

شناسایی و ارزیابی معیارهای تاثیر گذار در جهت اولویت بندی روش های مدیریت پسماندهای عادی شهری با رویکرد تاپسیس در استان اصفهان

احمد باورصادیان^۱، علی ساسان^۱، سید احمد علوی^۱، احمد رضا شکرچی زاده^{۲*}
^۱ کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد
^۲ استادیار مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد

چکیده

با گسترش شهرها و به تبع آن افزایش فعالیت شهری و افزایش مصرف، مقادیر زیادی مواد زائد جامد (پسمان های عادی) در جوامع شهری تولید میگردد. بنابراین انجام مدیریت و برنامه ریزی برای ساماندهی پسماندهای شهری در قالب یک سیستم مدیریت پسماند امری ضروری است. بررسی وضع موجود مدیریت پسماندها بر لزوم برنامه ریزی و مدیریت صحیح و انتخاب روش مناسب دفع در این زمینه تأکید مینماید. بطور کلی از نظر مهندسی بهداشت، نوع دفع مواد زائد جامد یک مسأله عادی نبوده بلکه یک مشکل زیست محیطی میباشد، زیرا دفع غیر بهداشتی و غیر دوستدار محیط زیست پسماندها و مواد زائد، بطور محسوس در گسترش بیماری ها تاثیر دارد.

می توان گفت به علت وجود روش های متعدد در انتخاب و نیز معیار های تاثیر گذار متعدد، انتخاب یک روش مناسب جهت دفع با در نظر گرفتن شرایط محیطی، اقتصادی، زیست محیطی و بطور کلی جهت حفظ شرایط پایدار برای دست اندرکاران دفع پسماند در مناطق مختلف کشور یک چالش محسوب می شود. از این رو در این پژوهش معیار های تاثیر گذار بر روش های دفع با توجه به نظرات خبرگان، و مطالعه ی پژوهش های مرتبط پیشین، در یک مطالعه موردی در سیستم مدیریت پسماند استان اصفهان شناسایی و سپس با استفاده از روش های کاربردی تصمیم گیری چند معیاره و با رویکرد تاپسیس، روش های دفع رتبه بندی شدند.

نتایج نشان می دهد که در سیستم مدیریت پسماندهای عادی استان اصفهان و از میان سه روش پر کاربرد دفن بهداشتی، کمپوست سازی و احتراق در دفع پسماندها، روش کمپوست سازی با توجه به معیار های انتخاب شده دارای بالاترین اولویت می باشد.

کلمات کلیدی: مواد زائد جامد، پسماند، اولویت بندی، معیار، تاپسیس

مقدمه

تداوم زندگی انسان در گرو مصرف مداوم و تولید و کشف مواد جدید است. در این میان، هر جا مصرفی در کار است، پسماندها و مواد زائد (پسماند) بر جای میمانند. بشر از دیرباز با مسئله مواد زائد و چگونگی دور کردن آن از محیط زیست خود روبهرو بوده است (مجلسی و همکاران، ۱۳۹۲). محیط زیست در واقع مجموعه بسیار عظیم و درهم پیچیده ای از اجزاء و عوامل فعال گوناگونی است که بر اثر روند تکامل تدریجی موجودات زنده و اجزاء سازنده سطح زمین شکل گرفته اند. این مجموعه بر فعالیت های انسان تاثیر می گذارد و در ضمن از آن متاثر می شود (نیکنامی و حافظی مقدس، ۱۳۸۸).

افزایش جمعیت کره زمین، مهاجرت به شهرهای بزرگ، افزایش جمعیت شهری و روند مهاجرت مردم روستا به شهر، تمرکز و تراکم بیش از حد جمعیت در شهرها، بالا رفتن مدام سطح زندگی، افزایش مصرف شهروندان و تولید فراورده های مصرفی، تولید انبوه و روزافزون زباله ها و نیز آلودگی زیست محیطی را بدنبال داشته (مجلسی و همکاران، ۱۳۹۲؛ معتمدی، ۱۳۹۰؛ عبدلی، ۱۳۸۴). گسترش روزافزون آلودگی ها و تنزل کیفیت زندگی طبیعی انسان ها و در نتیجه برهم خوردن تعادل و تناسب محیط زیست، موجب

شده تا دولت ها و سازمان ها و مجامع بین المللی به تدوین و اجرای قوانین و مقرراتی برای جلوگیری از آلودگی و تخریب محیط زیست بپردازند. (نیکنامی و حافظی مقدس، ۱۳۸۸) بدین ترتیب تدوین اصول و قواعد محیط زیستی یکی از مهمترین ابزار و عوامل مدیریت محیط زیست و حفاظت از منابع آن محسوب می شود (دبیری و همکاران، ۱۳۸۹)

از شروع سبک یکجانشینی انسان ها، نیاز به مدیریت مواد زائد تولیدی، احساس شده است. در گذشته نه چندان دور، صنعت باعث افزایش چشمگیر استفاده از مواد اولیه برای تولید محصولات و در نتیجه افزایش تولید مواد زائد شد، که این امر نیاز به درک بهتر مفهوم پسماند را ایجاد کرده است. تغییرات زیاد در تولید مواد زائد در دنیای مدرن امروزی به جامعه انسانی و محیط زیست وابسته است (ملوسی، ۱۹۸۱؛ سایر انوسکی، ۲۰۰۶). بی توجهی به امر جمع آوری و دفع مواد زائد در جامعه امروزی به علت کمیت و کیفیت گوناگونی مواد، توسعه بیرویه شهرها، محدودیت های وضع شده برای خدمات عمومی در شهرهای بزرگ و فقدان تکنولوژی مناسب باعث ایجاد مشکلات ویژه ای شده است که رفع آنها از طریق هماهنگی علم و تجربه در چهارچوب مدیریت صحیح امکانپذیر است. مسلماً تشویق مردم به تولید زباله کمتر از طریق پرهیز از اسراف و تبدیل و جداسازی اجزای قابل بازیافت زباله در مراکز تولید موجب میگردد که برای مدیریت صحیح زباله آینده بهتری پیشبینی شود. جمع آوری، تصفیه و دفع مواد زائد جامد یکی از مشکلات اصلی است که طراحان و برنامه ریزان شهری در بسیاری از کشورها با آن روبرو میباشند. بطور کلی از نظر مهندسی بهداشت، دفع مواد زائد جامد یک مسأله عادی نبوده بلکه یک مشکل زیست محیطی میباشد، زیرا دفع غیر بهداشتی و غیر دوستدار محیط زیست پسماند ها و مواد زائد، بطور محسوس در گسترش بیماری ها تاثیر دارد. (عابدین و همکاران، ۱۳۹۲؛ عبدلی و جلیلی قاضی زاده، ۱۳۸۶). توده های زشت مواد زائد، کانال های روباز پر شده از زباله و دیگر فضولات، همگی نشان دهنده آلودگی محیط در بسیاری از شهرها و شهرک های دنیای در حال توسعه میباشد. ساکنین این شهرها در معرض بیماری های منتقله توسط پاتوژنها و انگل های موجود در این مواد زائد و مزاحمتها و مخاطرات ناشی از آن قرار دارند. زیان های اقتصادی و بهداشتی ناشی از عدم کنترل مواد زائد جامد در مناطق شهری، افزایش روز افزون زباله های شهری بخصوص در شهرهای بزرگ و صرف هزینه های گزاف به منظور جمع آوری و دفع آنها، لزوم برداشتن گام های مؤثر و اساسی را در زمینه کنترل و مدیریت مواد زائد جامد از طریق روش های موجود، روشن میسازد (مجلسی و همکاران، ۱۳۹۲).

وجود بسیاری از مجموعه شاخص ها، در ارتباط با روش های بازیافت، زمانی که اقدام به انتخاب یک مجموعه ی عملیاتی از شاخص ها برای ارزیابی روش های بازیافت و دفع می شود، سردرگمی ایجاد کرده است. به طور خاص، مدیران بخش بازیافت و دفع کشور جهت تصمیم گیری در رابطه با اینکه برای ارزیابی روش های دفع موجود، کدام شاخص ها را انتخاب کنند، و اینکه در چگونگی بکار گیری این شاخص ها در انتخاب و بکار گیری یک روش و یا چند روش از میان روش های دفع، به چالش افتاده اند (حاتمی، ۱۳۹۲؛ ملکی و دامن باغ، ۱۳۹۲). سیاست های دقیق، مقررات و نیز توسعه تکنولوژیکی در کشورهای توسعه یافته مثل آمریکا و اتحادیه اروپا در اجرای مؤثر سیستم مدیریت پسماند دوستدار محیط زیست در این کشورها منجر می شود. اما در کشورهای در حال توسعه دفع دوستدار محیط زیست هنوز در مراحل اولیه قرار دارد. مطالعات اخیر در دفع دوستدار محیط زیست در این کشورها نشان می دهد که اکثریت مردم از آگاهی کافی در مورد مباحثات دوستدار محیط زیست برخوردار نیستند (گوویندان، ۲۰۱۴)

می توان گفت به علت وجود روش های متعدد در انتخاب و نیز معیار های تاثیر گذار متعدد، انتخاب یک روش مناسب جهت دفع با در نظر گرفتن شرایط محیطی، اقتصادی، زیست محیطی و بطور کلی جهت حفظ شرایط پایدار برای دست اندرکاران دفع پسماند در مناطق مختلف کشور یک چالش محسوب می شود و از این رو نیاز به یک روش ساده، سیستماتیک و منطقی و یا استفاده از ابزار ریاضیات برای هدایت تصمیم گیرندگان با در نظر گرفتن تعداد زیادی معیار تاثیر گذار و نیز تعدادی روش دفع، می باشد. از این رو انتخاب یک روش دفع برای مدیران با وجود معیارهای چند گانه و روابط بین آن ها به یک مسأله تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) تبدیل شده است. بنابراین در ابتدای کار تلاش بالایی جهت توسعه ی یک مدل مفهومی از معیار های تاثیر گذار بر انتخاب یک روش دفع از میان روش های موجود، مورد نیاز می باشد که در جهت ارزیابی و حذف روش های

کم اهمیت و نامناسب با در نظر گرفتن اولویتی میان معیار های انتخاب شده، عمل می کند. که این اولویت بندی نیز، نیاز به یک روش ساده، منطقی و کارا از میان روش های تصمیم گیر چند معیاره دارد.

