**مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی**
**انجمن علمی بهداشت محیط ایران**
دوره چهارم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۰، صفحات ۴۸۳ تا ۴۹۶

# مکان یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی فازی و تحلیل پوششی داده ها (مطالعه موردی: استان البزر)

**مظاهر معین الدینی[۱]، محمدحسین طحاری مهرجردی[۲]، نعمت ا.. خراسانی[۳]، افشین دانه کار[۴]، علی اصغر درویش صفت[۴]، فاطمه شاکری[۵]**

نویسنده مسئول: یزد، بلوار دانشجو، موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی یزد *fatemahshakeri@yahoo.com*

دریافت: ۹۰/۰۳/۱۷ پذیرش: ۹۰/۰۵/۱۸

## چکیده

***زمینه و هدف:*** *محل دفن مواد زاید می تواند به‌طور بالقوه بروی محیط اطراف اثرات منفی و زیان‌بار زیادی در ابعاد سلامتی جامعه، اقتصادی و محیط زیستی داشته باشد. بنابراین ارزیابی گستردهای برای استقرار محل دفن مورد نیاز است تا بهترین مکان دفن شناسایی شود. هدف از این پژوهش مکان یابی دفن مواد زاید جامد مرکز استان البرز می‌باشد.*

***روش بررسی:*** *در این مقاله، مناطق مناسب برای دفن مواد زاید جامد شهری برای یک دوره ۲۰ ساله، با به کار بردن معیارهای مکان یابی محل دفن و با استفاده از روش های ترکیب خطی وزنی و تجزیه و تحلیل خوشه ای به دست آمدند. برای اولویت‌بندی مکان‌های مناسب جهت استقرار محل دفن، ابتدا با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)، اوزان هریک از گزینه های دفن نسبت به هر یک از معیارهای دفن به دست آمد. در مرحله بعد با به کارگیری تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و با استفاده از این اوزان، رتبه بندی کامل از گزینه ها انجام گردید.*

***یافته ها:*** *نتایج ارزیابی نشان دادند که از بین ۵ گزینه، گزینه ۱به‌عنوان ارجح ترین گزینه جهت استقرار محل دفن می باشد.*

***نتیجه گیری:*** *رویکرد مورد استفاده در این مقاله (روش ترکیبی مدل سلسله مراتبی فازی و تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها) بنا به عدم نقض رتبه های گزینه‌ها در زمان حذف یا اضافه کردن گزینه، روشی مناسب برای مکان یابی در حوزه های دیگر قابل استفاده است.*

**واژگان کلیدی: مکان یابی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی، تحلیل پوششی داده‌ها، استان البرز، محل دفن**

۱- دانشجوی دکترای محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس
۲- کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، آموزش عالی جهاد دانشگاهی یزد
۳- دکترای محیط زیست، استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۴- دکترای جنگلداری، دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۵- کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، آموزش عالی جهاد دانشگاهی یزد

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-22 ]

## مقدمه

امروزه به علت افزایش روز افزون جمعیت شهری، افزایش مصـرف مـواد و به تبع آن تولید پسـماند و بسـیاری دیگر از مناسـبات زندگی پیشرفته و ماشـینی، دفع و نابودسازی مواد زاید به صورت یکی از دغدغه های اساسی در مدیریت محیط زیسـت تبدیل شده است(۲۷). افزایش روزمره تولید مواد زاید شـهری یکی از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده سلامت و محیط زیسـت جهانی می باشـد(۴۱). در حال حاضر دفن مواد زاید شهری عمده ترین روش دفع در بسیاری از کشورها و از جمله ایران است (۲). عملیات اجرایی دفن مواد زاید جامد به عنوان یک روش رایج، برای دفع مواد زاید جامد تولید شده به وسیله جوامع مختلف در طول سالیان گذشته مورد استفاده قرار گرفته است (۲۴). در حقیقت محل دفن می تواند به طور بالقوه بروی محیط اطرافش اثرات منفی و زیان‌بار زیادی داشـته باشد. این اثـرات زیان‌بار می تواند در ابعاد سـلامتی جامعه، اقتصادی و محیط زیستی بروز نماید به همین خاطر ایجاد تاسیساتی مانند محل دفن یک کار دشوار بوده و استقرار آن نیز با مخالفت‌های عمومی روبه‌رو می شـود (۳۶). بنابراین ارزیابی گسـترده ای برای اسـتقرار محل دفن نیاز می باشـد تـا بهترین مکان دفن شناسـایی شود. در انتخاب محل دفن بایستی الزامات و قوانین دولتی رعایت شـده و هم‌زمان اثرات منفی اجتماعی، سلامتی، اقتصادی و محیط زیستی حداقل باشند (۴۲). فرایند مکان‌یابی محل دفن بایستی در برگیرنده اطلاعات کاملی از سرزمین باشد تا اطمینان حاصل شـود که استقرار آن به خوبی صورت گرفته اسـت. از سـوی دیگر نحوه به کار بردن این اطلاعات و نحوه تصمیـم گیـری در انتخاب آن، موضوع مهـم و دارای اهمیت فراوانی اسـت(۲۵). در گذشـته برای مکان یابی محل دفن از روش‌های مختلفی استفاده شده، که ضمن معرفی روش مناسب برای مکان یابی محل دفن، به بررسی معیارهای مناسب به منظور انتخاب مکان مناسب پرداخته اند. بسیجی(۱۳۷۶)، در پایان نامه کارشناسـی ارشد خود به بررسـی وضع موجود مدیریت مواد زاید جامد در ایران و طراحی الگوهای دفن و بازیافت پرداخته اسـت. حیدرزاده (۱۳۷۹)، در پایان نامه کارشناسی ارشد خود مکان یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی برای شـهر تهران را گزارش نموده است. فرهودی و همکاران (۱۳۸۴)، به بررسـی مکان یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری شهر سنندج با استفاده از منطق فازی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداخته اند. قیاسی (۱۳۸۵)، در پایان نامه کارشناسی ارشد خود مکان یابی محل‌های مناسب دفن پسماندهای شهری شهرسـتان اراک با استفاده از GIS را ارایه نموده اسـت. غلامعلی فرد (۱۳۸۵)، به ارایه مدل مکانی‌ـ زمانی ارزیابی عرضـه و تقاضا زمین برای محل‌های دفن مواد زاید جامد شهر گرگان با استفاده از مدل‌سازی دینامیک شهری در محیـط GIS پرداخته اسـت. پوراحمد و همکاران (۱۳۸۶) در بررسـی که به منظور مکان یابی محل دفن زباله شهر بابلسر انجـام داده‌اند با اسـتفاده از داده هایی چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، توانایی اراضی، فاصله از عوارض مصنوع (روستا، تاسیسات و تجهیزات شهری، معادن) فاصله از گسل های منطقه، فاصله از آب های سطحی منطقه، جهت باد، خاک‌شناسی، هیپستومتریک (طبقات ارتفاعی)، پوشش گیاهی، زمیـن شناسـی و از طریق مدل های مختلـف تلفیق اطلاعات و نقشـه ها که بر اسـاس مدل منطق فـازی(Fuzzy Logic) ترکیب شـده اند، مکان های مناسـب برای دفن بهداشتی مواد زایـد مکان‌گزینـی و در نقشـه‌های مختلف ارایـه کردند. در پژوهشی که توسـط فتائی و آل شیخ (۱۳۸۸) برای مکان یابی دفن مواد زاید شـهری در شـهر گیوی صورت گرفته است از دو تکنیک GIS و AHP بدین منظور اسـتفاده شده است. در این مطالعه معیارها و ضوابط انتخاب مکان های مناسـب برای دفن بهداشتی مانند زمین‌شناسـی، راه‌های دسترسی، وضعیت لرزه خیزی منطقه، و ... شناسایی گردیدند. با انجام بازدیدهای میدانی از میان مکان‌های مناسـب، چهار مکان برای مقایسـه و ارزیابی از طریق فرایند تحلیل سلسله مراتبی مشخص شدند که نهایتا با انجام مطالعات دقیق‌تر بر روی مکان های انتخاب شده و اعمال وزن‌هایی مناسـب به هر یک از مکان‌ها و با اسـتفاده



