نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۷، شماره ٤٤، تابستان ۱۳۹۲، صفحات ۱۳۸-۱۱۹

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۹/۲۱ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۰۹/۲۵

# مکانیابی دفن پسماند جامد شهری با استفاده از مدل AHP و تکنیک GIS (مطالعه موردی: شهرستان کوهدشت)

**محمدحسین رامشت**[۱]
**رامین حاتمی‌فرد**[۲]
**سیدحجت موسوی**[۳]

## چکیده

در دهه‌های اخیر رشد بی‌رویه جمعیت و توسعه شهرنشینی موجب بروز انواع ناسازگاری‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی نظیر تولید انواع پسماند جامد شهری شده که دفع غیراصولی آن را به دنبال داشته است، به‌طوری که امروزه چگونگی دفع، مکانیابی و مدیریت صحیح محل دفن زباله‌های جامد به عنوان یکی از معضلات زیست محیطی شهری تبدیل شده است. بنابراین یافتن محل مناسب برای این مهم از اهداف اصلی و اولیه طرح‌های توسعه شهری جهت نیل به توسعه پایدار می‌باشد. بخش مرکزی شهرستان کوهدشت، با تولید روزانه ۱۱۰ تن زباله، به دلیل عدم وجود تجهیزات بازیافت و مکانیابی نامناسب دفن آن با معضلات زیست محیطی، اجتماعی و بهداشتی متعددی در این زمینه روبرو است. هدف از این پژوهش مکانیابی محل مناسب دفن زباله در شهرستان کوهدشت با استفاده از تحلیل پارامترهای انسانی، زیست محیطی، هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی منطقه از طریق مدل AHP و تکنیک GIS می‌باشد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از کارآمدترین تکنیک‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا امکان فرموله کردن مسائل پیچیده را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌سازد. نتایج نشان می‌دهدکه پهنه‌های دفن زباله در شهرستان کوهدشت را می‌توان به پنج کلاس طبقه‌بندی نمود. در این میان پهنه‌های بسیارمناسب و مناسب به ترتیب با مساحت ۲۰۵/۱۸ و ۱۹۸/۳۱۹ کیلومترمربع بالاترین ارجحیت را جهت دفن پسماند دارا بوده و در مجموع با داشتن ۱۰/۱۴ درصد مساحت کل محدوده شهرستان در اولویت نخست طرح‌های دفن پسماند قرار می‌گیرند. نتایج حاصل از این پژوهش در مدیریت سیستمی محیط زیست شهری و همچنین در طرح‌های دفع بهینه پسماندهای جامد شهری منطقه مطالعاتی مثمر ثمر خواهد بود.

**واژگان کلیدی:** شهرستان کوهدشت، مدل AHP، تکنیک GIS، پسماند جامد، مکانیابی.

---

۱ـ دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان. Email: mrameshat@yahoo.com
۲ـ کارشناس ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه اصفهان.
۳ـ دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه اصفهان.

## مقدمه

رشد بی‌رویه جمعیت، توسعه شهرنشینی، ظهور فن‌آوری‌های جدید و تغییرات حاصل شده در عادات و الگوی مصرف از یک سو و محدودیت در استفاده از منابع طبیعی از سوی دیگر علاوه بر به وجود آوردن انواع مشکلات پیچیده در کیفیت زندگی انسان، موجبات بروز انواع ناسازگاری‌های اجتماعی، اقتصادی و در نهایت زیست محیطی را به دنبال داشته است (عبدلی، ۱۳۷۹: ۵۰) یکی از مشکلات عمده و بغرنج جوامع انسانی، تولید انواع مواد جامد در کیفیت‌ها وکمیت‌های مختلف و دفع آن می‌باشد (فتائی و همکار، ۱۳۸۸: ۱۴۶). بنابراین امروزه چگونگی دفع و معدوم‌سازی آن به یک دغدغه در محیط زیست شهری تبدیل شده است (صمدی و همکاران، ۱۳۸۹: ۳). مکانیابی و مدیریت صحیح محل دفن زباله به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار محسوب می‌شود به طوری که یافتن محل مناسب برای این مهم از ضروریات طرح‌های توسعه شهری جهت نیل به توسعه پایدار می‌باشد (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۶: ۳۱). بنابراین لازم است که مطالعات وسیعی برای برنامه‌ریزی، طراحی و مکانیابی محل دفن زباله‌های شهری، با توجه به فاکتورهای موثر در این راستا انجام گیرد. در این زمینه معیارها و عوامل متعددی دخالت دارند که هر کدام به‌نوبه خود از اهمیت خاصی برخوردارند و محدودیت‌هایی را در انتخاب مکان ایجاد خواهند کرد (عبدلی، ۱۳۷۹: ۴۹). از مهم‌ترین این معیارها، می‌توان به عوامل مختلفی نظیر ویژگی‌های ژئومورفیک منطقه، سنگ بستر، اراضی ناپایدار، خاک، گسل، شیب، خصوصیات ژئوهیدرولوژی، آب‌های زیرزمینی، وضعیت اقلیمی، عوامل زیست محیطی، کاربری اراضی، راه‌های ارتباطی و غیره اشاره نمود (اصغری مقدم، ۱۳۷۸: ۷۱).

دفن بـهداشتی پسماند شهری مانـند هر پروژه مـهندسی دیگر به اطلاعات پایه و برنامه‌ریزی دقیق نیازمند است. انتخاب فاکتورهای متعدد جهت مکانیابی دفن بهداشتی مواد زاید، تصمیم‌گیران را به‌طور ناخودآگاه به سوی استفاده از سیستمی سوق می‌دهد که علاوه بر دقت بالا از نظر سرعت عمل و سهولت انجام در حد بالایی قرار داشته باشد. از جمله این رویکردها استفاده توام از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره و سامانه اطلاعات جغرافیایی است

(پناهنده و همکاران، ۱۳۸۸: ۲۷۷). بنابراین به منظور مکانیابی محل مناسب دفن پسماند شهرستان کوهدشت از نرم‌افزار Arc GIS و مدل AHP استفاده شده است. این مدل یک روش ساده محاسباتی بر روی ماتریس‌ها است که با ایجاد سلسله مراتب مناسب و پردازش گام‌به‌گام مراحل و ترکیب بردارهای آن، می‌توان ضرایب وزنی گزینه‌های مختلف را برآورد نمود (Jimfeng, 2002; Chen, 2001). در نهایت برای اطمینان از جواب نهایی، سازگاری و ناسازگاری آن نیز مورد آزمون قرار می‌گیرد.

