

مکان‌یابی بهینه دفن پسماندهای زائد شهری در حوزه خلیج فارس

مطالعه موردی: شهرستان خرمشهر

محمدعلی فیروزی^۱

ندا پیوند^۲

مهدی علیزاده^۳

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۸/۰۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۱۸

چکیده

مناسب دفن پسماند از نرم افزار ArcGIS استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در بخش نتایج موضوعی زیر معیار مراکز جمعیتی با میزان اثرگذاری ۰٫۱۰۸ اثر گذارترین شاخص و در خصوص اثرپذیری در شاخص‌های کلان، معیار زمین‌ساختی با وزن ۰٫۳۲۶ و دسترسی با وزن ۰٫۱۰۳ در رتبه اول قرار دارند. در بخش نتایج مکانی مشخص شد از بین ۱۸۰۵۹۴۷ کیلومتر مربع مساحت شهرستان خرمشهر، ۶۴۷۸۲۳ کیلومتر مربع یعنی ۳۵/۸۷ درصد وضعیتی کاملاً مناسب داشتند. در پایان و با توجه به نتایج پژوهش، پیشنهادهایی در سه سطح قابل تفکیک ارائه شد؛ در سطح اول با توجه به عامل هزینه دوری از مراکز جمعیتی، گسل، چاه تغذیه و سنگ بستر مناسب مکان مناسب پیشنهاد شد. در سطح دوم با توجه به عامل دسترسی به شبکه ارتباطی مناسب و شیب کمتر از ۵ درصد، سطح مناسب پیشنهاد می‌شود. در سطح سوم که مربوط به کم‌خطرترین مکان برای دفن زباله‌های جامد است، توجه به اصول دوری از مراکز شهر و روستا و آب‌های سطحی پیشنهاد شده است اما این سطح از منظر میزان هزینه و فایده به‌صرفه نیست.

مدیریت مواد زائد جامد یکی از مسائل و معضلات مهم زیست‌محیطی است که شهرهای بزرگ ایران با آن روبه‌رو هستند. هدف اصلی از انجام این پژوهش مکان‌یابی بهینه دفن مواد زائد جامد در شهرستان خرمشهر با رویکرد مدل‌سازی و مکان‌یابی است. پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از منظر روش‌شناسی توصیفی-تحلیلی محسوب می‌شود که با مطالعه در ادبیات مبانی نظری پژوهش ۱۲ شاخص منتخب در این زمینه استخراج شدند. با توجه به الگوی اثرپذیری و اثرگذاری در فرآیند تعیین بهترین مکان برای دفن پسماند از تکنیک ترکیبی Anp-Dematel برای مدل‌سازی در قالب نمایش علی شاخص‌ها، تعیین وزن و اولویت آن استفاده شده و در ادامه حریم و سطح‌بندی مناسب بر اساس استانداردهای موجود انجام گرفته است. همچنین برای توزیع فضایی پهنه

۱. استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه شهید چمران اهواز. m.alifiroozi@scu.ac.ir
۲. کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه شهید چمران اهواز (نویسنده مسئول). npeyvand761@gmail.com
۳. کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه شهید چمران اهواز. mehdializade1371@gmail.com

کلیدواژه

الگوی راهبردی؛ مکان‌یابی؛ دفن مواد زائد؛ خرمشهر.

مقدمه

حفظ محیط‌زیست و بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی از اصول اصلی توسعه پایدار در تمام سطوح توسعه منطقه‌ای بشمار می‌رود (علیزاده، ۱۳۹۵: ۴۷). با گسترش شهرها و به تبع آن افزایش فعالیت‌های مختلف شهری، افزایش مصرف و نبود سیستم مناسب در جمع‌آوری و تفکیک زباله، مقادیر زیادی مواد زائد جامد در جوامع شهری تولید می‌شود که به یکی از مشکلات عمده دولت‌ها و برنامه‌ریزان شهری تبدیل شده است (آذر و عبدالهی‌پور، ۱۳۸۵: ۲۸). این مسأله در کشورهای در حال توسعه که ۸۰ درصد جمعیت جهان را در خود جای داده‌اند حادث‌تر است (ثمری جهرمی، ۱۳۹۱: ۶۶). در گذشته زباله‌ها در محیط‌های طبیعی سوزانده و یا انباشته می‌شد اما امروزه این زباله‌ها به شکل ساده دفن می‌شوند که در بسیاری از کشورها مقرون به صرفه‌ترین سیستم دفع مواد جامد نیز بشمار می‌رود. پسماندهای تولیدی شهری حاوی آلاینده‌های مختلفی است (Abdelwahab, 2012: 18) که هر روز بر میزان، تنوع و پیچیدگی آنها افزوده می‌شود و با ضربه زدن به محیط‌زیست (Alidi, 1992: 20) سبب آلودگی در زیربخش‌هایی نظیر آب، مواد تولیدی خام و گیاهی در مناطق یک شهر، شهرستان، و نواحی روستایی شده و سلامتی ساکنان این مناطق را دچار مشکل می‌کند (جعفری و همکاران، ۱۳۹۱: ۵۲). دفن بهداشتی جزو غیرقابل اجتناب سیستم مدیریت پسماند محسوب می‌شود، این عملیات فرایندی با مراحل حساس و نیازمند دقت نظر و مطالعات تخصصی است. غالباً تمامی اثرات زیان‌بار و مهمی که در طول ارزیابی اثرات محیط‌زیستی نمایان می‌شوند باید در طول فرآیند مکان‌یابی مورد توجه قرار گیرند (بیک‌محمدی و همکاران، ۱۳۸۹: ۶۷). علاوه بر این در مراکز دفن زباله‌های شهری تنها پسماندهای خانگی نیستند که نگران‌کننده هستند، بلکه این مسئله زمانی حادث‌تر می‌شود (صدارتی و

محسنی، ۱۳۸۶: ۹۹) که زباله‌های خطرناکی نظیر زباله‌های بیمارستانی به همراه زباله‌های شهری و پسماندهای خانگی در یک محیط و با یک شرایط دفن شوند و با واکنش‌هایی که انجام می‌دهند میزان خسارت را در آن مناطق دو برابر می‌کنند (Carter, and et al, 2013: 18). مکان‌یابی اصولی محل دفن پسماندها می‌تواند از انتشار این آلودگی‌ها و در نتیجه خسارات زیست‌محیطی بکاهد (Banar and et al, 2007: 98). بنابراین انجام مدیریت و برنامه‌ریزی برای سامان‌دهی پسماندهای شهری که زیر مجموعه مدیریت پایدار منطقه‌ای و توسعه پایدار محسوب می‌شود امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است (محمد مرادی و اخترکاروان، ۱۳۸۸: ۴۷). یکی از مسائل و معضلات مهم زیست‌محیطی که شهرهای بزرگ ایران با آن مواجه‌اند مدیریت مواد زائد جامد است، به گونه‌ای که بررسی وضع موجود مدیریت پسماندها و زباله در ایران هنوز هم موضوع جدیدی به شمار می‌آید چرا که در اکثر مناطق ایران کماکان دفع زباله به صورت تلنبار، سوزاندن و در مواردی نیز به صورت دفن غیربهداشتی صورت می‌گیرد (نجفی و همکاران، ۱۳۸۸: ۵۰) که همین مسأله بر لزوم برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح در این زمینه تأکید می‌نماید. مطالعات مکان‌یابی دارای تنوع بسیار زیادی هستند و می‌توان مکان مناسب برای استقرار هر پدیده‌ای را در قالب این مطالعات مورد ارزیابی قرار داد (مددی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۰۲) مکان‌یابی بهداشتی پسماندهای شهری و آلاینده‌های انسان‌ساز مانند هر پروژه مهندسی دیگر به اطلاعات پایه و برنامه‌ریزی دقیق نیازمند است (Chap-man and Alan, 2012: 4). انتخاب فاکتورهای متعدد سبب تعدد لایه‌های اطلاعاتی شده و تلاش برای یافتن راه‌حلی مناسب برای تحلیل بر روی تعداد زیاد لایه‌های اطلاعاتی و اخذ نتیجه صحیح، تصمیم‌گیران را به طور ناخودآگاه به سمت و سوی استفاده از سیستمی سوق می‌دهد که علاوه بر دقت بالا، از نظر سرعت عمل و سهولت انجام عملیات در حد بالایی قرار داشته باشد (Delage, 2013: 55). امروزه سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به طور گسترده توانایی

