دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی عمران

رساله دکتری:

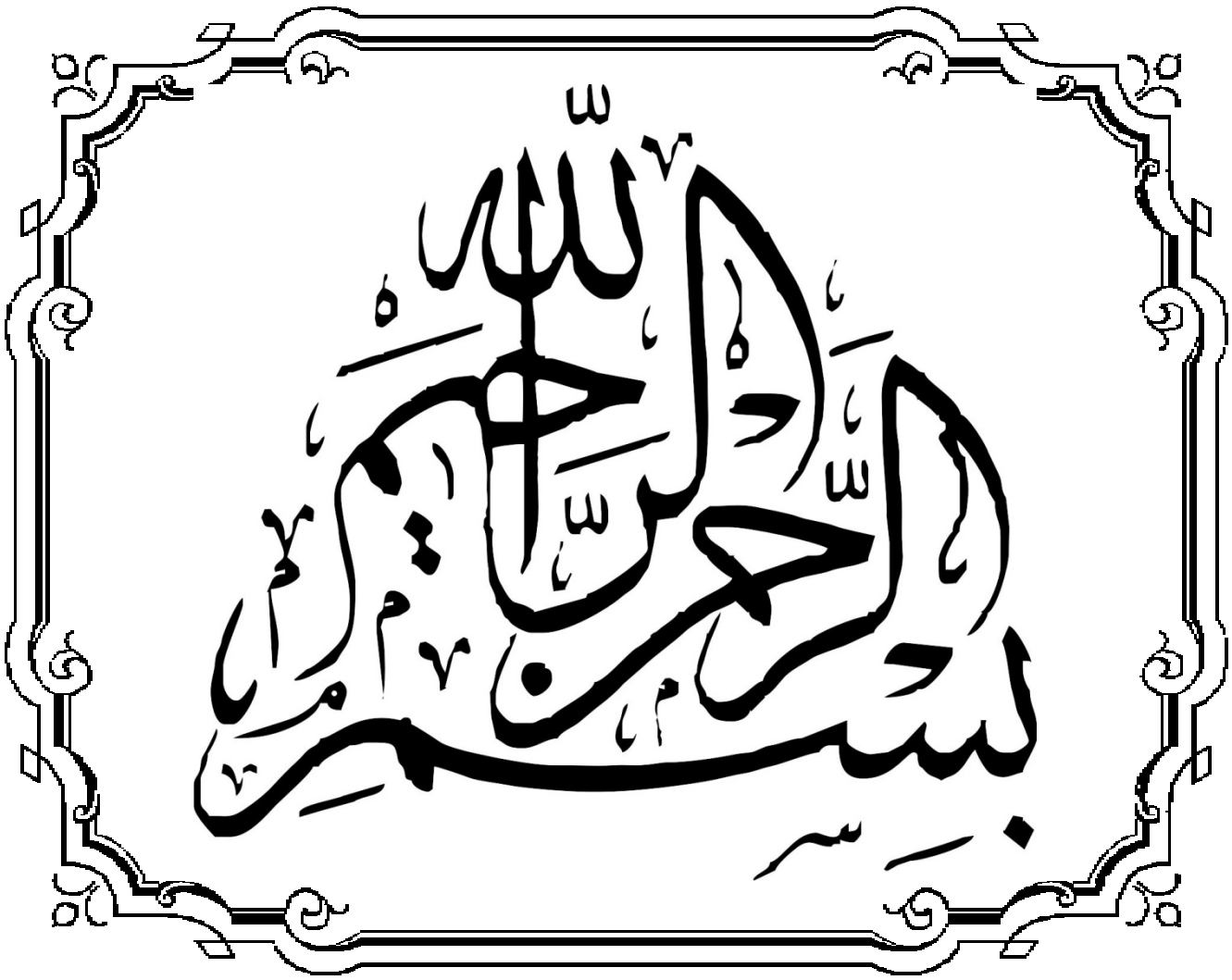
تهیه فهرست و مدل نرم‌افزاری مقایسه سناریوهای مدیریت جامع پسماند جامد شهری بکمک LCA

(مطالعه موردی: جزایر شرکت نفت فلات قاره ایران)

استاد راهنما:
دکتر محمدرضا صبور

نگارش:
مهدی قنبرزاده لک

تابستان ۱۳۹۱


بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

خدای را بسی شاکرم که از روی کرم پدر و مادری فداکار نصیبم ساخته تا در سایه درخت پربار وجودشان بیاسایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش تلاش نمایم. والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم چرا که این دو وجود پس از پروردگار مایه هستی‌ام بوده اند، دستم را گرفتند و راه رفتن را در این وادی زندگی پر فراز و نشیب آموختند. آموزگارانی که برایم زندگی، بودن و انسانیت را معنا کردند. به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی، به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است، به پاس قلب های بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند، این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می کنم.

تقدیم به خواهرانم که همواره مایه دلگرمی و پشت و پناهم بوده اند. تقدیم به ارسلان و آیدین خواهرزادگان عزیزم،

و تقدیم به روح برادر مرحومم (افشین) و غنچه به یادگار مانده از او زهرا

تاییدیه هیات داوران

فرم شماره ۳

تأیید پایان‌نامه دکتری توسط دانشجو

موضوع پایان‌نامه: تهیه فهرست و مدل نرم‌افزاری مقایسه سناریوهای مدیریت جامع پسماند جامد شهری بکمک LCA (مطالعه موردی: جزایر شرکت نفت فلات قاره ایران)

استاد راهنما: دکتر محمدرضا صبور

نام دانشجو: مهدی قنبرزاده لک

شماره دانشجویی: ۸۵۱۳۱۵۶

اینجانب **مهدی قنبرزاده لک**، دانشجوی دوره دکتری مهندسی عمران، گرایش آب(محیط‌زیست) دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارایه شده در پایان‌نامه فوق الذکر توسط شخص اینجانب انجام گرفته و صحت و اصالت مطالب نگارش شده، مورد تأیید می‌باشد و در موارد استفاده از کار دیگر محققان، به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. بعلاوه گواهی می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارایه نشده است و در تدوین متن پایان‌نامه، ساختار مصوب دانشکده مهندسی عمران را به طور کامل رعایت کرده‌ام.

امضاء دانشجو:

تاریخ:

فرم حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

حق چاپ و تکثیر این پایان‌نامه متعلق به نویسنده آن می‌باشد و هر گونه نسخه برداری از کل پایان‌نامه یا بخشی از آن، تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می‌باشد. ضمناً این صفحه نیز باید در نسخه تکثیر شده موجود باشد.

استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در رساله حاضر بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

تشکر و قدردانی:

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت‌های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجّل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ایشان، با زبان قاصر و دست ناتوان، قادر به نگارش متنی باشم. با این وجود به مصداق «من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق» بسی شایسته است از استاد فرهیخته و فرزانه **جناب آقای دکتر محمدرضا صبور** که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشن سرای علم و دانش را با راهنمایی‌های بی دریغشان بارور ساختند، تقدیر و تشکر نمایم.

در نهایت لازم می دانم مراتب تقدیر و تشکر خود را از کسانی که همواره وامدار و مدیون الطافشان هستم، خانواده عزیزم، دوستان (خصوصا سرکار خانم پوراقدم، جناب آقایان ربانی، امیری، حیدری و قربان) و مسئولین شرکت نفت فلات قاره ایران (جناب آقای صادقی کاظمی و سرکار خانم شهابی)، همچنین کلیه عزیزانی که ذکر نام ایشان در این مجال امکان پذیر نیست، ابراز دارم. باشد که این خردترین، بخشی از زحمات ایشان را سپاس گوید.

چکیده:

روند رو به رشد تولید پسماندها در جوامع و تغییرات بوجود آمده در ترکیب و خصوصیات زایدات طی سالیان گذشته، در کنار آثار سوء و جبران‌ناپذیر ناشی از دفع غیر اصولی این قبیل دور ریزها بر محیط‌زیست، اهمیت تدوین و بکارگیری روشهای نوین تصمیم‌سازی مدیریت پسماند قابل انطباق با شرایط موجود در کشور، را آشکار می‌سازد. بمنظور تهیه و اجرای روش جامع مدیریت پسماندهای جامد شهری، ابتدا لازم است اطلاعاتی درخصوص شرایط محیطی و کمیت و کیفیت زایدات تولیدی در محدوده مورد مطالعه گردآوری گردد. پس از آن و در گام بعدی سناریوهای مختلف دفع تهیه و مزایا و معایب آنها با توجه به شرایط خاص منطقه، مورد ارزیابی‌های فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی قرار گرفته و در نهایت با وزن دهی به هرکدام از این ارزیابی‌ها، بهترین سناریو معرفی خواهد شد.

در تحقیق حاضر بمنظور تعیین سناریوی برتر مدیریت پسماند شهری، از روش ارزیابی چرخه عمر(LCA) در ارزیابی‌های زیست‌محیطی بهره‌گیری شده و انجام ارزیابی‌های فنی و همچنین تلفیق ارزیابی‌های سه‌گانه ذکر شده در قبل، توسط روش تحلیل شبکه‌ای(ANP) صورت گرفته است. براین اساس و در گام اول، مدل‌های نرم‌افزاری طراحی و محاسبه مصارف انرژی و میزان انتشارات از هرکدام از گزینه‌های مدیریتی(شامل جمع‌آوری و حمل و نقل؛ پردازش و بازیافت؛ تولید کود کمپوست؛ زباله‌سوزی و دفن) تهیه گردید. بطور کلی خروجی‌های مدلهای تهیه شده در این بخش را می‌توان در پنج دسته (۱) میزان و نوع حاملهای انرژی مصرفی، (۲)میزان انتشارات گلخانه‌ای خروجی در هر سناریو، (۳)برآوردهای اقتصادی اجرای هر سناریو مشتمل بر هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه، هزینه‌های بهره‌برداری/تعمیر و نگهداری و درآمدها، (۴)زمین مورد نیاز جهت احداث هرکدام از گزینه‌های مدیریتی و (۵)تعداد پرسنل مورد نیاز، تقسیم‌بندی نمود. علاوه بر آن، میزان تخفیف در انتشارات/مصارف انرژی یا انرژی بازیابی شده در هر سناریو نیز در خروجی مدلها قابل محاسبه می‌باشد. در مرحله دوم نیز مدل تصمیم‌سازی مبتنی بر ANP جهت انجام ارزیابی‌های فنی و تلفیق ارزیابی‌های سه‌گانه، تهیه شده و پرسش‌نامه‌های مربوطه تدوین گردید. بمنظور صحت‌سنجی نتایج مدلهای مراحل اول و دوم، جزیره سیری بعنوان مطالعه موردی انتخاب شده و با اجرای مدلها برای شرایط خاص این جزیره و سناریوهای منتخب، خروجی‌ها بمنظور انجام تحلیلهای بیشتر دریافت شدند. مدلهای ارائه شده در این تحقیق، بدلیل استفاده آن از اطلاعات موجود در کشور و توجه به تجربیات و محدودیتهای مربوط به مباحث مدیریت پسماند در ایران، قابلیت کاربرد در مناطق مختلف کشور یا نواحی مشابه در کشورهای دیگر را داشته و کافی است اطلاعات اولیه محیطی و مشخصات پسماند تولیدی بهمراه نقطه نظرات متخصصان محلی در زمینه مسائل فنی، در مدل تعریف گردند.

فهرست مطالب:

چکیده: أ

فصل اول: مقدمه ل

۱-۱: مقدمه ۲
۱-۲: تعریف موضوع تحقیق ۳
۱-۳: اهداف و نوآوری تحقیق ۴
۱-۴: ضرورت انجام تحقیق ۵
۱-۵: محدودیتها و کانون توجه ۵
۱-۵-۱: محدودیتها ۵
۱-۵-۲: کانون توجه ۵
۱-۶: فرضیات ۶
۱-۷: خلاصه مراحل انجام تحقیق ۶

