Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 22:28 IRST on Thursday September 27th 2018

مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره دهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۲۵۹ تا ۲۷۰

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

انتخاب بهترین روش مدیریتی دفع نخاله‌های ساختمانی شهر تهران با دیدگاه توسعه پایدار براساس تکنیک تحلیل سلسله مراتبی

ویدا پاست[۱]، کامیار یغمائیان[۱،۲*]، رامین نبی زاده نودهی[۱]، محمد هادی دهقانی[۱]، منصور مومنی[۳]، مازیار نادری[۱]

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۲- مرکز تحقیقات مواد زائد جامد، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳- گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۱۰
تاریخ ویرایش: ۹۶/۰۶/۰۱
تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۰۸
تاریخ انتشار: ۹۶/۰۶/۲۹

واژگان کلیدی: نخاله‌های ساختمانی، توسعه پایدار، تحلیل سلسله مراتبی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
kyaghmaeian@tums.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از تخلیه و تلنبارکردن پسماندهای ساخت و تخریب اثرات نامطلوبی را بر روی بهداشت جامعه گذاشته است. این پژوهش با هدف انتخاب بهترین روش مدیریتی جهت دفع پسماندهای ساختمان‌سازی و تخریب شهر تهران در سال ۱۳۹۵ با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) صورت گرفت.

روش بررسی: این تحقیق از نوع توصیفی- کاربردی است. جامعه پژوهش شامل صاحب‌نظران و متخصصان بهداشت محیط در زمینه مدیریت پسماندهای ساختمانی بود. در این مطالعه ابتدا معیارها و همچنین گزینه‌های مختلف دفن بهداشتی، بازیافت و استفاده مجدد در نظر گرفته شد. سپس با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی، معیارهای مختلف امتیازدهی شد و به‌وسیله نرم افزار Expert Choice 11 مقایسه و آنالیز گردید.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که در ۶ سال گذشته درصد تخلیه در مراکز دفن ثابت ۶۸ درصد، در گودهای مجاز ۹ درصد و در مراکز استحصال ۲۳ درصد بود. اولویت نهایی معیارها با توجه به معیار اقتصادی به ترتیب شامل استفاده مجدد (۰/۴۹۲)، بازیافت (۰/۲۷۴) و دفن بهداشتی (۰/۲۳۵) بود. همچنین با توجه به معیار زیست محیطی به ترتیب استفاده مجدد (۰/۴۹۲)، بازیافت (۰/۳۷۳) و دفن بهداشتی (۰/۱۹۸) گزارش شد و با توجه به معیار اجتماعی به ترتیب دفن بهداشتی (۰/۵)، بازیافت (۰/۲۷۹) و استفاده مجدد (۰/۲۲۲) بود.

نتیجه‌گیری: در این مطالعه گزینه استفاده مجدد با وزن ۰/۴۳۹ بهترین گزینه دفع و گزینه بازیافت با وزن ۰/۳۱۲ دومین ارجحیت و همچنین گزینه دفن در زمین با وزن ۰/۲۵۰ به عنوان گزینه نهایی انتخاب شد.

Please cite this article as: Past V, Yaghmaeian K, Nabizadeh Nodehi R, Dehghani MH, Momeni M, Naderi M. Selection of the best management method for construction and demolition waste disposal in Tehran with the view of sustainable development based on Analytical Hierarchy Process (AHP). Iranian Journal of Health and Environment. 2017;10(2):259-70.

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 22:28 IRST on Thursday September 27th 2018

