

مکان یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از منطق فازی (Fuzzy Logic) در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر سنندج) *

دکتر رحمت ال... فرهودی** - کیومرث حبیبی*** - پروانه زندی بختیاری****

تاریخ دریافت مقاله: ۸۲/۶/۱۴
تاریخ پذیرش نهایی: ۸۴/۷/۲

چکیده:

شهر سنندج با جمعیتی معادل ۳۴۰ هزار نفر در سال ۱۳۸۲، روزانه ۷۱۴ تن زباله تولید می کند. از میان روش های مختلف دفع زباله روش دفن مواد زائد از مهمترین روش هایی بوده که مدیریت شهری این شهر در ۳۰ سال اخیر بر آن تکیه کرده است.

نتایج بررسی موقعیت قبلی و فعلی محل دفن زباله حاکی از مساعد بودن محل دفن سابق و نامساعد بودن محل دفن کنونی است که در آن بسیاری از اصول، معیارها و ضوابط مکان گزینی نادیده گرفته شده و پیش بینی می شود که در آینده نزدیک اثرات زیست محیطی آن نمایان تر گردد. در این پژوهش با استفاده از داده هایی چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، فرودگاه، کاربری اراضی، قابلیت اراضی، عوارض مصنوع (روستا، تأسیسات و تجهیزات شهری، معادن ...)، گسل، روند توسعه فیزیکی شهر سنندج، آب های سطحی، جهت باد، تراکم جمعیتی، خاکشناسی، هیپستومتریک (طبقات ارتفاعی)، شیب، جهت شیب، پوشش گیاهی، تیپ اراضی، زمین شناسی، ... از طریق مدل های مختلف تلفیق اطلاعات و نقشه ها که بر اساس مدل منطق فازی (Fuzzy Logic) ترکیب شده اند و ژئورفرنس نمودن این داده ها و مدل ها با تصاویر ماهواره ای منطقه در شعاع ۲۰ کیلومتری در شمال شرقی شهر سنندج در ۳ حوزه مختلف مکان گزینی گردیده و در تصویر ماهواره ای لندست سال ۲۰۰۲ منطقه و نقشه های مختلف ارائه شده است.

واژه های کلیدی:

مکان یابی، GIS، منطق فازی، تصحیح هندسی تصاویر، دفن زباله.

بخش مدلسازی و کاربرد منطق فازی در محیط GIS این مقاله برگرفته از رساله دکتری کیومرث حبیبی با عنوان "توسعه کالبدی و حفظ احیاء و بازسازی بافت های فرسوده شهری با استفاده از fuzzy logic و GIS" بوده که از سال ۱۳۸۲ در دانشگاه تهران در حال انجام است.

rfarhudi@yahoo.com

دکتری برنامه ریزی شهری و منطقه ای و عضو هیات علمی دانشگاه تهران.

عضو هیات علمی دانشگاه کردستان و دانشجوی دوره دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه تهران و مدرس گروه شهرسازی دانشگاه علم و صنعت تهران و مازندران.

habibi_ki@yahoo.co.uk

فوق لیسانس برنامه ریزی شهری دانشگاه تربیت مدرس و کارشناس ارشد شهرداری تهران.

مقدمه

۵۵ به ۳۴۰ هزار نفر در سال ۱۳۸۲ افزایش یافت. فرایند این جهش جمعیتی توسعه شدید فیزیکی شهر بوده است. با یک فرض ثابت مبنی بر تولید زباله تولیدی هر شهروند به صورت سرانه که در سال ۷۸ معادل ۲/۱ کیلوگرم بوده است. امروزه این شهر با تولید ۷۱۴ تن زباله روبروست. به عبارتی طبق آخرین آمار اعلام شده هر نفر روزانه ۲/۱ کیلوگرم و سالانه ۷۶۶ کیلوگرم زباله وارد چرخه زیستی شهر سنندج می نماید. با توجه به اینکه مواد زائد به هنگام دفن به ۲۰ درصد حجم اولیه خود کاهش می یابد و هر مترمکعب آن با ۴۵۰ کیلوگرم وزن به حجم ۰/۲ مترمکعب تبدیل خواهد شد که در آن صورت هم اگر ۷۱۴ تن زباله در لایه ای از خاک به ضخامت ۳ متر دفن شود فضایی در حدود ۱۰۵ مترمربع در روز نیاز دارد که این مساحت در سال برابر ۳۸ هکتار خواهد بود. مکان یابی اولیه محل دفن زباله شهر سنندج در اطراف جاده قدیم مریوان در شمال شرقی سنندج نسبت به محل کنونی دفن زباله در فاصله ۱۰ کیلومتری این شهر در یک کیلومتری جاده سنندج - کرمانشاه مابین روستاهای چنو و کیلک از لحاظ اکثر شرایط محیطی، طبیعی و اقتصادی بهینه تر بوده است. اما به نظر می رسد محل کنونی دفن زباله علاوه بر تکمیل ظرفیت از موقعیت محیطی کاملاً نامناسبی بهره گرفته و اثرات و آلودگی های زیست محیطی آن نه تنها در شرایط کنونی پدیدار شده بلکه در آینده نزدیک نیز اثرات منفی خود را بهتر نشان داده و توسعه پایدار ناحیه جنوبی این شهر را با بحران مواجه ساخت.

رشد روزافزون جمعیت شهری ایران به همراه ایجاد مراکز جمعیتی جدید، فقدان و یا سیاستگذاری و ارزیابی عملکردها و فعالیت های گوناگون شهری بر اساس برنامه جامع و کلان ملی (آمایش سرزمین) و تداوم تخلیه انواع زائدات و فاضلاب ها به محیط زیست از جمله عوامل بحران زایی است که در محیط زیست طبیعی و کیفیت بهداشت و سلامتی انسان ها به ویژه شهرنشینان را در معرض خطرات و زیان های گوناگونی قرار داده است (عبدلی، ۱۳۷۹، ص ۱۱). این واقعیت که نظام مدیریت مواد زائد شهری ایران در شرایط نسبتاً بحرانی و به دور از وضعیت مطلوب قرار دارد بر کسی پوشیده نیست. مسئله مذکور هنگامی پیچیده و بغرنج می گردد که اثرات منفی و زیانبار آن در ارتباط با سایر نظام های موجود شهری و از جمله نظام زیست محیطی آنها مورد بررسی قرار گیرد یکی از مهمترین مراحل مطالعاتی به موازات طراحی مدفن زباله، عوامل مکانیابی و یافتن محل مناسب دفن زباله می باشد. معیارهای متعددی در انتخاب محل دفن زباله دخالت دارند که هر کدام به نوبه خود از اهمیت خاصی برخوردارند و محدودیت هایی را نیز در انتخاب ایجاد می کنند. شهر سنندج به عنوان مرکز سیاسی استان کردستان تا سال های ۱۳۴۰-۱۳۳۰ روند روبه رشد آرام و منطقی را سپری کرده است اما با شروع تحولات جدید به ویژه پس از آغاز اصلاحات ارضی و پیامد آن مهاجرت های روستایی، رشد اقتصادی اوائل دهه ۵۰ و بالا رفتن درآمدها و جاذبه های شهری جنگ تحمیلی و سیاست های تمرکز زدایی استانی جمعیت آن از ۹۵ هزار نفر در سال

ادبیات موضوع

۱- ابعاد کلان

زباله ها در حد صفر راه درازی در پیش است از این رو مکان یابی محل مناسب جهت دفن مواد از ضروریات طرح های توسعه شهری است. به صورتی که در ایالت کبک کانادا، چاتانوگا، واشنگتن، برتلند، ماساچوست آمریکا مدیریت و مکان یابی صحیح محل دفن مواد زائد جامد به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار محسوب می شود و انجمن معتبر برنامه ریزی آمریکا آن را از اهداف مهم برنامه های کوتاه و دراز مدت ایالات کالیفرنیا، سیاتل، چاتانوگا، واشنگتن، ماساچوست جهت رسیدن به پایداری در قرن ۲۱ ذکر می کند (kerizek and power, 1996, 121).