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-22 ]

از تلفیق منطق بولین و فرایند تحلیل سلسله مراتبی دو محل دفن نهایی با ترتیب اولویت‌بندی برای دفن زباله‌های شهر گیوی تعیین گردید. در بررسی که توسط پناهنده و دیگران (۱۳۸۸) برای مکان یابی جایگاه دفن پسماند شهرستان سمنان صورت گرفته، دو ابزار GIS و مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مورد استفاده قرار گرفته است. در این راستا نخست از هر یک از فاکتورهای موثر اقتصادی، اجتماعی، و زیست محیطی نقشه‌سازی به عمل آمد و در مرحله بعد هر یک از لایه‌های تهیه شده رتبه‌بندی گردید. کائو و لین (۱۹۹۶)، یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح برای مکان یابی محل دفن زباله طراحی کردند. چارن پرادب و همکاران (۱۹۹۷)، از تئوری مجموعه‌های فازی و GIS برای غربال‌سازی مکان های دفن زباله در تایلند استفاده کردند. واستاوا و ناسوات (۲۰۰۳) در پژوهشی تحت عنوان مکان یابی محل دفن زباله در اطراف شهر رانسی با استفاده از ابزارهای RS و GIS و با در نظر گرفتن معیارهایی چون زمین شناسی، گسل ها، شیب زمین، نوع سنگ مادر، خاک، آب های سطحی و عمق آب‌های زیرزمینی و... پنج محل مجزا در اندازه های مختلف را جهت دفن مواد زاید جامد این شهر انتخاب نمودند. آل جاره و ابوکیودایس (۲۰۰۶)، یک سیستم هوشمند بر اساس مجموعه های فازی برای مکان یابی دفن زباله ارایه کردند. اونوت و سونر (۲۰۰۸)، یک رویکرد ترکیبی AHP و TOPSIS برای مکان یابی دفن زباله در شهر استانبول ترکیه ارایه کردند. در پژوهش آن ها از تکنیک AHP به منظور محاسبه وزن شاخص ها و از تکنیک TOPSIS برای رتبه بندی سایت های انتخابی استفاده شده است. در این زمینه، منابع بیشتر (۱۲،۱۸،۲۰،۲۲،۲۶،۲۸،۳۳و۳۵) برای خوانندگان محترم با هدف آشنایی بیشتر معرفی می‌شود.

با توجه به این که محل دفن فعلی پسماندهای شهری مرکز استان البرز یعنی شهرستان کرج در منطقه حلقه دره واقع شده و آمار تولید پسماند (۱۲۰۰ تن در روز) نشان می‌دهد که این مکان به‌زودی، ظرفیت پذیرش پسماندها را با توجه به طرح‌های مدیریتی حال حاضر شهراز دست خواهد داد.

در نتیجه، ضرورت مکان یابی و استقرار محل دفن بهداشتی پسماندهای شهر کرج یک امر بدیهی به نظر می آید. هدف از این پژوهش ارایه یک رویکرد ترکیبی فرایند سلسله مراتبی فازی (FAHP) و تحلیل پوششی داده ها (DEA) برای مکان یابی مواد زاید جامع شهری در مرکز استان البرز می باشد. بنابراین در ادامه به توضیح مختصری از این تکنیک ها اشاره می شود.

**فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)**

روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به عنوان یکی از روش های تصمیم گیری چند معیاره توسط ساعتی ارایه شده است. برای اجرای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی باید ماتریس مقایسات زوجی معیارها و زیر معیارها تهیه گردد و در اختیار کارشناسان متخصص موضوع تحقیق قرار گیرد تا افراد اهمیت نسبی معیارها را دو به دو با هم مقایسه کنند.

$$A = \begin{vmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \cdots & \frac{w_1}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{w_i}{w_1} & \frac{w_i}{w_2} & \cdots & \frac{w_i}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \cdots & \frac{w_n}{w_n} \end{vmatrix}$$

ماتریس A محتوی وزن نسبی معیار؛ که $w_i$ اهمیت وزنی زیر معیار i ام را نسبت به معیار و الی آخر را نشان می دهد. بنابراین بردار مجموع وزنی با استفاده از رابطه زیر به دست می آید:

$$AW=\lambda_maxW$$

اگرعناصر بردار مجموع وزنی بر بردار وزن های نسبی تقسیم شوند و بردار ناسازگاری به دست خواهد آمد. جداول تکمیل شده توسط افراد از لحاظ نرخ سازگاری بررسی می گردند و در نهایت نظرات افراد با یکدیگر تلفیق شده یک رتبه‌بندی نهایی از معیارها به دست خواهد آمد(۲۹،۳۴،۳۷و۳۸).

در این مقاله روش وزندهی فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی(FAHP) چنگ به دلیل داشتن مراحل ساده تر نسبت به



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-22 ]

سایر روش های فازی AHP استفاده شده است.