در بخش مرکزی شهرستان کوهدشت روزانه در حدود ۱۱۰ تن زباله تولید می‌گردد که به دلیل عدم وجود تجهیزات بازیافت تمامی آن دفن می‌گردد. این خود می‌تواند زمینه بروز مشکلات زیست محیطی، بهداشتی و اجتماعی را در آینده فراهم نماید. چنانچه محل اولیه دفن زباله در غرب دشت کوهدشت بیشتر به واسطه نزدیکی به مرکز شهر و سهولت دسترسی و پشتوانه کم تحقیقاتی بر روی ارتفاعات نعل شکسته مکانیابی شده بود. این مکان در مسیر اصلی وزش باد به سمت شهر بوده که مشکلات بهداشتی عدیده‌ای را ایجاد می‌کرد. در سال‌های اخیر مرکز بهداشت کوهدشت از دفن پسماند در غرب منطقه ممانعت به عمل آورده و محل دیگری در شرق دشت کوهدشت جهت این مهم مکانیابی گردید. مکان مذکور نیز به دلیل بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی در آینده نزدیک می‌تواند زمینه بروز مشکلات متعدد بهداشتی برای ساکنان منطقه فراهم نماید. بنابراین یافتن یک مکان مناسب جهت دفن پسماندهای شهری منطقه مطالعاتی یکی از ضروریات برنامه‌ریزی محیطی در این مکان می‌باشد.

در این مورد مطالعات متعددی توسط محققان صورت گرفته، به گونه‌ای که هنریکس و همکاران[1] (۱۹۹۲) مکانیابی محل دفن مناسب زباله در ایالت ورمونت آمریکا را به لحاظ شاخص‌های فیزیکی و اقتصادی با استفاده از GIS مورد ارزیابی قرار داده است. واستاوا و ناسوات[2] (۲۰۰۲) مکانیابی دفن زباله در اطراف شهر رانسی را با استفاده از GIS و RS و با

1- Hendrix et al. (1992)
2- Vastava and nathawat (2002)

در نظر گرفتن معیارهای مختلف طبیعی و انسانی مورد بررسی قرار داده است. گوینا و همکاران[1] (۲۰۰۹: ۲۴۱۴) با توجه به عوامل زیست محیطی و اقتصادی و با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مکان‌هایی را برای دفن زباله در پکن شناسایی و ارائه نموده‌اند. راشد حسن و همکاران[2] (۲۰۰۹: ۱۳۴) در شهر داکا در بنگلادش مکانیابی محل دفن زباله برای دوره‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۵ را با استفاده از GIS و AHP مطالعه نموده‌اند. یاهایا و همکاران[3] (۲۰۱۰: ۴۷) مکان بهینه برای دفن زباله در شهر ایبادان نیجریه با استفاده از GIS و AHP بررسی نموده و در نهایت دو مکان مناسب برای این منظور را معرفی و نتیجه گرفته‌اند که تلفیق GIS و AHP برای این هدف می‌تواند موثر واقع شود. سنر و همکاران[4] (۲۰۱۰: ۱۰۱۱) با استفاده از GIS و AHP برای حوضه آبخیز سنیرکنت[5] ترکیه و در نظر گرفتن شاخص‌های مختلف طبیعی و انسانی به مکانیاابی محل دفن زباله برای این حوضه اقدام نموده‌اند. معین‌الدینی و همکاران (۲۰۱۰: ۹۱۳) با استفاده از ترکیب روش شاخص وزنی ـ خطی و تحلیل سلسله‌مراتبی به مکانیابی محل دفن زباله برای شهر کرج پرداخته و نتیجه گرفته‌اند که ترکیب این دو روش می‌تواند برای این منظور موثر واقع گردد. پوراحمد و همکاران (۱۳۸۶: ۳۲) در مکانیابی محل مناسب دفن زباله بابلسر با استفاده از GIS سه ناحیه را برای این هدف تعیین نموده‌اند. نیرآبادی و همکاران (۱۳۸۷: ۷) با بکارگیری روش‌های سلسله‌مراتبی و فازی به مکانیابی محل دفن زباله در شهر تبریز پرداخته و مناسب‌ترین مکان را در شمال غرب این شهر تشخیص دادند. فتائی و آل‌شیخ (۱۳۸۸: ۱۴۵) با استفاده از GIS و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به مکانیابی محل دفن زباله در شهر گیوی پرداخته و دو مکان مناسب را برای این منظور انتخاب نمودند. پناهنده و همکاران (۱۳۸۸: ۲۷۷) با استفاده از روش AHP و به کارگیری GIS نسبت به مکانیابی دفن زباله برای شهرستان سمنان اقدام نموده‌اند. خورشیددوست و عادلی (۱۳۸۸:

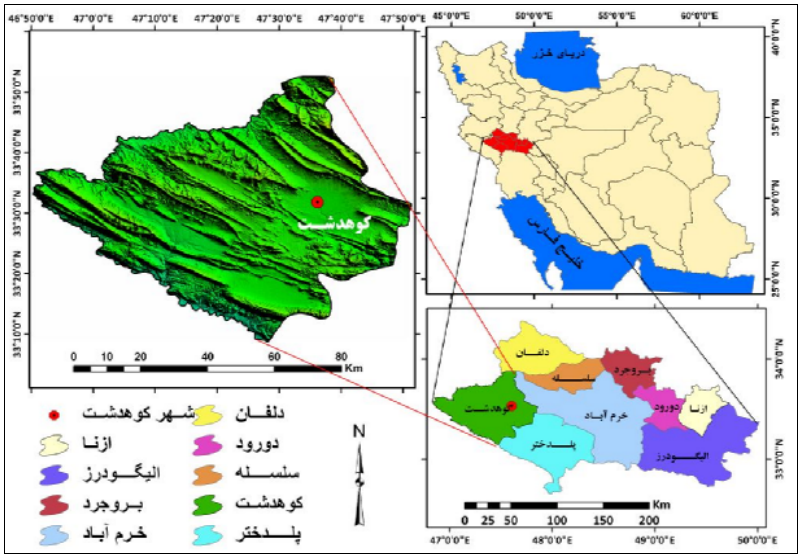
1- Guiqina et al. (2009)
2- Rashedul Hasan et al. (2009)
3- yahaya et al. (2010)
4- Sener et al. (2010)
5- Senirkent

۲۹) از طریق فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و عوامل مختلف طبیعی و وضعیت اقتصادی مکانیابی بهینه دفن زباله شهر بناب را مطالعه نموده‌اند. امیری و همکاران (۱۳۸۹: ۱۲) در مطالعه موردی خود در شهرستان دشتی استان هرمزگان به مکانیابی و اولویت‌بندی محل دفن زباله با GIS و AHP پرداخته و از بین شاخص‌های اصلی به منابع خاک و آب بیشترین امتیاز را اختصاص داده‌اند. صمدی و همکاران (۱۳۸۹: ۱۰۷) مکانیابی دفن پسماندهای شهری زنجان را با استفاده از GIS، AHP و TOPSIS مورد ارزیابی قرار داده و بیان داشته‌اند که تلفیق این تکنیک‌ها در جهت حفظ و مدیریت محیط می‌تواند موثر واقع گردد.