مقدمه

پسماندهای ساخت و ساز و تخریب حاصل ساختمان‌سازی، بازسازی و تخریب سازه‌هایی مانند ساختمان‌های مختلف مسکونی و غیر مسکونی، پروژه‌های آسفالت کاری، تعمیر پل‌ها و پاکسازی مربوط به سوانح طبیعی یا ایجاد شده توسط انسان هستند (۱). نخاله‌های ساختمانی معمولا شامل بتون، آسفالت، چوب، فلزات و گچ است (۲). عوامل بسیاری بر روند تولید نخاله‌های ساختمانی مربوط به ساخت بنای مسکونی تاثیر گذارند که شامل وضعیت اقتصادی مردم، فصول مختلف سال، مناطق مختلف شهری، افزایش جمعیت، رشد و توسعه شهر هستند. مدیریت نامناسب این پسماندها می‌تواند منجر به اثرات زیان‌باری بر روی سلامت انسان و محیط زیست شود (۳). آمارها بیانگر آن است که ۳۰ تا ۴۰ درصد گازهای گلخانه‌ای و ۴۰ تا ۵۰ درصد پسماندهای تولید شده محصول صنعت ساختمان است (۴). تحقیقات انجام شده در جهان نشان می‌دهد که حجم نخاله‌های ساختمانی در میان سایر زباله‌ها ۱۳ تا ۲۹ درصد است. برخلاف اینکه عمر مفید ساختمان‌ها در کشورهای جهان حدود ۶۰ سال است، عمر آنها در ایران ۳۰ سال برآورد شده است (۵). در کشور ایران با جمعیت ۷۶ میلیون نفر روزانه حدود ۲۰۰ تا ۲۵۰ هزار تن یعنی سالیانه ۷۰ تا ۸۰ میلیون تن پسماندهای عمرانی ساختمانی تولید می‌گردد و در حال حاضر این مقدار پسماند ساختمانی تولیدی پنج برابر پسماند شهری در این شهر است (۶). Klang و همکاران در سال ۲۰۰۳ در تحقیقی در کشور سوئد مدیریت پایدار پسماندهای حاصل از تخریب اماکن را از نقطه نظر زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی توسط یک مدل جامع مورد ارزیابی قرار دادند (۷). در کشور برزیل Vanderley و همکاران در سال ۲۰۰۳ تدابیری را جهت تغییر مدیریت پسماندهای ساخت و ساز و تخریب در شهر سائوپائولو ارائه کردند و نشان دادند که انتقال و دفن این نوع پسماند در کنترل کردن تلنبار غیرقانونی کاملا کارآمد نیست و نتیجه گرفتند که با وجود اینکه دفن یک گزینه دفع در شهرهای کوچک به حساب می‌آید در شهرهای بزرگ گزینه بازیافت یک روش انتخابی به شمار می‌آید (۸). Dahlbo و همکاران در سال ۲۰۱۵ از کشور فنلاند مدیریت پسماندهای ساخت و ساز و تخریب را از لحاظ زیست‌محیطی به‌طور جامع ارزیابی کردند (۹). Simon و همکاران در سال ۲۰۱۳ از کشور رومانی مدیریت جامع پسماند ساخت و ساز و تخریب را به‌وسیله روش اثر اکولوژیکی (EF) مورد ارزیابی قرار دادند (۱۰). Oyenuga از کشور انگلستان در سال ۲۰۱۵ مدل‌های تصمیم‌گیری مناسب را برای بهینه‌سازی مدیریت پسماندهای ساخت و ساز و تخریب را بررسی کردند (۱۱). در همان مطالعه اشاره شده است که Pires و همکار نیز مطالعه مشابهی را انجام داده‌اند که در آن معیارهای ارزیابی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در نظر گرفته شده‌اند (۱۱). Achillas و همکاران نیز از سه معیار اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی جهت تصمیم‌گیری در مدیریت پسماندهای ساخت و ساز و تخریب استفاده کردند (۱۲). Antonopoulos و همکاران در سال ۲۰۱۴ از کشور یونان گزینه‌های تصفیه پسماند شهری را با توجه به معیارهای پایداری و با استفاده از ابزار تحلیل سلسله مراتبی (AHP) رتبه‌بندی کردند (۱۳). Coronado و همکاران در سال ۲۰۱۱ در کشور اسپانیا نرخ تولید پسماندهای ساخت و ساز و تخریب را تخمین زدند و آنالیز چند معیاره را بر روی گزینه‌های مدیریت پسماندهای ساختمانی انجام دادند (۱۴). Yeheyis و همکاران در سال ۲۰۱۳ از کشور کانادا مروری کلی بر روی مدیریت پسماندهای ساخت و ساز و تخریب در کانادا انجام دادند، که یک رویکرد آنالیز چرخه عمر برای پایداری بود (۱۵). Aragonés-Beltrán و همکاران در سال ۲۰۱۰ از روش فرایند آنالیز شبکه‌ای (ANP) (یک ابزار سودمند برای کارشناسان که بسیار نزدیک به روش AHP است) برای انتخاب مکان بهینه برای توسعه واحد پسماندهای شهری استفاده کردند. در این مطالعه انتخاب از میان ۶ مکان (گزینه) و ۲۱ معیار صورت گرفت (۱۶). در سال ۲۰۰۸ کاربرد روش AHP به همراه ارزیابی چرخه زندگی (LCA) توسط Contreras و همکاران نشان داد که رتبه‌بندی معیارهای انتشارات گاز گلخانه‌ای و محدودیت‌های ظرفیت محل‌های دفن بحرانی‌تر از معیارهای اقتصادی‌اند (۱۷). Totدر سال

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 22:28 IRST on Thursday September 27th 2018

۲۰۱۶ و همکاران از کشور صربستان مطالعه‌ای در مورد ارزیابی عوامل محرک تاثیرگذار بر روی توسعه پایدار مدیریت پسماند با استفاده از فرایند سلسله مراتبی (AHP) انجام دادند (۱۸). Saghafi و همکاران در سال ۲۰۱۱ مطالعه‌ای بر روی تخریب ساختمان‌ها و بازیابی مواد در ایران انجام داد که به صورت تحلیل عوامل اصلی تعیین‌کننده بود (۱۹).Rafee و همکاران در سال ۲۰۰۷ مطالعه‌ای در رابطه با مدیریت استراتژیک نخاله‌های ساختمانی شهری پس از زلزله در شهر تهران انجام دادند (۲۰). Khodaverdi و همکاران در سال ۲۰۱۰ از کشور ایران یک روش Fuzzy ANP را جهت ارزیابی گزینه‌های مدیریت پسماندهای بتنی به‌کار بردند (۶). در سال ۲۰۱۶ Torabi-Kaveh و همکاران مطالعه‌ای در رابطه با انتخاب محل دفن با استفاده از روش‌های ترکیبی GIS و Fuzzy AHP در ایرانشهر در کشور ایران انجام دادند (۲۱). مرکز آبعلی بزرگ‌ترین مرکز دفع پسماندهای ساختمانی و عمرانی کلان شهر تهران است و به دلیل موقعیت ویژه آن تنها مرکز دفع با عمر طولانی برای شهر محسوب می‌شود. بعد از گود آبعلی، کهریزک دومین مرکز دفع نخاله‌های ساختمانی در تهران است. به منظور راه اندازی سیستمی مناسب جهت مدیریت پسماندهای ساختمانی، نیاز هست تا فاکتورهای متعددی از جمله بهداشت عمومی، وضعیت اقتصادی، جنبه‌های اجتماعی، قوانین و مقررات و روابط هر یک از این مولفه‌ها با یکدیگر در سیستم مدنظر قرار گیرد. اغلب مطالعاتی که در گذشته در این زمینه صورت گرفته است بر روی یک یا چند مولفه بدون در نظر گرفتن مداخلات و روابط میان فاکتورهای گوناگون متمرکز شده‌اند. یکپارچه کردن کلیه این فاکتورها به منظور برنامه‌ریزی موثر و ارزیابی جامع گزینه‌ها توسط تصمیم‌گیرندگان، نیازمند متدولوژی‌ها و ابزارهای مناسب همانند روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است. در این مطالعه، با استفاده از مدل‌سازی ریاضی تصمیم‌گیری چند معیاره به انتخاب روش بهینه دفع نهایی پرداخته شد. از انواع این روش‌ها می‌توان به روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، روش ELECTRE، روش PROMETHEE و روش MAUT اشاره کرد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره است. این روش هنگامی‌که تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبرو است می‌تواند استفاده گردد. AHP براساس مقایسه‌های زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد. این پژوهش با هدف انتخاب بهترین روش مدیریتی پسماندهای ساخت و ساز و تخریب در شهر تهران در سال ۹۵ با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره تحلیل سلسله مراتبی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق از نوع توصیفی- کاربردی و از نظر گردآوری داده‌ها از نوع تحقیقات پیمایشی است که در شهر تهران در سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. پژوهش حاضر شامل مراحل اصلی زیر بود:

