علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هجدهم، ویژه نامه شماره۲، پاییز ۱۳۹۵

اولویت بندی روش های دفع زباله با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP

سعید علی عسگریان نجف آبادی [۱*]

saeed.aliasgarian@tabrizu.ac.ir

حمید رضا قاسم زاده [۲]

تاریخ دریافت:۹۰/۰۲/۲۵ تاریخ پذیرش:۹۰/۰۷/۱۲

چکیده

زمینه و هدف: افزایش میزان زباله های شهری که بخش عمده آن را زباله های خانگی و به عبارت دیگر مواد زیست تخریب پذیر تشکیل می دهند هر ساله تنگنا های جدی و بیشتری را در انتخاب سیستم مطلوب دفع زباله به وجود می آورد. با توجه به اینکه تصمیم گیری در مورد انتخاب روش های دفع زباله با عدم قطعیت در برخی زمینه ها، ملاحظات چندگانه و مجموعه داده های غیر جامع همراه می باشد به یک روش کارآمد برای رسیدن به تصمیمات بهتر نیاز خواهد بود.

روش بررسی: در این مطالعه روش تحلیل سلسله مراتبی به منظور ارزیابی و اولویت بندی روش های دفع زباله استفاده شده است. روش های مورد نظر برای اولویت بندی شامل تولید کمپوست، سوزاندن و تفکیک و دفن بهداشتی زباله های شهری، و معیارهای مد نظر برای ارزیابی گزینه ها شامل ترکیب زباله، مسائل زیست محیطی و هزینه ها می باشد.

یافته ها: با توجه به اطلاعات گردآوری شده و تحلیل صورت گرفته در بین معیار های مد نظر مسائل زیست محیطی با ارزش نسبی ۰/۷۷۸ دارای بیشترین اهمیت بودند. در نهایت روش تفکیک و دفن بهداشتی زباله ها با ارزش مطلق ۰/۴۴۴ به عنوان بهترین گزینه انتخاب شد و به ترتیب روش های تولید کمپوست و سوزاندن در رتبه های بعدی قرار گرفتند. میزان ناسازگاری برای تمامی مقایسات برابر ۰/۱ بود که میزان قابل قبولی می باشد.

نتیجه گیری: با توجه به اختلاف کم ارزش های نهایی بدست آمده برای دو روش تفکیک و دفن بهداشتی و تولید کمپوست می بایست هر دو روش مورد توجه قرار گرفته و مطالعات تکمیلی صورت بگیرد. نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده در مورد ترکیب زباله در مناطق مختلف کشور یافته های این مطالعه را مورد تایید قرار می دهد.

واژه‌های کلیدی: سوزاندن، تولید کمپوست، تفکیک و دفن بهداشتی، تحلیل سلسله مراتبی.

۱*- (مسوول مکاتبات): دانشجوی دکتری مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه تبریز، آذربایجان شرقی، ایران.

۲- استاد گروه مهندسی ماشین های کشاورزی، دانشگاه تبریز، آذربایجان شرقی، ایران.

J.Env. Sci. Tech., Vol 18, Special No.2, Autumn 2016

Prioritization of Waste Disposal Methods using Analytical Hierarchy Process

Saeed Aliasgarian Najafabadi [1]*
saeed.aliasgarian@tabrizu.ac.ir
Hamid Reza Ghassemzadeh [2]

Abstract

Background and Objective: Increase of municipal waste which mainly consists of domestic waste and, in other words, environmentaly biodegradable materilas, pose serious challenges to the selection of efficient disposal methods every year. Lack of comprehensive data set as well as uncertainty in some cases make decision making on waste disposal method selection more complicated and requires a more efficient waste treatment system.
Method: In this study, the hierarchical analysis process was used to assess and prioritize waste disposal methods. Considered methods were: composting, incineration, segregation and sanitary landfilling of urban waste. The criteria for evaluation of options included: waste synthesis, environmental issues and costs.
Results: According to the results obtained from analysis of collected information, environmental issues with the relative value of 0.778 were the most important criterion to be considered. Finally, the waste segregation and sanitary landfilling with the absolute value of 0.444 proved to be the best option. Compost production and incineration methods were ranked next, respectively. The inconsistency rate for all comparisons was 0.1 which is considered acceptable.
Conclusion: Considering the small difference between the final values obtained for sanitary landfill and compost production methods, both should be studied more closely. The studies on waste synthesis in different parts of the country confirm the findings of this study.

Keywords: Incineration, composting, segregation and sanitary landfill, hierarchical analysis process

1- PhD Student of Agricultural Mechanization, University of Tabriz, East Azarbaijan, Iran. * *(Corresponding Author)*
2- Professor, Agricultural Machinery Engineering, University of Tabriz, East Azarbaijan, Iran.

