# انتخاب بهترین سناریو برای مدیریت پسماند شهری با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات و ماتریس SWOT (مطالعه موردی: شهرستان بهبهان)

**غلامرضا سبزقبایی*[1]، نسترن تدین پور[1]**

۱-گروه محیط‌زیست، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران

**(پژوهشی)**

پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۲/۱۴ تأیید نهایی مقاله: ۱۴۰۰/۱۱/۲۸

**چکیده**

پسماند از تولیدات غیرقابل اجتناب هر جامعه و مدیریت پسماند یکی از نیازهای اصلی آن جامعه است. در این مطالعه در سال ۱۴۰۰، از رویکرد ارزیابی چرخه حیات و ماتریس SWOT به منظور انتخاب بهترین سناریو سامانه مدیریت پسماند شهرستان بهبهان استفاده گردید. این پژوهش با ۵ سناریو شامل: ۱) بازیافت، کمپوست و دفن غیربهداشتی ۲) بازیافت، کمپوست و دفن بهداشتی ۳) بازیافت، زباله‌سوز و دفن غیربهداشتی ۴) بازیافت، زباله‌سوز و دفن بهداشتی ۵) بازیافت، کمپوست و هاضم بی‌هوازی، زباله‌سوز، دفن بهداشتی و همچنین شناسایی تهدیدها و فرصت‌های موجود در محیط خارجی یک سیستم و بازشناسی ضعف‌ها و قوت‌های داخلی آن بر پایه مدیریت پسماندهای شهری به منظور سنجش وضعیت منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شد. داده‌های موردنیاز از طریق بررسی منابع، تهیه پرسش‌نامه و تکمیل آن توسط پرسنل؛ همچنین بازدید میدانی جمع‌آوری گردید. سیاهه‌نویسی چرخه‌حیات به کمک مدل IWM-2 صورت پذیرفت. در این مطالعه سناریو سوم وضعیت موجود منطقه است و در قسمت خروجی‌های سمی و شاخص اکولوژیکی، در بین تمامی سناریوها بیشترین بار زیست‌محیطی را وارد می‌کند. مهمترین نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها براساس مدل SWOT به ترتیب بهره‌گیری از ماشین‌آلات حمل و نقل مناسب شهری، عدم اطلاع‌رسانی درخصوص بازیافت و کمپوست و دفن پسماندهای بیمارستانی و صنعتی به همراه زباله‌های شهری، اجرای طرح کمپوست با استفاده از تکنولوژی‌های جدید وجود قوانین و مقررات محیط‌زیستی و نزدیکی محل دفع زباله‌های شهری به مناطق روستایی و مسکونی به دست آمد. نتایج به دست آمده از چرخه حیات و ماتریس SWOT، می‌تواند بهترین گزینه مناسب جهت مدیریت پسماند را در اختیار تصمیم‌گیران قرار دهد.

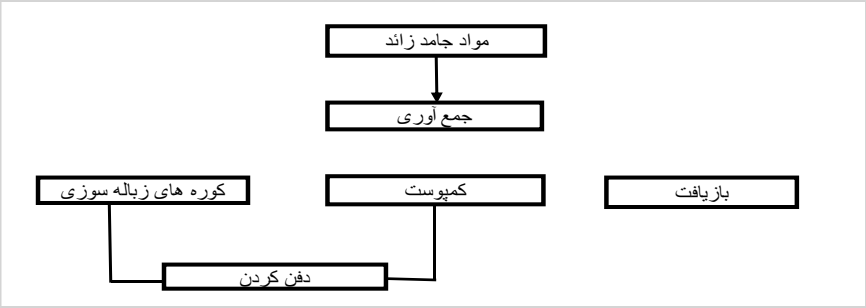
**واژه‌های کلیدی:** ارزیابی چرخه حیات، شاخص زیست‌محیطی، شهرستان بهبهان، SWOT، IWM-2.

*- نویسنده مسئول: Email: Sabzghabaei@bkatu.ac.ir

**مقدمه**

افزایش جمعی، توسعه شهرها و تغییرات شیوه زندگی و متعاقب آن تغییر در الگوی مصرف، مسائل و مشکلاتی را برای جوامع امروزی ایجاد کرده است که از بارزترین آن می‌توان به تولید روزافزون پسماند اشاره کرد که علاوه بر ایجاد مشکل برای سلامت انسان‌ها، موجب از بین رفتن سرمایه‌های اکولوژی و اقتصادی جوامع نیز می‌شود (sharholy et al, 2008؛ شاه نظری و همکاران، ۱۳۹۶). ذهنیت نسبت به پاکیزگی، احساس مسئولیت در قبال مدیریت صحیح زباله و همچنین نگرانی‌های عمومی در مورد پیامدهای جدا نکردن زباله برای بازیافت به شدت منتفی است (Moh and Abd Manaf, 2017). مدیریت نامناسب پسماند منجر به آلودگی اجزاء مختلف اکوسیستم می‌شود و از این رو مدیریت پسماند جامد شهری در تمام مراحل تولید، جمع‌آوری، انتقال، بازیافت و دفن نیازمند برنامه-ریزی دقیق می‌باشد (Rejaeifar et al, 2017). مدیریت و مهندسی مواد زاید جامد شهری امروزه یکی از علوم پیشرفته در کشورهای جهان اول و کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود و توجه و به کارگیری دانش فنی روز جهان و استفاده از فناوری‌های نوین بین المللی در اداره مدیریت شهری یکی از ارکان اصلی تعیین استراتژی‌ها و سیاست‌های بهداشتی و زیست محیطی در آن کشورها می‌باشد (Agwu, 2012؛ شاه نظری و همکاران، ۱۳۹۶). مدیریت پسماند، به عنوان یکی از مسائل کلیدی محیط زیستی مطرح است و به همین سبب تقاضای روزافزونی برای تجزیه و تحلیل، مقایسه کارایی و اثرات محیط‌زیستی و فنی سیاست‌های مختلف مدیریت پسماند وجود دارد (عبدلی و همکاران، ۱۳۸۸). چنین کاری را می‌توان با ابزارهای ارزیابی محیط زیستی انجام داد. ابزارهای مختلفی به منظور ارزیابی سامانه مدیریت پسماند وجود دارد که می‌توان به ممیزی محیط زیست ارزیابی اثرات محیط زیستی ارزیابی احتمال خطر، تحلیل جریان مواد و منابع ارزیابی چرخه حیات (LCA) اشاره کرد (زولیو همکاران، ۱۳۹۸). روش ارزیابی چرخه‌حیات به عنوان استاندارد بین‌المللی مورد قبول می‌تواند اثرات زیست‌محیطی حاصل از فرآیندهای مدیریت پسماند را به صورت کمی بیان کند. ارزیابی چرخه حیات در دهه ۱۹۹۰ میلادی توسط مطالعات انجمن شیمی و سم‌شناسی زیست‌محیطی و سازمان بین‌المللی استانداردسازی تحت عنوان ISO14040-3 ارائه شد (Rajaefar et al, 2017) که در سال‌های بعد نسخه‌های متعددی از این استاندارد مورد ارزیابی قرار گرفته و ارائه شد. ارزیابی چرخه‌حیات، رهیافتی است که به کمک آن جنبه‌های محیط زیستی در ارتباط با یک محصول یا فرآیند یا خدمات، در تمام طول حیات آن مورد بررسی قرار می‌گیرد (ذوقی و همکاران، ۱۳۹۵). از طرفی دیگر وابستگی شدید ارزیابی چرخه حیات به داده‌ها باعث شد تا بهره‌گیری از نرم‌افزارهای LCA بیش از پیش مورد توجه قرار بگیرد (اکبریان و همکاران، ۱۳۹۵). به طور خاص در برنامه‌ریزی های راهبردی و تصمیم گیری‌های کلان مدیریت پسماند استفاده می‌شوند (Christensen et al, 2020). روش ارزیابی اثرات چرخه حیات و مدل‌های مختلفی که برای انجام این ارزیابی وجود دارد می-توان برای انتخاب و مقایسه گزینه‌های مختلف مدیریت پسماند استفاده کرد و بهترین و موثرترین گزینه را برای اجرا، هم از لحاظ زیست محیطی و هم اقتصادی، انتخاب کرد (حسنی و همکاران، ۱۳۹۴؛Nabavi-Pelesaraei et al, 2019). نرم افزار مدیریت جامع مواد زاید جامد IWM راهکار اصلی در برخورد با پسماند شهری است (نادری و همکاران، ۱۳۹۶؛Khoshnevisan et al, 2020). میزان انتشار آلاینده و میزان انرژی مصرفی هر

سناریو را مشخص می‌کند. یکی از مدل‌های LCA است که با کمک آن می‌توان سناریوهای مختلف را تعریف و سپس آثار زیست محیطی هر سناریو را با هم مقایسه کرد (Buttol et al, 2007؛ نادری و همکاران، ۱۳۹۶). این مدل در سال ۱۹۹۶، توسط انجمن حمایت از مواد بازیافتی بر پایه ارزیابی چرخه حیات مدیریت پسماند شهری طرح ریزی و ارائه شده است. این مدل از دو زیر مدل اقتصادی و محیط زیستی تشکیل شده است. در زیر مدل زیست محیطی چرخه حیات، جریان پسماند شهری از نقطه تولید تا نقطه دفع نهایی دنبال می‌شود، آثار زیست محیطی هر مرحله توسط مدل فهرست نویسی می‌شود. هدف این مدل کمک به شهرداران و تصمیم‌گیران مدیریت پسماند شهری است. نتایج نهایی ارائه شده توسط مدل، سیاهه چرخه حیات سامانه مورد بررسی است که شامل کل انرژی مصرف یا تولید شده، مواد بازیافت شده یا کمپوسیت تولید شده و آلاینده های ورودی به آب و هوا است (نادری و همکاران، ۱۳۹۶).