۲- ابعاد خرد

• در سال ۱۹۹۲ ویلیام هندریکس و دیوید باکلی در پژوهشی با عنوان کاربرد GIS در مکان یابی محل دفن مناسب زباله در ایالت ورمونت آمریکا، منطقه ای ۲۱۰ هکتاری را از لحاظ شاخص های فیزیکی و اقتصادی چون خاک مناسب، عمق سنگ

عملیات دفن زائدات، تا نیمه قرن گذشته مبتنی بر روش های مهندسی و حفاظت از محیط زیست نبود تا اینکه از سال ۱۹۵۰ به بعد طی یک دهه روش دفن بهداشتی، توسعه قابل ملاحظه ای پیدا کرد و هنوز به عنوان روش دفن مواد زائد جامد در دنیا (خصوصاً در کشورهای در حال توسعه) محسوب می شود (یغمائیان، ۱۳۸۲، ص ۴). در کشور کانادا در ایالت کبک عقاید عمومی در باب مدیریت مواد زائد اهمیت خاصی دارد، زیرا همه شهروندان تولید کنندگان زباله هستند و پیامدهای آن با محیط زیست شان کاملاً مرتبط است. به دنبال درخواست شهروندان مبنی بر ایجاد یک محل دفن بهداشتی و مطمئن، کمیته شهروندی در ادامه فعالیت های خود محل دفن (سن-کم لینیر) را احداث نمود. بعد از بررسی شرایط محیطی و انسانی پروژه محل دفن در محدوده ای با مساحت ۱۷ هکتار به اجرا درآمد که ارتفاع آن از محیط اطراف ۱۵ متر بوده و عمر مفید محل دفن را ۵۰ سال برآورد کردند. کاهش میزان مواد زائد در دراز مدت جزء اهداف اصلی است ولی باید یادآور شد که هنوز برای رسیدن به تولید

گزینی کرده اند (خراسانی، ۱۳۷۹، ص ۵۹).

● **فرهادی و همکاران** در بررسی خود بر روی روش های دفع زباله های خانگی و امکان بازیافت آنها در شهر کرج شیوه های متداول همچون دفن بهداشتی، سوزاندن در کوره ها و بازیافت زباله ها را در این شهر مورد بررسی قرار داده و اهمیت بازیافت را به دو روش قبلی اثبات می نمایند (فرهادی، ۱۳۷۸، ص ۱۹). علاوه بر این افرادی چون نارایان (۱۹۹۸) دنیل (۱۹۹۴) هاتزینکل (۲۰۰۲) جانسون (۱۹۸۲) رابرت (۱۹۸۳) اوربیندو (۲۰۰۳) راثو (۱۹۹۷) هانستوک (۱۹۸۳) میشل (۱۹۸۵) سالواتوره (۱۹۸۲) و بانک جهانی (۱۹۸۷، ۲۰۰۲) پژوهش های مشابهی را انجام داده اند (Googel, net, 2005).

مراحل و روش بررسی روش بررسی در این پژوهش

مبتنی بر چهار مرحله اصلی بوده است:

- ۱- مرحله مطالعات کتابخانه ای
- ۲- مرحله مطالعات میدانی و محلی
- ۳- مرحله مطالعات آزمایشگاهی
- ۴- تجزیه و تحلیل داده ها و نتیجه گیری (نمودار ۱)

انواع مدل های تلفیق اطلاعات جهت مکان یابی اراضی مناسب جهت دفع مواد زائد جامد (زباله) شهری

جهت ترکیب معیارها روش های متفاوتی وجود دارد که مهمترین آنان به قرار زیر می باشد.

۱- **منطق بولین (Boolean Logic) یا منطق صفر و یک:** این منطق برگرفته از نام ریاضیدان مطرح انگلیسی (جورج بولی) بوده که وزن دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی براساس امتیاز صفر و یک می باشد.

۲- **منطق همپوشانی (Index Overlay) یا رویهم گذاری:** در این مدل به عوارض مختلف و کلاس های متفاوت موجود وزن های مختلف داده شده و ترکیبات انعطاف پذیری از نقشه ها بدست می آید که دامنه ای از اعداد را دربر می گیرد.

۳- **منطق فازی (Fuzzy Logic) یا منطق تار و نامعین:** این نظریه برای اولین بار توسط دانشمند ایرانی پرفسور عسکر لطفی زاده استاد دانشگاه برکلی آمریکا برای اقدام در شرایط عدم اطمینان ارائه شد. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم و متغیرها و سیستم های را که نادقیق و مبهم هستند صورت بندی ریاضی بخشیده و زمینه را برای استدلال، کنترل و تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد. درجه عضویت پذیری، اجتماع و اشتراک، متمم، ضرب، جمع، گاما توان های اساسی این مدل تلفیق محسوب می شوند. برای ایجاد لایه ها و مجموعه های فازی می توان توابع ریاضی چون آستانه خطی، سیگموئیدال، S شکل، هایپربولیک ... را به کار برد. به عنوان مثال اگر برای مکان یابی تأسیسات شهری چون نیروگاه، چند متغیر مانند نزدیکی به راه های ارتباطی و یا گسل مورد

مادر، کاربری زمین، آب های سطحی و زیر زمینی، پهنه بندی ارتفاعی ... مورد ارزیابی قرار داده و مکان مناسب دفن زباله را در اطراف ناحیه mad شناسایی نمودند (Handrix, 1992, 3-5 and buckley).

● در سال ۲۰۰۲ **واستاوا و ناسوات** در پژوهشی با عنوان مکان یابی محل دفن زباله در اطراف شهر رانسی با استفاده از GIS,RS بادر نظر گرفتن معیارهایی چون زمین شناسی، گسل ها، شیب زمین، نوع سنگ مادر و خاک، آب های سطحی و عمق آب زیر زمینی، مراکز شهری، شبکه ارتباطی موجود، فاصله از فرودگاه ... با استفاده از این سیستم ها وزن دهی به شاخص ها از طریق مقایسات زوجی ۵ محل مجزا در اندازه های مختلف راجعت دفن زباله این شهر ۸۰۰ هزار نفری انتخاب نمودند (Vastava and Nathawat, 2002, 13).

