نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال نهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱

صفحات ۵۷ – ۷۶

تحلیل وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها

مطالعه موردی: کلانشهر کرج

مهرداد هادی پور؛[1] دانشیار محیط زیست، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

مهدیه حیدری؛ دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم محیط زیست، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

محمد علی زاهد؛ استادیار محیط زیست، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

سید حسین حسینی لواسانی؛ استادیار سازه های ساختمانی،گروه عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

دریافت مقاله :۱۴۰۰/۰۸/۱۳ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۰۲/۱۵

چکیده

اگر چه ضایعات ساختمانی بخشی جداناپذیر از پسماندهای شهری است، اما به دلیل تفاوت‌هایی که میان این ضایعات و پسماندها و مسائل محیط زیستی دیده می‌شود باید اولویتهای مناسبی برای بهره‌وری و کسب منابع بهینه تعریف شود. هدف پژوهش حاضر را بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها، با بهره‌برداری از روش ترکیبی تحلیل شبکه در تصمیم‌گیری چندمعیاره و محاسبات منطق فازی در محیط برنامه‌نویسی Matlab است برای مدیریت نخاله‌های ساختمانی کلانشهر کرج، از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره و محاسبات منطق فازی در نرم‌افزارهای SPSS، Expert Choice و Matlab استفاده شده است. حجم نمونه آماری پژوهش حاضر را، استادان دانشگاهی صاحب نظر در حوزه موردبررسی و متخصصان مدیریت پسماند و GIS شاغل در سازمان شهرداری کرج و یا سمت‌های مشابه، تشکیل داده‌اند، در مجموع تعداد ۳۰ پرسشنامه، با بهره‌برداری از تکنیک نمونه‌گیری غیر احتمالی هدفمند، در دی‌ماه ۱۳۹۹ جمع‌آوری شدند. یافته های پژوهش دلالت بر این دارند که مهم‌ترین معیار در خوشه عوامل محیط زیستی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی، آلودگی خاک در شهر است. همچنین مهم‌ترین معیارها در خوشه مدیریت شهری ، سلامت و بهداشت می باشد. از طرفی دیگر، مهم‌ترین معیار در خوشه عوامل اقتصادی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی ، هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی اولویت‌بندی شد، زیرا دارای بالاترین رتبه فازی بر اساس محاسبات منطق فازی در محیط برنامه‌نویسی Matlab، جهت مدیریت نخاله‌های ساختمانی کرج هستند. نتایج بصورت شفاف آسیب پذیری خاک و سلامت انسان را در برابر مدیریت غیر مسئولانه دورریزهای ساختمانی اثبات نمود . در نتیجه جایگاه این موارد و اولویتهای آنها باید در تنظیم مجدد فعالیت های ساخت وساز با هدف توسعه محیط زیستی ، اقتصادی ، اجتماعی و افزایش بهره‌وری فرآیند ساخت وساز مورد توجه قرار گیرد.

واژه های کلیدی: نخاله‌های ساختمانی، مدیریت پسماند عمران، تصمیم‌گیری چندمعیاره، کرج .

[1] . نویسنده مسئول: Email:m.hadipour@khu.ac.ir

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

مقدمه

حجم روزافزون مواد و نخاله‌های شهری به ویژه نخاله‌های حاصل از تخریب ساخت آن‌ها و بافت‌های فرسوده شهری، مشکلات فراوانی را در شهرهای بزرگ به وجود آورده است (صالحی و همکاران، ۱۳۹۹) و همچنین مشکلات محیط‌زیستی که در اثر دفع غیراصولی و غیرفنی این مصالح پدید آمده، توجه پژوهشگران در راستای بازیافت این مواد را به خود جلب کرده است (صبور و همکاران. ۱۳۹۸ ;ترکاشوند، ۱۳۹۷). آمارهای موجود از ترکیب نخاله‌های ساختمانی شهرهای بزرگ ایران نشان می‌دهد که آجر و ملات ماسه سیمان و بتن، دو ماده اصلی تشکیل دهنده نخاله‌های ساختمانی هستند (کریمی ، ۱۳۹۵) . سالانه نخاله‌های ساختمانی زیادی، حاصل از تخریب ساختمان‌ها وارد محیط‌زیست می‌گردند و این نخاله‌ها اثرات تخریبی زیادی بر محیط‌زیست وارد کرده اند (بلوری و زنجانی ، ۱۳۸۹ ; نصرت الهی و مظاهری، ۱۳۹۹). به طور کلی با توسعه شهرها و افزایش ساخت‌وساز و تخریب بناهای قدیمی، میزان تولید نخاله‌های ساختمانی افزایش می‌یابد .(Park and Daniel, ۲۰۱۹; Alam et al., ۲۰۱۸)

نخاله یا به عبارتی دیگر نخاله‌های ساختمانی، عبارت است از موادی که به شکل ناخواسته و تصادفی در عملیات ساخت‌وساز تولید می‌گردد(روانشادنیا و فولادی، ۱۳۹۴). مصالح ساختمانی از قبیل عایق، میخ، سیم برق، میلگرد و همچنین ضایعات حاصل از فرایند آماده‌سازی مقدماتی محل پروژه همچون مصالح لایروبی، کنده درختان و قلوه سنگ‌ها می‌گردد. نخاله‌های ساختمانی، ممکن است دارای سرب، آزبست یا سایر مواد خطرناک باشند.بسیاری از پسماندهای ساختمانی، تشکیل شده‌اند از مصالحی چون آجر، بتن و چوب که بنا به دلایلی در طی عملیات ساخت‌وساز بدون بهره‌برداری مانده‌اند (Jassbi and Mohamadnejad , ۲۰۱۱). تحقیقات نشان می‌دهد که مقدار این ضایعات برابر با ۱۰ تا ۱۵ درصد کل مصالحی است که در عملیات ساختمانی به کار می‌رود. این مقدار بسیار بیشتر از میزانی است که توسط برآوردکنندگان (مترورها) در نظر گرفته می‌گردد (صبور و همکاران. ۱۳۹۸).

در ایران و سایر کشورهای در حال توسعه نخاله‌های ساختمانی و عمرانی بخش عمده ای از پسماندهای شهری را به خود اختصاص می‌دهند که علاوه بر هزینه‌های بسیار برای دفع آن عواقب نامطلوبی را نیز بر محیط‌زیست در پی دارند (جعفری و همکاران ، ۱۳۹۳). حجم این نخاله‌ها به حدی است که اکنون این مساله نه تن‌ها در ایران بلکه در کشورهای پیشرفته نیز به یک مشکل اجتماعی و محیط‌زیستی تبدیل شده است (نصرت الهی و مظاهری، ۱۳۹۹) . بنابراین آگاهی از روش‌های صحیح مدیریت و از بین بردن این نخاله‌ها امری ضروری به حساب می‌آید . مکان یابی محل مناسب برای دفن مواد نیز از ضروریات طرح‌های توسعه شهری است، مدیریت و مکان یابی صحیح محل دفن مواد زاید جامد به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار محسوب می‌گردد(Hadjibiros , ۲۰۱۱; Kim & Seongcheol, ۲۰۱۶) لکن با کاربرد روش AHP نشان داده شد که رتبه‌بندی معیارهای انتشارات گاز گلخانه‌ای و محدودیت‌های ظرفیت محل‌های دفن بحرانی‌تر از معیارهای اقتصادی‌اند (Bi *et al.*, ۲۰۲۱; Wei *et al.*, ۲۰۲۱; Arhoun *et al.*, ۲۰۲۱; Ma, Li & Lu Zhang. ۲۰۲۰).

در این خصوص مطالعاتی نیز در ایران انجام شده است (جیریایی و کیشانی ، ۱۳۹۹;جوزی و همکاران ، ۱۳۹۱;جفایی و همکاران ، ۱۳۹۸) لکن با بررسی مطالعات فوق روشن می گردد که تا کنون در کشور ما مطالعه کاملی در ارتباط با آلودگی و مشکلات محیط‌زیستی نخاله ساختمانی انجام نشده است، بنابراین بررسی همه جانبه عناصر محیط‌زیست که درگیر با نخاله ساختمانی هستند لازمه هر طرح توسعه پایدار شهری است. به عبارتی دیگر، مدیریت نخاله ساختمانی در حال حاضر از جمله ضرورت‌های مهم مدیریت شهری به حساب آمده و نیاز به بررسی چگونگی

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

گردآوری، بازیافت، دفع، شناخت ترکیبات نخاله‌های ساختمانی، شناسایی معیارهای مکـان دفـن بهینـه و غیـره در آن احساس شده‌است. توسعه و گسترش سریع کلان شهر کـرج در سـال‌های اخیـر از جملـه ساختمان‌سـازی، برج‌سـازی، راه‌سازی، زیباسازی و... سبب تولید انبوه نخاله ساختمانی در بین راه‌ها و سطح شهر شده‌اسـت (Mortaheb, ۲۰۱٦ ; بیگدلو و همکاران ، ۱۳۹۸).

با توجه به محدودیت منابع طبیعی و حفظ سرمایه‌های ملی برای نسل‌های آینـده و همچنـین حفـظ محیط‌زیسـت، مدیریت دورریزهای ساختمانی اهمیت و ضرورت دارد زیرا با داشتن مدیریت صحیح و برنامـه کارآمـد و کـاهش حجـم دورریزهای ساختمانی نه تن‌ها از هدر رفتن منابع طبیعی و سرمایه‌های ملی جلوگیری می‌گردد بلکه هزینه‌های اضـافی و جانبی نیز کمتر شده و به لحاظ اقتصادی سودمند است (قربان و همکاران ، ۱۳۹۰) .