- بررسی میزان تولید نخاله‌های ساختمانی در شهر تهران

طبق آخرین آمار از مرکز تحقیقات ساختمان، روزانه بیش از ۴۰۰۰۰ ton نخاله ساختمانی به مدفن آبعلی و کهریزک منتقل می‌شود. به طور کلی می‌توان گفت که نرخ تولید نخاله‌های ساختمانی در تهران حدود ۴ تا ۵ برابر تولید زباله‌های خانگی است. همچنین به‌طور کلی در تهران حدود ۱۱ درصد این نخاله نیز پس از تفکیک به واحدهای خصوصی سنگ‌شکنی جهت تولید شن و ماسه و کوره‌های آجرپزی منتقل می‌شود. بخشی از این نخاله‌ها نیز در زیرسازی راه‌ها و بخشی نیز به صورت خاک قابل زراعت در می‌آید. از نظر نرخ تولید نخاله در شهر تهران، اوایل تابستان بیشترین مقدار و در فصول سرما به دلیل کاهش ساخت و ساز به حداقل خود می‌رسد. محل دفن آبعلی و کهریزک در شکل ۱ نشان داده شده است.

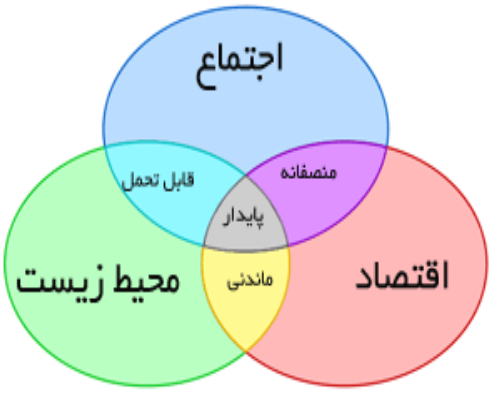
- ارزیابی توسعه پایدار در مدیریت مواد زائد جامد

اهداف توسعه پایدار را معمولا در سه حوزه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی دسته‌بندی و شاخص‌هایی را برای اندازه‌گیری توسعه‌یافتگی در این جنبه‌ها تعریف می‌کنند. حوزه اجتماعی، شاخص‌هایی را مورد توجه قرار می‌دهد که در ارتباط مستقیم

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 22:28 IRST on Thursday September 27th 2018

شکل ۱ – نقشه دو محل دفن آبعلی و کهریزک

با انسان است و به عنوان تسهیل‌گر یا بازدارنده فرایند ارتقاء کیفیت زندگی مردم در جوامع عمل می‌کند. حوزه اقتصادی، ناظر بر چگونگی توزیع و استفاده منابع محدود مورد نیاز برای ارتقاء زندگی مردم است و بالاخره حوزه زیست‌محیطی مربوط به منابع طبیعی زایش‌پذیر و زایش‌ناپذیری است که فضای عمل و زندگی انسان را تشکیل می‌دهد. ارزیابی یک سیستم با دیدگاه توسعه پایدار شامل در نظر گرفتن سه دیدگاه زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی به صورت همزمان است که شمایی از این تئوری در شکل ۲ آمده است.



شکل ۲– مفهوم ارزیابی توسعه پایدار

- تحلیل سلسله مراتبی

پس از تشکیل سلسله مراتب، تعیین وزن معیارها با استفاده از مقایسات زوجی و با بکارگیری مقیاس ارجحیت ۹ تایی ساعتی انجام شد. انتخاب معیارها بخش اول تجزیه و تحلیل AHP است. بخش دوم کار انتخاب گزینه‌ها بود. هر یک از گزینه‌ها را براساس معیارها دوبه‌دو مقایسه شدند. برای مقایسه زوجی گزینه‌ها از اعداد فازی (امتیاز ۱ تا ۹) استفاده گردید. با استفاده از این مقیاس هر یک از گزینه‌ها براساس هر یک از عوامل به صورت زوجی مقایسه شدند. گام بعدی تعیین اولویت بود. برای تعیین اولویت از مفهوم نرمال‌سازی (normalize) و میانگین وزنی (weighted average) استفاده گردید. پس از نرمال کردن از مقادیر هر سطر میانگین وزنی گرفته شد، و در نهایت گزینه‌ها به‌وسیله میانگین هندسی و وزن مشخص شده هر معیار با یکدیگر مقایسه شدند. امتیاز هر گزینه شامل مجموع حاصلضرب اولویت آن گزینه براساس معیار i ضربدر اولویت آن معیار بود. مزیت مقایسات زوجی این است که فرد تصمیم‌گیرنده فارغ از سایر گزینه‌ها تنها به اولویت‌بندی ۲ گزینه مورد مقایسه می‌پردازد. پس از تعیین وزن معیارها نوبت به مقایسات زوجی گزینه‌های تصمیم و تعیین اولویت آنها با توجه به تک تک معیارها رسید. فرایند AHP شامل بیان

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 22:28 IRST on Thursday September 27th 2018

مسـئله و تعیین هدف، تشکیل سلسـله مراتب مسئله، تشکیل ماتریس مقایسـات زوجی (A) برای سـطوح مختلف سلسله مراتب و تکمیل ماتریس‌ها بـا بکارگیری جدول ترجیحات ۹ گانه ساعتی بودند.

اگـر $C= \{C_j | j= 1,2,3, .. , n\}$ مجموعه‌ای از معیارهای تصمیم باشـد، نتیجه مقایسـات زوجی در ماتریس n*n بنام ماتریس A نشـان داده شـده اسـت (معادله ۱ و ۲) که در این ماتریـس هر یـک از مولفه‌های ماتریـس A یعنی a_{ij}، حاصل تقسـیم وزن معیار a_i بر وزن معیار a_j است. خارج قسمت این تقسیم در قالب جدول ارجحیت ۹ تایی ساعتی ارائه شده است (جدول ۱) و همین روند برای گزینه‌ها نیز تکرار شد.

