

مکان یابی بهینه دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی AHP (نمونه موردی شهرستان زنجان)

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۰۲/۰۵ تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۹۲/۰۲/۲۵

میر ستار صدر موسوی^۱ (دانشیار و مدیر گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه تبریز)
شهرام اباذرلو (کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه زنجان)
کامران موسی خانی* (کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه پیام نور رشت)
سجاد اباذرلو (دانشجوی کارشناسی ارشد شهرسازی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی)

چکیده:

افزایش روزافزون جمعیت شهری و توسعه‌ی مناطق شهری، افزایش مصرف مواد دارای پسماند تجزیه ناپذیر و بسیاری دیگر از مناسبات زندگی ماشینی و مدرن باعث رویکرد جدی مدیران شهری شده است و دفن و معدوم سازی پسماند به صورت یکی از دغدغه‌های اساسی در مدیریت محیط زیست شهری درآمده است. طبق گزارش‌های بخش خدمات شهری شهرداری زنجان روزانه به طور متوسط ۶۰۰ تن زباله تولید می‌شود. از میان روش‌های مختلف دفع زباله به صورت تلبار از مهم‌ترین روش‌هایی بوده است که مدیریت شهری زنجان در طی سال‌های استفاده از این مکان بر آن تکیه نموده است. این امر مشکلاتی مانند خروج شیرابه، آلودگی خاک، بوی بد، آتش سوزی، پراکندگی زباله و غیره را در محل دفن به وجود آورده است. به منظور جلوگیری از بروز چنین مشکلاتی باید تلاش کرد ضمن انتخاب مناسب‌ترین مکان برای دفن آن‌ها، این مواد به صورت بهداشتی و در فضایی خارج مناطق مسکونی دفن و معدوم شوند. در این مقاله با استفاده مدل AHP در نرم افزار ARC GIS به پهنه بندی زمین برای مکان یابی بهینه دفن مواد زائد جامد شهرستان زنجان بر پایه ۱۰ معیار (گسل، شهر و سکونتگاه‌ها، جاده‌های ارتباطی، مسیل‌ها، زمین شناسی، فرسایش، خطوط انتقال نفت، خطوط انتقال برق، شیب و جهت شیب) ارزیابی شده و نقشه پهنه بندی زمین به دست آمد. در نتیجه توانستیم مکان‌های بهینه دفن پسماند در منطقه را در قالب ۵ کلاس معین نماییم. در آخر نیز

* نویسنده رابط: Kami_gh84@yahoo.com

¹ ssadr@tabrizu.ac.ir

زمین‌هایی با مساحت ۷۳ هکتار به بالا را از میان زمین‌های کلاس پنجم جهت بهترین مکان برای دفن پسماند برای بازه ۴۰ ساله انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی:

مکان یابی بهینه، دفن مواد زائد جامد، شهرستان زنجان، AHP، Arc GIS

Archive of SID

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت شهری ایران به همراه ایجاد مراکز جمعیتی جدید، فقدان یا سیاست گذاری و ارزیابی عملکردها و فعالیت های گوناگون شهری بر اساس برنامه جامع و کلان ملی (آمایش سرزمین) و تداوم تخلیه انواع زائدات و فاضلابها به محیط زیست از جمله عوامل بحران زایی است که در محیط زیست طبیعی و کیفیت بهداشت و سلامتی انسانها به ویژه شهرنشینان را در معرض خطرات و زیانهای گوناگونی قرار داده است (عبدلی، ۱۳۷۹: ۱۱). امروزه مسائل زیست محیطی چالش برانگیزترین حوزه توسعه پایدار را تشکیل می دهد (McNally, 2003: 16).

مسائل زیست محیطی، اجتماعی، اقتصادی و اجرایی مختلف که از مواد زائد تولید شده در مناطق شهری حاصل می شود بیش تر مربوط به دفع آنها می باشد. چرا که از طرفی مکانهای قابل دسترسی برای دفن پسماندهای شهری به سرعت در حال کاهش می باشد و از سوی دیگر دفع پسماندها ارتباط مستقیم با بهداشت عمومی، آلودگی آب، خاک و هوا و همچنین افزایش گرمای جهانی در اثر تولید گاز متان در مراکز دفن بهداشتی دارد (سازمان بازیافت شهرداری مشهد، ۱۳۸۸: ۳).

بنابراین با توجه به مسأله‌ی بیان شده این سؤال پیش می آید که مکانهای بهینه برای دفن اصولی پسماندهای جامد شهری ساکنان شهرستان زنجان کجاست و چگونه می توان بهترین مکانها را انتخاب نمود.

در زمینه‌ی پهنه بندی زمین برای مکان یابی محل های دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از معیارهای محیطی مطالعات ارزنده ای صورت پذیرفته است. فرهودی و همکاران در مقاله خود با عنوان مکان یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از منطق فازی و استفاده از داده‌هایی همچون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، فرودگاه، قابلیت ارضی، گسل، آبهای سطحی، زمین شناسی و ... از طریق مدل های مختلف تلفیق اطلاعات و نقشه‌ها که بر اساس مدل منطق فازی ترکیب شده اند توانستند در شعاع ۲۰ کیلومتری در شمال شرقی شهر سنندج در ۳ حوزه مختلف مکان گزینی کنند (فرهودی و همکاران، ۱۳۸۴: ۱۵)

در سال ۲۰۰۲ و استاوا و ناسوات در پژوهشی با عنوان مکان یابی با استفاده از GIS,RS محل دفن زباله در اطراف شهر رانسی با استفاده از گرفتن معیارهایی چون زمین شناسی، گسلها، شیب زمین، نوع سنگ مادر و خاک، آبهای سطحی و عمق آب زیرزمینی، مراکز

شهری، شبکه ارتباطی موجود، فاصله از فرودگاه و غیره با استفاده از این سیستم‌ها و وزندهی به شاخص‌ها از طریق مقایسه‌ای زوجی ۵ محل مجزا در اندازه‌های مختلف را برای دفن زباله این شهر ۸۰۰ هزار نفری انتخاب کردند. (Vastava & Nathawat, 2002: 13)

در سال ۱۹۹۲ ویلیام هندریکس و دیوید باکلی در پژوهشی با عنوان کاربرد GIS در مکان یابی محل دفن مناسب زباله در ایالت ورمونت امریکا، منطقه‌ای ۲۱۰ هکتاری را از لحاظ شاخص‌های فیزیکی و اقتصادی چون خاک مناسب، عمق سنگ مادر، کاربری زمین، آب‌های سطحی و زیرزمینی، پهنه بندی ارتفاعی و... مورد ارزیابی قرار داده و مکان مناسب دفن زباله را در اطراف ناحیه Mad شناسایی نمودند (Handrix & Buckley, 1992: 3-5).

Jahn Bennet در سال ۲۰۰۴ گزارشی حاکی از پیشرفت سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن در شهر رم، از جمله مدیریت و دفن مواد زائد جامد را ارائه داده است. این گزارش نشان می‌دهد که ابتدای این روند دهه ۹۰ میلادی بوده است و ابتدا پیشرفت کندی داشته است، اما پس از چند سال و به خصوص در سال ۲۰۰۳ و با کمک نقشه‌های پشتیبانی اینترنتی، اطلاعات موجود برای سیستم اطلاعات جغرافیایی به موضوع مهمی برای کارکنان واحد خدماتی شهرداری و عموم شهروندان رمی تبدیل شده است (Bennet, 2005: 84).