در این راستا هدف از پژوهش حاضر، بررسی مدیریت نخاله‌های ساختمانی شهر کـرج، بررسـی اثـرات محیط‌زیسـتی نخاله‌های ساختمانی برروی نشست منطقـه و آثـار ایـن نشسـت و خرابـی بـر روی سـاختمان‌ها، خطـوط مواصـلاتی و شبکه‌های آبرسانی، بررسی ارتباط میان این ضایعات و بهداشـت سـاکنین ایـن منـاطق، ارزیـابی محیط‌زیسـتی نخالـه ساختمانی کرج و اثرات آن بر منطقه و محیط پیرامون آن است. این بررسی نهایتا به اولویت بندی و واسنجی پارامترها در راستای انتخاب بهینه مکان دفن نخاله ساختمانی کرج، بر اساس ویژگی‌های طبیعی منطقه منجر می شود.

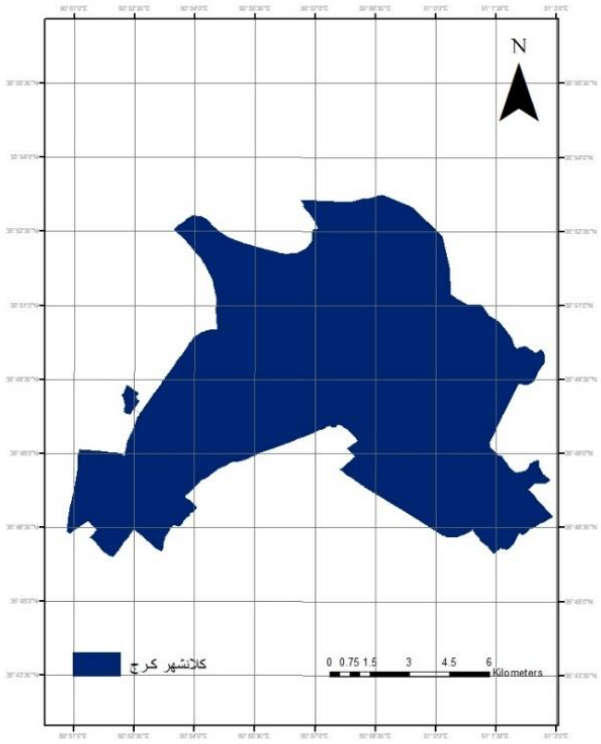
داده ها و روش کار

- **قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه**

قلمرو مطالعاتی این تحقیق مرکز استان البرز ،کلانشهر کرج است(شکل ۱) . این کلانشهر به علت حجم بالای فعالیت های عمرانی و ساختمانی همچون تخریب ساختمان های قدیمی، احداث ساختمان های جدید و بهسازی معابر شهری روزانه با حجم بسیار بالایی از نخاله های ساختمانی روبرواست که این امر ضرورت داشتن سیستم مدیریتی را در این خصوص با دیدگاه حفظ محیط زیست را دوچندان می کند.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]



شکل ۱.قلمرو مورد مطالعه

به طور متوسط روزانه ۵۹۷۳ تن (سالانه ۲۱۸۶۴۱۰ تن) نخاله ساختمانی در کرج تولید می شود که حدود ۳ درصد از حجم کل نخاله ساختمانی کل کشور را شامل می شود. طبق نتایج به دست آمده سهم سرانه تولید نخاله ساختمانی در شهر کرج برابر ۱۲۲۰ کیلوگرم برای هر نفر در سال می باشد .

- **روش کار**

در این پژوهش ابتدا معیارهای مؤثر در انتخاب محل دفن در محدوده مورد مطالعه تعیین می‌گردد. این معیارها با بررسی و بهره‌برداری از استانداردهای مختلف از جمله استانداردهای مربوط به سازمان حفاظت محیط‌زیست، وزارت کشور و استانداردهای جهانی و همچنین با مرور منابع و مطالعات انجام شده در خصوص فرآیند مکانیابی دفن پسماند در داخل و خارج کشور و نیز با بررسی شرایط منطقه مورد مطالعه و عوامل تاثیرگذار در منطقه مورد بررسی تدوین می‌گردند. لایه‌های مربوط به هر معیار در جدول مربوطه از سازمان‌های مربوطه تهیه، پردازش و به قالب برداری تبدیل خواهد شد. روش تحلیل در مقاله، ارزیابی چند معیاره فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) است. در این مطالعه معیارهای مورد بهره‌برداری در تحلیل سلسله مراتبی بر طبق جداولی که تهیه می‌گردد طبقه‌بندی و بر اساس نظر کارشناسان به روش تحلیل سلسله مراتبی یا همان AHP از ۱ تا ۹ وزن دهی می‌گردد. و در آخر با مقایسه آن‌ها با هم به‌ترین مکان‌های دفن نخاله‌های ساختمانی یافت می‌گردد. در این راستا انجام مراحل ذیل ضروری است:

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

گام ۱) ساختن مدل و ساختاربندی مدل: مسأله را باید به طوری شفاف بیان کرد و با یک سامانه منطقی برای مثال یک شبکه تجزیه کرد. ساختار مذکور را می‌توان با بهره‌برداری از نظر تصمیم‌گیرندگان و از طریق روش‌هایی چون طوفان مغزی و یا دیگر روش‌های مناسب بدست آورد

گام ۲) مقایسات زوجی بردارهای اولویت: در روش تصمیم‌گیری تحلیل سلسله مراتبی نیز در هر قسمت نیز با توجه به اهمیت آن‌ها در کنترل معیارها به صورت زوجی مقایسه می‌گردند، و خود قسمت‌ها نیز با توجه به تأثیرشان در هدف به صورت زوجی با هم مقایسه می‌گردند. از تصمیم‌گیرندگان در قالب یک سری مقایسات زوجی پرسیده می‌گردد که دو عنصر یا دو قسمت در مقایسه با هم چه تأثیری در معیارهای بالا دستی خود دارند.

گام ۳) تشکیل سوپر ماتریس : مفهوم سوپر ماتریس شبیه فرآیند زنجیره مارکوف می‌باشد. سوپر ماتریس قادر به محدود کردن ضرایب برای محاسبه تمامی اولویت‌ها و در نتیجه اثر تجمیعی هر عنصر بر سایر عناصر در تعامل، می‌باشد. هنگامی که یک شبکه صرف نظر از هدف، صرفا در بر گیرنده دو خوشه به نام‌های معیارها و گزینه‌ها باشد

گام ۴) انتخاب بهترین گزینه: در صورتی که سوپر ماتریس تشکیل شده در مرحله قبل همه شبکه را پوشش دهد می‌توان وزنهای اولویت را در ستون گزینه‌ها در یک سوپر ماتریس نرمال شده یافت. از سوی دیگر، اگر یک سوپر ماتریس فقط شامل قسمت‌های به هم مرتبط باشد نیاز به محاسبات بیشتری برای رسیدن به اولویت‌های کلی گزینه‌ها وجود دارد.

روش انجام این تحقیق از نظر هدف، کاربردی - مدل‌سازی است، زیرا ازطرفی اقدام به تحلیل دقیق مفاهیم و قواعد مرتبط با حوزه دانشی، می‌گردد و از طرف دیگر روابط بین این مفاهیم و قواعد، توسط خبرگان ارزیابی و تعیین می‌گردند. در این پژوهش نیاز به بهره‌برداری از روش نظریه تصمیم‌گیری برای ارزیابی و بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها در افزایش اعتماد و اطمینان در تصمیم‌گیری وجود دارد. در ادامه پژوهش، با توجه به راهبردی بودن مدیریت نخاله‌های ساختمانی شهرستان کرج با تکنیک MCDM فازی، به اولویت‌بندی عوامل مذکور، در نرم‌افزارهای Expert Choice و Matlab اقدام می‌گردد تا هدف اصلی تحقیق یعنی مکانیابی محل دفن محقق گردد. در واقع، هرگونه تغییر و در برنامه‌ها و روش‌های تصمیم‌گیری مستلزم بررسی واقع بینانه وضع موجود است، لذا ضرورت شناخت دقیق عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری‌ها، نیاز به یک پژوهش علمی دارد (Saaty, ۲۰۰۸)برای دقت بیشتر در نظر متخصصین برای نتیجه دقیق‌تر مطالعه از منطق فازی[۱] نیز بهره‌برداری می‌گردد. در مدل تصمیم‌گیری پژوهش "بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها"، ارتباط بین متغیرها و نحوه این ارتباط را مشخص می‌سازد. یک چارچوب نظری خوب باید در برگیرنده کلیه متغیرهای مهم مؤثر بر مسأله و نحوه ارتباط آن‌ها با یکدیگر باشد.

