نشریه هنرهای زیبا • شماره ۲۳ • پاییز ۱۳۸۴
Archive of SID

مکان‌یابی 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: ۸۳/۶/۱۴
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 محدودهٔ قانونی شهر، فاصله از جاده، فرودگاه، کاربری اراضی، قابلیت اراضی، عوارض مصنوع (روستا، تأسیسات و تجهیزات شهری، معادن ...) گسل، روند توسعه فیزیکی شهر سنندج، آب‌های سطحی، جهت باد، تراکم جمعیتی، خاکشناسی، هیپستومتریک (طبقات ارتفاعی) ، شیب، جهت شیب، پوشش گیاهی، تیپ اراضی، زمین شناسی،... از طریق مدل‌های مختلف تلفیق اطلاعات و نقشه‌ها که بر اساس مدل منطق فازی(Fuzzy Logic) ترکیب شده‌اند و ژئورفرنس نمودن این داده ها و مدل‌ها با تصاویر ماهواره‌ای منطقه در شعاع ۲۰ کیلومتری در شمال شرقی شهر سنندج در ۳ حوزهٔ مختلف مکان گزینی گردیده ودر تصویر ماهواره‌ای لندست سال ۲۰۰۲ منطقه ونقشه 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 بافتهای فرسوده شهری با استفاده از fuzzy logic و GIS" بوده که از سال ۱۳۸۳ در دانشگاه تهران در حال انجام است.

** دکتری برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای و عضو هیات علمی دانشگاه تهران . rfarhudi@yahoo. com

*** عضو هیات علمی دانشگاه کردستان و دانشجوی دورهٔ دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه تهران ومدرس گروه شهرسازی دانشگاه علم و صنعت تهران و مازندران. habibi_ki@yahoo. co.uk

**** فوق لیسانس برنامه ریزی شهری دانشگاه تربیت مدرس وکارشناس ارشد شهرداری تهران.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

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، ص۱۱). 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 نوبهٔ 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 دههٔ 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 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 زبالهٔ 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 سالیانه ۷۶۶ کیلوگرم زباله وارد چرخهٔ 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 زبالهٔ شهر سنندج در اطراف جادهٔ قدیم مریوان در شمال شرقی سنندج نسبت به محل کنونی دفن زباله در فاصلهٔ ۱۰ کیلومتری این شهر در یک کیلومتری جادهٔ 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 وتوسعه پایدارناحیه جنوبی این شهر رابا بحران مواجه ساخت.

ادبیات موضوع

۱-ابعاد کلان

عملیات دفن زائدات، تا نیمهٔ قرن گذشته مبتنی بر روش‌های مهندسی و حفاظت از محیط زیست نبود تا اینکه از سال ۱۹۵۰ به‌بعد 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 می‌شود (یغمائیان، ۱۳۸۲، ص۴). در کشور کانادا در ایالت کبک عقاید عمومی در باب مدیریت مواد زائد اهمیت خاصی دارد، زیرا همهٔ شهروندان تولید کنندگان زباله هستند و پیامدهای آن با محیط زیست‌شان کاملاً مرتبط است. به دنبال درخواست شهروندان مبنی بر ایجاد یک محل دفن بهداشتی و مطمئن، کمیتهٔ شهروندی در ادامهٔ فعالیت‌های خود محل دفن(سن-کم لینیر) را احداث نمود. بعد از بررسی شرایط محیطی و انسانی پروژهٔ 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 زباله ها در حد صفر راه درازی در پیش است ازاین رو مکان یابی محل مناسب جهت دفن مواداز ضروریات طرح‌های توسعه شهری است . به صورتی که در ایالت کبک کانادا، چاتانوگا ، واشنگتن، برتلند، ماساچوست امریکا مدیریت ومکان یابی صحیح محل دفن مواد زائدجامد به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار محسوب می شودوانجمن معتبربرنامه ریزی آمریکا آن را از اهداف مهم برنامه های کوتاه و دراز مدت ایالات کالیفرنیا، سیاتل، چاتانوگا، واشنگتن، ماساچوست جهت رسیدن به پایداری درقرن۲۱ذکر می‌کند (kerizek and power, 1996, 121) .