فصل دوم: مروری بر مفاهیم پایه و سوابق تحقیق ۷

۲-۱: مقدمه ۸
۲-۲: تجربیات مدیریت پسماند شهری در ایران و جهان ۱۳
۲-۲-۱: مدیریت زایدات جامد شهری در ایالات متحده امریکا ۱۴
۲-۲-۲: مدیریت زایدات جامد شهری در کشورهای عضو اتحادیه اروپا ۱۶
۲-۲-۳: مدیریت زایدات جامد شهری در کشور ژاپن ۱۸
۲-۲-۴: مدیریت زایدات جامد شهری در ایران ۱۸
۲-۳: روش‌های ارزیابی سناریوهای مدیریت پسماند ۲۵
۲-۳-۱: کاربرد روشهای تصمیم‌گیری چندمعیاره در مدیریت مواد زاید جامد شهری ۲۵
۲-۳-۲: روش ارزیابی چرخه عمر و کاربرد آن در مدیریت پسماندهای جامد شهری ۳۰
۲-۳-۲-۱: معرفی روش ارزیابی چرخه عمر ۳۰
۲-۳-۲-۱-۱: تعریف اهداف و قلمرو مطالعات ۳۲
۲-۳-۲-۱-۲: تهیه فهرست چرخه عمر ۳۳
۲-۳-۲-۱-۳: ارزیابی آثار چرخه عمر ۴۰
۲-۳-۲-۱-۴: تفسیر نتایج ۴۰
۲-۳-۲-۲: کاربرد ارزیابی چرخه عمر در مدیریت زایدات جامد شهری ۴۰
۲-۳-۲-۲-۱: تحقیقات انجام شده از نقطه نظر نحوه تعیین سناریوها ۴۱
۲-۳-۲-۲-۲: دسته‌بندی سوابق تحقیق براساس روش تهیه LCI ۴۴
۲-۳-۲-۲-۳: تحقیقات انجام شده از منظر نحوه انجام LCIA ۴۴
۲-۳-۲-۲-۴: سایر تحقیقات مبتنی بر LCA ۴۵
۲-۴: نرم افزارهای موجود مدیریت پسماند شهری با استفاده از LCA ۴۶
۲-۴-۱: معرفی مدلهای موجود ۴۶
۲-۴-۲: مقایسه مدلهای ارزیابی چرخه عمر ۴۹
۲-۵: جمع‌بندی ۵۱

فصل سوم:روش انجام تحقیق ۵۵

۳-۱: مقدمه ۵۶
۳-۲: شناسایی و مستندسازی وضعیت موجود ۵۸
۳-۲-۱: مطالعات شناخت محیط مورد مطالعه ۵۸
۳-۲-۱-۱: محیط فیزیکی ۵۸
۳-۲-۱-۲: محیط طبیعی ۵۸
۳-۲-۱-۳: محیط اقتصادی و اجتماعی ۵۸
۳-۲-۱-۴: محیط فرهنگی ۵۸
۳-۲-۲: بررسی وضعیت موجود مدیریت مواد زاید جامد ۵۹
۳-۲-۲-۱: تعیین مشخصات کمی و کیفی پسماندهای جامد شهری ۵۹
۳-۲-۲-۱-۱: تعیین مشخصات کمی پسماند ۵۹
۳-۲-۲-۱-۲: نمونه‌برداری از جریان پسماند ۶۰
۳-۲-۲-۱-۳: تعیین چگالی پسماند ۶۲
۳-۲-۲-۱-۴: نحوه جداسازی ترکیبات پسماند ۶۴
۳-۲-۲-۱-۵: تعیین دانه‌بندی پسماند ۶۵
۳-۲-۲-۱-۶: تعین درصد رطوبت پسماند ۶۷
۳-۲-۲-۱-۷: تعیین فرمول شیمیایی پسماند ۶۷
۳-۲-۲-۱-۸: ارزش حرارتی ۶۸
۳-۲-۲-۲: بررسی وضعیت فعلی روشهای ذخیره‌سازی، جمع‌آوری و حمل و دفع پسماندها ۶۸
۳-۳: روش تعیین سناریوهای مدیریت پسماندهای جامد شهری ۶۸
۳-۴: روش تهیه فهرست چرخه عمر هرکدام از گزینه‌های مدیریت پسماند شهری ۷۲
۳-۴-۱: جمع‌آوری و حمل ۷۲
۳-۴-۱-۱: مطالعات انجام شده در مدلسازی بخش جمع‌آوری و حمل پسماند ۷۲
۳-۴-۱-۱-۱: تعیین مصارف انرژی در بخش جمع‌آوری پسماند ۷۳
۳-۴-۱-۱-۲: تعیین مصارف انرژی در بخش حمل پسماند ۷۳
۳-۴-۱-۱-۳: تعیین مصارف انرژی در بخش جمع‌آوری و حمل پسماند سکوها ۷۶
۳-۴-۱-۲: روند تهیه مدل جمع‌آوری و حمل پسماند ۷۶
۳-۴-۱-۲-۱: روند تهیه مدل جمع‌آوری و حمل زایدات تولیدی در سکوها ۷۶
۳-۴-۱-۲-۲: روند تهیه مدل جمع‌آوری و حمل زایدات تولیدی در بخش خشکی ۷۹
۳-۴-۲: پردازش و بازیافت ۸۱
۳-۴-۲-۱: مطالعات انجام شده در مدلسازی بخش پردازش و بازیافت پسماند ۸۲
۳-۴-۲-۲: روند تهیه مدل پردازش و بازیافت ۸۳
۳-۴-۲-۲-۱: روند تهیه مدل سیستم R-1 ۸۵
۳-۴-۲-۲-۲: روند تهیه مدل سیستمهای R-2 و R-3 ۸۹
۳-۴-۲-۲-۳: روند محاسبه تخفیف در انرژی مصرفی بواسطه بازیافت مواد ۹۰
۳-۴-۲-۲-۴: روند محاسبه تخفیف در انتشارات گلخانه‌ای بواسطه بازیافت مواد ۹۰
۳-۴-۲-۳: روند تهیه مدل تکمیلی پردازش و بازیافت ۹۱
۳-۴-۳: تولید کود کمپوست ۹۳
۳-۴-۳-۱: مطالعات انجام شده در مدلسازی بخش کمپوست ۹۴
۳-۴-۳-۲: روند تهیه مدل کمپوست ۹۶
۳-۴-۳-۲-۱: محوطه دریافت و ذخیره‌سازی مواد خام ورودی ۹۶
۳-۴-۳-۲-۲: بخش فرآیند کارخانه تولید کود کمپوست-روش ویندرو ۹۸
۳-۴-۳-۲-۳: بخش فرآیند کارخانه تولید کود کمپوست-روش توده هوادهی شده ۱۰۰
۳-۴-۳-۲-۴: بخش فرآیند کارخانه تولید کود کمپوست-روش درام گردان ۱۰۲
۳-۴-۳-۲-۵: بخش بلوغ ۱۰۳

