹۵
- شکل ۴-۵: نتایج مربوط به نرم‌سازی زباله‌سوز سناریوی اول برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۹۶
- شکل ۴-۶: نتایج مربوط به نرم‌سازی زباله‌سوز سناریوی دوم برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۹۷

- شکل ۷-۴: نتایج مربوط به نرم‌سازی زباله‌سوز سناریوی سوم برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۹۷
- شکل ۸-۴: نمره‌ی واحد زباله‌سوز سناریوی اول برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۹۸
- شکل ۹-۴: نمره‌ی واحد زباله‌سوز سناریوی دوم برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۹۸
- شکل ۱۰-۴: نمره‌ی واحد زباله‌سوز سناریوی سوم برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۹۹
- شکل ۱۱-۴: تحلیل حساسیت نتایج نرم‌سازی برای روش‌های مختلف زباله‌سوز سناریوی اول برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۰
- شکل ۱۲-۴: تحلیل حساسیت نتایج نمره‌ی واحد برای روش‌های مختلف زباله‌سوز سناریوی اول برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۰
- شکل ۱۳-۴: تحلیل حساسیت نتایج نرم‌سازی برای روش‌های مختلف زباله‌سوز سناریوی دوم برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۱
- شکل ۱۴-۴: تحلیل حساسیت نتایج نمره‌ی واحد برای روش‌های مختلف زباله‌سوز سناریوی دوم برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۱
- شکل ۱۵-۴: تحلیل حساسیت نتایج نرم‌سازی برای روش‌های مختلف زباله‌سوز سناریوی سوم قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۱
- شکل ۱۶-۴: تحلیل حساسیت نتایج نمره‌ی واحد برای روش‌های مختلف زباله‌سوز سناریوی سوم برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۲
- شکل ۱۷-۴: نتایج مربوط به توصیف کمپوست مناطق مرطوب سناریوی اول برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۳
- شکل ۱۸-۴: نتایج مربوط به توصیف کمپوست مناطق خشک سناریوی اول برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۴
- شکل ۱۹-۴: نتایج مربوط به قسمت نرم‌سازی برای کمپوست مناطق مرطوب سناریوی اول برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۴
- شکل ۲۰-۴: نتایج مربوط به قسمت نرم‌سازی برای کمپوست مناطق خشک سناریوی اول برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۵
- شکل ۲۱-۴: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد برای کمپوست مناطق مرطوب سناریوی اول برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۵
- شکل ۲۲-۴: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد برای کمپوست مناطق خشک سناریوی اول برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۶

شکل ۲۳-۴: نتایج مربوط به توصیف برای کمپوست سناریوی دوم قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۶

شکل ۲۴-۴: نتایج مربوط به قسمت نرم‌سازی برای کمپوست سناریوی دوم قسمت دوم شهرهای بزرگ. ۱۰۷

شکل ۲۵-۴: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد برای کمپوست سناریوی دوم قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۷

شکل ۲۶-۴: تحلیل حساسیت نتایج مربوط به نرم‌سازی کمپوست گواره‌ی خروجی برای سه روش مختلف تحلیل هاضم بی‌هوازی سناریوی دوم برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۸

شکل ۲۷-۴: تحلیل حساسیت نتایج مربوط به نمره‌ی واحد کمپوست گواره‌ی خروجی برای سه روش مختلف تحلیل هاضم بی‌هوازی سناریوی دوم برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۸

شکل ۲۸-۴: نتایج مربوط به توصیف روش دوم مدل‌سازی هاضم بی‌هوازی قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۹

شکل ۲۹-۴: نتایج مربوط به نرم‌سازی روش دوم مدل‌سازی هاضم بی‌هوازی قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۰۹

شکل ۳۰-۴: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد روش دوم مدل‌سازی هاضم بی‌هوازی قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۱۰

شکل ۳۱-۴: تحلیل حساسیت نتایج نرم‌سازی برای سه روش مختلف مدل‌سازی هاضم بی‌هوازی قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۱۰

شکل ۳۲-۴: تحلیل حساسیت نمره‌ی واحد برای سه روش مختلف مدل‌سازی هاضم بی‌هوازی قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۱۱

شکل ۳۳-۴: نتایج مربوط به توصیف لندفیل‌های سناریوی اول و دوم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های مرطوب ۱۱۲

