دو ماهنامه سلامت کار ایران دوره ۱۰، شماره ۵، آذر و دی ۱۳۹۲

مکان‌یابی مناسب‌ترین محل دفن زباله‌های جامد شهر یاسوج با روش تحلیل چند معیاره

امین فلامکی[۱]، مهناز اسکندری[۲]

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۱/۲۸ تاریخ ویرایش: ۹۱/۰۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۸/۱۹

چکیده

زمینه و هدف: در اکثر مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره گزینه‌ای که از نظر تمام معیارهای ارزیابی مناسب ترین باشد، وجود ندارد. در روش‌های ارزیابی فعلی پس از تلفیق معیارها و تعیین بهترین گزینه، کاستی ها و برتری‌های این گزینه ناملموس باقی می ماند. هدف از این پژوهش ارائه روشی ساده برای تصمیم گیری در چنین موقعیت‌هایی است.

روش بررسی: روش پیشنهادی برای تعیین مکان مناسب خاکچال دفن زباله جامد شهر یاسوج، به کار رفت . در نخستین گام با اعمال معیارهای محدود کننده بر پایه قوانین سازمان حفاظت محیط زیست ایران، اراضی نامناسب حذف شدند. در گام بعد گزینه های مناسب برای مکان خاکچال در سه هدف مجزای زیست - محیطی، اجتماعی و اقتصادی به روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی وزن‌دهی و اولویت‌بندی شدند.

یافته‌ها: نتایج حاصل نشان داد که گزینه برتر با در نظر داشتن سه هدف مکان یابی به صورت مجزا، با حالتی که در آن تمام معیارها در یک سلسله مراتب در نظر گرفته می شوند، متفاوت است. بر پایه نتایج کلی در یک سلسله مراتب، بهترین گزینه برای خاکچال شهر یاسوج گزینه ۲ است که در اهداف زیست محیطی و اجتماعی بالاترین اولویت را نسبت به سایرین داشت . لیکن مقبولیت این گزینه از نظر اقتصادی برای اولیای امور شهر یاسوج دور از انتظار بود . در مقابل، گزینه ۱ هر چند که در اهداف جزئی محیط زیستی و اجتماعی اولویت دوم را نسبت به گزینه ۲ داشت، لیکن از نظر اقتصادی نسبت به سایر گزینه ها بیشترین ارجحیت را دارد.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد در مسائل ارزیابی به کمک تصمیم‌گیری چند معیاره مانند مکانیابی خاکچال دفن زباله، توجه به اهداف جزئی می‌تواند تصمیم‌گیرندگان را به نتایج کاربردی‌تر رهنمون سازد.

کلیدواژه‌ها: مکان‌یابی خاکچال، زباله‌های جامد شهری، تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

مقدمه

توسعه فعالیت های اقتصادی و افزایش روزافزون جمعیت همراه با فرهنگ جدید تولید و مصرف باعث افزایش چشمگیر حجم زباله های جامد شهری شده است [۱]. در اکثر مناطق شهری غالب‌ترین و مقرون به صرفه ترین روش دفع زباله‌ها دفن آن در خاکچال‌های بهداشتی است [۲-۴]، لیکن مکان یابی خاک چال مناسب برای دفن زباله از عمده ترین مشکلات در مدیریت مواد زاید به شمار می رود [۴]. بسیاری از پژوهشگران تعیین مکان مناسب خاک چال دفن زباله را کاری دشوار، وقت‌گیر و پیچیده عنوان کرده‌اند [۴، ۵]. خاکچال‌ها از جمله کاربری های ناخوشایند به شمار می‌روند که محیط زیست و محیط فرهنگی و اجتماعی را مؤثر ساخته و در بردارنده هزینه بسیار برای سازمان‌ها و مسئولان ذی‌ربط هستند. به همین دلیل معیارهای بسیاری از دیدگاه های زیست محیطی، اجتماعی- فرهنگی، اقتصادی و فنی در مکان یابی خاک چال در نظر گرفته می‌شوند. به طوری که از نظر مقرون به صرفه و ریسی و براون یک خاک‌چال به عنوان جزئی از سیستم مدیریت مواد زاید زمانی پایدار است که از نظر زیست محیطی قابل کنترل، از نظر اجتماعی پذیرفته شده و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد [۶]. در همین راستا برخی از پژوهشگران به کاهش هزینه‌ها در مکان یابی خاکچال بیشتر توجه داشته‌اند [۷، ۸]، برخی دیگر سعی کرده‌اند که به آسیب وارده از خاکچال به زیست محیط بیشتر اهمیت دهند [۲، ۹] و بعضی از محققان معیارهای

۱- (نویسنده مسئول) استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج، گروه مهندسی عمران، یاسوج، ایران. afalamaki@iust.ac.ir
۲- دکتری خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، گروه خاکشناسی، تهران، ایران.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-05-16]

اجتماعی- فرهنگی را در مکانیابی خاکچال‌ها کلیدی بر شمرده‌اند، به گونه‌ای که عدم توجه به این معیارها باعث می‌شود تا پروژه مدیریت مواد زاید با شکست رو به رو شود [۱۰، ۱۱].

با گذشت زمان و مشخص شدن ابعاد مختلف تأثیر خاکچال بر اجتماع و محیط زیست، تعداد معیارهای لازم برای مکان‌یابی در دیدگاه های مختلف افزوده شد . افزایش تعداد معیارها از یک طرف و ماهیت متضاد آن‌ها با یکدیگر از دیگر سو باعث شده است که در دو دهه اخیر بسیاری از پژوهشگران از تحلیل تصمیم گیری چند معیاره (MCDA)[1] در مکان‌یابی خاکچال‌ها بهره گیرند. پس از آن با کاربرد قابلیت های نرم افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)[2] در بسیاری از تحلیل های تصمیم گیری چندمعیاره، مفهوم تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی (SMCDA)[3] به وجود آمد. تکنیک‌های مختلف SMCDA در تعیین مکان مناسب خاکچال دفن زباله را می توان در بسیاری از پژوهش‌های گذشته یافت [۲، ۴، ۸، ۱۲-۱۶].