۳-۴-۳-۲-۶: بخش غربال‌سازی ۱۰۴
۳-۴-۳-۲-۷: بخش ذخیره‌سازی محصول نهایی ۱۰۴
۳-۴-۳-۲-۸: محاسبات تکمیلی انتشارات گلخانه‌ای در مدل کمپوست ۱۰۴
۳-۴-۴: زباله‌سوزی ۱۰۵
۳-۴-۴-۱: مطالعات انجام شده در مدلسازی بخش زباله‌سوزی ۱۰۶
۳-۴-۴-۲: روند تهیه مدل زباله‌سوزی ۱۰۶
۳-۴-۴-۲-۱: محوطه دریافت زایدات و بخش ذخیره‌سازی ۱۰۶
۳-۴-۴-۲-۲: محاسبات موازنه جرم و انرژی در محفظه‌های احتراق و طراحی مفهومی سیستم ۱۰۷
۳-۴-۴-۲-۳: طراحی اولیه سیستم زباله‌سوزی ۱۱۰
۳-۴-۴-۲-۴: تعیین انرژی مصرفی و قابل تولید ۱۱۱
۳-۴-۴-۲-۵: تعیین میزان فلزات قابل بازیافت در خاکستر ته کوره ۱۱۱
۳-۴-۴-۲-۶: محاسبه انتشارات ۱۱۱
۳-۴-۴-۲-۷: محاسبات اقتصادی ۱۱۲
۳-۴-۵: مرکز دفن ۱۱۳
۳-۴-۵-۱: مطالعات انجام شده در مدلسازی بخش دفن ۱۱۴
۳-۴-۵-۲: روند تهیه مدل مرکز دفن ۱۱۶
۳-۴-۵-۲-۱: طراحی مرکز دفن ۱۱۶
۳-۴-۵-۲-۲: محاسبه هزینه‌های سرمایه‌گذاری ساخت مرکز دفن در سال صفرم ۱۱۷
۳-۴-۵-۲-۳: محاسبه هزینه‌های سرمایه‌گذاری ساخت مرکز دفن در سال بستن آن ۱۱۹
۳-۴-۵-۲-۴: محاسبه هزینه‌های بهره‌برداری در طول مدت عمر مفید مرکز دفن ۱۲۰
۳-۴-۵-۲-۵: هزینه‌های نگهداری و مراقبت‌های پس از بستن مرکز دفن ۱۲۲
۳-۴-۵-۲-۶: محاسبه میزان تولید، بازیابی و انتشار متان از مرکز دفن ۱۲۳
۳-۴-۵-۲-۷: محاسبات انرژی و اثرات گلخانه‌ای ۱۲۵
۳-۴-۵-۲-۸: محاسبات اقتصادی ۱۲۷
۳-۵: مدل‌سازی سناریوهای انتخابی و تهیه بسته نرم‌افزاری ۱۲۸
۳-۵-۱: مدل‌سازی سناریوهای انتخابی ۱۲۸
۳-۵-۲: نحوه تهیه مدل ارزیابی مبتنی بر ANP ۱۲۹
۳-۵-۲-۱: تشریح عناصر هرکدام از خوشه‌ها ۱۳۰
۳-۵-۲-۱-۱: تشریح عناصر خوشه معیارهای فنی ۱۳۰
۳-۵-۲-۱-۲: تشریح هرکدام از عناصر خوشه معیارهای زیست‌محیطی ۱۳۳
۳-۵-۲-۱-۳: تشریح هرکدام از عناصر خوشه معیارهای اقتصادی ۱۳۳
۳-۵-۲-۲: تهیه پرسشنامه و نحوه تکمیل آن ۱۳۴
۳-۶: اجرای مدل و تفسیر نتایج ۱۳۵

فصل چهارم: نتایج و بحث ۱۳۷

۴-۱: مقدمه ۱۳۸
۴-۲: مستندسازی وضعیت موجود ۱۳۸
۴-۲-۱: شناخت محیط مورد مطالعه ۱۳۸
۴-۲-۲: وضعیت مدیریت کنونی پسماندهای جامد شهری در مناطق مورد مطالعه ۱۴۰
۴-۲-۲-۱: مشخصات کمی و کیفی پسماندهای جامد شهری تولیدی در مناطق ۱۴۰
۴-۲-۲-۲: برآورد کمیت مواد زاید جامد تولیدی در مناطق در ۱۰ سال آینده ۱۴۵
۴-۲-۲-۳: وضعیت فعلی ذخیره‌سازی، جمع‌آوری و حمل، پردازش و بازیافت و دفع پسماندها در مناطق مورد مطالعه و شناخت مشکلات و تنگناها ۱۴۷
۴-۳: سناریوهای مدیریت پسماند جامد شهری تولیدی در مناطق ۱۴۸

۴-۴: ورودیهای مدل‌های تهیه شده ۱۵۴
۴-۴-۱: مدل جمع‌آوری و حمل ۱۵۴
۴-۴-۲: مدل پردازش و بازیافت ۱۵۷
۴-۴-۳: مدل تکمیلی پردازش و بازیافت ۱۵۷
۴-۴-۴: مدل تولید کود کمپوست ۱۵۸
۴-۴-۵: مدل زباله‌سوزی ۱۵۸
۴-۴-۶: مدل دفن ۱۵۹
۴-۴-۷: مدل تلفیق ارزیابی‌ها مبتنی بر ANP ۱۵۹
۴-۵: مدلسازی سناریوها ۱۶۰
۴-۶: اجرای مدل‌ها و تفسیر نتایج ۱۶۰
۴-۶-۱: مقایسه سناریوهای AI و EI ۱۶۰
۴-۶-۲: مقایسه سناریوهای سری A بایکدیگر ۱۶۴
۴-۶-۳: مقایسه سناریوهای سری B بایکدیگر ۱۶۷
۴-۶-۴: مقایسه سناریوهای سری C بایکدیگر ۱۷۰
۴-۶-۵: مقایسه سناریوهای سری D بایکدیگر ۱۷۱
۴-۶-۶: جمع‌بندی نتایج ارزیابی‌های اولیه سناریوها ۱۷۴
۴-۷: اجرای مدل تلفیقی و تفسیر نتایج ۱۷۹
۴-۸: تحلیل حساسیت نتایج ۱۹۰
۴-۹: اعتبارسنجی نتایج مدلهای تهیه شده ۱۹۵

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۹۹

مراجع و منابع ۲۰۵

پیوست‌ها ۲۱۹

پیوست شماره ۱: مشخصات ماشین‌آلات جمع‌آوری و حمل تعریف شده در مدلها i
پیوست شماره۲: روند انجام عملیات جداسازی در کارخانه S10 مجتمع پردازش و دفع آرادکوه تهران iv
پیوست شماره۳: فرم خام پرسشنامه تهیه شده vi
پیوست شماره۴: مسیرهای جمع‌آوری و حمل و محدوده دفع زایدات در مناطق مورد مطالعه xix