شکل ۱: نشان‌دهنده سامانه مدیریت جامع مواد زاید جامد شهری (MSW)[۲]

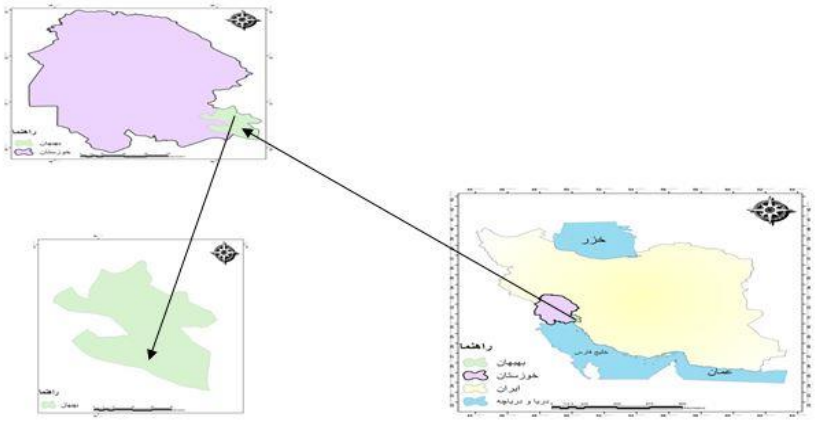
در دنیای امروز داشتن قدرت تجزیه و تحلیل بالا یکی از عوامل مهم در رسیدن به اهداف یک سازمان و رمز موفقیت بسیاری از پروژه‌ها به حساب می‌آید. تعیین استراتژی مناسب و به‌تبع آن تجزیه و تحلیل صادقانه و پیشبینی عوامل خارجی تضمین‌کننده موفقیت و بیشترین بهره‌وری در یک سازمان است. مشخص شدن استراتژی مناسب می‌تواند با توجه به شرایط یک سازمان آن را به بیشترین حد موفقیت هدایت کند و یا در شرایطی حیاتی سازمان را از ورشکستگی و شکست برهاند. رمز موفقیت بسیاری از سازمان‌ها و پروژه‌های مدیریتی می‌تواند تجزیه و تحلیل صحیح منابع موجود داخل(قدرت‌ها و ضعف‌ها) و بررسی موقعیت‌های خارجی(فرصت‌ها و تهدیدها) باشد (رخشانی نسب و صفری، ۱۳۹۵). فرایند ارزیابی محیط داخل و خارج سازمان اغلب به تحلیل SWOT اشاره دارد. با این ابزار نقاط قوت و ضعف در محیط داخلی سازمان و فرصت‌ها و تهدیدها در محیط‌خارجی سازمان (معمولاً توسط یک تیم) مورد تحلیل قرار می‌گیرد. بر این اساس استراتژی-های مناسب تدوین، سپس اجرا و کنترل می‌شود. نمودار SWOT کمک به شناسایی فرصت‌هایی می-کند که سازمان با استفاده از توانایی‌های خود قادر به استفاده از آنهاست و با تشخیص نقاط ضعف، مدیریت سازمان می‌تواند به مقابله با تهدیدهایی برخیزد که ممکن بود نادیده گرفته شوند. تحلیل سازمان از نگاه SWOT رهبران سازمان را قادر به تدوین استراتژی منحصربفردی می‌کند که موجب امتیاز و تفوق آنها بر رقبا می‌شود (حاجتی صیابری ایمانی، ۱۳۹۳). با توجه به اهمیت مدیریت پسماند در شهرستان بهبهان در پژوهش حاضر انتخاب بهترین سناریو برای مدیریت پسماند شهری با

استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات برای شهرستان بهبهان هدف اصلی این تحقیق بوده است. همچنین ضمن شناخت نقاط قوت و ضعف مدیریت پسماند شهرستان بهبهان با روش SWOT به ارایه راهکارها و تعیین راهبردهای کاربردی به منظور بهبود سیستم مدیریت پسماند این شهرستان مبادرت شده است. در مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی گزینه‌های دفع پسماند شهری با رویکرد ارزیابی چرخه حیات در شهر توریستی رامسر به این نتیجه رسیدند که از فهرست‌نویسی به ۵ طبقه اثر شامل مصرف انرژی، گازهای گلخانه‌ای، گازهای اسیدی، مه‌دود فتوشیمیایی و خروجی‌های سمی تخصیص داده شد. مقادیر فهرست شده در فاکتورهای ویژگی سازی ضرب گردید و شاخص اکولوژی برای هر یک از سناریوها به دست آمد و در نهایت برآورد اقتصادی هر یک از سناریوها انجام شد. با مقایسه سناریوها از نظر زیست‌محیطی و اقتصادی، سناریو ۶۰٪ دفن بهداشتی و ۴۰٪ کمپوست به‌عنوان گزینه برتر دفن پسماند شهری، شهر رامسر انتخاب گردید (شاه نظری و همکاران، ۱۳۹۶). در پژوهشی که زززولی و همکاران (۱۳۹۸) به انتخاب بهترین گزینه‌ها برای مدیریت پسماند شهری با استفاده از ابزار ارزیابی چرخه حیات شهر نور پرداختند. به این نتیجه رسیدند که با توجه به شاخص اکولوژیکی، سناریوی چهارم (بازیافت، کمپوست و هاضم بی‌هوازی، زباله‌سوز و دفن بهداشتی) بهترین سناریو بوده است. سناریوی پنجم با تولید بیشترین بار آلودگی بدترین سناریو بوده است. صفری و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه حاضر از روش ارزیابی چرخه حیات به‌منظور بررسی وضعیت حاضر سامانه مدیریت پسماند شهر زاهدان استفاده و برای این منظور دو سناریو تعریف شد. سپس نتایج به دست آمده از سیاهه نویسی به ۵ طبقه اثر شامل مصرف انرژی، گازهای گلخانه‌ای، گازهای اسیدی، مه‌دود فتوشیمیایی و خروجی‌های سمی تخصیص داده شد. از نقطه نظر محیط زیستی، نتایج این مطالعه نشان داد که کمپوست کردن به‌عنوان یکی از گزینه‌های مدیریتی است و نقش مهمی در کاهش بار آلاینده‌ها و نیز مصرف انرژی ناشی از سامانه مدیریت پسماند دارد. گولارت و همکاران (Goulart et al, 2018) با استفاده از ارزیابی چرخه زندگی برای حمایت از استراتژی‌های مدیریت پسماند زیست‌محیطی در برزیل به این نتیجه رسیدند که عملکرد بهتر LCA در سناریوهایی با نرخ جمع‌آوری جداگانه بالا به دست آمده است. در میان آنها، سناریوی مبتنی بر بازیابی قابل بازیافت و هضم بی‌هوازی نشان می‌دهد که یک استراتژی امیدوارکننده برای بهبود پایداری محیط‌زیست است. تجزیه و تحلیل حساسیت نشان می‌دهد که رتبه‌بندی سناریوها با تغییر در مخلوط برق تحت-تأثیر قرار نمی‌گیرد. از نتایج، سرمایه‌گذاری در جمع‌آوری زباله و بازیافت مواد از طریق منبع سازگارترین محیط‌زیست استراتژی MSW برای ریودوژانیرو است. علاوه بر این، سناریوهایی با تأکید بر بازیابی مواد، مزایای زیست‌محیطی بالاتری نسبت به گزینه‌های متمرکز بر تولید انرژی ارائه می‌دهند. خاندلوال و همکاران (Khandelwal et al, 2019) در مطالعه خود تحت عنوان کاربرد ارزیابی چرخه حیات در مدیریت پسماند جامد شهری: یک بررسی مهم در سراسر جهان مشخص شد که مدیریت یکپارچه پسماند جامد بهترین گزینه مدیریت پسماند است. همچنین، تعداد بسیار محدودی از مطالعات شامل هزینه‌یابی چرخه حیات و جنبه‌های اجتماعی سیستم MSWM بوده است. نتایج نشان داد که بیشتر مطالعات LCA در اروپا و آسیا است. به طرز حیرت انگیزی، از سال ۲۰۱۳، ۱۷۸ کشور از کل جهان یک مطالعه LCA در مورد

MSWM منتشر نکرده‌اند. همچنین مشخص شد که تأثیر افزایش تولید ناخالص داخلی (GDP) بر انتشار مطالعات LCA بی‌ربط است. دلایل احتمالی، کمبود داده، زمان و محدودیت اقتصادی بوده است. ایجاد سیاست‌ها و ابتکارات سازگار با محیط‌زیست توسط دولت همراه با مشارکت سازمان‌های دولتی، غیردولتی و خصوصی از طریق دوره‌های آموزشی و سمینارها ممکن به بهبود کاربرد LCA در زمینه بیان MSWM کمک می‌کند. عابدین زاده و همکاران در تحقیق خود که در سال ۱۳۹۳ تحت عنوان بررسی عوامل راهبردی مدیریت پسماند شهری رشت با استفاده از روش SWOT و تشکیل ماتریس QSPM انجام دادند به این نتیجه رسیدند که ماتریس‌های عوامل داخلی و خارجی مبین این است که مدیریت پسماند شهر رشت از نظر عوامل درونی ضعیف عمل کرده است در حالی که ارزیابی عوامل خارجی نشان می دهد که با توجه به امتیاز کسب شده در وضعیت فعلی با تقویت فرصت‌ها و رفع تهدیدها می‌تواند به خوبی عمل کند.

