مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره ششم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۲، صفحات۳۴۱ تا ۳۵۲

مقایسه دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در مکانیابی محل دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی: انتخاب محل دفن پسماند شهری کرج)

مرضیه مهتابی اوغانی[۱]، اکبر نجفی[۲]، حبیب اله یونسی[۳]

دریافت: ۹۰/۱۲/۱۰ پذیرش: ۹۱/۰۳/۰۸

چکیده:

زمینه و هدف: امروزه دفن پسماندها به دلیل هزینه پایین تر و قبول طیف گسترده‌تری از پسماندها در بسیاری از کشورها، رایج ترین روش است. در مکان یابی محل دفن پسماند، پارامترهای گوناگونی مانند نیازمندیهای جوامع شهری، دولتی و قوانین زیست محیطی و تعداد زیادی از معیارهای کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار می گیرند. به این منظور روش های متعدد تصمیم گیری چند معیاره در اولویت بندی مکان های مناسب بکار گرفته میشود. هدف از مطالعه حاضر بررسی کارایی دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و روش تاپسیس در اولویت بندی گزینه های دفن پیشنهادی در فرآیند مکان یابی دفن زباله است. از این رو جهت انجام این بررسی، در تحقیق حاضر از این دو روش برای تعیین اولویت گزینه‌های دفن در کرج با توجه به معیارهای مدنظر استفاده شد.

روش بررسی: در این منطقه از روی‌هم گذاری لایه های اطلاعاتی (نقشه های رقومی) و بکارگیری توابع پرس و جو در نرم افزار Arc GIS۹،۲، ۴ منطقه در جنوب محدوده مورد مطالعه (کرج) شناسایی شدند. سپس اولویت بندی گزینه ها با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس انجام و نتایج با یکدیگر مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفتند.

یافته ها: براساس نتایج روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اولویت گزینه ها به ترتیب گزینه ۳ و ۲ و ٤ و ۱ است در حالی‌که در روش تاپسیس، ترتیب اولویت گزینه ها به صورت ٤ و ۳ و ۲ و ۱ است. یافته های این بررسی مبین این واقعیت است که هر دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در اولویتبندی گزینه های دفن، روشهای مناسبی هستند.

نتیجه گیری: به دلیل اینکه در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، وزندهی به گزینه ها با مقایسه زوجی گزینه ها نسبت به هدف صورت میگیرد و همچنین گزینه ها نسبت به تک تک معیارها مورد مقایسه زوجی، ارزیابی و امتیازدهی قرار می گیرند، این روش در این پژوهش از کارایی مناسبی برخوردار است و نتایج نهایی از دقت و اطمینان بالاتری برخوردار است.

واژگان کلیدی: فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، پسماند جامد شهری، تاپسیس، مکان دفن، سامانه اطلاعات جغرافیایی

۱-کارشناس ارشد محیطزیست- دانشگاه تربیت مدرس، مازندران- نور
۲-(نویسنده مسئول): دکترای مهندسی جنگلداری، استادیار گروه جنگلداری- دانشگاه تربیت مدرس- مازندران- نور *marziehmahtabi@yahoo.com*
۳-دکترای بیوتکنولوژی، دانشیار گروه محیط زیست- دانشگاه تربیت مدرس- مازندران- نور

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-17]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.7.7]

مقدمه

با توجه به توسعه بی رویه شهرها، فقدان الگوی صحیح مصرف و رشد روزافزون تولید پسماندها و همچنین مشکلات و نارسایی های سیستم مدیریت پسماندها، در حال حاضر منطقی ترین و کم هزینه ترین روش برای دفع پسماندهای شهری، دفن بهداشتی است. دفن بهداشتی پسماندهای شهری مانند هر پروژه مهندسی دیگر به اطلاعات پایه و برنامه ریزی دقیق نیازمند است. در فرایند انتخاب مدفن بهداشتی پسماند، تعدد پارامترها و ارتباطات پیچیده بین آنها کارشناسان را به سمت استفاده از سیستمی سوق می دهد که بتواند پارامترهای مختلف، میزان تأثیر هر یک و روابط آنها را در کنار دقت قابل قبول و سرعت کافی تحلیل نماید. از جمله رویکردهایی که مورد استقبال زیاد قرار گرفته استفاده از مدل های تصمیم گیری در سامانه اطلاعات جغرافیایی است (۱۶). با توجه به حجم زیاد داده ها و نیاز به پردازش اطلاعات در فرآیند مکان یابی محل دفن و لزوم اولویت بندی گزینه های دفن پیشنهادی، می توان از GIS و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP: Analytic Hierarchy Process) و روش وزن دهی افزودنی ساده (WLC: Weighted Linear Combination)، استفاده نمود. Sener (۲۰۰۶) و همکاران (۲۵). استفاده همزمان از قابلیت سامانه اطلاعات جغرافیایی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و منطق فازی را پیشنهاد نمودند(Gemitzi (Fuzzy Logic و همکاران (۲۰۰۷)(۹) و Onut و همکاران (۲۰۰۸)(۱۹) نیز استفاده از روش تاپسیس فازی و AHP را جهت انتخاب گزینه بهینه دفن مورد بررسی و تایید قرار دادند. در ایران نیز، از قابلیتهای GIS و AHP جهت پردازش داده ها و غربال مناطق دارای پتانسیل و اولویت-بندی مکانهای دفن پیشنهادی استفاده شده است (Panahandeh و همکاران (۲۰۱۰)(۲۱)، Khorshiddoost و همکارش (۲۰۰۹)(۱۴)، Saeedi و همکاران (۲۰۰۹)(۲۴)، Javaheri و همکاران (۲۰۰۶)(۱۳)). همچنین Taherkhani (۲۰۰۷)(۲۷) در اولویت بندی مکانی استقرار صنایع تبدیلی کشاورزی در مناطق روستایی، Malekzadez (۲۰۰۸)(۱۷) جهت رتبه‌بندی ۶ شاخه صنعتی استان خراسان، Agahi و همکارش (۲۰۰۹)(۲) جهت ظرفیت سنجی و مکان یابی کارخانه قند سوم استان کرمانشاه، Iranzadeh و همکارش (۲۰۱۰)(۱۲) برای اولویت بندی عوامل مؤثر در توانمندسازی (مطالعه موردی: شرکت گاز استان آذربایجان شرقی) از تکنیک TOPSIS (Technique For Order preference By Similarity to Ideal) بهره بردند.

روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP): این روش نخستین بار توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰ مطرح شد(۲۳). در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی جهت وزن دهی معیارها و گزینه ها از روش مقایسه زوجی استفاده می شود. به این ترتیب که تصمیم گیرنده، معیارها و زیرمعیارهای هر معیار را فقط به صورت دو به دو مقایسه میکند و نیازی به وزن دهی همزمان تمام معیارها وجود ندارد. در این روش، وزن نسبی عناصر از طریق مقایسه زوجی هر سطح نسبت به عنصر مربوطه در سطح بالاتر تعیین می گردد. با محاسبه وزن عناصر هر سطح نسبت به سطح بالایی خود از طریق مقایسه زوجی و در نهایت تلفیق وزنهای نسبی، وزن نهایی هر گزینه محاسبه می گردد (۱۰).

روش تاپسیس: مدلهای متنوعی توسط Hwang (۱۹۸۱)(۱۱) پیشنهاد شده است که از جمله می توان به روش TOPSIS اشاره کرد. روش TOPSIS نیز، یک روش تصمیم سازی بسیار تکنیکی و قوی برای اولویت بندی گزینه ها از طریق شبیه نمودن به جواب ایده آل است. در این روش، گزینه انتخاب شده بایستی کوتاه‌ترین فاصله را از جواب ایده آل و دورترین فاصله را از ناکارآمدترین جواب داشته باشد.

این پژوهش بر آن است؛ کارایی دو ابزار پشتیبان تصمیم (روش تاپسیس و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی) را در قالب تصمیم گیری چند معیاره در اولویت بندی گزینه های دفن پیشنهادی در منطقه مورد مطالعه، مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد. به این منظور از آن در تعیین مکان های مناسب در کرج استفاده شده است که در حال حاضر با مشکل محل دفن پسماند روبه رو است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ابتدا معیارهای مؤثر در انتخاب محل دفن در محدوده مورد مطالعه تعیین گردیدند. این معیارها با بررسی و استفاده از استانداردهای مختلف از جمله استانداردهای مربوط به سازمان حفاظت محیط‌زیست، وزارت کشور و استانداردهای جهانی و همچنین با مرور منابع (۱) و مطالعات انجام شده در خصوص فرآیند مکان یابی دفن پسماند (۲۵،۲۴،۲۱،۱۹،۱۴،۱۳،۹) در داخل و خارج کشور و نیز با بررسی شرایط منطقه مورد مطالعه و عوامل تاثیرگذار در منطقه مورد بررسی تدوین شدند، ۱۷ لایه مربوط به هر معیار (جدول شماره ۱) از سازمان های مربوطه تهیه، پردازش و به قالب‌برداری تبدیل شد. در ادامه با تلفیق این لایه‌ها در نرم افزار Arc GIS9.2 ، حداقل مساحت مناطق دفن پیشنهادی در محدوده مورد مطالعه مشخص شد. سپس برای بررسی کارایی و مقایسه نتایج دو روش تاپسیس و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در اولویت بندی گزینه های دفن پیشنهادی، از هر دو روش برای تعیین اولویت گزینه ها استفاده شد.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-17]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.7.7]

جدول ۱: معیارهای مورد استفاده در این مطالعه و حدود هر معیار

معیارهای مورد استفاده	مقدار (متر)	معیارهای مورد استفاده	مقدار (متر)
فاصله از قنات و چشمه و چاه	۲۰۰۰	فاصله از مناطق مسکونی	۱۶۰۰
عمق آب زیرزمینی	۱۶	منابع آب سطحی (رودخانه‌های درجه۱)	۱۵۰
فاصله منابع آب	۴۰۰	منابع آب سطحی (رودخانه‌های درجه ۲)	۱۰۰
راه آهن، بزرگراه، تونل، مترو	۴۰۰	خطوط انتقال نیرو	۵۰۰
جاده آسفالته درجه ۱	۴۰۰	شیب	۱۶٪ درصد
جاده آسفالته درجه ۲	۳۰۰	فاصله از مراکز باستانی	۳۰۰۰
راه شوسه	۱۰۰	توریسم	۳۰۰
فرودگاه	۵۰۰۰	گردشگری	۳۰۰
گسل اصلی	۲۰۰	فاصله از صنایع	۱۵۰۰
گسل فرعی	۱۵۰	فاصله از معدن	۱۰۰

در این مطالعه، معیارهای مورد استفاده در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر طبق جداول ۳ و ٤ طبقه بندی و بر اساس نظر کارشناسان به روش AHP از ۱ تا ۹ وزن دهی شد. برای تعیین ضریب اهمیت (وزن)معیارها وزیرمعیارها، چند روش وجود دارد که معمول ترین آنها، مقایسه دوتایی است. در این روش، معیارها دو به دو با یکدیگر مقایسه می شوند و درجه اهمیت هر معیار، نسبت به دیگری مشخص می‌شود. برای این کار، می توان از یک روش استاندارد (ارائه شده توسط ساعتی (۲۳)) استفاده کرد. روش کار به این ترتیب است که، به هر مقایسه دو دویی، یک عدد از ۱ تا ۹ نسبت داده می‌شود. معنی هر عدد در جدول شماره ۲ آورده شده است. پس از وزندهی، باید وزن ها را نرمالیزه کرد (۸).