● در سال ۱۳۸۱ **سیامک نیلچیان** در پژوهشی با عنوان مکان یابی مراکز جمع آوری و تفکیک زباله با GIS در منطقه ۲۲ تهران با شناسایی کاربری های خدمات عمومی در منطقه همچون تجهیزات شهری، خدمات شهری و عمومی، معیارهایی چون شیب زمین، اهمیت معماری و باستانی، اکولوژی طبیعی حساس، مالکیت، نظام تفکیک قطعات رابه کار گرفته و با حذف این نقاط حساس در میان محل های بازمانده با استفاده از شاخص وزن دهی گزینه های دارای بیشترین امتیاز را در ۱۴ محل شناسایی می نماید. سپس بادر نظر گرفتن جهت شیب، جهت باد، تاثیر برجشم اندازه های شهری، فاصله از محل دفن با سنجش گزینه های ۱۴ گانه باهم بهترین مکان را در گزینه ۹ که منطبق بر شمال آزادراه تهران - کرج در اطراف پارک چیتگر می باشد به عنوان گزینه برتر پیشنهاد می نماید (نیلچیان، ۱۳۸۱).

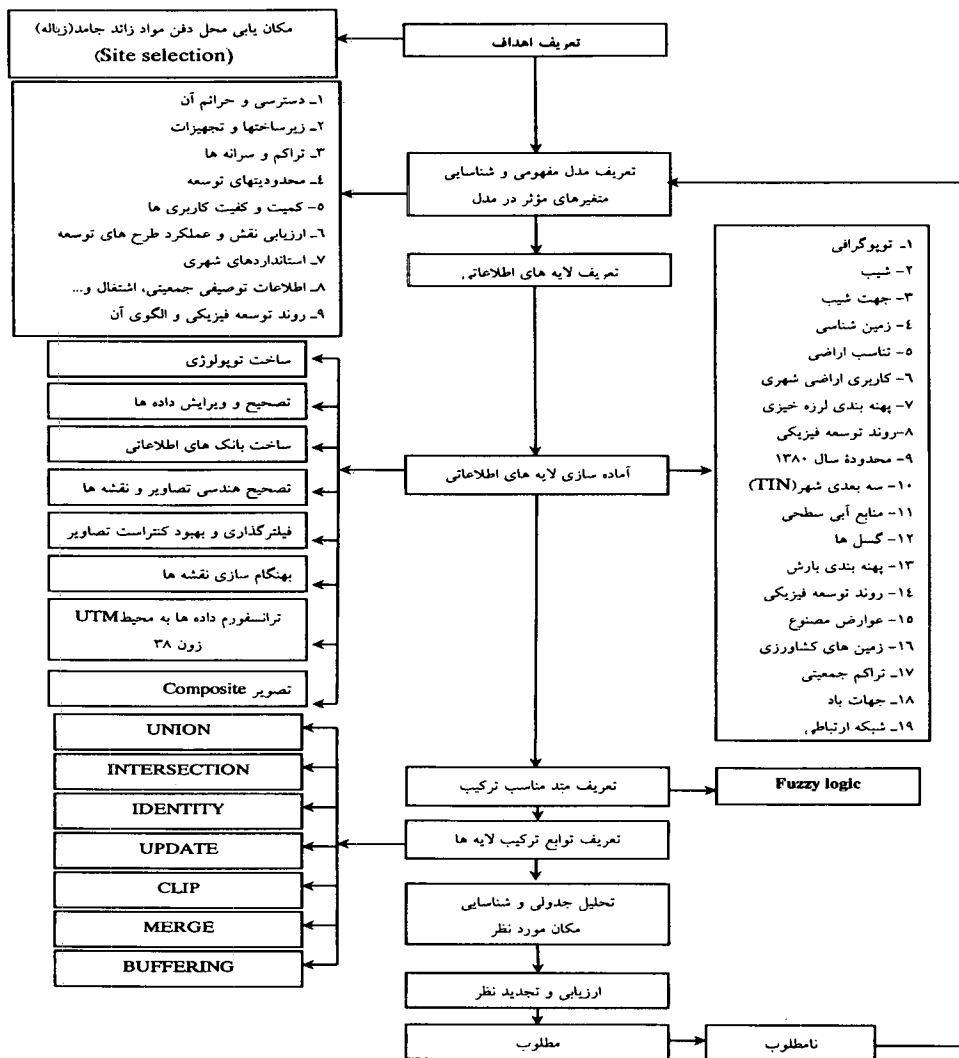
● در سال ۱۳۶۵ **دکتر قاسم علی عمرانی** در پژوهش خود با عنوان دفن بهداشتی زباله مباحثی در زمینه انتخاب و آماده سازی محل، روش های کنترل آلودگی، تکنیک های دفن و شیار بندی ارائه نمود (عمرانی، ۱۳۶۴).

● در سال ۱۳۷۸ **احمد سعیدنیا** در جلد هفتم سیر مبانی برنامه ریزی و مدیریت بهداشت و نظافت شهری، تولید مواد زائد، جمع آوری و حمل و نقل و دفع مواد زائد شهری را مورد ارزیابی قرار می دهد (سعیدنیا، ۱۳۷۸).

● در سال ۱۳۸۰ **نیما حیدر زاده** در اثر کوتاه و با ارزش خود با عنوان معیارهای مکان یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری، مجموعه عوامل مؤثر در مکان یابی را جمع آوری و با توجه به وضعیت کنونی این اماکن در ایران و ارزیابی آن، معیارهای جدیدی را ارائه می کند (حیدر زاده، ۱۳۸۰).

● **خراسانی و کورکی** با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای انتخاب محل مناسب دفن زباله در مناطق خشک (مطالعه موردی زباله های شهر کرمان) انواع پارامترهای شیب، ایستابی زیرزمینی، بارندگی سالیانه، فاصله محل دفن تا شهر ... را به کار برده اند و محل مناسب را در ۷ کیلومتری شهر کرمان مکان

نمودار (۱): مطالعات انجام شده در فرایند مکان یابی اراضی مناسب جهت دفع مواد زائد جامد (زباله) شهری سنندج



کرامر ... لایه های مختلف اطلاعاتی با هم تلفیق شده و به صورت دو یا چند لایه تحلیل می شوند.

۵- ضریب همبستگی: (coefficient of correlation) که بر اساس آنالیز دو لایه میزان همبستگی متغیرهایی چون توزیع بیماری و تراکم جمعیتی، شیب و تصادفات، ارتفاع و دما ... مشخص شده و وزندهی به لایه ها بر مبنای بالاترین ضریب همبستگی خواهد بود (علیمحمدی، ۱۳۸۱، ص ۳۰).

۶- شبکه های عصبی مصنوعی: (Artificial Neural Networks) نوعی از مدلسازی مغز انسان است که با استفاده از مدل های ریاضی آن را شبیه سازی می نمایند. کاربرد این مدل در تلفیق لایه ها و متغیرها هنوز در ابتدای راه می باشد.

یافته ها

۱- جمعیت و زباله تولیدی خانگی

تفکیک فصلی زباله های تولیدی این شهر مؤید آن است که متوسط وزن زباله های تولیدی روزانه در شهر سنندج در فصل بهار، تابستان، پاییز، زمستان به ترتیب ۱۷۰، ۱۷۰، ۱۵۰، ۱۴۰ تن

بررسی قرار گیرد، تعیین درجه عضویت به شرح زیر خواهد بود.

$$F(x) = \begin{cases} \text{امتیاز (۱)} \rightarrow \text{منز } x < 1000 & \text{اگر } x < 1000 \\ \text{امتیاز } \frac{x_{max} - x}{\Delta x} \rightarrow \text{منز } 1000 < x < 4000 & \text{اگر } 1000 < x < 4000 \\ \text{امتیاز (۰)} \rightarrow \text{اگر } x > 4000 & \text{اگر } x > 4000 \end{cases}$$

یعنی مقدار فازی نقطه ۱۰۰۰ متری از راه ارتباطی برابر با (۱)، مقدار فازی نقطه ۴۰۰۰ متری از راه برابر با (۰) و مقدار فازی نقطه ۱۶۰۰ با استفاده از تابع آستانه خطی برابر با ۰/۴۶ خواهد بود. برای تمام لایه های دیگر همین عملیات را پیاده سازی و فضای منطقه ارزش گذاری می گردد. شاید بتوان بزرگترین ضعف این مدل را وزن دهی غیراستاندارد که مبتنی بر آراء و عقاید متفاوتی است، نامید. با این وجود از کاربردی ترین مدل های تلفیق در علوم مختلف از جمله برنامه ریزی شهری است که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است.