مقدمه

روند رو به رشد افزایش میزان زباله های جامد شهری در کشور تنگناهای جدی را بر سر راه دفع زباله ایجاد کرده است. تا به امروز در کشور به فرآیند دفع زباله به شکل اصولی نگاه نشده است و عمدتا زباله ها به طور سنتی و غیر بهداشتی در حاشیه شهر انباشته شده اند که این نحوه ی عملکرد موجب بروز مشکلات عدیده ای به لحاظ ایمنی زیست محیطی و در نتیجه آن سلامت جامعه شده است.

در حال حاضر با در نظر گرفتن سرانه تولید زباله ۸۰۰ گرمی در کشور روزانه بالغ بر ۵۰۰۰۰ تن مواد زاید در کشور تولید می شود که در مقایسه با متوسط جهانی ۲۹۲ کیلوگرم زباله برای هر نفر در سال، میزان سرانه فعلی در حد متعادلی قرار دارد(۱). لکن ازدیاد جمعیت و توسعه صنعت موجبات افزایش مواد زاید جامد و بالطبع تغییرات فیزیکی ـ شیمیایی آن‌ها را بوجود می‌آورد بطوریکه برنامه‌های جمع‌آوری و دفع زباله موجود جوابگوی نیازهای این بخش از کار نخواهد بود. امر جمع‌آوری، بازیافت، دفع و اصولا مدیریت مواد زاید جامد در ایران با توجه به نوع و کیفیت زباله‌ها در ایران تفاوت فاحشی با سایر کشورهای جهان دارد، لذا بکارگیری هر گونه تکنولوژی بدون شناخت مواد و سازگاری عوامل محلی کار ارزنده‌ای نخواهد بود. وجود ۷۰ درصد مواد آلی کمپوست شدنی و بیش از ۴۰ درصد رطوبت در زباله‌های خانگی از یک سو و تفاوت فاحش آب و هوا و شرایط زیستی در مناطق مختلف کشور با سبک و فرهنگ منحصر به خود از سوی دیگر خود دلیلی بر عدم استفاده بی‌رویه از تکنولوژی‌های وابسته به خارج است(۱). تجربه سال‌ها رکود در عمل آوری کمپوست و پرداخت هزینه‌های گزاف جمع‌آوری و دفع زباله که تنها برای شهرهای مختلف کشور روزانه حدود۲۰٪ بودجه شهرداری‌ها را تشکیل می‌دهد نشانگر اهمیت این مسئله در برنامه‌های محیط و زیست کشور است.

با توجه به وضعیت ذکر شده می بایست مسئولین امر و جامعه علمی کشور در جهت تدوین یک سیستم جامع مدیریت شهری متناسب با اقلیم و شرایط زیست محیطی کشور و فرهنگ مصرف حاکم بر جامعه حرکت کنند. یکی از حلقه های اصلی یک سیستم جامع مدیریت شهری دفع زباله می باشد.

در حال حاضر، تعداد مکان های دردسترس برای دفع زباله به دلیل توسعه شهری و نیز مسائل زیست محیطی پیوسته در حال محدودتر شدن می باشد. آلودگی زیست محیطی، مشکلات مرتبط با شیرابه های ناشی از زباله، بوی منتشر شده و مخالفت به وسیله جوامع مجاور برخی از چالش های پیش روی دولت برای احداث مکان های دفع زباله جدید می باشد. به علاوه، طراحی مکان ضعیف، فشردگی ناکافی، فقدان سیستم های جمع آوری و تیمار شیرابه، نقصان در پوشاندن زباله های انباشته شده دیگر مشکلات معمول تجربه شده در اغلب کشورهای در حال توسعه می باشد (۲). این مشکلات به این دلیل ایجاد می شوند که اغلب مکان های دفع به صورت تاسیسات دفع به شکل انباشتن رو باز غیر مهندسی می باشند.

امروزه در دنیا بسته به شرایط مختلف موجود روش های متعددی برای دفع زباله های جامد شهری مورد استفاده قرار می گیرند که از جمله آنها می توان به سوزاندن، تولید کمپوست، تفکیک در مبدا، تفکیک در مقصد و فرآوری مواد قابل بازیافت و دفن بهداشتی زباله اشاره کرد. هر یک از روش های دفع ذکر شده برای داشتن قابلیت اجرا نیاز به شرایط مشخصی خواهند داشت خصوصا به لحاظ ترکیب زباله و شرایط رطوبتی ترکیب.