## منطقه مورد مطالعه

منطقه موردمطالعه شهرستان بهبهان در استان خوزستان است. با مساحت ۳۱۹۵ کیلومترمربع و جمعیت بالغ نزدیک به ۱۸۶۰۰۰ نفر، به‌طور میانگین روزانه ۱۲۰ تن زباله در این شهرستان تولید می‌گردد که ۹۱ درصد از زباله‌ها در روز و ۹ درصد آن در شب جمع‌آوری می‌گردد سرانه تولید پسماند بیش از ۹۰۰ گرم به‌ازای هر نفر است (مدیریت پسماند شهرستان بهبهان، ۱۳۹۹). بخش‌های تولید پسماند در شهرستان بهبهان، شامل مسکونی، اداری، آموزشی، تجاری، صنعتی، خدماتی و بیمارستانی است که سهم پسماند تولیدی در بخش مسکونی ۷۶ درصد، تجاری ۷ درصد، صنعتی ۵ درصد، آموزشی ۲ درصد، باغبانی ۶ درصد و اداری و خدماتی ۴ درصد است (مدیریت پسماند شهرستان بهبهان، ۱۳۹۹). با توجه به اینکه ۷۵ تا ۸۳ درصد پسماند بخش مسکونی شامل مواد فسادپذیر است و طبق آنالیزهای انجام شده، حدود ۷۹ درصد از پسماندهای شهرستان بهبهان را مواد فسادپذیر تشکیل می‌دهند (مدیریت پسماند شهرستان بهبهان، ۱۳۹۹). توجه به درصد بالای سهم بخش مسکونی نسبت به سایر بخش‌ها، تمرکز بر این بخش خواهد بود. شکل ۲ نشان‌دهنده موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه در استان خوزستان و ایران می‌باشد (اطلس گیتاشناسی استان‌های ایران، ۱۳۹۸).

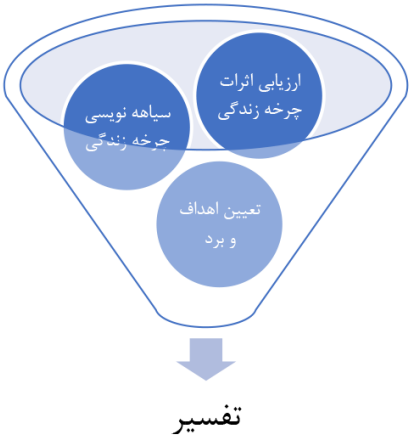



شکل ۲: موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

## مواد و روش‌ها

### ارزیابی چرخه حیات

در این مطالعه از روش ارزیابی چرخه حیات برای ارزیابی وضعیت موجود و نیز مقایسه سناریوها پیشنهادی مدیریتی به‌عنوان یک روش سیستماتیک LCA استفاده شد. روش و استاندارد برای برآورد اثرات زیست‌محیطی مرتبط به یک خدمت و یا تولید یک محصول است. این روش شامل چهار مرحله: ۱) تعیین برد و هدف ۲) سیاهه نویسی چرخه زندگی و ۳) ارزیابی اثرات زیست‌محیطی و ۴) تفسیر نتایج است (رفیعی و همکاران، ۱۳۸۸). این بخش‌ها همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است با یکدیگر مرتبط هستند (Guinée et al, 2009).




شکل ۳: مراحل روش ارزیابی چرخه حیات (Guinée et al, 2009).

**مرزها و واحد کارکردی:** تعیین مرزها و واحد کارکردی مهم‌ترین بخش از مرحله تعیین برد و اهداف مطالعه (مرحله اول) روش‌شناسی چرخه حیات است. مرزهای ارزیابی چرخه حیات در این تحقیق از زمانی که پسماند تولید می‌شود (درب منازل) تا زمانی که به یکی از روش‌های مختلف مدیریت شود را در برمی‌گیرد. واحد کارکردی یک تن پسماند مدیریت شده است و داده‌های سیاهه نویسی چرخه حیات بر این مبنا ارائه شد.

**سیاهه نویسی (تهیه چک‌لیست) چرخه حیات**

سیاهه نویسی چرخه حیات یکی از مهم‌ترین مراحل ارزیابی چرخه حیات است که در آن کلیه انتشارات ناشی از فرایند یا تولید محصول محاسبه و سیاهه می‌شود. در این مطالعه برای سیاهه نویسی چرخه حیات از نرم‌افزار استفاده شد. این نرم‌افزار تمام مراحل سامانه IWM مدیریت پسماند را در برمی‌گیرد و بعد از دریافت اطلاعات، با مدل‌ها و نیز پایگاه داده‌ها انتشارات و خروجی‌های با هدف تعیین IWM مختلف را برآورد می‌کند. نرم‌افزار اولویت‌ها جهت برآورد اثرات زیست‌محیطی و پیامدهای اقتصادی تصمیمات اخذ شده در زمینه مدیریت پسماند توسعه داده شده است. کاربرد این نرم‌افزار فرایند سیاهه نویسی چرخه حیات را آسان می‌کند که می‌تواند به طور بالقوه عملکرد زیست‌محیطی سیستم مدیریت پسماند را، بهبود بخشد (Abduli et al, 2011؛ Ozeler et al, 2006؛ زرولی و همکاران، ۱۳۹۸). جهت تهیه داده‌های ورودی در خصوص مدیریت پسماند شهری و شناخت کلیه متغیرهای مورد بررسی از فرم گردآوری داده و مراجعه به گزارش‌ها، اسناد و

مدارک در دسترس و همچنین مصاحبه با افراد مطلع شامل کارشناسان واحد مدیریت پسماند و محل دفن استفاده شد. این فرم‌ها حاوی اطلاعاتی به شرح تعداد پرسنل، نوع و تعداد ماشین‌آلات جمع‌آوری و حمل‌ونقل، مسافت حمل، روش مدیریت قرار گرفت. برای تعیین چگالی از بشکه‌ای به حجم ۰/۱۹۶ $m^3$ استفاده شد. بعد از تعیین چگالی اجزاء پسماند تفکیک و با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین گردید (زرولی و همکاران، ۱۳۹۸).

**ارزیابی اثرات چرخه حیات**

در مرحله ارزیابی چرخه حیات نتایج به دست آمده در مرحله سیاهه نویسی، مورد بررسی قرار می‌گیرد. هدف اصلی تبدیل اطلاعات زیاد به دست آمده از مرحله سیاهه نویسی به یک یا چند طبقه ساده‌تر است. به این ترتیب مقایسه سناریوها بسیار آسان‌تر خواهد شد. روش‌های بسیار زیادی برای ارزیابی اثرات چرخه حیات توسعه داده شده است. در این روش ابتدا طبقات اثر مشخص می‌شوند. در این مطالعه طبقات تحت عناوین میزان مصرف انرژی، گازهای گلخانه‌ای، گازهای اسیدی، مه‌دود فتوشیمیایی، خروجی‌های سمی در نظر گرفته شدند. سپس تمام آلاینده‌های به دست آمده به طبقات مورد مطالعه اختصاص داده شد. در مرحله بعد با استفاده از ضرایب ویژگی سازی و نیز فرمول رابطه ۱ که در جداول ۱ تا ۵ آورده شده است به واحد معادل هر طبقه اثر تبدیل شد. به این ترتیب هر یک از طبقات اثرات مدنظر، مقادیر سیاهه شده براساس واحد معادل محاسبه گردیدند.

رابطه ۱)

$$Ii = \Sigma Cij \times Xj$$

که در آن: Xj، فاکتورهای ویژگی‌سازی Cij، شاخص طبقه اثر Ii است. در نهایت شاخص‌های به دست آمده درj مقدار ماده هر یک از طبقات، طبق فرمول رابطه ۲ در وزن نسبی آن طبقه ضرب شد تا نمایه‌ها قابل جمع‌کردن و مقایسه شدن با یکدیگر باشند (جدول ۶).

رابطه ۲)

$$I = \Sigma Ni = 1Wi\ In$$

I: معیار کمی مقایسه دو سامانه و Wi وزن نسبی اثر و $I_n$: شاخص طبقه اثر است.

طبقات اثر در نظر گرفته شده عبارت‌اند از: مصرف منابع انرژی، گازهای گلخانه‌ای، گازهای اسیدی، گازهای فتوشیمیایی، خروجی‌های سمی که واحد آنها به ترتیب Gj، $kgCO_2$، $kgSO_2$، $kgC_2H_4$، kg 1-4DCB است. مواد سیاهه نویسی شده طبقه اثر گازهای اسیدی عبارت‌اند از NOx، Sox، HCL که فاکتور ویژگی سازی معادل$SO_2$ آنها در جدول ۲ نشان داده شده است. وزن نسبی هر یک از طبقات اثر مصرف منابع انرژی، گازهای گلخانه‌ای، گازهای اسیدی، گازهای فتوشیمیایی و خروجی‌های سمی در روش مدل‌سازی به ترتیب ۰/۸۸، ۰/۸۹، ۰/۴، ۰/۲۹ و ۰/۱۳ است (Boustead et al, 2000).