جدول ۲: مقادیر ترجیحات و قضاوت کارشناسی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(٦و۷)

ترجیحات	مقدار عددی
کاملا مهم‌تر یا کاملا مطلوب‌تر	۹
اهمیت خیلی قوی	۷
اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مطلوب‌تر یا کمی مهم‌تر	۳
اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
اولویت بین فواصل	۸و۶،۴،۲

به منظور نرمالیزه کردن، می توان از روش های مختلفی استفاده کرد؛ در این پژوهش، از تقسیم هر وزن، بر مجموع وزن های همان ستون استفاده شده است (۸). بعد از تعیین ضرایب اهمیت معیارها و زیر معیارها، ضریب اهمیت گزینه ها را باید تعیین کرد. در این مرحله، ارجحیت هر یک از گزینه‌ها در ارتباط با هر یک از زیر معیارها و اگر معیاری زیر معیاری نداشته باشد مستقیما با خود آن معیار، مورد قضاوت و داوری قرار می گیرد. فرآیند به دست آوردن وزن (ضریب اهمیت) گزینه ها نسبت به هر یک از معیارها شبیه تعیین ضریب اهمیت معیارها نسبت به هدف است. در هر دو حالت، قضاوت ها بر مبنای مقایسه دو دویی معیارها، یا گزینه ها و بر اساس مقیاس ۹ کمیتی ساعتی صورت می پذیرد و نتیجه در ماتریس مقایسه دو دویی معیارها، یا گزینه‌ها ثبت می شود و از طریق نرمالیزه کردن ردیف های این ماتریس ها، ضرایب اهمیت مورد نظر به دست می آید (۷). مقایسه گزینه های مختلف، نسبت به زیر معیارها و معیارها (اگر معیاری زیر معیار نداشته باشد) صورت می پذیرد. در صورتی که مقایسه معیارها با یکدیگر، نسبت به هدف مطالعه صورت می پذیرد. در نهایت وزن معیارها و زیرمعیارها و گزینه ها و میزان ضریب سازگاری (CR: Consistency Ratio) با استفاده از نرم افزارهای Expert choice 9 و Excel محاسبه شد. لازم به ذکر است چنانچه نسبت سازگاری (CR) محاسبه شده کمتر از ۰/۱ باشد، مقایسه ها، پذیرفته شده و وزن های معیار استخراج می شود. اما در

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-17]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.7.7]

صورتی‌که CR> ۰/۱ باشد، می باید با اعمال تغییراتی در ماتریس دوتایی، CR را در حد قابل قبول تنظیم نمود(۶).

در روش TOPSIS، ماتریس $m \times n$ تصمیم گیری که دارای m گزینه و n معیار و سنجش است مورد ارزیابی قرار می گیرد. در این مدل جهت محاسبات ریاضی بایستی تمامی مقادیر نسبت داده شده به معیارها از نوع کمی بوده و در صورت کیفی بودن نسبت داده شده به معیارها، بایستی آنها را همانند جدول زیر به مقادیر کمی تبدیل نمود:

جدول ۳: تبدیل معیارهای کیفی به پارامترهای کمی(۱۵)

معیار کیفی	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
معادل کمی	۱	۳	۵	۷	۹

معیارها و شاخص ها نسبت به یکدیگر دارای ارجحیت و اهمیت یکسانی نیستند و در این روش، این نقص به کمک جدول اوزان شاخص ها حل شده است. برای انجام این کار در ابتدا جدول معیارها و گزینه های مورد بررسی تشکیل می شود.

در مرحله بعد، تمامی مقادیر تعلق گرفته به درایه های ماتریس تصمیم گیری، بایستی بر اساس معادله ۱ به مقادیر بدون بعد تبدیل شود.

$$R_{ij} = X_{ij} / (\sum_{i=j}^{m} (Xij)^2)^{1/2} \qquad (۱)$$
$$I = \{1, \ldots, m\} \quad J = \{1, \ldots, n\}$$

برای یکسان سازی دامنه همه معیارها، اعداد داخل جدول را نرمال کرده به گونه ای که دامنه همه معیارها به رنج ۱-۰ تبدیل شود. ماتریس نرمالیزه شده حاصل از این فرآیند را با حرف R نشان می-دهند. جهت هم ارزش کردن مقادیر درایه های ماتریس R، مجموعه اوزان پارامترهای W_j، به صورت نظیر به نظیر در ستون های این ماتریس ضرب می شود. مجموعه اوزان پارامترهای W_j دارای شرایط زیر است:

$$\Sigma W_j = 1$$
$$W = \{w_1, w_2, \ldots, w_n\} \Rightarrow \qquad (۲)$$
$$V_{11} = W_1 R_{11}, \ldots, V_{mn} = W_n R_{mn}$$

ماتریس به دست آمده از این فرآیند، ماتریس نرمالیزه و وزن دهی شده است که آن را با حرف V نشان می دهند. در مرحله بعد، جهت مشخص کردن برترین جواب ها و همچنین کم اولویت ترین جواب ها، با استفاده از معادله های ۳ و ۴، راه حل ایده آل و عکس راه‌حل ایده آل انتخاب میشود.