بنابراین در این پژوهش سعی خواهد شد با توجه به افزایش اهمیت مدیریت پسماند ها و دفع سازگار با محیط زیست، معیار های تاثیر گذار بر روش های دفع را با توجه به نظرات خبرگان، و مطالعه ی پژوهش های مرتبط پیشین، در یک مطالعه موردی سیستم مدیریت پسماند استان اصفهان شناسایی و سپس با استفاده از روش های کاربردی MCDM و با رویکرد (TOPSIS تاپسیس) که یکی از تکنیکهای معروف برای MCDM کلاسیک است، به رتبه بندی این روش ها خواهیم پرداخت. این روش که اولین بار توسط هوانگ و یون معرفی گردید بر اساس منطق اصولی راه حل ایدهآل و ضد ایدهآل است. حل ایدهآل حلی است که معیارهای سود را ماکزیمم و معیارهای هزینه را مینیمم می کند. به طور خلاصه، حل ایده آل شامل تمام بهترین مقادیر معیارهای در دسترس است، در حالی که حل ضد ایدهآل ترکیبی از بدترین مقادیر معیارهای در دسترس است، گزینه بهینه گزینه ای است که کوتاهترین فاصله از حل ایده آل و بیشترین فاصله را از حل ضد ایده آل دارد. نظر به اینکه TOPSIS روشی معروف برای مسائل MCDM کلاسیک است، خیلی از محققان از آن برای حل مسائل MCDM استفاده می کنند (کرباسیان و همکاران، ۱۳۹۰). امید است که نتایج این پژوهش بتواند یافته های جدیدی را در راستای کمک به نظریات تئوری و کاربردی مدیریت پسماند و همچنین افزایش آگاهی های عمومی و تخصصی در زمینه ی دفع دوستدار محیط زیست و بکار گیری آن در مرحله پیاده سازی و عمل ارائه دهد.

ساختار این پژوهش بدین صورت است که: در بخش اول مروری بر تعاریف و ادبیات پژوهشی خواهیم داشت، بخش دوم به ذکر روش پژوهش پرداخته خواهد شد و در بخش سوم به ارائه یک مدل مفهومی در چارچوب هدف پژوهش و نیز نتایج روش پژوهش با توجه به مدل مفهومی تدوین شده می پردازیم و نتیجه گیری نهایی در بخش چهارم بیان خواهد شد.

• ادبیات پژوهش

باگسترش شهرها و به تبع آن افزایش فعالیت شهری و افزایش مصرف، مقادیر زیادی مواد زاید جامد در جوامع شهری تولید میگردد. بنابراین انجام مدیریت و برنامه ریزی برای ساماندهی پسماندهای شهری در قالب یک سیستم مدیریت پسماند که زیرمجموعه مدیریت شهری محسوب میشود امری ضروری است. بررسی وضع موجود مدیریت پسماندها بر لزوم برنامه ریزی و مدیریت صحیح در این زمینه تأکید مینماید (معمتمدی و همکاران، ۱۳۹۰).

بررسی ادبیات پژوهشی مرتبط با پسماند از جمله (خالقیان مقدم ۱۳۸۹)، (چوبانگلوس و همکاران ۱۳۸۸). (معمتمدی و همکاران ۱۳۹۰)، پسماند را مواد جامد، مایع و گاز (غیر از فاضلاب) بیان کرده که به طور مستقیم یا غیرمستقیم حاصل از فعالیت انسان بوده و از نظر تولید کننده، زائد تلقی میشود. ایشان همچنین انواع پسماند را در ۵ طبقه بندی بصورت زیر بیان می کنند:

۱. پسماندهای عادی که کلیه پسماندهای تولید شده ی معمول از فعالیتهای روزمره انسانها در شهر، روستاها و خارج از آنها را شامل می شود، از قبیل زباله های خانگی و نخاله های ساختمانی.

۲. پسماند پزشکی بیمارستانی که به کلیه پسماندهای عفونی و زیان آور ناشی از بیمارستانها، مراکز بهداشتی، درمانی، آزمایشگاه های تشخیص طبی و سایر مراکز مشابه گفته میشود (سایر پسماندهای خطرناک بیمارستان از شمول این تعریف خارج است).

۳. پسماندهای ویژه که کلیه پسماندهایی را که به دلیل بالا بودن حداقل یکی از خواص خطرناک از قبیل سمیت، قابلیت انفجار یا اشتعال، خوردگی و مشابه آن به مراقبت ویژه نیاز داشته باشد و آن دستها ز پسماندهای پزشکی و نیز بخشی از پسماندهای عادی، صنعتی، کشاورزی که نیاز به مدیریت خاصی دارند، شامل می گردد.

۴. پسماندهای کشاورزی که به پسماندهای ناشی از فعالیتهای تولیدی در بخش کشاورزی از قبیل فضولات، لاشه حیوانات (دام، طیور آبزیان) محصولات کشاورزی فاسد یا غیر قابل مصرف گفته میشود.

۵. پسماندهای صنعتی که به کلیه پسماندهای ناشی از فعالیتهای صنعتی، معدنی و پسماندهای پالایشگاهی صنایع گاز، نفت

و پتروشیمی و نیروگاهی و امثال آن گفته میشود. از قبیل براده ها، سرریزها و لجن های صنعتی (خالقیان مقدم، ۱۳۸۹).

• سیستم مدیریت مواد زائد جامد (پسماندها)

سیستم مدیریت مواد زائد جامد، یک سیستم مدیریت سیستماتیک و هدف دار است که از مرحله تولید تا دفع نهایی زباله را شامل میگردد و از عناصر موظف تولید، ذخیره و پردازش در محل، جمع آوری و حمل و نقل، بازیافت و دفع تشکیل شده است. لازم بذکر است در این فرایند مانند بسیاری از فرایندهای دیگر، انسان جزء اصلی میباشد به عبارت دیگر در کلیه مراحل سیستم فوق، نیروی انسانی دخالت دارد و به طور مستقیم در معرض آلودگی و مخاطرات آن قرار دارد. لذا در صورت عدم توجه کافی به این مسأله علاوه بر ناکارآمد شدن مدیریت سیستم، سلامت افراد نیز به طوری جدی تهدید خواهد شد. در زمینه مدیریت مواد زائد جامد اساس کار هماهنگی لازم و تعیین تکلیف هریک از اجزاء مدیریتی جمع آوری تا دفع انتخاب نوع روش دفع اینگونه مواد است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱). در ادامه عناصر این سیستم را با توجه به پژوهش (عبدلی ۱۳۷۲) و (محمدی و همکاران ۱۳۹۱) بیان می کنیم:

• تولید

تولید مواد زائد جامد جزء لاینفک زندگی انسان است. رشد تکنولوژی و بهره گیری بیشتر از منابع طبیعی و تبدیل انرژی براباد و پیچیدگی تولید مواد زائد جامد افزوده است، به طوری که مشکل اصلی جوامع تولید روز افزون مواد زائد است. بنابراین تولید باید با اندازه مصرف و متناسب با آن باشد، در مصرف مواد باید نهایت صرفه جویی به عمل آید. به عبارت دیگر باید در الگوی تولید، توزیع و مصرف تجدید نظر صورت گیرد، که این امر با تولید کالای مرغوب و متناسب با نیاز جامعه، بازیافت مواد و کالا و استفاده مجدد از آنها، جلوگیری از اسراف و تبذیر، کاهش میزان سمیت مواد و پردازش مواد در نقطه تولید امکانپذیر می باشد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱).

• ذخیره و پردازش در محل

ذخیره و پردازش در محل دومین عنصر موظف در سیستم مدیریت است. به طوریکه ذخیره در محل شامل سیستمهای نگهداری زائدات در محل تولید تا زمان تحویل به سیستم جمع آوری بوده و در برگیرنده طیف وسیعی از انواع ظروف و مخازن نگهداری موقت پسماند میباشد (منوری و امین شرعی، ۱۳۸۸). پردازش در محل نیز عبارت است از اقداماتی که در فرم فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیکی مواد زائد جامد تغییراتی ایجاد گردد و شامل روشهای مختلف نظیر آسیاب کردن، جداسازی، متراکم کردن، خرد کردن، کمپوست خانگی و خمیر کاغذ سازی میباشد.

• جمع آوری و حمل و نقل

جمع آوری و حمل و نقل مواد زائد سومین و چهارمین عناصر موظف سیستم مدیریت مواد زائد جامد میباشد، که از برداشت مواد زائد در محل تولید شروع میشود و تا تخلیه این مواد در محل دفع ادامه مییابد. در شهرهای کوچک یا متوسط، این مراحل شامل برداشت مواد زائد، بارگیری در وسیله نقلیه و انتقال آن به محل نهایی دفع است. اما در شهرهای بزرگتر، مواد زائد پس از برداشت از محل تولید، به محلهای موقت جمع آوری زباله و یا ایستگاههای انتقال حمل شده، از آنجا به ماشینهای بزرگتر منتقل میشوند تا به محل نهایی دفع حمل گردند (سعیدنیا، ۱۳۸۳).