جامعه موردمطالعه این پژوهش را می‌توان به دو گروه کلی شامل: گروه اول دربرگیرنده اساتید صاحب نظر در زمینه موردبررسی؛ و گروه دوم دربرگیرنده متخصصان مدیریت پسماند شاغل در سازمان شهرداری کرج، دسته‌بندی نمود. در واقع روش نمونه‌گیری در این پژوهش ترکیبی از دو روش نمونه‌گیری غیراحتمالی هدف‌مند (قضاوتی) و نمونه‌گیری گلوله برفی است. در حقیقت، علت بهره‌برداری از نمونه‌گیری غیرتصادفی هدف‌مند نمونه‌گیری قضاوتی در این پژوهش این است که، در اینجا افرادی برای نمونه انتخاب می‌گردند که برای ارائه اطلاعات مورد نیاز در به‌ترین موقعیت قرار دارند. به‌عبارت‌دیگر، طرح نمونه گیری قضاوتی هنگامی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد که طبقه‌ی محدودی از افراد

[۱] Fuzzy Logic

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

دارای اطلاعات موردنیاز پژوهش باشند، که محقق در جستجوی آنهاست. این شیوه تن‌ها شیوه نمونه‌گیری است که می‌توان برای به‌دست آوردن اطلاعاتی که لازم است از افراد خاصی که دارای علم و دانش مربوط هستند و می‌توانند اطلاعات موردنظر را ارائه دهند، مورد بهره‌برداری قرار داد. از آنجایی که تهیه لیست این افراد ممکن نیست، محقق سعی می‌نماید به مکان‌هایی مانند سازمان‌ها، دانشگاه‌ها و محل کار آن‌ها مراجعه کرده و به طور تعمدی افراد موردنظر را در مکان‌های خاص شناسایی کند. این روش نمونه‌گیری با توجه به موضوع موردبررسی مبتنی بر فهم نظری و تجربه پیشین محقق از جمعیت موردمطالعه انجام می‌گردد و نمونه بر اساس قضاوت شخصی یا اهداف محقق انتخاب می‌گردد. از طرفی دیگر، دلیل بهره‌برداری از روش نمونه‌گیری گلوله برفی ، زنجیره‌ای، شبکه‌ای یا نمونه‌گیری بر اساس شهرت در این پژوهش، این است که این روش زمانی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد که چارچوب نمونه‌گیری وجود ندارد و از طرفی افراد نمونه نسبت به یکدیگر شناخت دارند و دارای ویژگی‌های مشترک هستند و از طریق آن‌ها و با توجه به ویژگی‌هایی که موردنظر محقق است، به خبرگان بعدی می‌رسد. این نمونه‌گیری که در تحقیقات کیفی رایج است، خود گونه‌ای از روش هدف‌مند است. در این روش، حجم نمونه مثل گلوله برف، که همانطورکه می‌چرخد برف بیشتری به خودش جذب می‌نماید، در مسیر پژوهش بزرگ‌تر می‌گردد. این فن شامل شناسایی برخی افراد مهم یک جمعیت و مصاحبه با آن‌ها است، سپس محقق به پیشنهاد این افراد برای مصاحبه به سراغ افراد دیگر می‌رود. در این شیوه‌ی نمونه‌گیری، محقق می‌تواند، در انتخاب اعضای جمعیت نمونه، به صورت ترجیحی به انتخاب نمونه‌هایی بپردازد که از نظر متغیرهای زمینه‌ای و نیز میزان آشنایی با حوزه‌ی مورد بررسی، در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارند. در پایان باید گفت که حجم نمونه این پژوهش افراد در دسترس و متمایل به همکاری در مجموع از دو گروه معرفی شده در جامعه آماری هستند. همواره باید حکمی روشن و صریح درباره هدف‌های نمونه‌گیری در دست باشد و جامعه‌ای که از آن نمونه می‌گیریم، باید دقیقا تعریف شود . زیرا اگر طرح نمونه‌گیری مناسب مورد بهره‌برداری قرار نگیرد، صرف یک حجم نمونه بزرگ اجازه نخواهد داد که یافته‌ها به جامعه تعمیم داده شوند. انتخاب یک روش نمونه‌گیری مناسب برای این پژوهش، وابسته به متغیرهایی چون ساختار جامعه، نوع اطلاعات مورد جستجو، زمان گردآوری اطلاعات، عنصر یعنی واحدی که درباره‌اش اطلاعات گردآوری می‌گردد و مبنای تحلیل را فراهم می‌سازد، جمعیت یعنی مجموعه افراد، اشیاء یا نمودهایی که یک یا چند صفت مشترک داشته باشند، چارچوب یعنی فهرست اصلی واحدهای نمونه‌گیری که نمونه یا مرحله‌ای از نمونه، از آن انتخاب می‌گردد

ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها پژوهش مذکور، بمنظور اجرای تحقیق، SPSS و Expert Choice و Matlab است. در فرآیند پژوهش، پس از گردآوری داده‌ها، گام بعدی شامل تجزیه و تحلیل داده‌ها است.

برای بررسی پایایی ابزار بومی‌سازی مؤلفه‌های پژوهش از ضریب آلفای کرونباخ بهره‌برداری شد. ضریب آلفای کرونباخ توسط کرونباخ ابداع شده و یکی ازمتداول‌ترین روش‌های اندازه‌گیری اعتمادپذیری و یا پایائی ابزار بومی‌سازی مؤلفه‌های پژوهش هاست. (آذر و مؤمنی. ۱۳۸۸). در ادامه پژوهش، با توجه به راهبردی بودن بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها، به اولویت‌بندی عوامل مذکور، با بهره‌برداری از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در نرم‌افزار Expert Choice اقدام شد. نرم‌افزار Expert Choice برای حل مسائل تکنیک AHP یا فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بهره‌برداری می‌گردد.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

به منظور توصیف داده‌ها از میانگین و انحراف معیار داده‌های پژوهش بهره‌برداری شده است. خلاصه‌ای از آمارهای توصیفی مربوط به کامپوننت های مستخرج از تحقیقات (Manowong,۲۰۱۲; Aleksanin, ۲۰۱۹; Freitas, and Magrini, ۲۰۱۷; کشفی و قائمی، ۱۳۹۶) در جداولهای ۲ و ۱ آمده اند:

جدول ۱. اطلاعات توصیفی مربوط به متغیرهای پژوهش

متغیرهای پژوهش	معیارهای پژوهش	تعداد داده‌ها	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
عوامل زیست‌محیطی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی	الف- آلودگی آب در شهر	۳۰	۵	۷	۵.۴۷	۰.۶۲۹
	ب- آلودگی خاک در شهر	۳۰	۵	۷	۵.۸۰	۰.۸۰۵
	ج- آلودگی هوا در شهر	۳۰	۳	۷	۵.۵۰	۰.۸۶۱
کاربردهای GIS در مدیریت شهری رهاسازی نخاله‌های ساختمانی	۱. مدیریت فضای سبز شهری	۳۰	۵	۷	۵.۹۳	۰.۸۶۸
	۲. مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت	۳۰	۵	۷	۵.۹۰	۰.۸۴۵
	۳. مدیریت بازیافت پسماند ساختمانی	۳۰	۵	۷	۵.۶۷	۰.۸۰۲
	۴. مدیریت گردآوری پسماند ساختمانی	۳۰	۳	۷	۵.۵۷	۰.۹۷۱
	۵. مدیریت دفع پسماند ساختمانی	۳۰	۵	۷	۵.۷۰	۰.۸۳۷
عوامل اقتصادی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی	الف- هزینه برای خانوارها	۳۰	۵	۷	۵.۶۳	۰.۷۵۶
	ب- هزینه برای نهادهای دولتی	۳۰	۳	۷	۵.۶۳	۰.۹۹۹
	ج- هزینه ماشین‌آلات مدیریت نخاله‌های ساختمانی	۳۰	۵	۷	۵.۶۷	۰.۸۰۲
	د- هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی	۳۰	۵	۷	۵.۸۰	۱.۰۶۴

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

جدول ۲. اطلاعات توصیفی مربوط به وضعیت عملکردی متغیرهای پژوهش

متغیرهای پژوهش	معیارهای پژوهش	تعداد داده‌ها	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
عوامل محیط زیستی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی	الف- آلودگی آب در شهر	۳۰	۱	۶	۴.۶۷	۱.۴۲۲
	ب- آلودگی خاک در شهر	۳۰	۲	۶	۴.۶۷	۱.۱۵۵
	ج- آلودگی هوا در شهر	۳۰	۳	۶	۴.۶۰	۱.۱۶۳
عوامل اجتماعی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی	۱. مدیریت فضای سبز شهری	۳۰	۳	۶	۴.۹۳	۰.۸۶۸
	۲. مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت	۳۰	۳	۶	۴.۵۳	۱.۰۰۸
	۳. مدیریت بازیافت پسماند ساختمانی	۳۰	۳	۶	۴.۶۰	۱.۱۶۳
	۴. مدیریت گردآوری پسماند ساختمانی	۳۰	۲	۶	۴.۸۰	۱.۱۵۷
	۵. مدیریت دفع پسماند ساختمانی	۳۰	۳	۶	۴.۹۳	۰.۸۶۸
عوامل اقتصادی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی	الف- هزینه برای خانوارها	۳۰	۳	۶	۴.۴۳	۱.۰۷۳
	ب- هزینه برای نهادهای دولتی	۳۰	۳	۶	۴.۶۳	۱.۰۳۳
	ج- هزینه ماشین‌آلات مدیریت نخاله‌های ساختمانی	۳۰	۳	۶	۴.۹۰	۱.۰۲۹
	د- هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی	۳۰	۳	۶	۴.۷۳	۰.۹۴۴

از طرفی دیگر، آزمون آلفای کرونباخ یا قابلیت اعتماد یا پایایی ابزار پژوهش یک آزمون آماری است برای آزمون قابلیت اعتماد یا پایایی ابزاری که به صورت طیف طراحی شده و جواب‌های آن چند گزینه‌ای می‌باشند، به کار می‌رود. نتایج مربوط به آمارهای پایایی معیارهای مربوط به متغیرهای پژوهش با بهره‌برداری از آزمون آلفای کرونباخ، بیانگر قابلیت اعتماد بالا نسبت به ابزار گردآوری اطلاعات این پژوهش است زیرا میانگین ضرایب آلفای کرونباخ بالاتر از ۰/۹ محاسبه شده است که نشان می‌دهد نظرات و تجربه حرفه‌ای کارشناسان و متخصصان سازمان شهرداری کرج، قابل اعتماد بوده و پایایی مناسبی دارند.