$A^{\times}$ و A^{-} به ترتیب نشان دهنده گزینه با بیشترین اولویت (جواب ایده آل مثبت) و گزینه با کمترین اولویت (بدترین جواب) است.

$$A^{*} = \{ (\text{Max } V_{ij} ; j \varepsilon J); (\text{Min } V_{ij}^{-} ; j^{-} \varepsilon J^{-}) \qquad (۳)$$
$$I = \{1,2,3,\ldots,m\})\}$$

$$A^{-} = \{ (\text{Min } V_{ij} ; j \varepsilon J); (\text{Max } V_{ij}^{-} ; j^{-} \varepsilon J^{-}) \qquad (۴)$$
$$I = \{1,2,3,\ldots,m\})\}$$

$$S_{i\,Min} = \sum_{j=1}^{m} (V_{ij} - V_{j\,Min})^2)^{1/2} \qquad (۵)$$
$$I = \{1, \ldots, m\}$$

$$S_{i\,Max} = \sum_{j=1}^{m} (V_{ij} - V_{j\,Max})^2)^{1/2} \qquad (۶)$$
$$I = \{1, \ldots, m\}$$

در گام بعد جهت محاسبه فاصله هر گزینه با توجه به نوع آن (سود و یا هزینه) با جواب برتر (ایده‌آلترین ویابدترین) با استفاده از روش فاصله اقلیدوسی (n بعدی) بر اساس معادله۴و۵ محاسبه می شود:

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-17]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.7.7]

$S_{i\,Min}$ فاصله گزینه (i) با برترین جواب است. $S_{i\,Min}$ فاصله گزینه (i) با بدترین جواب است.

$$C^{*}_{i} = S_{i\,Min} / (S_{i\,Max} + S_{i\,Min})$$
$$I = \{1, \ldots, m\} \qquad (۷)$$

در این مرحله با استفاده از پارامتر $C^{\times}_{i}$ (معادله (۷)) میزان نزدیکی نسبی گزینه ها با جواب ایده آل محاسبه می شود.

جهت مرتب کردن و اولویت بندی گزینه ها، مقادیر به دست آمده $C^{\times}_{i}$ به ترتیب بزرگی اعداد مرتب می شود، لذا اهمیت و اولویت گزینه ها بستگی به بزرگی اعداد آنها داشته و هر آنکه بزرگ‌تر است دارای اولویت و اهمیت بیشتری جهت انتخاب است. برای ایجاد شرایط یکسان مقایسه دو روش، معیارها در هر دو روش همانند هم در نظر گرفته شد (۳و۴).

با توجه به مهاجرپذیری و افزایش جمعیت در شهر کرج در سال‌های اخیر و به دنبال آن افزایش میزان تولید پسماند در آن، و نیز با توجه به پر شدن فضای محل دفن فعلی این شهر (حلقه دره) و ضرورت انتخاب محل دفن دیگر، مکان یابی و اولویت بندی گزینه ها جهت مقایسه این دو روش در کرج انجام شد.

جدول ۴: وزن معیارها و زیر معیارها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

معیارهای اصلی	وزن معیارهای اصلی	زیرمعیارهای سطح اول	وزن زیر معیارهای سطح اول معیار	زیر معیارهای سطح دوم	وزن زیر معیارهای سطح دوم
معیار هوا و اقلیم	۰/۰۷	دما	۰/۱۱		
		باد	۰/۵۲		
		بارش	۰/۳۸		
معیار ویژگی شکل زمین	۰/۳۳	عمق خاک	۰/۱۷		
		نفوذپذیری خاک	۰/۳۴		
		شیب زمین	۰/۱۸		
		کاربری اراضی	۰/۱۴		
		فاصله از گسل	۰/۰۸		
		فاصله از دشت سیلابی	۰/۰۹		
معیار هیدرولوژی و هیدروژئولوژی	۰/۴۴	عمق آب زیرزمینی	۰/۴۱		
		فاصله از منابع آب سطحی	۰/۲۸		
		فاصله از قنات و چشمه و چاه	۰/۳۱		
معیار اقتصادی- اجتماعی	۰/۱۶	دسترسی	۰/۵۳	فاصله از مناطق مسکونی	۰/۶۸
				فاصله از شبکه راه‌ها	۰/۳۲
		فاصله از تأسیسات	۰/۲	شامل ۶ زیر معیار	
		قابلیت دید	۰/۲۷	قابلیت دید از مناطق مسکونی	۰/۶۸
				قابلیت دید از شبکه راه‌ها	۰/۳۲

وزن معیارها اهمیت آنها را نسبت به هم نشان می‌دهد و مجموع وزن آنها در هر سطر برابر یک است

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-17]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.7.7]

یافته‌ها

با توجه به نرخ رشد جمعیت محاسبه شده در کرج (r = ۰ /٤۰۸) بر مبنای آمارهای جمعیتی موجود (٢٦) و نیز با توجه به میزان سالانه تولید پسماند (٥١١٠٠٠ تن در سال (٢٢)) در محدوده مورد مطالعه، حداقل مساحت مورد نیاز محل دفن برای یک دوره ۲۰ ساله در شهر کرج برابر ha ۲۵۰/۰٦ محاسبه شد. پس از آماده سازی لایه های اطلاعاتی و انجام عملیات رویهم گذاری لایه ها و بکارگیری توابع پرس و جو در محیط نرم افزار Arc GIS 9.2، ٤ منطقه با مساحت بیش از ha ۲۵۰ در محدوده جنوب غربی محدوده مطالعاتی یافت شد. معیارهای مورد استفاده جهت اولویت بندی گزینه های دفن پیشنهادی و میزان وزن هر یک در روش AHP در ادامه در جداول ۴ و ۵ آورده شده است.

همانطور که از داده های جدول ٤ و ٥ مشخص است در منطقه مورد مطالعه، معیار هیدرولوژی و هیدروژئولوژی بیشترین وزن و معیار هوا و اقلیم کم‌ترین وزن را کسب کردند. همچنین در اولویت بندی گزینه ها با استفاده از AHP، گزینه ۳ (نمکزار کفه ۱) بالاترین اولویت را به دست آورد و پس از آن گزینه ۲ (صخره و بیرون زدگی) و گزینه ٤ (نمکزار کفه ۲) و گزینه ۱ (زمین باز شیب-دار) اولویت های بعدی را کسب نمودند.