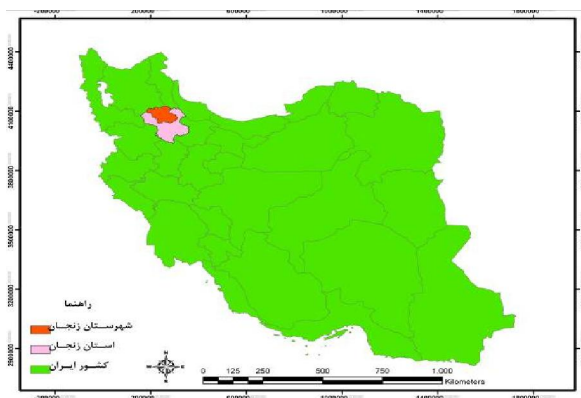
مطالعه‌ی کنونی با هدف مکان یابی زیست محیطی محل دفن زباله‌های شهری با استفاده از روش AHP و تکنیک سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام گرفته است و با در نظر گرفتن معیارهایی از قبیل زمین شناسی، شیب، جهت شیب، گسل، آب‌های سطحی و ... به دنبال بهترین پهنه بندی زمین برای مکان یابی بهینه دفن زباله‌های شهری با کمترین آسیب و زیان بر محیط زیست و سلامتی ساکنان شهرستان زنجان و مقرون به صرفه بودن از نظر اقتصادی هستیم.

روش کار به این صورت است که به منظور تعیین مکان بهینه فعلیتی، چند گزینه با چند معیار و زیرمعیار ارزیابی می‌شوند و سپس مناسب‌ترین گزینه (سایت) با توجه به معیارهای انتخابی، امتیاز کسب می‌کنند که برای استقرار فعالیت مورد استفاده قرار می‌گیرد (Moreno-Jimenez, 2005: 95).

موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

شهر زنجان در موقعیت ۴۸ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه عرض شمالی و در فاصله ۳۳۰ کیلومتری شهر تهران

قرار گرفته است. شهر زنجان مرکز شهرستان زنجان است. این شهرستان از سمت شمال به شهرستان طارم، از جنوب به شهرستان خدابنده و از غرب به شهرستان ماهنشان و از سمت شرق به شهرستان ابهر در محدوده استان زنجان محدود می‌شود، و از سطح دریا ۱۶۶۳ متر ارتفاع دارد.



نقشه شماره (۱): موقعیت سیاسی شهرستان زنجان در سطح کشور و استان
(مأخذ: نگارندگان)

مواد و روش‌ها

در این مطالعه با رویکرد اسنادی، میدانی و نرم افزاری از مواد و داده‌های زیر برای تولید معیارهای مورد استفاده در پژوهش استفاده شده است:

- ۱- استفاده از نرم افزار Global Mapper برای گرفتن DEM^۱ محدوده مورد مطالعه برای تولید نقشه شیب و جهت شیب در محیط ARC GIS.
- ۲- نقشه‌های زمین شناسی منطقه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (تولید نقشه زمین شناسی و گسل‌های منطقه).

علاوه بر موارد فوق نقشه‌های جاده‌های دسترسی، منابع آب‌های سطحی، فرسایش و خطوط فشار قوی برق و خطوط انتقال نفت محدوده مورد مطالعه با استفاده از نقشه‌های موجود از طریق نرم افزار ARC GIS تهیه شده‌اند. قابل ذکر است که برای تهیه نقشه زمین شناسی و گسل‌های محدوده مورد مطالعه ابتدا با استفاده از نرم افزار ER Mapper نقشه زمین

^۱ . Digital Elevation Model

شناسی محدوده تصحیح هندسی شده و در نرم افزار ARC GIS نقشه زمین شناسی و گسل‌های منطقه تولید گردیدند. و در آخر کلیه نقشه‌های تولید شده در محیط ARC GIS گرد آوری، ذخیره و بعد از وزن دهی از طریق فرایند سلسله مراتبی (AHP) روی هم گذاری شده و نقشه مکان‌های بهینه دفن مواد جامد شهری در منطقه تهیه و مورد تحلیل قرار گرفته است.

بررسی استراتژی مدیریت پسماند

برای مدیریت پسماند در جوامع پس از مطالعات وسیع و تحقیقات گسترده در نهایت هرم مدیریت پسماند به عنوان استراتژی برگزیده شد (شکل شماره ۱).

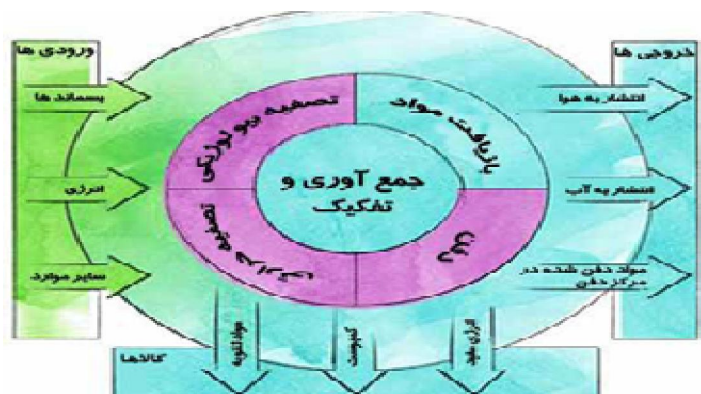
در سال ۲۰۰۷ هرم مذکور با تغییراتی روبرو شد. در هرم مدیریت پسماندها هرچند همه جوانب فنی، اقتصادی، زیست محیطی و اجرایی به شکلی لحاظ شده بود ولی در بخش پردازش دارای نقایصی بود. از اینرو در سال ۲۰۰۷ این هرم با تغییراتی اصلاح شد و در آن نقش اقتصاد پررنگ‌تر از نظریه قبلی گردید. بدین صورت که در بخش پردازش، دفع و دفن، در صورت رعایت اصول محیط زیست و توسعه پایدار، این اقتصاد است که تعیین می‌کند آیا کمپوست انتخاب شود یا زباله سوز یا بازیافت و یا دفن. در واقع این هرم برای هر منطقه کشور و یا حتی شهر بر اساس الگوی مصرف، نوع و میزان پسماند تولیدی و نیاز به منابع و انرژی، منحصر به فرد خواهد بود (شکل شماره ۲). به عنوان مثال شاید در یک شهر گزینه دفن حتی از بازیافت پسماند نیز گزینه مناسب‌تری باشد و در محل دیگری عکس این موضوع صدق کند (آدینه نیا باجیگران، بیتا: ۳۶).