لازمه موفقیت در انتخاب روش دفع مناسب برای هر منطقه در نظر گرفتن معیارهای ویژه ای خواهد بود که حتما می بایست در تصمیم گیری ها دخالت داده شوند. وجود معیارهای تاثیر گذار متعدد، با درجات اهمیت متفاوت در تصمیم گیری، عدم قطعیت حاکم بر مسائل و سر و کار داشتن با مجموعه های اطلاعاتی غیر جامع کار تصمیم گیری را مشکل می کند. با توجه به مطالب عنوان شده ضرورت استفاده از روش های ساده و کارامد در فرایند تصمیم گیری محرز به نظر می رسد. همین موضوع باعث شده است که امروزه در فرآیند تصمیم گیری ابزار های ویژه ای به کار گرفته شوند.

به منظور ارائه کردن مدل های قوی و انعطاف پذیر، پژوهش های جهانی بر روی توسعه مدل های جامع مدیریت زباله های جامد شهری متمرکز شده اند. برای مثال، هاگ و همکارانش مدلی را برای برطرف کردن تعارضات موجود بین متصدیان تصمیم گیری از نظر امکان پذیری تصمیمات ایجاد کردند(۳)؛ داسکالوپولوس و همکاران یک مدل جامع متمرکز بر روی جنبه های زیست محیطی و اقتصادی را توسعه دادند(۴)؛ هوانگ و همکاران یک سیستم مدیریت زباله های جامد شهری را ارائه کردند(۵)؛ کلانگ و همکاران سیستم های مدیریت زائدات را مورد ارزیابی قرار دادند(۶).

بخش وسیعی از مطالعات نیز بر روی سیستم های پشتیبانی تصمیم (DSS) متمرکز شده اند؛ حذف انتخاب ها با استفاده از تفسیر واقعیت III (ELECTRE III) (۷)؛ سیستم های پشتیبانی تصمیم سه بعدی (SDSS)(۸)؛ سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[1] (AHP)(۹). در کل می توان گفت که سه روش تصمیم سازی چند معیاره (MCDM) و برنامه ریزی چند هدفه (MOP) و همچنین ارزیابی دوره عمر (LCA) بیشتر مورد توجه قرار گرفته اند(۱۰). MCDM به منظور انتخاب بهترین مدل از میان چندین گزینه با در نظر گرفتن تعداد زیادی معیار مورد استفاده قرار گرفت؛ AHP برای حل مشکلات زیست محیطی با معیار های چندگانه به کار گرفته شد (۱۱) ، همچنین روش TOPSIS (۱۲) و روش outranking نیز در تصمیم گیری های چند معیاره مورد استفاده قرار گرفته اند (۱۳). در صورتیکه MOP برای انتخاب موقعیت های مکانی و استراتژی های مدیریتی مورد استفاده قرار گرفته است(۱۴). برعکس LCA معمولا برای ارزیابی اثرات زیست محیطی جایگزین های مدیریت زباله های جامد شهری مورد استفاده قرار گرفته است(۱۵ و ۱۶).

روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) دارای پتانسیل ارزیابی مشخصه ها با استفاده از روش شماتیک و ساده به علاوه قابلیت سر و کار داشتن با داده های ورودی متنوع (کمی، کیفی، گرافیکی و ...) در فرآیند تصمیم سازی می باشد.

1 - Analytic hierarchy process

توماس ساعتی (بنیان گذار این روش) چهار اصل زیر را به عنوان اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بیان نموده و کلیه محاسبات، قوانین و مقررات را بر این اصول بنا نهاده است(۱۷ و ۱۸). این اصول عبارتند از:

اصل۱: شرط معکوسی[1]- اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد، ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر $\frac{1}{n}$ خواهد بود.

اصل ۲: اصل همگنی[2]- عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل مقایسه باشند. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی تواند بی نایت یا صفر باشد.

اصل۳: وابستگی[3]- هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می تواند ادامه داشته باشد.

اصل ۴: انتظارات[4]- هرگاه تغییری در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد پروسه ارزیابی باید مجددا انجام گیرد.

روش AHP شامل چهار مرحله اصلی می باشد:

الف) سازمان دادن سلسله مراتب معیار ها و گزینه ها به منظور ارزیابی؛

ب) انجام مقایسات زوجی به منظور تعیین کردن ارزیابی تصمیم گیرندگان؛

ج) محاسبه وزن نسبی معیار ها و گزینه ها با استفاده از یکی از روش های زیر:

- روش حداقل مربعات معمولی،
- روش حداقل مربعات لگاریتمی،
- روش بردار ویژه،
- روش های تقریبی.

د) تلفیق اولویت های بدست آمده برای گزینه ها با توجه به معیار ها و درجه بندی گزینه ها به منظور تعیین وزن مطلق (نهایی) گزینه های مد نظر برای انتخاب. در نهایت گزینه با بالاترین وزن نهایی مناسب ترین گزینه برای انتخاب خواهد بود (۱۸).