دو عـدد مثلثـی $M_1 =(l_1, m_1, u_1)$ و $M_2 =(l_2, m_2, u_2)$ در نظر گرفته می شـود و عملگرهـای ریاضی آنها به صورت زیر تعریف می شود:

$$M_1 + M_2 = (l_1 + l_2, m_{1+}m_2, u_1 + u_2)$$

$$M_1 \times M_2 = (l_1 + l_2, m_{1+}m_2, u_1 \times u_2)$$

$$M_1^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1}\right) \quad , \quad m_2^{-1} = \left(\frac{1}{u_2}, \frac{1}{m_2}, \frac{1}{l_2}\right)$$

مقدار $S_k$ که خود یک عدد مثلثی است به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$S_K = \sum_{j=1}^{n} M_{KL} \times \left[\sum_{i=1}^{m} \quad \sum_{j=1}^{n} M_{ij}\right]$$

کـه k بیان‌گر شـماره سـطر و i و j بـه ترتیب نشـان دهنده گزینه ها و شـاخص ها هسـتند. درجه بزرگـی $M_1$ بر $M_2$ که با $V(M_1 \geq M_2)V(M_1 \geq M_2)$ نشـان داده می شود، به صورت زیر تعریف می شود:

$$\begin{cases} V(M_1 \geq M_2) = 1\,, m_1 \geq m_2 \\ V(M_1 \geq M_2) = hgt(M_1 \cap M_2) \end{cases}$$

هم چنین:

$$hgt\,(M_1 \cap M_2) = \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) + (m_2 - m_1)}$$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از k عدد مثلثی فازی دیگر:

$$V(M_1 \geq M_2, \ldots, M_k) = V(M_1 \geq M_2), \ldots, V(M_1 \geq M_k)$$

برای محاسبه وزن شاخص ها در ماتریس مقایسه ی زوجی به صورت زیر عمل می شود:

$$W^{\square}(x_i) = Min[V(S_i \geq S_k)],\ k = 1, 2, \ldots, n, \quad k \neq i$$

بنابرایـن، بـردار وزن شـاخص ها بـه صورت زیـر خواهد بود(۱۱،۱۵و۴۴).

$$W = [W(c_1), W(c_2), \ldots, W(c_k)]^T$$

## تحلیل پوششی داده ها (DEA)

تحلیل پوششـی داده ها، شـیوه مدل سـازی ریاضی است که کارایی نسـبی واحدهـای تصمیم گیرنده همگن را بر اسـاس نسـبت سـتاده‌ها به نهاده هـا تعریف و عملیاتی مـی کند. در صورتی که n واحد تصمیم گیرنده وجود داشـته باشـد که هر یک m نهاده و s ستاده مشابه دارند کارایی نسبی واحد تصمیم گیرنـده jام (DMUj) بـه صورت مدل ریاضـی ذیل تعریف می شود:

$$Maxz = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik}}$$

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, 1, \ldots, n$$

$$st:$$

$$u_r \geq 0 \quad r = 1, 2, \ldots, s$$

$$v_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \ldots, m$$

کـه در آن؛ $x_{ij}$= میـزان نهاده iام برای واحـد jام، $y_{rj}$= میزان سـتاده rام برای واحد jام، $u_r$= وزن داده شده به ستاده rام و $v_i$= وزن داده شـده به نهاده iام می‌باشد. با خارج نمودن مدل ریاضـی فوق از فضای کسـری می‌توان بـه مدل‌های خطی از تحلیل پوششی داده‌ها دست یافت (۳۰و ۴۵).

## مواد و روش‌ها

حوزه بررسـی مرکز اسـتان البرز با مساحت حدود ۲۲۵۵ کیلومتر مربع و با جمعیت حدود ۱۷۳۲۲۷۵ نفر طبق سرشماری سـال ۱۳۸۵ اسـت (۱۴). محل دفن فعلی پسماندهای شهری کرج در منطقه حلقه دره واقع شده و آمار تولید پسماند (۱۲۰۰ تن در روز) نشـان می‌دهد کـه این مکان بـه زودی، ظرفیت پذیرش پسـماندها را با توجه به سناریوهای مدیریتی در حال حاضر شـهر ندارد و در نتیجه، ضرورت مکان یابی و استقرار محل دفن بهداشـتی پسماندهای شـهر کرج یک امر بدیهی به نظر می آید. ولی از سوی دیگر در مطالعات بسیاری به کمیابی زمین برای توسـعه آینده محل های دفن اشـاره شـده و بیان نمـوده اند که دفن پسـماندها راه حل موقتی بوده و بایسـتی در آینـده از راه کارهـای متنـوع مدیریت پسـماند (بازیافت، کمپوسـت، استفاده مجدد و ...) استفاده نمود. با توجه به مرور منابع و پیشـینه مطالعات(۴،۵و۷)، شعاع ۴۰ کیلومتری از مرکز



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-22 ]

تولید مواد زاید جامد (مرکز استان) محدود به مرز شهرستان کرج به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد که مساحت آن برابر با ۱۳۶۱ کیلومتر مربع می باشد. با تعیین معیارهای مکان یابی محل دفن با توجه به مرور منابع گسترده (۱،۲،۵،۷-۱۱،۱۳،۱۶،۱۷،۳۶، ۴۰) نقشه های معیارها در محدوده مورد مطالعه تهیه شد. معیارها و زیرمعیارها نسبت به هدف مورد مطالعه در ساختار سلسله مراتبی قرار گرفتند(شکل ۱). برای هم واحد نمودن معیارهای کمی و هم‌چنین برای تهیه نقشه از معیارهای کیفی از استانداردسازی فازی در دامنه عددی ۲۵۵-۰ استفاده شد. به این معنا که عدد ۰ دارای کمترین شایستگی و۲۵۵ دارای بیشترین شایستگی برای استقرار محل دفن را دارد. جدول ۱ نوع توابع عضویت فازی به کار رفته برای استانداردسازی فازی هر معیار و زیر معیار را بیان می کند. با کاربرد روش مقایسه زوجی و استفاده از روش تجزیه و تحلیل توسعه ای چنگ (۱۹۹۶) و جدول ۲ وزن نسبی معیارها نسبت به هدف، زیرمعیارها نسبت به معیار به دست آمد(۱۵). در این بررسی از روش ترکیب خطی وزنی(WLC)، نقشه شایستگی و تحلیل خوش‌های برای تعیین گزینه‌های مناسب دفع مواد زاید جامد شهری کرج استفاده شده است(۶). در مرحله بعدی درصد شایستگی هر گزینه به صورت میانگین مقدار معیار یا زیر معیار استاندارد شده، در سطح گزینه ها استخراج گردید (جدول ۳). از جدول ۲ و ۳ برای انجام مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به معیارها و زیر معیارها، استفاده شده و در نهایت وزن گزینه ها نسبت به معیارها و زیر معیارها با استفاده از روش تجزیه و تحلیل توسعه‌ای چنگ (۱۹۹۶) به دست آمد(۱۵). وزن گزینه‌ها نسبت به معیارها و زیر معیارها در جدول ۴ ارایه شده است. با ادغام اوزان به دست آمده از زیر معیارها در ابعاد اصلی، اوزان معیارهای اصلی برای مکان ها با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی به دست آمد (جدول ۵).

وزن های به دست آمده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، به عنوان خروجی مدل تحلیل پوششی داده ها و یک ورودی ثابت برای تمام مکان ها، میزان کارایی و اولویت مکان i ام برای دفن مواد زاید شهری به دست آمد.