در تمام این روش‌ها، تناسب گزینه‌های موجود با تعداد زیادی معیارهای ارزیابی سنجش و در نهایت با تلفیق آنها گزینه‌ها اولویت‌بندی می شوند . در اکثر مسائل تصمیم‌گیری گزینه‌ای که از نظر تمام معیارهای ارزیابی مناسب باشد وجود ندارد و در حقیقت با سبک و سنگین کردن خصوصیات گزینه های موجود از نظر معیارهای متعدد، مناسب‌ترین گزینه برای هدف مورد نظر انتخاب می‌شود [۱]. اگر چه تکنیک‌هایی که تاکنون به کار رفته‌اند از نظر تعیین گزینه برتر موفق به نظر می‌رسند، لیکن همانطور که Mc Bean و همکاران اشاره می‌کنند، پس از تلفیق معیارها و تعیین اولویت بندی گزینه‌ها، در نتایج حاصل امکان مقایسه گزینه‌ها نسبت به یکدیگر در رابطه با گروه معیارها وجود ندارد . به عنوان مثال نمی‌توان مشخص کرد که آیا تفاوت میان دو گزینه A و D در رابطه با معیارهای ایمنی و سلامت عمومی، بسیار است؟ و یا اینکه آیا تفاوت مابین گزینه‌های B وF در رابطه با گروه معیارهای اقتصادی، بزرگی یکسانی در مقایسه با تفاوت مابین گزینه های C و B دارد؟ از دیگر طرف از آنجا که در عمل، دفن زباله در خاکچال کاری فنی و عملی است باید توجه داشت که گزینه پیشنهادی از نظر تئوری، امکان عملیاتی شدن نیز داشته باشد. در بسیاری از موارد نظرات پژوهشگران تعیین کننده مکان مناسب خاکچال با مسئولان مجری دفن بهداشتی زباله متفاوت است، بنابراین بهتر است تا نتایج پژوهش به گونه‌ای عنوان شود که مسئولان و اولیای امور امکان مقایسه نسبی گزینه ها را در رابطه با گروه معیارها داشته باشند . همچنین از کاستی ها و مزایای گزینه‌های منتخب قبل از شروع مطالعات میدانی و بررسی صلاحیت اجرا، آگا ه باشند . بنابراین در این پژوهش سعی شد تا با عنوان کردن این مسأله، روشی پیشنهاد شود که در آن ارجحیت گزینه های مختلف تصمیم‌گیری از نظر اجزاء تصمیم گیری نیز مشخص باشد. به این ترتیب مسئولانی که تصمیم‌گیری نهایی بر عهده آنهاست می‌توانند از مزایا و معایب هر گزین ه به طور ملموس و نسبی آگاهی یافته و با سبک و سنگین کردن ویژگی‌ها و نقصان‌های هر گزینه بهترین مورد را انتخاب کنند.

شهر یاسوج از جمله مناطقی است که به دلیل داشتن ویژگی‌های متعدد طبیعی، زیست محیطی و شرایط کوهستانی، یافتن مکان دفنی که از همه نظر ایده آل باشد برای آن میسر نیست. بنابراین روش پیشنهاد شده در این پژوهش به عنوان نمونه برای تعیین مکان مناسب خاکچال شهر یاسوج به کار رفت.

منطقه مورد مطالعه : چهار پنجم مساحت استان کهگیلویه و بویراحمد را ناهمواری ها تشکیل داده اند . وجود جنگل‌های انبوه، رودخانه‌های فراوان، آبشارهای زیبا و مناطق بکر طبیعی، این استان را به منطقه ای ارزشمند از لحاظ گردشگری تبدیل کرده است . شهر یاسوج مرکز استان کهگیلویه و بویراحمد است که با توجه به نرخ رشد جمعیت در سال ۱۳۸۵، جمعیت آن در

[1]. Multi Criteria Decision Analysis
[2]. Geographical Information System
[3]. Spatial Multi Criteria Decision Analysis

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-05-16]

سال ۱۳۹۰، ۱۱۹,۴۱۵ نفر تخمین زده می‌شود . سرانه زباله در شهر یاسوج ۰/۷ کیلوگرم در روز گزارش شده است. زباله‌های این شهر بصورت روزانه جمع آوری و مستقیماً به مرکز دفن دشت روم برده می شوند. هر چند که بیش از ۸۰ درصد زباله های شهر یاسوج قابل بازیافت است و ۶۸ درصد آن را پسمانده های غذایی تشکیل می‌دهد، لیکن بجز بازیافت برخی اقلام توسط دروه‌گردها، هیچ یک از روش های پردازش زباله در این شهر انجام نمی‌شود. مرکز دفن زباله دشت روم در اصل مکان تخلیه زباله به شمار می‌رود و زباله‌ها پس از تلنبار شدن به آتش کشیده می شوند . پوشش خاکی بروی زباله‌ها وجود نداشته و بوی نامطبوع زباله در فضای اطراف پخش می شود. به طور کلی معضلات این مکان دفن را می‌توان بالادست قرار گرفتن آن نسبت به سد آبی شاهزاده قاسم، واقع شدن در حوزه آبریز این سد و فاصله کمتر از ۶۰۰ متر از آن، واقع شدن چشمه های فصلی در فواصل کمتر از ۱۵۰ متری از مکان دفن، رعایت نکردن اصول دفن بهداشتی، واقع شدن در جهت بادهای غالب منطقه به سمت فضای تفریحی اطراف دریاچه سد شاهزاده قاسم و واقع شدن در حریم خط لوله انتقال گاز سراسری منطقه، برشمرد [۱۷]. به دلیل مشکلات اشاره شده و همچنین فضای اندک محل دفن فعلی، شهرداری یاسوج قصد دارد که مکان جدیدی به دفن زباله‌های این شهر اختصاص دهد.