هالوا و همکارنش (۲۰۰۱) در یک مطالعه پیرو تحقیقات انجام شده در جمهوری چک در زمینه ایمنی هسته ای از روش AHP در زمینه معیارهای مدیریت پسماند های هسته ای استفاده کردند(۱۹). بال و همکاران (۲۰۰۴)(۲۰)، خورشید دوست و همکاران (۱۳۷۸)(۲۱)، پناهنده و همکاران (۱۳۸۸)(۲۲)، سنر و همکاران (۲۰۱۰)(۲۳) و یاهایا و همکاران (۲۰۱۰) در رتبه بندی و انتخاب مناسب ترین مکان دفع برای زباله های شهری در نقاط مختلف جهان از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده کردند(۲۴). برنت و همکاران (۲۰۰۶) روش AHP را برای توسعه سیستم های مدیریت پسماند به منظور کمینه کردن ریسک آلودگی در کشور های توسعه یافته بکار گرفتند(۲۵). زامالی و همکاران (۲۰۱۰) روش های دفع زباله های جامد شهری را با استفاده روش AHP بر پایه وزن متغیر کلامی مورد ارزیابی قرار دادند(۲۶).

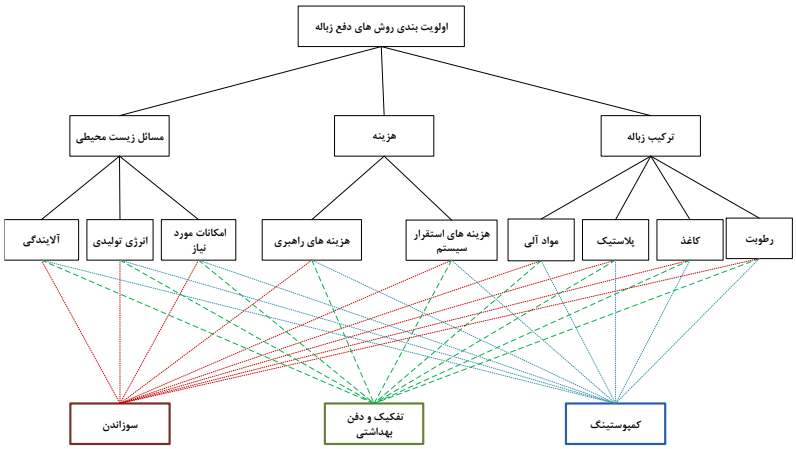
روش بررسی

هدف از این مطالعه اولویت بندی سه روش تولید کمپوست، سوزاندن و تفکیک و دفن بهداشتی زباله ها می باشد که برای رسیدن به این هدف دو سطح معیار در نظر گرفته شده است. در سطح معیار اولیه سه فاکتور ترکیب زباله، مسائل زیست محیطی و هزینه مد نظر قرار گرفته اند. در سطح دوم معیار ها (معیارهای فرعی) سعی شده است که فاکتور های ذکر شده در سطح ابتدایی به شکل دقیق و جزئی تری مورد توجه قرار گیرند. در این سطح برای معیار ترکیب زباله چهار زیر معیار رطوبت، کاغذ، پلاستیک و مواد آلی؛ برای معیار مسائل زیست محیطی سه زیر معیار امکانات مورد نیاز، میزان انرژی تولیدی و آلودگی های ایجاد شده و برای معیار هزینه دو زیر معیار هزینه های استقرار سیستم و هزینه های راهبری سیستم در نظر گرفته شده اند (شکل ۱).

برای انجام این اولویت بندی از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP استفاده شده است. در این روش تحلیل بر پایه نظرات ارائه شده توسط افراد متخصص و صاحب نظر صورت می گیرد. این افراد نظرات خود را با پیشنهاد دادن ضرائبی (نسبت هایی) در مقایسات زوجی بین گزینه ها و نیز معیار ها ارائه می دهند. در واقع این ضرائب به نوعی اهمیت و ارجحیت معیار ها و گزینه ها را مشخص می کنند.

مقایسه زوجی بین عناصر هر سطح با توجه به عنصر سطح بالاتر صورت می پذیرد به این معنا که اهمیت گزینه ها نسبت به هم با در نظر گرفتن هر یک از زیر معیار ها تعیین می شود و اهمیت زیر معیارها نسبت به معیار سطح بالاتر و اهمیت معیارهای سطح اصلی با توجه به هدف تعیین می شوند.