۲-ابعاد خرد

• در سال۱۹۹۲ **ویلیام هندریکس و دیوید باکلی** در پژوهشی با عنوان کاربرد GIS در مکان یابی محل دفن مناسب زباله در ایالت ورمونت آمریکا، منطقه ای ۲۱۰هکتاری را از لحاظ شاخص‌های فیزیکی و اقتصادی چون خاک مناسب، عمق سنگ

www.SID.ir

Archive of SID

مادر، کاربری زمین، آب‌های سطحی و زیر زمینی، پهنه‌بندی ارتفاعی... مورد ارزیابی قرار داده ومکان مناسب دفن زباله رادر 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، گسل‌ها، شیب زمین، نوع سنگ مادروخاک، آب‌های سطحی وعمق آب زیر زمینی، مراکز شهری، شبکه ارتباطی موجود، فاصله از فرودگاه،... با استفاده ازاین سیستم‌ها ووزن دهی به‌شاخص‌ها از طریق مقایسات زوجی ۵محل مجزا در اندازه‌های مختلف راجهت دفن زباله این شهر ۸۰۰ هزار نفری انتخاب نمودند (Vastava and Nathawat, 2002, 13).

● در سال ۱۳۸۱ **سیامک نیلچیان** در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی مراکز جمع آوری و تفکیک زباله با GISدر منطقه ۲۲ تهران باشناسایی کاربری های خدمات عمومی در منطقه همچون تجهیزات شهری، خدمات شهری وعمومی، معیارهایی چون شیب زمین، اهمیت معماری وباستانی، اکولوژی طبیعی حساس، مالکیت، نظام تفکیک قطعات رابه کار گرفته وباحذف این نقاط حساس در میان محل‌های بازمانده با استفاده از شاخص وزن دهی گزینه های دارای بیشترین امتیاز رادر ۱۴محل شناسایی می‌نماید. سپس بادر نظر گرفتن جهت شیب، جهت باد، تاثیر برچشم اندازهای شهری، فاصله از محل دفن با سنجش گزینه های ۱۴گانه باهم بهترین مکان رادر گزینه۹که منطبق برشمال آزادراه تهران -کرج در اطراف پارک چیتگرمی باشد به عنوان گزینه برتر پیشنهاد می‌نماید (نیلچیان،۱۳۸۱).

● در سال ۱۳۶۵ **دکتر قاسم علی عمرانی** در پژوهش خود با عنوان دفن بهداشتی زباله مباحثی در زمینه انتخاب و آماده‌سازی محل، روش‌های کنترل آلودگی، تکنیک‌های 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 **نیماحیدرزاده** در اثر کوتاه و باارزش 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(حیدرزاده، ۱۳۸۰).

● **خراسانی و کورکی** با استفاده ازسیستم 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 کاربرده‌اند و محل مناسب را در ۷ کیلومتری شهر کرمان مکان گزینی کرده اند(خراسانی، ۱۳۷۹ ، ص۵۹).

● **فرهادی و همکاران** در بررسی خود برروی روش‌های دفع زباله های خانگی و امکان بازیافت آنها در شهر کرج شیوه‌های متداول همچون دفن بهداشتی، سوزاندن در کوره ها و بازیافت زباله‌ها را در این شهر مورد بررسی قرار داده و اهمیت بازیافت را به دو روش قبلی اثبات می نمایند (فرهادی، ۱۳۷۸ ، ص۱۹). علاوه بر این افرادی چون نارایان (۱۹۹۸) دنیل (۱۹۹۴) هاتزینکل (۲۰۰۲) جانسون(۱۹۸۲) رابرت (۱۹۸۳) اوربیندو (۲۰۰۳) رائو (۱۹۹۷) هانستوک (۱۹۸۳) میشل (۱۹۸۵) سالواتوره (۱۹۸۲) وبانک جهانی(۱۹۸۷، ۲۰۰۲) پژوهش‌های مشابهی را انجام داده اند (Googel ,net ,2005).