جدول ۱- مقادیر امتیازدهی و ترجیح‌ها برای مقایسات زوجی

درجه اهمیت در مقایسه دو به دو	مقادیر امتیاز	معکوس مقادیر امتیاز
ترجیح یکسان	۱	۱
نسبتا ارجح	۳	۰/۳۳۳۳
قویا ارجح	۵	۰/۲
ترجیح بسیار قوی	۷	۰/۱۴۲۸۵
کاملا ارجح	۹	۰/۱۱۱۱
ترجیحات بین فواصلی	۲، ۴، ۶ و ۸	۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۶۶، ۰/۱۲۵

$$\tilde{A} = \{\tilde{a}_{ij}\} = \begin{pmatrix} \tilde{a}_{11} & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{a}_{22} & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & \tilde{a}_{nn} \end{pmatrix} \quad (۱)$$

$$a_{ii} = 1, a_{ji} = 1/a_{ij}, a_{ij} \neq 0 \quad (۲)$$

در ادامـه وزن‌هـای نسـبی معیارهـا و گزینه‌ها (بـردار وزن ماتریس‌ها $w_1,w_2,\ldots,w_i$) محاسـبه شـدند. کنترل درستی و صحت مقایسات انجام شده توسط ضریب ناسازگاری سنجیده شد. در این مطالعه ضریب ناسازگاری با استفاده از روش مقدار ویژه ماتریس انجام شد (معادله ۴ و ۵).

$$A * w_i = \lambda_{\max} * w_i, i = 1,2,\ldots,n \quad (۳)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (۴)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (۵)$$

$\lambda_{\max}$ بیشـترین مقدار ویژه ماتریس مورد نظر اسـت (معادله ۳) و n تعداد سـطر یا سـتون آن اسـت. از تقسـیم شاخص سـازگاری (CI) بر شـاخص تصادفی (RI) نرخ سـازگاری بدسـت می‌آید. شاخص سـازگاری از میانگیری ماتریس‌های اتفاقی با درجه n به‌دسـت آمده است. اگر نرخ سازگاری کمتر از ۰/۱ باشد نشان‌دهنده این است که قضاوت‌های انجام گرفته سازگار هسـتند در غیر اینصورت لازم است که در قضاوت‌ها تجدید نظر شـود. در پایـان از تلفیق اوزان نسـبی گزینه‌ها و معیارها وزن‌های نهایی برای هر سطح شناسایی گردید. در این مطالعه محاسـبات مدل تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از نرم افزار Expert Choice 11 انجام شـد. این نرم افزار ابزاری قدرتمند برای تصمیم‌گیری چند معیاره براسـاس روش AHP

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 22:28 IRST on Thursday September 27th 2018

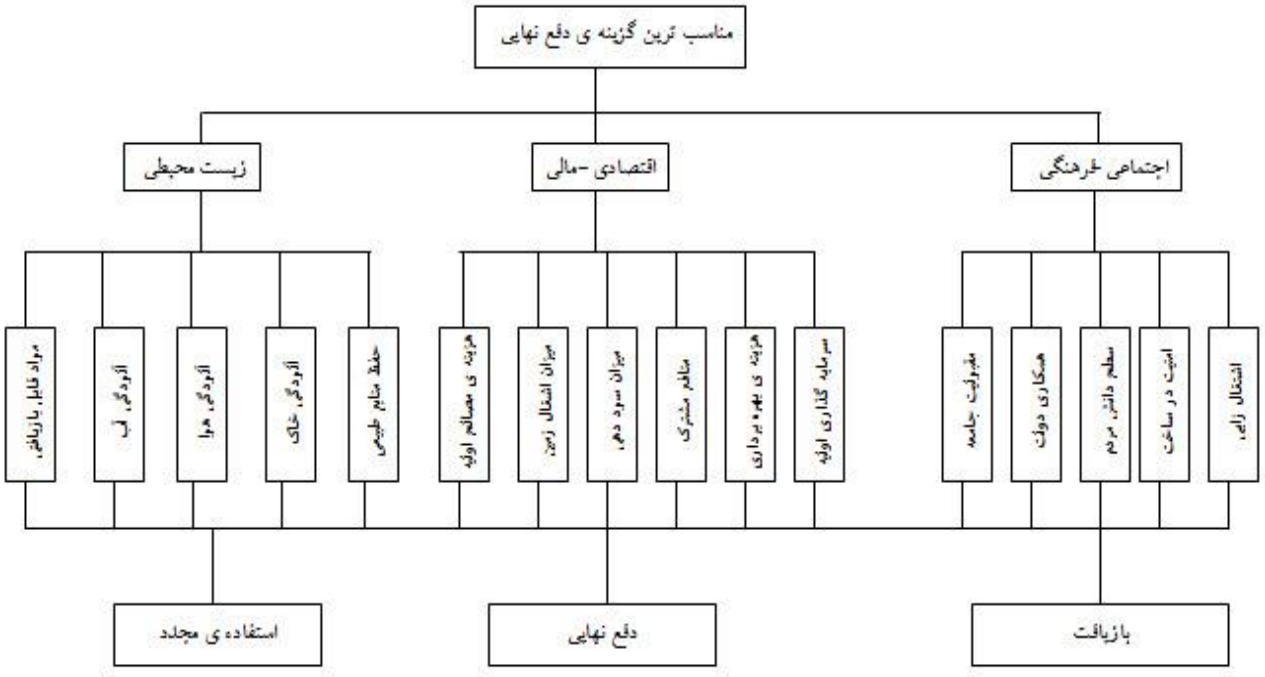
اســت. این نرم‌افزار دارای توانایی‌های زیادی بوده و علاوه بر امکان طراحی نمودار سلســله مراتبــی تصمیم‌گیری و طراحی ســوالات، تعیین ترجیحات و اولویت‌ها و محاسبه وزن نهایی، قابلیت تحلیل حساســیت تصمیم‌گیری نســبت به تغییرات در پارامترهای مســاله را نیز دارا اســت. این نرم‌افزار همچنین در بســیاری از مــوارد از نمودارها و گراف‌ها بــرای ارائه نتایج و عملکردها استفاده می‌کند.