1 - Reciprocal Condition
2 - Homogenity
3 - Dependency
4 - Expectations



شکل ۱- ساختار سلسله مراتبی نشان دهنده سطوح هدف، معیار ها و گزینه ها

Figure 1- Hierarchical structure showing the levels of objective, critera and options

در این مطالعه ابتدا پرسش نامه ای برای تعیین اولویت های مربوط به معیارها و گزینه ها طراحی شده و در اختیار اساتید دانشگاهی، متخصصین و افراد صاحب نظر در زمینه مدیریت پسماند های شهری قرار گرفت. پس از تعیین اولویت های مربوطه و تشکیل ماتریس مقایسات زوجی از روش بردار ویژه برای محاسبه وزن های نسبی استفاده شد.

در روش بردار ویژه w_i ها (وزن های نسبی) به گونه ای تعیین می شوند که روابط (۱) صادق باشند:

$$\begin{aligned} a_{11}w_1 + a_{12}w_2 + \dots + a_{1n}w_n &= \lambda.w_1 \\ a_{21}w_1 + a_{22}w_2 + \dots + a_{2n}w_n &= \lambda.w_2 \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ a_{n1}w_1 + a_{n2}w_2 + \dots + a_{nn}w_n &= \lambda.w_n \end{aligned} \qquad (۱)$$

که در آن a_{ij} ترجیح عنصر iام بر عنصر jام است و w_i نیز وزن عنصر iام و λ یک عدد ثابت می باشد. این روش یک نوع میانگین گیری است که هارکر آن را میانگین گیری در طرق مختلف ممکن می داند(۱۱). زیرا در این روش وزن عنصر iام (w_i) طبق تعریف بالا برابر است با:

$$w_i = \frac{1}{\lambda}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}w_j \quad i= 1,2, \dots ,n \qquad (۲)$$

دستگاه معادلات فوق را می توان به شکل معادله (۳ نوشت:

$$A \times W = \lambda.W \qquad (۳)$$

که A همان ماتریس مقایسه زوجی { یعنی $A= [a_{ij}]$ }، w بردار وزن و λ یک اسکالر (عدد) است. طبق تعریف چنانچه این رابطه بین یک ماتریس A و بردار W و عدد λ برقرار باشد گفته می شود که w بردار ویژه و λ مقدار ویژه برای ماتریس A می باشند. با استفاده از رابطه بالا می توان بردار ویژه (w) و مقدار ویژه (λ) را تعیین کرد.

به منظور تحلیل اطلاعات بدست آمده اطلاعات در قالب ماتریس های مقایسات زوجی در نرم افزار *Expert Choice 11* وارد شدند و بر اساس روش بردار ویژه مورد تحلیل قرار گرفتند. لازم به ذکر می باشد که به دلیل بالا بودن حجم اطلاعات جمع آوری شده از آوردن جداول مربوطه خودداری شده است و تنها نتایج در ادامه آورده خواهد شد.

یافته ها

نتایج بدست آمده از تحلیل توسط نرم افزار *Expert Choice 11* شامل دو قسمت می‌باشد: بخش مربوط به ارزش های نسبی و مطلق و بخش مرتبط با تحلیل حساسیت انتخاب ها نسبت به ارزش های نسبی معیار ها.

ارزش های نسبی و مطلق: در مقایسه معیار های تصمیم با یکدیگر مشخص گردید که معیار های در نظر گرفته شده دارای ترتیب اولویت بندی مسائل زیست محیطی، هزینه و ترکیب زباله هستند که ارزش نسبی مربوط به آنها به ترتیب برابر ۰/۷۷۸، ۰/۱۶۲ و ۰/۰۵۹ و میزان ناسازگاری مقایسات برابر ۰/۱۴ می باشد (شکل ۲).

شکل ۲- مقایسه اهمیت معیار ها به صورت دو به دو (ارزش نسبی معیار های تصمیم)

Figure 2- Pairwisec Comparison of criterion importance (Relative Value of decision critera)

ارزش های نسبی مربوط به تک تک معیار های اصلی و فرعی در قالب جدول ۱ آورده شده اند:

جدول ۱- ارزش های نسبی مربوط به معیارهای اصلی و فرعی

Table 1- Relative values of Primary and secondary criterons

معیارهای اصلی	وزن	معیارهای فرعی	وزن
ترکیب زباله	۰/۰۵۹	رطوبت	۰/۳۳۷
		کاغذ	۰/۰۹۷
		پلاستیک	۰/۵۰۸
		مواد آلی	۰/۰۵۹
ترکیب زباله	۰/۰۵۹	امکانات مورد نیاز	۰/۱۴۹
		انرژی تولیدی	۰/۰۶۶
		آلایندگی	۰/۷۸۵
ترکیب زباله	۰/۱۶۲	هزینه های استقرار سیستم	۰/۸۷۵
		هزینه های راهبری	۰/۱۲۵

