دومین کنفرانس ملی
«مهندسی عمران، توسعه هوشمند و سیستم‌های پایدار»
۱۷ شهریور ۱۴۰۱ – دانشگاه گلستان
کد اختصاصی: ۳۱۸۶۹-۱۲۲۰

نقش فازی سازی تحلیل سلسله مراتبی در تخصیص بهینه مکان دفن زباله های جامد شهری (مورد مطالعاتی: شهرمیمنه افغانستان)

فیض الله احمدی[۱]

[۱] دانشجو کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات مکانی، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد:
Faizullahahmady69@gmail.com

دکتر حسین اعتماد فرد[۲*]

[۲]استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد:
etemadfard@um.ac.ir

دکتر روزبه شاد[۳]

[۳] دانشیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد:
r.shad@um.ac.ir

دکتر مرجان قایمی[۴]

[۴] دانش آموخته دکترا، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد:
m.ghaemi270@gmail.com

چکیده

تعیین مکان‌های مناسب دفن زباله در سال‌های اخیر با افزایش تولید جهانی زباله های جامد شهری و استفاده از مکان‌های دفن نامناسب منجر به اثرات منفی بر اکوسیستم می‌شود، ضروری شده است؛ که این مطالعه یک رویکرد علمی در شناسایی مکان‌های مناسب دفن زباله را نشان دهد. این مطالعه شامل عوامل مورفولوژیک، محیطی و اجتماعی-اقتصادی برای دستیابی به هدف است. GIS و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از پایگاه داده و موسسات دولتی، با مطالعه اخیر مراکز تولید زباله که توسط دفتر منطقه‌ای محیط‌زیست ارائه شده است، ترکیب شدند. قضاوت متخصصان در مورد ۱۰ معیار انتخاب محل دفن زباله بررسی گردیده سه مکان مناسب پیشنهاد شده است. در این مطالعه مکان A1 با مساحت ۲۵۹۴,۹۶ هکتار را برای مکان های دفن زباله بسیار مناسب، مکان A2 با مساحت ۹۲۲,۵۸ هکتار را به عنوان مناسب و مکان A3 با مساحت ۲۶۷۱,۴۸ هکتار را به عنوان نسبتاً مناسب شناسایی گردیده است، که بخش های باقی مانده از منطقه مورد مطالعه برای مکان های دفن زباله نامناسب می باشد. که در این تحقیق نقش فازی سازی برای مکان دفن زباله های شری بررسی می گردد.

کلمات کلیدی: مکان یابی، FAHP، سیستم اطلاعات مکانی، تصمیم گیری چند متغیره، پسماند.

۱- مقدمه

همواره یکی از دغدغه های انسانها مدیریت زباله های جامد شهری است که نگرانی های مانند زیست محیطی، مورفولوژیکی و اقتصادی – اجتماعی را برای شهرها به وجود می آورد(Kamdar, Ali, Bennui, Techato, & Jutidamrongphan, 2019). مدیریت مؤثر زباله‌های جامد شهری به دلیل صنعتی شدن شهرها، رشد سریع جمعیت شهرها، نبود فضای کافی و کمبود زمین چالش‌های بزرگی را برای مقامات محلی و برنامه ریزان به وجود آورده است((Karabulut, Yazici-Karabulut, Derin, Yesilnacar, & Cullu, 2022). مدیریت و مکان‌یابی درست محل دفن پسماندهای جامد شهری یک مسئله مهم و ضروری است(Thomas & Soren, 2020). در انتخاب یک مکان دفن زباله مناسب مستلزم محیطی دور از مناطق مسکونی، شهری، منابع آب، تفریحگاه‌ها، پوشش‌های گیاهی و ظرفیت بالا برای گسترش آینده است. چراکه با افزایش روزافزون نرخ جمعیت و تولید زباله در آینده، محل مذکور بایستی قابلیت توسعه داشته باشد. محل دفن زباله با نگرش توسعه پایدار یک مسئله پیچیده است که تصمیم‌گیرندگان را ملزم به، به کار گرفتن چندین معیار مکانی در طول تصمیم‌گیری می‌کند. تصمیم‌گیری‌های چند معیاره[1](MCDM) یک ابزار قابل‌اعتماد است. و معمولاً جهت تعیین وزن معیارهای تصمیم‌گیری و دریافت جواب بهینه استفاده می‌گردد (Khan, Cheng, Khan, & Ahmed, 2019).