شکل ۳۴-۴: نتایج مربوط به نرم‌سازی لندفیل‌های سناریوی اول و دوم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های مرطوب ۱۱۲

شکل ۳۵-۴: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد لندفیل‌های سناریوی اول و دوم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های مرطوب ۱۱۲

شکل ۳۶-۴: نتایج مربوط به نرم‌سازی لندفیل‌های سناریوی اول و دوم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های خشک ۱۱۳

شکل ۳۷-۴: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد لندفیل‌های سناریوی اول و دوم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های خشک ۱۱۳

شکل ۳۸-۴: نتایج مربوط به توصیف لندفیل سناریوی چهارم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های مرطوب ۱۱۴

شکل ۳۹-۴: نتایج مربوط به نرم‌سازی لندفیل سناریوی چهارم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های مرطوب	۱۱۴
شکل ۴۰-۴: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد لندفیل سناریوی چهارم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های مرطوب	۱۱۴
شکل ۴۱-۴: نتایج مربوط به توصیف لندفیل سناریوی چهارم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های خشک	۱۱۵
شکل ۴۲-۴: نتایج مربوط به نرم‌سازی لندفیل سناریوی چهارم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های خشک	۱۱۵
شکل ۴۳-۴: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد لندفیل سناریوی چهارم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های خشک	۱۱۵
شکل ۴۴-۴: نتایج مربوط به توصیف لندفیل سناریوی پنجم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های مرطوب	۱۱۶
شکل ۴۵-۴: نتایج مربوط به نرم‌سازی لندفیل سناریوی پنجم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های مرطوب	۱۱۶
شکل ۴۶-۴: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد لندفیل سناریوی پنجم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های مرطوب	۱۱۷
شکل ۴۷-۴: نتایج مربوط به توصیف لندفیل سناریوی پنجم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های خشک	۱۱۸
شکل ۴۸-۴: نتایج مربوط به نرم‌سازی لندفیل سناریوی پنجم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های خشک	۱۱۸
شکل ۴۹-۴: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد لندفیل سناریوی پنجم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های خشک	۱۱۸
شکل ۵۰-۴: نتایج مربوط به توصیف سناریوی اول قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های مرطوب	۱۱۹
شکل ۵۱-۴: نتایج مربوط به توصیف سناریوی اول قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های خشک	۱۱۹
شکل ۵۲-۴: نتایج مربوط به توصیف سناریوی دوم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های مرطوب	۱۲۰
شکل ۵۳-۴: نتایج مربوط به توصیف سناریوی دوم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های خشک	۱۲۰
شکل ۵۴-۴: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد سناریوی اول قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های مرطوب	۱۲۱

- شکل ۴-۵۵: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد سناریوی اوّل قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های خشک ۱۲۱
- شکل ۴-۵۶: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد سناریوی دوم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های مرطوب ۱۲۱.....
- شکل ۴-۵۷: نتایج مربوط به نمره‌ی واحد سناریوی دوم قسمت دوم شهرهای بزرگ در اقلیم‌های خشک ۱۲۲.....
- شکل ۴-۵۸: نمودار نمره‌ی واحد برای سناریوهای مختلف مناطق با اقلیم مرطوب برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۲۵.....
- شکل ۴-۵۹: نمودار نمره‌ی واحد برای سناریوهای مختلف مناطق با اقلیم خشک برای قسمت دوم شهرهای بزرگ ۱۲۶.....
- شکل ۴-۶۰: نمودار نمره‌ی واحد برای سناریوهای مختلف مناطق با اقلیم مرطوب برای قسمت اوّل شهرهای بزرگ ۱۳۰.....
- شکل ۴-۶۱: نمودار نمره‌ی واحد برای سناریوهای مختلف مناطق با اقلیم خشک برای قسمت اوّل شهرهای بزرگ ۱۳۰.....
- شکل ۴-۶۲: نمودار نمره‌ی واحد برای سناریوهای مختلف مناطق با اقلیم مرطوب برای قسمت دوم شهرهای متوسط ۱۳۲.....
- شکل ۴-۶۳: نمودار نمره‌ی واحد برای سناریوهای مختلف مناطق با اقلیم خشک برای قسمت دوم شهرهای متوسط ۱۳۲.....
- شکل ۴-۶۴: نمودار نمره‌ی واحد برای سناریوهای مختلف مناطق با اقلیم مرطوب برای قسمت اوّل شهرهای متوسط ۱۳۴.....
- شکل ۴-۶۵: نمودار نمره‌ی واحد برای سناریوهای مختلف مناطق با اقلیم خشک برای قسمت اوّل شهرهای متوسط ۱۳۵.....