۱.۱.۱. نظریه‌های مبتنی بر روش حداقل کردن هزینه؛

مهمترین مدلی که در مورد مکان‌یابی و با تأکید بر حداقل کردن هزینه معرفی شده، مدل آلفرد وبر^۱ در اوایل قرن بیستم است. تمرکز اصلی مدل او بر حداقل کردن هزینه حمل و نقل نهادها و مواد اولیه تولید و همچنین حمل کالا یا محصول تولید شده به بازار است. علاوه بر هزینه‌های حمل و نقل، وبر معتقد است مکان تحت تأثیر سه نوع هزینه قرار می‌گیرد؛ اول هزینه نیروی کار، دوم هزینه‌های مستقل از مکان و سوم یارانه‌ها و هزینه‌های مالیات (Osmani, 2012: 158).

۲.۱.۱. نظریه‌های مبتنی بر روش تجزیه و تحلیل ناحیه

در دسترس؛ در این نظریه‌ها بیشترین تأکید بر تقاضا، بازار و همچنین درآمد حداکثری است. آگوست لوش^۲ سود یک بنگاه اقتصادی را در گرو تقاضا و بازار مصرف و قیمت کالا می‌داند که دوری مکان آن از بازار مصرف می‌تواند باعث بالا رفتن قیمت و کاهش تقاضای بازار شود و اصولاً یکی از دلایل عدم موفقیت یک فعالیت را مکان نامناسب آن به شمار می‌آورد (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۷). در این نظریه هرچه از مکان تولید (یا محل بنگاه) دور می‌شویم، هزینه تمام شده کالا به علت بُعد مسافت برای مصرف کننده بیشتر می‌شود و بنابراین تقاضا کمتر خواهد شد (Grambow, 2011: 7).

۳.۱.۱. نظریه‌های مبتنی بر روش کسب سود؛ از مهم‌ترین

نظریه پردازان این نظریه والتر ایزارد^۳ و گرینها^۴ هستند. در واقع این تئوری‌ها نتیجه منطقی دو روش بالاست (Effat, 2012: 67). در این تئوری‌ها هدف، یافتن مکانی است که بیشترین تفاوت بین هزینه و درآمد کل را داشته باشد که در نتیجه سود بیشتری از بازار به دست می‌آید. با توجه به نظریه‌های فوق در مدل‌های مکان‌یابی چنین بر می‌آید که از نظر تاریخی در همه مدل‌ها تأکید به روی هزینه، حمل و نقل، فاصله و بطور

استفاده در برنامه‌های زیست محیطی را دارد (Lijing, and et al, 2011: 105). با توسعه دانش در همه زمینه‌ها روش‌ها و مدل‌های مختلفی در زمینه‌های مختلف از سوی افراد برای آسان‌تر کردن کار و سهولت دستیابی به نتایج بهتر پایه‌ریزی شده است. از جمله مهم‌ترین و جدیدترین مدل در زمینه تصمیم‌گیری مدل ترکیبی ANP-DEMATEL است و ادغام آن با GIS است که به‌طور خاص با گزینه‌هایی بر پایه مجموعه‌ای از معیارها برای انتخاب بهترین گزینه انجام می‌شود (Zhang, 2014: 68). در این بین در شهرستان خرمشهر مکان دفن زباله‌ها مجزا نیست و سیستم تفکیک زباله نیز وجود ندارد به همین منظور در بسیاری از موارد زباله‌های جامد به همراه سایر زباله‌های خطرناک به روش سوزاندن معمولی امحا می‌شوند. از طرفی از آن‌جا که بخش زیادی از زباله‌های تولیدی شهر در شمار زباله‌های خطرناک قرار دارند، سلامتی ساکنان این شهرستان به‌ویژه مردمان مناطق روستایی را در خطر قرار داده است. در این پژوهش سعی شده است که با مطالعه همه جانبه، مکانی مناسب برای دفن پسماند شهرستان خرمشهر انتخاب شود.

۱. مفاهیم نظری

۱.۱. بنیان نظری تئوری مکان‌یابی

مطالعه پیرامون استقرار فعالیت‌ها در مکان‌های مختلف از دیرباز مورد توجه اقتصاددانان و جغرافیدانان بوده است. سرمایه‌گذاران از طرفی سعی در پیدا کردن مکانی دارند که سود خود را به حداکثر برسانند و سیاستگذاران نیز از طرف دیگر سعی دارند فعالیت‌هایی را به مناطق خود جذب کنند که بیشترین تأثیر را در رشد اقتصادی و توسعه مناطق داشته باشد (Tian and et al, 2012: 155). در بسیاری از متونی که در مورد مکان‌یابی توضیحاتی ارائه کرده‌اند، با مطالبی نظیر افزایش سود، تسهیل حمل و نقل، کالا، بازار و غیره روبرو می‌شویم. از این حیث نگرش‌های موجود در مورد نظریه‌های مکان‌یابی را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد:

1. Alfred Weber
2. August Losch
3. Walter Isard
4. Greenhut

چندمعیاره فضایی، از داده‌های سنجش از دور استفاده کرده‌اند؛ نتیجه تحقیق آنها طبقه‌بندی معیارها در قالب سه موضوع زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی است.

تیان و همکاران (۲۰۱۲)، در تحقیق خود با عنوان «بررسی اثرات زیست محیطی دفع مواد زائد جامد روستایی در منطقه یوهان در شنیان» از روش‌های مدل‌سازی ارزیابی زیست محیطی در دفع پسماند استفاده کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که بیشترین اثرات منفی زیست محیطی مواد زائد جامد در مناطق روستایی مربوط به کود دامی است.

زانگ و سان (۲۰۱۴) در تحقیق خود با عنوان «تجزیه و تحلیل پارامتری تبخیر و تعرق لایه‌های پوشاننده دفن زباله در مناطق مرطوب» با آزمایش بر روی خاک به عنوان یک لایه محافظ نتیجه گرفتند که برای جلوگیری از تبخیر آلاینده‌ها در مکان‌های دفن زباله بهتر است پس از دفن زباله سطح آنها با لایه‌ای از خاک و با ضخامت زیاد پوشانده شود.