شکل شماره (۱): هرم مدیریت استراتژیک پسماند (به ترتیب اهمیت از مرحله اجتناب به آخرین

مرحله یعنی دفع ختم می‌شود)

(مأخذ: آدینه نیا باجیگران، بیتا: ۴۲)



شکل شماره (۲) چارت امروزی مدیریت استراتژیک پسماند (مأخذ: آدینه نیا باجیگران، بیتا: ۳۶)

دفن بهداشتی پسماند

عموماً سه روش دفع برای زباله‌های جامد شهری وجود دارد که عبارتند از دفن، سوزاندن و کمپوست سازی (تولید کود از زباله) (Loizidou & Zorpas, 2008: 142). با توجه به توسعه بی رویه و غیر اصولی شهرها، عدم وجود الگوی صحیح مصرف و رشد روزافزون تولید پسماندها و همچنین مشکلات و نارسایی‌های سیستم مدیریت پسماندها، منطقی‌ترین و کم هزینه‌ترین روش برای دفع پسماندهای شهری، دفن بهداشتی است (ارباب، ۱۳۸۶: ۵۴).

دفن بهداشتی زباله از شیوه‌های رایج و کنترل شده و یک روش کاملاً مطمئن دفع زباله‌های شهری است. در این روش، زباله به صورت لایه در سطح زمین و یا داخل گودال‌های طبیعی و مصنوعی پخش و متراکم می‌شود و روی آن با خاک یا سایر مواد پوشانده می‌شود (نیرآبادی، ۱۳۸۶: ۲۱).

مدیریت عملیات دفن بهداشتی زباله :

در دفن بهداشتی زباله، ۳ مرحله در نظر گرفته می‌شود. در زیر مهم ترین عواملی که باید در هر مرحله مورد توجه قرار گیرند به طور مختصر معرفی شده است.
مرحله اول - مرحله مکان یابی محل دفن: اولین مرحله از فرآیند دفن بهداشتی پسماندهای شهری، مکان یابی و تعیین محل و محدوده مناسب برای این منظور می‌باشد.

بدیهی است اجرای صحیح مراحل بعدی، ارتباط تنگاتنگ با نحوه‌ی بررسی و مطالعات در انتخاب محل مناسب برای دفن مواد زائد جامد شهری دارد.

به طور کلی یک محل دفن باید در مکانی استقرار یابد که جهات گوناگون اعم از زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی کمترین ضرر را به وجود آورد (فتایی، ۱۳۸۵: ۴۲).

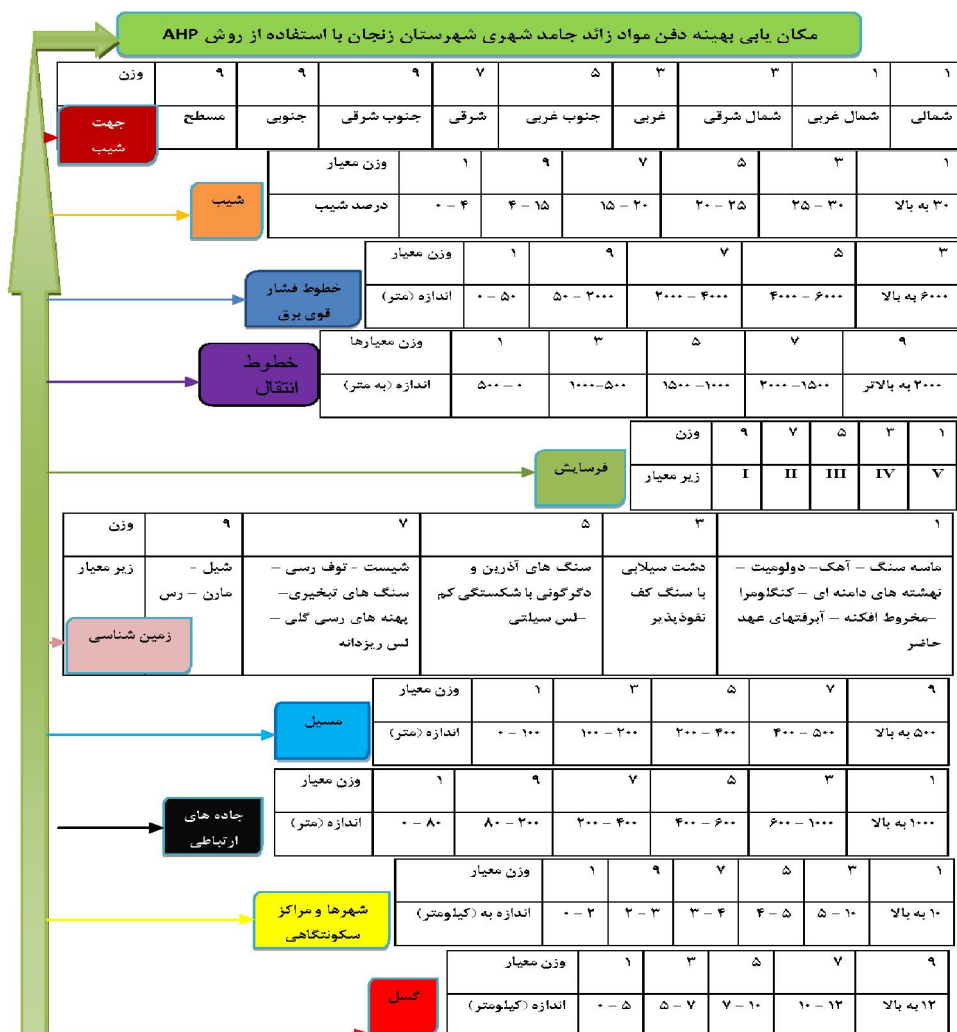
مرحله دوم - آماده سازی محل دفن: که شامل مواردی همچون: تهیه نقشه از مکان دفن و منطقه بندی آن، تمیز کردن منطقه دفن از موانع موجود، بهسازی جاده‌های ارتباطی، طراحی و احداث سلول‌های دفن، زهکشی جایگاه و ... می‌شود.

مرحله سوم - عملیات اجرائی در محل دفن (پور احمد و دیگران، ۱۳۸۶: ۳۱-۳۳).

مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) چهارچوبی منطقی است که درک و تحلیل تصمیم‌گیری‌های پیچیده را با تجزیه آن به ساختاری سلسله مراتبی آسان می‌کند (shalabi, et al., 2006: 12). سلسله مراتبی بودن ساختار به این دلیل است که عناصر تصمیم‌گیری (گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری) را می‌توان در سطوح مختلف خلاصه کرد (Saaty, 1980: 84). در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اولین قدم ایجاد یک نمایش گرافیکی از مسأله می‌باشد که در آن هدف، معیارها و گزینه‌ها نشان داده می‌شود (نمودار شماره ۲).

این نمایش گرافیکی از مسأله، در سه سطح تشکیل شده است. سطح یک، هدف پژوهش (امکان سنجی مکان‌های بهینه برای دفن مواد زائد جامد شهری) است. سطح دوم، معیارهای مسأله. سطح سوم، گزینه‌های مسأله که به عنوان زیر معیارهای سطح دوم مطرح شده‌اند (صدوق ونینی و همکاران، ۱۳۸۸: ۳۳).



نمودار ۱: نمایش گرافیکی مسأله به عنوان اولین گام در فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

(مأخذ: مطالعات نگارندگان).