روش بررسی

در نخستین گام مکانیابی خاکچال، اراضی نامناسب بر پایه قوانین سازمان حفاظت محیط زیست ایران [۱۸] برای جایگاه دفن زباله های شهری، حذف شدند. قوانین این سازمان در جدول ۱ ارائه شده است . پس از جمع‌آوری اطلاعات لازم از سازمان‌های ذی‌ربط، نقشه هر معیار به صورت یک لایه محدود کننده در نرم افزار ILWIS 3.3 تهیه شد [۱۹]. روش متداول برای اعمال معیارهای محدودکننده در مکانیابی، استفاده از منطق بولین است. در این منطق اراضی یا مناسب هستند یا نامناسب و حالت بینابین برای تناسب اراضی وجود ندارد. به دلیل محدودیت‌های مالی شهرداری یاسوج در حمل زباله ابتدا یک حریم ۲۰ کیلومتری در اطراف شهر یاسوج منظور و سپس نقشه بولین در همین محدوده تهیه شد. شیب اراضی معیاری است که در قوانین سازمان محیط زیست ذکر نشده است، لیکن بررسی تحقیقات گذشته [۲۰] نشان می‌دهد که اراضی با شیب بیشتر از ۲۰ درصد برای خاکچال دفن زباله نامناسب هستند.

پس از ترکیب نقشه های موضوعی و درنتیجه آن حذف مناطق نامناسب، لازم است تا گزینه های باقی‌مانده با یکدیگر مقایسه و اولویت‌بندی شوند . این مقایسه با سنجش گزینه‌ها نسبت به هدف مسأله با استفاده از معیارهای عامل انجام گرفت . این معیارها می توانند تناسب یک گزینه را نسبت به هدف تصمیم‌گیری، کاهش یا افزایش دهند. با نظرسنجی از متخصصین آشنا به منطقه مورد مطالعه، ۱۸ معیار عامل شناسایی شد. این معیارها با توجه به تأثیرشان بر اجتماع اطراف مکان خاکچال، به سه گروه معیارهای زیست-محیطی، معیارهای اجتماعی و معیارهای اقتصادی تقسیم شدند. معیارهای گروه زیست محیطی شامل فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از چشمه ها و ذخایر آب سطحی، فاصله از گسل ها، زمین شناسی و احتمال آلودگی آب‌های زیرزمینی، جهت شیب و وضعیت آن نسبت به آب‌های سطحی، مقدار بارندگی و پوشش گیاهی بود.

در این گروه هدف مسأله کاهش آسیب وارده از سوی خاکچال بر زیست محیط اطراف خود در نظر گرفته شد. معیارهای اجتماعی شامل جهت باد، فاصله از مناطق مسکونی، نوع جاده دسترسی به مکان خاکچال و میزان عبور و مرور در آن، احتمال دید از سمت جاده ها و مناطق مسکونی، فاصله از مناطق گردشگری و فاصله از اراضی کشاورزی و باغات در نظر گرفته شد . در این گروه معیارها، هدف مسأله کاهش آسیب وارده از خاکچال بر محیط اجتماعی و فرهنگی بود . معیارهای اقتصادی شامل فاصله از یاسوج، قیمت و مالکیت اراضی، درجه حرارت و تعداد روزهای یخبندان در سال،

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-05-16]

جدول ۱ - ضوابط سازمان حفاظت محیط زیست ایران برای خاکچال‌های زباله شهری [۱۸]

ضابطه	توصیف
آب‌های سطحی	حداقل فاصله محل دفن از دریاچه‌ها، آبگیرها، باطلاق‌ها، اراضی مرطوب، مناطق ساحلی، سدها و رودخانه، یک کیلومتر
مناطق مسکونی	حداقل فاصله از مناطق مسکونی یک کیلومتر
چاه‌ها	حداقل فاصله از هر گونه چاه ۴۰۰ متر
آب زیرزمینی	سطح آب زیرزمینی در ۱۰ سال اخیر در محل دفن نباید کمتر از ۵ متر بوده باشد
حوادث مترقبه	مناطق موثر از سیلاب، زمین لغزش و بهمن برای دفن زباله نامناسبند
لرزه‌خیزی	حداقل فاصله از مناطق لرزه خیز ۲۰۰ متر
معدن	محل دفن نباید روی معادن موجود قرار داشته باشد
زیست‌محیط	حداقل فاصله از مناطق حفاظت شده زیست‌محیطی یک کیلومتر
آثار باستانی	حداقل فاصله از مناطق باستانی ۳ کیلومتر
زیرساخت‌ها	حداقل فاصله از خطوط انتقال نیرو، آب و گاز ۵۰۰ متر
فرودگاه	حداقل فاصله از فرودگاه محلی سه کیلومتر و از فرودگاه بین المللی هشت کیلومتر
اندازه مکان	مدت زمان کاربرد مکان دفن حداقل ۱۰ سال باشد
سنگ بستر	مناطق با سنگ بستر کارستی و دولومیتی و گنبدهای نمکی نامناسب برای دفن زباله هستند
گسل	مکان دفن نباید در مناطق با گسل فعال یا با احتمال فعالیت قرار داشته باشد
جهت باد	با توجه به باد غالب منطقه مکان دفن باید در پایین دست مناطق مسکونی باشد
شبکه ارتباطی	حداقل فاصله از بزرگراه‌ها و جاده‌های اصلی شهرها ۳۰۰ متر

عمق خاک و نیاز به احداث جاده دسترسی به مکان دفن زباله در نظر گرفته شد. هدف در این گروه معیارها، کاستن هزینه‌های مالی ناشی از حمل و نقل و دفن زباله برای مسئولان و اولیای امور شهرداری یاسوج بود.

مقایسه و اولویت‌بندی گزینه‌ها نسبت به هر یک از اهداف سه گانه ذکر شده به کمک روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[4] انجام گرفت. این روش که در سال ۱۹۸۰ توسط ساعتی ارائه شد، قادر است که به کمک مقایسه زوجی اهمیت نسبی هر یک از گزینه‌های تصمیم‌گیری را نسبت به معیارهای ارزیابی نشان دهد [۱۲]. AHP یکی از جامع‌ترین روش‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا امکان فرموله کردن مسأله را با در نظر گرفتن معیارهای کمّی و کیفی بصورت سلسله مراتبی فراهم می کند. همچنین در این روش امکان تحلیل حساسیت معیارها و زیرمعیارها وجود دارد. از دیگر مزایای روش AHP تسهیل قضاوت‌ها و محاسبات بر مبنای مقایسه زوجی و امکان محاسبه میزان ناسازگاری در قضاوت‌هاست [۲۱].