ثمیری جهرمی و حسین زاده اصل (۱۳۹۱) در مقاله‌ای تحت عنوان «مکان‌یابی دفن پسماند در شهر بندرعباس با استفاده از مدل AHP» معیارهایی نظیر کاربری اراضی، خطوط ارتباطی، فاصله از مراکز شهری و منابع آب را برای مکان‌یابی مورد پژوهش قرار دادند که نتایج پژوهش چهار مکان را برای دفن زباله مناسب تشخیص داد که در بین آنها بستک به عنوان بهترین گزینه انتخاب شد.

رامشت و همکاران (۱۳۹۱) در مقاله «مکان‌یابی دفن پسماند جامد شهری با استفاده از مدل AHP و تکنیک GIS (مطالعه موردی شهرستان کوه‌دشت)» با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره نشان دادند که برای دفن

کلی افزایش سود است. اما باید دانست در مجموع هیچ نظریه جامعی که بتواند تمامی تصمیمات مکانی یک شهر را توجیه کند، وجود ندارد (4: Delage, 2013) و تصمیمات مکانی و شهرها توسط عوامل متعددی که هر یک اهداف و اولویت‌های متفاوتی دارند، اخذ می‌شود. نوع مهمی از فعالیت‌هایی که در شهرها به وقوع می‌پیوندد، در رابطه با مکان تسهیلات عمومی است که نمی‌تواند بر اساس یک مدل پیشینه‌سازی سود مورد تحلیل قرار گیرد، چون تسهیلات عمومی بر حسب معیار سود اقتصادی مکان‌یابی نمی‌شوند، بلکه بر اساس معیارهایی چون کمینه‌کردن زمان، مسافت طی شده، پیشینه‌کردن حد استفاده از تسهیلات عمومی و کمینه‌کردن هزینه تأمین تسهیلاتی که باید سطح مشخصی از کیفیت را داشته باشند، مورد تحلیل قرار گرفته و مکان‌یابی می‌شوند (5: Carter, 2013).

۲. پیشینه تحقیق

در زمینه انتخاب مکان مناسب و بهینه برای دفن زباله و پسماندهای جامد تاکنون پژوهش‌های فراوانی با مدل‌های مختلف انجام گرفته اما آنچه این پژوهش را متفاوت می‌کند رویکرد مدل‌سازی و ترکیب ANP-DEMATEL-GIS برای انتخاب بهینه‌ترین و ایمن‌ترین مکان جهت دفن زباله است. به همین منظور از مهم‌ترین پژوهش‌های انجام گرفته در ایران و جهان می‌توان به موارد زیر اشاره داشت:

بنه و همکاران (۲۰۰۷)، در مقاله‌ای با عنوان انتخاب یک مکان دفن زباله شهری توسط فرایند تحلیل شبکه‌ای، از روش‌های ANP و AHP برای مکان‌یابی دفن پسماند در یکی از شهرهای کشور ترکیه استفاده کرده‌اند. آنها نتیجه گرفتند که هر دو روش دارای نتیجه یکسانی بوده و سایت فعلی شهر مناسب‌ترین مکان برای دفن پسماند است.

عفت و ایگازی (۲۰۱۲) در تحقیقی با عنوان «نقشه‌برداری مکان‌های بالقوه دفن زباله برای شهرهای شمال صحرای سینا» با استفاده از ارزیابی

۳. روش شناسی تحقیق

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از منظر روش شناسی (توصیفی-تحلیلی) محسوب می‌شود. ابتدا با مطالعه در ادبیات مبانی نظری پژوهش و مطالعه سوابق و تجارب داخلی و خارجی جهت استخراج شاخص‌ها، دوازده شاخص منتخب در قالب پنج دسته (ژئومورفولوژی، دسترسی، هیدرولوژی، زمین‌ساختی و زیست محیطی) برای بررسی مناسب‌ترین مکان از متخصصین امر و ادغام با استفاده از تکنیک دلفی^۱ استخراج شدند (جدول ۱).

زباله در این شهرستان ۵ کلاس و طبقه تهیه شد که در بین آنها ۱۴/۱۰ درصد از مساحت شهرستان برای این منظور مناسب و بسیار مناسب است.

یمانی و همکاران (۱۳۹۴) در مقاله‌ای با عنوان «مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهر خرم‌آباد با تأکید بر روش دفن زمین‌شناسی پسماندهای بیمارستانی» با توجه به شاخص‌های طبیعی و زیرساختی منطقه و بعد از وزندهی به روش سلسله‌مراتبی و همپوشانی سه پهنه را بدست آوردند که پهنه شماره یک به عنوان مکان مناسب برای دفن زباله‌های بیمارستانی شناسایی شد.

جدول ۱. شاخص‌گذاری پژوهش

مکانیزم اثر هر شاخص	کد تحلیلی	شاخص‌ها	معیارها
از گسل و شکستگی‌های زمین باید ۸۰ تا ۱۰۰ متر فاصله داشته باشد	a1	گسل	ژئومورفولوژی (A)
شیب زمین باید حداکثر تا ۵ درصد باشد	a2	شیب	
مناطق کم ارتفاع و دشتی را شامل شود	a3	شکل زمین	
از مراکز جمعیتی و تاسیسات فراوری و کارخانجات (شهرک صنعتی) حداقل ۳۰۰ فاصله داشته باشد	b1	مراکز جمعیتی	دسترسی (B)
از شهرها و روستاها حداقل ۲ و حداکثر ۲۰ کیلومتر فاصله داشته باشد	b2	شهر و روستا	
از شبکه جاده‌های دسترسی حداقل ۸۰ و حداکثر یک کیلومتر فاصله داشته باشد	b3	شبکه ارتباطی (جاده‌ای)	
فاصله از منابع آب سطحی باید حداقل بیشتر از ۱۰۰ متر باشد	c1	فاصله از منابع آب سطحی	هیدرولوژی (C)
فاصله از چاه‌های تغذیه آب آشامیدنی باید بیشتر از ۳۰۰ متر باشد	c2	فاصله از چاه تغذیه	
سنگ بستر تا حد امکان از جنس سنگ‌های آذرین باشد	d1	سنگ بستر	زمین‌ساختی (D)
جنس خاک باید از رس سیلینی و در مرحله بعد از شنی سیلینی باشد	d2	جنس خاک	
از مناطق حفاظت شده باید حداقل ۴ و حداکثر ۲ کیلومتر فاصله داشته باشد	E1	فاصله از مناطق حفاظت شده	زیست محیطی (E)
زمین با پوشش فقیر	E2	وضعیت مرتع	

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹

دیماتل به دست می‌آید جهت محاسبه وزن نسبی معیارها استفاده خواهد شد (سلیمانی و مهربانی، ۱۳۹۳). با توجه به مطالب بیان شده ترکیب روش دیماتل و ANP در پنج گام صورت می‌گیرد؛

مرحله اول: ساخت ماتریس تأثیرگذاری کلی (T) و NRM

در این مرحله با استفاده از روش دیماتل، ماتریس T_e پس از تعیین حد آستانه برای ماتریس روابط کلی (T) حاصل و با توجه به آن نقشه روابط شبکه‌ای (NRM) ترسیم می‌گردد.