شرح و تفسیر نتایج

- **اولویت‌بندی معیارهای پژوهش با بهره‌برداری از MCDM**

فرآیند چهار مرحله‌ای فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره و محاسبات منطق فازی به منظور بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها، به شرح ذیل است:

مرحله اول: مدل‌سازی روابط علی براساس شباهت به راه‌حل ایده آل:

از آنجایی که هدف اصلی در این پژوهش بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها می‌باشد. معیارهای مرتبط با هریک از عوامل تعیین و سپس ابزاری که قابلیت اعتماد آن مورد آزمون قرار گرفته بود توزیع

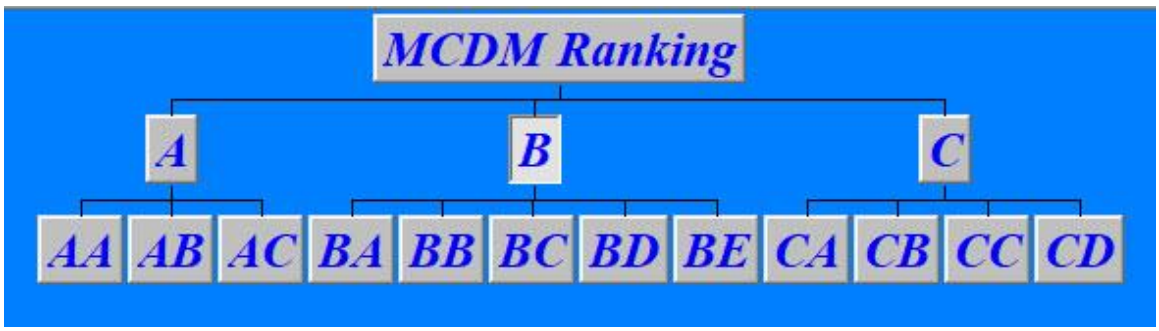
[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

گردید. ابزار مقایسات زوجی مورد بهره‌برداری برای تحلیل‌های شبکه‌ای و فازی به ابزار مقایسات زوجی خبره موسوم می‌باشد. هر سطح از شبکه‌ای یک ابزار مقایسات زوجی خبره تهیه می‌گردد. در واقع، معیارهای مؤثر بر بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها عبارتند از: خوشه " عوامل زیست‌محیطی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی " با کد (A) دربرگیرنده معیارهایی از قبیل: الف- آلودگی آب در شهر با کد (AA)؛ ب- آلودگی خاک در شهر با کد (AB)؛ ج- آلودگی هوا در شهر با کد (AC)؛ خوشه "کاربردهای GIS در مدیریت شهری رهاسازی نخاله‌های ساختمانی " با کد (B) دربرگیرنده معیارهایی از قبیل: ۱. مدیریت فضای سبز شهری با کد (BA)؛ ۲. مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت با کد (BB)؛ ۳. مدیریت بازیافت پسماند ساختمانی با کد (BC)؛ ۴. مدیریت گردآوری پسماند ساختمانی با کد (BD)؛ ۵. مدیریت دفع پسماند ساختمانی با کد (BE)؛ خوشه "عوامل اقتصادی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی" با کد (C) دربرگیرنده معیارهایی از قبیل: الف- هزینه برای خانوارها با کد (CA)؛ ب- هزینه برای نهادهای دولتی با کد (CB)؛ ج- هزینه ماشین‌آلات مدیریت نخاله‌های ساختمانی با کد (CC)؛ د- هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی با کد (CD)؛ برای امتیاز دهی از مقیاس۹ درجه (Saaty, ۲۰۰۸) به صورت جدول ۳ و شکل ۲ بهره‌برداری می‌گردد:

جدول ۳. ابزار مقایسات زوجی روش MCDM

	مقایسات زوجی																	
معیار A	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	**معیار B**



شکل۲ . مدل‌سازی روابط علی براساس شباهت به راه‌حل ایده آل

در ادامه، در واقع، با توجه به پارامتریک بودن آزمون‌های آماری در پژوهش حاضر، به‌منظور بررسی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بین متغیر تابع (وابسته) و متغیرهای مستقل، از ضریب همبستگی براساس شباهت به راه‌حل ایده آل بهره‌برداری می‌گردد.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

جدول ۴.همبستگی براساس شباهت به راه‌حل ایده آل بین متغیرهای پژوهش

همبستگی براساس شباهت به راه‌حل ایده آل بین متغیرهای پژوهش		الف- آلودگی آب در شهر	ب- آلودگی خاک در شهر	ج- آلودگی هوا در شهر	۱. مدیریت فضای سبز شهری		۲. مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت	۳. مدیریت بازیافت پسماند ساختمانی	۴. مدیریت گردآوری پسماند ساختمانی	۵. مدیریت دفع پسماند ساختمانی	الف- هزینه برای خانوارها	ب- هزینه برای نهادهای دولتی	ج- هزینه ماشین‌الات مدیریت نخاله‌های ساختمانی	د- هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی
الف- آلودگی آب در شهر	همبستگی آماری	۱	.۴۶۳	.۵۷۳	.۶۹۰		.۵۴۵	.۶۶۱	.۶۲۵	.۸۰۰	.۷۲۶	.۵۵۶	.۶۶۱	.۴۵۴*
	Sig.		.۰۱۰	.۰۰۱	.۰۰۰		.۰۰۲	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۱	.۰۰۰	.۰۱۲
ب- آلودگی خاک در شهر	همبستگی آماری	.۴۶۳	۱	.۱۴۹	.۴۷۳		.۴۷۷	.۶۴۱	.۳۷۰*	.۴۲۰*	.۶۶۱	.۳۷۷*	.۶۴۱	.۲۳۴
	Sig.	.۰۱۰		.۴۳۱	.۰۰۸		.۰۰۸	.۰۰۰	.۰۴۴	.۰۲۱	.۰۰۰	.۰۴۰	.۰۰۰	.۲۱۴
ج- آلودگی هوا در شهر	همبستگی آماری	.۵۷۳	.۱۴۹	۱	.۵۰۷		.۴۹۸	.۳۰۰	.۸۴۵	.۶۴۶	.۳۴۰	.۷۸۱	.۳۰۰	.۷۵۳
	Sig.	.۰۰۱	.۴۳۱		.۰۰۴		.۰۰۵	.۱۰۸	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۶۶	.۰۰۰	.۱۰۸	.۰۰۰
۱. مدیریت فضای سبز شهری	همبستگی آماری	.۶۹۰	.۴۷۳	.۵۰۷	۱		.۶۰۲	.۶۱۰	.۵۳۷	.۵۸۹	.۶۳۷	.۵۲۷	.۶۱۰	.۳۵۸
	Sig.	.۰۰۰	.۰۰۸	.۰۰۴			.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۲	.۰۰۱	.۰۰۰	.۰۰۳	.۰۰۰	.۰۵۲
۲. مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت	همبستگی آماری	.۵۴۵	.۴۷۷	.۴۹۸	.۶۰۲		۱	.۶۶۱	.۴۵۰*	.۷۳۷	.۶۳۵	.۶۹۰	.۶۶۱	.۵۱۴
	Sig.	.۰۰۲	.۰۰۸	.۰۰۵	.۰۰۰			.۰۰۰	.۰۱۳	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۴
۳. مدیریت بازیافت پسماند ساختمانی	همبستگی آماری	.۶۶۱	.۶۴۱	.۳۰۰	.۶۱۰		.۶۶۱	۱	.۳۸۳*	.۴۶۲*	.۹۷۴	.۴۸۷	۱.۰۰۰	.۲۸۳
	Sig.	.۰۰۰	.۰۰۰	.۱۰۸	.۰۰۰		.۰۰۰		.۰۳۶	.۰۱۰	.۰۰۰	.۰۰۶	.۰۰۰	.۱۳۰
۴. مدیریت گردآوری پسماند ساختمانی	همبستگی آماری	.۶۲۵	.۳۷۰*	.۸۴۵	.۵۳۷		.۴۵۰*	.۳۸۳*	۱	.۶۴۱	.۴۲۸*	.۷۹۰	.۳۸۳*	.۶۸۱
	Sig.	.۰۰۰	.۰۴۴	.۰۰۰	.۰۰۲		.۰۱۳	.۰۳۶		.۰۰۰	.۰۱۸	.۰۰۰	.۰۳۶	.۰۰۰
۵. مدیریت دفع پسماند ساختمانی	همبستگی آماری	.۸۰۰	.۴۲۰*	.۶۴۶	.۵۸۹		.۷۳۷	.۴۶۲*	.۶۴۱	۱	.۵۲۳	.۷۳۰	.۴۶۲*	.۶۶۷
	Sig.	.۰۰۰	.۰۲۱	.۰۰۰	.۰۰۱		.۰۰۰	.۰۱۰	.۰۰۰		.۰۰۳	.۰۰۰	.۰۱۰	.۰۰۰
الف- هزینه برای خانوارها	همبستگی آماری	.۷۲۶	.۶۶۱	.۳۴۰	.۶۳۷		.۶۳۵	.۹۷۴	.۴۲۸*	.۵۲۳	۱	.۴۵۰*	.۹۷۴	.۳۳۱
	Sig.	.۰۰۰	.۰۴۰	.۰۰۰	.۰۰۴		.۰۰۵	.۱۰۸	.۰۱۸	.۰۰۳		.۰۱۳	.۰۰۰	.۰۷۴