• بازیافت

بازیافت به عنوان یک عنصر موظف میتواند در محدوده تمام عناصر موظف قرار گیرد و هم به صورت یک عنصر مستقل در سیستم مدیریت مواد زائد جامد عمل کند. اصولاً در یک سیستم کارا و موفق، بهتر است که بازیافت از ابتدا تا انتهای سیستم در جریان باشد (عمرانی و همکاران، ۱۳۸۹).

• دفع

ششمین عنصر موظف در سیستم مدیریت مواد زائد جامد دفع است. روشهای دفع شامل دفن بهداشتی، زباله سوزی و کمپوست در کشورهای مختلف مورد توجه و اقدام قرار گرفته است. دفن بهداشتی با قدمتی بیش از ۷۰ سال در جهان هنوز به عنوان روشی متداول در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه محسوب میشود (عبدلی و قاضی زاده، ۱۳۸۶). زباله سوزها معمولاً به دو صورت مورد استفاده قرار میگیرند، یکی در محل تولید و دیگری در محل جداگانه ای که برای اینکار در نظر گرفته شده است (عبدلی، ۱۳۷۲). کمپوست را میتوان به صورت مواد آلی مرطوب و جامد که به وسیله ی میکروارگانیسم های هوازی و تحت شرایط کنترل شده تعریف کرد که نتیجه ی این تجزیه، یک ماده بهداشتی و بدون ضرر مانند هوموس است که میتواند به عنوان یک اصلاح کننده و کود برای خاک مورد استفاده قرار گیرد (عبدلی، ۱۳۷۲).

• دفن بهداشتی

دفن بهداشتی عبارت است از تخلیه زباله در داخل ترانشه، متراکم کردن و پوشاندن آن با خاک، یا سایر مواد بهداشتی به روش کاملاً نظام مند، به نحوی که زباله کاملاً در داخل یک کپسول محصور شود و امکان نفوذ شیرابه و گاز به اطراف سلول وجود نداشته باشد. فناوری های مورد استفاده در مکان دفن بهداشتی زباله های شهری را میتوان به صورت زیر برشمرد:

انتخاب زمین مناسب، زه کشی، آماده سازی زمین، کف سازی محل دفن، جمع آوری شیرابه، تصفیه شیرابه، حفرتراشه و دفن سلولی، جمع آوری گاز، تصفیه و استفاده از گاز، پوشش نهایی محل دفن و کاربرد برای آتیمینومراقبتهای بعد از دفن (باگچی، ۲۰۰۴).

• کمپوست

در ایران به دلیل عادات غذایی و الگوی مصرف، بیش از ۶۵ درصد زباله، مواد فساد پذیر و قابل تبدیل به کمپوست است. در نتیجه امکان تبدیل بخش عمده زباله های شهری به کمپوست فراهم است. از طرف دیگر استفاده از کمپوست برای اراضی کشاورزی کشور ضروری است و کود کمپوست میتواند به وفور استفاده شود. البته ایجاد کارخانه کمپوست به عنوان روش دفع نه تنها از نظر اقتصادی بلکه از نظر کاهش حجم مواد زائد جامد شهری نیز توجیه ندارد، زیرا که کاهش حجم چشمگیری در تولید کمپوست ایجاد نمیشود. به عبارت دیگر نمیتوان کمپوست را روش دفع دانست و باید در ایجاد کارخانه کمپوست تولید مواد مورد نظر باشد. البته در محاسبات اقتصادی کارخانه کمپوست، هزینه فرصت را میتوان محاسبه کرد (عبدلی و قاضی زاده، ۱۳۸۶).

• زباله سوزی (احتراق)

مواد اولیه مورد نیاز برای بازیافت انرژی به روش زباله سوزی باید دارای خواص زیر باشند:

۱. ارزش حرارتی بالا؛ (حداقل ۵۰۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم)

۲. رطوبت پایین (حداکثر ۴۵ درصد)؛

۳. کربن ثابت کمتر از ۱۵ درصد؛

۴. مواد خنثی کمتر از ۳۵ درصد؛

۵. مواد آلیفاتر (بیشتر از ۴۰ درصد)؛

بر اساس اندازه گیری های به عمل آمده، رطوبت زباله های ایران حدود ۶۵ تا ۷۰ درصد و ارزش حرارتی آنها کمتر از ۵۰۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم است. بنابراین زباله های کشور برای تبدیل به انرژی مناسب نیستند. در نتیجه فناوری زباله سوز با تبدیل انرژی، توانایی انطباق با شرایط کشور را ندارد. البته فناوری زباله سوزی با سوخت کمکی در شرایط ایران میتواند مطلوب باشد. با توجه به اینکه سوزاندن زباله روش گرانی برای دفع زباله است، باید در مناطق شمالی کشور و سواحل خلیج فارس که

محدودیت زمین برای روشهای دیگر دفع وجود دارد از آن استفاده کرد. درمورد زباله سوزی ۹۰ درصد کاهش حجم درزباله وجود دارد و میتوان آنرا به عنوان نوعی روش دفع بررسی کرد. مسئله مهم در زمینه ایجاد کارخانجات و یا کاربری دستگاههای زباله سوز وجود استانداردهای ویژه کنترل آلودگی هوا از یکسو و تجهیزات، انتخاب محل و دفع زائدات باقیمانده از سوی دیگر از جمله مسائلی است که میبایستی در استراتژی مدیریت پسماندها مورد توجه قرار گیرد (عبدلی و قاضی زاده، ۱۳۸۶).

• سوابق پژوهش

با توجه به اهمیت موضوع پسماند و کنترل و مدیریت آن ها، در زمینه روش های دفع انواع پسماند ها و مواد زائد همچنین شرایط مکانی، و چگونگی پیاده سازی روش دفع مطالعات متعددی انجام شده از جمله این مطالعات می توان به پژوهش (نیکنایی و حافظی مقدس ۱۳۸۸) اشاره نمود که در پژوهش خود به بررسی اثرات زیست محیطی احتمالی در اثر احداث محل دفن زباله شهری در دو محدوده معرفی شده جهت دفن پسماند شهری گلپایگان واقع در جنوب و شمال شهر با استفاده از ماتریس لئوپولد مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج مطالع های شان نشان میدهد که گزینه واقع در شمال شهر مناسبتر از گزینه جنوبی میباشد. (امیری و همکاران ۱۳۸۹) در پژوهش خود به مقایسه سناریوهای مختلف مدیریت پسماند جامد در شهرستان کرج و انتخاب بهترین سناریو با استفاده از روش تصمیمگیری چند معیاره پرداخته اند. نتایج پژوهش ایشان نشان میدهد که سناریوی (تفکیک از مبدأ، تولید کمپوست، پردازش مکانیکی و بیولوژیکی، سوخت مشتق از زباله و دفن بهداشتی) از دیدگاههای مختلف از جمله اثرات زیست محیطی، هزینه های ناشی از اجرای طرح و مقبولیت عمومی بهترین سناریو برای مدیریت پسماند شهرستان کرج میباشد. (معتمدی و همکاران ۱۳۹۰) نیز در پژوهش خود با ارائه و بررسی معیارها و عوامل مکانیابی محل دفن پسماندهای شهری بر اساس منابع معتبر، و سپس بر اساس لایه های اطلاعاتی و به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی و برپایه ابزار تحلیل گرضایی، نقشه های عوامل موثر در مکان یابی محل دفن شهر فاروج را تهیه و ارزشگذاری کرده. نتایج پژوهش ایشان نشان می دهد که محل دفن از نظر شاخص های زمین شناسی، فاصله ز رود خانه، فاصله از مناطق مسکونی و شبکه دسترسی در پهنه نامناسب قرار دارد. در ادامه این نقشه ها با هم تلفیق و ترکیب شده و با تحلیل نهایی نقشه نهایی محل دفن پسماند شهر فاروج تهیه شده، و در انتها بیان می کنند که در مکانیابی محل دفن به اصول و ضوابط مکانیابی توجه نشده است و محل فعلی دفن در پهنه ی نامناسب قرار دارد. پژوهش (محمدی و همکاران ۱۳۹۱) با هدف ارزیابی سیستم مدیریت مواد زائد جامد سکونت گاههای شهری استان مازندران و ارائه تمهیدات لازم در جهت بهبود آن صورت پذیرفته است. نتایج این پژوهش حاکی از آن است، که سیستم مدیریت مواد زائد جامد شهرهای بابل و عباس آباد به ترتیب رتبه های اول و آخر را در سطح سکونت گاههای شهری استان به خود اختصاص داده اند و در رتبه های بعدی شهرهای تنکابن و بابل سر بعد از شهر بابل و شهرهای فریم و بلده بعد از شهر عباس آباد قرار گرفته اند. (مجلسی و همکاران ۱۳۹۲) در پژوهشی به بررسی و تجزیه و تحلیل هزینه جمع آوری و حمل و نقل پسماند منطقه ۱ شهر بندرعباس در ۱۵ سال آینده پرداخته و حمل و نقل پسماند شهری را از لحاظ عنصر هزینه مورد بررسی قرار داده. نتایج پژوهش ایشان نشان می دهد که برای مدیریت جمعآوری و انتقال زباله منطقه ۱ شهر بندرعباس در ۱۵ سال آینده نیاز به ۳۵ میلیارد تومان میباشد و جهت بهبود وضعیت موجود باید با مکانیزه کردن سیستم جمع آوری وضعیت کارگران را ساماندهی و هزینه های رایجین آورد، همچنین با بهبود وضعیت ماشین آلات و تعمیرات به موقع هزینه های سوخت را کاهش داد. همان طور که سوابق پژوهشی ذکر شده نشان می دهد اکثر توجه این پژوهش ها بر روی عناصری مانند مکان دفن، هزینه های دفع و جمع آوری و بازیافت اشاره دارند. اما بررسی ادبیات پژوهشی موجود در این زمینه مطالعات اندکی در زمینه بررسی معیار های تاثیر گذار بر انتخاب نوع روش دفع در سیستم مدیریت پسماند ها و با در نظر گرفتن نوعی خاص از پسماند ها، انجام گرفته است.