مرحله دوم: محاسبه سوپرماتریس ناموزون W
مجموع تأثیرات هر معیار در ارتباط با معیارهای سایر خوشه‌ها در ماتریس تأثیرگذاری کلی محاسبه شده و با روش دیماتل در ماتریس T_e نشان داده می‌شود. در ابتدا می‌بایست ماتریس تأثیرگذاری کلی T_e نرمال گردد. تأثیرگذاری زیرمعیارهای هر خوشه یا معیار اصلی در ارتباط با زیرمعیارهای سایر خوشه‌ها به صورت ماتریس‌های جداگانه در نظر گرفته می‌شوند. در هر یک از این ماتریس‌ها با تقسیم کردن عنصر هر سطر بر مجموع عناصر همان سطر، ماتریس نرمال می‌گردد. با نرمال شدن تمامی ماتریس‌ها، ماتریس تأثیرگذاری کلی نرمال شده T_e^a حاصل می‌گردد. این مقدار نرمال شده تأثیرات معیارها در ارتباط با معیارهای سایر خوشه‌ها جهت ساخت سوپرماتریس ناموزون W^2 در روش ANP مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

مرحله سوم: ساخت ماتریس تأثیرگذاری گروهی کلی
ماتریس تأثیرگذاری گروهی کلی، ماتریسی همانند ماتریس T_D است که هر عنصر آن از حاصل جمع تمامی عناصر هریک از این ماتریس‌ها (ماتریس

پس از استخراج نهایی شاخص‌ها با توجه به الگوی اثرپذیری و اثرگذاری در فرآیند تعیین بهترین مکان برای دفن پسماند از تکنیک ترکیبی Anp-Dematel برای مدل‌سازی در قالب نمایش علی شاخص‌ها، تعیین وزن و اولویت آن استفاده شد. همچنین جهت بررسی شاخص‌ها، حریم و سطح‌بندی مناسبی براساس استانداردهای موجود انجام گرفت و در ادامه برای توزیع فضایی پهنه مناسب دفن زباله‌های جامد در شهرستان خرمشهر از نرم افزار ArcGIS استفاده شده است.

روش Dematel

روش دیماتل یکی از ابزارهای تصمیم‌گیری بر مبنای تئوری گراف است که ما را قادر می‌سازد تا مسائل را برنامه‌ریزی و حل کنیم (Gabus and Fontela, 1972: 7). این روش شناسی ممکن است تأییدکننده روابط متقابل میان متغیر، معیارها و یا محدودکننده روابط در یک روند توسعه‌ای و سیستماتیک باشد. محصول نهایی فرآیند دیماتل ارائه عوامل درگیر به صورت دو گروه علت و معلول و رابطه میان آنها به صورت یک مدل ساختاری قابل درک است (Tzeng, Chiang and Li, 2007).

ترکیب روش ANP و DEMATEL

روش ANP برای حل مسائل شبکه‌ای توسط ساعتی (۱۹۹۶) توسعه یافت. در هنگام محاسبه وزن نسبی معیارها با استفاده از روش مرسوم ANP، سطح وابستگی میان معیارها به صورت ارزش‌های متقابل (دوطرفه) در نظر گرفته می‌شود درحالی‌که در روش دیماتل سطح وابستگی میان معیارها ارزش‌های متقابل نخواهند داشت که این به آنچه در دنیای واقعی وجود دارد نزدیک‌تر است (yang & Tzeng, 2011: 148). بنابراین جهت رفع این نقص که در روش مرسوم ANP وجود دارد، از ماتریس روابط کلی (ماتریس T) که از روش

$$\lim_{Z \rightarrow \infty} w_W^Z$$

که در آن Z به سمت بی‌نهایت میل می‌کند. بردارهای سوپرماتریس محدود شده بیانگر وزن نسبی معیارها است.

۴. بحث اصلی

ارائه الگوی راهبردی جهت مکان‌یابی بهینه دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از Anp-Demate

گام نخست: تهیه ماتریس روابط مستقیم و روابط کلی

پس از تهیه ماتریس روابط مستقیم و محاسبه ماتریس روابط کلی با اعمال حد آستانه برای فیلتر کردن برخی آثار جزئی (ناچیز) ماتریس تأثیرگذاری کلی بدین صورت محاسبه شد (جدول ۲).

جدول ۲. ماتریس تأثیرگذاری کلی

	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	d1	d2	e1	e2
a1	۰	۰,۱۷	۰,۱۶	۰,۲۲	۰,۱۸	۰,۲	۰,۱۸	۰,۱۹	۰,۱۹	۰,۲۳	۰,۱۹	۰
a2	۰	۰	۰,۱۳	۰,۱۴	۰,۱۱	۰,۱۴	۰,۱۵	۰	۰,۱۱	۰,۱۵	۰,۱۴	۰
a3	۰	۰	۰	۰,۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
b1	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۱۳	۰,۱۱	۰	۰,۱۳	۰	۰,۱۳	۰
b2	۰	۰	۰,۱۳	۰	۰	۰	۰	۰,۱۳	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۴	۰
b3	۰	۰,۱۷	۰,۱۷	۰,۲	۰,۱۹	۰	۰,۱۶	۰,۱۴	۰,۱۶	۰,۱۷	۰,۱۵	۰
c1	۰	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۴	۰,۱۲	۰	۰	۰	۰,۱۴	۰,۱۴	۰,۱۳	۰
c2	۰	۰	۰	۰	۰,۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
d1	۰	۰	۰	۰,۱۲	۰,۱۳	۰	۰,۱۴	۰,۱۱	۰	۰,۱۵	۰	۰
d2	۰	۰	۰	۰,۱۳	۰,۱۲	۰,۱۵	۰,۱۳	۰	۰	۰	۰	۰
e1	۰	۰	۰	۰,۱۸	۰,۱۷	۰,۱۱	۰	۰	۰,۱۴	۰,۱۸	۰	۰
e2	۰,۱۲	۰,۱۴	۰,۱۷	۰,۲۱	۰,۱۹	۰,۲	۰,۱۸	۰,۱۵	۰,۱۹	۰,۲۲	۰,۱۶	۰

منبع: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۹

حاصل جمع سطرها و ستون‌ها در ماتریس T محاسبه شده و به ترتیب بردار R و بردار C محاسبه می‌شود و می‌توان میزان اثرگذاری و اثرپذیری را محاسبه کرد (جدول ۳).

متناظر با خود) به دست می‌آید. جهت نرمال کردن این ماتریس نیز عنصر هر سطر بر مجموع عناصر همان سطر تقسیم می‌گردد.

مرحله چهارم: محاسبه سوپرماتریس موزون

سوپر ماتریس موزون W_w از ترکیب ماتریس تأثیرگذاری گروهی کلی نرمال شده T_D^a و سوپرماتریس ناموزون W از رابطه ۸ حاصل می‌گردد.

$$W_w = T_D^a \times W \quad \text{رابطه ۸}$$

مرحله پنجم: محاسبه سوپرماتریس محدود

برای محاسبه سوپرماتریس محدود، سوپرماتریس موزون W_w آن قدر در خود ضرب خواهد شد تا مقادیر بردارهای ماتریس محدود به مقدار ثابتی برسد به عبارت دیگر

