Archive of SID

2th International Conference on Industrial Management
19 & 20 April 2017
دومین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی
(30 و 31 فروردین 1396)

انتخاب روش بهینه دفع نهائی پسماند شهر تهران با استفاده از تکنیک ارسته با داده های فازی

حمید شاهبندرزاده[1] ، معصومه ولی [2]

[1]استادیار و عضو هیات علمی گروه مدیریت صنعتی دانشگاه خلیج فارس بوشهر؛ shahbandarzadeh@pgu.ac.ir
[2]دانشجوی دکتری مدیریت تحقیق در عملیات دانشگاه خلیج فارس بوشهر؛m.vali@mehr.pgu.ac.ir

چکیده

پژوهش حاضر کاربرد روش تصمیم گیری ارسته با شاخص های چندگانه را در ارزیابی و انتخاب روش های بهینه دفع پسماند شهر تهران مورد مطالعه قرار می دهد. با توجه به ماهیت عدم اطمینان و ابهام موجود در روشهای بهینه دفع پسماند شهر تهران، از قابلیت های منطق فازی جهت تکمیل ماتریس عملکرد تصمیم گیری استفاده شده است.

در روش ارسته برای وزن دهی شاخص ها از تکنیک کریتیک (CRITIC) استفاده شده است. در روش ارسته پس از تشکیل ساختارهای ترجیحی شاخص ها و گزینه ها توسط یکی از حالت های برآورد فاصله، از مبدا فرضی تعیین فاصله شده و فواصل مشخص شده با کمک روش میانگین رتبه های بس سون رتبه بندی مطلق می شوند. در پایان، روش های بهینه دفع پسماند شهر تهران الویت بندی می شوند.

Abstract

In this paper, the application of the ORESTE method with multicriteria decision analysis is used to evaluating and selecting the optimal method of waste disposal in Tehran. By the considering the ambiguity and uncertainty in selecting the optimal method of waste disposal in Tehran, the fuzzy method is applied in decision matrix. The CRITIC method is used to weighting criteria in the ORESTE method. In the ORESTE method, it is determined the distance after making of the preferred structures of attributes and criteria by one of the estimated distance, then specified distances are ranked with the help of the average of rank. Finally, the optimization methods are prioritized in Tehran.

واژگان کلیدی

ارسته، منطق فازی، تصمیم گیری چندمعیاره،دفع پسماند شهر تهران

---

[1]نویسنده مسئول : حمید شاهبندرزاده

www.SID.ir

Archive of SID

1- مقدمه

کشورهای در حال توسعه از جمله ایران بخصوص در تهران در دهه های اخیر تحولات زیادی در زمینه شیوه های زندگی، اقتصادی، فرهنگی،شهر نشینی و غیره داشته است که این خود موجب افزایش پسماند و مشکلات ناشی از دفع آن شده است. از طرف دیگر، رشد سریع صنعت و توسعه صنعتی موجب افزایش آلودگی محیطی حاصل از مواد زائد در شهرها و مراکز تجمیع صنایع شده است به گونه ای که توجه علمی و اجرائی را برای دفع صحیح یا بازیافت اصولی این مواد به خود جلب کرده است. از جمله اقدامات انجام شده در این زمینه پرداختن به قوانین و اصول سبز است. مواد زائد شهری تهران دربرگیرنده مقادیر زیادی مواد قابل بازیافت است که بخش اعظم آن یعنی چیزی حدود 80٪ در مکان دفن آراد کوه در زمین دفن می گردد، 3/8٪ آن به کمپوت تبدیل می شود و حدود 5٪ آن بازیافت می شود (Abduli M. A. et al, 2011) (Mahdavi Damghani A.et al, 2008)

با توجه به اینکه هریک از روشهای دفع نهائی پسماند دارای معایب و مزایائی است ضرورت پرداختن به روش بهینه برای دفع پسماند که کمترین معایب و بیشترین مزایا را داشته باشد ضروری است. محققان با به کارگیری تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره، مناسب ترین گزینه را از میان گزینه های موجود انتخاب می کنند. اهمیت و ضرورت روش بهینه دفع پسماند به قدری است که در اکثر کشورهای جهان در حال توسعه در حال بررسی و مطالعه است. در شهر اولودر در شهر فلاند در سال 1997 با استفاده از روش الکتره 3 نشان دادند که مناسب ترین روش دفع پسماند در این شهر ترکیبی از لندفیل، کمپوست و RDF است (Hokkanen J. & P.salminen, 1997). همین تحقیقات در شهر ایوسیمای این کشور در سال 1995 با به کارگیری الکتره دو نشان داد که ترکیبی از RDF و لندفیل به عنوان روش برتر دفع نهائی در سیستم مدیریت پسماند است(hokkanen J. et al, 1995) .

در ایران دهقانی کاظمی با به کارگیری تکنیک AHP و Fuzzy TOPSIS نشان داد که در شهر تهران بهترین روش دفع پسماند بازیافت مواد و دفن بقا در زمین است (Mehmet Ekmekçiog˘ lu et al, 2010).

مهدی فسنقری و همکارانش در سال 2009 یک روش جدید با ترکیب ارسته، تئوری مجموع فازی و تاپسیس جهت رتبه بندی فناوری اطلاعات و ارتباطات مراکز تحقیقاتی ارائه دادند (M. Fasanghari, M. Mohamedpour, & M. A. Mohamedpour, 2009). مریم محامدپور و همکارش در سال 87 با به کارگیری روش ارسته پژوهشکده های تحقیقاتی مرکز مخابرات ایران را رتبه بندی کردند (محامدپور & اصغری زاده, 1387).

در تحقیق حاضر، سعی شده است تا با به کارگیری تکنیک ارسته با داده های فازی به بررسی روش بهینه دفع پسماند در شهر تهران بپردازیم.

www.SID.ir

Archive of SID

2- پیشینه رویکرد تصمیم گیری چند شاخصه

ارسته

ایده روش ارسته اولین بار در سال 1979 توسط روبنز در زمینه روش رتبه بندی مجموع برای مقایسه ارزیابی های ترتیبی گزینه ها بر اساس شاخصها مطرح شد. او در واقع سعی داشت از الزام عملی موجود در روش الکتره برای تعیین شاخص ها جلوگیری کند.