جدول ۱: فاکتورهای ویژگی سازی طبقه اثر گازهای گلخانه‌ای (Huijbregts et al, 2000)

| ماده سیاهه نویسی شده | فاکتور ویژگی سازی معادل $CO_2$ |
|---|---|
| $CO_2$ | ۱ |
| $CH_4$ | ۲۱ |
| $N_2O$ | ۳۲۰ |
| CFC۱۱ | ۴۰۰۰ |
| CO | ۲ |
| TCA | ۱۱۰ |

$$IGGP = \Sigma GGPi * M\ i$$

جدول ۲: فاکتورهای ویژگی‌سازی طبقه اثر گازهای اسیدی

| ماده سیاهه نویسی شده | $so_2$ فاکتور ویژگی سازی معادل |
|---|---|
| NOx | ۱/۰۷ |
| SOx | ۱ |
| HCL | ۰/۸۸ |

$$IGGP = \Sigma GGPi * Mi$$

جدول ۳: فاکتورهای ویژگی سازی طبقه اثر گازهای فتوشیمیایی (Boustead et al, 2000)

| ماده سیاهه نویسی شده | $C_2H_4$ فاکتور ویژگی سازی معادل اتیلن |
|---|---|
| VOC | ۳/۶ |
| CO | ۰/۳ |
| $CH_4$ | ۰/۰۰۷ |
| NOx | ۲۴/۸ |
| PM | ۰ |

$$ISPP = \Sigma SPPi * Mi$$

جدول ۴: فاکتورهای ویژگی سازی طبقه اثر خروجی‌های سمی (Huijbregts et al, 2000)

| ماتریکس | ماده سیاهه نویسی شده | DCB۴-۱ فاکتور ویژگی سازی معادل |
|---|---|---|
| هوا | سرب | E2۴/۷ |
| | جیوه | E3۶ |
| | کادمیوم | E5 ۱/۵ |
| | دی اکسین | E2۱/۰۵ |
| آب | سرب | E1۱/۲ |
| | جیوه | E3۱/۴ |
| | کادمیوم | E1۱/۳ |
| | دی اکسین | E1۱/۰۸ |
| | اکسیژن‌خواهی زیستی | E2۱/۶ |

$$ITEP = \Sigma TEPi * Mi$$

جدول ۵: اجزای تخصیص داده شده در مطالعه حاضر و نحوه تخصیص مقادیر سیاهه شده به هر طبقه

| طبقه اثر | اجزای تخصیص داده شده |
|---|---|
| مصرف منابع انرژی | Gj میزان مصرف انرژی برحسب |
| گازهای گلخانه‌ای | CO۲, NOx, CH۴ |
| مه‌دود فتوشیمیایی | NOx, PM, VOCs |
| خروجی‌های سمی | Pb, Hg, Cd, Dioxins, Pbwater, Hgwater, Cdwater, BODwater, Dixinswater |

جدول ۶: اجزای تشکیل‌دهنده مواد زائد جامد شهرستان بهبهان (برحسب درصد)

| ترکیب | حداقل | حداکثر | میانگین |
|---|---|---|---|
| مواد غذایی | ۳۳/۰۵ | ۴۸/۶۳ | ۴۱/۰۷ |
| کاغذ | ۲ | ۵/۵۳ | ۳/۷۷ |
| مقوا | ۳/۰۶ | ۵/۷۳ | ۴/۴۹ |
| پلاستیک | ۱۱/۰۲ | ۱۶/۲۳ | ۱۳/۶۳ |
| منسوجات | ۱/۷۰ | ۹/۰۲ | ۵/۳۶ |
| لاستیک | ۰/۰۵ | ۰/۶۲ | ۰/۳۴ |
| چرم | ۲/۲ | ۴/۹۰ | ۳/۵۵ |
| مواد باغبانی | ۲۲/۱۷ | ۳۹/۹۳ | ۳۱/۰۵ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| چوب | ۰/۰۳ | ۰/۸۸ | ۰/۴۶ |
| شیشه | ۱/۳۶ | ۵/۰۵ | ۳/۲۱ |
| قوطی حلبی | ۰/۴۴ | ۳/۶۳ | ۲/۰۳۵ |
| آلومینیوم | ۰/۰۵ | ۰/۹۴ | ۰/۵ |
| سایر فلزات | ۰/۱۷ | ۱/۳۰ | ۰/۷۳ |
| خاکروبه، خاکستر و... | ۰/۹۴ | ۱/۳۷ | ۱/۱۶ |

**معرفی تحلیل SWOT**

مدل SWOT یکی از ابزارهای راهبردی تطابق نقاط قوت و ضعف درون سیستمی با فرصت‌ها و تهدیدات برون سیستمی است. واژه SWOT برگرفته از این لغات می‌باشد: S[۳] به معنی قدرت، W[۴] به معنی ضعف، O[۵] به معنی فرصت و T[۶] به معنی تهدید. مدل SWOT تحلیل سیستماتیکی را برای شناسایی این عوامل و انتخاب راهبردی که بهترین تطابق بین آنها را ایجاد می‌نماید، ارایه می-دهد. از دیدگاه این مدل یک راهبرد مناسب قوت‌ها و فرصت‌ها را به حداکثر و ضعف‌ها و تهدیدها را به حداقل ممکن می‌رساند (عابدین زاده و همکاران، ۱۳۹۳).

ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (EFE)[۷] و عوامل داخلی (IFE)[۸] و مراحل آن:

۱) نقاط قوت و سپس نقاط ضعف فهرست می‌شوند (جدول ۷).

۲) به این عوامل برحسب اهمیتی که در مدیریت پسماندهای شهرستان بهبهان دارند ضریب داده می‌شود به طوری که بالاترین امتیاز برای عوامل داخلی ۲۰ و عوامل خارجی ۱۹ است. در مرحله بعد به هر عامل از صفر(بدون اهمیت) تا ۱ (بسیار مهم) ضریب داده شده به هر عامل بیانگر اهمیت نسبی آن در موفقیت است. نظر از اینکه آیا عامل مورد نظر به عنوان یک نقطه قوت و ضعف داخلی به حساب آید، باید به عاملی که دارای بیشترین اثر در عملکرد است، بالاترین ضریب را داد، مجموع این ضریب‌ها باید برابر یک شود.

۳) سپس به هر یک از این عوامل نمره ۱ تا ۴ داده می‌شود. نمره ۱ بیانگر ضعیف نمره ۲ متوسط، نمره ۳ بیانگر خوب و نمره ۴ نشان دهنده عالی عامل مورد بحث می‌باشد. نمره‌ها براساس وضعیت منطقه و ضریب‌ها (که در مرحله دوم نشان داده شده‌اند) براساس نوع فعالیت قرار دارند.

۴) برای تعیین نمره نهایی هر عامل، ضریب هر عامل در نمره آن ضرب می‌شود.

۵) مجموع نمره‌های نهایی هر عامل محاسبه و نمره نهایی مشخص می‌شود.

از آنجایی که هدف از ماتریس ارزیابی عوامل استراتژیک درونی و بیرونی تفکیک عوامل مهم از کم اهمیت و در نهایت اولویت‌بندی این عوامل می-باشد. جمع امتیازهای وزن دار محاسبه می‌شود که حداقل آن ۱ و حداکثر آن ۴ می‌باشد و میانگین آن ۲/۵ خواهد بود. اگر نمره نهایی IEF مدیریت مواد زائد کمتر از ۲/۵ باشد. این بدان معناست که مدیریت مواد زاید از نظر عوامل درونی روی هم رفته دارای ضعف می‌باشد. همچنین اگر میانگین نمره نهایی EFE مدیریت مواد زائد کمتر از ۲/۵ می‌باشد. این امر موید آن است که مدیریت مواد زائد در خصوص استفاده فرصت‌ها و مقابله با تهدید-ها به خوبی عمل نمی‌کند (عابدین زاده و همکاران، ۱۳۹۰).

جدول ۷: نقاط مختلف در ماتریس SWOT

| نقاط قوت | نقاط ضعف | فرصت‌ها | تهدیدها |
|---|---|---|---|
| اجرای طرح تفکیک از مبداء زباله‌های خانگی | جمع‌آوری دستی و غیرمکانیزه پسماندهای شهری | صرفه جویی در هزینه‌های جمع آوری و دفع پسماند | عدم استفاده از تکنولوژی پیشرفته در دفع زائدات شهری |
| بهره‌گیری از ماشین آلات حمل و نقل مناسب شهری | عدم آموزش و اطلاع رسانی مناسب به شهروندان در باب تفکیک زباله | ایجاد فرصت شغلی | استفاده از کارکنان غیرمتخصص جهت جمع‌آوری زباله |
| آگاهی سازی خانواده‌ها در امر تفکیک زباله خانگی مخصوصا زنان خانه‌دار | دفن غیربهداشتی پسماندها به همراه عدم انجام تحقیقات لازم در این بخش | تهیه برنامه‌های اجرایی- خدماتی مدیریت پسماند | عدم مشارکت شهروندان و سازمان‌های مردم نهاد |
| استفاده از لباس‌های یکدست و شبرنگ توسط پاکبانان | تغییر الگوی مصرف و افزایش نرخ تولید زباله | وجود قوانین و مقررات محیط زیستی | نزدیکی محل دفع زباله‌های شهری به مناطق روستایی و بعضا مسکونی |
| رعایت زمانبندی جهت خروج زباله از منازل | عدم رعایت برنامه زمان‌بندی جمع‌آوری زباله توسط کارکنان شهرداری | نیازکمتر به زمین برای دفن زائدات از طریق اجرای طرح بازیافت و کمپوست | وجود دوره گردها برای جمع آوری زائدات به منطقه فروش و ... |
| سامان دهی دوره گردها در برخی نقاط | دفن پسماندهای بیمارستانی و صنعتی به همراه زباله‌های شهری | تبلیغات رسانه‌ای برای تفکیک و کاهش زائدات | عدم فرهنگ سازی و استفاده از ظروف بازیافتی |
| بافت منظم شهری | عدم رعایت اصول ایمنی و بهداشت توسط پاکبانان | اجرای طرح کمپوست با استفاده از تکنولوژی‌های جدید | عدم حمایت ارگان‌های دولتی از صنایع بازیافت |
| کاهش وزن و حجم زباله‌ها از طریق بازیافت | ناکافی بودن ماشین‌های جمع‌آوری زباله در سطح شهرستان | وجود صنایع بازیافت | افزایش حیوانات و حشرات موذی |
| | دفن غیربهداشتی و زباله سوزی پسماندها در محل دفن | مشارکت بخش خصوصی | کمبود نیروی ماهر و متخصص در امر بازیافت و کمپوست |
| | عدم اطلاع رسانی در خصوص بازیافت و کمپوست | | کمبود زمین مناسب جهت احداث ایستگاه تفکیک پسماند |
| | عدم تامین منابع مالی به منظور امکان بازیافت پسماندها | | تهدید گونه‌های گیاهی و جانوری منطقه |
| | | | آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی با نفوذ شیرابه‌های پسماند |