جدول ۳. مجموع تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر معیار

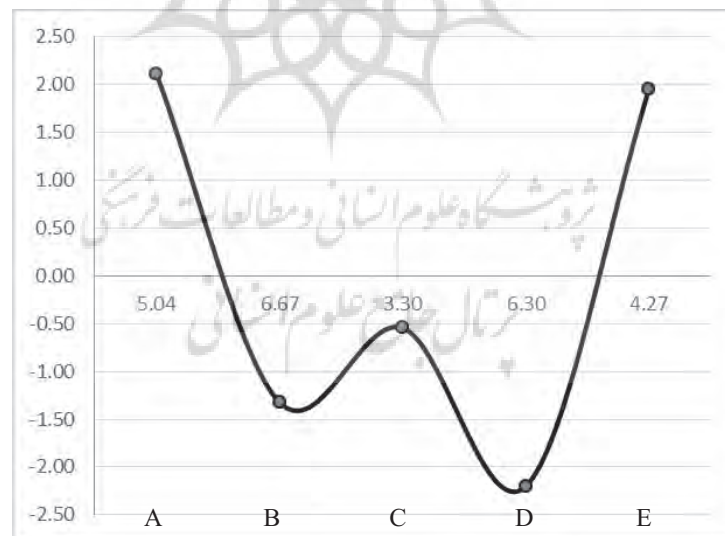
	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	d1	d2	e1	e2
R_i	۲,۳۳	۱,۲۲	۰,۲۳	۰,۴۹	۰,۵۲	۱,۶۷	۰,۸۸	۰,۱۱	۰,۷۹	۰,۵۳	۰,۹۷	۲,۱۴
C_j	۰,۱۲	۰,۰۶	۰,۷۴	۱,۵۹	۱,۰۲	۱,۰۲	۱,۰۲۱	۰,۷۱	۱,۰۱۸	۱,۰۶۶	۱,۰۱۶	۰
R+C	۲,۰۲۵	۱,۰۸۲	۰,۹۷	۲,۰۰۸	۱,۰۷۲	۲,۰۸۷	۲,۰۰۹	۰,۸۲	۱,۰۹۷	۲,۰۱۹	۲,۰۱۳	۲,۰۱۴
R-C	۲,۰۰۱	۰,۰۶۲	-۰,۵۱	-۱,۰۱	-۰,۰۶۹	۰,۰۶۷	-۰,۰۳۳	-۰,۰۶	-۰,۰۳۹	-۱,۰۱۲	-۰,۰۱۹	۲,۰۱۴

منبع: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۹

جدول ۴. ماتریس تأثیرگذاری گروهی کلی

	A	B	C	D	E
R_i	۳,۵۸	۲,۶۷	۱,۳۸	۲,۰۰۵	۳,۰۱۱
C_j	۱,۰۴۶	۴	۱,۰۹۲	۴,۰۲۵	۱,۰۱۶
R+C	۵,۰۰۴	۶,۰۶۷	۳,۰۳	۶,۰۳	۴,۰۲۷
R-C	۲,۰۱۲	-۱,۰۳۲	-۰,۰۵۴	-۲,۰۲۰	۱,۰۹۵

منبع: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۹



شکل ۱. سیستم مختصات دکارتی برای تأثیرگذاری و تأثیرپذیری شاخص‌ها کلی

محاسبه اوزان نسبی شاخص‌ها

از آن ماتریس تاثیرگذاری گروهی را نرمال می‌کنیم. به منظور محاسبه سوپر ماتریس موزون W_w عناصر ماتریس تاثیرگذاری گروهی کلی نرمال شده T_D^a را در سوپر ماتریس ناموزون ضرب می‌کنیم (سلیمانی و مهربانی، ۱۳۹۳). برای محاسبه سوپر ماتریس محدود، سوپر ماتریس موزون W_w آن قدر در خود ضرب خواهد شد تا مقادیر بردارهای آن به مقدار ثابتی برسند (جدول ۵).

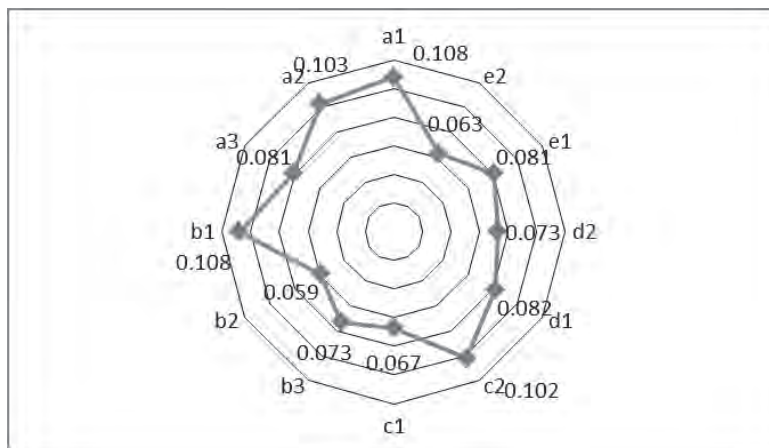
جهت محاسبه سوپر ماتریس ناموزون (W)، ابتدا می‌بایست ماتریس T_0 نرمال شود. برای این کار تاثیرگذاری زیرمعیارهای هر معیار در ارتباط با زیرمعیارهای سایر خوشه‌ها به صورت ماتریس‌های جداگانه در نظر گرفته می‌شود و هر عنصر را بر مجموع سطر خوشه تقسیم می‌شود تا در نهایت ماتریس ناموزون محاسبه شود (Yang, Tzeng, 2011). پس

جدول ۵. سوپر ماتریس محدود شده جهت سنجش اوزان نسبی زیر معیارها

	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	d1	d2	e1	e2
a1	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲
a2	۰,۰۳	۰,۰۳	۰,۰۳	۰,۰۳	۰,۰۳	۰,۰۳	۰,۰۳	۰,۰۳	۰,۰۳	۰,۰۳	۰,۰۳	۰,۰۳
a3	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴
b1	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲
b2	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸
b3	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲
c1	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲
c2	۰,۰۵	۰,۰۵	۰,۰۵	۰,۰۵	۰,۰۵	۰,۰۵	۰,۰۵	۰,۰۵	۰,۰۵	۰,۰۵	۰,۰۵	۰,۰۵
d1	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۱
d2	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲
e1	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۰۹
e2	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱

منبع: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۹

در این مدل وزن و امتیاز وزنی شاخص‌ها مشخص (شکل ۲ جدول ۶). از طرفی تعیین شاخص‌های بهینه مدل از یافته‌ها اساسی این پژوهش بشمار می‌رود. به گونه‌ای که مشاهده می‌کنیم در تعیین مکان مناسب برای دفن پسماند هر یک از عوامل به گونه‌ای رفتار کرده‌اند که علاوه بر تأثیرپذیری بر دیگری به نسبتی متغیر از همان شاخص تأثیر پذیرفته‌اند.



شکل ۲. نتایج سوپر ماتریس و نمودار ارزش وزنی زیر معیارها

جدول ۶. سوپر ماتریس محدود و رتبه‌های زیر معیارها و معیارهای اصلی

وزن نسبی	معیار	رتبه	وزن نسبی	نماد	زیر معیار
۰.۰۹۲	ژئومورفولوژی	۲	۰/۱۰۸	a1	گسل
		۳	۰/۱۰۳	a2	شیب
		۷	۰/۰۸۱	a3	شکل زمین
۰.۳۱۰	دسترسی	۱	۰/۱۰۸	b1	مراکز جمعیتی
		۱۲	۰/۰۵۹	b2	شهروروستا
		۹	۰/۰۷۳	b3	شبکه ارتباطی (جاده‌ای)
۰.۱۷۶	هیدرولوژی	۱۰	۰/۰۶۷	c1	فاصله از منابع آب سطحی
		۴	۰/۱۰۲	c2	فاصله از چاه تغذیه
۰.۳۲۶	زمین ساختی	۵	۰/۰۸۲	d1	سنگ بستر
		۸	۰/۰۷۳	d2	جنس خاک
۰.۰۹۴	زیست محیطی	۶	۰/۰۸۱	e1	فاصله از مناطق حفاظت شده
		۱۱	۰/۰۶۳	e2	وضعیت مرتع