۴- منطق احتمالات: (Probability Logic) که در آن با استفاده از مدل های ضریب تطبیق، شاخص کاپا، آنتروپی، شاخص موران،

ع- محل دفن زباله شهر سنندج

محل کنونی دفن زباله شهر سنندج در محدوده استحفاظی این شهر و در فاصله ۱۰ کیلومتری در فاصله ۴۰۰ متری جاده اصلی ترانزیتی سنندج - کرمانشاه که ارتباط شمال غربی و جنوب غربی ایران را برقرار می سازد و مابین اراضی کشاورزی ۲ روستای چناره، چنو، کیلک (روستاهای مثلثی شکل) و ۶۰۰ متری رودخانه قشلاق واقع شده است. نقشه های متعدد محیطی و تصاویر ماهواره ای منطقه مبین آن است که محل کنونی دفن زباله به هیچ عنوان با معیارهای کنونی مکان یابی تطابق نداشته و در آن معضلاتی چون آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی، آلودگی هوای محل، تعارض با حیات وحش، انتقال، اجتماع (تعارض کاربری) و اقتصاد (مالکیت، ارزش زمین، هزینه رفت و آمد) نادیده گرفته شده است.

جدول (۱): درصد جمعیت تحت پوشش خدمات شهری و تعداد کارخانه کمپوست در شهر سنندج و استان کردستان

شهر و استان	متوسط وزن زباله شهری تولید شده سال ۱۳۷۸ (تن در روز)				سرانه زباله تولیدی سال (کیلوگرم در روز)	جمعیت ۱۳۸۱ سال
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان		
شهر سنندج	۱۷۰	۱۷۰	۱۵۰	۱۴۰	۲/۱	۶۸۲
نقاط شهری استان کردستان	۶۴۷	۶۴۲	۶۳۹/۵	۵۶۴	۳/۲	۲۵۶۰

جدول (۲): تولید روزانه زباله در فصول مختلف و سرانه تولیدی سال ۱۳۷۸ و پیش بینی شده ۱۳۸۱

شهر و استان	جمعیت ۱۳۷۵	جمعیت ۱۳۷۸	جمعیت ۱۳۸۱	درصد جمعیت تحت پوشش خدمات جمع آوری زباله شهری (۱۳۷۵)	تعداد کارخانه کمپوست (۱۳۷۸)
شهر سنندج	۲۷۸۰۸	۳۰۰۰۰۰	۳۲۵۰۰۰	۱۰۰	-
نقاط شهری استان کردستان	۷۰۵۷۱۵	۷۷۸۰۰۰	۸۰۰۰۰۰	۹۸/۳	-

جدول (۳): تعداد انواع ماشین آلات و تجهیزات جمع آوری زباله شهر سنندج و دیگر نقاط شهری استان کردستان در سال ۱۳۷۸

توضیحات	وانت	تراکتور	گاری دستی	کامیون روباز	کامیون مخصوص حمل زباله	کانتینر	ظروف غلتان	سایر
شهر سنندج	۱۶	-	۱۰۰	۷	-	۱۶	-	-
نقاط شهری استان کردستان	۵۱	۳	۲۳۰	۲۶	۱	۲۳	۱۷	۱

تحلیل و ارزیابی محل فعلی دفن زباله شهر سنندج

محل کنونی دفن زباله شهر سنندج در موقعیت $X = ۶۸۱۲۸۵$ ، $Y = ۳۸۹۴۸۹۱$ در سیستم تصویر UTM از موقعیت فضایی کاملاً نامساعدی برخوردار است. مهمترین دلایل این امر را می توان به صورت زیر عنوان کرد:

- ۱- با توجه به عقب ماندگی های اقتصادی و صنعتی استان کردستان نسبت به سایر نقاط کشور، به خطر انداختن پتانسیل های محیطی و طبیعی استان هرچند به صورت محدود توجیه پذیر نیست. به عنوان مثال استان کردستان با تولید سالیانه ۲۲ هزار تن توت فرنگی از زمین های کشاورزی استان در مقام اول کشور

در روز بوده که برآورد سالیانه ای معادل ۶۲۰ تن در روز را نشان می دهد.

به عبارتی میزان تولید سالیانه این شهر معادل ۵۱۱۰۰۰ مترمکعب می باشد. با توجه به این که زباله در هنگام دفن ۲۰ درصد حجم اولیه خود کاهش می یابد و هر مترمکعب آن با ۴۵۰ کیلوگرم وزن به حجم ۰/۲ درصد مترمکعب تبدیل خواهد شد که در آن صورت هم اگر ۶۵۰۰ تن زباله در لایه ای به ضخامت ۲ متر دفن شود فضایی در حدود ۱۵۰۰ مترمربع در روز نیاز دارد که این مساحت در سال برابر با ۵۴ هکتار خواهد بود (همشهری، ۱۳۸۳، ص ۲۱). با توجه به این معیارها مفروضات زیر را در مورد زباله تولیدی شهر سنندج می توان صادق دانست:

- ۱- با فرض ۶۲۰ تن زباله تولیدی شهر سنندج در هر روز میزان تولید زباله شهر در سال معادل ۲۲۹۹۵۰ تن خواهد بود.
- ۲- با فرض اینکه هر متر مکعب زباله معادل ۴۵۰ کیلوگرم خواهد بود تولید روزانه شهر سنندج برابر ۱۴۰۰ مترمکعب و تولید سالیانه معادل ۵۱۱۰۰۰ مترمکعب خواهد بود.
- ۳- با فرض اینکه زباله تولیدی در لایه ای به عمق ۳ متر دفن شود میزان زمین مورد نیاز برابر با ۱۷ هکتار و در صورتی که زباله تولیدی در لایه ای به عمق ۵ متر دفن شود این نیاز به ۱۰/۲ هکتار خواهد رسید.

مطالعات جامع توسعه اقتصادی - اجتماعی استان کردستان میزان زباله تولیدی شهروندان سنندجی در سال ۱۳۷۳ را معادل ۰/۹ کیلوگرم در روز (۲۱۹ تن در روز) برآورد کرده و پیش بینی نموده که این میزان در سال ۱۴۰۰ به ۱/۲ کیلوگرم افزایش خواهد یافت (سازمان مدیریت و برنامه، ۱۳۷۵، ص ۳۱۴). در حالیکه این میزان در سال ۱۳۷۸ تنها ۵ سال بعد از برآورد مشاور نه تنها با آمار اعلام شده تفاوت بسیار زیادی را نشان می دهد بلکه پیش بینی آن را کاملاً نادرست و غیرعلمی و فنی می شمارد.