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

ب- هزینه برای نهادهای دولتی	**همبستگی آماری**	.۵۵۶	.۳۷۷*	.۷۸۱	.۵۲۷		.۶۹۰	.۴۸۷	.۷۹۰	.۷۳۰	.۴۵۰*	۱	.۴۸۷	.۷۴۰
	Sig.	.۰۰۱	.۰۴۰	.۰۰۰	.۰۰۳		.۰۰۰	.۰۰۶	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۱۳		.۰۰۶	.۰۰۰
ج- هزینه ماشین‌آلات مدیریت نخاله‌های ساختمانی	**همبستگی آماری**	.۶۶۱	.۶۴۱	.۳۰۰	.۶۱۰		.۶۶۱	۱.۰۰۰	.۳۸۳*	.۴۶۲*	.۹۷۴	.۴۸۷	۱	.۲۸۳
	Sig.	.۰۰۰	.۰۰۰	.۱۰۸	.۰۰۰		.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۳۶	.۰۱۰	.۰۰۰	.۰۰۶		.۱۳۰
د- هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی	**همبستگی آماری**	.۴۵۴*	.۲۳۴	.۷۵۳	.۳۵۸		.۵۱۴	.۲۸۳	.۶۸۱	.۶۶۷	.۳۳۱	.۷۴۰	.۲۸۳	۱
	Sig.	.۰۱۲	.۲۱۴	.۰۰۰	.۰۵۲		.۰۰۴	.۱۳۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۷۴	.۰۰۰	.۱۳۰	

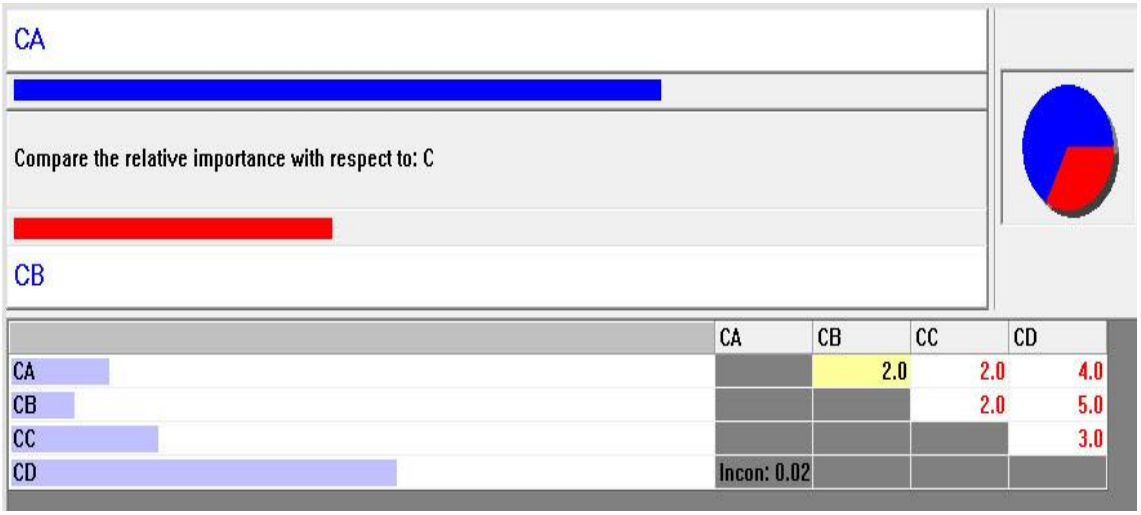
همان‌طور که در جدول بالا یعنی همبستگی براساس شباهت به راه‌حل ایده آل بین متغیرهای پژوهش مشاهده می‌گردد، از آنجایی که علامت ضریب همبستگی، شیب خط رگرسیون است، بین متغیرهای هزینه برای خانوارها و مدیریت بازیافت پسماند ساختمانی، با هدف بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها در سازمان شهرداری کرج، رابطه مثبت و کاملا معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۹۷۴ محاسبه شده است. بین متغیرهای هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی و هزینه برای نهادهای دولتی، رابطه مثبت و بسیار معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۷۴۰ محاسبه شده است. بین متغیرهای آلودگی خاک در شهر و مدیریت بازیافت پسماند ساختمانی، رابطه مثبت و معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۶۴۱ محاسبه شده است. بین متغیرهای مدیریت فضای سبز شهری و آلودگی آب در شهر، رابطه مثبت و معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۶۹۰ محاسبه شده است. بین متغیرهای مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت و هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی، رابطه مثبت و معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۵۱۴ محاسبه شده است. از طرفی، بین متغیرهای هزینه ماشین‌آلات مدیریت نخاله‌های ساختمانی و هزینه برای خانوارها، با هدف بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها در سازمان شهرداری کرج، رابطه مثبت و کاملا معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۹۷۴ محاسبه شده است. بین متغیرهای هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی و آلودگی هوا در شهر، رابطه مثبت و بسیار معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۷۵۳ محاسبه شده است. بین متغیرهای مدیریت فضای سبز شهری و مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت، رابطه مثبت و معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۶۰۲ محاسبه شده است. در واقع با توجه به همبستگی بالای بین متغیرها و معیارهای پژوهش، می‌توان وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها را به‌صورت جامعی در سازمان شهرداری کرج، بررسی نمود.

مرحله دوم : تصمیم‌گیری بین معیارهای بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها:

معیارها را براساس هدف دوبه‌دو با هم مقایسه می‌نماییم. اگر اهمیت عنصر i بر j برابر با n باشد، اهمیت j بر i برابر با n/۱ است و با توجه به این نکته کافی است در ماتریس زیر فقط مقادیر بالای قطر اصلی را پر کنیم. مقادیر زیر قطر

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

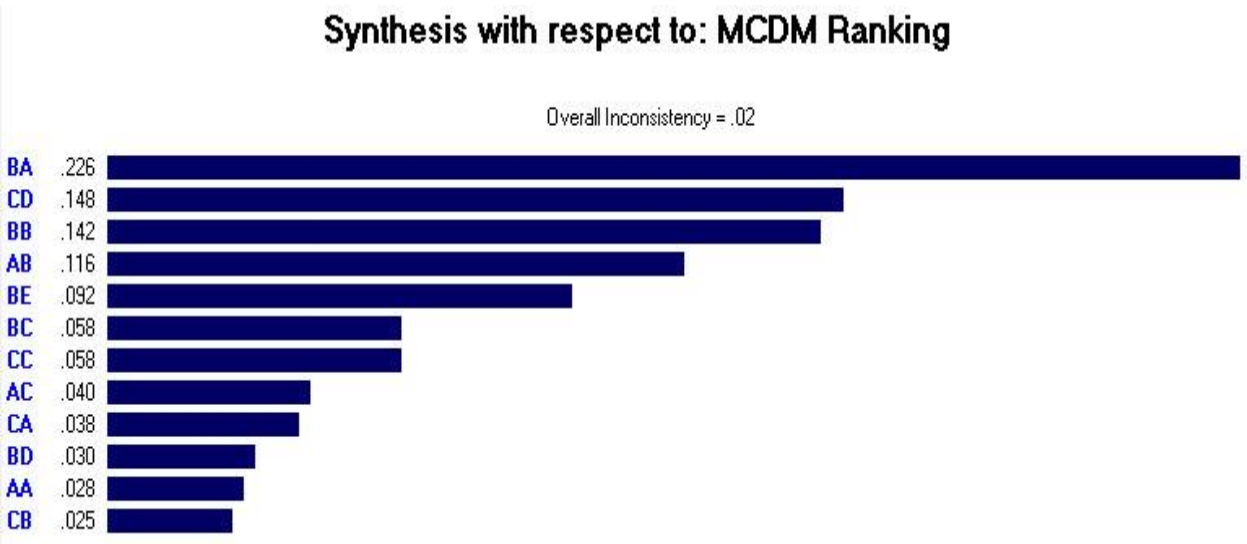
اصلی معکوس مقادیر بالای قطر خواهد بود لازم به ذکر است که در مورد معیارها باید به نوع آن‌ها توجه داشته باشیم. نمونه محاسبا در شکل ۳ دیده می شود



شکل ۳. مقایسات زوجی و تعیین وزن روابط علی براساس ارزش‌یابی گزینه‌های تصمیم‌گیری بین خوشه "عوامل اقتصادی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی"