تنظیم و برقراری ترجیحها از طریق مقایسات زوجی

این مرحله دومین گام در فرایند تحلیل سلسله مراتبی می باشد. در واقع مقایسه زوجی به عنوان اساس فرایند سلسله مراتبی شناخته می شود (Ulengin et al, 2001; 366). در این مرحله هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مورد مقایسه قرار گرفته است. مقایسه زوجها با استفاده از اوزانی که در جدول (شماره ۱) آمده انجام شده است.

جدول (۱): مقایسه ۹ کمیتی توماس ال ساعتی برای مقایسه دودویی گزینه‌ها

امتیاز (شدت ترجیحیت)	تعریف
۱	ترجیح یکسان (Equally Ifferred)
۳	کمی مرجح (Moderately Ifferred)
۵	ترجیح بیشتر (Strongly Ifferred)
۷	ترجیح خیلی بیشتر (Very Strongly Ifferred)
۹	کاملاً مرجح (Extremely Ifferred)
۲، ۴، ۶، ۸	ترجیحات بینابین (وقتی حالت‌های میانه وجود دارد)

(مأخذ: توفیق ۱۳۷۳: ۲۴. به نقل از توماس ال ساعتی)

ماتریس مقایسه دو تایی

پس از تشکیل ساختار سلسله مراتبی در هر مسأله تصمیم‌گیری به منظور تعیین اهمیت نسبی معیارها در هر مرحله از سلسله مراتب از مقایسه دو به دو استفاده می‌شود. این روش در بر دارنده یکسری مقایسات دو به دو به منظور ساختن ماتریس تناسب می‌باشد. این ماتریس تعدادی مقایسه دوتایی را به عنوان ورودی دریافت و اوزان مورد نظر را به عنوان خروجی تولید می‌کند (Malczewski, 1999; 157). در این رابطه ماتریس مقایسه دوتایی برای تعیین وزن نهایی هر یک از معیارها شکل گرفت (جدول شماره ۲). قابل ذکر است که ضریب سازگاری یا نسبت توافق ماتریس مقایسه دو تایی ($CR^1 = 0.06$) محاسبه شد. جدول شماره (۲) ماتریس مقایسه دو تایی معیارهای به کار رفته در مکان بای بی‌پینه دفن مواد زائد جامد شهرستان زنجان را نشان می‌دهد.

¹ consistency ratio.

جدول (۲): ماتریس مقایسه دو تایی معیارهای به کار رفته در مکان یابی بهینه دفن مواد زائد

جامد شهری شهرستان زنجان

وزن نهایی	جهت شیب	شیب	خطوط انتقال برق	خطوط انتقال نفت	فرسایش	زمین شناسی	مسیل	جاده های ارتباطی	مراکز جمعیتی	کسل
۰.۳۰۳۴	۹	۹	۹	۸	۷	۶	۵	۳	۲	۱
۰.۲۲۷۸	۹	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۲	۱	۰.۵
۰.۱۵۲۵	۸	۸	۷	۶	۵	۳	۲	۱	۰.۵	۳۳۳۳
۰.۱۰۸۴	۸	۷	۶	۵	۴	۲	۱	۰.۵	۰.۲۵	۰.۲
۰.۰۷۲۲	۷	۶	۵	۳	۲	۱	۰.۵	۰.۳۳۳۳	۰.۲	۰.۱۶۶۷
۰.۰۵۰۵	۶	۵	۴	۲	۱	۰.۵	۰.۲۵	۰.۲	۰.۱۶۶۷	۰.۱۴۲۹
۰.۰۳۲۲	۴	۳	۲	۱	۰.۵	۰.۲۲۲۲	۰.۲	۰.۱۶۶۷	۰.۱۴۲۹	۰.۱۲۵
۰.۰۲۲۴	۳	۲	۱	۰.۵	۰.۲۵	۰.۲	۰.۱۶۶۷	۰.۱۴۲۹	۰.۱۲۵	۰.۱۱۱۱
۰.۰۱۶۸	۲	۱	۰.۵	۰.۳۳۳۳	۰.۲	۰.۱۶۶۷	۰.۱۴۲۹	۰.۱۲۵	۰.۱۱۱۱	۰.۱۱۱۱
۰.۰۱۳۷	۱	۰.۵	۰.۳۳۳۳	۰.۲۵	۰.۱۶۶۷	۰.۱۴۲۹	۰.۱۲۵	۰.۱۲۵	۰.۱۱۱۱	۰.۱۱۱۱
۱										

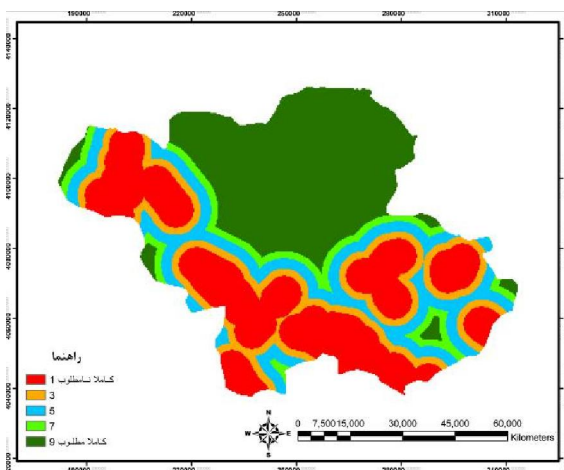
Consistency ratio CR: ۰.۰۶۱

(مأخذ: نگارندگان)

در ادامه‌ی مقاله به بررسی هر یک از معیارها پرداخته شده و نقشه وزن دار شده هر یک از معیارها با توجه به استانداردهای شهر سازی نشان داده شده است.

کسل‌ها

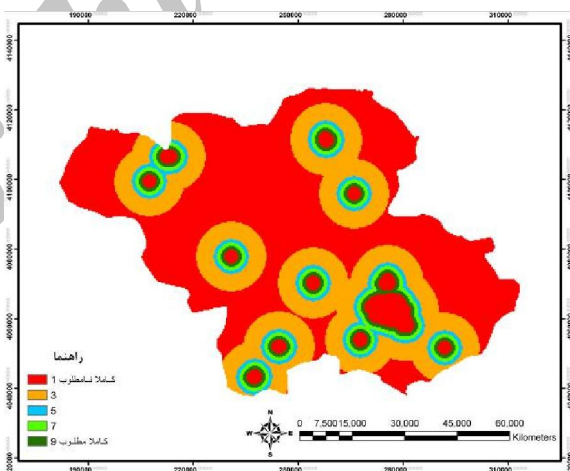
ایران از نظر زلزله خیزی ششمین کشور جهان می‌باشد. در این باره نکته حائز اهمیت وضعیت اسفبار شهرهایی است که بر روی گسل‌ها و یا در مجاورت آن‌ها ساخته شده و در معرض خطر زلزله قرار دارند (نگارش، ۱۳۸۴: ۹۳). شهر زنجان در محاصره چهار گسل: گسل سلطانیه، گسل زنجانرود، گسل شمال زنجان، گسل غرب زنجان (گسل کرد کندي) قرار دارد (احدنژاد، ۱۳۸۸، به نقل از بربریان، ۱۹۷۶). در نقشه شماره (۲) پهنا مناسب و نامناسب در رابطه با گسل منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.