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، حلّ هر مسأله تصمیم‌گیری در چهار مرحله انجام می شود. در مرحله اول با شکستن مسأله، یک سلسله مراتب از اجزاء به هم مرتبط تصمیم‌گیری تشکیل می شود. در مرحله دوم گزینه‌ها نسبت به یکدیگر و معیارها نسبت به یکدیگر بصورت زوجی مقایسه می شوند [۲۲]. در این مرحله تصمیم‌گیران قادر خواهند بود که اعتقاد خود درباره بزرگی اهمیت معیارها یا گزینه ها را با مقایسه جفت-جفت و از طریق کاربرد واژه های زبانی کمّی سازند (Kontos et al., 2005). در مرحله سوم با روش مقدار ویژه، وزن‌های نسبی اجزاء تصمیم گیری مشخص می‌شوند. برای هر ماتریس مقایسه زوجی با محاسبه نرخ ناسازگاری می توان مقدار سازگاری در قضاوت ها را سنجید. در مرحله آخر وزن‌های نسبی اجزاء تصمیم با یکدیگر جمع می‌شوند بطوری که یک مجموعه رتبه ای برای گزینه‌های تصمیم‌گیری بدست آید [۲۲]. نحوه مقایسه زوجی اجزاء تصمیم‌گیری با واژه های عددی، چگونگی تشکیل ماتریس مقایسه زوجی و نحوه محاسبه نرخ ناسازگاری هر ماتریس در بسیاری از منابع

[4]. Analytical Hierarchy Process

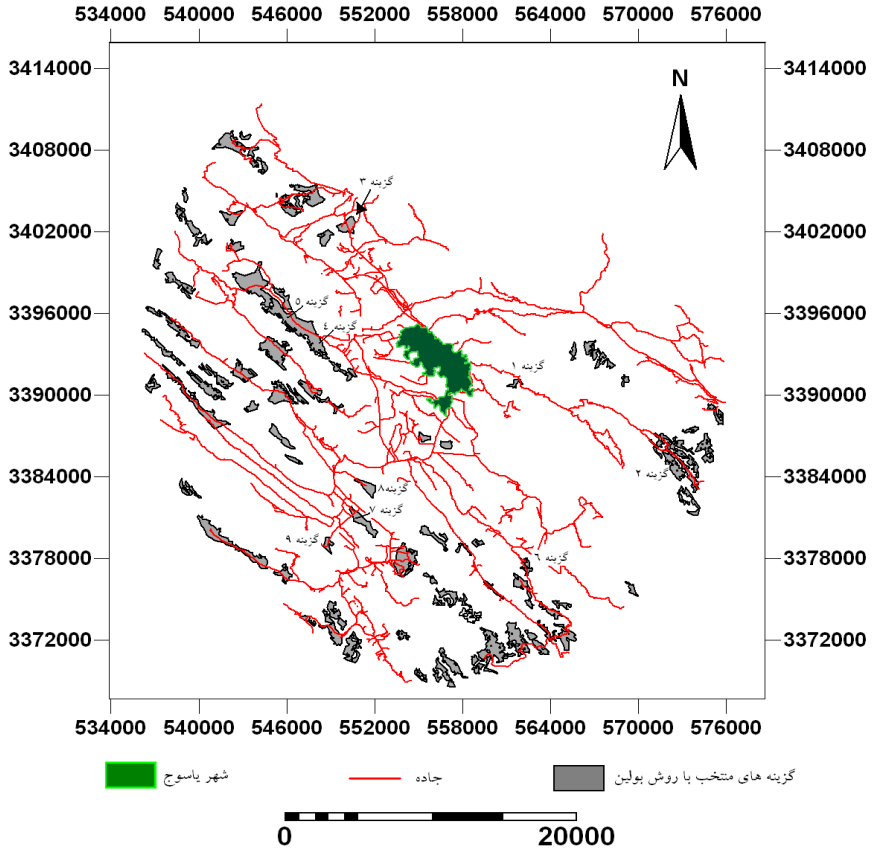
[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-05-16]

و پژوهش‌های گذشته ذکر شده است [۱۲، ۲۱-۲۴]. در این پژوهش مقایسه و تعیین اولویت گزینه‌ها به روش AHP با استفاده از نرم افزار Expert Choice انجام شد.

یافته‌ها

نقشه معیارهای محدودکننده که به روش بولین با استفاده از نرم‌افزار ILWIS تهیه شده، در شکل ۱ ارائه شده است. یکی از معیارهای سازمان حفاظت محیط زیست برای مکان دفن، داشتن حداقل مساحت برای حجم زباله‌های تولیدی در یک دوره ده ساله است . مساحت زمین مورد نیاز برای خاکچال زباله های شهر یاسوج با در نظر داشتن جمعیت حال حاضر این شهر و نرخ رشد ۰/۳۵ با فرض ثابت بودن این نرخ رشد در ده سال آینده و با سرانه تولید زباله ۰/۷ کیلوگرم در روز با چگالی دفن ۵۰۹ کیلوگرم در مترمکعب با عمق دفن پنج متر، به روش ارائه شده در پژوهش فتائی و آل شیخ [۲۴] محاسبه شد. حداقل مساحت محاسبه شده برای جایگاه دفن زباله این شهر در ده سال آینده ۱۹ هکتار است. بنابراین در تهیه نقشه بولین منطقه مورد مطالعه، اراضی کمتر از ۱۹ هکتار نیز نامناسب در نظر گرفته شدند.

پس از تهیه نقشه بولین، اراضی با پتانسیل کاربری خاکچال دفن زباله مشخص شدند . این مناطق ابتدا در نرم افزار ILWIS با تصویر ماهواره ای منطقه همپوشانی و سپس با بدست آوردن حدود مختصات جغرافیایی هر یک، با بازدید صحرایی بررسی شدند . در این بررسی بسیاری از گزینه ها به دلیل داشتن مسافت



شکل ۱- نقشه بولین مکان‌های مناسب خاکچال منطقه یاسوج و موقعیت نه گزینه منتخب

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-05-16]

جدول ۲- ماتریس مقایسه زوجی هفت معیار زیست محیطی

معیارهای ارزیابی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	وزن نسبی معیار
۱	۱	۲	۶	۲	۱	۲	۶	۰/۲۴۷
۲		۱	۵	۲	۱	۲	۶	۰/۱۹۸
۳			۱	۱/۶	۱/۷	۱/۶	۲	۰/۰۳۳
۴				۱	۱	۱	۸	۰/۱۵۳
۵					۱	۱	۹	۰/۱۹۲
۶						۱	۸	۰/۱۵۳
۷							۱	۰/۰۲۴