مناطق چهارگانه با استفاده از روش تاپسیس نیز اولویت بندی شدند. در ادامه جدول شماره ٦، ماتریس R (ماتریس نرمالیزه شده) را نشان می دهد.

جدول ٥: وزن زیر معیار فاصله ار تأسیسات با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

وزن معیار فاصله از تأسیسات	وزن نهایی
فاصله از صنایع	۰/۰۸
فاصله از معادن	۰/۰۵
فاصله از خطوط انتقال نیرو	۰/۰۶
فاصله از فرودگاه	۰/۲۵
فاصله از آثار باستانی و اکوسیستم‌های حساس	۰/۲۸
فاصله از مراکز گردشگری	۰/۲۹

جدول ٦: ماتریس R در ماتریس TOPSIS

گزینه‌ها	فاصله از منابع آب سطحی	فاصله از آب زیرزمینی	فاصله از قنات و چشمه و چاه	عمق خاک	نفوذپذیری خاک	شیب زمین	کاربری اراضی مناطق دفن پیشنهادی	فاصله از گسل‌های اصلی و فرعی	فاصله از دشت سیلابی	فاصله از صنایع	فاصله از معادن
۱	۰/۶۱۵	۰/۴۵۴	۰/۵	۰/۰۷۸	۰/۰۷۸	۰/۵۱۳	۰/۲۲۳۶	۰/۵	۰/۵۵۶	۰/۵۲۶	۰/۵۲۶
۲	۰/۶۱۵	۰/۵۳	۰/۵	۰/۰۷۸	۰/۴۵۶	۰/۵۱۳	۰/۲۲۳۶	۰/۵	۰/۵۵۶	۰/۵۲۶	۰/۵۲۶
۳	۰/۴۱	۰/۶۰۶	۰/۵	۰/۷۰۲	۰/۷۰۲	۰/۵۱۳	۰/۶۷	۰/۵	۰/۴۹۴	۰/۵۲۶	۰/۵۲۶
۴	۰/۲۷۳	۰/۳۷۹	۰/۵	۰/۷۰۲	۰/۷۰۲	۰/۵۱۳	۰/۶۷	۰/۵	۰/۳۷	۰/۴۰۹	۰/۴۰۹
گزینه‌ها	فاصله از فرودگاه	فاصله از خطوط انتقال نیرو	فاصله از مراکز گردشگری	فاصله از آثار باستانی و اکوسیستم‌های حساس	دما	باد	بارش	فاصله از جاده‌های اصلی و فرعی	فاصله از مناطق مسکونی	قابلیت دید از جاده‌ها	قابلیت دید از مناطق مسکونی
۱	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۴۶۹	۰/۴۶۲	۰/۵	۰/۱۰۹	۰/۴۸۵	۰/۵۱۳	۰/۵۲۶
۲	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۴۶۹	۰/۷۷۱	۰/۵	۰/۱۰۹	۰/۵۸۲	۰/۵۱۳	۰/۵۲۶
۳	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵۲۸	۰/۳۰۸	۰/۵	۰/۱۰۹	۰/۵۸۲	۰/۵۱۳	۰/۵۲۶
۴	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵۲۸	۰/۳۰۸	۰/۵	۰/۹۸۱	۰/۲۹۱	۰/۴۵۶	۰/۴۰۹

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-17]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.7.7]

جدول شماره ۷، وزن معیارها را در روش تاپسیس نشان می دهد. معیارها با استفاده از نظر کارشناسی و بر مبنای میزان اهمیت هر پارامتر در انتخاب محل دفن، از ۰ تا ۱۰۰ وزن‌دهی شده و وزن ها با روش نرمالیزه درصدی نرمالیزه شده است.

همان‌طورکه از داده های جدول ۷ مشخص است بر طبق نظر کارشناسان، معیار عمق آب زیرزمینی و پس از آن معیار فاصله از منابع آب سطحی بیشترین وزن را به خود اختصاص دادند و معیار دما کم‌ترین وزن را به خود اختصاص داده است. جدول شماره ۸، راه‌حل ایده آل و عکس راه‌حل ایده‌آل را در روش تاپسیس برای گزینه های دفن نشان میدهد. با استفاده از داده های جدول شماره ۸، راه‌حل ایده آل و راه‌حل عکس ایده آل برای هر گزینه در هر معیار محاسبه می شود.

همان‌طورکه از داده‌های جدول شماره ۹ در ادامه مشخص است در اولویت‌بندی گزینه‌های دفن با استفاده از روش تاپسیس، ترتیب اولویت گزینه‌ها به ترتیب گزینه ٤ و ۳ و ۲ و ۱ است. نتایج نهایی اولویت‌بندی گزینه ها با استفاده از روش تاپسیس، برتری گزینه ٤ را در بین گزینه های دفن پیشنهادی نشان داد. گزینه برتر (نمکزار کفه ۲)، کم‌ترین فاصله از راه‌حل ایده آل و بیشترین فاصله با عکس راه‌حل ایده آل را خواهد داشت. پس از آن نمکزار کفه ۱ (گزینه ۳) بالاترین اولویت را کسب نمود و به ترتیب منطقه ٤ مناسب ترین و منطقه ۱ نامناسب ترین گزینه هستند. به طور کلی در ٤ گزینه مورد بررسی، گزینه ۳ و ٤ (نمکزار کفه ۱ و نمکزار کفه ۲)، از نظر پارامتر زمین شناسی ویژگی های یکسان بسیاری دارند به طوری‌که می توان این دو منطقه را از نظر این پارامتر در یک گروه قرار داد. از طرفی اولویت سوم (صخره و بیرون زدگی) و اولویت چهارم (زمین باز شیب دار) از نظر پارامتر زمین شناسی نسبت به دو گزینه دیگر وضعیت نامناسب‌تری دارند.