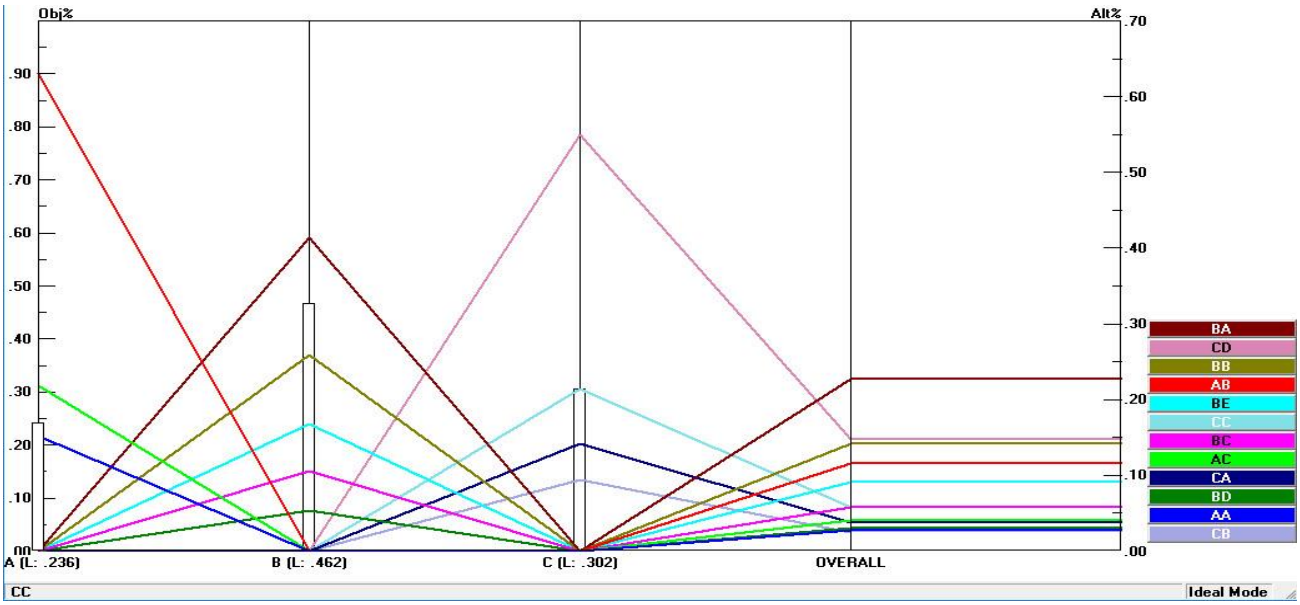
مرحله سوم : اولویت‌بندی بر اساس روابط علی براساس ارزش‌یابی گزینه‌های تصمیم‌گیری بین معیارهای بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها، بر اساس تحلیل‌های نرم‌افزار MCDM:

برای تعیین اولویت از مفهوم نرمال‌سازی بهره‌برداری می‌گردد. پس از نرمال کردن، وزن هر گزینه براساس معیار مورد نظر بدست خواهد آمد. به این ترتیب اولویت هر فرد را براساس هر معیار مانند فوق محاسبه می‌نماییم. مهم همان اولویت می‌باشد. شکل ۴ اولویت‌بندی بر اساس روابط علی براساس شباهت به راه‌حل ایده آل بین نگاشت‌های تأثیر بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها، را نشان می‌دهد:



[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]



شکل۴ . اولویت‌بندی روابط علی براساس شباهت به راه‌حل ایده آل بین نگاشت‌های تأثیر بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها

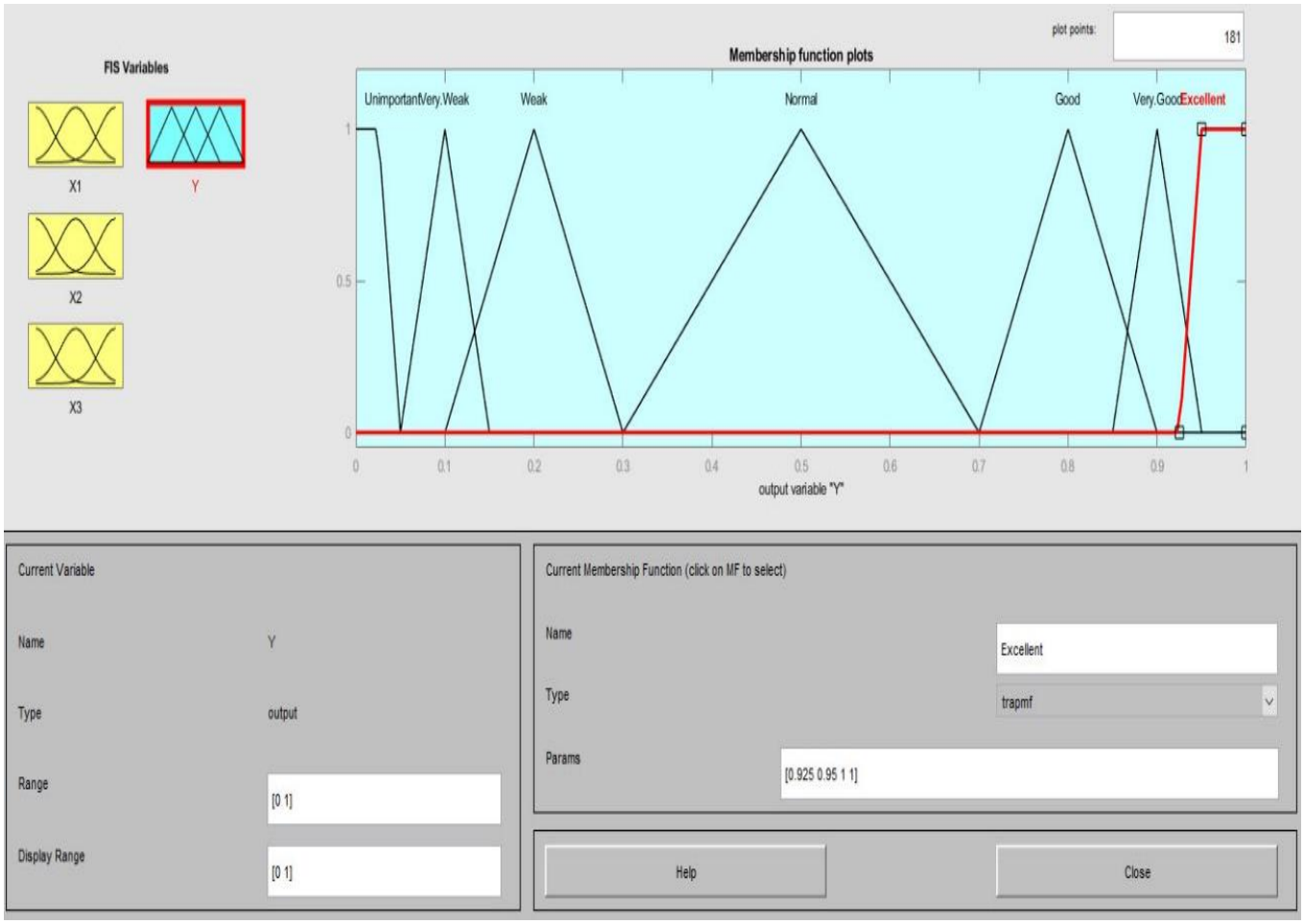
بر اساس اولویت‌بندی شبکه‌ای معیارهای پژوهش مشخص گردید که مهم‌ترین معیار در خوشه " عوامل زیست‌محیطی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی " با کد (A)، "آلودگی خاک در شهر " با کد (AB) دارای وزن شبکه‌ای ۰.۱۱۶؛ و مهم‌ترین معیارها در خوشه "کاربردهای GIS در مدیریت شهری رهاسازی نخاله‌های ساختمانی " با کد (B)، "مدیریت فضای سبز شهری" با کد (BA) دارای وزن شبکه‌ای برابر با ۰.۲۲۶؛ و "مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت" با کد (BB) دارای وزن شبکه‌ای برابر با ۰.۱۴۲؛ محاسبه شدند. از طرفی دیگر، مهم‌ترین معیار در خوشه " عوامل اقتصادی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی" با کد (C)، "هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی" با کد (CD) دارای وزن شبکه‌ای برابر با ۰.۱۴۸؛ اولویت‌بندی شد.

مرحله چهارم: اولویت‌بندی فازی و تحلیل نهایی بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها:

شکل ۵ متغیرهای زبانی، مقادیر فازی و نیز توابع عضویت اعداد مثلثی و ذوزنقه‌ای مرتبط با معیارهای مؤثر بر تحلیل بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها را درون طیف هفت‌تایی محاسبات منطق فازی، به نمایش می‌گذارند:

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]



شکل ۵. افرازبندی معیارها و تعیین مقادیر فازی مرتبط با متغیرهای زبانی (توابع عضویت اعداد مثلثی و ذوزنقه ای)

وزن نهایی معیارهای تحقیق، حاصل‌ضرب وزن معیارها بر اساس MCDM وزن فازی (بر اساس متغیرهای زبانی)، می‌باشد(جدول۴). در نهایت، با توجه به محاسبات فازی مربوط به اجرای پژوهش ، مهم‌ترین معیار در خوشه " عوامل زیست‌محیطی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی " با کد (A)، "آلودگی خاک در شهر " با کد (AB) دارای وزن شبکه‌ای فازی ۰.۰۹۶؛ و مهم‌ترین معیارها در خوشه "کاربردهای GIS در مدیریت شهری رهاسازی نخاله‌های ساختمانی " با کد (B)، "مدیریت فضای سبز شهری" با کد (BA) دارای وزن شبکه‌ای فازی برابر با ۰.۱۹۱؛ و "مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت" با کد (BB) دارای وزن شبکه‌ای فازی برابر با ۰.۱۲۰ محاسبه شدند. از طرفی دیگر، مهم‌ترین معیار در خوشه " عوامل اقتصادی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی" با کد (C)، "هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی" با کد (CD) دارای وزن شبکه‌ای فازی برابر با ۰.۱۲۳؛ اولویت‌بندی شد، زیرا دارای بالاترین رتبه فازی بر اساس محاسبات منطق فازی در محیط برنامه‌نویسی Matlab هستند.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

جدول۵ . اولویت‌بندی فازی معیارهای مؤثر بر تحلیل بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راهها