۱= فاصله از رودخانه‌ها، ۲= فاصله از چشمه ها و ذخایر آب سطحی، ۳= فاصله از گسل‌ها، ۴= زمین‌شناسی، ۵= جهت شیب و موقعیت آبهای سطحی، ۶= پوشش گیاهی، ۷= مقدار بارندگی، نسبت سازگاری ماتریس = ۰/۰۳

طولانی از شهر یاسوج نامناسب تشخیص داده شدند . هرچند که در ابتدای کار، حریمی ۲۰ کیلومتری از شهر یاسوج در نرم‌افزار GIS در نظر گرفته شد، لیکن به دلیل ماهیت کوهستانی منطقه و پر پیچ و خم بودن جاده‌های دسترسی، بسیاری از گزینه‌های نزدیک به مرز این حریم در واقع مسافتی بیشتر از ۲۰ کیلومتر دارند. به علاوه، برخی دیگر از گزینه‌ها به دلیل نداشتن جاده دسترسی حذف شدند. وضعیت کوهستانی منطقه، احداث جاده را مشکل می‌سازد و در صورت عدم وجود جاده دسترسی به مکان دفن، در عمل احداث آن برای شهرداری غیر ممکن است. همچنین در بازدید صحرایی مشخص شد که دو گزینه به اراضی مسکونی بسیار نزدیک هستند که به رغم در نظر داشتن فاصله از اراضی مسکونی و استفاده از نقشه‌های استاندارد، لیکن موقعیت این اراضی مسکونی در نقشه های اولیه درج نشده بود. با حذف این دو گزینه، در نهایت نه گزینه باقی ماند که برای اولویت‌بندی در مرحله نهایی بکار رفتند. موقعیت این نه گزینه در شکل ۱ نشان داده شده است.

نه گزینه منتخب در مقایسه با هر یک از معیارهای زیست‌محیطی به صورت جفت-جفت با تشکیل ماتریس مقایسه زوجی به روش AHP مقایسه شدند و وزن‌های نسبی هر یک بدست آمد . برای این مقایسه هفت ماتریس مقایسه زوجی تشکیل شد. همچنین هفت معیار زیست‌محیطی در مقایسه با هدف کاهش آسیب وارده از سوی مکان خاکچال به محیط‌زیست، با یکدیگر مقایسه شدند. ماتریس مقایسه زوجی این هفت معیار و وزن نسبی هر یک در جدول ۲ نشان داده شده است.

وزن نهایی گزینه‌ها که نشان دهنده اولویت هر یک در مقایسه با هدف کاهش آسیب به زیست محیط است در جدول ۵ ارائه شده است. بر پایه این جدول از دیدگاه زیست‌محیطی، بهترین گزینه شماره ۲ و سپس به ترتیب گزینه های ۱ و ۵ می باشند . نتیجه تحلیل حساسیت گزینه‌ها به تغییر وزن معیارهای ارزیابی در هدف کاهش مضرات زیست‌محیطی خاکچال، در شکل ۲a نشان داده شده است. در این شکل وزن معیارهای ارزیابی با ستون های عمودی و روی محور افقی مشخص است. تقاطع خطوط گزینه‌ها با خطوط عمودی مربوط به معیارها، وزن هر گزینه را در مورد آن معیار مشخص، نشان می‌دهد. وزن کلی هر گزینه در محور عمودی واقع در سمت راست نمودار، مشاهده می شود . با توجه به این شکل می‌توان کاستی‌ها و برتری‌های هر گزینه را نسبت به سایر گزینه ها در ارتباط با هر معیار ارزیابی تشخیص داد. به طور مثال گزینه ۲ به عنوان برترین گزینه در هدف کاهش مضرات زیست محیطی خاکچال، در مورد معیار مقدار بارندگی از حداقل وزن نسبت به سایر گزینه ها برخوردار است. بنابراین گزینه ۲ نسبت به این معیار حساس به نظر می رسد . در نتیجه تحلیل حساسیت شیب که نشان دهنده نحوه تغییر در اولویت گزینه‌ها نسبت به تغییر وزن معیار مقدار بارندگی است، بررسی شد. شکل ۳a نشان می‌دهد در صورتی که وزن معیار مقدار بارندگی از مقدار اولیه ۰/۰۲۴ به

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-05-16]

جدول ۳- ماتریس مقایسه زوجی شش معیار اجتماعی

وزن نسبی معیار	۶	۵	۴	۳	۲	۱	معیارهای ارزیابی
۰/۱۴۶	۳	۲	۱	۱/۲	۱/۴	۱	۱
۰/۳۵۹	۳	۳	۳	۲	۱		۲
۰/۲۰۳	۲	۲	۲	۱			۳
۰/۱۰۶	۱	۱	۱				۴
۰/۰۹۵	۱	۱					۵
۰/۰۹۱	۱						۶

۱= جهت باد، ۲= فاصله از مناطق مسکونی، ۳= فاصله از مناطق گردشگری، ۴= نوع جاده دسترسی، ۵= منظر، ۶= فاصله از باغات و اراضی کشاورزی، نسبت سازگاری ماتریس = ۰/۰۳

جدول ۴- ماتریس مقایسه زوجی پنج معیار اقتصادی

وزن نسبی معیار	۵	۴	۳	۲	۱	معیارهای ارزیابی
۰/۳۰۱	۷	۱/۲	۴	۳	۱	۱
۰/۱۳۵	۵	۱/۵	۲	۱		۲
۰/۱۰۲	۴	۱/۳	۱			۳
۰/۴۲۳	۶	۱				۴
۰/۰۳۹	۱					۵

۱= فاصله از یاسوج، ۲= نیاز به جاده سازی، ۳=عمق خاک، ۴=قیمت و مالکیت اراضی، ۵= درجه حرارت
نسبت سازگاری ماتریس = ۰/۰۷