۱ کلیات

۱-۱ مقدمه و بیان مسأله

مدیریت مناسب پسماندهای شهری تولید شده از چالش‌های مهم امروزه، در کشورهای مختلف جهان بوده و افزایش سریع و بیش از حد جمعیت [۱] و پدیدار شدن تغییرات در الگوی مصرف افراد [۲]، منجر به افزایش مقدار پسماند تولید شده نسبت به سال‌های گذشته شده، که این امر مدیریت پسماند شهری را به امری بیش از پیش دشوارتر، تبدیل کرده است. علاوه بر افزایش مقدار تولید پسماند شهری، ترکیبات و اجزای تشکیل دهنده‌ی این جریان پسماند نیز روز به روز در حال پیچیده‌تر شدن بوده [۳] که منجر به بروز مشکلات بیشتری برای مدیریت صحیح پسماندهای شهری شده است. عدم مدیریت صحیح پسماند شهری منجر به ایجاد مشکلات جدی برای سلامت انسان و محیط زیست شده و باعث آلوده شدن هوا، محیط‌های آبی و خاک می‌شود [۴].

به منظور مدیریت جامع و یک‌پارچه‌ی پسماند شهری^۱، نیاز است برای مراحل مختلف مدیریت پسماند که شامل مراحل کاهش در مبدأ، تولید پسماند، ذخیره‌سازی و جداسازی پسماند در محل تولید، جمع‌آوری و حمل و نقل پسماند، جداسازی و پردازش پسماند و دفع نهایی پسماند [۵] می‌باشند، برنامه‌ریزی کرده و به بحث‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی، تکنولوژیکی و محیط زیستی مربوط به هر یک از مراحل مدیریت یک‌پارچه‌ی پسماند شهری، توجه شود [۶]. امروزه، در ادبیات مربوط به مدیریت پسماند در کشور آمریکا و کشورهای عضو اتحادیه‌ی اروپا، مباحث مربوط به سلسله مراتب مدیریت پسماند و اقتصاد چرخشی^۲ مطرح بوده که نوعی اولویت‌بندی در مدیریت پسماند شهری را مشخص می‌کنند [۷]. در این اولویت‌بندی، بیشترین اولویت با حفظ مواد و جلوگیری از ایجاد پسماند بوده که با روش‌های مختلف کاهش تولید پسماند و استفاده‌ی مجدد از کالاهای تولید شده، میسر می‌شود. اولویت دوم به بازیابی مواد از طریق بازیافت پسماند خشک و همچنین روش‌های بیولوژیکی کمپوست^۳ و استفاده از هاضم‌های بی‌هوازی^۴ که به نوعی بازیافت بخش آلی پسماند محسوب می‌شوند، اختصاص یافته است. در اولویت بعدی روش‌های

^۱ Integrated Municipal Solid Waste Management

^۲ Circular Economy

^۳ Compost

^۴ Anaerobic Digester

تبدیل پسماند به انرژی^۱ مطرح شده و دفن پسماند در لندفیل‌ها^۲ در آخرین اولویت از مدیریت پسماند قرار می‌گیرد [۸].