رتبه	معیارهای پژوهش	وزن معیارها (بر اساس MCDM)	وزن فازی (بر اساس متغیرهای زبانی)	وزن نهایی معیار
۱	مدیریت فضای سبز شهری	۰.۲۲۶	۰.۸۴۷۱	۰.۱۹۱۴۴۵
۲	هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی	۰.۱۴۸	۰.۸۲۸۶	۰.۱۲۲۶۳۳
۳	مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت	۰.۱۴۲	۰.۸۴۲۹	۰.۱۱۹۶۹۲
۴	آلودگی خاک در شهر	۰.۱۱۶	۰.۸۲۸۶	۰.۰۹۶۱۱۸

- **وزن و ارتباط بین معیارهای مؤثر بر مدیریت نخاله‌های ساختمانی**

براساس محاسبات همبستگی براساس شباهت به راه‌حل ایده آل بین متغیرهای پژوهش، بین متغیرهای هزینه برای خانوارها و مدیریت بازیافت پسماند ساختمانی، با هدف بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها در سازمان شهرداری کرج، رابطه مثبت و کاملا معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۹۷۴ محاسبه شده است. بین متغیرهای هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی و هزینه برای نهادهای دولتی، رابطه مثبت و بسیار معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۷۴۰ محاسبه شده است. بین متغیرهای آلودگی خاک در شهر و مدیریت بازیافت پسماند ساختمانی، رابطه مثبت و معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۶۴۱ محاسبه شده است. بین متغیرهای مدیریت فضای سبز شهری و آلودگی آب در شهر، رابطه مثبت و معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۶۹۰ محاسبه شده است. بین متغیرهای مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت و هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی، رابطه مثبت و معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۵۱۴ محاسبه شده است.

از طرفی، بین متغیرهای هزینه ماشین‌آلات مدیریت نخاله‌های ساختمانی و هزینه برای خانوارها، با هدف بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها در سازمان شهرداری کرج، رابطه مثبت و کاملا معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۹۷۴ محاسبه شده است. بین متغیرهای هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی و آلودگی هوا در شهر، رابطه مثبت و بسیار معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۷۵۳ محاسبه شده است. بین متغیرهای مدیریت فضای سبز شهری و مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت، رابطه مثبت و معناداری وجود دارد، زیرا ضریب همبستگی بین آن‌ها برابر با ۰.۶۰۲ محاسبه شده است. در واقع با توجه به همبستگی بالای بین متغیرها و معیارهای پژوهش، می‌توان بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها را به‌صورت جامعی در سازمان شهرداری کرج، انجام داد.

بر اساس نظرات و تجربه حرفه‌ای خبرگان دانشگاهی و متخصصان مدیریت پسماند شاغل در سازمان شهرداری کرج درون یک طیف هفت تایی، مهم‌ترین متغیرهای پژوهش حاضر، به ترتیب عبارتند از:

- مدیریت فضای سبز شهری با میانگین اهمیتی برابر با ۵.۹۳؛
- مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت با میانگین اهمیتی برابر با ۵.۹؛
- آلودگی خاک در شهر با میانگین اهمیتی برابر با ۵.۸؛
- هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی با میانگین اهمیتی برابر با ۵.۸؛

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

- مدیریت دفع پسماند ساختمانی با میانگین اهمیتی برابر با ۵.۷؛
- مدیریت بازیافت پسماند ساختمانی با میانگین اهمیتی برابر با ۵.۶۷؛
- هزینه ماشین‌آلات مدیریت نخاله‌های ساختمانی با میانگین اهمیتی برابر با ۵.۶۷؛
- هزینه برای خانوارها با میانگین اهمیتی برابر با ۵.۶۳؛
- هزینه برای نهادهای دولتی با میانگین اهمیتی برابر با ۵.۶۳؛
- مدیریت گردآوری پسماند ساختمانی با میانگین اهمیتی برابر با ۵.۵۷؛
- آلودگی هوا در شهر با میانگین اهمیتی برابر با ۵.۵؛
- آلودگی آب در شهر با میانگین اهمیتی برابر با ۵.۴۷
- مدیریت فضای سبز شهری با میانگین وضعیت عملکردی برابر با ۴.۹۳؛
- مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت با میانگین وضعیت عملکردی برابر با ۴.۵۳؛
- آلودگی خاک در شهر با میانگین وضعیت عملکردی برابر با ۴.۶۷؛
- هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی با میانگین وضعیت عملکردی برابر با ۴.۷۳؛
- مدیریت دفع پسماند ساختمانی با میانگین وضعیت عملکردی برابر با ۴.۹۳؛

تحلیل نهایی و بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها، کم‌ترین حد ناسازگاری یعنی ۰.۰۲ را نشان می‌دهد. در اشکال و جدول بالا، بر اساس اولویت‌بندی شبکه‌ای معیارهای پژوهش گردید که مهم‌ترین معیار در خوشه " عوامل زیست‌محیطی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی " با کد A، "آلودگی خاک در شهر " با کد ABدارای وزن شبکه‌ای ۰.۱۱۶؛ و مهم‌ترین معیارها در خوشه "کاربردهای GIS در مدیریت شهری رهاسازی نخاله‌های ساختمانی " با کد B، "مدیریت فضای سبز شهری" با کد BAدارای وزن شبکه‌ای برابر با ۰.۲۲۶؛ و "مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت" با کد BBدارای وزن شبکه‌ای برابر با ۰.۱۴۲؛ مهم‌ترین معیار در خوشه " عوامل اقتصادی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی" با کد C، "هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی" با کد CDدارای وزن شبکه‌ای برابر با ۰.۱۴۸؛ محاسبه شدند. از طرفی دیگر، آزمون آلفای کرونباخ یا قابلیت اعتماد یا پایایی ابزار پژوهش یک آزمون آماری است برای آزمون قابلیت اعتماد یا پایایی ابزاری که به صورت طیف طراحی شده و جواب‌های آن چند گزینه‌ای می‌باشند، به کار می‌رود.

مهم‌ترین یافته های بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها عبارت است از اینکه، مهم‌ترین معیار در خوشه " عوامل زیست‌محیطی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی " با کد (A)، "آلودگی خاک در شهر " با کد (AB) دارای وزن شبکه‌ای فازی ۰.۰۹۶؛ و مهم‌ترین معیارها در خوشه "کاربردهای GIS در مدیریت شهری رهاسازی نخاله‌های ساختمانی " با کد (B)، "مدیریت فضای سبز شهری" با کد (BA) دارای وزن شبکه‌ای فازی برابر با ۰.۱۹۱؛ و "مدیریت شهری مربوط به سلامت و بهداشت" با کد (BB) دارای وزن شبکه‌ای فازی برابر با ۰.۱۲۰؛ محاسبه شدند. از طرفی دیگر، مهم‌ترین معیار در خوشه " عوامل اقتصادی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی" با کد (C)، "هزینه آموزش مدیریت نخاله‌های ساختمانی" با کد (CD) دارای وزن شبکه‌ای فازی برابر با ۰.۱۲۳؛ اولویت‌بندی شد، زیرا دارای بالاترین رتبه فازی بر اساس محاسبات منطق فازی در محیط برنامه‌نویسی Matlab جهت مدیریت نخاله‌های ساختمانی شهرستان کرج هستند زیرا ریختن هر گونه ضایعات و نخاله‌های ساختمانی و زباله در معابر و اطراف شهر،ا کاری ناپسند از لحاظ عرفی و اخلاقی و مغایر با اصول شهرنشینی و شهروندی است. این کار عملا" تجاوز به حقوق شهروندی سایر همشهریان می باشد. بعضا خود ارگان‌های متولی موضوع نسبت به تخلیه نخاله‌ها در اطراف جاده‌ها

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

اقدام می‌کنند که باید در ابتدا خود این ارگان‌ها از تخلیه جلوگیری کنند سپس با متخلفان برخورد کنند که در این زمینه باید یک عزم جدی صورت گیرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به وجود شکاف‌های پژوهشی در حوزه‌های عوامل اقتصادی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی، در مدیریت شهری رهاسازی نخاله‌های ساختمانی، عوامل زیست‌محیطی رهاسازی نخاله‌های ساختمانی، با بهره‌برداری از متدلوژی ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی، در بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها؛ می‌توان به نوآوری پژوهش حاضر دربرطرف نمودن خلاءهای پژوهشی مذکور پی برد . اگر چه ضایعات ساختمانی بخشی جداناپذیر از پسماندهای شهری است، اما به دلیل تفاوت‌هایی که میان این ضایعات و پسماندها و مسائل زیست محیطی دیده می‌شود باید روش انتقال و بازیافت و دفع آن نیز متفاوت باشد و اولویت بندی مناسب برای بهره‌وری و کسب منابع بهینه طراحی شود، همان طور که در بسیاری از کشورها با تعریف چنین اولویتهایی در جهت حفظ محیط زیست و ایجاد اشتغال و رشد اقتصادی، ظرفیت‌های مهمی را برای بازیافت و فرآوری نخاله‌های ساختمانی به وجود آورده‌اند.