• معرفی سازمان بازیافت اصفهان

سازمان بازیافت و تبدیل مواد زائد شهری شهرداری اصفهان در راستای استراتژیها و چشمانداز بیست ساله شهرداری اصفهان برنامه ۵ ساله آتی خود را با اهداف کوتاه مدت و بلند مدت در قالب اهمیت به محیط زیست و جلوگیری از تخریب و ایجاد فرهنگ تفکیک اصولی پسماندهای عادی از مواد قابل بازیافت برنامه ریزی کرده است. در این برنامه ریزی کلیه مخلوقات خداوند اعم از انسان، گیاه، حیوان همچنین آب، زمین و هوا ذینفع بوده و بیشک مشارکت همه دست اندرکاران اعم از کسانی که تولید پسماند دارند و کسانی که به نحوی در جمع آوری و بازیافت انجام وظیفه میکنند را میطلبد. برخی از نتایج صحیح عملکرد سازمان پسا زایجاد و تقویت فرهنگ اصولی تولید، تفکیک، جمع آوری و بازیافت پسماندها برگشت مواد به چرخه طبیعت، تبدیل پسماندها به کود کمپوست، تولید انرژی ناشی از گازهای متصاعد شده جلوگیری از تخریب زمین و خاک و منابع آبهای زیر سطحی و جلوگیری از آسیب رسانی گازهای گلخانه ای و تخریب لایه ازن و همه مهمترین تحویل امانتی که به ارث رسیده (طبیعت، زمین، آب و هوا) از گذشته به آیندگان را میتوان برشمرد. تولید پسماند توسط انسان بدلیل امرار معاش امری طبیعی به شمار میرود اما روشهای دفع یا تبدیل آن به فراخور شرایط فرهنگی، جغرافیایی و طبیعی آن منطقه فرق داشته و متناسب با آن اتخاذ روش میگردد و بدین منظور بررسی روشهای دفع امروز هم موضوعی کاملاً علم و اساسی بوده و مطالعات مختص به خود را میطلبد. تکنولوژیهای جدی مرتبط با موضوع که در کشورهای پیشرفته کاربرد دارد، میبایست متناسب با آنالیز پسماند هر منطقه، بومی و کاربردی گردد. لذا ویژگی هر روش مختص به منطقه خود میباشد. و باید با در نظر گرفتن معیارهایی اقدام به انتخاب روش مرتبط و خاص شرایط اقلیمی و فرهنگی و اقتصادی و زیست محیطی کنیم. شهرداری اصفهان از قدیمیترین شهرهای ایران است که در این امر فعالیت داشته و پیشتاز بوده و در این ارتباط به تجارب خوبی هم رسیده است و خوشبختانه این تجارب بدلیل مشابهت آنالیز پسماند در سراسر کشور قابل انتقال میباشد. خوشبختانه مردم فهیم جامعه ما کمکم اهمیت موضوع بازیافت و تفکیک پسماند را به خوبی درک کرده و آمار و ارقام جمع آوری و بازیافت مبین این موضوع بوده و اهمیت های صرفه جویی از نظر مذهبی و اقتصادی نیز کمک شایان توجهی به موضوع کرده است. گروههای کاری دوستدار طبیعت به صورت NGO های مختلف نیز کمک مؤثری به اهدا سازمان داشته و این همکاری روز به روز روبه افزایش میباشد. از بعد اقتصادی نیز پسماند بعنوان طلای کثیف قلمداد شده و بهشکلی دیگر در جهت نیل به اهداف سازمان موجب ایجاد انگیزش های اقتصادی شده و ایجاد اشتغال نیز کرده است. همچنین تکنولوژی های بسیار جدید در خصوص بازیافت و تبدیل مواد و استفاده بهینه و اقتصادی به وفور ملاحظه میگردد به گونه ای که امروزه سازمان نه تنها به سوبسید نیازی نداشته بلکه به صورت کاملاً خود گردان عمل کرده و سود دهی نیز دارد (خورزنی، ۱۳۸۶). و در این مرحله با وجود شرایط کنونی اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و فرهنگی این سازمان نیاز به انتخاب روش بهینه برای دفع پسماند های عادی خود دارا می باشد. که این پژوهش می تواند در این جهت آگاهی نسبت بالایی را به مدیران مربوطه ارائه دهد.

• نوع و روش پژوهش

پژوهش حاضر از حیث هدف، کاربردی و از حیث روش، تلفیقی از توصیفی پیمایشی و موردی می باشد. بدین ترتیب عملیات پیمایش را از جامعه خبرگان امر به عمل خواهیم آورد و برای ارزیابی شاخص ها و اولویت بندی روش های دفع پسماندهای عادی از روش تصمیم گیری گروهی چند شاخصه استفاده خواهیم نمود. همچنین روش گرد آوری داده ها در این تحقیق، آمیزه ای از روش های تحقیق کتابخانه ای و میدانی است. برای گرد آوری اطلاعات با روش کتابخانه ای، از ادبیات موجود در زمینه پژوهش، مقالات، پایان نامه ها، کتب، سایت ها، بانک های مقالات و غیره، استفاده خواهد شد. هم چنین برای جمع آوری داده های میدانی از جامعه خبرگان، از پرسشنامه طراحی شده در پژوهش استفاده خواهیم نمود. جامعه ی آماری این پژوهش نیز متشکل از ۳۰ نفر از مدیران و اساتید خبره دانشگاهی و همچنین کارشناسان و مهندسان خبره بخش مدیریت پسماندها و مواد زائد شهری و واحد مدیریت پسماند شهرداری در مطالعه موردی استان اصفهان می باشد.

• روش حل

در دنیای امروز اغلب مسایلی که برای تصمیمگیری به مدیران عرضه میشود؛ دارای ابعاد متنوعی است و با چند معیار فرموله میگردد. به عبارت دیگر اکثر تصمیم گیریهای مدیران تحت تأثیر عوامل مختلف کمی و کیفی قرار دارد که اغلب این عوامل با یکدیگر در تعارض هستند و آنان سعی میکنند که بین چندین گزینه موجود بهترین گزینه را انتخاب کنند. اشتباه و عدم دقت در تصمیم گیری مستلزم پرداخت هزینه خطاست. هر چه قدرت و اختیارات مدیریت بیشتر باشد؛ هزینه تصمیم غلط نیز بالاتر خواهد بود (محمدی زنجیرانی و همکاران، ۱۳۹۳). طبیعی است که حل مسایل تصمیم گیری چند معیاره دارای پیچیدگی است و به راحتی امکانپذیر نمیشد به ویژه آنکه اغلب معیارهای مورد نظر با یکدیگر تعارض داشته؛ افزایش مطلوبیت یکی میتواند باعث کاهش مطلوبیت برای دیگری شود. به همین دلیل روشهایی تحت عنوان تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) و به ویژه تصمیم گیری چند شاخصه (MADM) توسعه داده شدهاند که به حل مسایل مزبور کمک میکنند (اصغریور، ۱۳۸۹). روشهای چند شاخصه دارای تکنیکهای متنوعی در مراحل مختلف تصمیم گیری هستند. در این روشها چندین گزینه براساس چندین معیار مختلف با هم مقایسه شده؛ بهترین گزینه یا ترتیب گزینه های مناسب انتخاب می شوند. روشهای MADM برپایه استدلالهای ریاضی، بهترین گزینه تصمیمگیری را از بین گزینه های موجود با اولویت بندی آنها تعیین میکنند (هوانگ و کوانگ، ۱۹۸۱).

به دلیل اینکه هر کدام از این روشها با رویکرد و مفروضات خاص خود به مدلسازی و حل مساله میپردازند؛ بنابراین در شرایط مختلف هر یک دارای مجموعه جوابهای متفاوت خواهند بود. همچنین یکی از مفروضات اساسی، معتبر بودن وزنهای مربوط به شاخصهای مورد استفاده در تکنیکهای مورد اشاره است. در یک دیدگاه کلی، روش هایی که برای تعیین وزن استفاده میشوند؛ روشهای عینی و ذهنی هستند. بدیهی است تغییر در نتایج حاصل از محاسبه وزنهای عملکرد تکنیک های مورد اشاره را در دستیابی به گزینه برتر تحت تأثیر قرار خواهد داد (محمدی زنجیرانی و همکاران، ۱۳۹۳). لذا باتوجه به میزان دقت مورد نیاز به نظر می رسد با توجه به ماهیت روش TOPSIS که میزان نزدیکی نسبی به جواب ایده آل و دوری از جواب ضد ایده آل را ملاک رتبه بندی قرار میدهد، همچنین نسبت به نوع تکنیک وزن دهی، حساسیت کمی دارد و پاسخهای حاصل از آن تغییر عمیقی نمیکند، زمانی که ضریب اهمیت شاخصها نیز از روش آنترپوی شانون محاسبه گردیده باشد؛ بیشتر به واقعیت نزدیکتر است (نوری و طباطبائیان، ۱۳۸۵).