بسیار از سازمان های ملی و بین المللی در زمینه ای تعیین مکان های دفن زباله در شهر های مختلف افغانستان تحقیقات را انجام دادند و با توجه به کم بود امکانات در افغانستان تخصیص مکان دفن زباله های جامد شهری یک امر پیچیده تری است. اولین تحقیقات علمی و سیستماتیک در مورد سیستم مدریت زباله های جامد شهری در افغانستان قبل از سال ۱۹۷۸ توسط ریاست انجنیری محیط زیست کابل[2](KEED) آغاز شد و این تحقیقات در بازه زمانی متوقف شد و مجددا از سال ۲۰۰۱ این مطالعات در این حوزه ادامه پیدا کرد و در راستای این ادامه بازنگری قوانین شهرداری و قوانین محیط زیست انجام شد(Khoshbeen, Logan, & Visvanathan, 2020). از دهه های ۳۰ الی ۷۰ میلادی در کشور های صنعتی جمع آوری و دفن زباله شهر به عنوان یک نگرانی مهم تعریف شده و تاثیر آن بصورت مستقیم روی محیط زیست، بهداشت، اقتصاد، و حوزه های زیبایی شناسی شهر مطرح می شود که در مطالعات و پژوهش ها به آن پرداخته شده است(Abdallah et al., 2020). در مدیریت پسماندهای شهری یکی از مراحل مهم آن انتخاب دفن زباله می‌باشد(Andeobu, Wibowo, & Grandhi, 2022). بناءً شهر میمنه ولایت فاریاب ازلحاظ کالبدی و توسعه‌ای جمعیتی درحال‌توسعه بوده برای داشتن یک محیط‌زیست با نگاه توسعه پایدار لازم است که تعیین محل دفن زباله‌های جامد شهری به شکل استاندارد آن یک بخش مهم و ضوری بوده که در بهداشت محیط‌زیست آسیبی وارد نشود.

[1] Multi-Criteria-Decision-Making

[2] Kabul Environmental Engineering Department

یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای دفع نهایی پسماندهای جامد شهری[۳](MSW) دفن زباله است. اما تعیین محل دفن زباله با توجه به عوامل اجتماعی، زیست‌محیطی، فنی، اقتصادی و قانونی، کار دشوار و پیچیده است. نرم‌افزار GIS، منطقه کاربردی، عدم قطعیت، تکنیک‌های MCDM، اندازه سلول‌ها در GIS، و معیارهای که بر اساس آن بررسی ها انجام‌شده، مشاهده می‌شود درحالی‌که تکنیک‌های تحلیلی سلسله مراتبی[۴](AHP) یکی از پرکاربردترین روش‌های MCDM برای وزن دهی معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها هستند (Chabok, Asakereh, Bahrami, & Jaafarzadeh, 2020). انتخاب محل دفن زباله به روشی مناسب یک فرآیند مهم برنامه‌ریزی شهری است که از مسائل زیست‌محیطی ازجمله آلودگی آب و هوا برای دفن زباله‌های غیربهداشتی جلوگیری می‌کند (Eghtesadifard, Afkhami, & Bazyar, 2020). پارامترهای که تعیین‌کننده ماهیت محیطی، اقتصادی و اجتماعی دارند، برخی از آن‌ها متضاد هستند، که انتخاب محل دفن زباله را به یک فرآیند خسته‌کننده و پیچیده تبدیل می‌کند. با استفاده از تکنیک‌های مانند ارزیابی چند معیار[۵](MCE) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP انتخاب محل دفن زباله با ادغام GIS و MCE می‌تواند یک تکنیک کارآمد باشد که به‌طور هم‌زمان به تمام محدودیت‌ها توجه می‌کند. GIS توانایی رسیدگی و شبیه‌سازی محدودیت‌های لازم را دارد درحالی‌که MCE این امکان را فراهم می‌کند. معیارهای مورداستفاده در این مطالعه برای ارزیابی مناطقی که محدود هستند شامل جاده‌ها، خط راه‌آهن، فرودگاه، بدنه‌های آبی، کشاورزی و مناطق وابسته، مناطق مسکونی، مناطق ساخته‌شده و حائل‌های مرتبط با آن‌ها می‌باشند(Islam, Kashem, & Morshed, 2020).