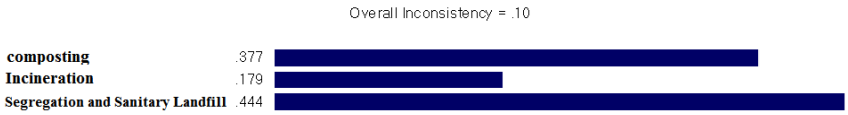
ارزش هـــای نســـبی مربـــوط بـــه گزینـــه هـــا بـــا در نظـــر گـــرفتن معیارهای مختلف در **جدول ۲** آورده شده اند:

جدول ۲- ارزش های نسبی مربوط به گزینه ها با در نظر گرفتن معیارهای مختلف

Table 2- Relaive values of options with considering the various critera

معیارهای اصلی	معیارهای فرعی	تولید کمپوست	سوزاندن	تفکیک و دفن بهداشتی
ترکیب زباله	رطوبت	۰/۷۵۱	۰/۰۷۰	۰/۱۷۸
	کاغذ	۰/۰۶۵	۰/۵۹۵	۰/۳۴۰
	پلاستیک	۰/۱۱۷	۰/۶۱۴	۰/۲۶۸
	مواد آلی	۰/۷۵۱	۰/۰۶۰	۰/۱۸۹
مسائل زیست محیطی	امکانات مورد نیاز	۰/۵۵۹	۰/۳۷۱	۰/۰۷۰
	انرژی تولیدی	۰/۲۱۸	۰/۶۹۱	۰/۰۹۱
	آلایندگی	۰/۳۰۰	۰/۰۵۲	۰/۶۴۸
هزینه	هزینه های استقرار سیستم	۰/۶۴۴	۰/۲۷۱	۰/۰۸۵
	هزینه های راهبری	۰/۰۶۳	۰/۱۹۴	۰/۷۴۳

در شکل ۳ میزان ارزش نهایی برای هر یک از گزینه ها با توجه به ارزش های نسبی تعیین شده نمـایش داده شـده اسـت. بـر اسـاس نتـایج بدسـت آمـده بیشترین ارزش نهایی متعلق به گزینه تفکیک و دفن بهداشتی مـی باشـد کـه ارزش بدست آمده برای این گزینه ۰/۴۴۴ می باشد. بعـد از گزینـه تفکیـک و دفن بهداشتی به ترتیب گزینه های تولید کمپوسـت و سـوزاندن قـرار گرفتـه است و ارزش نهایی مربوط به آنها به ترتیب برابر ۰/۳۷۷ و ۰/۱۷۹ مـی باشـد. همچنین میزان ناسازگاری برای تمامی قضاوت ها برابـر ۰/۱ بـود کـه در حـد قابل قبولی قرار دارد.



شکل ۳- نمایش گرافیکی و مقادیر ارزش های مطلق برای گزینه ها

Figure 3- Graphical representation and absolute values of options

همان گونه که مشاهده می شود میزان ارزش نهـایی مربـوط بـه گزینـه هـای تفکیک و دفن بهداشتی و تولید کمپوست به هم نزدیک مـی باشـد و ایـن دو گزینه دارای اختلاف زیادی نمی باشند. بنابراین لازم است که علاوه بر گزینـه دارای بیشـترین ارزش نهـایی یعنـی تفکیـک و دفـن بهداشـتی زبالـه، تولیـد کمپوست نیز مورد توجه قرار گرفته و مطالعات بر روی هر دو گزینه بیان شده متمرکز گردد.

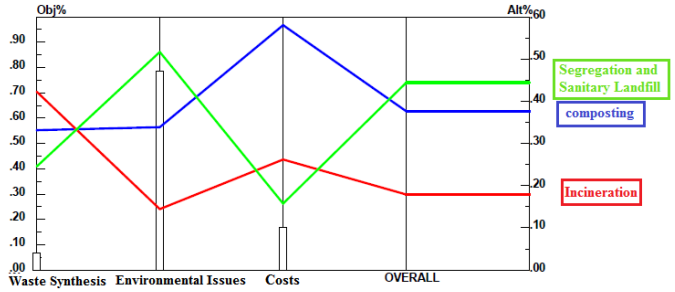
تحلیل حساسیت

در شکل ۴ نمودار تحلیل حساسـیت تصـمیم نسـبت بـه تغییـر میـزان ارزش نسبی معیارها (تحلیل حساسیت بر اساس کارایی) نشان داده شده است.