دراین جا یک مدل از تحلیل پوششی داده ها برای ادغام نتایج مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی معرفی می گردد. فرض می شود در مدل سلسله مراتبی، n گزینه مناسب برای انتخاب شدن و همچنین m شاخص برای ارزیابی گزینه ها در اختیار هست. همچنین wij به عنوان وزن گزینه i ام نسبت به معیار j ام که از مدل سلسله مراتبی به دست آمده است در نظر گرفته می شود. برای محاسبه نمره کارایی مناطق انتخابی، برای هر منطقه مدل تحلیل پوششی داده ها طراحی می شود. همچنین هر یک از گزینه ها به عنوان یک واحد تصمیم گیری (DMU) و اوزان به دست آمده از AHP به عنوان خروجی j ام گزینه i ام در نظر گرفته می شود. با توجه به اینکه در هر یک از مدل ها، m شاخص خروجی وجود دارد.بنابراین برای مقایسه گزینه‌ها برای هر یک از گزینه ها یک مقدار ثابت مشابه مشخص می شود. جدول ۶، خروجی‌ها و ورودی تکنیک تحلیل پوششی داده ها را نشان می دهد.

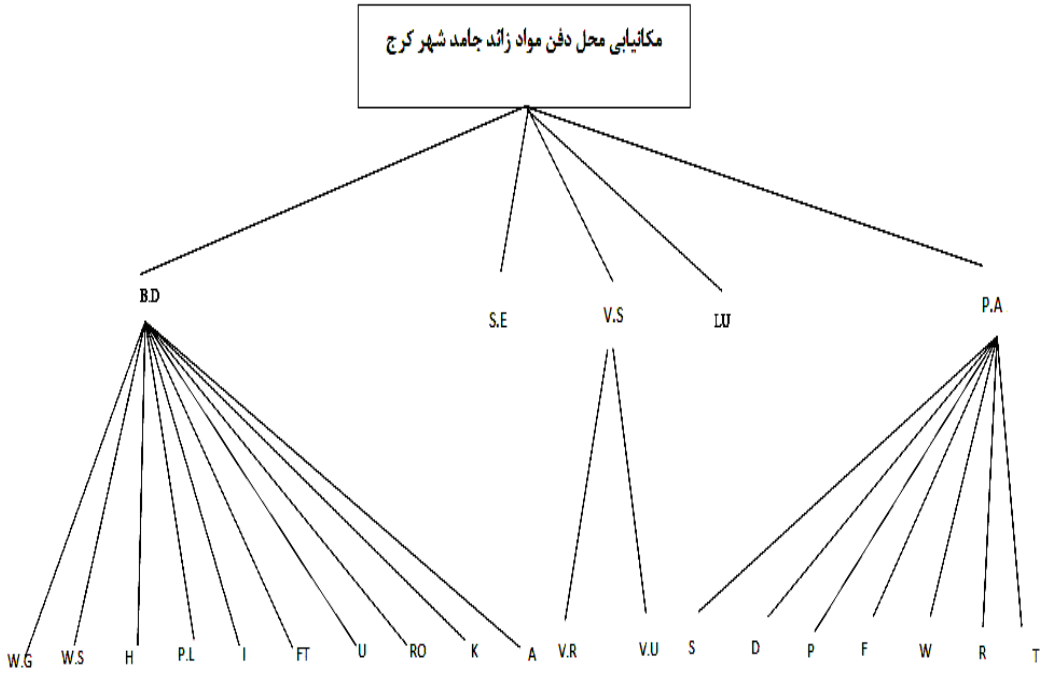
## یافته‌ها

نتیجه اولین مرحله انجام این پژوهش (شناسایی معیارها و زیر معیارهای موثر بر مکان یابی) در ساختار سلسله مراتبی در قالب شکل ۱ خلاصه شده است.

با تشکیل ماتریس مقایسه ها زوجی و اعمال قضاوت های گروهی با استفاده از جداول ۲ و ۳ به ترتیب وزن نسبی زیرمعیارها، گزینه ها نسبت به زیر معیارها و گزینه ها نسبت به معیارهای اصلی به دست آمده که در جدول های ۱ و ۴ و ۵ ارایه شده اند.



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-22 ]




گزینه های حاصل از روش WLC، تحلیل خوشه ای

(مخفـف هـای به کار رفته عبارتند از P.A ویژگی های فیزیکی سـرزمین، B.D فاصله ها و حریم هـا، V.S قابلیت دید، T دما، R بارندگی، W جهت و شدت باد، F سیل خیزی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله، P نفوذپذیری خاک، D عمق خاک، S شیب زمین، A فاصله از فرودگاه، K فاصله از قنات، چشمه و چـاه، RO فاصلـه از راه ها و راه آهن، U فاصله از سـکونتگاه‌ها، FT فاصله از گسـل، I فاصله از صنایع، P.L فاصلـه از خطوط انتقال نیرو، H مراکز تاریخی و گردشـگری، W.S فاصله از منابع آب سـطحی، W.G فاصله از سطح آب‌های زیرزمینی، V.R قابلیت دید از راه ها و راه آهن، V.U قابلیت دید از سکونتگاه ها، L.U کاربری اراضی، S.E زیستگاه های حساس)

**شکل ۱: ساختار سلسله مراتبی با هدف مکان یابی محل دفن مواد زاید جامد**

بعد از محاسبه که مقدار آن برابر با ۰/۷۸۶۲ شد آن را وارد پنج مدل تحلیل پوششـی داده ها کـرده و مقدار کارایی مکان های دفـن زباله به دسـت می آیـد. نتایج نمـرات کارایی هر مکان محاسـبه شده (جدول ۷) حاکی از آن است که مکان های اول و دوم دارای کارایـی برابر یعنی ۱ و مناسـب ترین مکان برای دفع مواد زاید هسـتند. برای رتبه بندی واحدهای کارا از روش اندرسون و پیترسون استفاده شده است (جدول ۷).

## بحث

هـدف از ایـن پژوهش مکان یابـی محل دفن مواد جامد زاید مرکز استان البرز، با رویکرد ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی فازی و تحلیل پوششـی داده ها بود. در این راستا با استفاده از روش های WLC و تحلیل خوشـه‌ای فضایی ۵ گزینه جهت تعیین جایگاه دفن که دارای حداقل مساحت ۲۵۰ هکتار بودند انتخاب شـدند. در نتیجه از کل منطقه مورد مطالعه به مساحت ۱۳۶۱ کیلومتر مربـع، فقط معادل ۸ درصد آن برای مکان دفن مناسب بود. از تکنیک سلسـله مراتبی فازی جهت دستیابی به اوزان اولویـت هر یک از مناطق نسـبت بـه هریک از معیارها استفاده شد و در پایان از تکنیک تحلیل پوششی داده ها جهت رتبه بندی نهایی گزینه های انتخابی اسـتفاده شـد. با اسـتفاده از فراینـد ترکیبـی، گزینه ۱ به عنوان ارجـح ترین گزینه برای اسـتقرار محل دفن شناسایی شـد. که گزینه ۱ طبق جدول ۸، دارای ۷ درصد از مساحت کل محل های مناسب برای استقرار محل دفن می باشـد. مقایسه نتایج رویکرد ترکیبی با زمانی که تنها از تکنیک سلسله مراتبی فازی استفاده شود، نتایج یکسانی را در برداشت.