این تحقیق بر این بوده است که در بخش از مدل‌سازی معیارها را به‌صورت فازی وارد مدل‌سازی کنیم. سناریوی تخصیص زباله بر اساس جمع‌آوری مدت‌زمان زباله به‌اندازه یک مدت معینی دیده‌شده است که تا حالا نرخ جمع‌آوری زباله به‌عنوان یک معیار برای تخصیص فضا مورداستفاده قرار نگرفته است.

در بخش اول مقدمه‌ای در مورد تخصیص محل دفن بهینه برای زباله‌های شهری بیان شد. در ادامه این بخش به بیان ضرورت، نوآوری و ساختار پژوهش توضیح می‌گردند و همچنان در این بخش‌بر ادبیات گذشتگان مروری نموده در ادامه این بخش انواع روش‌های تخصیص محل دفن زباله، پیشینهٔ تحقیق، مکان‌یابی و هم‌چنین نوآوری و چالش‌ها نیز تشریح می‌گردد.در بخش دوم راجع به تئوری تخصیص محل دفن بهینه برای زباله‌های شهری از قبیل : مفهوم مکان‌یابی، ضوابط و معیارهای مکان‌یابی محل دفن، روش تصمیم‌گیری‌های چند معیاره تشریح می‌گردد. در بخش سوم راجع به پیاده‌سازی، محدوده‌ای مطالعاتی روش انجام کار بحث صورت می‌گیرد. در این بخش چهارم در مورد نتیجه‌ای از پژوهش حاصله بحث صورت می‌گیرد و همچنین پیشنهادهای در مورد تحقیقات آینده ارائه می‌گردد.

[۳] Management Solid Waste

[۴] Analytic Hierarchy Process

[۵] Multi Criteria Evaluation

۲- پیشینه تحقیق

تحقیقات در زمینه ی دفن زباله های جامد شهری با استفاده از روش تلفیقی سلسله مراتبی- فازی در شهر کوه دشت با در نظر گرفتن داده های ورودی شیب، ارتفاع، فاصله از مناطق شهری، فاصله از نقاط روستایی، کاربری اراضی، فاصله از جاده های اصلی، فاصله از جاده های فرعی، فاصله از آبهای سطحی، فاصله از آب های زیر زمینی، لیتولوژی و گسل توسط(رامشت, ۱۳۹۲) صورت گرفته است.

همچنان تحقیق دیگری در مورد مکان یابی دفن زباله با استفاده از ادغام سیستم اطلاعات مکانی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی[۶](FAHP) توسط(Chabok et al., 2020) در شهر اهواز با در نظر گرفتن داده های ارتفاع، شیب، فاصله از راه ها، فاصله از خطوط آهن، کاربری اراضی، زمین شناسی صورت گرفته است.

تحقیقات توسط هریک(Villar, Alves, Garrido, & Mato, 2016) با استفاده از تحلیل های سلسله مراتبی AHP و یسیستم اطلاعات مکانی و داده های (شیب، فاصله از گسل، دشت های سیلاب دار، فاصله از دریاها، فاصله از رودخانه ها، فاصله از تالاب ها و دریاچه ها، فاصله از چاه های آب شرب، عمق آب زیرزمینی، فاصله از منطقه های حفاظت شده محیط زیست، فاصله از منطقه های شهری، فاصله از منطقه های روستایی، فاصله از مراکز آموزشی و درمانی، فاصله از مراکز تاریخی و باستانی، فاصله از فرودگاه های محلی و بین المللی، فاصله از صنایع و دسترسی به جاده ها) جهت دفن بهداشتی پسماند های شهری صورت گرفته است.

(Karabulut et al., 2022) تحیقیق را در مورد مکان یابی محل دفن زباله با استفاده از تحلیل های سلسله مراتبی و سنجش از دور در منطقه گپ(GAP) کشور ترکیه با در نظر گرفته داده های پوشش گیاهی، ارتفاع، جهت شیب، شیب و زمین شناسی انجام داده اند.