پروفسور روبنز در مقاله خود در سال 1980 به طور خلاصه به معرفی و توضیح مراحل کلی این روش پرداخت. همچنین، ایشان در سال 1982 در مجله European Journal of Operational Research با استفاده از روش ارسته یک مسئله واقعی را در قالب یک مطالعه موردی حل کرد.

پروفسور روبنز روش ابداعی خود را اینگونه تعریف می کند:"A را مجموعه ای محدود از گزینه های ممکن برای ارزیابی توسط تعدادی شاخص در نظر می گیریم. این روش فرا رتبه ای با در نظر گرفتن ترجیحات تصمیم گیرنده توسط هر شاخص یک ترتیب ضعیف بر روی A به وجود آورده و در بین شاخص ها نیز رابطه شبه ترتیب حاصل می کند. علی رغم وجود روش های مختلفی برای ساختن روابط فرارتبه ای مبتنی بر وزن شاخص ها مانند الکتره، تفاوت روش ما به جایگزین شدن اطلاعات مربوط به وزن ها با روابط شبه ترتیب است (Isablle. D.L & Pastijn. H, 2002).

در این پژوهش ، روش ارسته با داده های فازی جهت رتبه بندی روش های دفع پسمند شهر تهران به کار گرفته شده است.

منطق فازی

منطق فازی یک تئوری وابسته به ریاضیات است که منطق دو ظرفیتی از تئوری مجموعه ها را تعمیم می دهد. در منطق دو تائی تئوری مجموعه ها، نقطه x می تواند یا در مجموعه A یا خارج از مجموعه باشد. این بدان معنی است که تابع مشخصه یا تابع عضویت x می تواند ارزش صفر یا یک را بگیرد. ارزش یک نشان می دهد که نقطه x در مجموعه قرار دارد و ارزش صفر نشان می دهد که نقطه xخارج از مجموعه است (Bedeck .Jim, 1993).

در مقابل، منطق فازی ، یک سیستم منطقی چند ارزشی است که انسان را قادر می سازد درجه ای را که نقاط شبیه x عضو مجموعه هستند را از طریق توابع عضویت اختیاری که ارزشهای پیوسته ای در بازه [0,1] می گیرند را بیان کند (تقی پوریان گیلانی, 1387).

فرایند فازی زدایی

فازی زدایی یک مرحله مهم در سیستم فازی است. گاهی لازم است خروجی سیستم فازی تبدیل به یک عدد قطعی شود. روشهای مختلفی برای دی فازی کردن از جمله روش مرکز ثقل، روش مرکز سطح، روش مرکز ماکزیمم، روش مرکز مجموع و روش میانگین وزنی مراکز می باشد که در این تحقیق از روش فازی زدایی میانگین فازی استفاده شده است (طاهری, 1386).

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه مطالعاتی

تهران جمعیتی بالغ بر 8 میلیون نفر را در خود جای داده است[9]. مطالعات در زمینه مدیریت مواد زائد جامد شهر تهران نشان می دهد که در مجموع مواد زائد جامد شهر در چهار گروه شهری(97%) ، بیمارستانی(1%)، صنعتی(0.6٪) و ساختمانی(0.5%) طبقه بندی می شوند که این میان مواد زائد جامد شهری بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است(Harati S.A. N. et al, 2007) .

3- روش تحقیق

با توجه به اینکه در دفع نهائی پسماند پارامترهای زیادی دخیل هستند به طوری که در هر مکان بسته به شرایط (ملی،منطقه ای و محلی) متفاوت است. لذا انتخاب یک روش متناسب با این شرایط الزامی است. در این تحقیق، تکنیک ارسته با داده های فازی برای انتخاب روش بهینه دفع پسماند شهر تهران به کارگرفته شده است.

تکنیک ارسته با داده های فازی

فرض کنید مجموعه "الف" یک مجموعه محدود از m گزینه باشد که توسط مجموعه "ب" حاوی k شاخص تکمیل می شود. بر اساس روش ارسته با داده های فازی مراحل تحلیل مجموعه "الف" و رتبه بندی گزینه ها بر اساس مجموعه "ب" به صورت زیر خلاصه می شود:

1. ساخت ماتریس تصمیم گیری فازی: (k= معیارها و m=گزینه‌ها)

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \cdots & \tilde{x}_{1k} \\ \vdots & & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \cdots & \tilde{x}_{mk} \end{bmatrix}$$

2. قطعی کردن ماتریس تصمیم گیری گزینه‌ها و بدست آوردن مقادیر دفازی (یا فازی زدایی) عدد فازی مثلثی (m_l, m_m, m_u) با استفاده از معادله زیر صورت می‌پذیرد:

$$x = \frac{m_l + 2\,m_m + m_u}{4} \qquad (1)$$

3. وزن دهی شاخص ها به روش کریتیک (CRITIC)

www.SID.ir

Archive of SID

این تکنیک توسط دیاکولاکی و همکاران (1995) ارائه گردید. هدف محققین ارائه روشی برای محاسبه وزن واقعی معیارها بر اساس اهمیت نسبی آن ها در مساله تصمیم گیری چند معیاره بوده است. در روش CRITIC وزن معیارها از طریق معیارهای آرمانی و با استفاده از اطلاعات ماتریس تصمیم حاصل می شود. وزن (ضریب اهمیت) این معیارها با استفاده از معادل ریاضی دو مفهوم اساسی تعیین می گردند، شدت تقابل عملکرد گزینه ها در هر معیار و تعارض معیارهای ارزیابی با یکدیگر. در این روش، ماتریس تصمیم ارزیابی و تحلیل شده و همه اطلاعات مورد نیاز برای وزن دهی به معیارها استخراج می گردد.