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-22 ]

**جدول ۱: وزن نسبی معیارها، زیرمعیارها به همراه شکل تابع عضویت و نوع تابع عضویت فازی**

| معیاراصلی | زیر معیارها | وزن معیار | شکل تابع عضویت فازی | نوع تابع عضویت |
|---|---|---|---|---|
| فاصله و حریم ها (۰/۲۳۳) | فاصله از فرودگاه (متر) | ۰/۱۰۴۶ | M.I | S |
| | فاصله از قنات، چاه و چشمه (متر) | ۰/۰۸۸۹ | M.I | S |
| | فاصله از سطح آب‌های زیرزمینی (متر) | ۰/۱۲۴۳ | M.I | S |
| | فاصله از جاده‌ها (متر)<br>• فاصله از راه آهن و بزرگراه<br>• فاصله از جاده های اصلی درجه ۱<br>• فاصله از جاده های روستایی و مالرو | ۰/۱۰۳۵ | <br>S.M<br>S.M<br>S.M | S |
| | فاصله از سکونت‌گاه‌ها (کیلومتر)<br>• فاصله از مرکز تولید<br>• فاصله از مناطق روستایی | ۰/۱۲۷۰ | S.M<br>M.I | S<br>S |
| | فاصله از مراکز تاریخی و گردشگری (متر) | ۰/۱۱۱۵ | M.I | S |
| | فاصله از خطوط انتقال نیرو (متر) | ۰/۰۲۸ | S.M | U.D |
| | فاصله از مناطق صنعتی (متر) | ۰/۰۶۹ | M.I | S |
| | فاصله از گسل (متر)<br>• گسل اصلی<br>• گسل فرعی | ۰/۱۱۵۲ | S.M<br>S.M | S |
| ویژگی های فیزیکی سرزمین (۰/۱۹۷) | دما (سانتی گراد) | ۰/۰۸۵۰ | M.I | U.D |
| | بارندگی (میلی متر) | ۰/۱۴۳۷ | M.I | S |
| | عمق خاک (متر) | ۰/۱۶۷۶ | M.I | S |
| | شیب زمین (درصد) | ۰/۱۶۱۳ | M.D | S |
| | جهت و شدت باد | ۰/۱۴۷۷ | M.D | U.D |
| | نفوذپذیری خاک | ۰/۱۶۷۶ | M.I | U.D |
| | سیل خیزی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله | ۰/۱۲۷۱ | M.I | S |
| قابلیت دید (۰/۱۳۸) | قابلیت دید از جاده‌ها | ۰/۵۰۰۰ | M.I | U.D |
| | قابلیت دید از سکونت‌گاه‌ها | ۰/۵۰۰۰ | M.I | U.D |
| زیستگاه‌های حساس (۰/۲۲۱) | | ۰/۲۲۱۰ | M.I | S |
| کاربری اراضی (۰/۲۱۱) | | ۰/۲۱۱۰ | M.I | U.D |

**تابع یکنواخت افزایشی (Monotonically Increasing) M.I، تابع یکنواخت کاهشی (Monotonically Decreasing) M.D، تابع متقارن S (Symmetric)، تابع سیگموئید S، تابع تعریف شده U.D**



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-22 ]

**جدول ۲: اعداد فازی متناظر با ارجحیت و اهمیت در مقایسات زوجی**

| عبارت زبانی برای تعیین ارجحیت گزینه یا اهمیت معیار و زیر معیار | اعداد فازی مثلثی |
|---|---|
| ارجحیت یا اهمیت کامل و مطلق | $(\frac{5}{2}, 3, \frac{7}{2})$ |
| ارجحیت یا اهمیت ،خیلی قوی تر | $(2, \frac{5}{2}, 3)$ |
| ارجحیت یا اهمیت قوی تر | $(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$ |
| ارجحیت یا اهمیت کم | $(1, \frac{3}{2}, 2)$ |
| ارجحیت یا اهمیت تقریبا برابر | $(\frac{1}{2}, 1, \frac{3}{2})$ |
| ارجحیت یا اهمیت دقیقا برابر | $(1, 1, 1)$ |

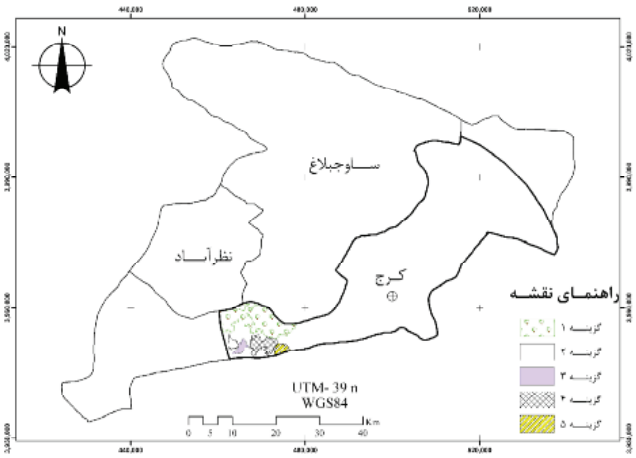
**جدول ۳: درصد شایستگی هر گزینه به صورت میانگین مقدار معیار یا زیر معیار استاندارد شده، در سطح گزینه ها**