در اکثر کشورهای در حال توسعه مانند کشور ایران، بخش زیادی از پسماند تولید شده به صورت تفکیک نشده از مبدأ جمع‌آوری شده [۹] که منجر به دشوار شدن روش‌های پردازش بیولوژیکی پسماند آلی و همچنین کاهش قابلیت بازیافت بخش خشک جریان پسماند شهری می‌شود [۱۰]. در ایران حدود ۷۰ درصد از پسماند شهری تولید شده متعلق به بخش آلی پسماند (پسماند تر) بوده [۱۱] هرچند در موارد کمی که تفکیک از مبدأ مورد توجه قرار گرفته است، جمع‌آوری بخش خشک پسماند مورد توجه قرار گرفته و به تفکیک از مبدأ جریان پسماند آلی توجه بسیار کمتری شده است [۱۲]. به طور میانگین ۸۳/۶ درصد از پسماند شهری تولید شده در کشور ایران به لندفیل‌ها انتقال یافته، ۱۰/۵ درصد از آن به فرآیند کمپوست منتقل شده و ۵/۹ درصد از آن بازیافت می‌شود [۱۱] که بر خلاف سلسله مراتب مدیریت پسماند می‌باشد. هرچند فراهم کردن بستری مناسب برای افزایش درصد تفکیک از مبدأ پسماند شهری (به ویژه بخش آلی پسماند شهری) در برنامه‌های بلند مدت کشور بسیار مهم می‌باشد، ایجاد طرح‌های تفکیک از مبدأ، علاوه بر اینکه به ایجاد زیرساخت‌های مناسبی نیاز داشته [۱۳]، نیاز بسیار زیادی به ترویج آموزش‌های مناسب و فرهنگ‌سازی دارد [۱۴] که این موارد نیاز به زمان زیادی داشته و به برنامه‌های بلند مدت کشوری اختصاص می‌بایند. به همین دلیل استفاده از روش‌های مدیریت پسماندی که نیاز کمتری به تفکیک از مبدأ جریان پسماند دارند، در برنامه‌های کوتاه مدت و میان مدت کشورهای در حال توسعه و حتی در رابطه با بخشی از پسماند که در کشورهای توسعه یافته به صورت مخلوط جمع‌آوری می‌شود، اهمیت بسیار زیادی دارند. از طرح‌های مدیریت پسماندی که نیازی به تفکیک از مبدأ جریان پسماند ندارند، می‌توان به استفاده از زباله‌سوزهای پسماند شهری^۳ و تأسیسات MBT^۴ اشاره کرد. در زباله‌سوزها می‌توان با حداقل پیش‌پردازش و تنها جداسازی مواد حجیم مثل مبلمان و همچنین جداسازی مواد خطرناک مثل پلاستیک‌های PVC، پردازش پسماند را انجام داد. در تأسیسات MBT از روش‌های مختلفی برای جداسازی جریان پسماند مخلوط ورودی به دو بخش پسماند آلی و پسماند خشک، استفاده می‌شود. بخش خشک جداسازی شده در روش‌هایی مثل زباله‌سوز مورد استفاده قرار گرفته یا به سوخت‌های مشتق از پسماند^۵ تبدیل می‌شود. بخش

^۱ Waste to Energy (WtE)

^۲ Landfill

^۳ Municipal Solid Waste Incinerator

^۴ Mechanical-Biological Treatment (MBT)

^۵ Refuse Derived Fuel (RDF)

آلی پسماند نیز در روش‌های هوازی یا بی‌هوازی به پسماندی پایدار^۱ جهت دفن در لندفیل‌ها تبدیل می‌شود و به همین خاطر روش MBT در سلسله مراتب مدیریت پسماند، از اولویتی مشابه با روش‌های تبدیل پسماند به انرژی برخوردار می‌باشند [۱۵]. لازم به ذکر است که الزام به دفن بخش SOW مربوط به استانداردهای سختگیرانه‌ی اروپایی بوده و در بسیاری موارد در کشورهای در حال توسعه، از این بخش از پسماند به عنوان کمپوست استفاده می‌شود [۱۶].

به منظور ایجاد برنامه‌های مناسب برای مدیریت پسماند شهری، آگاهی داشتن از مقدار پسماند تولید شده و اجزای تشکیل دهنده‌ی آن، از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد [۱۷]. علاوه بر اینکه روش‌های مختلف پردازش پسماند شهری، دارای ظرفیت‌های متداول مختلفی می‌باشند، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پسماند شهری تولید شده، نقش بسزایی در انتخاب مناسب‌ترین روش پردازش پسماند از میان روش‌های مختلف دارند [۱۸]. علاوه بر دانستن مقدار و ویژگی‌های پسماند شهری تولید شده، آگاهی داشتن از شرایط اقلیمی منطقه‌ی مورد نظر نیز، در انتخاب روش‌های مناسب برای مدیریت پسماند مهم بوده و کمیت‌های مربوط به اقلیم، در محاسبات و مدل‌سازی روش‌های کمپوست و لندفیل، نقش مهمی را ایفا می‌کنند [۱۹]. از عوامل کلیدی در انتخاب روش‌های مناسب مدیریت پسماند شهری برای یک منطقه، بررسی و مقایسه‌ی اثرات زیست‌محیطی مربوط به روش‌های مختلف پردازش پسماند می‌باشد. به همین منظور، در سال‌های اخیر مطالعات ارزیابی چرخه‌ی عمر^۲ زیادی در رابطه با مدیریت پسماند شهری در سطح جهان انجام شده است [۲۰]. در روش ارزیابی چرخه‌ی عمر، اثرات زیست‌محیطی مربوط به یک فرآیند یا محصول، در تمام مراحل مختلف مربوط به چرخه‌ی عمر آن و از مرحله‌ی استخراج مواد خام مورد نیاز تا مرحله‌ی دفع پسماند تولید شده‌ی مرتبط با آن فرآیند یا محصول، در نظر گرفته می‌شود [۲۱].