- گزینه‌های دفع

با توجه به ماهیت پســماند تولیدی نظیر نخاله‌های ساختمانی، دفن بهداشــتی، استفاده مجدد و بازیافت به عنوان دفع احتمالی شناسایی و پیشنهاد شدند. دفن بهداشتی عموما بعنوان ارزان‌ترین و ساده‌ترین روش دفع محســوب می‌شود ولی با آلودگی‌های زیــادی چون تولید شــیرابه، آلودگی خاک، بــوی آزاردهنده و مشــکلات ناشی از شــرایط آب و هوایی همراه است. استفاده مجدد نخاله‌های ســاختمانی یکی از رایج‌ترین روش‌های دفع این پسماند است. گزینه دیگر دفع نخاله‌های ساختمانی بازیافت است. بازیافت در دیدگاه عموم یکی از مناسب‌ترین روش‌های پردازش و دفع پســماند است. عمده‌ترین مزیت بازیافت تولید مواد اولیه و قابل استفاده برای تولید محصول جدید است.

- معیارهای تصمیم‌گیری

معیارهای تصمیم‌گیری در این تحقیق مبتنی بر ارزیابی توســعه پایدار، در ســه دسته کلی معیارهای زیســت‌محیطی (شامل ۵ زیــر معیــار آلودگی خــاک، آلودگی آب، آلودگی هــوا، میزان مــواد قابل بازیابی و حفظ منابع طبیعــی)، معیارهای اقتصادی (هزینه مصالح اولیه، میزان اشــغال زمین، میزان سودهی، منافع مشترک، هزینه بهره‌برداری و نگهداری و سرمایه‌گذاری اولیه) و معیارهای اجتماعی (مقبولیت جامعه، همکاری دولت، سطح دانش مردم، امنیت در ساختمان و اشتغال‌زایی) بررسی شدند.



شکل ۳ – ساختار سلسله مراتبی با دیدگاه توسعه پایدار در روش تحلیل سلسله مراتبی

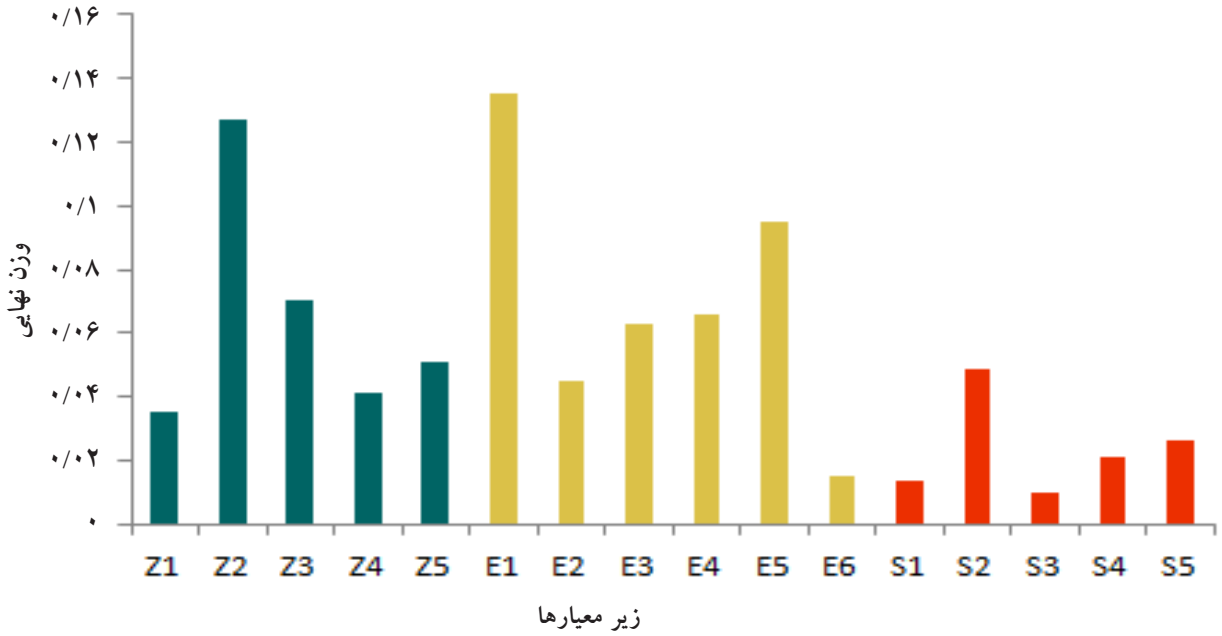
Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 22:28 IRST on Thursday September 27th 2018

یافته‌ها

نتایج حاصل از مطالعه ارزیابی گزینه‌های مختلف مدیریت پسماندهای ساخت و تخریب در شهر تهران و انتخاب بهترین روش دفع با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در این فصل با استفاده از نرم افزار Expert Choice 11 آنالیز شد. در مدل AHP استفاده شده برای انتخاب بهترین گزینه دفع نهایی، به انجام مقایسات زوجی گزینه‌ها نسبت به هر معیار، مقایسه و محاسبه وزن معیارها نسبت به هدف نهایی پرداخته شد. ساختار سلسله مراتبی با دیدگاه توسعه پایدار در روش تحلیل سلسله مراتبی در شکل ۳ آمده است. همچنین ضریب ناسازگاری و ارزش وزنی معیارها و زیر معیارها در جدول ۲ نشان داده شده است. در نمودار ۱ تاثیر وزن نهایی زیر معیارها در انتخاب بهترین روش دفع آورده شده است. به علاوه اولویت نهایی گزینه‌ها با توجه به تاثیر تمامی معیارها و زیر معیارها در جدول ۳ و همچنین اهمیت نسبی هر گزینه نسبت به سایر گزینه‌ها از نظر معیارهای اصلی در نمودار ۲ آمده است.