| معیار | زیر معیار | گزینه ها | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
| ویژگی های فیزیکی سرزمین | دما | ۹۱ | ۸۵ | ۸۳ | ۸۶ | ۸۵ |
| | بارندگی | ۸۳ | ۷۱ | ۶۷ | ۷۳ | ۷۱ |
| | شدت و جهت باد | ۳۲ | ۵۸ | ۶۳ | ۶۲ | ۷۰ |
| | سیل خیزی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله | ۷۵ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ |
| | نفوذپذیری خاک | ۸۳ | ۵۳ | ۴۳ | ۵۱ | ۳۷ |
| | عمق خاک | ۹۱ | ۷۹ | ۷۰ | ۷۷ | ۶۳ |
| | شیب زمین | ۹۸ | ۹۶ | ۷۹ | ۸۷ | ۶۵ |
| قابلیت دید | قابلیت دید از راه ها و راه آهن | ۹۱ | ۶۹ | ۸۵ | ۹۰ | ۷۸ |
| | قابلیت دید از مناطق مسکونی | ۹۴ | ۸۹ | ۸۳ | ۹۵ | ۹۸ |
| فاصله و حریم ها | فاصله از فرودگاه | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ |
| | فاصله از قنات، چشمه و چاه | ۹۸ | ۴۹ | ۸۱ | ۴۶ | ۷۰ |
| | فاصله از راه ها و راه آهن | ۴۹ | ۸۲ | ۹۶ | ۶۵ | ۷۷ |
| | فاصله از سکونتگاه ها | ۶۴ | ۴۹ | ۵۳ | ۵۶ | ۶۰ |
| | فاصله از گسل | ۹۶ | ۱۰۰ | ۹۱ | ۸۵ | ۸۷ |
| | فاصله از صنایع | ۹۹ | ۹۸ | ۷۳ | ۹۷ | ۱۰۰ |
| | فاصله از خطوط انتقال نیرو | ۹۸ | ۹۳ | ۹۸ | ۹۳ | ۹۷ |
| | فاصله از مراکز تاریخی و گردشگری | ۹۹ | ۹۹ | ۹۴ | ۱۰۰ | ۱۰۰ |
| | فاصله از منابع آب های سطحی | ۶۴ | ۳۴ | ۲۰ | ۲۳ | ۲۵ |
| | فاصله از سطح آب های زیر زمینی | ۷۱ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۸۹ | ۱۰۰ |
| | زیستگاه‌های حساس | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ |
| | کاربری اراضی | ۹۷ | ۹۷ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ |



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-22 ]

نتایج اســتفاده از روش ترکیب خطــی وزنی(WLC) و تحلیل خوشــه ای به صورت ۵ گزینه ی مناسب دفن مواد زاید جامد در شکل ۲ نشان داده شده است.




**شکل ۲: گزینه های مناسب جهت استقرار محل دفن**

**جدول ۴: اوزان نسبی محاسبه شده گزینه ها نسبت به زیر معیارها با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی**

| معیار | زیر معیار | گزینه ها ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ویژگی های فیزیکی سرزمین | دما | ۰/۴۰۲۸ | ۰/۲۱۸۸ | ۰/۰۴۹۶ | ۰/۱۶۴۴ | ۰/۱۶۴۴ |
| | بارندگی | ۰/۴۰۲۸ | ۰/۲۱۸۸ | ۰/۰۴۹۶ | ۰/۱۶۴۴ | ۰/۱۶۴۴ |
| | شدت و جهت باد | ۰ | ۰/۱۶۵۹ | ۰/۲۷۲۳ | ۰/۲۲۹۵ | ۰/۳۳۲۳ |
| | سیل خیزی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله | ۰ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ |
| | نفوذپذیری خاک | ۰/۸۱۱ | ۰/۱۸۹۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| | عمق خاک | ۰/۷۶۶۵ | ۰/۰۶۰۲ | ۰ | ۰/۱۷۳۳ | ۰ |
| | شیب زمین | ۰/۴۱۳ | ۰/۴۱۲۰ | ۰ | ۰/۱۷۶۰ | ۰ |
| قابلیت | قابلیت دید از راه ها و راه آهن | ۰/۴۴۳۱ | ۰ | ۰/۱۹۰۲ | ۰/۳۳۵۵ | ۰/۰۳۲۲ |
| | قابلیت دید از مناطق مسکونی | ۰/۳۳۰۸ | ۰/۰۴۷۳ | ۰ | ۰/۳۰۲۳ | ۰/۴۱۹۶ |
| فاصله و حریم ها | فاصله از فرودگاه | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۲ |
| | فاصله از قنات، چشمه و چاه | ۰/۵۶۴۹ | ۰ | ۰/۳۶۶۵ | ۰ | ۰/۰۶۸۶ |
| | فاصله از راه ها و راه آهن | ۰ | ۰/۲۷۹ | ۰/۵۶۰۷ | ۰ | ۰/۱۶۰۳ |
| | فاصله از سکونتگاه ها | ۰/۴۷۸۹ | ۰ | ۰/۱۱۰۳ | ۰/۲۰۵۴ | ۰/۲۰۵۴ |
| | فاصله از گسل | ۰/۳۳۱۹ | ۰/۶۳۳۸ | ۰/۰۳۴۳ | ۰ | ۰ |
| | فاصله از صنایع | ۰/۳۰۹۴ | ۰ | ۰/۲۳۰۲ | ۰/۲۳۰۲ | ۰/۲۳۰۲ |
| | فاصله از خطوط انتقال نیرو | ۰/۳۳۰۴ | ۰/۱۱۳۰ | ۰/۳۳۰۴ | ۰/۱۱۳۱ | ۰/۱۱۳۱ |
| | فاصله از مراکز تاریخی و گردشگری | ۰/۲۴۳۴ | ۰/۲۴۳۴ | ۰/۰۲۶۴ | ۰/۲۴۳۴ | ۰/۲۴۳۴ |
| | فاصله از منابع آب های سطحی | ۰/۶۶۰۷ | ۰/۳۳۹۳ | ۰ | ۰ | ۰ |
| | فاصله از سطح آب های زیر زمینی | ۰ | ۰/۳۳۳۳ | ۰/۳۳۳۳ | ۰ | ۰/۳۳۳۴ |
| | زیستگاه‌های حساس | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۲ |
| | کاربری اراضی | ۰ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ |



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-22 ]

جدول۵: اوزان به دست آمده از معیارهای اصلی برای گزینه های مناسب محل دفن با استفاده FAHP

| گزینه | کاربری اراضی | زیستگاه های حساس | فاصله ها و حریم ها | قابلیت دید | ویژگی های فیزیکی سرزمین |
|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | ۰ | ۰/۲ | ۰/۳۱۲۵ | ۰/۳۳۶۴ | ۰/۴۲۲۹ |
| $A_2$ | ۰/۳ | ۰/۲ | ۰/۲۵۳۸ | ۰/۰۲۳۶ | ۰/۲۱۴۵ |
| $A_3$ | ۰/۲۲ | ۰/۲ | ۰/۱۸۲۲ | ۰/۰۹۵۱ | ۰/۰۸۳ |
| $A_4$ | ۰/۲۴ | ۰/۲ | ۰/۰۹۳۱ | ۰/۳۱۸۹ | ۰/۱۶۱۱ |
| $A_5$ | ۰/۲۶ | ۰/۲ | ۰/۱۵۷۳ | ۰/۲۲۵۹ | ۰/۱۱۸۹ |

جدول ۶: ورودی و خروجی مدل تحلیل پوششی داده ها

| $DMU_5$ | $O_1$ | $O_2$ | $O_3$ | $O_4$ | $O_5$ | ورودی ثابت |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $DMU_1$ | ۰/۴۲۲۹ | ۰/۳۳۶۴ | ۰/۳۱۲۵ | ۰/۲ | ۰ | ۱ |
| $DMU_2$ | ۰/۲۱۴۵ | ۰/۰۲۳۶ | ۰/۲۵۳۸ | ۰/۲ | ۰/۳ | ۱ |
| $DMU_3$ | ۰/۰۸۳ | ۰/۰۹۵۱ | ۰/۱۸۲۲ | ۰/۲ | ۰/۲۲ | ۱ |
| $DMU_4$ | ۰/۱۶۱۱ | ۰/۳۱۸۹ | ۰/۰۹۳۱ | ۰/۲ | ۰/۲۴ | ۱ |
| $DMU_5$ | ۰/۱۱۸۹ | ۰/۲۲۵۹ | ۰/۱۵۷۳ | ۰/۲ | ۰/۲۶ | ۱ |