فهرست جداول:

جدول ۲-۱: کاربردهای متداول و محدودیتهای استفاده از ظروف ذخیره‌سازی موقت پسماند[۵] ---------- ۱۰
جدول ۲-۲: اطلاعات کمی و کیفی پسماند تولیدی در برخی از شهرهای کشور ---------- ۲۰
جدول ۲-۳: وضعیت کنونی مدیریت پسماندهای شهری در ایران[۵۷] ---------- ۲۳
جدول ۲-۴: دسته‌های آثار زیست‌محیطی و مصرف منابع مورد توجه در LCA [۹۴] ---------- ۳۴
جدول ۲-۵: فهرست گازهای گلخانه‌ای و مقادیر پتانسیل گرمایش جهانی[۱۰۲] ---------- ۳۸
جدول ۲-۶: دسته‌های آثار مورد توجه در این تحقیق بهمراه آلاینده‌های مربوطه و آثار محتمل ---------- ۳۹
جدول ۲-۷: فهرست مطالعات انجام شده در خصوص تعیین LCI گزینه‌های مختلف دفع پسماند جامد شهری ---------- ۴۴
جدول ۲-۸: فهرستی از نرم‌افزارهای موجود در زمینه مدیریت پسماند جامد شهری با استفاده از LCA ---------- ۴۷
جدول ۲-۹: تعیین میزان انتشار CO_2 از گزینه‌های دخیل در گزینه MRF[۲] ---------- ۵۰
جدول ۳-۱: اجزای پسماند و مقادیر نمونه وار ضریب تغییر مربوط به آنها[۱۵۶] ---------- ۶۳
جدول ۳-۲: مقادیر شاخص آماری T STUDENT متناسب با تعداد نمونه‌ها و میزان اطمینان مطلوب[۱۵۶] ---------- ۶۳
جدول ۳-۳: نمونه‌ای از محاسبات مربوط به تعیین مقدار عدم قطعیت در آنالیز فیزیکی پسماند[۱۵۶] ---------- ۶۴
جدول ۳-۴: مواد تشکیل دهنده اجزاء جداسازی شده در پسماند شهری ---------- ۶۶
جدول ۳-۵: درصد رطوبت موجود در اجزاء ترکیب پسماندهای شهری ---------- ۶۷
جدول ۳-۶: داده‌های متداول درصد وزنی عناصر پسماندهای جامد شهری[۱۶۰] ---------- ۶۷
جدول ۳-۷: اطلاعات لازم در مرحله بررسی وضعیت موجود روشهای ذخیره‌سازی، جمع‌آوری و حمل و دفع پسماندها ----- ۶۹
جدول ۳-۸: میزان مصارف گازوئیل در بخش جمع‌آوری و فشرده‌سازی زایدات ---------- ۷۳
جدول ۳-۹: خلاصه‌ای از مشخصات ماشین‌آلات جمع‌آوری و حمل ---------- ۷۵
جدول ۳-۱۰: راندمان عملیات جداسازی و پیش‌فرآوری در مدل پردازش و بازیافت ---------- ۸۶
جدول ۳-۱۱: میزان مصرف انرژی در تولید محصولات از مواد خام بکر و مواد بازیافتی ---------- ۹۰
جدول ۳-۱۲: انتشارات گلخانه‌ای در تولید محصولات از مواد خام بکر و مواد بازیافتی ---------- ۹۱
جدول ۳-۱۳: مقادیر نمونه‌وار چگالی، درصد رطوبت، محتوای نیتروژن آلی و نسبت C/N در جریانهای ورودی ---------- ۹۸
جدول ۳-۱۴: فاکتور انتشار گازهای گلخانه‌ای در نتیجه احتراق سوخت در موتور ماشین‌آلات و مصرف برق شبکه کشوری ۱۰۵
جدول ۳-۱۵: مقادیر پیش فرض خصوصیات فیزیکی و آنالیز نهایی مواد موجود در جریان پسماند ---------- ۱۰۷
جدول ۳-۱۶: مقادیر پیش فرض پارامترهای معادله ۳-۹۶ [۱۱۵] ---------- ۱۱۲
جدول ۳-۱۷: مقادیر K برای انواع پسماند در شرایط آب و هوایی مختلف [۱۱۵] ---------- ۱۲۵
جدول ۳-۱۸: مقادیر DOC انواع پسماند مد نظر در تحقیق حاضر(مقادیر تصحیح شده [۱۱۵] براساس درصد رطوبت)--- ۱۲۵
جدول ۳-۱۹: مقادیر MCF براساس نوع مرکز دفن [۱۱۵] ---------- ۱۲۶
جدول ۳-۲۰: ترکیب حاملهای انرژی مصرف در تولید برق شبکه کشوری(۱۳۸۹) [۱۸۲] ---------- ۱۳۳
جدول ۴-۱: خلاصه‌ای از خصوصیات محیطی مناطق مورد مطالعه ---------- ۱۴۱
جدول ۴-۲: کمیت پسماند تولیدی در مناطق خارگ، بهرگان، سیری و لاوان ---------- ۱۴۱
جدول ۴-۳: چگالی زباله در داخل ماشین جمع‌آوری(منطقه خارگ) ---------- ۱۴۱
جدول ۴-۴: چگالی غیر متراکم زباله پس از تخلیه از ماشین جمع‌آوری ---------- ۱۴۲
جدول ۴-۵: چگالی متراکم شده زباله پس از تخلیه از ماشین جمع‌آوری ---------- ۱۴۲
جدول ۴-۶: برآورد درصد رطوبت انواع پسماندهای تولیدی در مناطق ---------- ۱۴۴
جدول ۴-۷: فرمول شیمیایی بخش فسادپذیر و قابل احتراق پسماندهای تولیدی در مناطق ---------- ۱۴۴
جدول ۴-۸: ارزش حرارتی پسماندهای تولیدی در مناطق ---------- ۱۴۴