۲- زباله های بیمارستانی و صنعتی

در شهر سنندج به طور متوسط روزانه ۱ تن زباله صنعتی و ۳/۵ تن زباله بیمارستانی در مراکز بهداشتی و درمانی شهر تولید شده، حال آنکه این شاخص ها در دیگر نقاط شهری استان معادل ۴/۶ و ۱۳ تن بوده است. به عبارتی تمرکز زباله های بیمارستانی و صنعتی شهر سنندج نسبت دیگر نقاط شهری استان معادل ۲۵/۱۶ و ۲۱/۷ درصد خواهد بود.

۳- تجهیزات جمع آوری زباله

بیشتر زباله های تولیدی در کیسه های پلاستیکی و به وسیله ماشین آلات خدمات شهری مناطق مختلف شهری در ساعات ۲۱ تا ۵ صبح جمع آوری و به محل دفن آن واقع در جاده سنندج - کرمانشاه در حدود ۱۰ کیلومتری شهر سنندج منتقل می شود. تمرکز اصلی جمع آوری زباله از ایستگاه کوچک تولید و انتقال به ایستگاه مجهز انتقال توسط وانت، گاری دستی، کامیون روباز بوده و در نهایت توسط ۱۶ دستگاه کانترینر حمل زباله این مواد جامد به محل دفن منتقل می شود.

معیارها و مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری سنندج

برای بسیاری از عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل دفن زباله، استاندارد تعریف شده و مشخصی وجود ندارد، لیکن برای بسیاری از متغیرهای به کار گرفته در این پژوهش موارد مشابه دلایل قابل استنادی وجود دارد که به چهار مورد اشاره می‌شود.

۱- شیب زمین: در این مدل شیب به عنوان یک پارامتر فیزیکی به حساب می‌آید، زیرا در شیب‌های تند دفن زباله چه از نظر جاری شدن شیرابه زباله به هنگام بارندگی و چه از نظر اقتصادی (احداث راه‌ها و زیرساخت‌ها) با مشکل مواجه می‌شود. از این رو بهترین شیب ممکن ۶-۳ درصد بوده است.

۲- بارش: به هنگام بارندگی و همراه با فرسایش خاک پوشش زباله و حرکت شیرابه، مواد آلاینده شیمیایی و آلی زباله‌ها در اطراف محل دفن تسریع می‌کند که علاوه بر مسائل آلودگی آب‌های سطحی، با حذف پوشش زباله موجب تکثیر و رشد حشرات و جوندگان موزی را فراهم می‌آورد. از این رو مناطقی با بارش کمتر نسبت به مناطق پرباران درجه عضویت بالاتری را کسب می‌نماید.

۳- جهت باد: یکی از مشکلات مهم محل‌های دفن زباله بوی نامطبوعی است که از آن متساعده می‌شود. حال اگر این مکان‌گزینی در اطراف سکونتگاه‌های انسانی همچون روستا انجام گیرد، مشکل دوچندان می‌شود. بدترین حالت ممکن آن است که جهت باد غالب منطقه این بوی نامطبوع را در فضای پرتراکم انسانی منتشر نماید، که موقعیت فعلی محل دفن زباله سنندج از این عامل منفی بهره‌مندی می‌گیرد.

۴- عمر متوسط زمین دفن: زمین مورد نیاز دفن زباله به علت تغییرات جمعیتی معمولاً برای یک دوره ۲۰-۴۰ ساله در نظر گرفته می‌شود طبق تحقیقات انجمن علمی آمریکا (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

R = سرانه تولیدی هر نفر

CV = حجم خاک پوشش مورد نیاز

P = درصد کاهش حجم زباله در اثر فشردگی

D = دانسیته (تراکم) متوسط زباله

حال آنکه عمر مفید محل کنونی این شهر تنها ۹ سال است.

سازمان شهرداری‌های وزارت کشور معیارهای خود را در پژوهشی با این عنوان در سال ۸۰ منتشر نموده، اما به نظر می‌رسد که با توجه به محدودیت‌ها و پتانسل‌های محیطی هر ناحیه لازم است که این معیارها بازنگری گردد. به منظور انجام صحیح یک فرایند مکان‌یابی محل دفن می‌توان به عنوان یک دستورالعمل اولیه و مقدماتی مناسب از موارد زیر پیروی نمود:

۱- از چاه‌های تغذیه آب آشامیدنی حداقل ۳۰۰ متر فاصله داشته باشد.

قرار دارد (ثاسو، ۱۳۸۲). حال آنکه محل کنونی دفن زباله در شعاع ۵ کیلومتری زون اصلی تولید این محصول واقع شده است. علاوه بر تولید توت فرنگی، مجاورت این مکان با اراضی کشاورزی ۲ روستای چنو، کیلک و چناره نوعی ناسازگاری کاربری‌های محیطی را نشان می‌دهد.

۲- ترسیم گلباد شهر سنندج براساس داده‌های اقلیمی ۵ سال اخیر نشان می‌دهد که مهم‌ترین بادهای شهر سنندج از منطقه جنوب شهر در امتداد رودخانه قشلاق می‌وزد. حال آنکه مکان‌یابی محل دفن زباله نباید در جهت بادهای غالب منطقه انجام گیرد. چنین وضعیتی در مورد محل کنونی کاملاً صادق است و در جهت صد درصد موافق با بادهای غالب واقع شده است.

۳- فاصله این محل از منابع آب‌های سطحی در بعضی نقاط کمتر از ۱۰۰ متر است. در صورتی که فاصله این مکان از آب‌های سطحی از ۶۰۰ متر به بالاتر مطلوب است (وزارت کشور، ۱۳۸۰، ص ۲۲). این محل در فاصله ۵۰۰ متری رودخانه اصلی شهر سنندج در امتداد محور ارتباطی سنندج- کرمانشاه واقع شده است. علاوه بر آن‌دها چاه زیرزمینی نیمه عمیق منطقه در اطراف زمین‌های کشاورزی در منطقه ای بنام قهوه خانه ملا زمین‌های زراعی منطقه را آبیاری می‌کنند. حال آنکه محل فعلی در شعاع ۱ کیلومتری آن قرار می‌گیرد.

۴- فاصله محل دفن زباله شهر سنندج از فرودگاه اصلی واقع در جنوب شهر، از استاندارد وزارت کشور یعنی ۸ کیلومتر کمتر است.

۵- شیب منطقه در پاره‌ای از موارد از استاندارد کمتر از ۴۰ درصد بیشتر می‌باشد.

۶- آلودگی هوا و بوی نامساعد محل مخصوصاً در فصول گرم سال فضای تفریحی اطراف رودخانه، شبکه دسترسی روستاهای کیلک، قصریان، مونه، چناران ... را با مشکل مواجه ساخته است و ایمنی و سلامت عمومی را به خطر انداخته است.

۷- نقشه روند توسعه فیزیکی شهر سنندج نشان می‌دهد که در ۴۰ سال اخیر ۹۰ درصد توسعه‌های فیزیکی این شهر به سمت جنوب و جنوب شرقی شهر بوده است. و در صورت ادامه چنین روندی در ۲۰ تا ۳۰ سال آینده محل فعلی دفن زباله در محدوده شهری سنندج قرار می‌گیرد.