۳- تئوری کار

روش های که جهت تخصیص محل دفن بهینه زباله های جامد شهری در نظر گرفته شده است. در زیر به ارئه کاربردی هریک از روش ها متذکره پرداخته می شود.

۳-۱- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP

فرآیند تحلیل های سلسله مراتبی فرایندی است که برای حل مسائل های پیچیده ای چند معیاره به منظور رسیدن به یک تصمیم مناسب طراحی شده است. تصمیم گیرندگان اغلب برای تعیین اهمیت نسبی وزن برای مسائل پیچیده چند ویژگی مشکل پیدا می کنند، اما این تکنیک ریاضی پیچیدگی مسئله تصمیم گیری را به یک سری از

[۶] Fuzzy Analytic Hierarchy Process

مقایسه های زوجی بین ویژگی های رقیب کاهش می دهد. AHP همچنین یک فرآیند تصمیم گیری منعطف برای کمک به تصمیم گیرندگان برای تعیین اولویت ها و قضاوت آگاهانه تر با در نظر گرفتن ابعاد کیفی و کمی یک قضاوت است. وهمچنان AHP یک سیستم ساختار یافته بوده که تجزیه و تحلیل رتبه هارا با یک سری از مقایسات یک به یک کاهش داده معیار های ارجحتر و میزان اهمیت را برای یکدیگر تعیین می کند. (Khan et al., 2019).

AHP-Fuzzy -2-3

پس از معرفی روش AHP فازی توسط ساعتی، به دلیل اهمیت بسیار زیاد استفاده از مفاهیم فازی در تصمیم‌گیری‌ها، در سال‌های اخیر این روش توسط پژوهشگران بسیاری توسعه داده‌شده است که در این میان می‌توان به روش‌های ارائه‌شده توسط بالکی، لار هون و پدریک، کولاک و کاهرمان و غیره اشاره نمود. روشی که در این بخش توضیح داده خواهد شد در سال ۱۹۹۶ توسط یک پژوهشگر چینی به نام چانگ ارائه‌شده است.

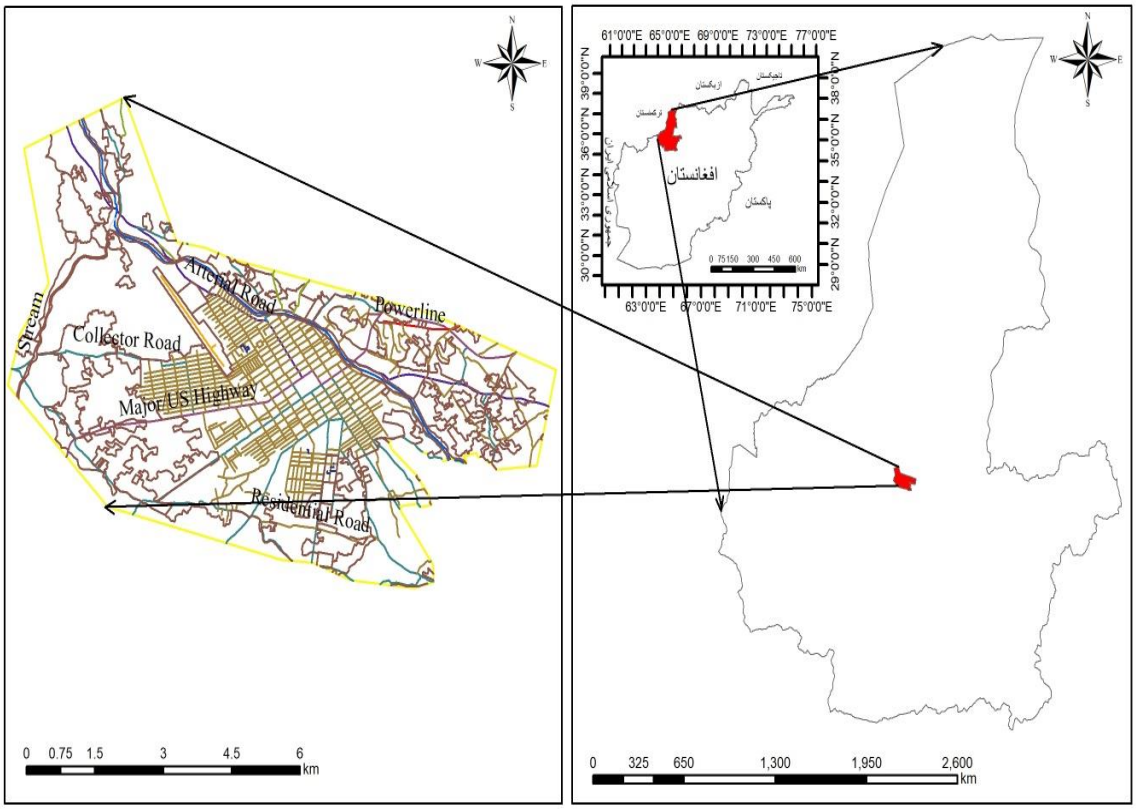
مراحل تحلیل وسعت چانگ به صورت زیر ارائه می گردد:

مرحله ۱. مقدار وسعت فازی برای اشیا قرار تعریف می شود.

مرحله‌ای دوم ـ درجه اهمیت امکان‌پذیری را برای اعداد فازی محدب که از K بزرگ‌تر باشد در یافت می گردد.
مرحله سوم ـ از طریق نرمال‌سازی، بردارهای وزن نرمال شده دریافت می گردد.

۴-منطقه مطالعاتی

شهر باستانی میمنه مرکز ولایت فاریاب بوده که در شمال افغانستان دارای موقعیت جغرافیایی در۳۵-۳۷ درجهٔ عرض جغرافیایی شمالی، در۶۴-۶۵ درجهٔ طول جغرافیایی شرقی و۸۷۷ متر ارتفاع میباشد، این شهر دارای ۱۰ ناحیه و حدوداً ۱٤۰ گذر می‌باشد. که مساحت آن به ٤۰,۷۸۵ کیلومترمربع می‌رسد. شهر میمنه از قرار آمار اداره احصائیه مرکزی افغانستان نفوس آن در سال ۱۴۰۰ بالغ به ۱۰۰۰۰۰ هزار تخمین شده است توجه به نرخ رشد جمعیت که قرار گذارش احصائیه مرکزی شهر میمنه داده شده است سالانه ۲,۰۳% میباشد که زباله های تولید شده سرانه در یک روز ۷۰۰ گرام بوده مجموعا ۷۰ تن می شود[گذارش سالیانه سال ۱۴۰۰ شهرداری شهر میمنه].
برای درک بهتر از منطقه مورد مطالعاتی **شکل(۱)** آورده شده است.



شکل(۱) موقعیت منطقه ای مطالعاتی

۵- داده های ورودی

برای تخصیص مکان دفن زباله های جامد شهری معیارهای مربوطه ای آن باید تعیین و جمع آوری گردد. پس از بررسی مطالعات پیشین و جمع آوری داده های موجود(فاصله ازنقاط مسکونی، فاصله از دریاها، فاصله از چشمه ها، بادهای غالب، کاربری اراضی،فاصله از فرودگاه، فاصله از راه ها، شیب زمین، جهت شیب و فاصله از خطوط انتقال نیرو) از سازمان ها و پایگاه های مختلف در قالب فایل وکتوری و رستری با در نظر گرفتن مشخصات آنها طبق جدول(۱) در نرم افزار ArcGIS تهیه شده است. برای اینکه هریک از لایه ها دارای چی مشخصات هستند جدول(۱) آورده شده است.