مقدار ۰/۳۵ تغییر یابد، آنگاه دیگر گزینه ۲، برترین گزینه نخواهد بود. این مقدار تغییر وزن معادل با حداقل ۱۴ برابر شدن اهمیت معیار مقدار بارندگی است. از آنجا که چنین افزایش مقداری در قضاوت‌ها معقول به نظر نمی‌رسد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در این تصمیم‌گیری، اولویت گزینه ۲ به تغییر وزن معیار مقدار بارندگی حساس نیست. بر پایه شکل ۲a گزینه ۱ به عنوان دومین گزینه پیشنهادی برای مکان خاکچال در هدف زیست‌محیطی، از نظر معیار پوشش اراضی در حداقل مقدار وزن نسبت به سایر گزینه ها واقع شده است. شکل ۳b نتیجه تحلیل حساسیت شیب، که نشان دهنده تغییر در اولویت گزینه‌ها نسبت به تغییر وزن معیار پوشش اراضی است را نشان می‌دهد. مطابق با این شکل اگر وزن این معیار از مقدار اولیه خود یعنی ۰/۱۵۳ به مقدار ۰/۳۲ برسد، آنگاه گزینه ۱ جایگاه خود را در اولویت‌بندی به گزینه ۹ خواهد داد. این تغییر وزن از ۲۰ درصد مقدار اولیه بسیار بیشتر است، بنابراین می توان نتیجه گرفت که اولویت گزینه ۱ به تغییر وزن معیار پوشش اراضی تا ۲۰ درصد مقدار اولیه، حساس نیست.

به همین ترتیب نه گزینه در رابطه با شش معیار اجتماعی با تشکیل شش ماتریس مقایسه زوجی مقایسه شدند. جدول ۳ مقایسه زوجی معیارهای اجتماعی با یکدیگر، در راستای هدف کاستن آسیب وارده از سوی خاکچال به محیط اجتماعی را نشان می دهد. فاصله از مناطق مسکونی مهم‌ترین معیار اجتماعی در نظر گرفته شده است. وزن کلی گزینه‌ها در رابطه با هدف کاهش آسیب از مکان خاکچال به اجتماع، در جدول ۵ ارائه شده است. بر پایه این جدول بهترین گزینه از نظر اجتماعی گزینه ۲ و سپس به ترتیب گزینه های ۱ و ۶ می‌باشند. تحلیل حساسیت اولویت‌بندی گزینه‌ها نسبت به تغییر وزن‌ها در هدف اجتماعی در شکل ۲b نشان داده شده است. در این شکل گزینه‌های ۱ و ۲ از نظر تمام معیارهای ارزیابی نسبت به سایر گزینه ها تقریباً برتری دارند. بنابراین نتیجه می‌شود که با تغییر وزن هر

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-05-16]

یک از معیارها در یک دامنه وسیع، اولویت‌بندی این دو گزینه تغییر نخواهد کرد.

مقایسه نه گزینه تصمیم‌گیری با پنج معیار اقتصادی با تشکیل پنج ماتریس مقایسه زوجی انجام شد. معیارهای اقتصادی نیز با یکدیگر در راستای کاهش هزینه های خاکچال برای مسئولان مقایسه شدند. جدول ۴ مقایسه زوجی معیارهای اقتصادی و وزن نسبی هر یک را نشان می‌دهد. از این دیدگاه مهمترین معیار ت أثیرگذار در هزینه دفن زباله، قیمت اراضی در نظر گرفته شده است. پس از آن، معیار فاصله از یاسوج بیشترین هزینه را به شهرداری یاسوج تحمیل می‌کند. وزن نهایی گزینه‌ها در هدف اقتصادی در جدول ۵ ارائه شده است. بر پایه این جدول، گزینه ۱ و سپس به ترتیب گزینه های ۸ و ۹ بهترین گزینه‌ها از نظر هزینه های مربوط به خاکچال هستند. تحلیل حساسیت گزینه ها نسبت به تغییر وزن معیارها در هدف کاهش هزینه های دفن زباله، در شکل ۲c نشان داده شده است . در این شکل گزینه ۱ به عنوان برترین گزینه در دو معیار درجه حرارت و قیمت اراضی از سایر گزینه ها اولویت کمتری دارد . بنابراین تحلیل حساسیت شیب برای این دو معیار انجام شد . شکل ۳c نشان می‌دهد که اگر وزن معیار قیمت اراضی از مقدار اولیه ۰/۴۲۳ به ۰/۷۳ تغییر یابد آنگاه گزینه ۱ در اولویت نخواهد بود. همچنین شکل ۳d نیز نشان می‌دهد که معیار درجه حرارت باید از مقدار اولیه ۰/۰۳۹ به مقدار ۰/۴۱ برسد تا گزینه ۱ در اولویت بندی در جایگاه نخست قرار نگیرد. از آنجا که در هر دو مورد تغییر وزن معیارها بیش از ۲۰ درصد مقدار اولیه آن ها است، بنابراین اولویت گزینه ۱ به تغییر وزن معیارها تا ۲۰ درصد حساس نیست.