جدول ۷: وزن معیارهای مورد استفاده در روش TOPSIS

عناوین معیارها	فاصله از منابع آب سطحی	عمق آب زیرزمینی	فاصله از قنات و چشمه و چاه	عمق خاک	نفوذپذیری خاک	شیب زمین	کاربری اراضی مناطق دفن پیشنهادی	فاصله از گسل	فاصله از دشت سیلابی	فاصله از صنایع	فاصله از معادن
وزن معیارها	۹۰	۹۳/۵	۷۶/۵	۷۹	۸۷/۵	۷۶/۵	۷۹	۷۷/۵	۸۳/۵	۶۳/۵	۵۹
وزن نرمالیزه شده	۰/۰۵۳	۰/۰۵۵	۰/۰۴۵	۰/۰۴۷	۰/۰۵۲	۰/۰۴۵	۰/۰۴۷	۰/۰۴۶	۰/۰۴۹	۰/۰۳۷	۰/۰۳۵
عناوین معیارها	فاصله از فرودگاه	فاصله از خطوط انتقال نیرو	فاصله از مراکز گردشگری	فاصله از آثار باستانی و اکوسیستم‌های حساس	دما	باد	بارش	فاصله از جاده‌های اصلی و فرعی	فاصله از مناطق مسکونی	قابلیت دید از جاده‌ها	قابلیت دید از مناطق مسکونی
وزن معیارها	۷۲/۵	۵۶	۸۲/۵	۸۸/۵	۵۵	۷۸/۵	۷۵	۷۸/۵	۸۶/۵	۶۱/۵	۸۰
وزن نرمالیزه شده	۰/۰۴۳	۰/۰۳۳	۰/۰۴۹	۰/۰۵۲	۰/۰۳۲	۰/۰۴۶	۰/۰۴۴	۰/۰۴۶	۰/۰۵۱	۰/۰۳۶	۰/۰۴۷

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-17]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.7.7]

جدول ۸: فاصله ها گزینه ها با راه حل ایده آل و عکس راه‌حل ایده آل

شماره گزینه‌ها	گزینه‌ها	راه‌حل ایده‌آل	عکس راه‌حل ایده‌آل
۱	زمین باز شیب‌دار	۰/۰۶۴	۰/۰۲۵
۲	صخره و بیرون‌زدگی	۰/۰۶۳	۰/۰۳۴
۳	نمکزار کفه ۱	۰/۰۴۶	۰/۰۵۳
۴	نمکزار کفه ۲	۰/۰۳۶	۰/۰۶۲

بحث

مقایسه نتایج دو روش نشان می دهد که در هر دو روش، گزینه ۱ پایینترین اولویت را به دست آورد. در روش AHP، گزینه ۳ اولویت اول را کسب نمود در حالی‌که در روش تاپسیس، گزینه ۴ اولویت اول را به دست آورد.

بر اساس نتایج هر دو روش، معیار هیدرولوژی بیشترین وزن و معیار هوا و اقلیم کم‌ترین وزن را به دست آورد. از اینرو، نزدیکی موقعیت گزینه های دفن پیشنهادی سبب شده وزن چهار نقطه دفن از نظر معیارهای اصلی اقتصادی-اجتماعی و اقلیم در روش AHP نزدیک

جدول ۹: اولویت بندی نهایی مناطق با استفاده از روش TOPSIS و AHP

اولویت‌بندی مناطق با استفاده از AHP			اولویت‌بندی مناطق با استفاده از روش TOPSIS			
شماره گزینه	کاربری فعلی	وزن گزینه‌ها	شماره گزینه	کاربری فعلی	وزن گزینه‌ها	مساحت مناطق بر حسب اولویت گزینه‌ها در TOPSIS (ha)
۳	نمکزار کفه ۱	۰/۳۲۵	۴	نمکزار کفه ۲	۰/۶۳	۳۴۵/۸
۲	صخره و بیرون-زدگی	۰/۲۳۸	۳	نمکزار کفه ۱	۰/۵۳	۴۳۲/۶
۴	نمکزار کفه ۲	۰/۲۲۷	۲	صخره و بیرون-زدگی	۰/۳۵	۲۶۵/۲
۱	زمین باز شیب‌دار	۰/۲۱	۱	زمین باز شیب‌دار	۰/۲۸	۲۹۱/۰۲

هم باشد و معیارهای اقلیم و اقتصادی-اجتماعی وزن کمتری را به خود اختصاص داده‌اند و بعبارت دیگر در اولویت‌بندی گزینههای دفن سهم کمتری دارند. تعیین مؤثرترین معیار در پهنه بندی امکان احداث محل دفن تابعی از ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه است. همچنین در انتخاب محل دفن زباله، Khorshiddoost و همکارش (۲۰۰۹)(۱٤) در شهر بناب (واقع در جنوب آذربایجان شرقی) معیار ژئومورفولوژی، Panahandeh و همکاران (۲۰۰۹)(۲۱) در سمنان معیار فاصله از گسل و سپس فاصله از اماکن مسکونی و جمعیتی، را به عنوان مهم‌ترین پارامتر تأثیرگذار و محدودکننده معرفی نمودند.

در بررسی نتایج این دو روش باید اذعان نمود؛ روش AHP بر مبنای سه اصل تجزیه، مقایسه جفتی، جمع بندی و اولویت بندی گزینه ها استوار است. در این روش معیارهایی که دارای اهمیت بیشتری هستند، در ردیف‌های بالاتر این ساختار شاخه‌ای قرار می‌گیرند.

از آنجایی که مبنای تمامی محاسبات در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، نظر کارشناسی است، برخلاف روش تاپسیس که بیشتر بر مبنای محاسبات ریاضی بنا نهاده شده، نتایج دارای انعطاف پذیری است و این ویژگی از نقاط قوت این روش محسوب می‌شود. همچنین، استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی این قدرت را به تصمیم‌گیری می‌دهد که عوامل مهم‌تری که از نظر کارشناسی مسئله مکان یابی را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهند با همان اهمیت در مسئله مورد بررسی قرار گیرد. در ادامه این نکته را باید ذکر نمود که هر دو روش مورد بررسی از روش های کاربردی در فرآیند تصمیم گیری چند معیاره هستند و در هر دو روش، معیارهای کمی و کیفی در ارزیابی به صورت همزمان دخالت دارند.