بحث

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق ضریب ناسازگاری کل مقایسات برحسب هدف در نظر گرفته شده مقدار ۰/۰۰۹ بدست آمد که نشان از سازگاری قضاوت‌های انجام شده داشت. ضریب ناسازگاری تمامی ماتریس‌های مقایسات زوجی گزینه‌ها نیز کمتر از ۰/۱ بود که نشان از سازگاری و درستی تصمیمات گرفته شده در تمامی سطوح مدل بود. ضریب ناسازگاری و وزن‌های محاسبه شده هر یک از معیارها و زیر معیارها با توجه به ماتریس‌های مقایسات زوجی در جدول ۲ ارائه شده‌اند. همچنین میزان تاثیر وزن نهایی هر یک از زیر معیارها در انتخاب بهترین روش دفع در نمودار ۱ نشان داده شده است. در نهایت، وزن نهایی گزینه‌های محل دفن، بازیافت و استفاده مجدد با توجه به وزن هر یک از معیارها و زیر معیارها در جدول ۳ نشان داده شده است. برای درک بهتر میزان اهمیت هر گزینه نسبت به سایر گزینه‌ها از نظر هر معیار در رسیدن به هدف کلی دفع نهایی تحلیل حساسیت آن در نمودار ۲ نشان داده شده است.

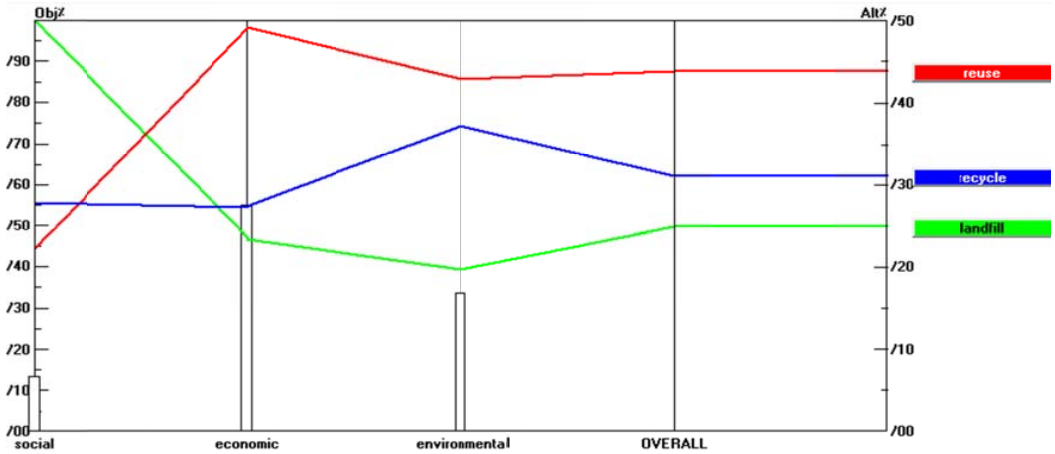


نمودار ۱– تاثیر وزن نهایی زیر معیارها در انتخاب بهترین روش دفع

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 22:28 IRST on Thursday September 27th 2018

جدول ۲ – ضریب ناسازگاری و ارزش وزنی معیارها و زیر معیارها

معیارها	ارزش‌وزنی معیارها	نرخ ناسازگاری معیارها	زیر معیار	ارزش وزنی نسبی زیر معیارها	ارزش وزنی نهایی زیر معیارها	نرخ ناسازگاری زیر معیار
(Z) زیست‌محیطی	۰/۳۳۰	۰/۰۰۹	Z_1 (میزان مواد قابل بازیابی)	۰/۱۰۹	۰/۰۳۵۹	۰/۰۴
			Z_2 (آلودگی آب)	۰/۳۸۴	۰/۱۲۷	
			Z_3(آلودگی هوا)	۰/۲۱۰	۰/۰۶۹۳	
			Z_4 (آلودگی خاک)	۰/۱۳۰	۰/۰۴۲۹	
			Z_5 (حفظ منابع طبیعی)	۰/۱۶۸	۰/۰۵۵	
(E) اقتصادی/ مالی	۰/۵۴۴	۰/۰۰۹	E_1 (هزینه مصالح اولیه)	۰/۲۰۰	۰/۱۰۸	۰/۰۲
			E_2 (میزان اشغال زمین)	۰/۰۸۵	۰/۰۴۵	
			E_3 (میزان سوددهی)	۰/۱۱۲	۰/۰۶۳	
			E_4 (منافع مشترک)	۰/۱۵۳	۰/۰۸۳	
			E_5 (هزینه بهره‌برداری)	۰/۱۷۴	۰/۰۹۴	
			E_6 (سرمایه‌گذاری اولیه)	۰/۲۷۵	۰/۱۴۹	
(S) اجتماعی/فرهنگی	۰/۱۲۶	۰/۰۰۹	S_1(مقبولیت جامعه)	۰/۱۲۵	۰/۰۱۵	۰/۰۳
			S_2 (همکاری دولت)	۰/۳۹۸	۰/۰۵۰	
			S_3 (سطح دانش مردم)	۰/۰۹۳	۰/۰۱۱	
			S_4 (امنیت در ساخت)	۰/۱۷۷	۰/۰۲۲	
			S_5 (اشتغال‌زایی)	۰/۲۰۷	۰/۰۲۶	



نمودار۲– اهمیت نسبی هر گزینه نسبت به سایر گزینه‌ها از نظر معیارهای اصلی

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 22:28 IRST on Thursday September 27th 2018