هدف از این پژوهش مکانیابی محل مناسب دفن زباله در شهرستان کوهدشت با استفاده از تحلیل پارامترهای انسانی، زیست محیطی، هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی منطقه از طریق سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی می‌باشد. به عبارتی این پژوهش سعی دارد تا از طریق تکنیک GIS و مدل AHP مولفه‌های موثر در مکانیابی دفن زباله در شهرستان کوهدشت را تحلیل نموده و مناسب‌ترین محل جهت دفن پسماندهای جامد که کمترین آثار مخرب زیست محیطی و انسانی را دربر داشته باشد، شناسایی و به صورت نقشه ارائه نماید.

**موقعیت منطقه مطالعاتی**

شهرستان کوهدشت با مساحتی برابر با ۳۹۸۶ کیلومترمربع در موقعیت ۴۷ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه ۳۱ دقیقه عرض شمالی و در غرب استان لرستان واقع شده است (شکل۱). جمعیت این شهرستان بالغ بر ۲۱۱۸۸۶ نفر می‌باشد. بخش مرکزی آن دارای جمعیت۱۲۲۲۶۱ نفر می‌باشد (اطلس جغرافیای استان‌های ایران، ۱۳۸۷: ۲۰).




**شکل (۱) موقعیت ریاضی و سیاسی منطقه مطالعاتی**

## مواد و روش‌ها

ابتدا به کمک تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های توپوگرافی میان‌مقیاس محدوده مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفته و تعیین حدود گردید. سپس مدل ارتفاع رقومی آن از مدل ارتفاع رقومی ایران در محیط نرم‌افزار Global mapper جدا و خروجی گرفته شد. تهیه لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای پهنه‌بندی در محیط نرم‌افزار Arc GIS 9.3 به صورت موارد زیر انجام گرفت: ابتدا مدل ارتفاع رقومی منطقه بر اساس شکست‌های طبیعی[1] که در ارتفاعات منطقه وجود دارد به ۵ کلاس ارتفاعی طبقه‌بندی گردید. لایه شیب از روی مدل ارتفاعی رقومی منطقه و از طریق ابزار Surface Analyses در 3D analyses تهیه گردید. لایه‌های فاصله از شبکه زهکشی، فاصله از گسل، فاصله از سکونتی، فاصله از راه‌های ارتباطی و فاصله از چاه و چشمه از طریق رقومی نمودن لایه آبراهه‌های اصلی و فرعی از روی نقشه‌های ۵۰۰۰۰ : ۱ توپوگرافی منطقه، رقومی نمودن گسل‌های اصلی و فرعی با

1 - Natural break

استفاده از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه و رقومی کردن لایه سکونتگاهی شهری و روستایی و ابزار Distance در Analyses Spatial تهیه شد. لایه‌های سنگ‌شناسی و کاربری ارضی از طریق رقومی نمودن جنس مواد در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه و نقشه کاربری اراضی تهیه گردید. طبیعی است که محل دفن همواره باید در خارج از شهر و دور از مرکز جمعیتی قرار گیرد و با توجه به عمر محل دفن که حداقل ۲۰–۱۵ سال برآورد می‌شود. با توجه به کمبود زمین مناسب، استاندارد تعیین شده‌ای برای فاصله محل دفن از شهر وجود ندارد. اما عموماً حداقل فاصله را ۲ تا ۳ کیلومتر در نظر می‌گیرند و فواصل حدود ۱۰–۲۰ کیلومتر به‌عنوان حد نهایی برآورد شده است (در صورت وجود چند ایستگاه انتقال، بین ۳۰–۴۰ کیلومتر نیز قابل قبول است). به همین منظور و با در نظر گرفتن همه عوامل موثر، فاصله ۱۵ کیلومتری از مراکز مسکونی در نظر گرفته شد و این فاصله در مدل وارد گردید. سپس با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی به تجزیه و تحلیل معیارها و زیرمعیارها و گزینه‌ها و در نهایت مبادرت به اولویت‌بندی پهنه‌های پیشنهادی (گزینه‌ها) جهت انتخاب مناسب‌ترین مکان برای دفن زباله در منطقه مطالعاتی گردید.

## مبانی نظری فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بوده که اولین بار توسط توماس ال ساعتی[1] (۱۹۸۰) ارائه گردید. این روش بر اساس مقایسه‌های زوجی عوامل بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران و تصمیم‌گیران می‌دهد. این تکنیک یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. زیرا امکان فرموله کردن مسائل پیچیده طبیعی را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی در مسأله را دارد (Saaty, 1986, 1994: 426).

### الف) تدوین ساختار سلسله مراتبی برای مکانیابی دفن زباله

این مرحله مهم‌ترین مرحله فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی می‌باشد زیرا در این قسمت با تجزیه

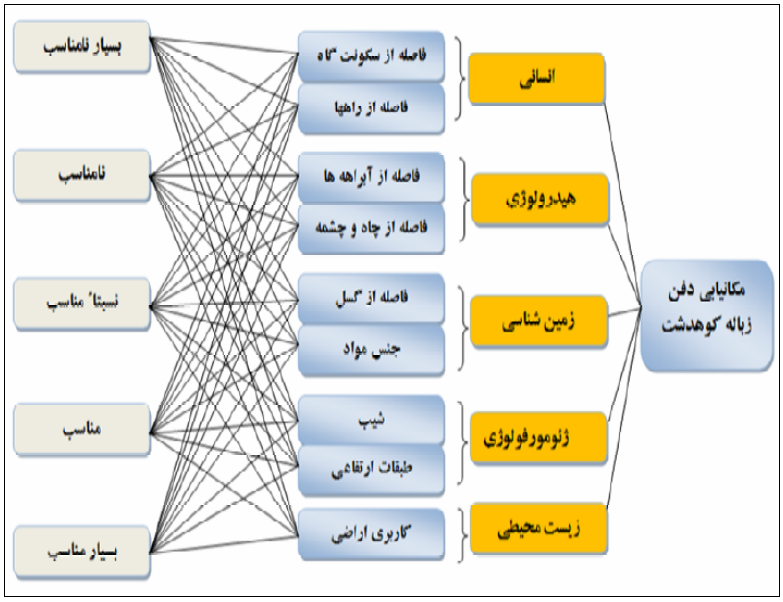
1- Saaty, T. l.

مسائل مشکل و پیچیده، می‌توان آنها را به شکلی ساده که با ذهن و طبیعت انسان مطابقت داشته باشد، تبدیل نمود (Cimren et al., 2007: 363). ساختار سلسله‌مراتب یک نمایش گرافیکی از مساله پیچیده واقعی می‌باشد که در راس آن هدف کلی مساله و در سطوح بعدی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها قرار دارند (شکل ۴). به طور کلی ساختار سلسله‌مراتبی می‌تواند به صورت یکی از موارد زیر طرح گردد (Mau et al., 2005: 591; Dyer & Forman, 1991; Bowen, 1990: 133):

ساختار ۱: هدف، معیار، زیرمعیار و گزینه.