جدول (۱) میزان فاصله های استاندارد از لایه های مورد استفاده

نام لایه	فاصله استاندارد	نام لایه	فاصله استاندارد
نقاط مسکونی	حداقل فاصله را ۲ تا ۳ کیلومتر	فرودگاه	ازفرودگاه‌های‌محلی ۵۰۰۰ متر
دریا ها	حداقل فاصله ۱۰۰۰ متر	راه ها	حداقل ۸۰ متر و حداکثر ۱ کیلومتر
چشمه ها	حداقل فاصله ۱۰۰۰ متر	شیب	شیب ۲-۵ درجه است
باد های غالب	شمال شرق و جنوب شرق	جهت شیب	جنوب، جنوب غرب و جنوب شرق
کاربری اراضی	اراضی دارای مرغوبیت کم، اراضی با قابلیت کشاورزی پایین و مرتع، اراضی دیم و مرتع	خطوط انتقال نیرو	خطوط فشارقوی با ولتاژ ۱۳۲ هزار ولت ۳۰ متر

با استفاده از نظریات کارشناسان و معیار های موجوده در زمینه ای تخصیص مکان دفن زباله های جامد شهری جدول(۱) ترتیب گردیده نهایتا طبقه بندی لایه ها طبق ارقام متذکره صورت گرفته است.

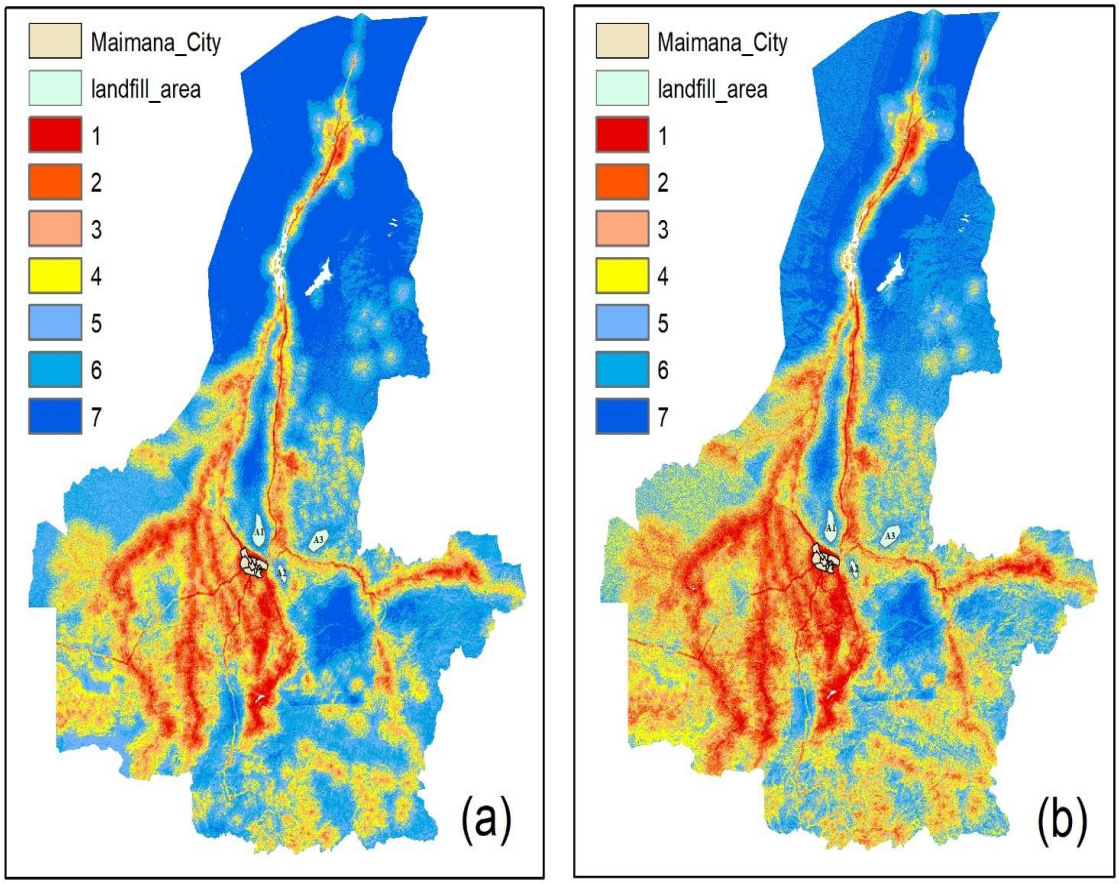
۶- پیاده سازی

در قسمت پیاده سازی برای تعیین مکان دفن زباله های جامد شهری از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، FAHP استفاده می گردد که جواب گویی نیاز های مبرم جامعه باشد. برای اجرای این کار در مرحله اول، یک پرسشنامه مفصل حاوی عوامل حیاتی برای انتخاب یک محل مناسب دفن زباله طراحی شده است. پس از آن توسط ۱۲ تصمیم گیرنده با کمک پرسشنامه فهرست شده، ارزش این متغیرها را تعیین شده اند. وزن های هریک از معیار های با استفاده از روش های AHP و F-AHP بدست آمده و درج جدول(۲) گردیده است.