۸- در حالیکه عمق آب‌های زیرزمینی محل دفن مواد در کشور به طور میانگین ۶۸/۹ متر می‌باشد. عمق آب زیرزمینی مکان فعلی کمتر از ۲۵ متر می‌باشد. حال آنکه میزان عمق آب‌های زیرزمینی استان‌های همجوار با ویژگی‌های نزدیک به ساختار توپوگرافی استان، همچون آذربایجان غربی، ایلام، زنجان، کرمانشاه، همدان به ترتیب ۵۹/۲، ۱۱۴، ۱۲۶/۹، ۱۰۸، ۵۵/۷ متر می‌باشد.

۹- از نظر اقتصادی باید در حد امکان زمینی را برای دفن بهداشتی در نظر گرفت که جوابگوی نیازهای بلندمدت شهر در حداقل ۲۰ سال آینده باشد (عبدلی، ۱۳۷۲، ص ۱۴۴). اما عمر مفید زمین کنونی دفن زباله استان کردستان از جمله شهر سنندج حداکثر برای یک دوره زمانی ۹ ساله می‌باشد (همان منبع، ص ۹۸).

شروط و ضوابطی، وزن دهی مکان مورد نظر برای دفن مواد زائد جامد شهری که نیازهای آتی این شهر را حداقل در ۱۵ سال آینده پاسخ خواهد داد، در سه مکان مناسب اولویت بندی می گردد.

همچنان که گفته شد نظریه فازی برای اولین بار توسط دانشمند ایرانی پرفسور عسکر لطفی زاده استاد دانشگاه برکلی آمریکا برای اقدام در شرایط عدم اطمینان ارائه شد. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم و متغیرها و سیستم های را که نادقیق و مبهم هستند صورت بندی ریاضی بخشیده و زمینه را برای استدلال، کنترل و تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد. بر این اساس برای لایه های ۱۸ گانه تحقیق به شکل زیر درجه عضویت متغیر های آن تعیین گردید .

$$f(x) = \frac{2700 - x}{2700} + \frac{x - 2400}{2400 - 2700} + \frac{2700 - x}{2700}$$

فاصله از عوارض مصنوعی (ناسبات و تجهیزات شهری،
کشاورزگاه، پمپ بزرگ، مرغداری...)

حداقل فاصله = ۶۰۰ متر
حداکثر فاصله = ۲۷۰۰ متر
تعداد کلاس = ۷ کلاس
دامنه داده ها = ۲۰۰ متری

$$\begin{aligned} \text{کلاس اول} &= 2700 - 300 / 2400 = 1 \\ \text{کلاس دوم} &= 2700 - 600 / 2400 = 0.87 \\ \text{کلاس سوم} &= 2700 - 900 / 2400 = 0.75 \end{aligned}$$

$$f(x) = \frac{1400 - x}{1400} + \frac{x - 2000}{2000 - 1400} + \frac{2000 - x}{2000}$$

طبقات ارتفاعی (هیپسومتریک)

حداقل ارتفاع = ۱۴۰۰ متر
حداکثر ارتفاع = ۲۰۰۰ متر
تعداد کلاس = ۱۲ کلاس
دامنه داده ها = ۵۰ متری

$$\begin{aligned} \text{کلاس اول} &= 1400 - 2000 / 2000 = -0.3 \\ \text{کلاس دوم} &= 1450 - 2000 / 2000 = 0.275 \\ \text{کلاس سوم} &= 2700 - 2000 / 2000 = 0.24 \end{aligned}$$

برای تمامی لایه های به کار گرفته شده این عملیات تکرار شده است و نتایج وزنی آن همراه با نقشه های زیر ارائه شده است. سپس با استفاده از توابع همپوشانی این لایه ها با درجات عضویت آن با هم تلفیق و بعد از جمع وزنی ستون های نقشه نهایی و طبقه بندی آن در کلاس های مختلف ۳، سایت شناسایی و مکان یابی گردیده است. این مناطق به علت نزدیکی به هم امکان ادغام رداشته و زمینه ایجاد تاسیسات و تجهیزات وابسته جهت بازیافت زباله رانیز فراهم خواهد نمود. لازم به ذکر است که مناطق پیشنهادی در میان ۱۷۸ هزار پولیگون تشکیل شده ناشی از تلفیق لایه های اطلاعاتی انتخاب و در نقشه و تصویر ماهواره ای منطقه ارائه گردیده است.

۲- از منابع آب های سطحی حداقل ۱۰۰ متر فاصله داشته باشد (فاصله ۶۰۰ متر به بالا بهتر است).

۳- در مناطق پرباران مستقر نگردد.

۴- دارای خاک زیرین به ضخامت ۱۰ متر از جنس رس یا مواد مشابه باشد.

۵- در جهت بادهای غالب قرار نداشته باشد.

۶- از گسل ها و شکست های زمین حداقل ۸۰ تا ۱۰۰ متر فاصله داشته باشد.

۷- دارای دوره سیل خیزی حداقل ۱۰۰ ساله باشد.

۸- دارای خاک سطحی تا حد امکان از جنس رس سیلتی و در مرحله بعد از جنس شنی سیلتی باشد.

۹- شیب کمتر از ۴۰ درصد داشته باشد.

۱۰- دارای سنگ بستری تا حد امکان از جنس سنگ های آذرین باشد.

۱۱- از مراکز جمعیتی، هتل، رستوران، تاسیسات فرآوری خوراکی ها، مدارس و پارک های عمومی حداقل ۳۰۰ متر فاصله داشته باشد.

۱۲- از شبکه جاده های دسترسی حداقل ۸۰ متر و حداکثر ۱ کیلومتر فاصله داشته باشد.

۱۳- از شهرها حداقل ۲ تا ۳ کیلومتر و حداکثر ۲۰ کیلومتر (در صورت وجود چند ایستگاه انتقال تا ۴۰ کیلومتر فاصله) داشته باشد.

۱۴- جاده های دائمی مسیر آن عرضی حداقل برابر با ۶ تا ۷ متر داشته باشد.

۱۵- دارای کاربری های باارزش چون کشاورزی، جنگل، تالاب و مرتع نباشد.

۱۶- حداقل ۸ کیلومتر از فرودگاه فاصله داشته باشد.

۱۷- از مراکز تاریخی و باستانی (نواحی حساس و بحرانی) حداقل ۷۰۰ متر فاصله داشته باشد (بیش از ۳ کیلومتر بهتر است).

۱۸- قیمتی کمتر از ۵۰ درصد قیمت گرانترین محل اطراف را داشته باشد.