1- ماتریس تصمیم قطعی (کریسپ) زیر را در نظر بگیرید.

$$D=\begin{bmatrix} x_{11}\ x_{12}\ \dots\ x_{1k} \\ x_{21}\ x_{22}\ \dots\ x_{2k} \\ \vdots\quad \vdots\ \dots\quad \vdots \\ x_{m1}\ x_{m2}\ \dots\ x_{mk} \end{bmatrix}$$

$A_1, A_2, \dots, A_m$ تمامی گرینه های تصمیم گیری می باشند که تصمیم گیرنده می خواهد بهترین آن ها را انتخاب نموده و یا رتبه بندی نماید. $C_1, C_2, \dots, C_k$ معیارهای تصمیم گیری بوده که عملکرد هر گزینه نسبت به آنها سنجیده می شود. x_{ij} عملکرد گزینه A_i در معیار C_j می باشد. بردار X_j دارای انحراف استاندارد σ_j خواهد بود، که شدت تقابل گزینه ها در معیار مربوطه را کمی می سازد. البته به جای انحراف معیار، هر شاخص دیگر پراکندگی مانند واریانس را نیز می توان مورد استفاده قرار داد. با توجه به اینکه در مسائل MADM معیارهای تصمیم دارای واحدهای مختلف بوده و همچنین معیارهای مثبت ، منفی و غیر یکنواخت ممکن است وجود داشته باشند، بنابراین در روش CRITIC لازم است، معیارهای غیر یکنواخت را با استفاده از آماره Z به معیار مثبت تبدیل کرده و با استفاده از نرم خطی و یا نرم فاری تمامی معیارها را بی مقیاس و هم جهت (همگی مثبت نمائیم) و سپس اقدام به محاسبه انحراف معیار و ادامه مراحل بعدی روش CRITIC نمود.

2- برای محاسبه تعارض بین معیارها، از معیار ضریب همبستگی رتبه ای اسپیرمن استفاده می شود. بنابراین یک ماتریس متقارن n*n با عناصر r_{jk}، که ضریب همبستگی رتبه ای اسپیرمن بین بردار X_j و X_k می باشد، ایجاد می گردد. هر چه ناهماهنگی بین امتیاز اکثر گزینه ها در دو معیار j و k بیشتر باشد، مقدار r_{jk} کمتر خواهد بود. جمع زیر نشان دهنده اندازه ای از تعارض ایجاد شده توسط j با سایر معیارها خواهد بود.

$$\sum_{k=1}^{n}\left(1-r_{jk}\right) \qquad (2)$$

هر چه اندازه تعارض بین دو معیار j و k بیشتر باشد، r_{jk} کمتر بوده و آن دو معیار تاثیر بیشتری در فرایند تصمیم خواهند داشت.

3- همانطور که بیان شد اطلاعات موجود در مسائل تصمیم گیری چند معیاره هم به شدت تقابل و هم تعارض معیارهای تصمیم کیری مربوط می شوند. بنابراین اطلاعات استخراج شده از معیار j ام، با ترکیب مقدار کمی این دو ویژگی بدست می آید:

www.SID.ir

Archive of SID

$$D_j = \sigma_j \sum_{k=1}^{n} (1 - r_{jk}) \qquad (3)$$

هر چه مقدار D_j بزرگتر باشد، اطلاعات انتقال یافته توسط معیار مربوطه بیشتر بوده و بنابراین اهمیت نسبی آن معیار در فرآیند تصمیم گیری بیشتر خواهد بود.

4- وزن نهایی معیارها در نتیجه بی مقیاس سازی این مقادیر بر اساس معادله زیر بدست می آید:

$$w_j = \frac{D_j}{\sum_{k=1}^{n} D_k} \qquad (4)$$

4. ایجاد ساختارهای ترجیحی مجزا بر روی مجموعه شاخص و گزینه ها

در روش ارسته اهمیت نسبی هر شاخص با ایجاد ساختار ترجیحی روی مجموعه شاخص های "ب" انجام می شود که این روابط ترجیحی به صورت رابطه P ترجیح و رابطه I بی تفاوتی میان شاخص ها می باشد. ساختارهای ترجیحی بر روی مجموعه "الف" و بر اساس هر یک از شاخص های $j = 1,2,..,k$ تعریف می شود. لذا ساختار ترجیحی اول بر اساس اهمیت نسبی شاخص ها نسبت به هم و ساختارهای ترجیحی دوم بر روی مجموعه گزینه ها از نظر تک تک شاخص ها انجام می شود (Pastijn. H & Leysen. J, 1989)(Mehmet Ekmekçiog˘ lu et al, 2010) (Roubens. M, 1982)

5. تعیین رتبه بندی اولیه بر روی مجموعه شاخص ها و گزینه ها با میانگین رتبه های بس سون

پس از تشکیل دو نوع ساختار ترجیحی، رتبه بندی اولیه بر اساس این ساختارها و با روش میانگین رتبه های بس سون می باشد. برای این منظور، با توجه به ساختار ترجیحی و ترتیب اعضای آن، به تمام شاخص ها یا گزینه ها اعداد 1 تا k برابر با تعداد شاخص ها و یا 1 تا m برابر با تعداد گزینه ها اختصاص می یابد. رتبه بدست آمده برای شاخص ها را با r_k و رتبه بدست آمده برای هر گزینه در هر شاخص را با $r_k(m)$ نمایش می دهیم (Mehmet Ekmekçiog˘ lu et al, 2010) (Pastijn. H & Leysen. J, 1989) (Roubens. M, 1982)

6. برآورد فواصل $d(0, m_k)$ بر روی مجموعه شاخص ها و گزینه ها به وسیله یکی از حالت های برآورد فواصل