مدل های طراحی شده تحلیل پوششی داده ها برای ۵ منطقه در قســمت زیر آورده شده است. برای حل کردن مدل ابتدا مقدار £ با استفاده از رابطه زیر به دست آمد.

$$Max\ \pounds = \varepsilon$$
$$st:$$
$$0.4229u_1 + 0.3364u_2 + 0.3125u_3 + 0.2u_4 + 0u_5 - 1 \le 0$$
$$0.2145u_1 + 0.0236u_2 + 0.2538u_3 + 0.2u_4 + 0.30u_5 - 1 \le 0$$
$$0.0834u_1 + 0.0951u_2 + 0.1822u_3 + 0.2u_4 + 0.22u_5 - 1 \le 0$$
$$0.1611u_1 + 0.3189u_2 + 0.0931u_3 + 0.2u_4 + 0.24u_5 - 1 \le 0$$
$$0.1189u_1 + 0.2259u_2 + 0.1573u_3 + 0.2u_4 + 0.26u_5 - 1 \le 0$$
$$u_j - \varepsilon \ge 0 \quad j = 1,2,3,4,5$$

بعد از محاسبه £ که مقدار آن برابر با ۰/۷۸۶۲ شد آن را وارد پنج مدل تحلیل پوششی داده ها کرده و مقدار کارایی مکان های دفن زباله به دست می آید. نتایج نمرات کارایی هر مکان محاسبه شده (جدول ۷) حاکی از آن است که مکان های اول و دوم دارای کارایی برابر یعنی ۱ و مناسب ترین مکان برای دفع مواد زاید هستند. برای رتبه بندی واحدهای کارا از روش اندرسون و پیترسون استفاده شده است (جدول ۷).

جدول ۷: اولویت بندی گزینه های مناسب برای محل دفن بهداشتی مواد زاید جامد شهری

| گزینه | مساحت (هکتار) | کارایی | اندرسون و پیترسون | رتبه بندی گزینه ها |
|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | ۷۳۸۳ | ۱ | ۱/۴۷ | ۱ |
| $A_2$ | ۴۷۳ | ۱ | ۱/۰۳ | ۲ |
| $A_3$ | ۵۱۴ | ۰/۷۷۵۳ | - | ۵ |
| $A_4$ | ۱۸۴۱ | ۰/۹۷۲۷ | - | ۳ |
| $A_5$ | ۶۵۶ | ۰/۹۴۷۲ | - | ۴ |



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-22 ]

جدول ۸: مقایسه نتایج مدل ترکیبی با فرآیند تحلیل سلسه مراتبی

| گزینه | مساحت (هکتار) | FAHP | | FAHP/DEA | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | وزن | رتبه | وزن | رتبه |
| $A_1$ | ۷۳۸۳ | ۰/۲۴۷ | ۱ | ۱/۴۷ | ۱ |
| $A_2$ | ۴۷۳ | ۰/۲۰۲ | ۲ | ۱/۰۳ | ۲ |
| $A_3$ | ۵۱۴ | ۰/۱۶۹ | ۵ | ۰/۷۷۵۳ | ۵ |
| $A_4$ | ۱۸۴۱ | ۰/۱۹۴ | ۳ | ۰/۹۷۲۷ | ۳ |
| $A_5$ | ۶۵۶ | ۰/۱۸۸ | ۴ | ۰/۹۴۷۲ | ۴ |

## نتیجه گیری

ایـــن پژوهـــش، از یک متدولوژی ترکیبی (مدل سلســـله مراتبی فازی با تکنیک تحلیل پوششی داده ها) در حوزه مسایل مکان‌یابی برای دفن زباله جامد شهری استفاده کرد. مزیت این رویکرد ترکیبی این می باشـــد که مانع نقض رتبه های گزینه‌ها در زمانـــی که یک گزینه نامربوط حذف یا به آن اضافه شـــود، شده اســـت. اســـتفاده از این روش برای مکان یابی محل دفن زباله در مناطق مشـــابه پیشنهاد می شـــود. همچنین از رویکرد و روش شناســـی بـــه کار رفته می توان برای مکان یابی ســـایر تاسیسات مورد نظر برای توسعه نیز استفاده نمود.

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-22 ]

## منابع


1. Mehregan MR. Quantified Models in Evaluating of Organization's Performance. Tehran: Tehran University Press; 2006 (in Persian).
2. Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil SA. Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues. New York: McGraw-Hill; 1993.
3. Basiji M. Study statue of solid waste management in Iran and designing patterns for landfilling [Dissertation]. Tehran: University of Tehran; 1997 (in Persian).
4. Madadi S. Locating and environmental management of solid waste municipal landfill in Mianeh [dissertation]. Tehran: Shahid Beheshti University; 2005 (in Persian).
5. Ramuu N, Kennedy W. Heuristic algorithm to locate waste disposal site. Journal of Urban Planning and Development. 1994;120:14-21.
6. Valentine E. Environmental impact assessment in the site selection process. Proceedings of the 6th International Landfill Congress; 1997; Sardinia, Italy.
7. Malczewski J. GIS and Multicriteria Decision Analysis. New York: John Wiley & Sons; 1999.
8. Heidarzadeh N. Sitting MSW landfill for Tehran city with using GIS [Dissertation]. Tehran: Tarbiat Modares University; 2000 (in Persian).
9. Farhoodi R, Habibi K, Zand Bakhtiari P. Landfill sitting for solid waste municipal by fuzzy logic in geography data bases: case study of Sanandaj. Beautiful Arts. 2005;23:15-24 (in Persian).
10. Ghiasi S. Landfill sitting for solid waste municipal in Arak by GIS [Dissertation]. Tehran: Science and Research of Islamic Azad University; 2006 (in Persian).
11. GholamaliFard M. Applying a model for evaluating land demand and supply for landfilling solid waste municipal by urban dynamics modeling in GIS: case study: Gorgan) [Dissertation]. Tehran: Tarbiat Modares University; 2006 (in Persian).
12. Poor Ahmad A, Habibi K, Raraee M, Nazari S, Adli S. Applying fuzzy algorithms and GIS for locating urban facilities. Environment Recognition. 2007;42:31-42.
13. Fataee E, Alesheikh A. Landfill sitting for solid waste municipal by GIS and AHP. Environment Science. 2009;3:145-58.
14. Panahandeh M, Arastoo B, ghanbari F. Applying AHP in locating burial place in Semnan, Iranian Journal of Health & Environment. 2009;2:276-83 (in Persian).
15. Kao JJ, Lin HU. Multifactorial spatial analysis of landfill sitting. Journal of Environmental Engineering. 1996;122:902-8.
16. Charnpratheep K, Zhou Q, Garner B. Preliminary landfill site screening using fuzzy geographical information system. Waste Management and Research. 1997;15:197-215.
17. Shrivastava U, Nathawat MS. Selection of potential waste disposal sites around Ranchi Urban Complex using Remote Sensing and GIS techniques. Proceeding of Map India Conference; 2003; India.
18. Al-Jarrah O, Abu-Qdais H. Municipal solid waste landfill sitting using intelligent system. Waste Management. 2006;6(5):534–46.
19. Guputa R, Kewalramaniz MA, Ralegaonkar RV. Environmental impact analysis using fuzzy relation for landfill sitting. Journal of Urban Planning and Development. 2003;129(3):121-39.
20. Khorasani N, Nezhadkoraki F. Using of GIS for identification of municipal solid waste landfill in dry area. Biyaban Journal. 1999;1(5):36-43 (in Persian).
21. Koohi S. Sitting MSW landfill for Gharchk city [Dissertation]. Tehran: University of Tehran; 2006 (in Persian).
22. Leao S, Bishop I, Evans D. Assessing the demand of solid waste disposal in urban region by urban dynamics modeling in a GIS Environment. Resources, Conservation and Recycling. 2001;33:289-313.
23. Managi S, Karemera D. Input and output biased technological change in US agriculture. Applied Economics Letters. 2004;11(5),283–86.
24. Groc MM. Routes, requests, bids, and citations: GIS in Solid Waste Services. Charlotte, NC: 2004. [cited 2010 Jul 9]. Available from: http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc02/pap0248/p0248/html/.
25. Zamiran Consulting Engineers. Environmental studies in dangerous waste management and selection