ساختار ۲: هدف، معیار، عامل، زیرعامل و گزینه.

در این پژوهش جهت تدوین ساختار سلسله‌مراتبی دفن زباله در شهرستان کوهدشت از ساختار نخست شامل (هدف ـ معیارها ـ زیرمعیارها ـ گزینه‌ها) استفاده شده است که شامل سطوح زیر می‌باشد (شکل۲).




**شکل (۲) ساختار سلسله‌مراتبی مکانیابی دفن زباله در شهرستان کوهدشت**

**ب) وزن‌دهی به عوامل موثر در مکانیابی دفن زباله**

در فرایند تحلیل سلسله مراتب بیشترین وزن به لایه‌ای تعلق می‌گیرد که بیشترین تأثیر را در تعیین هدف دارد. به عبارت دیگر معیار وزن‌دهی به هر واحد اطلاعاتی نیز براساس بیشترین نقشی است که آن عامل در داخل لایه ایفاء می‌کند (Lopez & Zink, 1991) (جدول ۱).

**جدول (۱) وزن‌دهی به عوامل بر اساس ارجحیت به صورت مقایسه زوجی (قدسی‌پور، ۱۳۸۷: ۱۴)**

| ترجیحات (قضاوت شفاهی) | | مقدار عددی |
|---|---|---|
| کاملاً مرجح یا کاملاً مهم یا کاملاً مطلوب | Extremely preferred | ۹ |
| ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی | strongly preferred Very | ۷ |
| ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت قوی | Strongly preferred | ۵ |
| کمی مرجح یا کمی مهم تر یا کمی مطلوب | Moderately preferred | ۳ |
| ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان | Equally preferred | ۱ |
| ترجیحات بین فواصل قوی | | ۸،۶،۴،۲ |

**ج) تهیه ماتریس نرمالیزه (R) و محاسبه بردار وزن (W) معیارها و گزینه‌ها**

برای این منظور در ابتدا باید مقادیر هر یک از ستون‌های ماتریس مقایسه زوجی با هم جمع شده و مقدار هر عنصر در ماتریس مقایسه زوجی به جمع ستون خودش تقسیم گردد تا ماتریس مقایسه زوجی نرمالیزه شود (رابطه ۱). سپس میانگین عناصر در هر سطر از ماتریس نرمالیزه را محاسبه نموده که در نتیجه آن بردار وزن پارامترها ایجاد می‌شود (رابطه ۲).

رابطه (۱) $$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}}$$

رابطه (۲) $$W_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} r_{ij}}{n}$$

در این روابط m: تعداد ستون، n: تعداد سطر، aij: درایه‌های ماتریس مقایسه زوجی و $r_{ij}$: درایه‌های ماتریس نرمالیزه به ازای گزینه $i$ ام و شاخص $j$ ام، و $W_i$: وزن گزینه $i$ ام می‌باشد.

**د) تعیین اولویت و ارجحیت‌ها**

در این مرحله، از تلفیق ضرایب مزبور امتیاز نهایی هر یک از گزینه‌ها تعیین می‌شود. برای این کار از اصل ترکیب سلسله‌مراتبی که منجر به بردار اولویت با در نظر گرفتن همه قضاوت‌ها در تمامی سطوح سلسله‌مراتب می‌شود، استفاده می‌گردد (Bertolini & Braglia, 2006; Moreno - Jimenez et al., 2005: 89). به عبارتی، وزن نهایی پهنه‌های پیشنهادی (گزینه‌ها) از مجموع حاصلضرب معیارها در وزنشان و همچنین وزن لایه معیارها از مجموع حاصلضرب زیرمعیارها در وزنشان بدست می‌آید (رابطه ۳).

$$V_H = \sum_{k=1}^{n} W_k(g_{ij}) \qquad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه $V_H$: امتیاز نهایی گزینه $j$، $W_K$: وزن هر معیار و $g_{ij}$: وزن گزینه‌ها در ارتباط با معیارها می‌باشد.

**و) محاسبه سازگاری و ناسازگازی سیستم**

برای محاسبه نرخ سازگاری، ابتدا باید ماتریس مقایسه زوجی (A) را در بردار وزن (W) ضرب کرده تا تخمین مناسبی از λmax W بدست آید به عبارتی A×W= λmax W باشد. با تقسیم مقدار λ max W بر W مربوطه مقدار λmax محاسبه می‌شود (رابطه ۴). سپس متوسط λmax را محاسبه کرده و مقدار شاخص ناسازگاری را از طریق رابطه زیر می‌توان محاسبه نمود (رابطه ۵) (قدسی‌پور، ۱۳۸۷: ۷۱ تا ۷۳):

$$I.I. = \frac{\lambda \max - n}{n-1} \qquad \text{رابطه (۴)}$$

نرخ ناسازگاری نیز از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

رابطه (۵) $I.R. = \frac{I.I.}{I.I.R.}$ که در آن مقدار I.I.R نیز از جدول (۲) استخراج می شود.

**جدول (۲) مقادیر I.I.R ماتریس های تصادفی منبع: (قدسی‌پور، ۱۳۸۷: ۷۳)**

| n | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I.I.R | ۰ | ۰ | ۰/۵۸ | ۰/۹ | ۱/۱۲ | ۱/۲۴ | ۱/۳۲ | ۱/۴۱ | ۱/۴۵ | ۱/۴۹ |

اگر نرخ ناسازگاری کوچک‌تر یا مساوی ۰/۱ باشد سازگاری سیستم قابل قبول است و اگر بیشتر از ۰/۱ باشد بهتر است تصمیم‌گیرنده در قضاوت‌های خود تجدید نظر کند ( Dey & Ramcharen, 2000).

## یافته‌ها

نتایج حاصل از وزن‌دهی به فاکتورها، ماتریس‌های مقایسه زوجی و نرمالیزه عوامل موثر در مکانیابی دفن زباله در منطقه مطالعاتی به شرح جداول (۳) تا (۷) و اشکال (۳) تا (۱۱) می‌باشد.