همان گونه که در این نمودار مشاهده می شود اولویت بندی گزینه ها با توجه به معیار ترکیب زباله به صورت سوزاندن، تولید کمپوست و تفکیک و دفن بهداشتی می باشد و در صورت افزایش ارزش نسبی معیار ترکیب زباله ارزش مطلق گزینه های کمپوستیگ و سوزاندن افزایش و ارزش مطلق گزینه تفکیک و دفن بهداشتی کاهش خواهد یافت.

در مورد معیار مسائل زیست محیطی اولویت بندی گزینه ها به صورت تفکیک و دفن بهداشتی، تولید کمپوست و سوزاندن می باشد و افزایش ارزش نسبی این معیار تاثیری در ترتیب اولویت بندی گزینه ها به لحاظ ارزش مطلق نخواهد داشت که علت آن میزان ارزش نسبی بالای این معیار می باشد.

با توجه به ستون هزینه نمودار مشخص می شود که اولویت بندی گزینه ها با توجه به این معیار به صورت تولید کمپوست، سوزاندن و تفکیک و دفن بهداشتی می باشد و افزایش در ارزش نسبی این معیار منجر به افزایش ارزش مطلق گزینه های تولید کمپوست و سوزاندن و کاهش ارزش مطلق گزینه تفکیک و دفن بهداشتی خواهد شد.



شکل ۴- نمودار تحلیل حساسیت تصمیم نسبت به تغییر میزان ارزش نسبی معیارها

Figure 4- Sensitivity analysis chart of decision relative to change in relative value of critera

بحث و نتیجه گیری

مطالعات انجام شده در مناطق مختلف کشور نشان می دهد که بخش عمده زباله های شهری تولیدی را مواد زیست تخریب پذیر و پس از آن مواد قابل بازیافت مثل کاغذ، پلاستیک، فلزات و غیره تشکیل می دهند (۲۷ تا ۳۱). این نتایج به نوعی تایید کننده اولویت بندی انجام شده می باشد. شاید بتوان علت ارجحیت گزینه تفکیک و دفن بهداشتی زباله نسبت به تولید کمپوست را ملاحظات زیست محیطی مربوط به فرآیند تولید کمپوست دانست زیرا این فرآیند تولید حجم بالایی از گاز های آلوده کننده هوا را به همراه دارد که باید این مسئله مورد توجه قرار گیرند.

همچنین مشاهده می شود که گزینه سوزاندن کمترین میزان ارزش مطلق را بدست آورده است که علت این موضوع را می بایست نیاز این گزینه به تکنولوژی های پیشرفته و گران قیمت برای عملیات بر روی زباله بدون ایجاد آلودگی های زیست محیطی دانست و نیز ترکیب زباله برای استفاده از این گزینه بسیار مهم بوده و به شکل خاص باید میزان رطوبت زباله و درصد کاغذ تشکیل دهنده زباله مورد توجه قرار گیرند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان شایسته می دانند که در اینجا از تمامی افرادی که در انجام این مطالعه همکاری لازم را به عمل آورده اند اعم از اساتید، مسئولین و فعالان بخش بازیافت شهری سپاسگذاری نمایند.

منابع

۱- مصری گندشمین، ترحم، «طرح جامع مدیریت پسماند شهر زنجان» ، شهرداری زنجان، تیر ۸۹.

2- Zamali, Tarmudi, et al, 2010. Evaluating Municipal Solid Waste Disposal Options by AHP-based Linguistic Variable Weight. MATEMATIKA, Volume 26, Number 1, 1–14, 2010.

3- Hung, M.L., et al, A Novel Sustainable Decision Making Model for Municipal Solid Waste Management. Waste Management. 27, 209–219, 2007.

4- Daskalopoulos, E., et al, An Integrated Approach to Municipal Solid Waste Management, Resource, Conservation and Recycling, Waste Management, 24, 33–50, 1998.

5- Huang, G.H., et al, An Interval-Parameter Fuzzy-Stochastic Programming Approach for Municipal Solid Waste Management and Planning, Environmental Modeling and Assessment, Waste Management, 6, 271–283,2001.

6- Klang, A., et al, Sustainable Management of Demolition Waste – An Integrated Model for the Evaluation of Environmental, Economic and Social Aspects, Resource, Conservation & Recycling, Waste Management, 38, 317–334, 2003.

7- Hokkanen, J. and Salminen, P., Choosing a Solid Waste Management System using Multicriteria Decision Analysis, European Journal of Operational Research, 98, 19– 36, 1997.

8- MacDonald, M.L., A Multi-Attribuate Spatial Decision Support System for Solid Waste Planning. Comput., Environ. And Urban Systems, 20, 1, 1–17, 1996.