جدول شماره(۲) تعیین وزن لایه ها با استفاده از روش های AHP و F-AHP.

شماره	نام لایه ها	وزن لایه ها با AHP	وزن لایه ها با FAHP
۱	فاصله از روستا ها	۰/۱۳۲	۰/۱۵۶
۲	فاصله از رود خانه ها	۰/۱۳۲	۰/۱۳۵
۳	جهت باد های غالب	۰/۱۱۴	۰/۱۰۹
۴	کاربری های اراضی	۰/۱۰۵	۰/۱۰۶
۵	فاصله از فرود گاه	۰/۱۰	۰/۰۹۷
۶	فاصله از چشمه ها	۰/۰۹۷	۰/۱۱۲
۷	فاصله از راه ها	۰/۰۹۱	۰/۰۹۷
۸	شیب	۰/۰۸۴	۰/۰۷۴
۹	جهت شیب	۰/۰۷۳	۰/۰۵۹
۱۰	فاصله از خطوط انتقال نیرو	۰/۰۷۲	۰/۰۵۵

بعد از جمع آوری پرسش نامه ها از نزد خبره گـان تشـکیل مـاتریس مقایسـات زوجـی در روش هـای AHP و FAHP صورت گرفته که نهایتا وزن هریک از معیار ها دریافت گردیده است. برای تشکیل رابطه ای منطقی بـین اعـداد نرخ سازگاری میبایستی کمتر از ۰/۱ باشد که در این تحقیق در روش AHP نرخ سازگاری برابر با ۰/۰۷۷۴ و در روشه FAHP نرخ سازگاری ۰/۰۹ و ۰/۰۹۲ میباشد. در نهایت، تجزیه و تحلیـل همپوشـانی وزنـی در ArcGIS بـرای بقیـه مراحل تخصیص مکان دفن زباله های جامد شهری استفاده شده است. شکل(۳)



شکل(۳). نقشه های تخصیص مکان دفن زباله های جامد شهری: (a) روش FAHP; (b) روش AHP.

برای تجزیه و تحلیل همپوشانی لایه ها در قدم نخست وزن هریک از لایه ها با استفاده از نرم افزار ArcGIS ضـرب در لایه ای مربوطه گردیده اسـت. در نهایـت دو لایـه از روش هـای F-AHP و AHP در نـرم افزار ArcGIS بدست آمده است. که نشان دهنده ای مکان مناسب جهت دفن زباله های جامد شهری میباشـد. طبقـه بنـدی کـه روی لایـه هـای متذکره صورت گرفته است که از شماره ای ۱ الی ۷ میباشد شماره ۷ نشان دهنده ای مکان بسیار مناسب و شـماره ۱ نشان دهنده ای مکان بسیار نا مناسب جهت دفن زباله های جامد شهری میباشد.

۷- نتیجه گیری

روند رو به افزایش تولید زباله جامد شهری در شهر میمنه به یکی از چالش های بزرگی مسئولان برنامه ریزی تبدیل شده است. برای کاهش اثرات مضر پسماند های جامد شهری، این مطالعه با هدف معرفی سه مکان مناسب دفن زباله از طریق ادغام AHP فازی و AHP در سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام شده است. به طور خلاصه، بر اساس کاربرد های AHP فازی، AHP و GIS، این مطالعه یک مدل انعطاف‌پذیر را ارائه می‌کند که می‌تواند در مکان‌های مختلف با ویژگی‌های مشابه در حل مشکل انتخاب مکان دفن زباله پیچیده مورد استفاده قرار گیرد. که در نهایت روش AHP بنابرداشتن شباهت های زیاد به تفکر انسانها، روش مطلوبی را برای انتخاب بهترین مکان دفن زباله های جامد شهری با در نظر گرفتن معیار های چند گانه ارائه می کند. اما با استفاده از روش FAHP با در نظر گرفتن داده های فازی شده به جای داده های قطعی به مراتب نتایج بهتر و نزدیک به واقعیت بدست می آید.