در روش تاپسیس نیز، عملکرد سیستم به صورت مطلوب و قابل قبول است. در این روش اطلاعات ورودی را می توان تغییر داد و

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-17]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.7.7]

نحوه پاسخ گویی سیستم را بر اساس این تغییرات بررسی کرد. روابط مورد استفاده برای نرمالیز کردن اطلاعات و محاسبه فواصل به صورت اختیاری بوده و قابل تطبیق با نوع اطلاعات موجود در مساله است. خروجی میتواند اولویت‌ها را به صورت کمی بیان کند که در واقع این کمیات، وزن نهایی گزینه‌ها در اولویت‌بندی هستند و از این اوزان می توان در حل مسائل برنامه ریزی خطی یا عدد صحیح به عنوان ضرایب تابع هدف استفاده کرد. اگر محدودیت هایی نیز برای مساله وجود داشته باشند، با حل مساله برنامه ریزی خطی به این نحو می توان انتخاب را بین گزینه‌ها انجام داد (۵). با این وجود پیشنهاد می شود که روش تاپسیس در هنگامی‌که تعداد شاخص‌ها و اطلاعات در دسترس محدود است، مورد استفاده قرار گیرد و این روش زمانی که تعداد پارامترهای مورد بررسی زیاد باشد پیشنهاد نمی‌شود (۱۸).Pahlevani (۲۰۰۹)(۲۰) در پژوهش خود برای اولویت بندی سرمایه گذاری از روش تصمیم گیری گروهی TOPSIS سلسله مراتبی در محیط فازی بهره برده است. در این مدل پیشنهادی فازی تاپسیس، اوزان و یا ماتریس تصمیم به صورت اعداد فازی تعریف می شود. روش مورد استفاده شده در اولویت بندی سرمایه گذاری، قابلیت حل مسئله با ساختار سلسله مراتبی (مزیت اصلی روش AHP) را داراست و در مورد مسائلی که از ساختار سلسله مراتبی برخوردارند (مانند مکان یابی محل دفن) نسبت به مدل تاپسیس کلاسیک از کارایی بهتری برخوردار است. بنابراین استفاده از این مدل در پژوهش حاضر نسبت به مدل تاپسیس کلاسیک از کارایی بهتری برخوردار است.

نتیجه‌گیری

با مقایسه نتایج به دست آمده از این دو روش می توان چنین نتیجه گرفت در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، اولویت بندی گزینه ها بر مبنای معیارها و وزن آن‌ها انجام می گیرد و میان گزینه ها نسبت به هم در هر معیار (مانند عمق و نفوذپذیری خاک و ...) مقایسه زوجی صورت می‌گیرد و به امتیاز گزینه‌ها در هر پارامتر (بدون اعمال مقایسه جفتی با سایر گزینه‌ها) محدود نمی‌شود و در نهایت با تلفیق وزن‌های عناصر سطوح پایین با عناصر سطوح بالای مربوط در سلسله مراتب، وزن شاخص و گزینه ها به دست می آید و در نهایت گزینه ای که بیشترین وزن را دارد بالاترین اولویت را به دست خواهد آورد در حالی که در روش تاپسیس، مقایسه‌ای بین گزینه ها صورت نمی گیرد و وزن گزینه ها بدون مقایسه با سایر گزینه‌ها محاسبه می‌شود، از طرفی وزن معیارها به صورت متمایز و بدون انجام مقایسه زوجی با سایر معیارها محاسبه شده، به این دلیل به نظر می رسد که نتایج روشAHP، از دقت و اطمینان بالاتری برخوردار است چرا که وزن و اهمیت هر معیار در هر مسئله مورد بررسی در ارتباط با سایر معیارها تعیین می‌شود. این رو، در پژوهش حاضر، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی کاربردی تر بوده و به عنوان روش مطلوب‌تر پیشنهاد می گردد.

تشکر و قدردانی

در پایان، بر خود فرض می‌دانم که مصداق گفتار و پندار "من لم یشکر المخلوق، لم یشکر الخالق" از زحمات، تلاش‌ها و همکاری‌های صادقانه جناب آقای دکتر معین¬الدینی، مهندس روستایی و مهندس پوررستمی و هدایت‌ها و حمایت‌های صمیمانه جناب آقای دکتر اسماعیلی ساری و سایر اساتید ارجمندم در گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس که در تمامی مراحل انجام این تحقیق، یاری‌رسان اینجانب بوده‌اند، کمال سپاسگزاری و قدردانی را داشته باشم.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-17]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.7.7]