جدول ۳- اولویت نهایی گزینه‌ها با توجه به تاثیر تمامی معیارها و زیر معیارها

گزینه‌ها	وزن نهایی	رتبه
استفاده مجدد	۰/۴۳۹	۲
بازیافت	۰/۳۱۲	۲
دفن بهداشتی	۰/۲۵۰	۳

Khodaverdi و همکاران در سال ۲۰۱۰ از کشور ایران یک رویکرد فرایند شبکه‌ای آنالیزی Fuzzy را جهت ارزیابی گزینه‌های مدیریت پسماندهای بتنی به‌کار بردند. نتایج حاصل از تحقیق آنها نشان داد وقتی جنبه‌های فنی به‌عنوان یک ملاک در نظر گرفته شده اولویت به سمت مسائل بهره‌برداری و مدیریتی تغییر کرد جنبه‌های زیست‌محیطی مجموع امتیازات بیشتری داشتند. لازم به ذکر است که گرچه وزن نسبی برای امکان‌سنجی مالی نسبتا بالا بود، در حالی‌که جنبه‌های اجتماعی انتخاب گزینه بازیافت، کمتر از جنبه‌های محیطی، مالی و بهره‌برداری و مدیریتی بود (۱). Achillas و همکاران نیز از سه معیار اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی جهت تصمیم‌گیری در مدیریت پسماندهای ساخت و ساز و تخریب استفاده کردند (۲). Kourmpanis و همکاران در سال ۲۰۰۸، Roussat و همکاران در سال ۲۰۰۹ و Simoes Gomes و همکاران در سال ۲۰۰۸ مطالعاتی بر روی استراتژی مدیریت بهینه پسماندهای ساخت و ساز و تخریب انجام دادند آنها از روش ELECTRE III برای یافتن استراتژی پایدار مدیریت بهینه پسماندهای ساخت و ساز و تخریب با درنظر گرفتن معیارهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، استفاده کردند (۲). در مطالعه صورت گرفته توسط Rousis و همکاران معیارهای درنظر گرفته برای شناسایی استراتژی بهینه مدیریت پسماند ساخت و ساز و تخریب عبارت بودند از: هزینه (سرمایه و بهره‌برداری)، محیط زیست، بازیابی انرژی از پسماند، اشتغال و نیاز به زمین بود (۳). در سال ۲۰۱۰ Geneletti جهت انتخاب محل دفن مناسب جهت پسماندهای ساخت و ساز و تخریب معیارهای هیدرولوژی، توپوگرافی، گازهای گلخانه‌ای، ظرفیت محل دفن و بازیابی انرژی را در نظر گرفتند (۲). در سال ۲۰۱۰ Banias و همکاران برای انتخاب محل دفن مناسب جهت دفع پسماندهای ساختمانی و تخریب معیارهای هزینه، توپوگرافی و خاک، اشغال زمین، گازهای گلخانه‌ای، اکوسیستم جانوری منطقه، ظرفیت مکان دفن، دسترسی به زیرساخت‌ها، بازیابی انرژی و بازیافت مواد را بررسی کردند (۴). در سال ۲۰۱۶ Tot و همکاران مطالعه‌ای در مورد ارزیابی عوامل محرک تاثیرگذار بر روی توسعه‌ی پایدار مدیریت پسماند با استفاده از فرایند سلسله مراتبی (AHP) انجام دادند. هدف آنها مشخص کردن یک معیار مناسب (معضلات اجرایی، اثرات اقتصادی و آگاهی اجتماعی) و زیر معیار آن بود. نتایج حاصل از مطالعه آنها نشان داد که معیار سازمانی – اداری مهم‌ترین معیار در توسعه پایدار سیستم مدیریت پسماند است (۶).

نتیجه‌گیری

در این تحقیق بر مدیریت دفع نهایی نخاله‌های ساختمانی تولید شده در شهر تهران و تعیین روش بهینه دفع متمرکز شد. بدین منظور انواع گزینه‌های دفع نهایی از قبیل دفن بهداشتی، بازیافت و استفاده مجدد انتخاب شدند. همچنین معیارهای موثر در تصمیم‌گیری براساس ارزیابی توسعه پایدار در نظر گرفته شدند. برای تعیین گزینه نهایی دفع براساس شرایط محلی، تکنیک تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. در نهایت، گزینه استفاده مجدد با وزن ۰/۴۳۹ به‌عنوان بهترین گزینه دفع و گزینه بازیافت با وزن ۰/۳۱۲ دومین ارجحیت و همچنین گزینه دفن در زمین با وزن ۰/۲۵۰ به‌عنوان گزینه بعدی انتخاب شده است. در آخر پیشنهاد می‌شود سیاست‌های مدیریت اجرایی پسماند با در نظر گرفتن الزامات توسعه پایدار به سمت سرمایه‌گذاری بر روی استفاده مجدد و پس از آن بازیافت نخاله‌های ساختمانی متمرکز گردد.

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 22:28 IRST on Thursday September 27th 2018

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان "ارزیابی گزینه‌های مختلف مدیریت پسماندهای ساخت و ساز و تخریب در شهر تهران و انتخاب بهترین روش دفع با تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)" مصوب مرکز تحقیقات مواد زائد جامد پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران در سال ۱۳۹۴ با کد ۲۹۸۱۵-۴۶-۰۴-۹۴ است که با حمایت این مرکز اجرا شده است.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل رضایت آگاهانه (در صورتی‌که مطالعه بر روی نمونه‌های انسانی انجام شده است)، حسن رفتار (در صورتی که مطالعه بر روی نمونه‌های انسانی یا حیوانات آزمایشگاهی انجام شده است)، عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند و این مطالعه با کد اخلاق IR.TUMS.VCR.REC.1396.2627 به ثبت رسیده است.