منبع: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۹

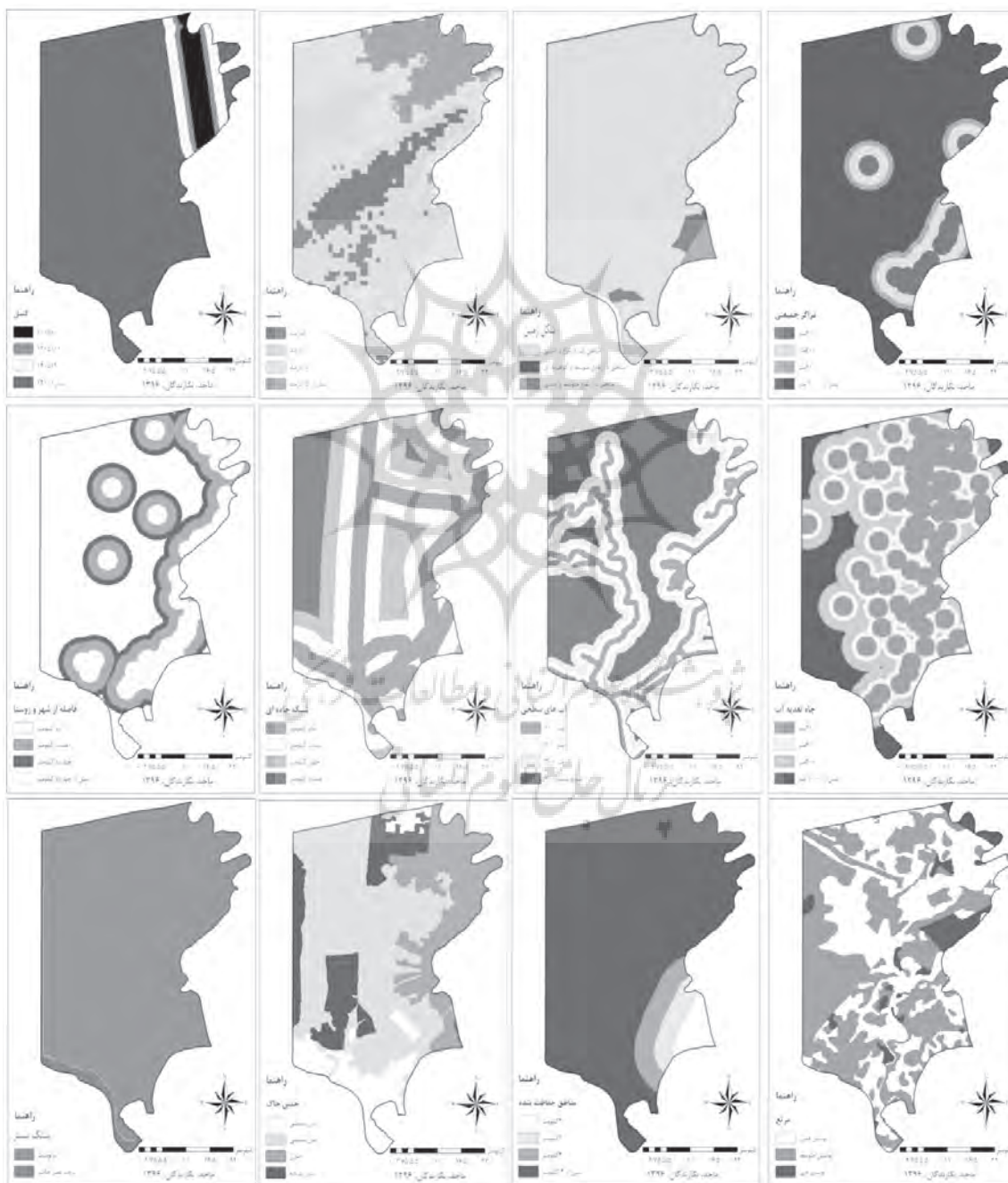
همچنین جدول (۶) نشان می‌دهد: زیر معیار مراکز جمعیتی با میزان اثر گذاری ۰.۱۰۸ اثر گذارترین شاخص و پس از آن زیر معیارهای فاصله از گسل و شیب با میزان اثر گذاری ۰.۱۰۸ و ۰.۱۰۳ در رتبه‌های بعدی قرار دارند. همچنین در خصوص اثرپذیری در شاخص‌های کلان، معیار زمین ساختی با وزن ۰.۳۲۶ و دسترسی با وزن در رتبه اول قرار دارند.

گام سوم: مکان‌یابی بهینه و الگوی راهبردی دفن مواد جامد شهری

پس از آنکه وزن فضایی حاصل از مدل‌سازی در محیط ArcGis انجام گرفت و لایه‌ها استاندارد شدند جهت سنجش مناسب‌ترین و بهینه‌ترین نقاط و همچنین توزیع فضایی پهنه مناسب دفن مواد زائد جامد از ابزار FUZZY OVERLAY

گام دوم: تهیه نقشه‌های فاکتور در محیط Arc Gis

در این قسمت پس از تهیه لایه‌های موجود با استفاده از ابزار Distance و Reclassify از مجموعه ابزار Spatial Analyst Tools با توجه به استانداردهای موجود در جدول (۱) حریم مناسب زده شد و در نهایت با وزن فضایی جدول (۶) نیز به آنها اضافه شد (شکل ۳).



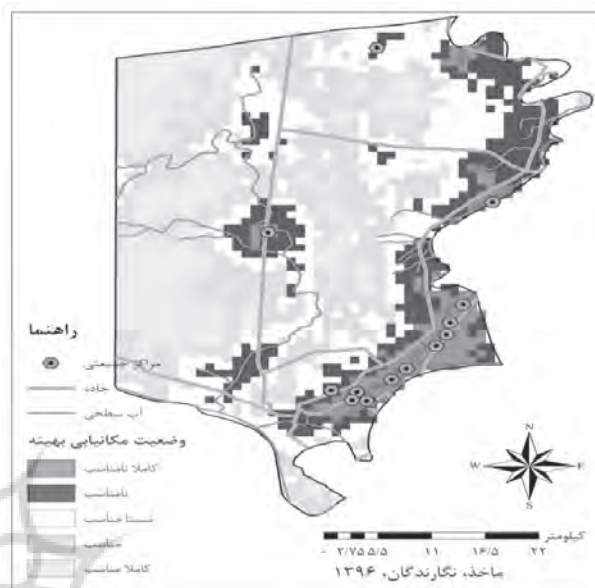
شکل ۳. فواصل استاندارد و بهینه شاخص‌های منتخب

پایدار منطقه‌ای و توسعه پایدار محسوب می‌شود امری ضروری است. با گسترش شهرها و به تبع آن افزایش فعالیت‌های شهری و افزایش مصرف، تولید مقادیر زیاد مواد زائد جامد در جوامع شهری افزایش یافته که هر روز بر میزان، تنوع و پیچیدگی آنها افزوده می‌شود. این پسماندها گاه با ضربه‌زدن به زیربخش‌هایی همچون آلودگی آب، محیط‌زیست، مواد تولیدی خام و گیاهی و ... سبب آلودگی در مناطق یک شهر، شهرستان، و نواحی روستایی شده و سلامتی ساکنان این مناطق را دچار مشکل می‌کنند. در این پژوهش با مطالعه در ادبیات مبانی نظری پژوهش و مطالعه سوابق و تجارب داخلی و خارجی ۱۲ شاخص برای بررسی مناسب‌ترین مکان برای دفن زباله‌های جامد با استفاده از تکنیک دلفی استخراج شدند و پس از استخراج نهایی شاخص‌ها با توجه به الگوی اثرپذیری و اثرگذاری در فرآیند تعیین بهترین مکان برای دفن پسماند از تکنیک ترکیبی Anp.Dematel برای مدل‌سازی در قالب نمایش علی شاخص‌ها، تعیین وزن و اولویت آن استفاده شده است و در ادامه در محیط نرم‌افزار ArcGis و با استفاده از ابزار Fuzzy Overlay از مجموعه ابزارهای موجود در Spatial Analyst Tools همپوشانی نیز انجام گرفت. نتایج این پژوهش در دو سطح قابل بررسی است.