مقدار نسبت ناسازگاری در تمام مقایسات زوجی کمتر از ۰/۱ بود که نشان دهنده سازگاری در قضاوت‌هاست . در روش‌های معمول مکانیابی خاکچال دفن زباله، هدف‌های سه گانه مذکور در یک سلسله مراتب قرار گرفته و نسبت به هدف کلی یعنی تعیین مکان مناسب خاکچال با یکدیگر مقایسه می‌شوند . اگر چنی ن روش معمولی در اینجا نیز به کار رود و در یک ماتریس مقایسه زوجی به روش AHP اهمیت معیارهای زیست محیطی بیشتر از اجتماعی و آن نیز بیشتر از معیارهای اقتصادی در نظر گرفته شود، وزن نسبی معیارهای زیست محیطی برابر با ۰/۵۴، معیارهای اجتماعی برابر با ۰/۲۹۷ و معیارهای اقتصادی برابر با ۰/۱۶۳ خواهد بود. در صورت اعمال این وزن‌های نسبی در کل سلسله مراتب، وزن نهایی گزینه ها مطابق با ستون چهارم جدول ۵ بدست می‌آید. همانطور که نتایج ارائه شده در این جدول نشان می دهد، بهترین گزینه برای خاکچال شهر یاسوج گزینه ۲ و سپس به ترتیب گزینه‌های ۱، ۵ و ۹ می‌باشند. نگاهی به وزن نهایی گزینه ها در اهداف جزئی تصمیم‌گیری در جدول ۵ نشان می‌دهد که اگر چه گزینه ۲ از نظر زیست محیطی و اجتماعی نسبت به سایر گزینه‌ها در اولویت قرار گرفته است، لیکن از نظر اقتصادی جایگاه بسیار نامناسبی دارد . این گزین ه در فاصله ۲۲ کیلومتری از شهر یاسوج در جاده‌ای پر پیچ و خم و در خاک های کم عمق لیتوسول واقع شده است . بنابراین انتخاب این گزینه یکی از بیشترین هزینه های مالی را برای شهرداری یاسوج در مدیریت مواد زاید به دنبال خواهد داشت. با توجه به این نکته که توان مالی شهرداری‌ها در شهرهای کوچک و بویژه در کشورهای در حال توسعه اندک است، مقبولیت گزینه ۲ برای مسئولان امور شهری یاسوج دور از انتظار به نظر می‌رسد. به عبارت دیگر پیشنهاد این گزینه هر چند از نظر تئوری مناسب است لیکن چندان عملی نیست . در مقابل آن، گزینه ۱ با وجود آنکه از نظر دو هدف محیط زیستی و اجتماعی اولویت دوم را دارد، لیکن انتخاب آن از نظر اقتصادی بسیار مقرون به صرفه‌تر است. با توجه به اینکه تمام این گزینه ها بعد از اعمال حریم های مناسب بر پایه قوانین سازمان حفاظت محیط زیست بدست آمده‌اند، از حداقل تناسب در دیدگاه‌های مختلف برخوردار هستند. بنابراین در این شرایط کاستی یک گزینه مانند ۱ از نظر زیست محیطی و اجتماعی، نسبت به گزینه‌ای که اولویت آن یکی بیشتر است مانند گزینه ۲، به مفهوم تحمیل هزینه های اضافی برای مقابله با این نقصان‌ها نخواهد بود.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-05-16]

جدول ۵- وزن نهایی نه گزینه منتخب در اهداف سه گانه و وزن کلی گزینه‌ها در یک سلسله مراتب تصمیم‌گیری

گزینه‌های تصمیم‌گیری	وزن نهایی در هدف زیست‌محیطی	وزن نهایی در هدف اجتماعی	وزن نهایی در هدف اقتصادی	وزن نهایی با محاسبه هر سه هدف در یک سلسله مراتب
گزینه ۱	۰/۱۵۷	۰/۱۸۹	۰/۱۶	۰/۱۶۷
گزینه ۲	۰/۱۹۴	۰/۲۲۱	۰/۰۹۹	۰/۱۸۷
گزینه ۳	۰/۰۶۳	۰/۰۵۷	۰/۱۰۷	۰/۰۶۸
گزینه ۴	۰/۱۰۹	۰/۰۷	۰/۱۱۱	۰/۰۹۸
گزینه ۵	۰/۱۲۹	۰/۰۸۳	۰/۱۰۴	۰/۱۱۱
گزینه ۶	۰/۰۷	۰/۱۵۲	۰/۱۰۸	۰/۱۰۱
گزینه ۷	۰/۰۷	۰/۰۵۲	۰/۰۷۳	۰/۰۶۵
گزینه ۸	۰/۰۹۷	۰/۰۸۳	۰/۱۲۵	۰/۰۹۷
گزینه ۹	۰/۱۱۱	۰/۰۹۴	۰/۱۱۴	۰/۱۰۶
نسبت سازگاری نهایی	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۵	

همچنین مقایسه دو گزینه ۵ و ۹ در جدول ۵ با یکدیگر نتایج مشابهی را عاید می‌سازد. اگرچه وزن کلی گزینه ۵ در یک سلسله مراتب متداول تصمیم گیری بیشتر است، لیکن با توجه به اجزاء سلسله مراتب و هدف‌های جزئی، گزینه ۹ نسبت به ۵ برتری مشخصی دارد. بنابراین با توجه به اجزاء سلسله مراتب تصمیم‌گیری و اولویت گزینه‌ها در هر جزء، گزینه ۱ به عنوان یک گزینه عملی برای خاکچال دفن زباله شهری به شهرداری یاسوج پیشنهاد می‌شود.

برتری روش ذکر شده زمانی بیشتر مشخص است که اولویت‌بندی گزینه‌ها در شرایط کاربرد وزن های یکسان برای سه هدف زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی نیز تعیین شود. در این حالت هنوز گزینه ۲ با وزن نهایی ۰/۱۷۱ نسبت به گزینه ۱ با وزن ۰/۱۶۸ برتری دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

روش تحلیل سلسله مراتبی با تجزیهٔ یک مسأله تصمیم‌گیری به اجزاء خود قادر به ساده سازی فرآیند تصمیم‌گیری است. لیکن این روش به طور متداول برای تعیین اولویت گزینه‌ها در یک هدف کلّی به کار می‌رود. در برخی از کاربری‌ها مانند مکان‌یابی خاکچال‌های دفن زباله که بر محیط زیست و محیط های فرهنگی و اجتماعی اثرات نامطلوب داشت ه و برای مجریان و مدیران مسئول در بردارنده هزینه هستند، بهتر است که اولویت گزینه‌ها فرای هدف کلّی تصمیم‌گیری، در هر یک از اهداف جزئی مشخص باشد. بدین ترتیب نه تنها برتری‌ها و کاستی های هر گزینه برای اولیای امور مشخص خواهد بود، بلکه بزرگی و شدت اثر گزینه‌ها در هر یک از گروه معیارها با یکدیگر قابل مقایسه است و بدین ترتیب می‌توان تصمیم‌گیری نهایی انتخاب مکان را بر عهده مجریان ذی‌ربط قرار داد. در پژوهش حاضر با ارائه اولویت گزینه‌ها در اهداف جزئی تصمیم گیری برای مکان خاکچال و پیش بردن مسأله به صورت موازی لیکن مجز ا از یکدیگر، روشی ارائه شد که تصمیم گیرندگان بتوانند گزینه برتر را در شرایطی ملموس انتخاب کنند. یکی از دیگر نتایج مهم این پژوهش، الزام بازدید صحرایی، پس از تعیین مکان های مناسب به کمک نرم افزارهای GIS بود . اگرچه قابلیت‌های بسیار این نرم‌افزاها در ساده‌سازی، کاهش هزینه و زمان در فرآیند تصمیم گیری مکانی کاملاً مشخص است، لیکن نیاز به بازدیدهای میدانی حتی در شرایط استفاده از نقشه های کاملاً استاندارد، همچنان پا برجاست.