جدول ۴-۹: برآورد تناژ تولیدی پسماند جامد شهری در مناطق مورد مطالعه در سال مقصد طرح ---------- ۱۴۵
جدول ۴-۱۰: فهرست سناریوهای مورد بررسی در تحقیق حاضر ---------- ۱۴۹
جدول ۴-۱۱: اطلاعات کمی و کیفی زایدات تولیدی در منطقه سیری ---------- ۱۵۵
جدول ۴-۱۲: انتشارات گلخانه‌ای تولیدی در هرکدام از گزینه‌های مدیریتی سناریوهای AI و EI ---------- ۱۶۲
جدول ۴-۱۳: ارزش حرارتی جریان ورودی به زباله‌سوزهای سناریوهای سری C و D ---------- ۱۷۴
جدول ۴-۱۴: خلاصه اولویت‌بندی سناریوها در مرحله اول ارزیابی‌ها ---------- ۱۸۰
جدول ۴-۱۵: سوپر ماتریس وزن‌دهی نشده ارزیابی سناریوهای چهارگانه منتخب در مراحل پیشین ---------- ۱۸۳
جدول ۴-۱۶: اوزان خوشه‌ها در مدل ANP ---------- ۱۸۵
جدول ۴-۱۷: مشخصات پسماند تولیدی در جزیره PHUKET تایلند[۸۸] ---------- ۱۹۵
جدول ۴-۱۸: مقایسه نتایج حاصل از مرجع [۸۸] و مدل دفن تهیه شده در رساله حاضر درخصوص سناریوی دفن کلیه زایدات ---------- ۱۹۷
جدول ۴-۱۹: مقایسه نتایج حاصل از مرجع [۸۸] و مدل زباله‌سوزی تهیه شده در رساله حاضر ---------- ۱۹۸

فهرست اشکال:

شکل ۲-۱: ارتباط بین استراتژیهای مدیریت جامع پسماندهای جامد شهری ---------- ۸
شکل ۲-۲: دسته‌بندی ظروف ذخیره‌سازی موقت زایدات با توجه به رویکردهای مختلف ---------- ۱۰
شکل ۲-۳: روند فرآیند زباله‌سوزی ---------- ۱۲
شکل ۲-۴: فلودیاگرام کلی مدیریت پسماندهای جامد شهری ---------- ۱۴
شکل ۲-۵: میزان تولید و نحوه مدیریت پسماند جامد شهری آمریکا طی سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۹[۲۵] ---------- ۱۵
شکل ۲-۶: سیستم مدیریت پسماند جامد شهری آمریکا طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹[۲۵] ---------- ۱۵
شکل ۲-۷: ترکیب پسماند جامد شهری در ایالات متحده آمریکا در سال ۲۰۰۹[۲۵] ---------- ۱۵
شکل ۲-۸: میزان دفن، بازیافت، تولید کود کمپوست و زباله‌سوزی پسماند شهری در ۲۷ کشور عضو اتحادیه اروپا طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹[۲۷] ---------- ۱۶
شکل ۲-۹: مقایسه روش‌های مدیریت پسماند شهری در ۲۷ کشور عضو اتحادیه اروپا در سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹[۲۷] ---- ۱۷
شکل ۲-۱۰: ترکیب پسماند شهری تولیدی در کشور آلمان در سال ۲۰۰۹[۲۸] ---------- ۱۷
شکل ۲-۱۱: نحوه مدیریت پسماندهای غیرصنعتی در ژاپن طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۷[۲۹] ---------- ۱۸
شکل ۲-۱۲: سرانه تولید پسماند شهری در استانهای مختلف کشور ---------- ۲۲
شکل ۲-۱۳: درصد تولید پسماند شهری در استانهای مختلف از کل پسماند تولیدی در کشور ---------- ۲۲
شکل ۲-۱۴: وضعیت دفع زایدات جامد شهری در کشورهای مختلف جهان و ایران[۲۵ و ۵۷-۵۸] ---------- ۲۴
شکل ۲-۱۵: ترکیب پسماند شهری در کشورهای مختلف جهان و ایران[۲۵، ۵۷ و ۵۹-۶۴] ---------- ۲۴
شکل ۲-۱۶: ترکیب دور ریزهای با ارزش در جریان پسماند شهری کشورهای مختلف جهان و ایران[۲۵، ۵۷ و ۵۹-۶۴] ---- ۲۴
شکل ۲-۱۷: دسته‌بندی روشهای مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره ---------- ۲۶
شکل ۲-۱۸: ساختار تحلیل شبکه‌ای یک مساله تصمیم‌گیری چندمعیاره ---------- ۲۸
شکل ۲-۱۹: نمودار چرخه عمر محصولات ---------- ۳۲
شکل ۲-۲۰: مرزها و ورودیها/خروجیهای سیستم مورد مطالعه در ارزیابی زیست‌محیطی گزینه‌های دفع مواد زاید جامد شهری ---------- ۳۳
شکل ۲-۲۱: فهرست آلاینده‌ها، دسته‌های آثار، و معرفها و سطوح تاثیرپذیر[۸۵] ---------- ۳۵
شکل ۲-۲۲: مقایسه انتشارات CO_2 از سناریوهای دفن، زباله‌سوزی و MRF طی مدلهای مورد مطالعه ---------- ۵۰
شکل ۲-۲۳: میزان انتشارات CO_2 در گزینه MRF از گزینه‌های مدیریتی مختلف در مطالعه Winkler ---------- ۵۲
شکل ۳-۱: فلوچارت عملیاتی انجام تحقیق حاضر ---------- ۵۷
شکل ۳-۲: روشهای مختلف ذخیره‌سازی زایدات جامد ---------- ۷۰
شکل ۳-۳: روشهای مختلف جمع‌آوری و بارگیری زایدات جامد ---------- ۷۰
شکل ۳-۴: روشهای مختلف حمل زایدات جامد ---------- ۷۱
شکل ۳-۵: روند انجام عملیات جمع‌آوری و حمل پسماند ---------- ۷۴
شکل ۳-۶: سیستم R-1 در پردازش و بازیافت زایدات جمع‌آوری و حمل شده بصورت مخلوط ---------- ۸۴
شکل ۳-۷: سیستم R-2 در پردازش و بازیافت زایدات با ارزش جمع‌آوری و حمل شده بصورت مخلوط ---------- ۸۴
شکل ۳-۸: سیستم R-3 در پردازش و بازیافت زایدات با ارزش جمع‌آوری و حمل شده بصورت جدا از هم در پنج دسته ---- ۸۴
شکل ۳-۹: شمای کلی مرکز جداسازی و پردازش از نوع R-1 ---------- ۸۶
شکل ۳-۱۰: محوطه دریافت زایدات در مرکز جداسازی و پردازش از نوع R-1 ---------- ۸۷
شکل ۳-۱۱: انرژی مورد نیاز جهت حرکت نقاله خالی[۱۷۶] ---------- ۸۹
شکل ۳-۱۲: ابعاد مخازن طراحی شده جهت انتقال مواد بازیافتی به نزدیکترین مرکز استان ---------- ۹۲