برآورد فواصل $d(0, m_k)$ بر روی مجموعه شاخص ها و گزینه ها بر اساس ماتریس موقعیت انجام می شود به گونه ای که در هر ستون این ماتریس، بر اساس شاخص ها گزینه های تصمیم از بهترین به بدترین رتبه بندی و ستون ها نیز بر مبنای شاخص ها مرتب شده اند. با تصویر کردن اعضای ماتریس حاصل بر قطر اصلی آن، موقعیت های بهتر در سمت چپ این خط (قطر اصلی) و موقعیت های بدتر در سمت راست آن تصویر می گردند سپس یک مبدا صفر در منتهی الیه

www.SID.ir

Archive of SID

سمت چپ این خط و تمامی تصاویر ایجاد شده در نظر گرفته و فواصل این تصاویر از مبدا صفر که با $d(0,m_k)$ نشان داده شده تعیین می شود به طوری که اگر $a \, \mathrm{P_k} \, b$ آنگاه $d(0,a_k) < d(0,b_k)$ باشد و اگر $r_1(a) = r_2(b)$ و $1 P 2$ آنگاه $d(0,a_1) < d(0,b_2)$ باشد. عمل برآورد فواصل $d(0,m_k)$ به صورت مستقیم خطی، غیر مستقیم خطی و غیر خطی انجام می شود (Roubens. M, 1982)

در این مقاله، برآورد فواصل $d(0,m_k)$ به صورت مستقیم خطی استفاده شده است که به صورت زیر محاسبه می شود:

$$d(0,m_k) = \tfrac{1}{2}[r_k + r_k(m)] \qquad (5)$$

7. انجام رتبه بندی مطلق $R(m_k)$ بر روی فواصل برآورد شده با کمک روش میانگین رتبه های بس سون

رتبه بندی مطلق با توجه به فاصله تصاویر تک تک اعضای ماتریس موقعیت از مبدا انجام می شود. نتیجه این رتبه بندی برابر با اختصاص رتبه حاصل شده از روش بس سون به فواصل $d(0,m_k)$ به صورت $R(m_k)$ است به طوری که اگر $d(0,a_1) < d(0,a_2)$ باشد آنگاه $R(a_1) \le R(a_2)$ است. رتبه های مطلق به دست آمده همگی در محدوده $1 \le R(m_k) \le m.k$ که در آن m تعداد گزینه ها و k تعداد شاخص ها است.

8. جمع بندی رتبه بندی های مطلق حاصل شده برای هریک از گزینه ها نسبت به تمام شاخص ها

پس از محاسبه و تعیین کلیه رتبه های مطلق،مجموع رتبه های مطلق برای گزینه ای مانند m به صورت زیر محاسبه می شود:

$$R(m) = \sum_{k=1}^{K} R(m_k) \qquad (6)$$

9. تعیین گزینه برتر با توجه به مجموع رتبه ها برای هر گزینه

ساختار ترتیبی افزایشی بر اساس $R(m)$ برای تعیین گزینه برتر به صورت زیر بیان می شود:

- اگر $R(a) < R(b)$ آنگاه $a \; \mathrm{P} \; b$
- اگر $R(a) = R(b)$ آنگاه $a \; \mathrm{I} \; b$

به طوری که گزینه ای که $R(m)$ مربوطه آن کوچکتر باشد، مناسب تر بوده و رتبه بهتری به آن اختصاص می یابد.

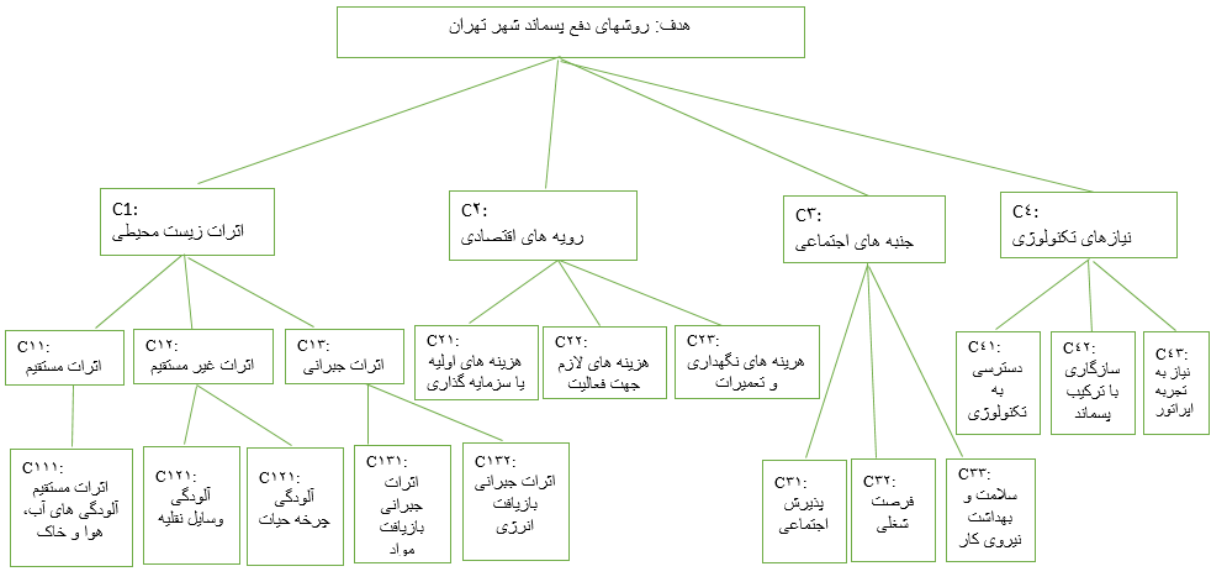
www.SID.ir

Archive of SID

بکارگیری روش ارسته با داده های فازی برای الویت بندی دفع نهائی پسماند شهر تهران

پنج روش دفع نهائی پسماند شهر تهران عبارتند از دفن در زمین(A_1)، سوزاندن بدون استحصال انرژی(A_2)، بازیافت مواد و دفن بقا در زمین(A_3)، تولید RDF (A_4) و تولید کمپوست (A_5) می باشد که به عنوان گزینه های تصمیم گیری در نظر گرفته شده است. (دهقانی کاظمی, یگانه کیا, جعفری, & صالحی, 1391)

همچنین ، معیارهای اصلی عبارتنداز :اثرات زیست محیطی (C_1)، رویه های اقتصادی (C_2) ، جنبه های اجتماعی (C_3)و نیازهای تکنولوژیکی(C_4) . با توجه به اینکه گزینه ها را بر اساس این معیارها به طور دقیق نمی توان مقایسه کرد لذا هریک از این معیارها را به یک سری زیر معیار تجزیه کرده ایم. در شکل 1معیارها و زیر معیارهای روش دفع پسماند شهر تهران نمایش داده شده است.