## بحث و نتایج

جهت انجام ارزیابی چرخه حیات زباله‌های شهری، نیاز به ارائه سناریوها داریم؛ بنابراین با استفاده از داده‌های موجود در منطقه مورد مطالعه و نیز داده‌های استاندارد و سپس بارهای زیست‌محیطی هر سناریو به پنج طبقه تخصیص داده شد و برای تعیین مجموعه اثر بارز محیطی هر طبقه پارامترهای در نظر گرفته شد. در هر طبقه با استفاده از فرمول ویژگی‌سازی شاخص هر طبقه اثر به دست آمد. در آخر پس از محاسبه مجموع اثر بار زیست‌محیطی هر طبقه، اهمیت نسبی هر یک از طبقات نیز تعیین گردید تا شاخص‌های به دست آمده در هر یک از طبقات در وزن نسبی آن طبقه ضرب شوند و نمایه‌ها قابل جمع‌کردن با هم باشند، به این ترتیب وزن‌های نسبی هر طبقه محاسبه شدند و به‌عنوان شاخص اکولوژی برای بار محیط زیستی از سناریوها در نظر گرفته می‌شود. هر سناریو که امتیاز پایین‌تری کسب کرده باشد بار محیط زیستی کمتری در بردارد. در ادامه نتایج حاصل از سناریوهای هر یک از گزینه‌ها با هم مقایسه و سناریو منتخب برای هر یک از گزینه‌ها انتخاب گردید. تعیین ترکیب اجزاء تشکیل‌دهنده مواد زائد جامد شهرستان بهبهان انجام و نتایج به شرح جدول ۶ است. کل پسماند وارد شده به

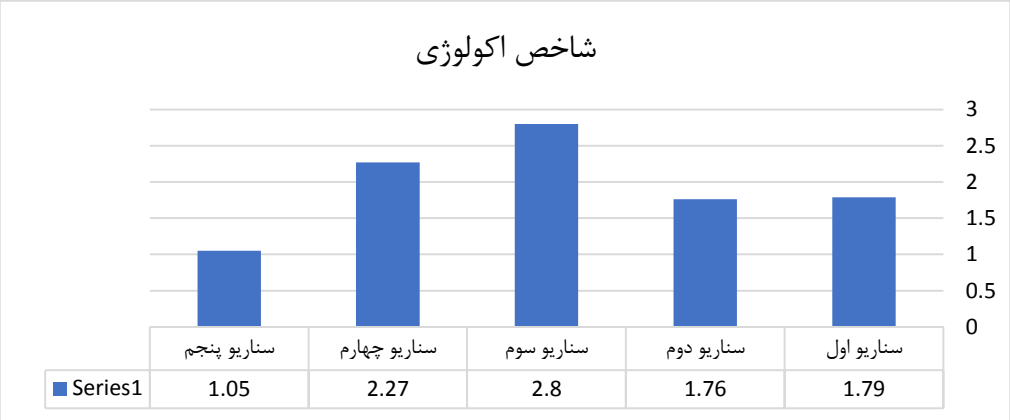
سناریوها یکسان است که به‌عنوان واحد کار کردی در نظر گرفته شد. با در نظر گرفتن موارد فوق و با استفاده از سایر داده‌ها و اطلاعات مدل IWM-2 راه‌اندازی شد. پنج سناریو مورد بررسی در مدل IWM-2 اجرا شد. جدول ۸ مقدار آلاینده‌های وارد شده به هوا و مقدار آلاینده‌های وارد شده به آب را برای سناریوهای پنج‌گانه نشان می‌دهد. لازم به ذکر است، سناریوی سوم، شرایط فعلی شهرستان بهبهان در مدیریت پسماند است. همان طور که در جدول ۹ نشان داده شده است، بیشترین بار زیست‌محیطی مربوط به سناریوی سوم است و کمترین آن در سناریوی پنجم مشاهده گردید. بیشترین و کمترین مصرف انرژی به ترتیب مربوط به سناریوهای اول و پنجم است. سناریوی چهارم دارای بیشترین اثر گلخانه‌ای و سناریوی اول دارای کمترین مقدار است. در رابطه با گازهای اسیدی سناریوی پنجم دارای بیشترین و سناریوی سوم دارای کمترین مقدار است. سناریوی سوم و پنجم به ترتیب دارای بالاترین و پایین‌ترین میزان خروجی گازهای سمی و اثر گرمایش جهانی (انتشار گاز متان) هستند.

جدول ۸: مقادیر نرمال سیاهه چرخه زندگی پسماند شهرستان بهبهان برحسب پسماند مدیریت شده در سناریوهای پنج‌گانه

| نوع تنش | واحد | مقادیر نرمال سیاهه در سناریوهای پنج‌گانه | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | اول | دوم | سوم | چهارم | پنجم |
| انرژی مصرف شده | گیگا ژول/تن پسماند | ۳/۹۸ E+۰۴ | -۶/۷۲ E+۰۳ | ۲/۱۷E+۰۳ | -۲/۰۳ E+۰۴ | -۲/۶۸ E+۰۴ |
| $CO_2$ | تن/تن پسماند | ۳/۴۱ E+۰۴ | ۱/۰۹ E+۰۴ | ۱/۰۱E+۰۴ | ۲/۲۷E+۰۴ | ۱/۲۵ E+۰۴ |
| $CH_4$ | تن/تن پسماند | ۱/۲۴ E+۰۴ | ۱/۲۵ E+۰۴ | ۲/۹۳ E+۰۴ | ۲/۳۰ E+۰۴ | ۸/۰۲ E+۰۳ |
| $NO_X$ | تن/تن پسماند | ۴/۹۱ E-۰۲ | ۹/۷۸E-۰۲ | ۳/۴۹ E-۰۱ | ۶/۵۹ E+۰۰ | ۸/۴۶E+۰۱ |
| $SO_X$ | تن/تن پسماند | ۲/۰۰ E-۰۱ | ۰/۰۰+E۰۰ | ۱/۰۱ E-۰۱ | ۱/۸۱ E+۰۰ | ۲/۹۱E+۰۰ |
| HCL | تن/تن پسماند | ۰/۰۰+E۰۰ | ۰/۰۰+E۰۰ | ۸/۸۰ E-۰۲ | ۹/۶۸ E-۰۱ | ۱/۴۱E+۰۰ |
| $N_2O$ | تن/تن پسماند | ۱/۷۸ E+۰۱ | ۳/۴۶ E+۰۱ | ۱/۲۶ E+۰۱ | ۲/۳۵E+۰۲ | ۳/۰۲E+۰۲ |
| VOCS | تن/تن پسماند | ۷/۱۹ E+۰۰ | ۴/۳۳ E+۰۰ | ۱/۳۴ E+۰۱ | ۷/۲۱ E+۰۰ | ۶/۱۳ E+۰۰ |
| Pb | کیلوگرم/تن پسماند | ۰/۰۰+E۰۰ | ۰/۰۰+E۰۰ | ۰/۰۰+E۰۰ | ۲/۶۳ E+۰۳ | ۴/۰۱ E+۰۳ |
| Hg | کیلوگرم/تن پسماند | ۰/۰۰+E۰۰ | ۰/۰۰+E۰۰ | ۰/۰۰+E۰۰ | ۱/۲۶ E+۰۴ | ۱/۹۷ E+۰۴ |
| Cd | کیلوگرم/تن پسماند | ۰/۰۰+E۰۰ | ۰/۰۰+E۰۰ | ۱/۵۲ E+۰۳ | ۸/۲۳E+۰۴ | ۱/۲۶ E+۰۵ |
| Dioxins (TEQ) | گرم/تن پسماند | ۰/۰۰+E۰۰ | ۰/۰۰+E۰۰ | ۱/۰۵ E-۰۲ | ۶/۲۹ E-۰۲ | ۹/۴۵ E-۰۲ |
| Pbwater | کیلوگرم/تن پسماند | ۵/۴۵ E+۰۱ | ۵/۲۰ E+۰۱ | ۸/۵۱E+۰۱ | ۶/۴۴ E+۰۱ | ۳/۴۵E+۰۱ |
| Hgwater | کیلوگرم/تن پسماند | ۸/۶۸ E+۰۱ | ۸/۶۸ E+۰۱ | ۱/۴۰E+۰۲ | ۱/۱۳E+۰۲ | ۵/۴۵ E+۰۱ |
| Cdwater | کیلوگرم/تن پسماند | ۱/۴۵ E+۰۲ | ۱/۴۲ E+۰۲ | ۲/۳۰E+۰۲ | ۱/۸۹E+۰۲ | ۹/۸۰E+۰۱ |
| BOD | کیلوگرم/تن پسماند | ۱/۳۵ E+۰۶ | ۱/۳۵ E+۰۶ | ۲/۱۴ E+۰۶ | ۱/۷۰ E+۰۶ | ۷/۷۵ E+۰۵ |
| Dioxinswater (TEQ) | گرم/تن پسماند | ۹/۰۷ E-۰۳ | ۹/۰۷ E-۰۳ | ۱/۴۵E-۰۲ | ۱/۱۸ E-۰۲ | ۶/۱۶ E-۰۳ |