**جدول (۳) ماتریس مقایسه زوجی و بردار وزن زیرمعیارها**

| زیر معیارها | فاصله از سکونتگاه | کاربری اراضی | فاصله از راه ارتباطی | فاصله ازچاه وچشمه | فاصله از آبراهه‌ها | جنس مواد | شیب | فاصله از گسل | طبقات ارتفاعی | بردار وزن |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| فاصله از سکونتگاه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۰/۳۰۷۰ |
| کاربری اراضی | ۰/۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۰/۲۱۸۲ |
| فاصله‌از راه رتباطی | ۰/۳۳۳ | ۰/۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۰/۱۵۴۳ |
| فاصله ازچاه چشمه | ۰/۲۵ | ۰/۳۳۳ | ۰/۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۰/۱۰۸۹ |
| فاصله از آبراهه‌ها | ۰/۲ | ۰/۲۵ | ۰/۳۳۳ | ۰/۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۰/۰۷۶۴ |
| جنس مواد | ۰/۱۶۶ | ۰/۲ | ۰/۲۵ | ۰/۳۳۳ | ۰/۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۰/۰۵۳۳ |
| شیب | ۰/۱۴۲ | ۰/۱۶۶ | ۰/۲ | ۰/۲۵ | ۰/۳۳۳ | ۰/۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۰/۰۳۷۰ |
| فاصله از گسل | ۰/۱۲۵ | ۰/۱۴۲ | ۰/۱۶۶ | ۰/۲ | ۰/۲۵ | ۰/۳۳۳ | ۰/۵ | ۱ | ۲ | ۰/۰۲۵۹ |
| طبقات ارتفاعی | ۰/۱۱۱ | ۰/۱۲۵ | ۰/۱۴۲ | ۰/۱۶۶ | ۰/۲ | ۰/۲۵ | ۰/۳۳۳ | ۰/۵ | ۱ | ۰/۰۱۸۹ |
| جمع | ۲/۸۲۹ | ۴/۷۱۷ | ۷/۵۹۲ | ۱۱/۴۵ | ۱۶/۲۸ | ۲۱/۷۸ | ۲۸/۸۳ | ۳۶/۵ | ۴۵ | ۱ |
| نرخ ناسازگاری: ۰/۰۰۱۳ سازگاری ماتریس زیرمعیارها قابل قبول است | | | | | | | | | | |

**جدول (۴) ماتریس مقایسه زوجی و بردار وزن معیارها**

| معیارها | انسانی | زیست‌محیطی | هیدرولوژی | زمین‌شناسی | ژئومورفولوژی | بردار وزن |
|---|---|---|---|---|---|---|
| انسانی | ۱ | ۳ | ۵ | ۷ | ۹ | ۰/ ۵۰۲۸ |
| زیست محیطی | ۰/۳۳۳ | ۱ | ۳ | ۵ | ۷ | ۰/ ۲۶۰۲ |
| هیدرولوژی | ۰/۲ | ۰/۳۳۳ | ۱ | ۳ | ۵ | ۰/ ۱۳۴۴ |
| زمین شناسی | ۰/۱۴۲۹ | ۰/۲ | ۰/۳۳۳۳ | ۱ | ۳ | ۰/ ۰۶۷۸ |
| ژئومورفولوژی | ۰/۱۱۱۱ | ۰/۱۴۲۹ | ۰/۲ | ۰/۳۳۳۳ | ۱ | ۰/ ۰۳۴۸ |
| جمع | ۱/۷۸۷۳ | ۴/۶۷۶۲ | ۹ /۵۳۳۳ | ۱۶/۳۳۳۳ | ۲۵ | ۱ |
| نرخ ناسازگاری: ۰۰۹۸ /۰ سازگاری ماتریس معیارها قابل قبول است | | | | | | |

**جدول (۵) ماتریس داده‌های طبقات زیر معیارها فاصله از سکونتگاه و... و بردار وزن آنها**

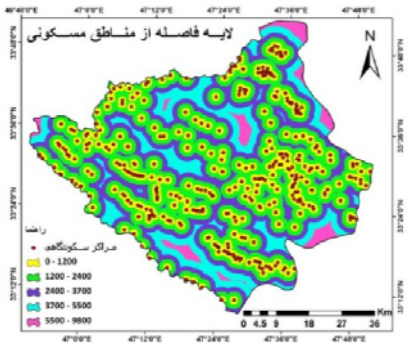
| زیرمعیار / طبقه | فاصله از سکونتگاه (Km) | فاصله از راه های ارتباطی (Km) | فاصله ازچاه وچشمه (Km) | فاصله از آبراهه ها (Km) | فاصله از گسل (Km) | طبقات ارتفاعی (M) | شیب (٪) | بردار وزن |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۰ –۱/۲ | ۰ –۱ | ۰ –۱/۷ | ۰ – ۰/۶ | ۰ –۴/۷ | ۱۹۰۰ – ۲۶۱۰ | ۳۰ < ... | ۰/۰۳۴۸ |
| ۲ | ۱/۲ –۲/۴ | ۱– ۲/۵ | ۱/۷ –۳/۲ | ۰/۶ – ۱/۲ | ۴/۷ – ۹/۶ | ۱۵۰۰ – ۱۹۰۰ | ۱۵ – ۳۰ | ۰/۰۶۷۸ |
| ۳ | ۲/۴ –۳/۷ | ۲/۵ –۵ | ۳/۲ –۵ | ۱/۲ – ۲/۱ | ۹/۶ – ۱۵ | ۱۲۰۰ – ۱۵۰۰ | ۸ – ۱۵ | ۰/۱۳۴۴ |
| ۴ | ۳/۷–۵/۵ | ۵–۸ | ۵ –۷/۴ | ۲/۱ – ۳/۴ | ۱۵ – ۲۱ | ۹۰۰ – ۱۲۰۰ | ۳/۵ – ۸ | ۰/۲۶۰۲ |
| ۵ | ۵/۵ –۹/۸ | ۸–۵/۱۴ | ۷/۴ –۱۲/۶ | ۳/۴ – ۶ | ۲۱ – ۳۱ | ۵۴۶ – ۹۰۰ | ۰ – ۳/۵ | ۰/۵۰۲۸ |

**جدول (۶) ماتریس داده‌های طبقات زیر معیار سنگ‌شناسی و بردار وزن آنها**

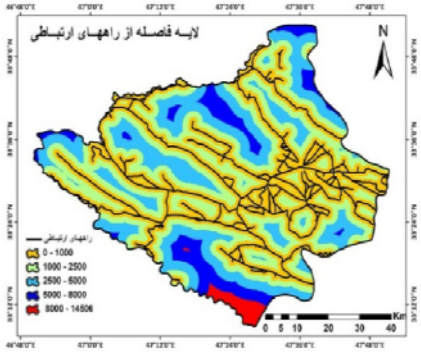
| جنس مواد | رسوبات آبرفتی | سازند آسماری | سازند آغاجاری | سازند امیران | سازند ایلام | سازند کشکان | سازند بختیاری | سازند گچساران | سازند گورپی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بردار وزن | ۰/۰۱۷۹ | ۰/۰۲۴۹ | ۰/۰۳۶۳ | ۰/۵۳۵ | ۰/۰۷۶۷ | ۰/۱۰۹۳ | ۰/۱۵۴۹ | ۰/۲۱۸۹ | ۰/۳۰۷۷ |