تقدیر و تشکر

این پژوهش از محل بودجه طرح های تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج به ا نجام رسیده است و بدین وسیله مولفان از معاونت محترم پژوهشی

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-05-16]

دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

1. Mc Bean E.A-, Rovers- F.A, Farquhar G.J. Solid Waste Landfill Engineering, New Jersey: Prentice-Hall Publishers; 1995, 39-59.
2. Sumathi V.R, Natesan U, Sarkar Ch. GIS-based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill. Waste Management; 2008, 28: 2146–2160.
3. Kim K.R, Owens G. Potential for enhanced phytoremediation of landfills using biosolids-a review. Journal of Environmental Management; 2010, 91(4): 791-797.
4. Nas B, Cay T, Iscan F, Berktay A. Selection of MSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation. Environmental Monitoring Assessment; 2010, 160: 491-500.
5. Chang N.B, Parvathinathan G, Breeden J.B. Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. Journal of Environmental Management; 2008, 87(1): 139-153.
6. Morrissey A.J, Browne J. Waste management models and their application to sustainable waste management. Waste Management; 2004, 24: 297-308.
7. Esmali H. Facility selection and haul optimization model. Journal of the Sanitary Engineering Division; 1972, December: 1005-1021.
8. Wang G, Li Q, Guoxue L, Lijun Ch. Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing China. Journal of Environmental Management; 2009, 90: 2414-2421.
9. Lane W.N., Mc Donald R.R. Land suitability analysis: landfill siting. Journal of Urban Planning and Development; 1983, 109 (1): 50-61.
10. Al-Yaqout A.F, Koushki P.A, Hamoda M.F. Public opinion and siting solid waste landfills in Kuwait. Resources, Conservation and Recycling; 2002, 35: 215–227.
11. Rahardyana B, Matsutoa T, Kakutab Y, Tanakaa N. Resident's concerns and attitudes towards Solid Waste Management facilities. Waste Management; 2004, 24: 437–451.
12. Kontos T, Komilis D.P, Halvadakis C.P. Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology. Waste Management; 2005, 25: 818–832.
13. Sener B, Suzen L, Doyuran V. Landfill site selection by using geographic information systems. Environmental Geology; 2006, 49: 376–388.
14. Delgado O.B, Mendoza M, Granados E.L., Geneletti D. Analysis of land suitability for the siting of inter-municipal landfills in the Cuitzeo Lake Basin, Mexico. Waste Management; 2008, 28: 1137–1146.
15. Geneletti D. Combining stakeholder analysis and spatial multicriteria evaluation to select and rank inert landfill sites. Waste Management; 2010, 30: 328–337.
16. Eskandari M, Homaee M, Mahmodi S. An integrated multi criteria approach for landfill siting in a conflicting environmental, economical and socio-cultural area. Waste Management; 2012, http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.03.014.
17. Rahimi M. Makanyabi dafn behdashti mavad zaeed jammed shahr Yasouj, [Payanamehe]. Tehran: faculty of geography, Tehran University; 2006 [Persian].
18. Iran's Environmental Protection Organization (IEPO), Office for Soil and Water Pollution Studies. Guidelines for Siting MSW Sanitary Landfill. Tehran; 2009 [Persian].
19. ITC-ILWIS, Ilwis 3.3 Academic User's Guide. International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Enschede. 2005.
20. Afzali A, Samani M.V. Makanyabi mahalhaye monaseb dafn mavad zaeed jammed shahri shahr Esfahan ba dar nazar gereftan ahamiyate manabea ab v oulaviyatbandi anha ba estefade az farayand tahlil shabake'ee. Iran Water Resources Research; 2011, 7(1): 67-76 [Persian].
21. Ghodsipoor S.H. Farayand tahlil selsele maratebi, chap hashtom. Tehran: Amir Kabir university; 2010, 220 p [Persian].
22. Ohman K.V.H, Hettiaratchi J.P.A, Ruwanpura J, Balakrishnan J, Achari G. Development of a landfill model to prioritize design and operating objectives. Environmental Monitoring Assessment; 2007, 135: 85-97.
23. Malczewski J. GIS and multicriteria

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-05-16]

decision analysis. New York: John Wiley & sons Inc. 1999.

24. Fataee E, Alesheikh A. Makanyabi mavad zaeed jammed shahri ba estefade az GIS v farayand tahlil selsele maratebi (AHP) (motalee moredi shahr Givi). Environmental Sciences; 2009, 6(3): 145-158 [Persian].

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-05-16]

Using multi criteria decision making approach for municipal solid waste landfill siting in Yasouj

A. Falamaki[1], M. Eskandari[2]

Received: 2012/04/16 Revised: 2012/09/05 Accepted: 2012/11/09

Abstract

Background: In most multi criteria decision making issues, a desirable alternative which suit all aspects does not exist. In current assessment methods, after considering all criteria, the advantages and disadvantages of the best alternative remain imperceptible. The objective of this study was to present a simple approach for such decision making cases.

Methods: The approach was applied to select an appropriate municipal solid waste landfill for Yassouj city. In the first stage, the unsuitable areas based on Iran`s environmental protection organization (IEPO) were omitted. In the next stage, the remaining alternatives were ranked by AHP method within environmental, economic and social perspectives.

Results: The results indicated that the most suitable alternative was different among three separated objectives compares to the obtained result in just one hierarchy. The alternative 2 was the most suitable site based on overall results in one hierarchy. Although this alternative had the most priority in environmental and social goals, in economical aspect its acceptance was seemed to be unexpected. In contrast with alternative 2, alternative 1 had the most priority in economic aspect, but covered second rank in environmental and social goals.

Conclusion: in MCDA issues such as landfill siting, considering local goals would lead to more practical results.

Keywords: AHP, Landfill siting, Municipal solid waste, Multi criteria decision analysis.

1. (**Corresponding author**) Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Yasouj Branch, Islamic Azad University, Yasouj, Iran. afalamaki@iust.ac.ir
2. PhD of Soil Science, Science and research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-05-16]