جدول ۹: شاخص اکولوژیکی سناریوهای مختلف

| شاخص اکولوژیکی | سناریو اول | سناریو دوم | سناریو سوم | سناریو چهارم | سناریو پنجم |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۱/۷۹ E+۰۸ | ۱/۷۶ E+۰۷ | ۲/۸۰ E+۱۰ | ۲/۲۷ E+۰۹ | ۱/۰۵ E+۰۶ |




شکل ۴: شاخص اکولوژیکی سناریوهای مختلف

سناریوی سوم در قسمت خروجی‌های سمی و شاخص اکولوژی بیشترین بار زیست‌محیطی را ایجاد می‌کند. هرچه مقدار شاخص اکولوژی بیشتر، بار زیست‌محیطی سامانه بیشتر خواهد بود میزان مصرف انرژی در سناریوی اول و سوم به علت دفن غیربهداشتی بالاتر از سناریوهای دیگر بود. در سناریوی اول، اضافه‌کردن ۲ کمپوست به دلیل مصرف بالای انرژی، بر میزان مصرف انرژی افزوده است. اما بر سایر پارامترها مانند گازهای گلخانه‌ای اثر مثبتی داشته است. مقایسه مصرف انرژی در سناریوی چهارم و پنجم نشان می‌دهد که انرژی خالص تولید شده در سناریوی پنجم بهتر از سناریوی چهارم است. ولی در سناریوی چهارم میزان زباله‌سوز کردن پسماند (۵۴ درصد) از سناریوی پنجم (۳۸ درصد) بیشتر است. اما تولید انرژی آن کمتر است؛ بنابراین پسماندهای آلی مهم‌ترین بخش پسماند در شهرستان بهبهان هستند و جهت سوختن این زباله‌ها به سوخت کمکی مانند گازوئیل و بنزین احتیاج می‌باشد؛ بنابراین زباله سوزی این نوع پسماند انرژی تولید نمی‌کند و احتیاجی به سوخت کمکی دارد. مهم‌ترین سهم در تولید انرژی در بخش هاضم‌های بی‌هوازی در سناریوی پنجم است. گاز دی‌اکسیدکربن و متان از جمله گازهای اصلی در گرمایش جهانی می‌باشند. یکی از منابع مهم این دو گاز به‌خصوص گاز متان، محل‌های دفن بهداشتی و غیربهداشتی پسماند است. سناریوی سوم و پنجم به ترتیب بیشترین و کمترین نقش را در تولید گاز متان دارند. علت اصلی بالا بودن گاز متان در سناریوی سوم دفن غیربهداشتی پسماندها است. در سناریوی چهارم، انتشار بالای گازهای گلخانه‌ای به دلیل احتراق مواد زائد پلاستیکی که با بازیافت غیرقابل تجزیه می‌توان انتشار گازهای گلخانه‌ای را به حداقل رساند. پیشنهاد سناریوها برای بهبود سامانه مدیریت نقش مهمی در کاهش مصرف انرژی و گازهای گلخانه‌ای دارد، درحالی‌که سناریوها در رابطه با گازهای فتوشیمیایی و اسیدی نه‌تنها باعث بهبود نمی‌شوند، بلکه باعث زیان نیز شده‌اند. با توجه به نتایج مشاهده شده بیشترین کاهش در سناریو پنجم و چهارم مشاهده می‌گردد، به این ترتیب خروجی‌های هاضم و زباله‌سوز باید نقش بسیار مهمی در این طبقات داشته باشند. پس

پیشنهاد می‌شود در صورت استفاده از زباله‌سوزها، حتماً از تصفیه‌کننده در خروجی گازها استفاده گردد. همان‌طور که می‌دانید مهم‌ترین منشأ گازهای فتوشیمیایی سوخت‌های فسیلی است. در سناریو پنجم دو سامانه پیچیده هاضم و زباله‌سوز وجود دارد که برای نگهداری آن به میزان بالایی از انرژی فسیلی نیاز است که می‌تواند این تفاوت را توجیه کند. در طبقه اثر خروجی‌های سمی به ترتیب بیشترین و کمترین وزن یا بار زیست‌محیطی را سناریوی سوم و پنجم دارند. در سناریو سوم به دلیل دفن غیربهداشتی و عدم استحصال انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای از لحاظ خروجی سمی بدترین سناریو بود و سناریو پنجم به دلیل دفن بهداشتی و گزینه کمپوست مناسب‌ترین سناریو است. در نتیجه از نظر بار زیست‌محیطی به ترتیب بیشترین و کمترین بار آلودگی مربوط به سناریوی سوم و پنجم است. نادری و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهش خود از نقطه نظر محیط‌زیستی، به این نتیجه رسیدند که کمپوست کردن به‌عنوان یکی از گزینه‌های مدیریتی و نیز عملیات بازیافت، نقش مهمی در کاهش بار آلاینده‌ها و نیز مصرف انرژی ناشی از سامانه مدیریت پسماند دارد. با توجه به اینکه میزان گازهای گلخانه‌ای در سناریوی دوم (تلفیقی از بازیافت، تهیه کود کمپوست و دفن) با تولید حدود ۶۸۰۱ تن در مقایسه با سناریوی اول (فقط دفن) با تولید حدود ۹۲۱۸ تن مقدار قابل‌توجهی کاهش را نشان می‌دهد، این‌طور نتیجه‌گیری می‌شود که درصورتی که از روش تلفیقی (سناریوی دوم) استفاده شود، می‌تواند منجر به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به میزان ۲۶ ٪ شود. حاجیچ و همکاران (Hadzic et al, 2018) گزینه بازیافت کاغذ و پلاستیک را به دلیل عملکرد مؤثر در مدیریت پسماند با در نظر گرفتن رو مناسب مکانیکی به‌عنوان امر مهم در اجرای الزامات قانونی مطرح نموده‌اند. رحمانی و همکاران (۱۳۹۸) با توجه به ارزیابی زیست‌محیطی و مقایسه نتایج به دست آمده از سیاه نویسی چرخه حیات سناریو اول (جمع‌آوری، کمپوست، بازیافت و لندفیل بهداشتی) با شاخص اکولوژیکی نقش مهمی در کاهش بار آلاینده و مصرف انرژی دارد و به‌عنوان برترین گزینه مدیریت انتخاب و در اختیار صاحب‌نظران و تصمیم‌گیران قرار گرفت. مطالعه‌ای دیگر براساس تلفیق ارزیابی‌ها، روش دفن بدون استحصال انرژی نامناسب‌ترین گزینه بوده و زباله-سوزی با استحصال انرژی منجر به کمترین انتشارات گلخانه‌ای شده و از نظر فنی نیز مورد قبول است (خان پور اقدم و همکاران، ۱۳۹۸).

**نتایج حاصل از ماتریس تحلیل SWOT**

جدول ۱۰: ماتریس ارزیابی عوامل داخلی IFE

| عوامل استراتژیک داخلی | وزن (۲۰-۰) | وزن نرمالیزه | امتیاز وضع موجود (۴-۱) | امتیاز وزن دار |
|---|---|---|---|---|
| **نقاط قوت (S)** | | | | |
| اجرای طرح تفکیک از مبداء زباله‌های خانگی | ۱۵ | ۰/۰۵ | ۳ | ۰/۱۵ |
| بهره‌گیری از ماشین آلات حمل و نقل مناسب شهری | ۱۸ | ۰/۰۶ | ۴ | ۰/۲۴ |
| آگاهی سازی خانواده‌ها در امر تفکیک زباله خانگی مخصوصا زنان خانه‌دار | ۱۴ | ۰/۰۳ | ۲ | ۰/۰۶ |
| استفاده از لباس‌های یکدست و شبرنگ توسط پاکبانان | ۱۶ | ۰/۰۵ | ۴ | ۰/۲ |
| رعایت زمانبندی جهت خروج زباله از منازل | ۱۷ | ۰/۰۴ | ۳ | ۰/۱۲ |
| سامان دهی دوره گردها در برخی نقاط | ۱۳ | ۰/۰۳ | ۳ | ۰/۰۹ |
| بافت منظم شهری | ۱۶ | ۰/۰۴ | ۳ | ۰/۱۲ |
| کاهش وزن و حجم زباله‌ها از طریق بازیافت | ۱۸ | ۰/۰۵ | ۴ | ۰/۲ |
| **نقاط ضعف (W)** | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| جمع‌آوری دستی و غیرمکانیزه پسماندهای شهری | ۱۳ | ۰/۰۳ | ۳ | ۰/۰۹ |
| عدم آموزش و اطلاع رسانی مناسب به شهروندان در باب تفکیک زباله | ۱۷ | ۰/۰۴ | ۳ | ۰/۱۲ |
| دفن غیربهداشتی پسماندها به همراه عدم انجام تحقیقات لازم در این بخش | ۱۶ | ۰/۰۴ | ۳ | ۰/۱۲ |
| تغییر الگوی مصرف و افزایش نرخ تولید زباله | ۱۸ | ۰/۰۵ | ۲ | ۰/۱ |
| عدم رعایت برنامه زمان‌بندی جمع‌آوری زباله توسط کارکنان شهرداری | ۱۵ | ۰/۰۳ | ۳ | ۰/۰۹ |
| دفن پسماندهای بیمارستانی و صنعتی به همراه زباله‌های شهری | ۲۰ | ۰/۰۶ | ۴ | ۰/۲۴ |
| عدم رعایت اصول ایمنی و بهداشت توسط پاکبانان | ۱۵ | ۰/۰۳ | ۳ | ۰/۰۹ |
| ناکافی بودن ماشین‌های جمع‌آوری زباله در سطح شهرستان | ۱۶ | ۰/۰۴ | ۲ | ۰/۰۸ |
| دفن غیربهداشتی و زباله سوزی پسماندها در محل دفن | ۱۳ | ۰/۰۳ | ۴ | ۰/۱۲ |
| عدم اطلاع رسانی در خصوص بازیافت و کمپوست | ۱۹ | ۰/۰۶ | ۴ | ۰/۲۴ |
| عدم تامین منابع مالی به منظور امکان بازیافت پسماندها | ۱۳ | ۰/۰۴ | ۳ | ۰/۱۲ |
| **جمع کل** | ۳۰۲ | ۱ | | ۲/۵۹ |