شکل ۳-۱۳: روند انجام عملیات در مدل تکمیلی پردازش و بازیافت(جزیره سیری) ----------۹۲
شکل ۳-۱۴: ورودیها و خروجیهای سیستم تولید کود کمپوست به روش ویندرو ----------۹۳
شکل ۳-۱۵: فلودیاگرام کلی مدل کمپوست----------۹۴
شکل ۳-۱۶: LCI گزینه کمپوست تهیه شده توسط Blengini [۱۰۵] ----------۹۵
شکل ۳-۱۷: شمایی از روش هوادی Passive پشته‌ها ----------۹۹
شکل ۳-۱۸: دستگاه هم زن Self-Propelled ----------۹۹
شکل ۳-۱۹: روش توده هوادهی شده در تولید کود کمپوست ---------- ۱۰۱
شکل ۳-۲۰: جزئیات لوله‌گذاری در روش توده هوادهی شده ---------- ۱۰۱
شکل ۳-۲۱: پارامترهای تاثیرگذار در تهیه LCI مربوط به سیستم زباله‌سوزی ---------- ۱۰۵
شکل ۳-۲۲: نمایی از مدل مرکز دفن ---------- ۱۱۳
شکل ۳-۲۳: جزئیات طراحی مرکز دفن ---------- ۱۱۶
شکل ۳-۲۴: ترتیب قرارگیری لاینرهای پوششی کف مرکز دفن ---------- ۱۱۸
شکل ۳-۲۵: ترتیب قرارگیری لایه‌های پوشش نهایی مرکز دفن ---------- ۱۲۰
شکل ۳-۲۶: سیستم تصفیه شیرابه پیشنهادی در مدل مرکز دفن ---------- ۱۲۲
شکل ۳-۲۷: عملکرد کلی مدل شامل ورودی‌ها، پردازش و خروجی---------- ۱۲۹
شکل ۳-۲۸: شبکه مورد استفاده در انجام ارزیابی‌ها---------- ۱۳۱
شکل ۳-۲۹: ارتباطات داخلی خوشه معیارهای فنی---------- ۱۳۲
شکل ۳-۳۰: ارتباطات داخلی خوشه معیارهای زیست‌محیطی---------- ۱۳۲
شکل ۳-۳۱: ارتباطات خارجی خوشه‌های معیارهای فنی و اقتصادی---------- ۱۳۲
شکل ۴-۱: موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه---------- ۱۳۹
شکل ۴-۲: مقایسه درصد مواد تشکیل دهنده پسماند جامد شهری تولیدی در مناطق ---------- ۱۴۳
شکل ۴-۳: ترکیب پسماند تولیدی در بخش دریایی(سکوها) مناطق ---------- ۱۴۶
شکل ۴-۴: ترکیب پسماند تولیدی در بخش خشکی مناطق ---------- ۱۴۶
شکل ۴-۵: ترکیب پسماند تولیدی در مناطق(مجموع بخشهای دریایی و خشکی) ---------- ۱۴۷
شکل ۴-۶: جریان زایدات در سناریوهای سری A---------- ۱۵۰
شکل ۴-۷: تقسیم‌بندی منابع تولید زایدات در جزیره سیری---------- ۱۵۱
شکل ۴-۸: جریان زایدات در سناریوهای سری B---------- ۱۵۲
شکل ۴-۹: جریان زایدات در سناریوهای سری C---------- ۱۵۳
شکل ۴-۱۰: جریان زایدات در سناریوهای سری D ---------- ۱۵۳
شکل ۴-۱۱: جریان زایدات در سناریوهای سری E ---------- ۱۵۴
شکل ۴-۱۲: موقعیت قرارگیری سکوهای دریایی نسبت به جزیره سیری[۲۱۴] ---------- ۱۵۵
شکل ۴-۱۳: مقایسه میزان مصارف انرژی در سناریوهای AI و EI ---------- ۱۶۱
شکل ۴-۱۴: مقایسه میزان انتشارات گلخانه‌ای در سناریوهای AI و EI ---------- ۱۶۱
شکل ۴-۱۵: انتشارات گلخانه‌ای تولیدی در هرکدام از گزینه‌های مدیریتی سناریوهای AI و EI ---------- ۱۶۲
شکل ۴-۱۶: میزان متان تولیدی در سناریوهای AI---------- ۱۶۳
شکل ۴-۱۷: میزان متان تولیدی در سناریوهای EI---------- ۱۶۳
شکل ۴-۱۸: مقایسه اقتصادی سناریوهای AI و EI ---------- ۱۶۳
شکل ۴-۱۹: مقایسه میزان مصارف انرژی در سناریوهای سری A ---------- ۱۶۴
شکل ۴-۲۰: مقایسه میزان انتشارات گلخانه‌ای در سناریوهای سری A---------- ۱۶۵