**جدول (۷) ماتریس داده‌های طبقات زیرمعیار کاربری اراضی و بردار وزن آنها**

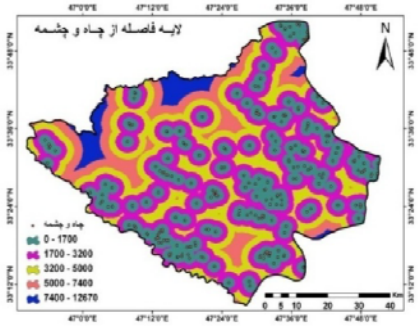
| کاربری (طبقه) | مراتع فقیر | جنگل تنک | مراتع خوب | جنگل انبوه | اراضی زراعی | محدوده مسکونی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| بردار وزن | ۰/۴۵۰۲ | ۰/۲۴۸۰ | ۰/۱۴۶۸ | ۰/۰۸۳۲ | ۰/۰۴۷۳ | ۰/۰۲۴۵ |



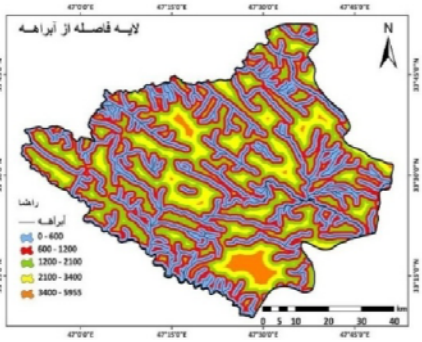

شکل (۳) لایه فاصله از مناطق مسکونی



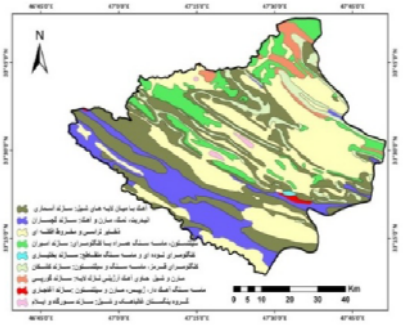

شکل (٤) لایه فاصله از راه‌های ارتباطی



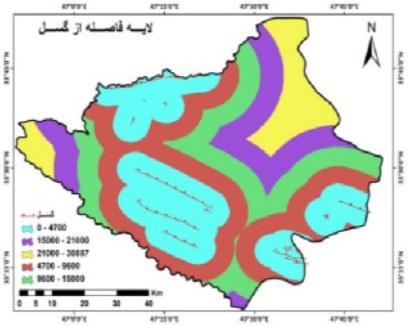

شکل (٥) لایه فاصله از چاه و چشمه



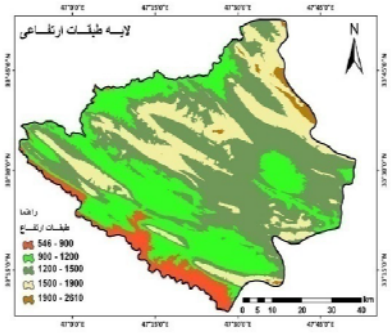

شکل (٦) لایه فاصله از آبراهه



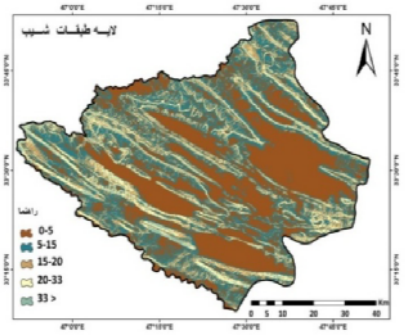

شکل (۷) لایه سنگ‌شناسی منطقه



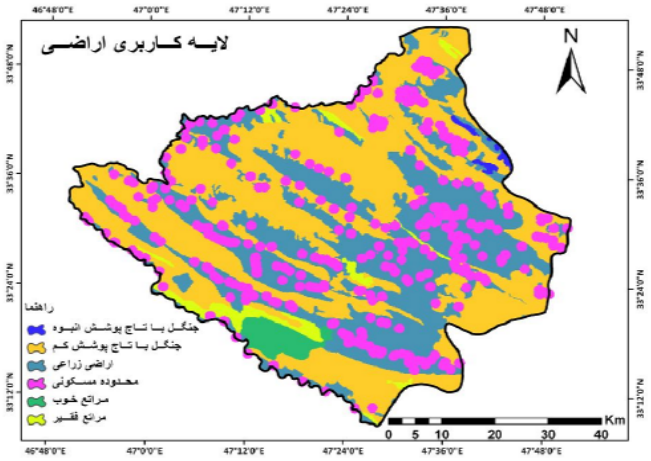

شکل (۸) لایه فاصله از گسل




شکل (۹) لایه طبقات ارتفاعی منطقه




شکل (۱۰) لایه طبقات شیب منطقه




شکل (۱۱) لایه کاربری اراضی منطقه

وزن نهایی پهنه‌های پیشنهادی جهت دفن زباله از مجموع حاصلضرب لایه معیار در وزن آن و همچنین وزن لایه معیارها از مجموع حاصل‌ضرب لایه زیرمعیار در وزن آن بدست می‌آید. نتایج حاصل از محاسبه وزن نهایی مکان‌های دفن زباله به شرح روابط (۶) تا (۱۱)، شکل (۱۲) و جدول (۸) می‌باشد.

رابطه (۶): $Hu = (Ha \times ۰/۳۰۷) + (Wa \times ۰/۱۵۴۳)$

رابطه (۷): $En = (La \times ۰/۲۱۸۲)$

رابطه (۸): $Hy = (WS \times ۰/۱۰۸۹) + (St \times ۰/۰۷۶۴)$

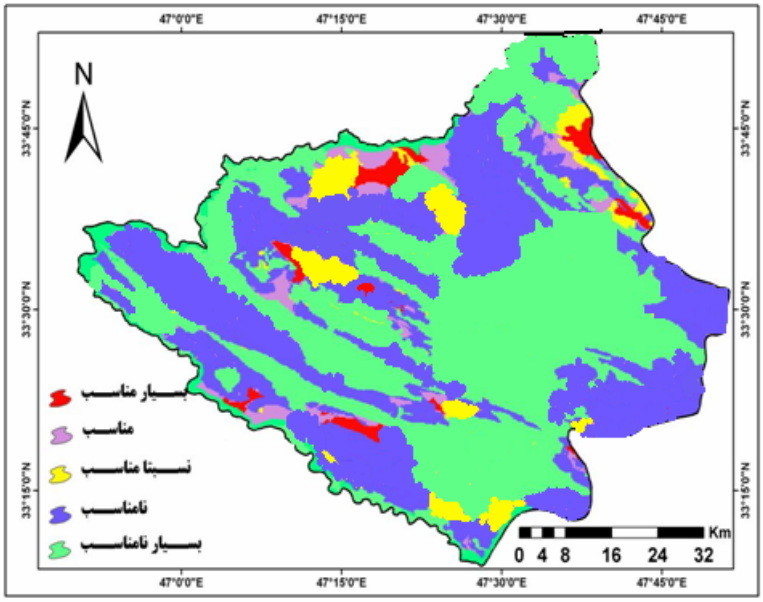
رابطه (۹): $GL = (Li \times ۰/۰۵۳۳) + (Fa \times ۰/۰۲۵۹)$