منابع

1. Abdoli MA, Takdastan A, Raeesi TS. Study of site selection criteria for adjustment of non-sanitary landfill in Iran. Proceedings of the 1st Conference of Environmental Engineering; 2007 Feb 19-20; Tehran, Iran (in Persian).
2. Agahi H, Abdi F. Site selection and capacity of sugar mill in Kermanshah province. Agricultural Economics and Development. 17 (68) (in Persian).
3. Aryanejhad MBG. Linear Programming (New Algorithms). Tehran: Iran University of Science and Technology Press; 1998 (in Persian).
4. Aryanejhad MBG, Sajjadi SJ. Advanced Operations Research. Tehran: Mir Press; 2001 (in Persian).
5. Asgharpour MJ. Multi-Criteria Decision Making. Tehran: Tehran University Press; 2004 (in Persian).
6. Bertolini M, Braglia M, Carmignani G. Application of the AHP methodology in making a proposal for a public work contract. International Journal of Project Management. 2006;24(5):422-30.
7. Bowen WM. Subjective judgments and data environment analysis in site selection. Computer, Environment and Urban Systems. 1990;14(2):133-44.
8. Cimren E, Catay E, Budak E. Development of a machine tool selection system using AHP. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2007;35(3-4):363-76.
9. Gemitzi A, Tsihirintzis VA, Voudrias E, Petalas C, Stravodimos G. Combining geographic information systems, multicriteria evaluation techniques and fuzzy logic in sitting MSW landfills. Environmental Geology. 2007;51(5):797-811.
10. Ghodsipour H. Analytical Hierarchy Process (AHP). Tehran: Amirkabir University of Technology Press; 2005 (in Persian).
11. Hwang CL, Yoon K. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications; A State-Of-The-Art Survey. New York: Springer-Verlag; 1981.
12. Iranzadeh S, Babaee Heravi S. Identifying and grading the effective factors in staff empowerment with through TOPSIS method (Case study: GAS corporation, east Azerbaijan province). Journal of Management Beyond. 2010;13:59-84 (in Persian).
13. Javaheri H, Nasrabadi T, Jafarian MH, Rowshan GR, Khoshnam H. Site selection of municipal solid waste landfills using analytical hierarchy process method in a geographical information technology environment in Giroft, Iran. Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering. 2006;3(3):177-84.
14. Khorshiddoost AM, Adeli Z. Application of Analytical Hierarchy Process (AHP) to Identify Suitable Landfill Selection (Case Study: Bonab City). Journal of Environmental Studies. 2009:35(50):27-32 (in Persian).
15. Lolachi M. Application of TOPSIS algorithm to select top depot repair centers. Proceedings of the 3rd National Conference on Maintenance; 2005 Sep 11-12; Tehran, Iran (in Persian).
16. Makhdoom M, Darvishsefat AL, Jaffarzadeh H, Makhdoom A. Environmental Assessment and Planning Using Geographical Information Systems (GIS). Tehran: Tehran University Press; 2005 (in Persian).
16. Malekzadez GHR. Evaluation and ranking of six industry technologies of Khorasan province using of TOPSIS method. Journal of Knowledge and Development. 2008;15(22):133-50 (in Persian).
17. Naumann F. Data fusion and data quality; Institute fur informatics. Berlin: Humboldt-Universidad zu Berlin; 1998.
19. Ount S, Soner S. Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment. Waste Management. 2008;28(9):1552-59.
20. Pahlevani A. Investment prioritization through group decision making method of hierarchical TOPSIS in fuzzy environment. Journal of Industrial Management. 2009:1(2):35-54 (in Persian).
21. Panahandeh M, Arastou B, Ghavidel A, Ghanbari F. Use of analytical hierarchy process Model (AHP) in landfill site selection of Semnan town. Iranian Journal of Health and Environment. 2010;2(4):276-83 (in Persian).
22. Recycling Organization of Karaj. Halgheh Darreh landfill reporting scale. Karaj: Recycling Organization of Karaj; 2007 (in Persian).
23. Saaty TL. The Analytical Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-17]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.7.7]

New York: McGraw Hill; 1980. 287 pp.
24. Saeedi M, Abesi A, Sarpak M. Landfill site selection of hazardous waste using of GIS techniques, sites prioritization and use of analytical hierarchy process (AHP), (Case study: Shahid Rajaie power plants). Journal of Environmental Science and Technology. 2009;11(1):231-231 (in Persian).
25. Sener B, Suzen ML, Doyuran V. Landfill site selection by using geographic information system. Environmental geology. 2006;49:376-388.
26. Statistical Center of Iran. General Population Census of Karaj City. Tehran: Statistical Center of Iran; 2006 (in Persian).
27. Taherkhani M. Application of TOPSIS technique in spatial prioritization of agricultural processing industries in rural areas. The Economic Research. 2007;6(3):59-71 (in Persian).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-17]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.7.7]

Comparison of TOPSIS and AHP ability in site selection Municipal (Solid Wastes Disposal)Case study: Karaj landfill site selection

M. Mahtabi Ughani[1], *A. Najafi[2], H. Yunesi[3]

[1] Faculty of Natural Resources, University of Tarbiat Modares, Noor, Iran.
[2]Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tarbiat Modares, Noor, Iran.
[3]Department of environmental, Faculty of Natural Resources, University of Tarbiat Modares, Noor, Iran.

Received;29 February 2012 Accepted; 28 May 2012

ABSTRACT

Background and objectives: Nowadays, landfilling is most common method in many countries owing to lower cost and adaptation to wide range of solid waste. Site selection of landfill requires evaluating several parameters such as municipal government requirements, environmental regulations and a large number of quantitative and qualitative criteria. The aim of current study was to compare AHP and TOPSIS in landfill site selection. For this purpose, two mentioned methods were applied to select suitable site in Karaj.

Materials and methods: In present study, 4 candidate sites in south of Karaj were selected for landfill by overlaying data layers (digital maps) and query functions in Arc GIS 9.2. Prioritizations between alternatives were conducted by AHP and TOPSIS technique according to the criteria mentioned. Eventually, we compared and evaluated the AHP results and TOPSIS results with each other. Result: According to AHP, site prioritization was 3,2,4,1 respectively whereas, in the case of TOPSIS, it was ranked 4,3,2,1, respectively. These results showed that both methods are suitable to determine site priority. Conclusion: As in AHP, alternatives are compared with respect to goal and criteria, consequently it has better precision and higher accuracy and confidence compared with TOPSIS.

Key words: Analytical Hierarchy Process, Municipal solid waste, TOPSIS, Landfill, Geographical Information System

*Corresponding Author:*marziehmahtabi@yahoo.com*
Tel: 09122281352 ***Fax***:

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-17]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.3.7.7]