شکل 1: ساختار مدل مفهومی‌پیشنهادی برای روشهای دفع پسماند شهر تهران

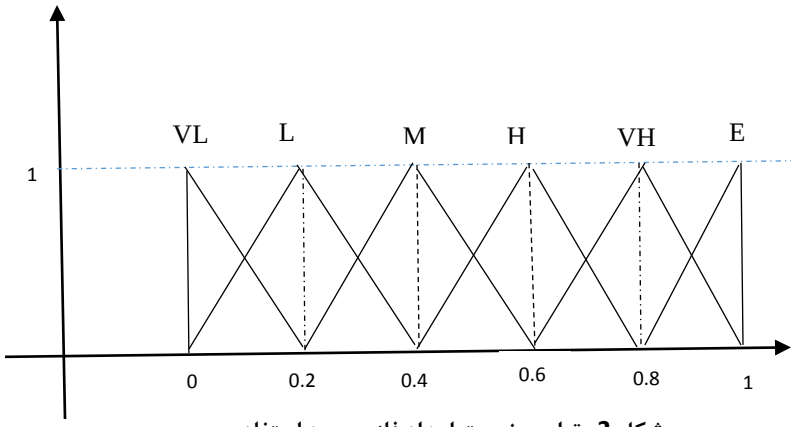
با توجه به نظر کارشناسان، میزان الویت گزینه ها در برآورد نمودن معیارهای تصمیم در جدول1 و نیز توابع عضویت اعداد فازی در شکل 2 آورده شده است.

جدول1. عبارت های زبانی و اعداد فازی معادل آنها (دهقانی کاظمی, یگانه کیا, جعفری, & صالحی, 1391)

عبارت های	عدد فازی
خیلی کم(VL)	(0,0,0.2)
کم(L)	(0,0.2,0.4)
متوسط(M)	(0.2,0.4,0.6)
زیاد(H)	(0.4,0.6,0.8)
خیلی زیاد(VH)	(0.6,0.8,1)
عالی(E)	(0.8,1,1)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 2 . توابع عضویت اعداد فازی مورد استفاده

با توجه به اینکه اعداد فازی مورد استفاده در بازه صفر و یک هستند بنابراین ماتریس فازی نرمال نیز هست و نیازی به نرمال سازی مجدد نیست.

در جدول 2ماتریس تصمیم گیری فازی به صورت زیر آورده شده است.

جدول 2. ماتریس تصمیم گیری فازی

	C_1					C_2		
	C_{11}	C_{12}		C_{13}		C_{21}	C_{22}	C_{23}
	C_{111}	C_{121}	C_{122}	C_{131}	C_{132}			
A_1	(۰٫۰۰۰۶٫۰٫۰۰۱۲۱)	(۰٫۰۰۰۲٫۰٫۰۰۰۳٫۰٫۰۰۰۵)	(۰٫ ۰٫۰۰۰۷٫ ۰٫۰۰۱۴)	(۰٫۰۰۰۴٫۰٫۰۰۰۳)	(۰٫ ۰٫ ۰٫۰۰۰۲)	(۰٫۰۰۷۵٫ ۰٫۰۱٫ ۰٫۰۱۲۵)	(۰٫۰۰۱۳٫ ۰٫۰۰۲۶٫ ۰٫۰۰۳۹)	(۰٫۰۰۳۲٫ ۰٫۰۰۴۳٫ ۰٫۰۰۵۴)
A_2	(۰٫۰۰۰۶٫۰٫۰۰۱۲۱)	(۰٫۰۰۰۴٫۰٫۰۰۰۵٫۰٫۰۰۰۶)	(۰٫۰۰۰۷٫۰٫۰۰۱۴٫۰٫۰۰۲۱)	(۰٫۰۰۰۴٫۰٫۰۰۰۳)	(۰٫ ۰٫ ۰٫۰۰۰۲)	(۰٫۰۰۲۵٫ ۰٫۰۰۵٫ ۰٫۰۰۷۵)	(۰٫۰۰۲۶٫ ۰٫۰۰۳۹٫ ۰٫۰۰۵۲)	(۰٫۰۰۳۲٫ ۰٫۰۰۴۳٫ ۰٫۰۰۵۴)
A_3	(۰٫۰۰۶٫۰٫۰۰۱۲۱٫۰٫۰۰۱۸۱)	(۰٫۰۰۰۵٫۰٫۰۰۰۶٫۰٫۰۰۰۸)	(۰٫۰۰۱۴٫۰٫۰۰۲۱٫۰٫۰۰۲۸)	(۰٫۰۰۱۱٫ ۰٫۰۰۱۴٫ ۰٫۰۰۱۴)	(۰٫ ۰٫ ۰٫۰۰۰۲)	(۰٫۰۰۵٫ ۰٫۰۰۷۵٫ ۰٫۰۱)	(۰٫۰۰۲۶٫ ۰٫۰۰۳۹٫ ۰٫۰۰۵۲)	(۰٫۰۰۲۱٫ ۰٫۰۰۳۲٫ ۰٫۰۰۴۳)
A_4	(۰٫۰۱۲۱٫۰٫۰۱۸۱٫۰٫۰۲۴۱)	(۰٫۰۰۰۵٫۰٫۰۰۰۶٫۰٫۰۰۰۸)	(۰٫۰۰۱۴٫۰٫۰۰۲۱٫۰٫۰۰۲۸)	(۰٫ ۰٫۰۰۰۳٫ ۰٫۰۰۰۶)	(۰٫۰۰۰۹٫ ۰٫۰۰۱۲٫ ۰٫۰۰۱۲)	(۰٫ ۰٫۰۰۲۵٫ ۰٫۰۰۵)	(۰٫۰۰۱۳٫ ۰٫۰۰۲۶٫ ۰٫۰۰۳۹)	(۰٫۰۰۱۱٫ ۰٫۰۰۲۱٫ ۰٫۰۰۳۲)
A_5	(۰٫۰۱۲۱٫۰٫۰۱۸۱٫۰٫۰۲۴۱)	(۰٫۰۰۰۲٫۰٫۰۰۰۳٫۰٫۰۰۰۵)	(۰٫۰۰۱۴٫ ۰٫۰۰۲۱٫ ۰٫۰۰۲۸)	(۰٫۰۰۰۸٫ ۰٫۰۰۱۱٫ ۰٫۰۰۱۴)	(۰٫۰۰۰۸٫ ۰٫۰۰۱۱٫ ۰٫۰۰۱۴)	(۰٫ ۰٫۰۰۲۵٫ ۰٫۰۰۵)	(۰٫ ۰٫۰۰۱۳٫ ۰٫۰۰۲۶)	(۰٫۰۰۱۱٫ ۰٫۰۰۲۱٫ ۰٫۰۰۳۲)