شماره (۲): نقشه وزن دار شده حریم گسل‌های منطقه مورد مطالعه (مأخذ: نگارندگان)

شهرها و روستاها و سکونتگاه‌ها

طبیعی است که محل دفن همواره باید در خارج از شهر و دور از مرکز جمعیتی قرار گیرد از سوی دیگر به منظور کاهش هزینه حمل و نقل و زمان و وسعت محدود منطقه و سایر مشکلات دوری راه، تا حد امکان باید سعی شود که محل دفن در مکان نزدیک‌تری واقع شود. نقشه شماره (۳) بیانگر این موضوع است.

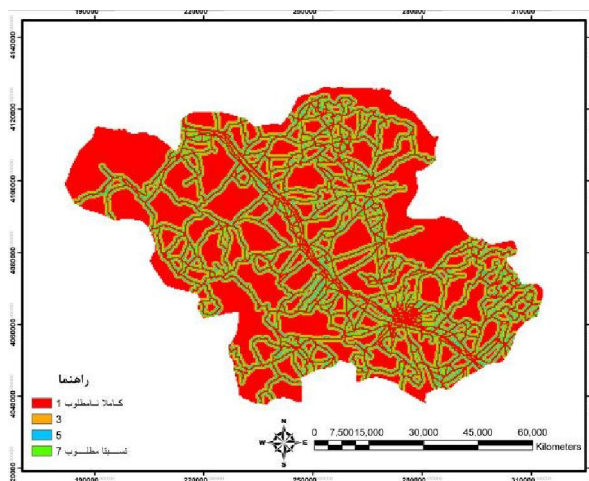


شماره (۳): نقشه وزن دار شده دسترسی و حریم مراکز جمعیتی منطقه مورد مطالعه

(مأخذ: نگارندگان)

شبکه راههای موجود

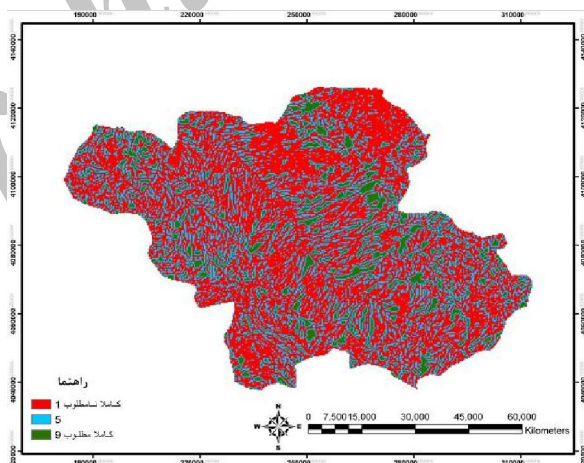
نقشه شماره (۴) نشان دهنده شبکه راههای محدوده مورد مطالعه می باشد.



شماره (۴): نقشه وزن دار شده دسترسی و حریم جاده های منطقه مورد مطالعه
(مأخذ: نگارندگان)

مسیلها

نقشه شماره (۵) نشان دهنده حریم مسیلها و آبهای سطحی شهرستان زنجان نسبت به محل های دفن مواد زائد جامد می باشد.

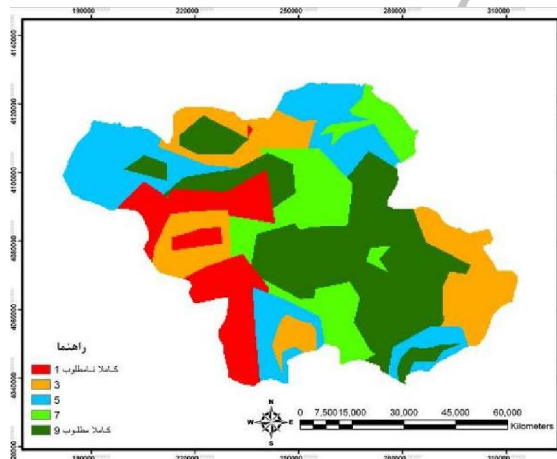


شماره (۵): نقشه وزن دار شده حریم مسیل های منطقه مورد مطالعه
(مأخذ: نگارندگان)

زمین شناسی

زمین به عنوان بستر و زیرساخت تمامی عوامل زنده و غیر زنده در چگونگی تشکیل و خصوصیات کلیه عوامل طبیعی به طور مستقیم و یا غیر مستقیم تأثیرگذار می باشد (مهندسیین مشاور رویان، ۱۳۹۰: ۸۴). نقشه شماره (۶) بیانگر این موضوع است.

زمین شناسی، شکل زمین، نوع و جنس سازندها و تشکیلات زمین شناسی بیش تر از این جهت که مواد اولیه خاک، میزان، نوع، استحکام مسکن و عملیات عمرانی در ارتباط با آن قرار می گیرد اهمیت دارد. از این رو زمین شناسی به طور غیر مستقیم نقش مهمی در توزیع و استقرار سکونتگاهها ایفا می کند و شناخت این نقش و توجه به آن در برنامه ریزی شهری و توسعه فیزیکی آن ضروری می باشد (صدوق ونینی و همکاران، ۱۳۸۸: ۳۵).



شماره (۶): نقشه وزن دار شده منطقه مورد مطالعه از نظر زمین شناسی (ماخذ: نگارندگان)

فرسایش

فرسایش خاک در منطقه مورد مطالعه در ۵ کلاس تقسیم بندی می گردد که به شرح ذیل می باشد و نقشه شماره (۷) بیانگر این موضوع می باشد.

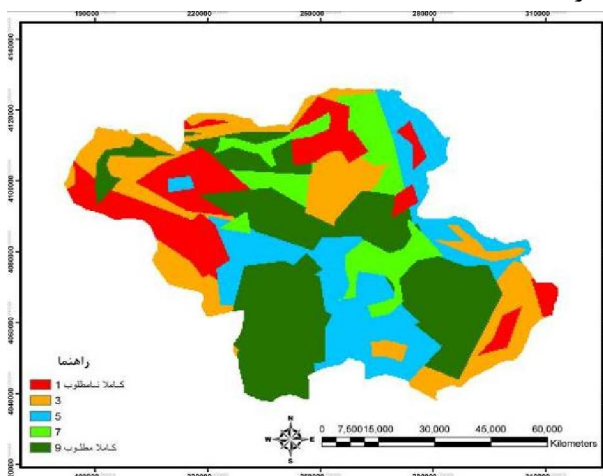
کلاس I: اراضی با شدت فرسایش جزئی (مناسب ترین مکان برای دفن مواد زائد جامد)

کلاس II: اراضی با فرسایش کم

کلاس III: اراضی با فرسایش متوسط

کلاس IV: اراضی با شدت فرسایش زیاد

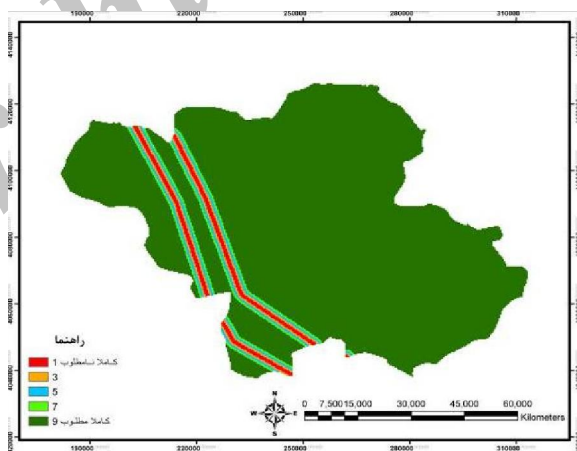
کلاس V: اراضی با شدت فرسایش شدید تا فوق العاده شدید و مصیبت بار (نامناسب ترین مکان برای دفن مواد زائد جامد).