الف) نتایج موضوعی پژوهش

در این پژوهش بعد از محاسبه سوپرماتریس موزون و تعیین شاخص‌های بهینه مدل ترکیبی Anp.Dematel به گونه‌ای که در جدول ۶ مشاهده می‌شود در تعیین مکان مناسب برای دفن پسماند هر یک از عوامل به گونه‌ای رفتار کرده‌اند که علاوه بر تأثیرپذیری بر دیگری به نسبتی متغیر از همان شاخص تأثیر پذیرفته‌اند به گونه‌ای که زیر معیار مراکز جمعیتی با میزان اثرگذاری ۰.۱۰۸ اثرگذارترین شاخص و پس از آن زیر معیارهای فاصله از گسل و شیب با میزان

و GAMA ۰/۹ از مجموعه ابزارهای موجود در Spatial Analyst Tools مربوط به نرم افزار ArcGIS استفاده شده و همپوشانی شده است (شکل ۴ جدول ۷).



شکل ۴. مکان مناسب دفن پسماند در شهرستان خرمشهر

جدول ۷. پهنه‌های پیشنهادی دفن پسماند در شهرستان خرمشهر

پهنه	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)
بسیار مناسب	۶۴۷۸۲۳	۳۵/۸۷
مناسب	۴۳۵۷۸۵	۲۴/۱۳
نسبتاً مناسب	۳۴۴۷۸۲	۱۹/۰۹
نامناسب	۱۶۳۶۲۲	۹/۰۶
بسیار نامناسب	۲۱۳۹۳۵	۱۱/۸۵
جمع	۱۸۰۵۹۴۷	٪۱۰۰

منبع: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۹

نتیجه‌گیری

مکان‌یابی اصولی محل دفن پسماندها می‌تواند از انتشار آلودگی‌ها و در نتیجه خسارات زیست‌محیطی بکاهد بنابراین انجام مدیریت و برنامه‌ریزی برای سامان‌دهی پسماندهای شهری که زیرمجموعه مدیریت

یکدیگر و همچنین تأثیرگذاری و تأثیرپذیری شاخص‌ها بر همدیگر مدل بهینه و سطوح مناسب برای دفن زباله در این شهرستان ارائه شد که در سه سطح قابل تفکیک است و به ترتیب اولویت شماره‌گذاری شده‌اند:

در سطح اول: با توجه به عامل نزدیکی و فاصله وهزینه دوری از مراکز جمعیتی، گسل، چاه تغذیه و سنگ بستر مناسب مکان مناسب پیشنهاد شد.

در سطح دوم: با توجه به عامل دسترسی به شبکه ارتباطی مناسب و شیب کمتر از ۵ درصد سطح مناسب پیشنهاد می‌شود.

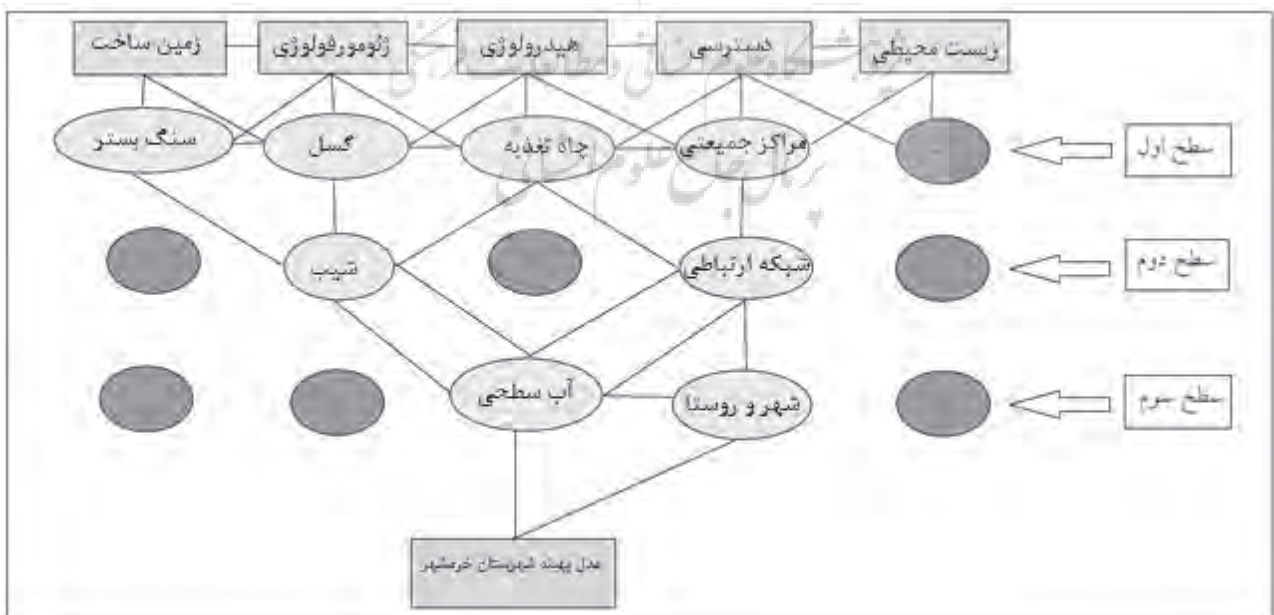
در سطح سوم: که کم خطرترین مکان برای دفن زباله‌های جامد نیز هست توجه به اصول دوری از مراکز شهر و روستا و آب‌های سطحی پیشنهاد شده است اما این سطح از منظر میزان هزینه و فایده به صرفه نیست.

اثرگذاری ۰،۱۰۸ و ۰،۱۰۳ در رتبه‌های بعدی قرار دارند. همچنین در خصوص اثرپذیری در شاخص‌های کلان، معیار زمین ساختی با وزن ۰،۳۲۶ و دسترسی با وزن در رتبه اول قرار دارند.

ب) نتایج مکانی پژوهش

در این قسمت پس از تعیین حریم و کلاس استاندارد هر شاخص در محیط ArcGis همپوشانی انجام گرفت. مشخص شد از بین ۱۸۰۵۹۴۷ کیلومتر مربع مساحت شهرستان خرمشهر، ۶۴۷۸۲۳ کیلومتر مربع یعنی ۳۵/۸۷ درصد وضعیتی بسیار مناسب داشتند، همچنین در سایر پهنه‌ها: ۴۳۵۷۸۵ مترمربع یعنی ۲۴،۱۳ درصد وضعیت مناسب، ۳۴۴۷۸۲ مترمربع یعنی ۱۹،۰۹ درصد وضعیت نسبتاً مناسب، ۱۶۳۶۲۲ متر مربع یعنی ۹،۰۶ درصد نامناسب و ۲۱۳۹۳۵ مترمربع یعنی ۱۱،۸۵ درصد وضعیتی بسیار نامناسب داشتند.