رابطه (۱۰): $GML = (Sl \times ۰/۰۳۷) + (El \times ۰/۰۱۸۹)$

رابطه (۱۱):

$$SWD = (۰/۵۰۲۸\ Hu)+(۰/۲۶۰۲En)+(۰/۱۳۴۴Hy)+(۰/۰۶۷۸GL)+(۰/۰۳۴۸GML)$$

در این روابط Hu: عامل انسانی؛ En: عامل زیست محیطی؛ Hy: عامل هیدرولوژی؛ GL: عامل زمین‌شناسی؛ GML: عامل ژئومورفولوژی؛ Ha: فاصله از سکونتگاه؛ Wa: فاصله از راه‌های ارتباطی؛ La: کاربری اراضی؛ WS: فاصله از چاه و چشمه؛ St: فاصله از شبکه زهکشی؛ Li: جنس مواد؛ Fa: فاصله از گسل؛ Sl: شیب؛ El: طبقات ارتفاعی و SWD: لایه نهایی مکانیابی دفن زباله در منطقه مطالعاتی می‌باشد.




**شکل (۱۲) نقشه نهایی مکان‌های مناسب دفن زباله در شهرستان کوهدشت**

**جدول (۸) پهنه‌های پیشنهادی دفن زباله در شهرستان کوهدشت و مساحت آنها**

| پهنه | مساحت به کیلومتر مربع | مساحت به درصد |
|---|---|---|
| بسیار نامناسب | ۱۸۳۲ | ۴۶ |
| نا مناسب | ۱۲۸۰/۲۳ | ۳۲/۱۲ |
| نسبتا مناسب | ۴۷۳/۲۳۷ | ۱۱/۹ |
| مناسب | ۱۹۸/۳۱۹ | ۵ |
| بسیار مناسب | ۲۰۵/۱۸ | ۵/۱۴ |
| جمع | ۳۹۸۵/۵۰۵ | ۱۰۰ |

## بحث و نتیجه‌گیری

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است (Kohbanani et al., 2009: 626)، زیرا این تکنیک امکان تدوین مسائل را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌نماید و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله مهیا می‌سازد (زبردست، ۱۳۸۰: ۱۵). این فرایند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را دارد، علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی عوامل بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می-دهد که از مزایای این تکنیک در تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد (قدسی پور،۱۳۸۴). استفاده از این مدل در علوم مدیریت و برنامه‌ریزی محیطی، این علوم را به صورت کابردی‌تر و موفق‌تر از پیش در زمینه برنامه‌ریزی و مدیریت بحران‌های محیطی مطرح می‌سازد. در نتیجه این مدل می‌تواند به عنوان یک روش کاربردی و مناسب جهت نیل به اهدف در این پژوهش مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین بهره‌گیری از این روش در مدیریت محیط به برنامه‌ریزان محیطی پیشنهاد می‌گردد.

انتخاب مکان مناسب دفع زباله و مدیریت پسماند شهری برای کشورهای در حال توسعه یکی از مشکلات عمده‌ای است که در اکثر مواقع با آن روبرو هستند. در نتیجه ایجاد یک راهبرد ملی برای حفاظت از منابع طبیعی و جلوگیری از آلودگی محیط زیست بسیار

مهم و ضروری است. انتخاب سایت دفع مواد زائد جامد شهری ممکن است برای هر شهر انجام شده باشد، اما این مهم از طریق روش‌های معمول سنتی بسیار دشوار و هزینه‌بر است. بنابراین تکنیک GIS، به علت توانایی آن در مدیریت حجم زیادی از اطلاعات فضایی، ابزاری نیرومند برای این نوع مطالعات اولیه به‌شمار می‌رود. علاوه‌بر این، مدل AHP توسط برنامه‌ریزان برای حل معضلات پیچیده‌ای که در امر مدیریت با آن روبروهستند، به کار گرفته می‌شود. در نتیجه تلفیق تکنیک GIS و مدل AHP می‌تواند به عنوان روش قدرتمندی جهت حل مشکل مکان‌یابی بهینه دفن زباله مورد استفاده قرار گیرد. در مجموع تلفیق تکنیک GIS و مدل AHP برای برنامه‌ریزان این امکان را فراهم می‌آورد که با استفاده از توابع تجزیه و تحلیل معیارهای تصمیم‌گیری و رتبه‌بندی آلترناتیوها، مناسب‌ترین گزینه را که در این پژوهش مکان‌یابی بهینه دفن زباله است، انتخاب نمایند.

با توجه به ویژگی‌های هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی، انسانی و ژئومورفولوژیکی محدوده مطالعاتی و اهداف طرح‌ریزی شده، می‌توان گفت که پارامترهای مورد استفاده در مکانیابی بهینه دفن زباله متفاوت است. این پژوهش مهم‌ترین عوامل موثر را مدنظر قرار داده که نتیجه حاصله به صورت معرفی مهم‌ترین عوامل به صورت معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها در ساختار سلسله‌مراتبی مکانیابی دفن زباله در شهرستان کوهدشت در شکل (۲) ارائه شده است.

بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان پهنه‌های دفن زباله در شهرستان کوهدشت را به پنج کلاس طبقه‌بندی نمود. در این میان پهنه‌های بسیار مناسب و مناسب به ترتیب با مساحت ۳۱۶/۱۳۹ و ۶۷۳/۲۱۹ کیلومترمربع بالاترین ارجحیت را جهت دفن پسماند دارا بوده و در مجموع با داشتن ۲۴/۹ درصد مساحت کل محدوده شهرستان در اولویت طرح‌های دفن پسماند قرار می‌گیرند. تجزیه و تحلیل نتایج نشان می‌دهد که این پهنه‌ها از لحاظ کاربری بیشتر منطبق بر مراتع فقیر و جنگل تنک بوده و حداکثر فاصله را نسبت مناطق مسکونی، راه‌های ارتباطی، منابع آب زیرزمینی، آبراهه‌ها و گسل‌های منطقه دارند. با این وجود، برای کاربرد نتایج پژوهش حاضر جهت مدیریت ریسک پسماند منطقه، می‌بایست یک مطالعه امکان سنجی دقیق، جهت به حداقل رساندن تمام خطرات آلودگی محیط زیست و حفاظت از آن، بر روی منطقه مطالعاتی انجام گیرد.

## منابع


۱- اصغری‌مقدم، محمدرضا (۱۳۷۸)، «***جغرافیای شهری ۱ (ژئومورفولوژی)***»، تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، انتشارات مسعی.