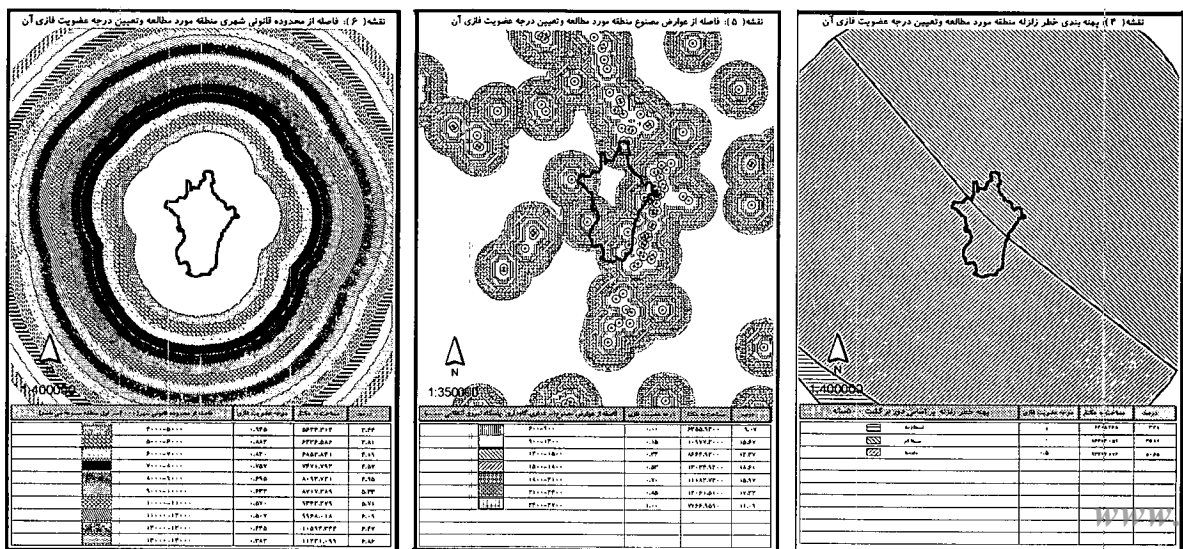
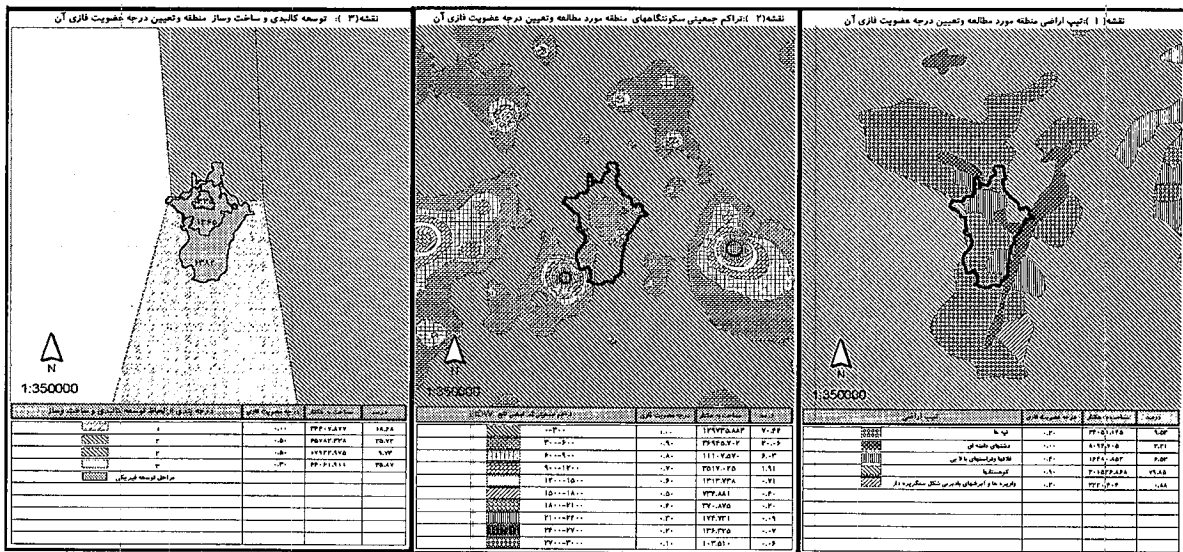
۱۹- دارای عمری معادل حداقل ۲۰-۱۵ سال باشد (حیدرزاده، ۱۳۸۰، ص ۳۲).

مکان سابق دفع مواد زائد جامد شهری سنندج در اطراف جاده قدیم مریوان در فاصله ۵ کیلومتری شهر سنندج در دهه ۶۰، منطقه مناسبی بوده که حاکی از مکان گزینی بهینه و برنامه ریزی شده ای بود که در آن پارامترهای طبیعی، محیطی و مصنوعی که باعث آلودگی کمتر زیست محیطی گردد تا اندازه زیادی رعایت شده بود. اما مکان گزینی محل فعلی دفع زباله این شهر در نواحی جنوبی شهر سنندج با توجه به پارامترهای ضعیف مکان گزینی شده در مبحث گذشته لزوم مکان یابی محل جدیدی را برای دفع زباله تولیدی این شهر ایجاب می کند. در پژوهش حاضر با در نظر گرفتن محدوده ای به شعاع ۲۰ کیلومتر در اطراف محدوده قانونی شهر سنندج بالغ بر ۱۸ لایه طبیعی و مصنوعی با استفاده از روش های مختلف ترکیبی چون ایندکس اورلی و منطق فازی با هم ترکیب شده و با تعیین

مهمترین ویژگی‌های مناطق سه گانه یافته شده به قرار زیر است:

- ۱- از نظر پوشش گیاهی اراضی بایر، پوشش کم تا متوسط گیاهان استپی، چراگاه اتفاقی می باشد.
- ۲- از نظر کاربری اراضی مرتع متوسط و ضعیف می باشد.
- ۳- از نظر فاصله از منابع آبی در حدود ۳۰۰۰ متر می باشد.
- ۴- از نظر فاصله از عوارض مصنوعی (تاسیسات و تجهیزات شهری، کشتارگاه، مراکز نظامی،...) به طور میانگین ۲۰۰۰ متر می باشد.
- ۵- از نظر ارتفاع از سطح دریا به طور میانگین ۸۵۰ متر می باشد.
- ۶- از نظر جهت و فراوانی باد جز مناطق کم شدت می باشد.
- ۷- میانگین میزان بارندگی ۲۵ سال اخیر آن ۴۶۵ میلی متر می باشد.
- ۸- از نظر تیب اراضی در مناطق کوهستانی می باشد.
- ۹- از نظر تراکم جمعیتی از نزدیکترین سکونتگاه انسانی ۲۰۰۰ متر فاصله دارد.
- ۱۰- از نظر خاک شناسی در گروه خاک‌های خیلی کم عمق سنگلاخی همراه با سنگریزه زیاد قرار می گیرد.

- ۱۱- از نظر جهت توسعه شهری نسبت به سایر نواحی اطراف شهر کمترین ساخت و ساز را در ۳۰ سال اخیر داشته است.
- ۱۲- از نظر پهنه بندی خطر زلزله در مناطق نسبتاً کم خطر قرار می گیرد.
- ۱۳- میانگین شیب منطقه ۳۰ درصد می باشد. (قابل توجه آنکه میانگین شیب اطراف شهرسندج نیز ۳۰ درصد می باشد).
- ۱۴- میانگین فاصله نسبت به شهرسندج ۸۰۰۰ متر می باشد.
- ۱۵- میانگین فاصله هر ۳ سایت نسبت به راه‌های ارتباطی ۱۲۰۰ متر می باشد. (در فاصله ۲۰ کیلومتری راه سندج-همدان).
- ۱۶- میانگین فاصله نسبت به فرودگاه سندج ۱۲۰۰۰ متر می باشد.
- ۱۷- میانگین فاصله نسبت به محدوده قانونی شهر سندج ۷۰۰۰ متر می باشد.
- ۱۸- میانگین فاصله نسبت به گسل‌های اصلی اطراف شهر ۳۰۰ متر می باشد.



کارکرد شهر و منطقه را فراهم نماید. از اینرو حفظ و حفاظت از پهنه های زیست محیطی با ارزش اطراف شهر از جمله محل فعلی دفن زباله و مکان یابی اصولی اماکن جدید که تبعات منفی کمتری بر محیط داشته و توسعه پایدار آن رابه خطر نیندازد لازم و ضروری است.