در این بین با توجه به شکل شماره ۵ و با توجه به میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارهای کلان بر



شکل ۵. مدل بهینه مکان‌یابی دفن پسماند جامد شهری در شهرستان خرمشهر

منابع

- یمانی، مجتبی؛ گورابی، ابوالقاسم؛ مرادی، فاطمه؛ پیرانی، پریسا (۱۳۹۴). «مکان‌یابی دفع پسماند شهر خرم‌آباد با تأکید بر روش دفع زمین‌شناسی پسماندهای بیمارستانی». مجله آمایش جغرافیایی فضا. شماره ۱۷. ص ۱-۱۴.
- یوسفی، ذبیح‌اله؛ قرنچیک، امان‌محمد، امان‌پور، بهناز؛ عادل، محسن. (۱۳۹۱). «مکان‌یابی مناسب جهت دفن بهداشتی زباله‌های شهری با استفاده از سنجش از دور و GIS مطالعه موردی: شهر گنبدکاووس». مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. شماره ۱.
- Abdelwahab, Z. (2012). "Renewable energy, sustainable development and environmental protection in sours (case of Algeria)". *Energy procedia*. No. 18.
- Alidi, A.A. (1992). "An integer goal programming model for hazardous waste treatment and disposal". *Applied mathematical modeling*. No. 12.
- Banar, M., Barbaros Murat, K., Aysun, O. and Ilgin Poyraz A. (2007). "Choosing a municipal landfill site by analytic network process". *Environ GEOL*. No. 52.
- Carter, A., Martin, K. and Lucy, B. (2013). "Radioactive high level waste insight modeling for geological disposal facilities". *Physics and chemistry of the earth*, No. 13.
- Chapman, N. and Alan, H. (2012). "The disposal of radioactive wastes underground". *Proceedings of the geologists' association*. No.123.
- Delage, P. (2013). "On the thermal impact on the excavation damaged zone around deep radioactive waste disposal". *Journal of rock mechanics and geotechnical engineering*. No. 5.
- Effat, H., and Mohamed, N.E. (2012). "Mapping potential landfill sites for north Sinai cities using spatial multi criteria evaluation". *The Egyptian Journal of remote sensing and space sciences*. No. 15.
- Gabus, A., & Fontela, E. (1972). "World problems, an invitation to further thought within the framework of DEMATEL". *Battelle Geneva Research Center, Geneva, Switzerland*, 1-8.
- Grambow, B., Ferry, C., Casas, I., Bruno, J., Quinones, J., and Johnson, L. (2011). "Spent fuel waste disposal: Analyses of model uncertainty in the MICADO project". *Energy procedia*. No. 7.
- آذر، عادل؛ عبداللہی‌پور، امیرحسین. (۱۳۸۵). «ارزیابی سازمان‌های بازرگانی استان‌ها با رویکرد MADM». فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی. شماره ۳۹. ص ۱۵۷-۱۸۹.
- بیک‌محمدی، حسن؛ مومنی، مهدی؛ مهدی‌زاده، زهره. (۱۳۸۹). «تحلیلی بر طرح‌های احیاء و نوسازی بافت‌های فرسوده نمونه موردی محله جویبار اصفهان». *مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*. شماره ۷. ص ۳۱-۵۲.
- ثمری جهرمی، حمیده؛ حسین‌زاده اصل، حسن (۱۳۹۱). «مکان‌یابی جایگاه دفن پسماند در شهر بندرعباس با استفاده از مدل دفن استان البرز». *انسان و محیط زیست*. دوره ۱۰، شماره ۳۴. ص ۵۷-۶۶.
- جعفری، حمیدرضا؛ رفیعی، یوسف؛ رمضانی مهربان، مجید؛ نصیری، حسین. (۱۳۹۱). «مکان‌یابی دفن پسماندهای شهری با استفاده از AHP و SAW در محیط GIS مطالعه موردی: استان کهگیلویه و بویراحمد». مجله محیط‌شناسی، شماره ۶۱، تهران، دانشگاه تهران.
- رامشت، محمدحسین؛ حاتمی‌فرد، رامین؛ موسوی، سیدحجت (۱۳۹۲). «مکان‌یابی دفن پسماند جامد شهری با استفاده از مدل AHP و تکنیک GIS (مطالعه موردی: شهرستان کوهدشت)». فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی. شماره ۴۴. ص ۱۱۹-۱۳۸.
- سلیمانی، رسول؛ مهربانی، علی. (۱۳۹۳). «مدل‌سازی مکان‌یابی شعب بانک با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) مطالعه موردی بانک رفاه کارگران». پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- صدارتی، علیرضا؛ محسنی، محمدجواد. (۱۳۸۶). «فناوری‌های نوین در دفع پسماندهای بیمارستانی». در مجموعه مقالات سومین همایش ملی مدیریت پسماند، تهران.
- محمدمرادی، اصغر؛ اخترکاو، مهدی. (۱۳۸۸). «روش‌شناسی مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره». مجله آرمان‌شهر. شماره ۲. ص ۱۱۳-۱۲۵.
- مددی، عقیل؛ عسگری، آتنا؛ میرزاخانی، بهاره. (۱۳۹۳). «مکان‌یابی سایت پسماند زباله شهری مطالعه موردی شهرستان محلات». فصلنامه بوم‌شناسی شهری. سال ۴، شماره ۲. ص ۱۰۱-۱۱۲.
- نجفی، علی؛ آدینه‌نیا باجگیران، علی؛ عبداله‌زاده، علی؛ سهرابی، محمد؛ واسعی، سمیه. (۱۳۸۸). «استفاده از سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری در تعیین راهبردهای مدیریت پردازش و دفن پسماند با رویکرد اصلاح الگوی مصرف مورد مطالعاتی شهر مشهد». مجله مدیریت شهری. شماره ۲۴. ص ۷-۱۶.

id waste disposal. Example in yuhong district of shenyang". *Procedia environmental sciences*. No. 16

- Tzeng, G.H., Chiang C.H., Li, C.W. (2007). "Evaluating intertwined effects in elearning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL". *Expert Systems with Applications*, 32 (4): 1028-1044.

- Yang, J. L., & Tzeng, G.H. (2011). "An Integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method". *Expert Systems with Applications*. 38(3), 141-142.

- Zhang, W. and Cheng, S. (2014). "parametric analyses of evapotranspiration landfill covers in humid regions". *Journal of rock mechanics and geotechnical engineering*. No. 6.

- Liao, Ch., and Wen-Zer, L. (1997). "An optimal feedback control strategy for waste disposal management in agro ecosystems". *Optimal feedback control for waste disposal management*. Vol. 21.

- Lijing, Y., Niu, Y. and Xu, Y. (2011). "Sustainable development and formation of harmonious nature". *Energy procedia*. No. 5.

- Osmani, M. (2012). "Construction waste minimization in the UK: Current pressures for change and approaches". *Procedia-Social and behavioral science*. No. 40.

- Tian, M., Jixi G.A.O., Zhirong, Z. and Zhaoping, Y. (2012). "The study on the ecological footprint of rural sol-