شماره (V): نقشه وزن دار شده منطقه مورد مطالعه از نظر فرسایش زمین
(مأخذ: نگارندگان)

خطوط انتقال نفت

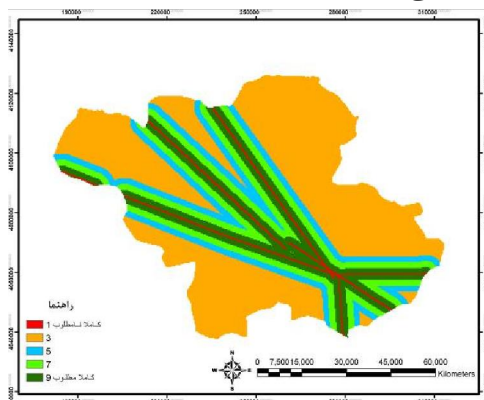
نقشه شماره (۸) نشان دهنده حریم محل های دفن مواد زائد با خطوط انتقال نفت در محدوده مورد مطالعه می باشد.



شماره (۸): نقشه وزن دار شده حریم خطوط انتقال نفت منطقه مورد مطالعه
(مأخذ: نگارندگان)

خطوط انتقال فشار قوی برق

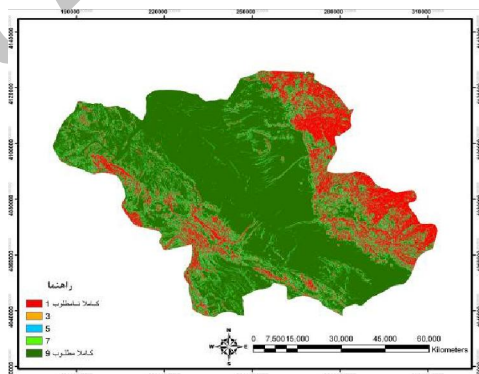
با توجه به استانداردهای ارائه شده از سوی شرکت برق استان زنجان حریم لازم برای خطوط فشارقوی با ولتاژ ۱۳۲ هزار ولت ۳۰ متر می‌باشد که اکثر شهرهای ایران از چنین ولتاژی برخوردارند. نقشه شماره (۹) نشان دهنده حریم و دسترسی خطوط فشار قوی برق برای مکان‌های بهینه دفن پسماند می‌باشد.



شماره (۹): نقشه وزن دار شده دسترسی و حریم خطوط فشار قوی منطقه آزاد ارس
(مأخذ: نگارندگان)

شیب

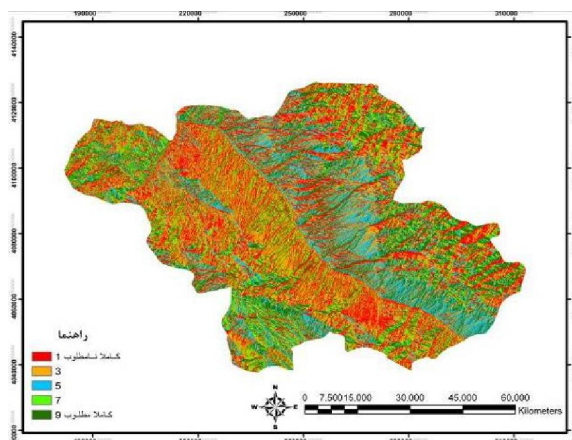
یکی از عوامل موثر در ساخت و ساز شهری، شیب ارضی می‌باشد (عزیزپور، ۱۳۷۵: ۷۱-۷۲). نقشه شماره (۱۰) وزن دهی زمین‌های محدوده را از نظر شیب جهت دفن مواد زائد نشان می‌دهد.



شماره (۱۰): نقشه وزن دار شده شیب (به درصد) منطقه مورد مطالعه
(مأخذ: نگارندگان)

جهت شیب

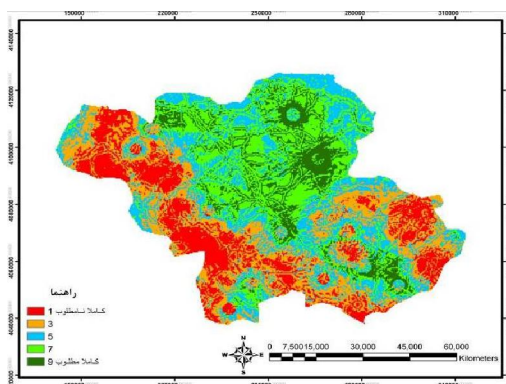
جهت حداکثر تغییرات شیب است که بر حسب زاویه بیان می‌شود (عظیمی حسینی و همکاران، ۱۳۸۹: ۶۸). در زمینه مکان یابی دفن پسماند دامنه‌های آفتاب گیر به جهت توانایی میکروب زدایی و ایجاد گرمایش لازم جهت تجزیه مواد زائد بهترین مکان جهت دفن پسماند می‌باشند (Jun, 1999: 94). بهترین جهات شیب جهت دفن پسماند بر حسب ارزش در نقشه شماره (۱۱) نشان داده شده است:



شماره (۱۱): نقشه‌ی وزن دار شده منطقه مورد مطالعه از نظر جهات شیب
(مأخذ: نگارندگان)

پهنه‌های مناسب برای دفن مواد زائد جامد شهرستان زنجان با روش AHP

نقشه شماره (۱۲) به دست آمده بر اساس مدل AHP می‌باشد که ۵ پهنه متفاوت برای مکان یابی بهینه دفن مواد زائد جامد شهری را نشان می‌دهد. جدول شماره (۳) نیز اطلاعات هر یک از کلاس‌های پنج‌گانه به دست آمده از روش AHP را از نظر مساحت و درصد نشان می‌دهد.



شماره (۱۲): نقشه مکان‌های بهینه برای دفن مواد زائد جامد شهری منطقه مورد مطالعه با روش AHP (مأخذ: نگارندگان)

پهنه اول که با رنگ قرمز نشان داده شده نامناسب‌ترین مکان‌ها را برای دفن مواد زائد جامد شهری می‌باشد که عمدتاً در نیمه جنوب و جنوب غربی و قسمتی از شرق منطقه مورد مطالعه می‌باشد و ۲۳.۷ درصد از مساحت منطقه را اشغال نموده است. و می‌توان علت عدم مطلوبیت این مناطق را به شرح زیر بیان کرد:

الف) نزدیکی به حریم کمتر از ۱۲ کیلومتر گسل‌ها در نیمه جنوبی منطقه. ب) حریم کمتر از ۲ کیلومتر محل‌های دفن با نواحی مسکونی و دسترسی نامناسب و فاصله بیش تر از ۱۰ کیلومتر محل‌های دفن با نواحی مسکونی. ج) نامناسب بودن از نظر معیارهای زمین شناسی و فرسایش زمین در محدوده پهنه اول د) حریم نامناسب با خطوط انتقال نفت و فشار قوی برق منطقه.