C_3			C_4		
C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}
(۰٫۰۲۲, ۰٫۰۳۳, ۰٫۰۴۴)	(۰٫۰۱۳, ۰٫۰۱۷, ۰٫۰۲۱)	(۰, ۰٫۰۲۱, ۰٫۰۴۲)	(۰٫۰٫۰۷۲, ۰٫۰۷۲)	(۰٫۰۶۸, ۰٫۰۹۱, ۰٫۱۱۴)	(۰٫۰۱۵, ۰٫۰۱۹, ۰٫۰۱۹)
(۰, ۰٫۰۱۱, ۰٫۰۲۲)	(۰٫۰۰۴, ۰٫۰۰۸, ۰٫۰۱۳)	(۰, ۰٫۰۲۱, ۰٫۰۴۲)	(۰٫۰۲۹, ۰٫۰۴۳, ۰٫۰۵۸)	(۰٫۰۲۳, ۰٫۰۴۶, ۰٫۰۶۸)	(۰٫۰۱۱, ۰٫۰۱۵, ۰٫۰۱۹)
(۰٫۰۳۳, ۰٫۰۴۴, ۰٫۰۵۵)	(۰٫۰۱۷, ۰٫۰۲۱, ۰٫۰۲۱)	(۰٫۰۴۲, ۰٫۰۶۴, ۰٫۰۸۵)	(۰٫۰۴۳, ۰٫۰۵۸, ۰٫۰۷۲)	(۰٫۰۹۱, ۰٫۱۱۴, ۰٫۱۱۴)	(۰٫۰۱۱, ۰٫۰۱۵, ۰٫۰۱۹)
(۰٫۰۳۳, ۰٫۰۴۴, ۰٫۰۵۵)	(۰٫۰۰۸, ۰٫۰۱۳, ۰٫۰۱۷)	(۰٫۰۶۴, ۰٫۰۸۵, ۰٫۱۰۶)	(۰, ۰٫۰۱۴, ۰٫۰۲۹)	(۰٫۰۴۶, ۰٫۰۶۸, ۰٫۰۹۱)	(۰٫۰۰۴, ۰٫۰۰۸, ۰٫۰۱۱)
(۰٫۰۲۲, ۰٫۰۳۳, ۰٫۰۴۴)	(۰٫۰۱۷, ۰٫۰۲۱, ۰٫۰۲۱)	(۰٫۰۶۴, ۰٫۰۸۵, ۰٫۱۰۶)	(۰٫۰۱۴, ۰٫۰۲۹, ۰٫۰۴۳)	(۰٫۰۶۸, ۰٫۰۹۱, ۰٫۱۱۴)	(۰٫۰۰۴, ۰٫۰۰۸, ۰٫۰۱۱)

ماتریس تصمیم گیری قطعی (مقادیر دفازی) گزینه‌ها به صورت زیر در جدول 3 محاسبه شده است.

جدول 3. ماتریس تصمیم گیری قطعی

	C_1					C_2			C_3			C_4		
	C_{11}	C_{12}		C_{13}		C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}
	C_{111}	C_{121}	C_{122}	C_{131}	C_{132}									
A_1	۰٫۰۰۶۰۳	۰٫۰۰۰۳۷	۰٫۰۰۰۷	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۶۷	۰٫۰۱	۰٫۰۰۲۶	۰٫۰۰۴۳	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۰۱۷	۰٫۰۰۲۱	۰٫۰۰۶۸	۰٫۰۰۹۱	۰٫۰۰۲
A_2	۰٫۰۰۶۰۳	۰٫۰۰۰۴۷	۰٫۰۰۱۴	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۶۷	۰٫۰۰۵	۰٫۰۰۳۹	۰٫۰۰۴۳	۰٫۰۰۱۱	۰٫۰۰۰۸	۰٫۰۰۲۱	۰٫۰۰۴۳	۰٫۰۰۴۵	۰٫۰۰۱
A_3	۰٫۱۲۰۷	۰٫۰۰۰۶۳	۰٫۰۰۲۱	۰٫۰۰۱۳	۰٫۰۰۰۰۶۷	۰٫۰۰۷۵	۰٫۰۰۳۹	۰٫۰۰۳۲	۰٫۰۰۱۴	۰٫۰۰۲	۰٫۰۰۶	۰٫۰۰۵۷	۰٫۰۱۰۸	۰٫۰۰۱
A_4	۰٫۱۸۱	۰٫۰۰۰۶۳	۰٫۰۰۲۱	۰٫۰۰۰۳	۰٫۰۰۱۱	۰٫۰۰۲۵	۰٫۰۰۲۶	۰٫۰۰۲۱۳	۰٫۰۰۱۴	۰٫۰۰۱۲	۰٫۰۰۸	۰٫۰۰۱۴	۰٫۰۰۶۸	۰٫۰۰۰۷۸
A_5	۰٫۱۸۱	۰٫۰۰۰۳۳	۰٫۰۰۲۱	۰٫۰۰۱۱	۰٫۰۰۰۰۶۷	۰٫۰۰۲۵	۰٫۰۰۱۳	۰٫۰۰۲۱۳	۰٫۰۰۱۴	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۸	۰٫۱۲	۰٫۰۰۹۱	۰٫۰۰۰۷۸