شکل ۴-۲۱: انتشارات گلخانه‌ای تولیدی در هرکدام از گزینه‌های مدیریتی سناریوهای سری A---------- ۱۶۶
شکل ۴-۲۲: مقایسه اقتصادی سناریوهای سری A ---------- ۱۶۶
شکل ۴-۲۳: مقایسه میزان مصارف انرژی در سناریوهای سری B ---------- ۱۶۷
شکل ۴-۲۴: جزئیات مصارف انرژی در سناریوهای سری B---------- ۱۶۸
شکل ۴-۲۵: مقایسه میزان انتشارات گلخانه‌ای در سناریوهای سری B---------- ۱۶۸
شکل ۴-۲۶: انتشارات گلخانه‌ای تولیدی در هرکدام از گزینه‌های مدیریتی سناریوهای سری B---------- ۱۶۹
شکل ۴-۲۷: مقایسه اقتصادی سناریوهای سری B---------- ۱۶۹
شکل ۴-۲۸: مقایسه فضای مورد نیاز اجرای هرکدام از سناریوهای سری B---------- ۱۷۰
شکل ۴-۲۹: مقایسه میزان مصارف انرژی در سناریوهای سری C ---------- ۱۷۱
شکل ۴-۳۰: جزئیات مصارف انرژی در سناریوهای سری C---------- ۱۷۱
شکل ۴-۳۱: مقایسه میزان انتشارات گلخانه‌ای در سناریوهای سری C---------- ۱۷۲
شکل ۴-۳۲: مقایسه اقتصادی سناریوهای سری C---------- ۱۷۲
شکل ۴-۳۳: مقایسه میزان مصارف انرژی در سناریوهای سری D ---------- ۱۷۳
شکل ۴-۳۴: مقایسه میزان انتشارات گلخانه‌ای در سناریوهای سری D---------- ۱۷۳
شکل ۴-۳۵: مقایسه اقتصادی سناریوهای سری D ---------- ۱۷۴
شکل ۴-۳۶: جزئیات انتشار گازهای گلخانه‌ای از سناریوهای سری EI ---------- ۱۷۵
شکل ۴-۳۷: مقایسه چهار سناریوی برتر مرحله اول ارزیابی‌ها از نقطه نظر مصارف انرژی ---------- ۱۷۶
شکل ۴-۳۸: جزئیات انرژی مصرفی در چهار سناریوی برتر مرحله اول ارزیابی‌ها ---------- ۱۷۶
شکل ۴-۳۹: مقایسه چهار سناریوی برتر مرحله اول ارزیابی‌ها از نقطه نظر انتشارات گلخانه‌ای ---------- ۱۷۷
شکل ۴-۴۰: جزئیات انتشارات گلخانه‌ای از چهار سناریوی برتر مرحله اول ارزیابی‌ها ---------- ۱۷۷
شکل ۴-۴۱: مقایسه چهار سناریوی برتر مرحله اول ارزیابی‌ها از نقطه نظر هزینه خالص کنونی ---------- ۱۷۸
شکل ۴-۴۲: جزئیات هزینه‌های صرف شده در سالیان مختلف برای چهار سناریوی برتر مرحله اول ارزیابی‌ها---------- ۱۷۸
شکل ۴-۴۳: مقایسه چهار سناریوی برتر مرحله اول ارزیابی‌ها از نقطه نظر زمین مورد نیاز ---------- ۱۷۹
شکل ۴-۴۴: مقایسه چهار سناریوی برتر مرحله اول ارزیابی‌ها از نقطه پرسنل مورد نیاز---------- ۱۷۹
شکل ۴-۴۵: شبکه طراحی شده بمنظور انجام ارزیابی‌ها---------- ۱۸۱
شکل ۴-۴۶: نتایج نظرسنجی بمنظور تعیین ضرایب تاثیر ارزیابی‌های سه‌گانه---------- ۱۸۲
شکل ۴-۴۷: نتایج نهایی ارزیابی‌ها ---------- ۱۸۵
شکل ۴-۴۸: اوزان هریک از معیارها در نتایج نهایی مدل ANP ---------- ۱۸۶
شکل ۴-۴۹: جریان زایدات در سناریوی BIII-S2 ---------- ۱۸۹
شکل ۴-۵۰: وزن سناریوها درحالتی که اوزان خوشه‌های زیست‌محیطی، فنی و اقتصادی یکسان باشند---------- ۱۹۰
شکل ۴-۵۱: وزن سناریوها درحالتی که میزان اهمیت خوشه زیست‌محیطی معادل 10% است ---------- ۱۹۱
شکل ۴-۵۲: وزن سناریوها درحالتی که میزان اهمیت خوشه زیست‌محیطی معادل 20% است ---------- ۱۹۱
شکل ۴-۵۳: وزن سناریوها درحالتی که میزان اهمیت خوشه زیست‌محیطی معادل 30% است ---------- ۱۹۱
شکل ۴-۵۴: وزن سناریوها درحالتی که میزان اهمیت خوشه زیست‌محیطی معادل 40% است ---------- ۱۹۲
شکل ۴-۵۵: وزن سناریوها درحالتی که میزان اهمیت خوشه زیست‌محیطی معادل 50% است ---------- ۱۹۲
شکل ۴-۵۶: وزن سناریوها درحالتی که میزان اهمیت خوشه فنی معادل 10% است ---------- ۱۹۳
شکل ۴-۵۷: وزن سناریوها درحالتی که میزان اهمیت خوشه فنی معادل 20% است ---------- ۱۹۳
شکل ۴-۵۸: وزن سناریوها درحالتی که میزان اهمیت خوشه فنی معادل 30% است ---------- ۱۹۳
شکل ۴-۵۹: وزن سناریوها درحالتی که میزان اهمیت خوشه فنی معادل 40% است ---------- ۱۹۴

شکل ۴-۶۰: وزن سناریوها درحالتی که میزان اهمیت خوشه فنی معادل 50% است ---------- ۱۹۴
شکل ۴-۶۱: شیوه کنونی مدیریت زایدات شهری در جزیره Phuket تایلند [۸۸] ---------- ۱۹۶

فهرست اختصارات:

AHP	Analytical Hierarchy Process
ANP	Analytical Network Process
BOD_5	Biochemical Oxygen Demand
C/N	Carbon to Nitrogen Ratio
COD	Chemical Oxygen Demand
CPI	Consumer Price Index
CT Veh.	Collection & Transportation Vehicle
DOC	Degradable Organic Carbon
EA %	Excess Air %
EU-27	European Union(including 27 countries)
EEA	European Environment Agency
F.C.	Fuel Consumption rate
FOD	First Order Decay
F.U.	Functional Unit
GHGs	Greenhouse Gases
GVW	Gross Vehicle Weight
GWP_{100}	Global Warming Potential (100 years)
H	Height
HDPE	High-density polyethylene
HHV	Higher Heating Value
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
kgCE	kg of carbon equivalent
L	Length
LCA	Life Cycle Assessment
LCI	Life Cycle Inventory
LCIA	Life Cycle Impact Assessment
LFG	Landfill Gas
MADM	Multi Attribute Decision Making
MCDM	Multi Criteria Decision Making
MSW	Municipal Solid Waste
MTCE	Metric ton of carbon equivalent
Nm^3	Normal m^3
O & M	Operation and Maintenance
PCC	Primary Combustion Chamber
PE	Poly Ethylene
PET	Poly Ethylene Terephthalate
PFCs	Perfluorocarbons
RDF	Refuse Derived Fuel
SCC	Secondary Combustion Chamber
SW	Solid Waste
TEU	Twenty feet Equivalent Unit
tpa	ton per year
tpd	ton per day
US EPA	US Environmental Protection Agency
VOC	Volatile Organic Compound
W	Width
WGR	Waste Generation Rate

فصل اول: مقدمه

در این فصل پس از ارائه توضیحات مقدماتی، موضوع تحقیق حاضر، اهداف و ضرورت انجام آن، محدودیتها و کانون توجه، فرضیات و در نهایت خلاصه مراحل انجام تحقیق آورده شده است.