یکی از بحث‌های اصلی تحقیق حاضر، جهت مدیریت نخاله‌های ساختمانی شهرستان کرج، "مدیریت دورریزهای ساختمانی" است زیرا یکی از بهینه ترین برنامه ها در مدیریت دورریزهای ساختمانی، بازیافت آن هاست؛ و به لحاظ صرفه جویی های اقتصادی و فواید محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است. به کارگیری دانش، فنون، ابزار و شیوه هایی در فعالیت های مختلف پروژه به منظور تحلیل، تصمیم گیری، برنامه ریزی، اختصاص منابع و کنترل مواد تولیدی ناخواسته (دورریز)می باشد. از اهداف مدیریت دورریزهای ساختمانی، می توان به تنظیم مجدد فعالیت های ساخت وساز با هدف توسعه زیست محیطی ، توسعه اقتصادی ، توسعه اجتماعی و افزایش بهره‌وری فرآیند ساخت اشاره نمود. با توجه به مطالب مذکور، مهم‌ترین توصیه‌ها و پیشنهادات برای پژوهش‌های بعدی را می‌توان این چنین بیان نمود:

- مدل‌سازی جامع (ساختن آنتولوژی فازی) تمامی روابط در بین معیارهای مؤثر بر بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها به منظور تحلیل دقیقتر پژوهش
- بکارگیری متدلوژی سامانه داینامیکز (ونسیم) تمامی روابط در بین معیارهای مؤثر بر بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها به منظور تحلیل دقیقتر پژوهش
- بهره‌برداری از سامانه خبره و تکنیک‌های هوش مصنوعی، به‌ویژه شبکه عصبی مصنوعی و مهم‌ترین و مرتبط‌ترین الگوریتم‌های موجود در حوزه هوش مصنوعی، به‌منظور افزایش غنای محتوایی سامانه خبره مذکور و نیز بهبود فرآیند استنتاج فازی آن جهت بررسی وضعیت رهاسازی نخاله‌های ساختمانی درحاشیه راه‌ها.

منابع

آذر، عادل و منصور مؤمنی. ۱۳۸۸. *آمار و کاربرد آن در مدیریت*. جلد اول و دوم: تحلیل آماری. سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).

بلوری بزاز جعفر و زنجانی محمدمهدی، ۱۳۸۹، بررسی مقاومت مصالح حاصل از بازیافت نخاله های ساختمانی جهت استفاده در لایه های روسازی، پژوهشنامه حمل و نقل، **۲۳(۲)**: ۱۱۹-۱۳۳

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

بیگدلو سعیده، موسوی سیدحسن، معین الدینی مظاهر، عمرانی قاسمعلی، میرزاحسینی علیرضا. ۱۳۹۸، بررسی مقدار و ترکیب نخاله های ساختمانی کلانشهر کرج. پژوهش و فناوری محیط زیست **(۶)۴**: ۲۱-۳۰

ترکاشوند مرادآبادی، محمدرضا. ۱۳۹۷. *کتاب بازیافت نخاله‌های ساختمانی و کاربرد آن در بتن معمولی*. ناشر: فر قلم. سال چاپ: ۱۳۹۷

جعفری منصوریان، رجبی زاده،احمد ا.، دولتشاهی، شیدوش ،. ۱۳۹۳. ارزیابی وضعیت مدیریت مواد زاید ساختمانی: (مطالعه موردی شهر کرمان در سال ۱۳۸۷). *علوم و تکنولوژی محیط زیست*, **۱۶(۱)**: ۱۴۲-۱۳۳.

جفائی، عباس و رضوانی، علی و کجوری، سیاوش، ۱۳۹۸، *بررسی وضعیت پسماند و نخاله‌های ساختمانی در قائمشهر و ارائه راه‌کار بمنظور مدیریت صحیح آن*، دومین همایش ملی علوم و مهندسی محیط‌زیست و توسعه پایدار، تهران

جوزی، سید علی، سحر رضائیان، کاوه رضایی. ۱۳۹۱. ارزیابی توان محیط‌زیستی منطقه حفاظت شده ورجین بمنظور استقرار کاربری گردشگری با بهره‌برداری از روش ارزیابی چند معیاره مکانیSMCEM، *علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، **۱۴(۱)**: ۸۵-۹۶.

جیریایی شراهی، احمد و کیشانی فراهانی، مریم، ۱۳۹۹، سامانه اطلاعات جغرافیایی و کاربردهای GIS در صنعت برق و گاز، سومین همایش بین‌المللی راه‌کارهای نوین در مهندسی، علوم اطلاعات و فناوری در قرن پیش رو، تهران

روانشادنیا، مهدی و میلاد فولادی، ۱۳۹۴، کتاب بازیافت ضایعات و نخاله های ساختمانی: براساس استاندارد LEED، انتشارات سیمای دانش

صالحی، سالی و غلامرضافهیمی، فرید و کیادلیری، مسعود و توانا، احمد و صائب، کیوان، ۱۳۹۹، ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و ساختاری نخاله‌های ساختمانی و ارزشیابی اقتصادی تفکیک از مبدا آن‌ها، ششمین همایش بین‌المللی مهندسی محیط‌زیست و منابع طبیعی، تهران

صبور، محمدرضا و همکاران. ۱۳۹۸. کتاب بازیافت پسماندهای عمرانی و ساختمانی. ناشر: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.

قربان امیر ، صبور محمدرضا ، قنبرزاده‌لک مهدی.، ۱۳۹۰. کتاب مدیریت پسماند و بازیافت منابع. انتشارات دانشگاه خواجه نصیر طوسی

کریمی عارفه، ۱۳۹۵، بررسی امکان استفاده از پسماندهای ساختمانی بازیافت شده در ساخت، اجرا و نگهداری بتن و مصالح قابل اجرای دیگر، دهمین کنگره پیشگامان پیشرفتکشفی سید ابوالفضل و قائمی اردکانی جواد ، ۱۳۹۶، مکانیابی محل دفن پسماندهای های ساختمانی شهر یزد با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست ،**۳۹**: ۵۱-۶۵

نصرت الهی، شعیب و مظاهری، افسانه، ۱۳۹۹، روش‌های صحیح از بین بردن نخاله‌های ساختمانی در محیط‌زیست، دومین همایش محیط‌زیست، عمران، معماری و شهرسازی

Alam, M; A. Barbosa; M. Scott; D. Cox. (۲۰۱۸). Development of Physics-Based Tsunami Fragility Functions Considering Structural Member Failures. *Journal of Structural Engineering (United States)*. ۱٤٤. ۱۰,۱۰٦۱/(ASCE)ST.۱۹٤۳-٥٤۱X.۰۰۰۱۹٥۳.

Aleksanin, A. (۲۰۱۹). Development of construction waste management. E۳S Web of Conferences ۹۷, ۰٦۰٤۰ (۲۰۱۹). https://doi.org/۱۰,۱۰٥۱/e۳sconf/۲۰۱۹۹۷۰٦۰٤۰.

Arhoun, B; C. Jiménez, F. Niell, J. Miguel Rodriguez-Marot.(۲۰۲۱) . Investigating the physical and chemical characteristics of construction and demolition wastes as filler to regenerate beaches. *Resources, Conservation and Recycling*. ۱۰٦۰٤٤. doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.resconrec.۲۰۲۱,۱۰٦۰٤٤

Bi, W; W. Lu; Z. Zhao; C. Webster. (۲۰۲۱) Combinatorial optimization of construction waste collection and transportation: A case study of Hong Kong. *Resources, Conservation and Recycling*. **DOI: ۱۰,۱۰۱٦/j.resconrec.۲۰۲۱,۱۰٦۰٤۳**

Freitas, F. and A. Magrini. (۲۰۱۷). Waste Management in Industrial Construction:

Hadjibiros, K. ; D. Dimitris; and C. Laspidou. ۲۰۱۱. Municipal solid waste management and landfill site selection in Greece: irrationality versus efficiency. *Global Nest Journal*, Volume **۱۰۲, ۱۳(۲):**۱٥۰-۱٦۱.

in developing countries: an experience from Thailand. Waste Management & Research. **۳۰(۱)** ٥٦–۷۱. ۱۰,۱۱۷۷/۰۷۳٤۲٤۲X۱۰۳۸۷۰۱۲.

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

Investigating Contributions from Industrial Ecology. Sustainability. ۹: ۱۲۵۱. ۱۰,۳۳۹۰/su۹۰۷۱۲۵۱.
Jassbi, J .; F. Mohamadnejad; H. Nasrollahzadeh. ۲۰۱۱. A Fuzzy MCDM framework for modeling cause and effect relationships of strategy map. *Expert Systems with Applications*, **۳۸(۵)**: ۵۹۶۷-۵۹۷۳
Kim, S. ; and Seongcheol K. ۲۰۱٦. A multi-criteria approach toward discovering killer application in Korea. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume ۱۰۲, January ۲۰۱٦, PP. ۱٤۳-۱٥٥.
Ma, L. ; and L., Zhang. ۲۰۲۰. Evolutionary game analysis of construction waste recycling management in China. Resources, *Conservation and Recycling*. ۲٤ June ۲۰۲۰.
Manowong, E. (۲۰۱۲). Investigating factors influencing construction waste management efforts
Mortaheb M. (۲۰۱٦)"Integrated Construction Waste Management, A Holistic Approach." Scientia Iranica. *Transition A, Civil Engineering* **۲۳(٥)**: ۲۰٤٤-۲۰٥٦.
Park, H.; and Daniel T. ۲۰۱۹. Effects of advection on predicting construction debris for vulnerability assessment under multi-hazard earthquake and tsunami. Coastal Engineering٥ September ۲۰۱۹.
Saaty, T. ۲۰۰۸. Decision making with the analytic hierarchy process. Int. *J. Services Sciences*, **۱(۱)**: ۱۱۸-۱۲۹
Wei, X; W. Chen;M. Li; Y. Wang. (۲۰۲۱) Do environmental regulations promote low-carbon diffusion among different scales of enterprise? A complex network-based evolutionary game approach. *Carbon Management*. **DOI: ۱۰,۱۰۸۰/۱۷٥۸۳۰۰٤,۲۰۲۱,۲۰۰۹٥۷۲**

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]

[Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.4.0]