در جدول 4، وزن شاخصهای ماتریس تصمیم گیری توسط روش کریتیک (CRITIC) حاصل شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 4. وزن شاخص های تصمیم گیری با استفاده از روش کریتیک

STD	$\sum_{k=1}^{n}(1-r_{jk})$		W
0.100082927	11.367373	1.13767998	0.063829011
0.070345924	12.976789	0.91286424	0.051215828
0.074535599	11.006732	0.82039336	0.046027792
0.20678473	9.2756462	1.918062	0.107611985
0.260567042	13.187018	3.43610233	0.192780939
0.118530953	13.765214	1.63160397	0.091540389
0.076060002	14.742263	1.12129653	0.062909826
0.052615234	16.310971	0.85820555	0.048149227
0.081649658	10.003309	0.81676673	0.045824321
0.065001707	9.4706534	0.61560863	0.034538439
0.117349475	10.822618	1.27002855	0.071254367
0.132579559	12.188127	1.61589648	0.090659128
0.05992799	9.3947637	0.56300931	0.031587378
0.073728291	15.0058	1.106352	0.06207137

به منظور ایجاد ساختار ترجیحی مجزا بر روی مجموعه شاخص ها و گزینه ها، ابتدا بایستی دو ساختار ترجیحی r_k و $r_k(m)$ از مجموعه شاخص ها و گزینه ها تشکیل می دهیم. برای تعیین ساختار ترجیحی r_k از اوزان به دست آمده استفاده می کنیم. از آنجایی که وزن شاخص C_{132} از سایر شاخص ها بیشتر است در صدر ساختار ترجیحی قرار گرفته و سایر شاخص ها با کاهش وزن مرتب می شوند. ساختار ترجیحی بر روی شاخص ها به صورت زیر است:

$$C_{132}\ P\ C_{131}\ P\ C_{21}\ P\ C_{41}\ P\ C_{33}\ P\ C_{111}\ P\ C_{22}\ P\ C_{43}\ PC_{121}\ P\ C_{23}\ P\ C_{122}\ P\ C_{31}\ P\ C_{32}\ P\ C_{42}$$

برای به دست آوردن رتبه بندی اولیه شاخص ها (r_k) به شاخص C_{33} با بیشترین ترجیح رتبه یک و به همین ترتیب با شاخص هایی با ترجیح پایینتر رتبه های بعدی اختصاص می یابد و در مورد شاخص هایی که رتبه یکسان دارند با روش بس سون یکسان می شود.

جدول 5. رتبه بندی اولیه شاخص ها (r_k)

شاخص	C_{111}	C_{121}	C_{122}	C_{131}	C_{132}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}
r_k	6	9	11	2	1	3	7	10	12	13	5	4	14	8

www.SID.ir

Archive of SID

رتبه بندی اولیه گزینه ها بر اساس تک تک شاخص ها $r_k(m)$ با استفاده از داده های ماتریس تصمیم گیری ساختار ترجیحی ایجاد می شود. به عنوان مثال بر اساس شاخص C_{111} ، گزینه A_4و A_5 از بالاترین ترجیح برخودارند که با روش میانگین رتبه های بس سون رتبه بندی می کنیم.

جدول 6. رتبه بندی اولیه گزینه ها بر مبنای تک تک شاخص ها $r_k(m)$

	C_1					C_2			C_3			C_4		
	C_{11}	C_{12}		C_{13}		C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}
	C_{111}	C_{121}	C_{122}	C_{131}	C_{132}									
A_1	٤,٥	٤	٥	٤,٥	٤	١	٣,٥	١,٥	٣,٥	٣	٤,٥	٢	٢,٥	١
A_2	٤,٥	٣	٤	٤,٥	٤	٣	١,٥	١,٥	٥	٥	٤,٥	٤	٥	٢,٥
A_3	٣	١,٥	٢	١	٤	٢	١,٥	٤	١,٥	١,٥	٣	٣	١	٢,٥
A_4	١,٥	١,٥	٢	٣	١,٥	٤,٥	٣,٥	٥	١,٥	٤	١,٥	٥	٤	٤,٥
A_5	١,٥	٥	٢	٢	١,٥	٤,٥	٥	٣	٣,٥	١,٥	١,٥	١	٢,٥	٤,٥

به فواصل منظور برآورد $d(0,m_k)$ بر روی مجموعه شاخص ها و گزینه ها از روش برآورد مستقیم خطی استفاده می شود. برای این منظور، میانگین حسابی میان شاخص ها r_k و رتبه گزینه ها در هر شاخص $r_k(m)$ را محاسبه کرده و حاصل را به عنوان مقدار فاصله از نقطه مبدا برای هریک از گزینه ها نسبت به هریک از شاخص ها نشان می دهیم.

جدول 7. برآورد فواصل $d(0,m_k)$ برای تمام گزینه ها نسبت به همه شاخص ها

حال برای انجام رتبه بندی $R(m_k)$ بر روی فواصل برآورد شده از میانگین رتبه های بس سون استفاده می شود تا رتبه های مطلق $R(m_k)$ در محدوده $[1,70]$ قرار گیرند.