مراحل و روش بررسی روش بررسی در این پژوهش مبتنی بر چهار مرحلهٔ اصلی بوده است:

۱ـ مرحله مطالعات کتابخانه‌ای
۲ـ مرحله مطالعات میدانی و محلی
۳ـ مرحله مطالعات آزمایشگاهی
۴ـ تجزیه و تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری
(نمودار ۱)

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

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

۱ـ 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.

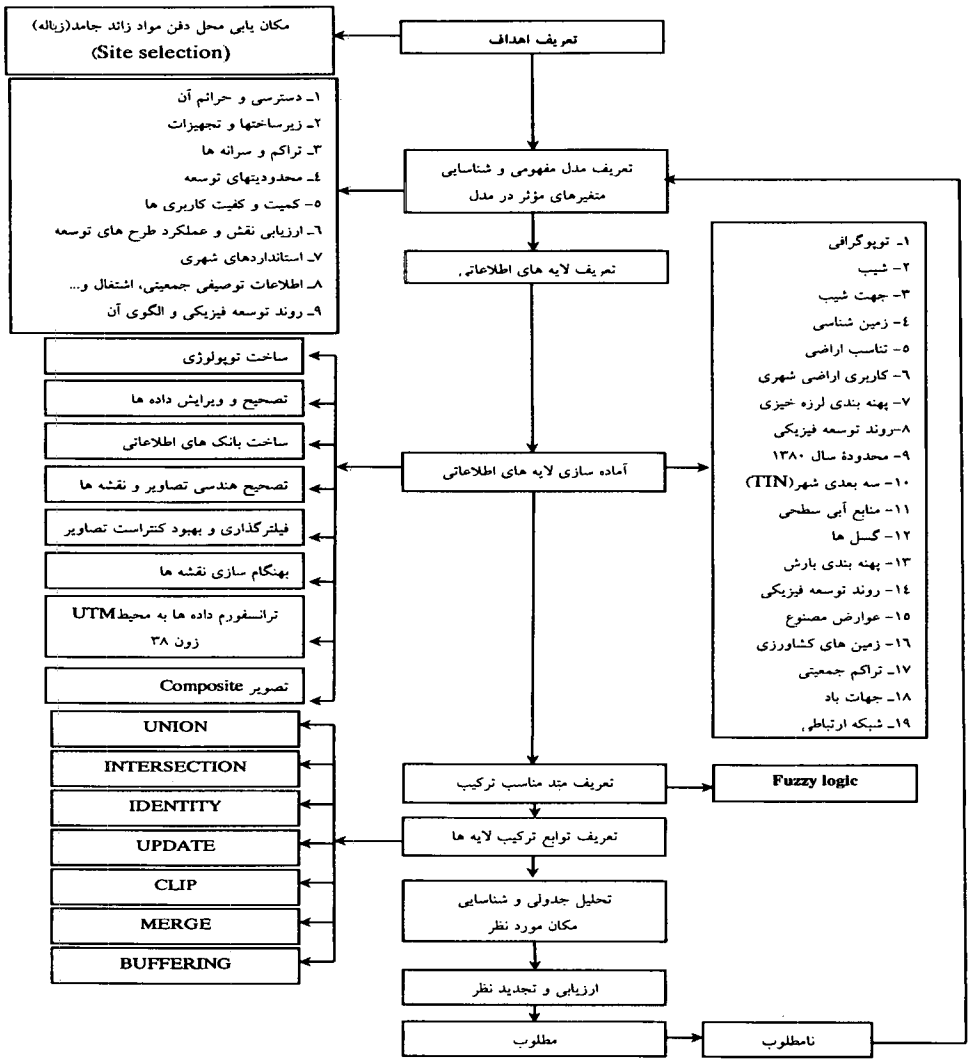
۲ـ منطق همپوشانی (Index Overlay) یا رویهم گذاری: در این مدل به عوارض مختلف و کلاس‌های متفاوت موجود وزن‌های مختلف داده شده و ترکیبات انعطاف پذیری از نقشه ها بدست می‌آید که دامنه ای از اعداد را دربر می گیرد.