بدین منظور و با توجه به توضیحات داده شده از دو روش آنترپوی شانون برای وزن دهی معیارهای تأثیر گذار بر اولویت بندی و انتخاب روش های دفع و مدیریت پسماند های عادی و نیز روش تاپسیس به منظور اولویت بندی روش های مد نظر استفاده خواهد شد.

• محاسبه وزن معیار ها از طریق روش آنترپوی شانون

آنترپوی در نظریه اطلاعات به عنوان یک معیار عدم اطمینان است که به وسیله توزیع مشخص احتمال یعنی بیان می شود. نحوه محاسبه میزان ضریب اهمیت معیار ها با استفاده از روش آنترپوی شانون با فرض اینکه ماتریس تصمیم گیری D با m گزینه و n شاخص یا معیار بصورت زیر وجود داشته باشد، طی گام هایی بصورت زیر خواهد بود (شکل ۱) (توکلی و همکاران، ۱۳۹۲؛ (اصغریور، ۱۳۸۹).

شکل ۱: گام های حل آنترپوی شانون (اصغریور، ۱۳۸۹)

- حال برای محاسبه بردار وزن (W) طبق گام های بالا و مطابق با فرمول های مربوطه به صورت زیر عمل می کنیم:
- گام اول. محاسبه آنترپوی توزیع احتمال: مقدار برای شاخص j در ماتریس D (بصورت زیر محاسبه می شود).

(۱)

- گام دوم .محاسبه مقدار آنتروپی :مقدار آنتروپی () بصورت زیر محاسبه می گردد.

(۲)

در این رابطه K یک مقدار ثابت است که مقدار () را بین صفر و یک نگه می دارد و از رابطه زیر محاسبه می شود:

(۳)

- گام سوم .محاسبه میزان درجه انحراف :مقدار درجه انحراف () بصورت زیر تعیین می گردد.

(۴)

لازم به ذکر است که، درجه انحراف مشخص می کند که شاخص مربوطه (j) به چه میزان اطلاعات مفیدی برای تصمیم گیری را در اختیار تصمیم گیرنده قرار می دهد .هر چه قدر مقادیر اندازه گیری شده شاخصی به هم نزدیک تر باشد، نشان دهنده آن است که گزینه های رقیب از نظر آن شاخص تفاوت چندانی ندارند و بنابراین نقش آن شاخص در تصمیم گیری به همان اندازه باید کاهش یابد.

- گام چهارم .محاسبه مقدار وزن اهمیت معیار ها :در نهایت مقدار وزن معیار ها () بصورت زیر تعیین می گردد.

(۵)

حال پس از تعیین بردار وزن یا مقادیر ضریب اهمیت معیار ها () و با داشتن ماتریس تصمیم گیری می توان به تعیین رتبه بندی گزینه ها با استفاده از روش تاپسیس پرداخت توکلی و همکاران، (۱۳۹۲)

- رتبه بندی از طریق روش تاپسیس

واژه TOPSIS مخفف Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution به معنی

روشهای ترجیح براساس مشابهت به راه حل ایده آل است .این مدل توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد شد .در این روش mگزینه بوسیله n شاخص ارزیابی میشوند و هر مساله را میتوان به عنوان یک سیستم هندسی شامل m نقطه در یک فضای n بعدی در نظر گرفت .منطق اصولی این مدل راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی را تعریف میکند .گزینه بهینه، گزینه ای است که کمترین فاصله از راه حل ایده آل مثبت بهترین حالت ممکن، و در عین حال دورترین فاصله از راه حل ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن)، (دارد .به عبارتی در رتبه بندی گزینه ها به روش TOPSIS گزینه هایی که بیشترین تشابه را با راه حل ایده آل داشته باشند، رتبه بالاتری کسب میکنند .فرض بر این است که مطلوبیت هر شاخص بطور یکنواخت افزایشی و یا کاهششی است .در ادامه مراحل حل و رتبه بندی به روش تاپسیس ارائه شده است شکل (۲)حبیبی و همکاران، (۱۳۹۳)؛ اصغریپور، (۱۳۸۹) :

شکل ۲: الگوریتم مراحل حل و رتبه بندی با رویکرد تاپسیس حبیبی و همکاران، (۱۳۹۳)

مرحله ۱. تشکیل ماتریس تصمیم گیری نرمالیزه شده
 در تکنیک تاپسیس با استفاده از n معیار به ارزیابی m گزینه پرداخته می شود. بنابراین به هر گزینه براساس هر معیار امتیازی داده می شود. این امتیازات می تواند براساس مقادیر کمی و واقعی باشد یا اینکه کیفی و نظری باشد. در هر صورت باید یک ماتریس تصمیم mn در تشکیل شود. سپس مانند سایر روش های تصمیم گیری چندمعیاره ماتریس تصمیم باید نرمال شود. برای نرمال سازی مقادیر از روش برداری استفاده می شود. روش برداری برخلاف روش ساده نرمال سازی خطی به صورت زیر انجام می شود:

(۶)

ماتریس بدست آمده نامیده میشود.

مرحله ۲. تشکیل ماتریس تصمیم گیری نرمال موزون
 در این مرحله به تشکیل ماتریس نرمال موزون براساس وزن معیارها می پردازیم. بنابراین باید از پیش اوزان معیارها با استفاده از تکنیکی مانند AHP یا انتروپی شانون محاسبه شده باشد) که در این پژوهش از روش آنتروپی شانون بهره گرفته می شود. (موزون کردن بسیار ساده است و وزن هر معیار در درایه های مربوط به آن معیار ضرب می شود.

(۷)

که در آن V ماتریس بیمقیاس موزون و W یک ماتریس قطری از وزنها بدست آمده برای شاخصها میباشد.

مرحله ۳. محاسبه راه حل های ایده آل مثبت $(+)$ و ایده آل منفی $(-)$
 در این مرحله برای هر شاخص یک ایده آل مثبت $(+)$ و یک ایده آل منفی $(-)$ محاسبه می شود. توجه کنید که حالت ایده آل مثبت و منفی با توجه به نوع شاخص ها متفاوت هستند:

- برای معیارهایی که بار مثبت دارند ایده آل مثبت بزرگترین مقدار آن معیار است.
- برای معیارهایی که بار مثبت دارند ایده آل منفی کوچکترین مقدار آن معیار است.
- برای معیارهایی که بار منفی دارند ایده آل مثبت کوچکترین مقدار آن معیار است.
- برای معیارهایی که بار منفی دارند ایده آل منفی بزرگترین مقدار آن معیار است.

: گزینه ایده آل مثبت = (۸)

: گزینه ایده آل منفی = (۹)

(۱۰)

(۱۱)

بطوریکه:

{به ازاء عناصر مثبت شاخص ها=}

{به ازاء عناصر منفی شاخصها=}

مرحله ۴. محاسبه اندازه فاصله برحسب نرم اقلیدسی به ازای راه حل های ایده آل مثبت و ایده آل منفی
 اندازه فاصله بر اساس نرم اقلیدسی به ازاء راه حل ایده آل منفی و گزینه مثبت و همین اندازه را به ازاء راه حل ایده آل مثبت و گزینه منفی بصورت زیر بدست می آوریم:

(۱۲)

(۱۳)

مرحله ۵. محاسبه نزدیکی نسبی هر کدام از گزینه ها به راه حل های ایده آل
 نزدیکی نسبی گزینه به راه حل ایده آل بصورت زیر محاسبه می شود که در آن مقدار CL بین صفر و یک است. هرچه این مقدار به یک نزدیکتر باشد گزینه مورد نظر به جواب ایده آل نزدیکتر است و راهکار بهتری میباشد.

(۱۴)

نکته: چنانچه باشد، آنگاه و می شود و در صورتیکه باشد، آنگاه و خواهد شد.

مرحله ۶. با توجه به مقایسه حاصل شده بر اساس (۱) برای هر گزینه، و مرتب سازی بر اساس نزولی ترتیب رتبه ها به دست می آید، گزینه ای که بیشتری مقدار (۱) را دارد به عنوان بهترین گزینه انتخاب می شود (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳؛ اصغرپور، ۱۳۸۹)

• نتایج حل

در این بخش مطابق با الگوریتم حل ارائه شده (شکل ۳) و نیز مراحل و گام های حل در بخش قبل با استفاده از نرم افزار اکسل در راستای دستیابی به هدف پژوهش پیش خواهیم رفت.

شکل ۳: مدل الگوریتم حل پژوهش

مطابق با الگوریتم ارائه شده اولین مرحله مشخص کردن هدف می باشد. بدین منظور در این پژوهش با توجه به انواع روش های مدیریت پسماندهای عادی و نیز مطالب ارائه شده در بخش های قبل سه نوع روش پر کاربرد و رایج در این زمینه را به عنوان روش های مد نظر انتخاب می کنیم (جدول ۱) و در ادامه سعی خواهیم کرد به رتبه بندی آن ها بپردازیم.