[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-22 ]

of landfill in Markazi Province. Final report. Tehran: Zamiran Consulting Engineers; 1994 (in Persian).
26. .Moeinadini M. Landfill sitting for solid waste municipal for Karaj city by AHP and GIS [Dissertation]. Tehran University; 2007.
27. Ramanathan R. Data envelopment analysis for weight derivation and aggregation in the analytic hierarchy process. Computers and Operations Research. 2006;33(5):1289–307.
28. Saaty TL. Relative measurement and its generalization in decision making: Why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors, the analytic hierarchy/network process. Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series Mathematics. 2008;102(2):251–318.
29. Sharifi A, Herwijnen MV. Spatial Decision Support System. Esnchede: ITC; 2003.
30. Gumus AT. Evaluation of hazardous waste transportation firms by using a two-step fuzzy-AHP and TOPSIS methodology. Expert Systems with Applications. 2009;36:4067–74
31. Kahraman C, Cebeci U, Ruan D. Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP the case of Turkey. International Journal Production Economics. 2004;87:171–84.
32. Wang YM, Chin KS. A new data envelopment analysis method for priority determination and group decision making in the analytic hierarchy process. European Journal of Operational Research. 2009;195(1):239–50.
33. Momeni M. New Subjects in Operation Research. Tehran: Tehran university press; 2006.
34. Wang YM, Liu J, Elhag TMS. An integrated AHP–DEA methodology for bridge risk assessment. Computers and Industrial Engineering. 2008;54(3):513–25.
35. Iran Statistics Center. General Census of Population and Housing of Karaj City. Tehran: Iran Statistics Center; 2006 (in Persian).
36. Komilis DP, Ham RK, Stemann R. The effect of municipal solid waste pretreatment on landfill behavior: A literature review. Waste Management and Research. 1999;17:10-19.
37. Leao S, Bishop I, Evans D. Spatial temporal model for demand and allocation of waste landfills in growing urban region. Computers Environ Urban. 2004;28:353-85
38. Monavari M. Environmental Impact Assessment of Landfil. Tehran: Iran EPO Press; 2001 (in Persian).
39. Shokraee A. Environment studies for selection of suitable landfill for solid waste of Sari city [Dissertation]. Tehran: Tehran University; 2002.
40. Siddiqui MZ, Everett JW, Vieux BE. Landfill sitting using geographical information systems a demonstration. Environmental Engineering. 1996;122(6):515-23.
41. Doerhoefer G, Siebert H. The search for landfill sites–requirements and implementations in lower Saxony. Germany–Environmental Geology. 1998;35:55-65.
42. Eastman JR. IDRISI for windows users guide version Kilimanjaro. Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. Clark University; 2003.
43. Karkazi A, Hatzichristos T, Emmanouilidi B, Mavropoulos A. Landfills sitting using GIS and fuzzy logic. Proceedings of the 8th International Waste Management and Landfill Symposium; 2001; Sardinia, Italy.
44. Siddiqui MZ, Everett JW, Vieux BE. Landfill sitting using geographical information systems a demonstration. Environmental Engineering.1996;122(6):515-23.

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-22 ]

# Locating Landfill for Solid Waste Municipal by Fuzzy Analytic Hierarchy process & Data envelopment analysis (Case Study: Alborz province)

**Moeinaddini M.[1], Tahari Mehrjardi M.H.[2], Khorasani N.[3], Danekar A.[3], Darvishsefat A.A.[4], *Shakeri F.[2]**

[1]Department of Environment Science, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Iran

[2]Department of Industrial Management, School of Humanities, Institute of Higher Education Academic Jihad in Yazd, Yazd, Iran

[3]Department of Environment Science, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tehran University, Tehran, Iran

[4]Department of Environment Science, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Tehran, Iran

Received; 17 June 2011 Accepted; 09 August 2011

## ABSTRACT

**Background dnd Objectives:** Solid waste municipal landfill can have injurious effect on society health, economic and environment. Therefore, spread evaluation in locating landfill is necessary to identifying the best places. The purpose of this paper is locating landfill for solid waste municipal for center of Alborz province.

**Materials and Method:** In this paper, suitable areas are identified for landfilling solid waste municipal by weighted linear combination and cluster analysis in 20 years period. Thus, suitable areas were weighted by FAHP method. Those weights were used for ranking areas by DEA technique.

**Result:** Results showed among five landfill alternatives for solid waste municipal for center of Alborz province, alternative 1 is the best for land filling. This place is just 7 percent of total suitable places**.**

**Conclusion:** The approach are used in this article (combination method of fuzzy analytic hierarchy process & Data envelopment analysis) can be suitable for locating in other areas because when an option add or delete ; option ranking is not different with previous

**Keywords:** Location, Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Data Envelopment Analysis, Alborz province, Landfill

***Corresponding Author:** *fatemahshakeri@yahoo.com*
***Tel:** +98 351 62 93 114; **Fax:** +98 351 62 93 114*

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-22 ]