جدول 8. رتبه بندی مطلق فواصل $R(m_k)$ با روش میانگین رتبه های بس سون

	C_1					C_2			C_3			C_4		
	C_{11}	C_{12}		C_{13}		C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}
	C_{111}	C_{121}	C_{122}	C_{131}	C_{132}									
A_1	٣٢	٤٦	٦٥	١٤	٦	٤	٦٧	١٢	٣٠	٦٥	٦٣	٤٠	٣٢	٢٧
A_2	٣٢	٤٢	٦١	١٤	٦	١٢	٥٣	٢٣	٣٠	٧٠	٦٨	٤٠	٢٥	٣٢
A_3	٢٧	٣٢	٤٦	٣	٦	٦	٥٣	١٨	٢٣	٥٩	٥١	٥٣	٢٥	٣٢
A_4	١٩	٣٢	٤٦	٦	١	١٩	٥٣	٢٧	١٤	٦٨	٥١	٦١	٣٢	٤٤
A_5	١٩	٥٣	٤٦	٤	١	١٩	٥٣	٦	١٤	٥٩	٦٣	٤٦	٤٢	٤٤

در جدول 9 مجموع رتبه های مطلق برای تمام گزینه ها به طور جداگانه طبق رابطه 7 محاسبه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 9. نتایج $R(m)$ برای تمام گزینه ها

گزینه ها	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
نتایج $R(m)$	503	508	434	473	469

در گام آخر، به منظور تعیین گزینه برتر نتایج حاصل از مرحله قبل را مورد بررسی قرار می دهیم. در این بخش هر چه قدر مجموع کمتر باشد ، گزینه رتبه بالاتری خواهد داشت. رتبه بندی نهایی توسط رویکرد چند شاخصه ارسته برای گزینه ها ی تصمیم موجود به صورت زیر است:

$$A_3 \gg A_5 \gg A_4 \gg A_1 \gg A_2$$

4- نتیجه گیری و پیشنهادها

ارزیابی و انتخاب روشهای دفع نهائی پسماند شهر تهران در این مقاله را می توان به عنوان یک مسئله تصمیم گیری چند شاخصه در نظر گرفت به طوری که با شناسائی شاخص های کلیدی ارزیابی این روشها، توالی بهینه اجرای روشهای دفع نهائی پسماند به دست می آید. از طرف دیگر اطلاعاتی که برای اتخاذ تصمیم مورد نیازند، همواره به صورت قطعی در اختیار تصمیم گیرنده قرار نمی گیرند و در بسیاری از شرایط واقعی با برآورد ها و تخمین های نادقیق و گنگ همراه می باشند. یکی از ابزارهای معمول در چنین شرایطی، به کارگیری مفاهیم منطق فازی می باشد که در این تحقیق از اعداد فازی استفاده شده است. از مزیت های روش ارسته نسبت به دیگر روشها می توان بی نیازی این روش از هر گونه اطلاعاتی به جز ماتریس تصمیم دانست.

با توجه به اینکه در این مقاله از روش برآورد مستقیم خطی برای برآورد فاصله ای استفاده شده است، به کارگیری دو روش برآورد دیگر نتایج مختلفی را ارائه می دهد که مقایسه نتایج محاسبه با این سه زوش با یکدیگر می تواند مبنائی برای انجام پژوهش های بعدی باشد.

5- مراجع

Abduli M. A. et al. (2011). Life cycle assessment (LCA) of solid waste management strategies in Tehran: landfill and composting plus landfill. *Environmental Monitoring and Assessment*, 487-498.

Municipal solid waste manage-ment in Tehran: Current practices, opportunities .(1993) Bedeck .Jim. .67 ,*IEEE Transactions on fuzzy systems* and challenges.

Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. .(1995) DETERMINING OBJECTIVE WEIGHTS IN MULTIPLEE CRITERIA PROBLEMS: THE CRITIC METHOD. *Computers Ops Res*.770-763 ,

www.SID.ir

Archive of SID

Harati S.A. N. et al. (2007).). Landf ill gas extraction potential from conventional landfills -case study of Kahrizak landfills. *Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium.* Sardinia.

hokkanen J. et al. (1995). The choice of a solid waste management system using the ELECTRE II decision-aid method. *Waste Management and Research*, 175-193.

Hokkanen J., & P.salminen. (1997). Choosing a solid waste management system using multicriteria decision analysis. *European Journal of Operational Research*, 19-36.

Isablle. D.L, & Pastijn. H. (2002).) Selection land mine detection strategies by means of outranking MCDM techniques. *European Journal of Operations Reasearch*, 327-338.

M. Fasanghari, M. Mohamedpour, & M. A. Mohamedpour. (2009). A Novel Method Combining ORESTE, Fuzzy Set Theory, and TOPSIS Method for Ranking the Information and Communication Technology Research Centers of Iran. *Sixth International Conference on Information Tochnology: New Generations.*

Mahdavi Damghani A.et al. (2008). Municipal solid waste manage-ment in Tehran: Current practices, opportunities and challenges. *Waste Management*, 929-934.

Mehmet Ekmekçiog˘ lu et al. (2010). Fuzzy multicriteria disposal method and site selection for municipal solid waste. *Wast Management*, 1729-1736.

Pastijn. H, & Leysen. J. (1989). Construction an outranking relation with ORESTE. *Mathematical Computing Modelling*, 1255-1268.

Roubens. M. (1982). Preference relations on actions and criteria in multicriteria decision making. *European Journal of Operations Research*, 51-55.

تقی پوریان گیلانی, م. (1387). *بررسی مقایسه ای در ارزیابی کیفیت خدمات گمرکی با استفاده از داده های فازی و کلاسیک (مطالعه موردی: گمرکات استان مازندران).*

دهقانی کاظمی, و., یگانه کیا, ز., جعفری, ح., & صالحی, ا. (1391). کاربرد تکنیک های تکنیک های تصمیم گیری چندمعیاره و منطق فازی در انتخاب روش بهینه دفع نهائی پسماند شهر تهران. *دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست*, (ص. 12).

طاهری, س. (1386). ،" غیر فازي سازي ". *ششمین کنفرانس سیستمهاي فازي ایران و نخستین کنفرانس سیستم های فازی در جهان اسلام*, (ص. 279).

محامدپور, م., & اصغری زاده, ع. (1387). معرفی و بکارگیری روش تصمیم گیری چند شاخصه " ارسته" جهت رتبه بندی پژوهشکده های تحقیقاتی. *دانشور رفتار مدیریت و پیشرفت*.

www.SID.ir