منابع

Abdallah, M., Abu Talib, M., Feroz, S., Nasir, Q., Abdalla, H., & Mahfood, B. (2020). Artificial intelligence applications in solid waste management: A systematic research review. *Waste Manag, 109*, 231-246. doi:10.1016/j.wasman.2020.04.057

Abduli, M. A. (.(۱۹۹۵Solid waste management in Tehran. *Waste Management & Research, 13*(5), 519-531. doi:https://doi.org/10.1016/S0734-242X(05)80032-1

Andeobu, L., Wibowo, S., & Grandhi, S. (2022). Artificial intelligence applications for sustainable solid waste management practices in Australia: A systematic review. *Sci Total Environ, 834*, 155389. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.155389

Chabok, M., Asakereh, A., Bahrami, H., & Jaafarzadeh, N. O. (2020). Selection of MSW landfill site by fuzzy-AHP approach combined with GIS :case study in Ahvaz, Iran. *Environmental Monitoring and Assessment, 192*(7), 433. doi:10.1007/s10661-020-08395-y

Eghtesadifard, M., Afkhami, P., & Bazyar, A. (2020). An integrated approach to the selection of municipal solid waste landfills through GIS, K-Means and multi-criteria decision analysis. *Environ Res, 185*, 109348. doi:10.1016/j.envres.2020.109348

Islam, M., Kashem, S., & Morshed, S. (2020). Integrating spatial information technologies and fuzzy analytic hierarchy process (F-AHP) approach for landfill siting. *City and Environment Interactions, 7*, 100045. doi:https://doi.org/10.1016/j.cacint.2020.100045

Kamdar, I., Ali, S., Bennui, A., Techato, K., & Jutidamrongphan, W. (2019). Municipal solid waste landfill siting using an integrated GIS-AHP approach: A case study from Songkhla, Thailand. *Resources, Conservation and Recycling, 149*, 220-235. doi:https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.05.027

Karabulut, A., Yazici-Karabulut, B., Derin, P., Yesilnacar, M. I., & Cullu, M. A. (2022). Landfill siting for municipal solid waste using remote sensing and geographic information system integrated

analytic hierarchy process and simple additive weighting methods from the point of view of a fast-growing metropolitan area in GAP area of Turkey. *Environ Sci Pollut Res Int, 29*(3), 4044-4061. doi:10.1007/s11356-021-15951-7

Khan, B. A., Cheng, L., Khan, A. A., & Ahmed, H. (2019). Healthcare waste management in Asian developing countries: A mini review. *Waste Manag Res, 37*(9), 863-875. doi:10.1177/0734242x19857470

Khoshbeen, A. R., Logan, M., & Visvanathan, C. (2020). Integrated solid-waste management for Kabul city, Afghanistan. *Journal of Material Cycles and Waste Management, 22*(1), 240-253. doi:10.1007/s10163-019-00936-z

Özkan, B., Sarıçiçek, İ., & Özceylan, E. .(۲۰۲۰)Evaluation of landfill sites using GIS-based MCDA with hesitant fuzzy linguistic term sets. *Environ Sci Pollut Res Int, 27*(34), 42908-42932. doi:10.1007/s11356-020-10128-0

Pasalari, H., Nodehi, R. N., Mahvi, A. H., Yaghmaeian, K., & Charrahi, Z. (.(۲۰۱۹Landfill site selection using a hybrid system of AHP-Fuzzy in GIS environment: A case study in Shiraz city, Iran. *MethodsX, 6*, 1454-1466. doi:10.1016/j.mex.2019.06.009

Thomas, P., & Soren, N. (2020). An overview of municipal solid waste-to-energy application in Indian scenario. *Environment, Development and Sustainability, 22*(2), 575-592. doi:10.1007/s10668-018-0235-7

Villar, I., Alves, D., Garrido, J., & Mato, S. (2016). Evolution of microbial dynamics during the maturation phase of the composting of different types of waste. *Waste Management, 54*, 83-92. doi:https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.05.011