9- Siddiqui, M.Z., et al, Landfill Siting using Geographic Information Systems: A Demonstration, Journal of Environmental Engineering, 122, 515–523, 1996.
10- Zamali, Tarmudi, et al, A New Fuzzy MultiCriteria Decision Making Approach for Municipal Solid Waste Disposal Options, Journal of Sustainability Science and Management, 4, 1, 20–37, 2009.
11- Tran, L.T., et al, Fuzzy Decision Analysis for Integrated Environmental Vulnerability Assessment of the MidAtlantic Region, Environment Management, 29, 845–859,2002.
12- Hwang, C. L. and Yoon, K., Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications, Springer, Berlin Heidelberg, 1981.
13- Geldermann, J., et al, Fuzzy Outranking for Environmental Assessment: Case Study: Iron and Steel Making Industry, Fuzzy Sets and System, 115, 45–65, 2000.
14- Finnveden, G., Methodological Aspects of Life Cycle Assessment of Integrated Solid Waste Management Systems, Resource Conservation Recycling, 26, 173–187, 1999.
15- Eriksson, O., et al, A Simulation Tool for Waste Management, Resource Conservation Recycling, 36, 287–307, 2002.
16- Powell, J., The Potential for using Life Cycle Inventory Analysis in Local Authority Waste Management Decision Making, Journal Environment Planning Management, 43, 351–367, 2000.
17- Harker, P.and Vargeas L., The Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty' Analytical Hierarchy Process, Management Science Vol.33, No.11. November, 1987.
18- Saaty, T. L., Axiomatic Foundation of Analytical Hierarchy Process. Management Science Vol 32, No. 7, July 1986.
19- Halova, Jaroslava and Feglar, Tomas, Systemic Approach to the Choice of Optimum Variant of Radioactive Waste Management, ISAHP, Berne, Switzerland, August 2-4, 2001.
20- Ball, Jarrod M. et al, Land Site Selection, 9A Louis Road, Orchards, 2192; Johannesburg. South Africa, 2004.

۲۱- خورشید دوست، علی محمد و همکاران، «استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای یافتن مکان بهینه دفن زباله (مطالعه موردی شهر بناب)»، مجله محیط شناسی، سال سی و پنجم، شماره ۵۰، صفحه ۲۷- ۳۲، تابستان ۸۸.

۲۲- پناهنده، محمد و همکاران، «کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در مکان یابی جایگاه دفن پسماند شهر سمنان»، مجله سلامت و محیط، فصلنامه ی علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، دوره دوم، شماره چهارم، صفحات ۲۷۶ تا ۲۸۳، زمستان ۱۳۸۸.

23- Sener, Sehnaz, et al, Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: a case study in Senirkent–Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey, Springer Science and Business Media B.V., 2010.
24- Yahaya, Sani, et al, Land Fill Site Selection for Municipal Solid Waste Mangemnt using Geographic Information System and Multicriteria Evaluation. American Journal of Scientific Research, ISSN 1450-223X Issue 10 (2010), pp. 34-49, 2010.
25- Brent, Ac., et al, Application of AHP for the Development of Waste Management Systems that Minimize Infection Risks in Developing Countries: Case Studies LRSOTHO and SOUTH AFRICA, 2006.
26- Zamali, Tarmudi, et al, Evaluating Municipal Solid Waste Disposal Options by AHP-based Linguistic Variable Weight. MATEMATIKA, Volume 26, Number 1, 1–14, 2010.

۲۷- مجلسی، منیره و همکاران، «بررسی مدیریت مواد زاید هتل ها در منطقه ۶ شهر تهران»، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره دوازدهم. شماره یک، بهار ۸۹.

۲۸- فرزاد کیا- م. سلطانی- م. دالوند- آ، « بررسی کمیت و کیفیت زباله تولیدی شهر دلیجان در سال ۸۸ – ۱۳۸۷»- دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، آبان ماه ۱۳۸۸، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت.

۲۹- عبدلی- م. جلیلی قاضی زاده- م. سمیعی فرد- ر، «مدیریت جامع پسماند در شهر مریوان (استان کردستان)»- پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، اردیبهشت ۱۳۸۹، دانشگاه فردوسی مشهد.

۳۰- صمدی، محمد تقی و همکاران، «بررسی ترکیب فیزیکی و میزان تولید زباله شهر همدان از خرداد ماه سال ۱۳۷۸ تا اردیبهشت ۱۳۷۹»، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان. سال دهم، شماره سوم، صفحات ۳۴ تا ۳۸.

۳۱- عمرانی، قاسمعلی و همکاران، «بررسی کمیت و کیفیت مواد زائد جامد و قابلیت بازیافت آن در استان سیستان و بلوچستان»، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هشتم، شماره چهارم، صفحات ۱۱ تا ۱۷، زمستان ۸۵.