هرچند توجه به آثار زیست‌محیطی و تلاش برای حفظ و نگهداری از محیط زیست از اصول اساسی مربوط به توسعه‌ی پایدار بوده و از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد، به منظور تصمیم‌گیری سیاسی در انتخاب روش‌های مناسب پردازش پسماند شهری در یک منطقه، در نظر گرفتن سایر عوامل نظیر عوامل اقتصادی و اجتماعی نیز دارای اهمیت می‌باشد. روش هزینه‌های چرخه‌ی عمر^۳ که دارای مفهومی مشابه با روش ارزیابی چرخه‌ی عمر بوده، هزینه‌ها و درآمدهای مربوط به یک پروژه را در تمام مراحل چرخه‌ی عمر آن پروژه بررسی کرده و به عنوان ابزاری برای مقایسه‌ی اقتصادی بین روش‌های مختلف مدیریت پسماند شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۲].

^۱ Stabilized Organic Waste (SOW)

^۲ Life Cycle Assessment (LCA)

^۳ Life Cycle Costing (LCC)

۱-۲ اهداف تحقیق

هدف اصلی این پژوهش در وهله‌ی نخست، بررسی و مقایسه‌ی آثار زیست‌محیطی مربوط به روش‌های مختلف پردازش و دفع جریان مخلوط پسماند شهری در کشور ایران بوده و پس از تعیین سناریوهای برتر از لحاظ آثار زیست‌محیطی، در وهله‌ی دوم، مقایسه‌ی اقتصادی بین سناریوهای برتر مشخص شده می‌باشد. اهداف کلی این پژوهش به شرح زیر بیان می‌شوند:

۱. مشخص کردن روش‌ها و سناریوهای پردازش پسماند قابل استفاده در شهرهای مختلف کشور ایران با توجه به متفاوت بودن جمعیت و مقدار پسماند تولید شده
۲. بررسی و مقایسه‌ی آثار زیست‌محیطی مربوط به سناریوهای مختلف در نظر گرفته شده برای شهرهای مختلف و مشخص کردن سناریوهای برتر از لحاظ آثار زیست‌محیطی
۳. مقایسه‌ی اقتصادی بین سناریوهای برتر انتخاب شده در شهرهای مختلف

۱-۳ روش تحقیق

در اولین گام از این پژوهش، با استفاده از نتایج پایگاه داده‌های ماهواره‌ای، داده‌های درجه‌ی حرارت و بارش در کشور مشخص شده و بر این اساس پهنه‌بندی اقلیمی کشور ایران صورت می‌گیرد. در گام بعدی شهرها و روستاهای مختلف کشور، به کلاس‌های جمعیتی مختلفی تقسیم‌بندی شده به نحوی که هر کلاس جمعیتی به عنوان نماینده‌ی تمام شهرهایی که در آن کلاس قرار دارند، انتخاب شده و طراحی‌های صورت گرفته برای کلاس‌های جمعیتی مختلف انجام می‌شود. پس از مشخص شدن کلاس‌های جمعیتی مورد نظر، مقدار پسماند تولید شده و ترکیب اجزای تشکیل دهنده‌ی پسماند، بر اساس مطالعات پیشین محاسبه می‌شود. پس از مشخص شدن ترکیب پسماند در هر کلاس جمعیتی، ویژگی‌های شیمیایی اجزای مختلف پسماند بر اساس مطالعات پیشین مشخص شده و با توجه به ظرفیت‌های متداول روش‌های مختلف پردازش پسماند شهری، سناریوهای قابل استفاده‌ی پردازش پسماند شهری برای تمام کلاس‌های جمعیتی مشخص می‌شوند. در سناریوهایی که در آن‌ها از تأسیسات MBT استفاده می‌شود، موازنه‌ی جرم برای اجزای مختلف جریان ورودی به MBT صورت گرفته و مقدار جریان‌های روسرندی و زیرسرندی جداسازی شده در تأسیسات، محاسبه می‌شود. در گام بعدی، محاسبات مربوط به هر سناریو برای شرایط اقلیمی خشک و مرطوب صورت گرفته و کمیت‌هایی که برای ارزیابی چرخه‌ی عمر سناریوها اهمیت دارند، محاسبه می‌شود. با استفاده از کمیت‌های محاسبه شده به عنوان داده‌های ورودی برای ارزیابی چرخه‌ی عمر، آثار زیست‌محیطی مربوط به سناریوهای مختلف هر کلاس جمعیتی در اقلیم‌های خشک و مرطوب با یکدیگر محاسبه می‌شوند. در ادامه آثار زیست‌محیطی مربوط به حمل و نقل پسماند در هر سناریو بررسی شده و سناریوهای برتر از لحاظ آثار زیست‌محیطی مشخص می‌شوند. در مواردی که کمیت‌های محاسبه شده با