۳- همراه با افزایش تولید زباله های خانگی و بیمارستانی و مواد شیمیایی خطرناک همراه آن، توجه به برنامه های بازیافت زباله، کمپوست و صنایع وابسته به آن لازم و ضروری است.

۴- مدل تلفیق اطلاعات مصنوع و طبیعی که با استفاده از منطق فازی و پیاده سازی آن در سیستم س.م.ل بوده است برای تمام مناطقی از ایران که اقلیمی مشابه با استان کردستان دارند قابل پیاده سازی است.

۵- نواحی سه گانه مکان یابی شده در این پژوهش، نیازهای این شهر را در ۱۵ سال آینده پاسخ داده و باتوجه به قرارگیری آن در یک شعاع ۱/۲ کیلومتری، امکان ایجاد تاسیسات و تجهیزات بازیافت زباله نیز وجود دارد.

در خاتمه پیشنهاد می گردد ضمن ارزیابی اثرات زیست محیطی محل دفن زباله شهر سنندج، تبلیغات فرهنگی بیشتری جهت ارتقاء سطح آگاهی های عمومی مردم در مورد تفکیک زباله در مبداء و تهیه کمپوست از پسماند شهر سنندج صورت گیرد تا بتوان آن را در جهت تقویت خاک های کشاورزی آن منطقه به کار گرفت.

مکانی و جغرافیایی مطلوبی سود می برد، اما با توجه به افزایش شدید جمعیتی این شهر در ۲۵ سال اخیر و پر شدن فضاهای خالی و مساعد این مکان، لزوم مکان گزینی جایگاه دیگری احساس می شد.

۲- مکان گزینی محل کنونی دفن مواد زائد جامد شهری سنندج از لحاظ بسیاری از پارامترهای محیطی همچون دوری از آب های زیرزمینی، اراضی زراعی، سکونتگاه های انسانی و تاسیسات و تجهیزات شهری، فرودگاه، خاک مناسب، روند توسعه فیزیکی شهر، هیپسومتریک، شیب، جهت شیب، جهت باد، آب های سطحی و ... بدون در نظر گرفتن ضوابط و معیارهای مکان یابی محل دفن زباله انجام گرفته و نوع ملموسی از مدیریت ضعیف شهری و منطقه ای می باشد که پایداری آتی ناحیه رابه شدت تهدید میکند. از طرف دیگر پدیده آینده شهر سنندج که تا سال ۱۴۰۰ ممکن است پیش آید ناشی از رشد و سرعت توسعه شهرنشینی، شکل گیری منطقه شهری، اسکان مهاجرین و جمعیت روستاهای دوشان، حسن آباد، نایسر و ... باشد. تدوین برنامه ها و طرح هایی برای هدایت و کنترل رشد و توسعه در محدوده منطقه شهری می تواند به جلوگیری و کاهش میزان آسیب ها و خسارت های غیرقابل جبران به منابع حیاتی زیستی، اراضی مرغوب کشاورزی، مناطق بیلاقی، گذران اوقات فراغت در اطراف ورودی و خروجی های مسیر کرمانشاه و همدان کمک نماید و شرایط مناسب برای

فهرست منابع:

- حبیبی، کیومرث (۱۳۸۰)، "بررسی روند و الگوی توسعه فیزیکی شهر سنندج با استفاده از GIS و "RS پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران. حیدرزاده، نیما (۱۳۸۰)، "معیارهای مکان یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری"، انتشارات سازمان شهرداریهای کشور.
- خراسانی، نعمت.ا. و نژاد کورکی، فرهاد (۱۳۷۹)، "استفاده از GIS برای تعیین محل مناسب دفن زباله در مناطق خشک"، مجله بیابان، جلد ۵، شماره ۱.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ شهر سنندج.
- سازمان زمین شناسی کشور، نقشه زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰ شهر سنندج.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کردستان (۱۳۷۵)، "طرح جامع توسعه اقتصادی-اجتماعی استان کردستان"، مهندسین مشاور هامون.
- سازمان مسکن و شهرسازی استان کردستان (۱۳۷۲)، "طرح تفصیلی شهر سنندج"، مهندسین مشاور فرافزا.
- سازمان هواشناسی کشور (۱۳۷۴-۱۳۷۹)، سالنامه آماری هواشناسی کل کشور.
- سعیدنیا، احمد (۱۳۷۸)، "مواد زائد جامد شهری"، مرکز مطالعات برنامه ریزی شهری.
- عبدلی، محمدعلی (۱۳۷۹)، "مدیریت دفع مواد زائد جامد شهری (۲ جلد)"، مرکز مطالعات برنامه ریزی شهری وزارت کشور.
- علیمحمدی، عباس (۱۳۸۱)، "جزوه درسی تحلیل فضایی مکانی با استفاده از GIS"، دوره دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران.
- عمرانی، قاسم علی (۱۳۶۴)، "دفن بهداشتی زباله ..."، انتشارات جهاد دانشگاهی.
- فرهادی، علی (۱۳۷۸)، "بررسی روشهای دفع زباله خانگی و اماکن بازیافت آنها در شهر کرج"، پایان نامه کارشناسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ماهنامه تاسو (۱۳۸۲)، "اولین جشنواره فوت فرنگی در سنندج"، شماره ۳۴.
- مرکز سنجش از دور ایران (۱۳۸۰)، "تصاویر ماهواره ای لندست شهر سنندج در ۷ باند مختلف".
- نیلیچیان، سیامک (۱۳۸۱)، "مکان یابی مراکز جمع آوری و تفکیک زباله با GIS در منطقه ۲۲"، پایان نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی دکتر فرشاد نوریان.
- وزارت جهاد کشاورزی، مرکز تحقیقات خاک و آب (۱۳۸۰)، "نقشه تناسب اراضی و خاک شناسی ۱/۲۵۰۰۰ شهر سنندج".
- وزارت کشور (دفتر برنامه ریزی عمرانی) (۱۳۸۰)، اطلاعات عمران و توسعه شهرداری های استان کردستان.
- همشهری (۱۳۸۳)، "۱۸ میلیون کیلو زباله در روز"، شماره ۲۲۴۷.
- یغمائیان، کامکار (۱۳۸۲)، "تجزیه مواد"، فصلنامه آموزشی-پژوهشی مدیریت پسماند، شماره ۱.

Aurobindo ogra, (2003), "Logistics Management and Spatial Planning for Solid Waste Management System using Geographic information System", urban planning, map Asia conference.

Eastman, I.R. (1995), "Ildrisi for windows" clarkobs for cartographic Technology and Geographic Analysis Clark University USA.

ESRI Incorporation, (1990), "understanding, GIS, Arc/info method", California, USA.

ESRI Incorporation, (1996), "using Arc view GIS", California, USA.

ESRI, (1997), "Arc view 3D Analyst", USA.

ESRI, (1998), "Introduction Spatial Analyst", USA.

Kevin krizek , Joe power,(1996), "A planners Guide to sustainable development", American planning Association(APA).

MC Donell, Karen Kemp, (1995), "International GIS Dictionary", Milton Road, Cambridge.

Shri vastava and nathawat,(2003), "selection of potential waste disposal sites around Ranchi urban complex using remote sensing and GIS techniques", urban planning, map Asia conference.

William Hendrix and David buckly,(1992), "use of GIS for selection of sites for land application of sewage waste", journal of soil and water conservation.

www.google.net,(2005).