در مورد پهنه مناطق کاملاً مطلوب و مطلوبیت خیلی قوی برای دفن مواد زائد جامد شهری منطقه، قابل ذکر است که این مناطق عمدتاً در نواحی مرکزی و شمالی محدوده مورد مطالعه می‌باشند و کلاس پنجم (پهنه کاملاً مطلوب) ۱۴.۵ درصد از زمین‌های محدوده را به خود اختصاص داده و علل عمده مطلوب بودن این مناطق را می‌توان چنین بیان کرد:

الف) دوری و حریم مناسب بیش تر از ۱۲ کیلومتر با گسل‌های منطقه. ب) دسترسی مناسب با نواحی مسکونی و جاده‌های ارتباطی منطقه. ج) وجود شیب و جهت شیب کاملاً مناسب برای دفن پسماند. د) مناسب بودن این مناطق با توجه به معیار فرسایش (کلاس I و II) و قرارگیری در زمین‌های مناسب از نظر معیارهای زمین شناسی. ذ) حریم مناسب با خطوط انتقال نفت و فشار قوی منطقه.

پژوهش حاضر، محدوده مرکزی و شمالی محدوده مورد مطالعه (کلاس چهارم و پنجم) را به علل زیر مناسب‌ترین مکان برای دفن مواد زائد جامد شهری می‌داند:

الف) دسترسی و حریم مناسب با نواحی سکونتگاهی

ب) دسترسی و نزدیکی به جاده‌های ارتباطی

ج) فاصله کافی با گسل‌های

د) شیب و جهت شیب مناسب این مناطق.

مکان‌های مناسب جهت دفن مواد زائد جامد شهرستان زنجان برای بازه زمانی ۴۰ ساله

زمین مورد نیاز دفن زباله به علت تغییرات جمعیتی معمولاً برای یک دوره ۲۰-۴۰ ساله در نظر گرفته می‌شود. طبق تحقیقات انجمن علمی امریکا (APA) در مورد اندازه زمین مورد نیاز برای دفن بهداشتی فرمول تجربی زیر ارائه شده است:

$$V = R/D (1 - P/100) + CV$$

V = فضای مورد نیاز در طول سال (هکتار)

R = سرانه تولیدی هر نفر

CV = حجم خاک پوشش مورد نیاز

P = درصد کاهش حجم زباله در اثر فشردگی

D = دانسیته (تراکم) متوسط زباله (متکان، ۱۳۸۷: ۱۲۶).

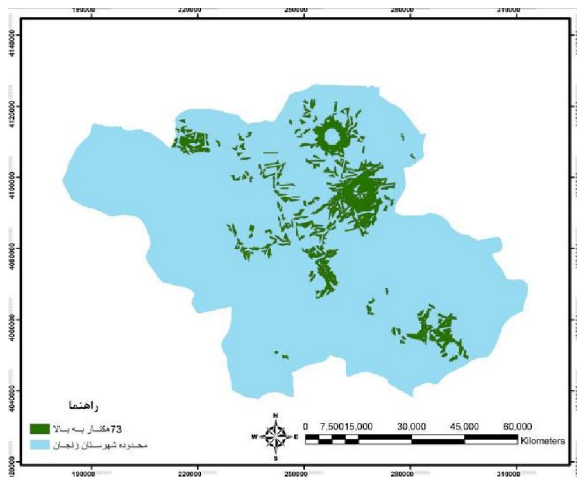
جدول شماره (۳): جدول اطلاعاتی مواد زائد جامد شهرستان زنجان (مأخذ: بخش خدمات شهری

شهرداری زنجان)

۷۱۰	سرانه تولید زباله (g/day)
۲۶۰	حجم خاک پوششی مورد نیاز (m ³ /day)
٪۴۰	درصد کاهش حجم زباله در اثر فشردگی
۲۱۵	دانسیته (تراکم) متوسط زباله (kg/m ³)

طبق فرمول تجربی ارائه شده توسط انجمن علمی امریکا (APA) در مورد اندازه زمین مورد نیاز برای دفن بهداشتی و با توجه به اطلاعات کسب شده از بخش خدمات شهری

شهرستان زنجان در مورد مواد زائد جامد شهری (جدول شماره ۳)، فضای مورد نیاز در طول سال برای دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهرستان زنجان برابر ۱.۸ هکتار می‌باشد که در نتیجه زمین مورد نیاز دفن بهداشتی برای بازه زمانی ۴۰ سال در شهرستان زنجان برابر ۷۳ هکتار می‌باشد.



شماره (۱۳): نقشه‌ی زمین‌های با مساحت ۷۳ هکتار به بالا، انتخاب شده از میان زمین‌های کاملاً مناسب جهت دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهرستان زنجان بدست آمده از روش (AHP) (مأخذ: نگارندگان)

نتیجه گیری

در حال حاضر دفن پسماندها عمده‌ترین و مقبول‌ترین و اقتصادی‌ترین روش دفع در بسیاری از کشورها و نیز ایران است. اولین مرحله از فرایند دفن بهداشتی پسماندهای شهری، مکان‌یابی و تعیین محل و محدوده مناسب برای این منظور می‌باشد. بدیهی است اجرای صحیح مراحل بعدی، ارتباط تنگاتنگ با نحوه بررسی و مطالعات در انتخاب محل مناسب برای دفن مواد زائد جامد شهری دارد. به طور کلی یک محل دفن باید در مکانی استقرار یابد که جهات گوناگون اعم از زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی کم‌ترین ضرر را به وجود آورد.

شهرستان زنجان نیز با جمعیتی حدود ۶۰۱،۹۶۴ نفر و با متوسط وزن زباله روزانه ۶۰۰ تن از جمله مناطق کشور می‌باشد که با مشکل دفن بهداشتی پسماند مواجه گردیده و نیازمند مطالعات کارشناسی شده و برنامه ریزی دقیق و علمی جهت غلبه بر این معضل و حرکت به سوی احقاق اصول توسعه پایدار و تضمین زندگی انسان در این منطقه می‌باشد. هدفی که از