جدول ۱: روش های مدیریت پسماندهای عادی

شماره	عنوان روش	نماد
۱	روش دفن بهداشتی	
۲	روش کمپوست سازی	
۳	روش احتراق (زباله سوزی)	

حال پس از تعیین گزینه های امکان پذیر، در این بخش به شناسایی معیار های تاثیر گذار بر این گزینه ها خواهیم پرداخت و ماتریس تصمیم گیری را تشکیل و مقادیر آن را محاسبه می کنیم. این کار در ۴ مرحله بصورت زیر انجام می پذیرد:

- انتخاب معیار های تاثیر گذار بر اولویت بندی روش های مدیریت پسماند های عادی
 - طراحی و توزیع پرسشنامه برای مقادیر ماتریس تصمیم گیری
 - تعیین مقادیر عددی ماتریس تصمیم گیری
 - تعیین وزن معیارها با استفاده از روش آنتروپی شانون
- مرحله انتخاب معیارها یکی از تاثیر گذارترین مراحل بر انتخاب گزینه ها می باشد. در این تحقیق ۹ معیار با استفاده از منابع

موجود امیری و همکاران (۱۳۸۹)؛ مجلسی و همکاران (۱۳۹۲)؛ نیکنامی و حافظی مقدس (۱۳۸۸)؛ محمدی و همکاران (۱۳۹۱)؛ معتمدی و همکاران (۱۳۹۰)؛ جوسیموویچ و همکاران (۲۰۱۵)؛ سلطانی و همکاران (۲۰۱۵)؛ بوئو و همکاران (۲۰۱۵)؛ تان و همکاران (۲۰۱۵)؛ یانگ و همکاران (۲۰۱۵)؛ ژو و همکاران (۲۰۱۵)؛ ایسل و ماریانوو (۲۰۱۵)؛ ریگامونتی و همکاران (۲۰۱۶) و نیز براساس نظرات خبرگان در این زمینه انتخاب گردید (جدول ۲)

جدول ۲: معیار های تاثیر گذار بر اولویت بندی روش های مدیریت پسماندهای عادی

شماره	معیار ها	نماد
۱	تنوع روش ها در انجام روش دفع مورد نظر	
۲	هزینه عملیات برای هر روش دفع	
۳	مدت زمان کارایی روش دفع	
۴	تجهیزات مورد نیاز و در دسترس برای انجام و پیاده سازی روش دفع	
۵	مناسب بودن پسماند برای روش دفع مورد نظر	
۶	تداول روش (متداول بودن در پیاده سازی در سراسر جهان و ایران)	
۷	منافع جنبی (استفاده از منافع و مزایای جانبی روش)	
۸	عمده مشکلات (متناسب با هر روش مشکلات و محدودیت هایی وجود خواهد داشت)	
۹	میزان آلودگی و تخریب زیست محیطی (جنبه زیست محیطی روش و پایداری)	

این شاخص ها همگی کیفی در نظر گرفته شده اند و پاسخ دهی به آن ها جهت ارزیابی گزینه ها با توجه به هر یک از این معیارها توسط طیف ۵ عاملی لیکرت انجام می گیرد (خیلی زیاد=۹، زیاد=۷، متوسط=۵، کم=۳، خیلی کم=۱) در میان این ۹ معیار معیار های هزینه عملیات، تجهیزات مورد نیاز و در دسترس، عمده مشکلات و میزان آلودگی و تخریب زیست محیطی به عنوان معیار های با جنبه منفی و باقی معیار ها به عنوان معیار های با جنبه مثبت در نظر گرفته می شوند. در این مرحله با توزیع پرسش نامه هایی به تایید معیار ها و گزینه های انتخاب شده می پردازیم و روایی آن ها از طریق اعتبار محتوا که با بکارگیری مقالات معتبر و نظر اساتید خبره در این زمینه بوده است، تایید می گردد. در این مرحله به تشکیل ماتریس تصمیم گیری می پردازیم و از طریق رابطه میانگین هندسی (رابطه ۱۵) نظرات ۳۰ خبره (جامعه آماری) برای پاسخ دهی به پرسش نامه مربوط به معیار ها و گزینه ها را با یکدیگر ترکیب کرده و به یک پرسش نامه تبدیل می کنیم.

(۱۵)

ن: تعداد افراد خبره، N: نشان دهنده امتیاز داده شده به سوال مربوطه (از طرف هر خبره) می باشد. در جدول ۳، نتایج نهایی امتیاز هر سوال متناسب با هر روش متناسب با پرسش نامه ها محاسبه و آورده شده اند.

جدول ۳: میانگین امتیاز دهی خبرگان به سوالات در هر روش

شماره	سوال	امتیاز هر روش		
		کمپوست سازی	احتراق	دفن بهداشتی
۱	حمایت و تشویق مدیران ارشد از روش	۸,۴۸۷	۳,۱۹۵	۴,۹۶۹

۵,۰۸۴	۱,۳۹۰	۸,۷۰۳	استفاده مدیران از روش	۲
۶,۳۲۸	۱,۳۴۰	۷,۲۷۹	ایجاد استراتژی برای بکارگیری روش	۳
۶,۷۶۸	۳	۸,۷۰۳	استفاده از تجربیات گذشته، مطالعات و نیازهای شهرداری و شهروندان و نوع پسماند ها در تدوین استراتژی مذکور	۴
۵,۱۷۱	۱,۲۹۲	۸,۶۳۰	شناسایی منابع انسانی متخصص لازم برای بکارگیری روش	۵
۳,۰۳۴	۱,۲۴۶	۸,۵۷۳	شناسایی کاستی های دانشی و مهارتی پرسنل جهت بکارگیری روش	۶
۵,۰۵۶	۴,۲۱۳	۶,۸۸۲	ارائه آموزش های لازم جهت بکارگیری روش	۷
۳,۱۵۷	۴,۶۷۱	۸,۵۳۲	شناسایی و جذب مشارکت مردم و سازمان های دیگر جهت بکارگیری روش	۸
۱,۱۱۶	۱,۱۱۶	۳,۶۴۷	مناسب از نظر اقتصادی	۹
۸,۹۲۵	۱	۶,۹۲۲	متداولترین روش برای دفع پسماند های عادی شهری	۱۰
۱,۰۳۷	۲,۸۳۶	۴,۹۱۶	تنوع روش استفاده در روش دفع	۱۱
۷	۸,۸۲۵	۳,۱۳۹	میزان آلودگی و گازهای وارده در محیط زیست	۱۲
۳,۰۵۲	۲,۹۵۲	۶,۶۹۳	طراحی فرآیند های لازم جهت بکارگیری روش	۱۳
۳,۱۵۷	۲,۸۴۶	۶,۹۸۰	توجه به نیازهای شهروندان در طراحی فرآیند های مربوط به روش	۱۴
۸,۹۲۵	۹	۴,۹۷۱	شکایات و انتقادات در مورد بهبود روش	۱۵
۱,۰۷۶	۱	۴,۹۷۱	رضایت، تشکر ها و قدر دانی ها از روش	۱۶
۷	۲,۴۶۶	۶,۸۲۵	آسان بودن استفاده شهروندان از خدمات ارائه شده ی روش	۱۷
۶,۹۲۲	۱,۰۳۷	۸,۹۲۵	انعطاف پذیری و قابل اطمینان بودن خدمات ارائه شده	۱۸
۳	۱	۸,۲۹۵	ارائه پشتیبانی هایی بعد از استفاده از خدمات ارائه شده	۱۹
۶,۷۶۸	۱	۸,۷۷۷	افزایش رغبت کارکنان در ارائه و بکارگیری روش	۲۰
۴,۸۳۳	۳	۶,۹۲۲	وجود راهکارهایی برای برون رفت از موانع و مشکلات روش	۲۱
۱,۰۹۵	۴,۶۴۳	۸,۵۵۹	روش منافع جنبی و مصارف دیگر از روش	۲۲

توجه کنید که برای سنجش هر روش با توجه به ۹ معیار ارائه شده برای هر معیار ما تعدادی سوال مطرح کردیم که متناسب با سوالات می توانیم اثر هر معیار را بر روش مورد نظر بسنجیم. حال برای تشکیل ماتریس تصمیم گیری برای هر معیار نسبت به هر روش فقط یک امتیاز ثبت می شود، که در اینجا نیز باید سوالات مطرح شده از لحاظ امتیاز گرفته شده با سوالات مشابه با متناسب با هر معیار ترکیب شوند تا یک امتیاز بدست آید. در این مرحله از روش میانگین حسابی به شکل زیر بهره می گیریم.

(۱۶)

در این رابطه، نشان دهنده امتیاز سوال k ام، r مجموع تعداد سوالات مرتبط با هر معیار j، و امتیاز کل معیار z ام مرتبط با روش مربوطه است. در اینجا جدول ۴، نشان دهنده امتیازات نهایی هر معیار نسبت به روش ها مد نظر محاسبه شده اند.

جدول ۴: امتیازات نهایی هر معیار نسبت به روش دفع مورد نظر

پسما	تجهیز	مدت	هزی	تداو	تنوع	میزا	مشک	من
------	-------	-----	-----	------	------	------	-----	----

افع جنبی	لات عمده	ن آلودگی	روش	ل روش	نه عملیات	کارایی	ات مورد نیاز	ند مناسب	
۸,۵۵ ۸۸	۶,۹۲ ۱۹	۳,۱۳ ۸۹	۴,۹۱ ۵۶	۷,۹۲ ۳۴	۳,۶۴ ۶۹	۷,۸۵ ۰۸	۷,۷۸۳ ۷	۷,۲۵ ۱۲	کمپ وست سازی
۴,۶۴ ۳۷	۳	۸,۸۲ ۵۴	۲,۸۳ ۶۰	۱,۰۱ ۸۶	۱,۱۱ ۶۱	۲,۸۱ ۹۵	۲,۵۶۳ ۹	۲,۷۳ ۷۲	احترا ق
۱,۰۹ ۴۵	۴,۸۳ ۲۶	۷	۱,۰۳ ۷۳	۷,۹۲ ۳۴	۱,۱۱ ۶۱	۴,۹۵ ۳۶	۴,۴۲۶ ۹	۴,۹۹ ۷۴	دفن بهداشتی

حال با توجه به ماتریس تصمیم گیری نهایی فوق اقدام به محاسبه وزن ها از طریق روش آنتروپی شانون با استفاده از روابط
 الی ۵ می کنیم (مقادیر ، ، و در نهایت) نتایج نهایی در زیر آورده شده اند.