جدول ۱۱: ماتریس ارزیابی عوامل داخلی EFE

| عوامل استراتژیک بیرونی | وزن (۰-۲۰) | وزن نرمالیزه | امتیاز وضع موجود (۴-۱) | امتیاز وزن دار |
|---|---|---|---|---|
| **فرصت‌ها (O)** | | | | |
| صرفه جویی در هزینه‌های جمع‌آوری و دفع پسماند | ۱۴ | ۰/۰۳ | ۳ | ۰/۰۹ |
| ایجاد فرصت شغلی | ۱۶ | ۰/۰۴ | ۴ | ۰/۱۶ |
| تهیه برنامه‌های اجرایی- خدماتی مدیریت پسماند | ۱۸ | ۰/۰۵ | ۲ | ۰/۱ |
| وجود قوانین و مقررات محیط زیستی | ۱۷ | ۰/۰۵ | ۴ | ۰/۲ |
| نیاز کمتر به زمین برای دفن زائدات از طریق اجرای طرح بازیافت و کمپوست | ۱۹ | ۰/۰۶ | ۲ | ۰/۱۲ |
| تبلیغات رسانه‌ای برای تفکیک و کاهش زائدات | ۱۷ | ۰/۰۵ | ۳ | ۰/۱۵ |
| اجرای طرح کمپوست با استفاده از تکنولوژی های جدید | ۱۸ | ۰/۰۶ | ۴ | ۰/۲۴ |
| وجود صنایع بازیافت | ۱۵ | ۰/۰۴ | ۳ | ۰/۱۲ |
| مشارکت بخش خصوصی | ۱۵ | ۰/۰۳ | ۴ | ۰/۱۲ |
| **تهدیدها (T)** | | | | |
| عدم استفاده از تکنولوژی پیشرفته در دفع زائدات شهری | ۱۵ | ۰/۰۴ | ۳ | ۰/۱۲ |
| استفاده از کارکنان غیرمتخصص جهت جمع‌آوری | ۱۷ | ۰/۰۵ | ۲ | ۰/۱ |
| عدم مشارکت شهروندان و سازمان‌های مردم نهاد | ۱۶ | ۰/۰۵ | ۳ | ۰/۱۵ |
| نزدیکی محل دفع زباله‌های شهری به مناطق روستایی و بعضا مسکونی | ۱۸ | ۰/۰۶ | ۴ | ۰/۲۴ |
| وجود دوره گردها برای جمع‌آوری زائدات به منظور فروش و ... | ۱۶ | ۰/۰۴ | ۳ | ۰/۱۲ |
| عدم فرهنگ سازی و استفاده از ظروف بازیافتی | ۱۸ | ۰/۰۵ | ۲ | ۰/۱ |
| عدم حمایت ارگان‌های دولتی از صنایع بازیافت | ۱۵ | ۰/۰۴ | ۳ | ۰/۱۲ |
| افزایش حیوانات و حشرات موذی | ۱۶ | ۰/۰۴ | ۲ | ۰/۰۸ |
| کمبود زمین مناسب جهت احداث ایستگاه تفکیک پسماند | ۱۹ | ۰/۰۶ | ۲ | ۰/۱۲ |
| کمبود نیروی ماهر و متخصص در امر بازیافت و کمپوست | ۱۶ | ۰/۰۴ | ۲ | ۰/۰۸ |
| تهدید گونه‌های گیاهی و جانوری منطقه | ۱۷ | ۰/۰۶ | ۱ | ۰/۰۶ |
| آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی با نفوذ شیرابه‌های پسماند | ۱۸ | ۰/۰۶ | ۲ | ۰/۱۲ |
| **جمع کل** | ۳۵۰ | ۱ | | ۲/۷۱ |

طبق جدول ۱۰ و ۱۱ نمره نهاییIEF ۲/۵۹ تعیین گردید و این بدان معناست که منطقه از نظر عوامل درونی دارای قوت است. همچنین نمره نهایی EFEبه دست آمده ۲/۷۱ تعیین شد و این بدان معناست که منطقه در خصوص استفاده از فرصت ها و مقابله با تهدیدها به خوبی عمل می‌کند. مهم-ترین نقاط قوت بهره‌گیری از ماشین آلات حمل و نقل مناسب شهری با امتیاز وزنی ۰/۲۴، مهم‌ترین نقاط ضعف عدم اطلاع‌رسانی درخصوص بازیافت و کمپوست و دفن پسماندهای بیمارستانی و صنعتی

به همراه زباله‌های شهری با امتیاز وزنی ۰/۲۴، مهم‌ترین نقاط فرصت اجرای طرح کمپوست با استفاده از تکنولوژی‌های جدید وجود قوانین و مقررات محیط‌زیستی با امتیاز وزنی به ترتیب ۰/۲۴ و ۰/۲۰ و مهم‌ترین نقطه تهدید نزدیکی محل دفع زباله‌های شهری به مناطق روستایی و بعضا مسکونی با امتیاز وزنی ۰/۲۴ تعیین گردیدند. بعد از گردآوری داده‌ها و اطلاعات تحقیق و تجزیه و تحلیل آن توسط مدل SWOT، یافته‌های پژوهش حاکی از برتری نقاط ضعیف با اعتبار وزنی ۱/۴۱ بر نقاط قوت با اعتبار وزنی ۱/۱۸ می‌باشد که نشان دهنده حساس بودن منطقه مورد مطالعه از لحاظ آسیب پذیری زیست محیطی می‌باشد. همچنین تهدیدها با اعتبار وزنی ۱/۴۱ بر نقاط فرصت‌ها با اعتبار وزنی ۱/۱۳ دارای برتری می‌باشد، نتایج هر یک از عوامل راهبردی داخلی و خارجی شناسایی شده نشانگر آن است که درجه آسیب پذیری شهرستان بهبهان براساس وضعیت پسماندهای شهری رو به بالا است و جهت بهبود حوزه خدمات شهری با توجه به پتانسیل‌های موجود در محدوده مورد مطالعه نیازمند برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری در بخش زیرساخت ها به منظور بهبود مدیریت زیست محیطی می‌باشد. اگر ارزیابی‌های صحیح زیست محیطی در اثر گسترش پسماندهای شهرستان بهبهان صورت نگیرد، چشم انداز نامطلوبی برای آینده قابل ترسیم خواهد بود. در اجرای طرح‌های بهره‌برداری می‌بایست به موضوع جلوگیری، تخریب و آلودگی محیط زیست در کنار استقرار نظام یکپارچه اطلاعات توجه ویژه‌ای نمود.

## نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر، ارزیابی اثرات چرخ حیات جهت انتخاب بهترین سناریو برای مدیریت پسماند شهری بهبهان از نقطه نظر محیط زیستی است و عوامل اقتصادی و اجتماعی موردنظر قرار نگرفته‌اند؛ بنابراین، نتایج به دست آمده فقط از نقطه نظر محیط زیستی قابل ارائه به تصمیم‌گیران است. به منظور تصمیم‌گیری همه‌جانبه باید فاکتورهای اقتصادی و اجتماعی نیز در ارزیابی و تصمیم‌گیری با عوامل محیط زیستی تلفیق شوند؛ بنابراین روش ارزیابی اثرات چرخه حیات و مدل‌های مختلفی که برای انجام این ارزیابی وجود دارد می‌تواند برای انتخاب و مقایسه گزینه‌های مختلف مدیریت پسماند مورد استفاده واقع شود و بهترین و مؤثرترین گزینه را برای اجرا، هم از لحاظ زیست‌محیطی و هم اقتصادی، ارائه نماید. نتایج این پژوهش پس از بررسی روش‌های مدیریتی و نحوه دفع پسماند، پنج سناریو و با استفاده از نرم‌افزار IMW-2، سناریوی بازیافت، کمپوست و هاضم بی‌هوازی، زباله‌سوز، دفن بهداشتی مناسب‌ترین سناریوی از لحاظ بار زیست‌محیطی انتخاب گردیدند. در حالی که سناریوی سوم نشان‌دهنده وضع کنونی شهرستان بهبهان می‌باشد؛ بیشترین اجزای تشکیل‌دهنده مواد زائد جامد شهرستان بهبهان (برحسب درصد) مربوط به موادغذایی می‌باشد و طبق نتایج حاصل از مدل SWOT می‌توان راهکارهای اساسی نظیر برگزاری دوره‌های آموزشی، بازنگری در تبلیغات، فرهنگ‌سازی و تفکیک پسماند از مبدأ برای شهروندان را پیشنهاد نمود. البته شناخت و دانش تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان حوزه شهری در انتقال دانش فنی خطوط بازیافت جهت حفاظت از محیط زیست بسیار حائز اهمیت است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بهترین روش مدیریتی پسماند در سال‌های آینده می‌تواند توسعه روش‌های مبتنی بر بازیافت نظیر کمپوست و دفن بهداشتی در شهرستان بهبهان باشد.