عدم قطعیت همراه بوده، با استفاده از تحلیل حساسیت، سهم آن کمیت‌ها در اثرات کلی سناریو محاسبه می‌شود. در نهایت پس از مشخص شدن سناریوهای برتر از لحاظ آثار زیست‌محیطی در هر کلاس جمعیتی، مقایسه‌ی اقتصادی بین سناریوهای برتر صورت گرفته تا به عنوان دیدگاهی تکمیلی در انتخاب برترین سناریو برای آن کلاس جمعیتی مورد استفاده قرار گیرد.

۴-۱ فرضیات پژوهش

در مراحل مختلف این پژوهش فرضیات مختلفی در نظر گرفته شده که فرضیات کلی مورد استفاده قرار گرفته در این پژوهش به شرح زیر می‌باشد.

۱. در محاسبه‌ی مقدار پسماند تولید شده در هر کلاس جمعیتی، سرانه‌ی تولید پسماند برای تمام کشور ایران یکسان فرض شده و تفاوتی بین شهرهای مختلف لحاظ نشده است.

۲. در محاسبه‌ی مقدار پسماند تولید شده در هر کلاس جمعیتی، نوسانات سرانه و ترکیب پسماند در فصول مختلف سال لحاظ نشده و ترکیب و سرانه‌ی تولید پسماند در تمام طول سال ثابت در نظر گرفته شده است.

۳. داده‌های بارش و تبخیر مورد استفاده قرار گرفته در مدل‌سازی شیرابه‌ی تولید شده در فرآیندهای کمپوست و لندفیل به صورت داده‌های میانگین سالانه بوده و از اثرات نوسانات فصلی صرف نظر شده است.

۴. در تمامی مواردی که به دمای میانگین هوا نیاز است، دمای هوا برابر با ۲۵ درجه‌ی سانتیگراد در نظر گرفته شده است.

۵. در محاسبات مربوط به ارزیابی چرخه‌ی عمر، به دلیل موجود نبودن داده‌های مختص کشور ایران، در موارد مورد نیاز برای مثال الکتروسیته‌ی تولید شده، از داده‌های میانگین جهانی استفاده شده است.

۶. در محاسبات مربوط به هزینه‌های چرخه‌ی عمر از قیمت‌های دلاری روش‌های پردازش پسماند استفاده شده است.

این پژوهش در پنج فصل تدوین شده است. فصل اول به بیان کلیات پژوهش شامل مقدمه، بیان مسئله، اهداف، ضرورت تحقیق و مرور اجمالی پیشینه‌ی موضوع اختصاص دارد.

در فصل دوم، مبانی نظری و مطالعات پیشین مرتبط با مدیریت پسماند و ارزیابی زیست‌محیطی سناریوهای مختلف بررسی شده است.

فصل سوم به معرفی روش تحقیق، چارچوب مدل‌سازی، داده‌های مورد استفاده، فرضیات پژوهش و نحوه تحلیل سناریوها می‌پردازد.

در فصل چهارم، نتایج حاصل از ارزیابی زیست‌محیطی و اقتصادی سناریوها در کلاس‌های مختلف جمعیتی ارائه و تحلیل شده است.

نهایتاً در فصل پنجم، جمع‌بندی نتایج، ارائه پیشنهادها و بیان محدودیت‌ها و مسیرهای پژوهشی آتی مطرح شده است.