منابع

1. Pattnaik S, Reddy MV. Assessment of municipal solid waste management in puducherry (Pondicherry), India. Resources, Conservation and Recycling. 2010;54(8):512-20.
2. Tchobanoglous G, Kreith F. Handbook of Solid Waste Management. New York: McGraw-Hill; 2002.
3. Najafpoor AA, Zarei A, Jamali-Behnam F, Vahedian-Shahroudi M, Zarei A. A Study identifying causes of construction waste production and applying safety management on construction Site. Iranian Journal of Health Sciences. 2014;2(3):49-54.
4. Mortaheb M, Mahpour A. Integrated construction waste management, a holistic approach. Scientia Iranica. Transaction A, Civil Engineering. 2016;23(5):2044-56.
5. Mosaferi M, Dianat I, Khatibi MS, Mansour SN, Fahiminia M, Hashemi AA. Review of environmental aspects and waste management of stone cutting and fabrication industries. Journal of Material Cycles and Waste Management. 2014;16(4):721-30.
6. Khodaverdi K, Faghih A, Eslami E. A Fuzzy analytic network process approach to evaluate concrete waste management options. Tehran: Sharif University of Technology; 2008.
7. Klang A, Vikman P-Å, Brattebø H. Sustainable management of demolition waste—an integrated model for the evaluation of environmental, economic and social aspects. Resources, Conservation and Recycling. 2003;38(4):317-34.
8. John VM, Angulo SC, Miranda LF, Agopyan V, Vasconcellos F. Strategies for innovation in construction and demolition waste management in Brazil. CIB World Building Congress; 2004; National Research Council of Canada, Toronto.
9. Dahlbo H, Bachér J, Lähtinen K, Jouttijärvi T, Suoheimo P, Mattila T, et al. Construction and demolition waste management–a holistic evaluation of environmental performance. Journal of Cleaner Production. 2015;107:333-41.
10. Simion IM, Ghinea C, Maxineasa SG, Taranu N, Bonoli A, Gavrilescu M. Ecological footprint applied in the assessment of construction and demolition waste integrated management. Environmental Engineering and Management Journal. 2013;12(4):779-88.
11. Oyenuga AA, Bhamidiarri R. Considering appropriate decision support models for construction and demolition waste management optimization: possibilities and limitations. SSRG International Journal of Economics and Management Studies. 2015;2(5):15-24.
12. Achillas C, Moussiopoulos N, Karagiannidis A, Banias G, Perkoulidis G. The use of multi-criteria decision analysis to tackle waste management problems: a literature review. Waste Management & Research. 2013;31(2):115-29.
13. Antonopoulos I-S, Perkoulidis G, Logothetis D, Karkanias C. Ranking municipal solid waste treatment alternatives considering sustainability criteria using the analytical hierarchical process tool. Resources, Conservation and Recycling. 2014;86:149-59.

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 22:28 IRST on Thursday September 27th 2018

14. Coronado M, Dosal E, Coz A, Viguri J, Andrés A. Estimation of construction and demolition waste (C&DW) generation and multicriteria analysis of C&DW management alternatives: a case study in Spain. Waste and Biomass Valorization. 2011;2(2):209-25.
15. Yeheyis M, Hewage K, Alam MS, Eskicioglu C, Sadiq R. An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. Clean Technologies and Environmental Policy. 2013;15(1):81-91.
16. Aragonés-Beltrán P, Pastor-Ferrando JP, García-García F, Pascual-Agulló A. An analytic network process approach for siting a municipal solid waste plant in the metropolitan area of Valencia (Spain). Journal of Environmental Management. 2010;91(5):1071-86.
17. Contreras F, Hanaki K, Aramaki T, Connors S. Application of analytical hierarchy process to analyze stakeholders preferences for municipal solid waste management plans, Boston, USA. Resources, Conservation and Recycling. 2008;52(7):979-91.
18. Tot B, Srđević B, Vujić B, Russo MAT, Vujić G. Evaluation of key driver categories influencing sustainable waste management development with the analytic hierarchy process (AHP): Serbia example. Waste Management & Research. 2016;34(8):740-47.
19. Saghafi MD, Teshnizi ZAH. Building deconstruction and material recovery in Iran: an analysis of major determinants. Procedia Engineering. 2011;21:853-63.
20. Rafee N, Karbassi A, Nouri J, Safari E, Mehrdadi M. Strategic management of municipal debris aftermath of an earthquake. International Journal of Environmental Research. 2008;2(2):205-14.
21. Torabi-Kaveh M, Babazadeh R, Mohammadi S, Zaresefat M. Landfill site selection using combination of GIS and fuzzy AHP, a case study: Iranshahr, Iran. Waste Management & Research. 2016;34(5):438-48.

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Selection of the best management method for construction and demolition waste disposal in Tehran with the view of sustainable development based on Analytical Hierarchy Process (AHP)

V Past[1], K Yaghmaeian[1,2,*], R Nabizadeh Nodehi[1], MH Dehghani[1], M Momeni[3], M Naderi[1]

1- Department of Environmental Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Center for Solid Waste Research, Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Department of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 31 May 2017
Revised: 23 August 2017
Accepted: 30 August 2017
Published: 20 September 2017

Key words: Construction and demolition waste, Sustainable development, Analytical hierarchy process (AHP)

***Corresponding Author:**
kyaghmaeian@tums.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Environmental pollution due to dumping construction and demolition wastes has adverse effects on public health. This study aimed to select the best method for managing construction and demolition wastes disposal in Tehran by AHP.

Materials and Methods: This research was a descriptive study. The study population consisted of environmental health experts in the field of construction waste management. Initially, criteria and alternatives for construction waste management, recycling and reuse and landfilling were identified and classified. Using Analytical Hierarchy Process (AHP), different outcomes were compared based on scoring by Expert Choice 11 software.

Results: The results of this study showed that the discharge percentage in the permanent landfills was 68%, in temporary pits was 9% and in recovery centers was 23% in the last 6 years. The final priority of criteria with respect to the economical criterion was reuse (0.492), recycling (0.274) and landfilling (0.235), respectively. Also, according to the environmental criterion, the scores for reuse, recycling and landfilling were 0.492, 0.373 and 0.198 respectively. Based on social criterion the calculated scores were 0.5, 0.279 and 0.222 for landfilling, recycling and reuse, respectively.

Conclusion: In this study, the reuse option with the weight of 0.439 was the best disposal option; and the recycling option with the weight of 0.312 was the second priority. Landfilling showed the lowest score with the weight of 0.250.

Please cite this article as: Past V, Yaghmaeian K, Nabizadeh Nodehi R, Dehghani MH, Momeni M, Naderi M. Selection of the best management method for construction and demolition waste disposal in Tehran with the view of sustainable development based on Analytical Hierarchy Process (AHP). Iranian Journal of Health and Environment. 2017;10(2):259-70.

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 22:28 IRST on Thursday September 27th 2018