## پانوشت

1-Integrated Waste Management
2-Municipal Solid Waste
3-Strength
4-Weakness
5-Opportunity
6-Threats
7-External Factor Evaluation (EFE) Matrix
8-Internal Factor Evaluation (IFE) Matrix

## منابع

-اکبریان، م.، رضایان، ا.ح. و رشیدی، ع.، ۱۳۹۵. مقایسه نرم‌افزارهای تجاری ارزیابی چرخه حیات، چهاردهمین همایش ملی ارزیابی اثرات محیط زیستی ایران، تهران.

-حاجتی صیابری، ن. و ایمانی، ع.، ۱۳۹۳. ارزیابی متغیرهای زیست محیطی براساس مدل SWOT، در مدیریت پسماند شهری(مطالعه موردی: شهر صومعه سرا)، اولین کنفرانس بین المللی اقتصاد، مدیریت، حسابداری و علوم اجتماعی رشت.

-حسنی، م.، مرادی، ح.، جمالی نژاد، م. و خداشناس، م.، ۱۳۹۴. بررسی روش‌های مختلف مدیریت پسماند اصفهان با رویکرد ارزیابی چرخه حیات، دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست.

-خان پور اقدم، س.، قنبرزاده لک، م.، مهتدی، م. و صبور، م.ر.، ۱۳۹۸. ارزیابی گزینه‌های دفع نهایی پسماند جامد شهری با استفاده از تلفیق روش‌های ارزیابی چرخه عمر و تحلیل سلسله‌مراتبی (مطالعه موردی: شهر تهران)، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره ۲۱، شماره ۲، اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۸.

-رحمانی، ک.، داداش خواه، ز.، عالی‌قدری، م.، مختاری، ا. و نظری، ه.، ۱۳۹۸. ارزیابی زیست‌محیطی چرخه حیات سامانه مدیریت پسماند شهری بر پایه مدل‌سازی LCAIWM مطالعه موردی: شهر رشت مجله مهندسی بهداشت محیط، تابستان ۱۳۹۸، سال ۶، شماره ۴، ص ۴۴۹-۴۵۶.

-رخشانی نسب، ح.ر. و صفری،خ.، ۱۳۹۵. برنامه-ریزی راهبردی مدیریت پسماند شهر زاهدان به روش SWOT، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵.

-رفیعی، ر.، سلمان ماهینی، ع.ر. و خراسانی، ن.ا.، ۱۳۸۸. ارزیابی محیط زیستی چرخه حیات سامانه مدیریت پسماند شهری (مطالعه موردی: شهر مشهد)، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۶، ویژه‌نامه ۲، ص ۲۰۸-۲۲۰.

-زولی، م.ع.، کریمی، ز. و رفیعی، ر.، ۱۳۹۸. انتخاب بهترین گزینه‌ها برای مدیریت پسماند شهری با استفاده از ابزار ارزیابی چرخه حیات (مطالعه موردی: شهر نور)، مجله سلامت و محیط‌زیست، فصلنامه علمی‌پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، دوره ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص ۶۰۷-۶۲۰.

-ذوقی، م.ج.، قویدل، ا. و سعیدی، م.، ۱۳۹۵. مقایسه انتشار گاز گلخانه‌ای در سیستم‌های مدیریت پسماند با استفاده از ارزیابی چرخه عمر (LCA) علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره ۱۸، ویژه‌نامه شماره ۲، پاییز ۱۳۹۵.

-شاه نظری، م.، جلیلی قاضی‌زاده، م. و شهبازی، ا.، ۱۳۹۶. بررسی گزینه‌های دفع پسماند شهری با رویکرد ارزیابی چرخه حیات (مطالعه موردی: شهر توریستی رامسر)، نشریه مهندسی عمران و محیط‌زیست دانشگاه تبریز، شماره ۲۹، ص ۴۷-۸۷.

-عابدین زاده، ن.، عابدین زاده، ف. و عابدی، ط.، ۱۳۹۰. بررسی عوامل راهبردی مدیریت پسماند شهری رشت با استفاده از روش SWOT و تشکیل ماتریس QSPM، محیط شناسی، سال ۳۷، شماره ۵۷، ص ۹۳-۱۰۴.

-نادری، م.، معرب، ی. و امیری، م.ج.، ۱۳۹۶. ارزیابی سناریوهای چرخه حیات در استراتژی‌های مدیریت پسماند شهر ماهدشت، فصلنامه علمی - پژوهشی فضای جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، سال ۱۷، شماره ۵، ص ۹۵-۱۱۰.

-Abduli, M.A., Naqhib, A., Yonesi, M. and Akbari, A., 2011. Life cycle assessment (LCA) of solid waste management strategies in Tehran: landfill and composting plus landfill, Environ mental monitoring and Assessment, v. 178(1-4), p. 487-498.

-Abdoli, M.A., 2006. Municipal solid waste recovery (Reduction-Reuse-Recycle). University of Tehran Press, 364 p. (In Persian).

-Agwu, M.O., 2012. Issues and challenges of solid waste management practices in Port Harcourt city, Nigeria, Am. Journal of Management and Social Sciences, v. 32. p. 83-92.

-Ahmed, S., Hazilah, N., Manaf, A.B.D. and Rafikul, I., 2017. Measuring quality performance between public and private hospitals in Malaysia. International Journal of Quality and Service Sciences, v. 17, p. 112-129.

-Buttol, P., Masoni, P., Bonoli, A., Goldoni, S., Belladonna, V. and Cavazzuti, C., 2007. LCA of integrated MSW management systems: case study of the Bologna district, Waste Management, v. 27, p. 1059-1070.

-Boustead, I., Chaffee, C., Dove, W.T. and Yaros, R.B., 2000. Eco-Indices: What can they tell us?, v. 53-58, 58 p.

-Christensen, T.H., Damgaard, A., Levis, J., Zhao, Y., Björklund, A. and Arena, U., 2020. Application of LCA modelling in integrated waste management. Waste Management. v. 118, p. 313-322.

-Goulart, C., Lineker, M. and Lange, L.C., 2018. Applying life cycle assessment to support environmentally sustainable waste management strategies in Brazil, Resources, journal Conservation and Recycling, v. 128, p. 438-450.

-Guinée, J.B., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P. and Buonamici, R., 2011. Life cycle assessment: Past, present, and future. Environmental Science and Technology, v. 45(1), p. 90-96.

-Hadzic, A., Neven, V. and Sandra, G., 2018. Life-cycle assessment of solid-waste management in city of Zagreb, Croatia, Journal of Material Cycles and Waste Management, v. 20(2), p. 1286-1298.

-Huijbregts, M.A., Schopp, W., Verkuijlen, E., Heijungs, R. and Reijnders, L., 2000. Spatially explicit characterization of acidifying and eutrifying air pollution in life cycle assessment. J, Ind, Eco, v. 4(3), p. 125-142.

-Khandelwal, H.D., Hiya, T., Arun, K. and Kumar, S., 2019. Application of life cycle assessment in municipal solid waste management, A worldwide critical review, Journal of Cleaner Production, v. 209, p. 630-654.

-Khoshnevisan, B., Tabatabaei, M., Tsapekos, P., Rafiee, S., Aghbashlo, M., Lindeneg, S. and Angelidaki, I., 2020. Environmental life cycle assessment of different biorefinery platforms valorizing municipal solid waste to bioenergy, microbial protein, lactic and succinic acid, journal Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 117.

-Moh, Y. and Manaf , L.A.B.D., 2017. Solid waste management transformation and future challenges of source separation and recycling practice in Malaysia. Resources, Conservation and Recycling, v. 116, p.1-14.

-Nabavi-Pelesaraei, A., Kaab, A., Hosseini-Fashami, F., Mostashari-Rad, F. and Chau, K.W., 2019. Life Cycle Assessment (LCA) approach to evaluate different waste management opportunities. Book: advances in waste-to-energy technologies: Taylor & Francis Group, p. 195-216.
-Rajaeifar, M.A., Ghanavati, H., Dashti, B.B., Heijungs, R., Aghbashlo, M. and Tabatabaei, M., 2017. Electricity generation and GHG emission reduction potentials through different municipal solid waste management technologies, a comparative review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 79, p. 414-439.
-Sharholy, M., Ahmad, K., Mahmood, G. and Trivedi, R.C., 2008. Municipal solid waste manage-ment in Indian cities, A review, Waste Management, v. 28, p. 459-467.
-Ozeler, D., Yetis, U. and Demirer, G.N., 2006. Life cycle assessment of municipal solid waste management methods: Ankara case study, Environment International, v. 32(3), p. 405-424.