۲- امیری، ندا؛ شریفی‌پور، رزیتا و رضا احمدیان (۱۳۸۹)، «مکانیابی و اولویت‌بندی محل مناسب دفن زباله شهری با استفاده از کاربرد تحلیل سلسله‌مراتبی و GIS (مطالعه موردی شهرستان دشتی)»، چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی محیط زیست، دانشگاه تهران، ۸ الی ۱۲ آبانماه.

۳- پناهنده، محمد؛ ارسطو، بهروز؛ قویدل، آریامن و فاطمه قنبری (۱۳۸۸)، «کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در مکان یابی جایگاه دفن پسماند شهر سمنان»، ***فصلنامه سلامت و محیط***، دوره دوم، ۴، صص ۲۷۶-۲۸۳.

۴- پوراحمد، احمد؛ حبیبی، کیومرث؛ محمد زهرابی، سجاد و سعید نظری عدلی (۱۳۸۶)، «استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان یابی تجهیزات شهری ( مطالعه موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر)»، ***مجله محیط‌شناسی***، سال سی و سوم، شماره ۴۲، صص ۳۱-۴۲.

۵- خورشیددوست، علی‌محمد و زهرا عادلی (۱۳۸۸)، «استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای یافتن مکان بهینه دفن زباله شهر (مطالعه موردی شهر بناب)»، ***مجله محیط‌شناسی***، سال ۳۵، شماره ۵۰، صص ۲۷-۳۲.

۶- زبردست، اسفندیار (۱۳۸۰)، «کاربرد فرایند سلسله‌مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای»، ***هنرهای زیبا***، شماره ۱۰، صص ۱۳-۲۱.

۷- صمدی، مهدی؛ لشکری انباردان، سمیه و حسنعلی فرجی سبکبار (۱۳۸۹)، «استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، AHP و TOPSIS جهت مکانیابی محل دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی: شهر زنجان)»، دومین همایش ملی فضای جغرافیایی، رویکرد آمایشی، مدیریت محیط، دانشگاه آزاد واحد اسلامشهر، ۳۰ آبان ماه، ص ۱۰۷.

۸- عبدلی، محمدعلی (۱۳۷۹)، «مدیریت دفع و بازیافت مواد زائد جامد شهری در ایران»، تهران، مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری وزارت کشور، انتشارات سازمان شهرداری‌ها.

۹- فتائی، ابراهیم و علی آل‌شیخ (۱۳۸۸)، «مکان‌یابی دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی، شهر گیوی)»، ***مجله علوم محیطی***، شماره سوم، صص ۱۴۵ تا ۱۵۸.

۱۰- قدسی‌پور، حسن (۱۳۸۷)، «فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی»، چاپ پنجم، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

۱۱- نیرآبادی، هادی و محمود حاجی میررحیمی (۱۳۸۷)، «بکارگیری روش‌های سلسله‌مراتبی و فازی در مکانیابی دفن زباله»، همایش ژئوماتیک، تهران، سازمان نقشه‌برداری ۲۲ و ۲۳ اردیبهشت، صص ۸-۱.

12- Bertolini, M., & Braglia, M., (2006), "Application of the AHP Methodology in Making a Proposal for a Public Work Contract", 17 January.

13- Bowen, W.M., (1990), "Subjective Judgments and Data Environment Analysis in Site Selection, Computer", ***Environment and Urban Systems***, Vol. 14, Pp.133-144.

14- Cimren, E., Catay, B., Budak, E., (2007), "Development of a Machine Tool Selection System Using AHP", ***International Journal of Advanced Manufacturing Technolxgy 35***, Pp. 363-376.

15- Dyer, R.F., & Forman, E.H., (1991), "***An Analytical Approach to Marketing Decisions***", Prentice Hall, USA.

16- Guiqina, W., Lib, Q., Guoxuea, L., & Lijunc, C., (2009), "Landfill Site Selection Using Spatial Information Technologies and AHP: A Case Study in Beijing, China", ***Journal of Environmental Management***: 90, Pp. 2414-2421.

17- Hendrix, W., & Buckly, D., (1992), "Use of GIS for Selection of Sites for Land Application of Sewage Water", ***Journal of Soil and Water Conservation***.

18- Kohbanani, H.R., Nayer Abadi, H., Keshavarzi, A., Akbari, E., & Etesami, H., (2009), "Site Selection for Dumping Urban Waste Using MCDA Methods GIS Techniques", ***World Applied Sciences Journal*** 7(5), Pp. 625-631.

19- Lopez, H.J. & Zink, J.A. (1991), "GIS-assisted Modeling of Mass Movements", ***Itc. Journal***: 4.

20- Mau, J., and et al, (2005), "Sitting Analysis of Farm-based Centralized Anaerobic Digester Systems for Distributed Generation Using GIS", ***Biomass and Bio Energy***, 28, Pp. 591-600.

21- Moeinaddini, M., Khorasani, N., Danehkar, A., Darvishsefa, A.A., & Zienalyan, M., (2010), "Sitting MSW Landfill Using weighted Linear Combination and Analytical Hierarchy Process (AHP) Methodology in GIS Environment (Case Study: Karaj)" ***Journal of Waste Management***: 30. Pp. 912-920.

22- Moreno- Jixenez, J.M., and et al., (2005), A Spreadsheet Module for Consistent Consensus Building in AHP-group Decision Making", ***Group Decision and Negotiation*** 14, Pp. 89-108.

23- Rashedul Hasan, M., Tetsuo, K., & Islam, S.A., (2009), "Landfill Demand and Allocation for Municipal solid Waste Disposal in Dhaka City-an Assessment in a GIS Environment", ***Journal of Civil Engineering*** (IEB), 37 (2), Pp. 133-149.

24- Saaty, T.L., (1980), "***The Analytical Hierarchy Process, Pinning Priority, Resource Allocation***", RWS Publication, USA.

25- Saaty, T.L., (1986), "Axiomatic Foundation of Analytical Hierarchy Process, Management Science", Vol. 31, No. 7, July.

26- Saaty, T.L., (1994), "Highlights and Critical Points in the Theory and Application of the Analytical Hierarchy Process", European ***Journal of Operational Research***, Vol. 74, Pp. 426-447.

27- Sener, S., Sener, E., & Karagüzel, R., (2010), "Solid Waste Disposal Site Selection with GIS and AHP Methodology: A Case Study in Senirkent-Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey", ***Journal of Environmental Monitoring Assessment***, (10) 1010-1023.

28- Vastava, S., & Nathawat, H., (2003), "Selection of Potential Waste Disposal Sites around Runchi Urban Complex Using Remote Sensing and GIS Techniques", Urban Planning, Map Asia Conference.

29- Yahaya, S., Ilori, C., Whanda S.J., & Edicha, J., (2010), "Land fill Site Selection for Municipal Solid Waste Management Using Geographic Information System and Multicriteria Evaluation, ***American Journal of Scientific Research***, Issue 10, Pp. 34-49.