جدول ۵: نتایج محاسبات روش آنتروپی شانون

۰,۴۸۳ ۹	۰,۵۲۶ ۸	۰,۵۰۲ ۵	۰,۶۲۰ ۳	۰,۴۶۹ ۸	۰,۵۵۹ ۳	۰,۱۶۵ ۵	۰,۴۶۹ ۱	۰,۵۹۸ ۶
۰,۱۸۲ ۶	۰,۱۷۳ ۵	۰,۱۸۰ ۵	۰,۱۸۹ ۸	۰,۰۶۰ ۴	۰,۳۲۲ ۷	۰,۴۶۵ ۴	۰,۲۰۳ ۳	۰,۳۲۴ ۸
۰,۳۳۳ ۵	۰,۲۹۹ ۶	۰,۳۱۷ ۱	۰,۱۸۹ ۸	۰,۴۶۹ ۸	۰,۱۱۸ ۰	۰,۳۶۹ ۱	۰,۳۲۷ ۵	۰,۰۷۶ ۶
۰,۹۳۵ ۷-	۰,۹۱۲ ۷-	۰,۹۲۷ ۵-	۰,۸۴۳ ۹-	۰,۸۰۰ ۴-	۰,۸۵۷ ۶-	۰,۹۲۹ ۹-	۰,۹۵۰ ۸	۰,۷۹۱ ۱-
۱,۹۳۵ ۷	۱,۹۱۲ ۷	۱,۹۲۷ ۵	۱,۸۴۳ ۹	۱,۸۰۰ ۴	۱,۸۵۷ ۶	۱,۹۲۹ ۹	۱,۹۵۰ ۸	۱,۷۹۱ ۱
۰,۱۱۴ ۲۱	۰,۱۱۲ ۸۴	۰,۱۱۳ ۷۲	۰,۱۰۸ ۷۹	۰,۱۰۶ ۲۲	۰,۱۰۹ ۶۰	۰,۱۱۳ ۸۶	۰,۱۱۵ ۰۹	۰,۱۰۵ ۶۷

حال با در دست داشتن وزن های معیارها با رویکرد تاپسیس و با استفاده از روابط ۶ الی ۱۴ اقدام به رتبه بندی گزینه
 ها (روش های دفع) می کنیم. نتایج در جدول زیر ارائه شده اند:

جدول ۶: نتایج روش تاپسیس

۰,۷۸۶ ۳	۰,۸۳۵ ۷	۰,۸۰۹ ۲	۰,۹۱۷ ۷	۰,۷۰۴ ۲	۰,۸۵۲ ۱	۰,۲۶۸ ۴	۰,۷۷ ۲۶	۰,۸۷۳۵
۰,۲۹۶ ۸	۰,۲۷۵ ۳	۰,۲۹۰ ۶	۰,۲۸۰ ۹	۰,۰۹۰ ۵	۰,۴۹۱ ۶	۰,۷۵۴ ۷	۰,۳۳ ۴۹	۰,۴۷۳۹

۰,۵۴۱	۰,۴۷۵	۰,۵۱۰	۰,۲۸۰	۰,۷۰۴	۰,۱۷۹	۰,۵۹۸	۰,۵۳	۰,۱۱۱۷
۹	۳	۶	۹	۲	۸	۶	۹۴	
۰,۰۸۹	۰,۰۹۴	۰,۰۹۲	۰,۰۹۹	۰,۰۷۴	۰,۰۹۳	۰,۰۳۰	۰,۰۸	۰,۰۹۲۳
۸	۳	۰	۸	۸	۴	۶	۸۹	
۰,۰۳۳	۰,۰۳۱	۰,۰۳۳	۰,۰۳۰	۰,۰۰۹	۰,۰۵۳	۰,۰۸۵	۰,۰۳	۰,۰۵۰۱
۹	۱	۰	۶	۶	۹	۹	۸۵	
۰,۰۶۱	۰,۰۵۳	۰,۰۵۸	۰,۰۳۰	۰,۰۷۴	۰,۰۱۹	۰,۰۶۸	۰,۰۶	۰,۰۱۱۸
۹	۶	۱	۶	۸	۷	۲	۲۱	
۰,۰۸۹	۰,۰۳۱	۰,۰۹۲	۰,۰۳۰	۰,۰۷۴	۰,۰۹۳	۰,۰۳۰	۰,۰۳	۰,۰۹۲۳
۸	۱	۰	۶	۸	۴	۶	۸۵	
۰,۰۳۳	۰,۰۹۴	۰,۰۳۳	۰,۰۹۹	۰,۰۰۹	۰,۰۱۹	۰,۰۸۵	۰,۰۸	۰,۰۱۱۸
۹	۳	۰	۸	۶	۷	۹	۸۹	
۰,۱۰۶۵				۰,۱۶۰۷				
۰,۱۳۱۴				۰,۱۱۸۲				
۰,۱۲۷۷				۰,۱۱۴۷				
۰,۶۰۱۵				روش کمپوست سازی				رتبه ۱
۰,۴۷۳۶				روش احتراق				رتبه ۲
۰,۴۷۳۰				روش دفن بهداشتی				رتبه ۳

نتایج روش تاپسیس نشان می دهد که روش کمپوست سازی بیشترین نزدیکی نسبی را به راه حل ایده آل دارد و پس از آن روش احتراق در رتبه دوم قرار دارد و روش دفن بهداشتی رتبه سوم را به خود اختصاص داده است. بنا براین می توان اینگونه نتیجه گرفت که روش کمپوست سازی بهترین روش موجود برای مدیریت پسماند های عادی استان اصفهان از نظر خبرگان موجود در این زمینه می باشد. و سازمان شهرداری (مدیریت پسماند ها) باید این روش را برای رسیدن به بالاترین کارایی و نیز عملکرد بالا از لحاظ معیار های شناسایی شده، انتخاب و پیاده سازی نماید.

• نتیجه گیری نهایی

تولید پسماند توسط انسان بدلیل امرارمعاش امری طبیعی به شمار میرود اما روشهای دفع یا تبدیل آن به فراخور شرایط فرهنگی، جغرافیایی و طبیعی آن منطقه فرق داشته و متناسب با آن اتخاذ روش می گردد و بدین منظور بررسی روشهای دفع امروزه موضوعی کاملاً علمی و اساسی بوده و مطالعات مختص به خود را می طلبد. بی توجهی به امر جمع آوری و دفع مواد زائد در جامعه امروزی به علت کمیت و کیفیت گوناگونی مواد، توسعه بیرویه شهرها، محدودیتهای وضع شده برای خدمات عمومی در شهرهای

بزرگ وفقدان تکنولوژی مناسب باعث ایجاد مشکلات ویژه ای شده است که رفع آنها از طریق هماهنگی علم و تجربه در چهارچوب مدیریت صحیح امکانپذیر است.

وجود بسیاری از مجموعه شاخص ها، در ارتباط با روش های بازیافت، زمانی که اقدام به انتخاب یک مجموعه ی عملیاتی از شاخص ها برای ارزیابی روش های بازیافت می شود، سردرگمی ایجاد کرده است. به طور خاص، مدیران بخش بازیافت و دفع کشور جهت تصمیم گیری در رابطه با اینکه برای ارزیابی روش های دفع موجود، کدام شاخص ها را انتخاب کنند، و اینکه در چگونگی بکار گیری این شاخص ها در انتخاب و بکارگیری یک روش و یا چند روش از میان روش های دفع، به چالش افتاده اند. سیاست های دقیق، مقررات و نیز توسعه تکنولوژیکی در کشورهای توسعه یافته (مثل آمریکا و اتحادیه اروپا) در اجرای موثر سیستم مدیریت پسماند دوستدار محیط زیست در این کشورها منجر می شود. اما در کشورهای در حال توسعه دفع دوستدار محیط زیست هنوز در مراحل اولیه قرار دارد. به همین خاطر این پژوهش جهت افزایش آگاهی های جمعی و نیز مدیران ارشد تصمیم گیرنده در حوزه روش های پسماند کشور و بطور خاص استان اصفهان انجام پذیرفت. معیار هایی جهت ارزیابی روش های دفع پر کاربرد شامل: دفن بهداشتی؛ کمپوست سازی و احتراق، شناسایی و انتخاب گردیدند. روش های مورد نظر با استفاده از معیار ها ارزیابی و با رویکرد تاپسیس اولویت بندی شدند. نتایج نشان می دهد که استان اصفهان با توجه به شرایط اقلیمی، زیست محیطی، اقتصادی و تکنولوژیکی و نیز نظر خبرگان مربوطه در این موضوع باید در انتخاب روش دفع کارا برای سیستم مدیریت دفع پسماند های خود به ترتیب روش کمپوست سازی، روش دفن بهداشتی و در اولویت سوم روش احتراق را مد نظر قرار دهد.