ابتدا در پژوهش حاضر به دنبال آن بودیم انتخاب مکان‌های بهینه جهت دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهرستان زنجان بود و برای رسیدن بدین هدف مراحل را گذراندیم. بدین صورت که ابتدا بعد از مشخص نمودن هدف تحقیق اقدام به جمع آوری معیارها و لایه‌های مورد نیاز (گسل، شهر و سکونتگاه‌ها، جاده‌های ارتباطی، آب‌های سطحی، زمین شناسی، فرسایش، خطوط انتقال نفت و برق، شیب و جهت شیب) نمودیم. سپس اقدام به آماده سازی لایه‌ها و استاندارد کردن آن‌ها نمودیم و در ادامه کار با روش AHP اقدام به وزن دهی نمودیم و سپس تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده با روش AHP به منظور دست یابی به مکان دفن بهداشتی مناسب در شهرستان زنجان صورت پذیرفت که نتیجه کار در قالب ۵ کلاس در نقشه نهایی نمایش داده شد. پهنه‌های چهارم و پنجم با مطلوبیت مناسب و کاملاً مناسب جهت دفن بهداشتی عمدتاً در نواحی مرکزی و شمالی محدوده قرار گرفته‌اند و پژوهش حاضر با توجه به عواملی از قبیل دوری از گسل‌های منطقه و وجود شیب مناسب و دسترسی و حریم مناسب با نواحی سکونتگاهی و مناسب بودن این مناطق با توجه به معیار فرسایش (کلاس I و II) و ... این مناطق را مناسب‌ترین مکان‌ها جهت دفن مواد زائد جامد شهری منطقه مورد مطالعه می‌داند. در ادامه با توجه به نقشه نهایی بدست آمده و فرمول تجربی ارائه شده توسط انجمن علمی امریکا (APA) در مورد اندازه زمین مورد نیاز برای دفن بهداشتی پسماند، مشخص گردید که زمین‌های با مساحت ۷۳ هکتار به بالا انتخاب شده از میان زمین‌های کاملاً مناسب جهت دفن با روش (AHP)، بهترین مکان‌ها جهت دفن بهداشتی مواد زائد شهرستان زنجان می‌باشد که در نقشه شماره ۱۳ نشان داده شد.

منابع و مآخذ:

- ۱- آدینه نیا باجیگران، ع. عبدالله زاده، استفاده از سامانه پشتیبان از تصمیم گیری در تعیین راهبردهای مدیریت.
- ۲- ارباب، پ. ۱۳۸۶. بررسی اجمالی اماکن دفن پسماندهای شهری استان تهران بر اساس روش اولکنو، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نهم، شماره ۱.
- ۳- احدنژاد روشتی، م. ۱۳۸۸. مدل سازی ارزیابی آسیب پذیری از زلزله (مورد: شهر زنجان)، رساله دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران.
- ۴- پوراحمد، حبیبی، ک.، زهرایی، م. نظری عدلی، س. ۱۳۸۶. استفاده از الگوریتم فازی و GIS برای مکان یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی محل دفن زباله شهر بابلسر). مجله محیط شناسی، سال سی و سوم، شماره ۴۲.
- ۵- توفیق، ف. ۱۳۷۲. ارزشیابی چند معیاری در طرح ریزی کالبدی. مجله آبادی (شماره ۱۱)، صص ۴۰-۴۳.
- ۶- صدوق ونینی، ح.، توکلی نیا، ج.، زارعی، ا. ۱۳۸۸. پهنه بندی زمین برای توسعه فیزیکی شهر شیراز با استفاده از GIS و AHP. فصلنامه سپهر، دوره هجدهم (شماره ۷۲)، صص ۳۲-۳۹.
- ۷- عبدلی، م. ۱۳۷۹. مدیریت دفع مواد زائد جامد شهری. مرکز مطالعات برنامه ریزی شهری وزارت کشور، جلد ۳.
- ۸- عزیزپور، م. ۱۳۷۵. توان سنجی محیط طبیعی و توسعه فیزیکی شهر تبریز، رساله دکتری دانشگاه تربیت مدرس.
- ۹- عظیمی حسینی، م. نظری فر، م. مؤمنی، ر. ۱۳۸۹. کاربرد GIS در مکان یابی. چاپ اول، انتشارات مهرگان قلم، ص ۶۸.
- ۱۰- فتایی، ا. ۱۳۸۵. مقدمه ای بر مدیریت مواد زائد جامد، انتشارات مهد تمدن.
- ۱۱- فرهودی، ر.، حبیبی، ک.، زندی بختیاری، پ. ۱۳۸۴. مکان یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر سنندج). نشریه هنرهای زیبا، (شماره ۲۳)، ص ۱۵.
- ۱۲- متکان، ع.، شکیباء، ع.، پورعلی، س.، نظم فر، ح. ۱۳۸۷. مکانیابی مناسب جهت دفن پسماند با استفاده از GIS (ناحیه مورد مطالعه شهر تبریز)، علوم محیطی، سال ششم، (شماره دوم)، ۱۲۶.

- ۱۳- مهندسین مشاور رویان. ۱۳۹۰. مطالعات تفصیلی ارزیابی اثرات زیست محیطی شهرک صنایع پاک جلغا (وضع موجود محیط زیست)، جلد دوم، سازمان منطقه آزاد تجاری- صنعتی ارس.
- ۱۴- نگارش، ح. ۱۳۸۴. زلزله، شهرها و گسلها. مجله‌ی پژوهش‌های جغرافیایی، (شماره ۵۲)، دانشگاه تهران.
- ۱۵- نیرآبادی، ه. ۱۳۸۶. کاربرد تکنیک‌های GIS در مکان یابی دفن زباله (مطالعه موردی شهر تبریز). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.
- ۱۶- سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد. ۱۳۸۸. بازیافت مواد و آشنایی با شیوه‌های نوین تفکیک پسماند. کارگاه آموزشی مدیریت پسماند.
- 17-Bennet, J.2005.Solid Waste Collections Departement, City of Rome Annual Report; p 84.
- 18-Hendrix, W, Buckley, D.1992.Use of GIS for selection of sites for land application of sewage wastes. Journal of soil and water conservation; pp. 3-5.
- 19-Jun, C.1999.Design of an intelligent geographic information system for multicriteriasite analysis,Articles currently under peer review by the URISA journal.
- 20-McNally.2003.A thesis submitted in conformity with the requirements for the degree of Master of Engineering 'Protection of Water Resource in Landfill siting in Vietnam' Graduate Department of Civil Engineering: University of Toronto 16.
- 21-Malczewski, J.1999.spatial multi criteria decision analysis In: J. ctill(Ed), Multicriteria decision making and analysis: a geographic information sciences approach. Brook field, VT: Ashgate publishing.
- 22-Moreno-Jimenez, J. 2005.A spreadsheet module for consistent consensus building in AHP-group decision making, Group Decision and Negotiation 14.P 89-108.
- 23-Saaty, T .1980.the analytic hierarchy process: planning, priority setting, and resource allocation. New York/London: McGraw-Hill International Book Co, p: 84.
- 24-Shalabi,M, Shattri, M, Nordin ,A, Rashid, Sh.2006.GIS based Multicriteria Approaches to Housing Site suitability assessment. XXIII FIG Congress Munich, Germany, P12. October 8-13, p: 12.
- 25-Vastava,Shri, N. 2002.Selection of potential Waste disposal sites around Ranchi Urban complex using remote sensing and GIS techniques. Urban planning, map Asia conference.

- 26-Ülengin, B, Füsün, Ü, Ümit, G.2001. A multidimensional approach to urban quality of life: The case of Istanbul. European Journal of Operational Research 130 ,361- 374.
- 27-Zorpas, A, Loizidou.M.2008.Sawdust and Natural Zeolite as a Bulking Agent for Improving Quality of a Composting Product from Anaerobically Stabilized.

Archive of SID