منابع و مراجع

- اصغری پور، م.، (۱۳۸۹) تصمیم گیری چند شاخصه، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- امیری، ل.، رضانیانپور، م.، فراهانی، م.، (۱۳۸۹) بررسی و انتخاب بهترین سناریوی مدیریت پسماند با استفاده از سیستم تصمیم گیری چندمعیاره در شهرستان کرج، پنجمین همایش ملی مدیریت پسماند، صص ۱۰۰-۱۰۱
- توکلی، ا.، پویا، ع.، علویطبری، س.ج.، (۱۳۹۲) طراحی مدل تلفیقی تصمیمگیری چندمعیاره فازی جهت انتخاب طرح جانمایی تسهیلات، چشمانداز مدیریت صنعتی، شماره ۱۰، صص ۹۴-۵۷
- سعیدنیا، ا.، (۱۳۸۳) کتاب سبزراهنمای شهرداری ها مواد زائد جامد شهری، انتشارات سازمان شهرداری ها و ده یاری های کشور. تهران.
- حاتمی، م.، (۱۳۹۲) بررسی توسعه پایدار (شهری) با تاکید بر نظریه ها و شاخص ها)، یزد فردا، <http://www.yazdfarda.com/news/۱۳۹۲/۱۲/۸۲۴۱۷.html>
- حبیبی، آ.، ایزدیار، ص.، سرافرازی، ا.، (۱۳۹۳) تصمیمگیری چندمعیاره فازی، انتشارات کتیبه گیل
- خورزنی، ع.، (۱۳۸۶) برنامه ریزی استراتژیک در مدیریت اجرایی پسماند، سومین همایش ملی مدیریت پسماند، صص ۸۹-۱۰۹
- چوبانگلوس، جورج.، تیسن، هیلاری.، ویجیل، ساموئل.، (۱۳۸۸) مدیریت جامع پسماند) اصول مهندسی و مسائل مدیریتی)، ترجمه جعفرزاده حقیقی فرد و همکاران، انتشارات خانیران، چاپ دوم.
- دبیری، ف.، وکیانی، م.، (۱۳۸۶) بررسی قوانین ومقررات پیشگیرانه از جمله ارزیابی اثرات زیست محیطی در کشور ایران و چند کشور صنعتی، مجله علوم تکنولوژی محیط زیست، دوره نهم، شماره چهارم، صص ۹۵-۱۰۹
- عابدین زاده، ن.، روانبخش، م.، عابدی، ط.، (۱۳۹۲) ارزیابی اثرات زیست محیطی محل دفن بهداشتی - مهندسی پسماندهای شهری شهرستان سمنان، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۵، شماره ۲، صص ۱۱۷-۱۰۵
- عبدلی، م.ع.، (۱۳۷۲) سیستم مدیریت مواد زائد جامد شهری و روشهای کنترل آن. سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری

تهران، تهران.

- عبدلی، م.ا.، (۱۳۸۴) بازیافت مواد زائد جامد شهری، مرکز چاپ دانشگاه تهران، صص ۳۴-۱۸
- عبدلی، م.ع. و جلیلی قاضی زاده، م.، (۱۳۸۶) ارزیابی توانایی انطباق فناوری های نو مدیریت پسماند ها در کشور، محیط شناسی، سال ۳۳، شماره ۴۲، صص ۵۱-۶۲
- عمرانی، ق.، کرباسی، ع.، ارجمند، ر.، حبیب پور، ع.، (۱۳۸۹) تدوین استراتژی های بهینه سیستم مدیریت پسماند شهری با استفاده از روش SWOT و QSPM. مدیریت شهری، شماره ۲۶، صص ۴۱-۶۲
- کرباسیان، م.، خوبشانی، ا.، جوانمردی، م.، زنجیرچی، س.م.، (۱۳۹۰) کاربرد مدل (ISM) جهت سطح بندی شاخص های انتخاب تامینکنندگان چابک و رتبه بندی تامینکنندگان با استفاده از روش TOPSIS-AHP، مجله علمی - پژوهشی مدیریت تولید و عملیات، سال دوم، شماره دوم، صص ۱۰۷-۲۲
- مجلسی، م.، زمانی، ا.ا.، مهدی پور، ف.، شمسایی، و.، شریفی ملکسری، ه.، دروار، پ.، (۱۳۹۲) تجزیه و تحلیل هزینه جمع آوری و حمل و نقل پسماند منطقه شهر بندرعباس، فصلنامه بهداشت در عرصه، دوره ۱، شماره ۱، صص ۳۷-۴۵
- محمدی، ج.، کنعانی، م.، اکبری، م.، (۱۳۹۱) ارزیابی سیستم مدیریت مواد زائد جامد سکونت گاه های شهری استان مازندران، فصلنامه آمایش محیط، شماره ۲۵، صص ۱-۲۲
- محمدی زنجیرانی، د.، سلیمی فرد، خ.ک.، یوسفی ده بیدی، ش.، (۱۳۹۳) بررسی عملکرد متداول ترین تکنیک های تصمیم گیر چند شاخصه بارویکرد بهینه یابی، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال یازدهم، شماره اول (پیاپی ۴۰)، صص ۶۵-۸۴
- ملکی، س. و دامن باغ، ص.، (۱۳۹۲) ارزیابی شاخص های توسعه پایدار شهری باتأکید بر شاخص های اجتماعی، کالبدی و خدمات شهری (مطالعه موردی: مناطق هشتگانه شهراوهاز)، فصلنامه مطالعات برنامه ریزی شهری، سال اول، شماره ۵۴، صص ۲۹-۵۴
- معمدی، م.، قلینژاد میرعباسی، آ.، ثابت کوشکینیان، م.، حاتمی نژاد، ح.، (۱۳۹۰) بررسی جغرافیایی پیرامون مکانیابی محل دفن پسماندهای شهری مطالعه موردی: شهر فاروج، شهر، دوره ۲۳، شماره ۹۰، صص ۱۰۶-۱۱۲
- منوری، م. و امینشرعی، ف.، (۱۳۸۸) مدیریت و طراحی جمع آوری پسماندهای شهری. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، تهران.
- نوری، ق.، طباطبائی، س.، (۱۳۸۵) تحلیل حساسیت مسایل تصمیم گیری چند شاخصه نسبت به روش مورد استفاده. دانشگاه تهران، (۱۵) ۳۶، صص ۲۵-۳۸
- نیکنامی، م. و حافظی مقدس، ن.، (۱۳۸۸) ارزیابی اثرات زیست محیطی مکان دفن پسماندهای شهری مطالعه موردی شهرستان گلپایگان، ششمین کنفرانس زمینشناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه تربیت مدرس، صص ۱۲۲۹-۱۲۳۸
- Bagchi, A. (۲۰۰۴). Design of Landfills and Integrated Solid Waste Management. John Wiley and Sons, Inc., new Jersey. ۳rd ed., P: ۵۰۹-۵۳۲.
- Bueno, G., Latasa, I., Lozano, P.J., (۲۰۱۵). Comparative LCA of two approaches with different emphasis on energy or material recovery for a municipal solid waste management system in Gipuzkoa, Renewable and Sustainable Energy Reviews, /Vol ۵۱, ۴۴۹-۴۵۹
- Cyranoski, D., Davidson, D.J., Frickel, S., (۲۰۰۶). Understanding Environmental Governance: A Critical Review, Organization and Environment, (۱۷), ۴۷۱-۴۹۲.
- Eiselt, H.A. and Marianov, V., (۲۰۱۵). Location modeling for municipal solid waste facilities, Computers & Operations Research, /Vol ۶۲, ۳۰۵-۳۱۵

- Govindan, K., Diabat, Ali., Shankar, K. Madan., (۲۰۱۴). Analyzing the drivers of green manufacturing with fuzzy approach, Journal of Cleaner Production, <http://dx.doi.org/۱۰.۱۰۱۶/j.jclepro.۲۰۱۴.۰۲.۰۵۴>
- Hwang, C. and Kwang, Y., (۱۹۸۱). Multiple Attribute Decision Making. Berlin: Springer varlag.
- Hwang, C.L, Yoon, K., (۱۹۸۱). Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications, Springer, Berlin Heidelberg.
- Josimović, B., Marić, I., Milijić, S., (۲۰۱۵). Multi-criteria evaluation in strategic environmental assessment for waste management plan, a case study: The city of Belgrade, Waste Management, [Vol ۳۶](#), ۳۳۱-۳۴۲
- Melosi, M.V., (۱۹۸۱). Garbage in the Cities: Refuse, Reform, and the Environment. College Station, TX: Texas A&M University Press, ۱۸۸۰-۱۸۹۰.
- Rigamonti, L., Sterpi, I., Grosso, M., (۲۰۱۶). Integrated municipal waste management systems: An indicator to assess their environmental and economic sustainability, [Ecological Indicators](#), Vol ۶۰, ۱-۷
- Soltani, A., Hewage, K., [XReza](#), B., Sadiq, R., (۲۰۱۵). Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the context of Municipal Solid Waste Management: A review, Waste Management, Vol ۳۵, ۳۱۸-۳۲۸
- Tan, S.T., Ho, W.S., Hashim, H., Lee, C.T., Taib, M.R., Ho, C.S., (۲۰۱۵). Energy, economic and environmental (۳E) analysis of waste-to-energy (WTE) strategies for municipal solid waste (MSW) management in Malaysia, Energy Conversion and Management, [/Vol ۱۰۲](#), ۱۱۱-۱۲۰
- Xue, W., Cao, K., Li, W., (۲۰۱۵). Municipal solid waste collection optimization in Singapore, Applied Geography, [/Vol ۶۲](#), ۱۸۲-۱۹۰
- Yang, Z., Zhou, X., Xu, L., (۲۰۱۵). Eco-efficiency optimization for municipal solid waste management, Journal of Cleaner Production, [/Vol ۱۰۴](#), ۲۴۲-۲۴۹.