۳ـ 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. درجهٔ عضویت پذیری، اجتماع و اشتراک، متمم، ضرب، جمع، گاما توان‌های اساسی این مدل تلفیق محسوب می شوند. برای ایجاد لایه‌ها 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 راه‌های ارتباطی و یا گسل مورد

www.SID.ir

Archive of SID

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



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

$$F(x)=\begin{cases} \text{امتیاز (۱)} \rightarrow \text{متر } ۱۰۰۰ \geq x \text{ اگر} \\ \text{امتیاز} = \dfrac{Xmax - X}{\Delta x} \rightarrow \text{متر } ۴۰۰۰ \geq x \geq ۱۰۰۰ \text{ اگر} \\ \text{امتیاز (۰)} \rightarrow x \geq ۴۰۰۰ \text{ اگر} \end{cases}$$

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. بااین وجود از کاربردی ترین مدل‌های تلفیق در علوم مختلف از جمله برنامه ریزی شهری است که در این پژوهش مورد استفاده قرارگرفته است.

۴ـ منطق احتمالات:(Probability Logic) که در آن با استفاده از مدل‌های ضریب تطبیق، شاخص کاپا، آنتروپی، شاخص موران، کرامر ... لایه های مختلف اطلاعاتی با هم تلفیق شده و به صورت دو یا چند لایه تحلیل می شوند.

۵ـ 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، ص۳۰).

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

یافته ها

۱ـ 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، پائیز، زمستان به ترتیب ۱۷۰، ۱۷۰، ۱۵۰، ۱۴۰ تن

www.SID.ir

Archive of SID

در روز بوده که برآورد سالیانه ای معادل ۶۳۰ تن در روز را نشان می دهد.

به عبارتی میزان تولید سالیانهٔ این شهر معادل ۵۱۱۰۰۰ مترمکعب می‌باشد. 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، ص۲۱). با توجه به این معیارها مفروضات زیر را در مورد زباله تولیدی شهر سنندج می توان صادق دانست:

۱ـ با فرض ۶۳۰ تن زباله تولیدی شهر سنندج در هر روز میزان تولید زباله شهر در سال معادل ۲۲۹۹۵۰ تن خواهد بود.

۲ـ با فرض اینکه هر متر مکعب زباله معادل ۴۵۰ کیلوگرم خواهد بود تولید روزانهٔ شهر سنندج برابر ۱۴۰۰ مترمکعب و تولید سالیانه معادل ۵۱۱۰۰۰ مترمکعب خواهد بود.

۳ـ 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 زبالهٔ تولیدی در لایه ای به عمق ۵ متر دفن شود این نیاز به ۱۰/۲ هکتار خواهد رسید.

مطالعات جامع توسعه اقتصادی ـ اجتماعی استان کردستان میزان زبالهٔ 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، ص۳۱۴). 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 می‌دهد 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 زبالهٔ صنعتی و۳/۵ تن زبالهٔ 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.

۳ـتجهیزات جمع آوری زباله

بیشتر زباله های تولیدی در کیسه های پلاستیکی و به وسیلهٔ ماشین آلات خدمات شهری مناطق مختلف شهری در ساعات ۲۱ تا ۵ صبح جمع آوری و به محل دفن آن واقع در جادهٔ سنندج ـ 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 کانتینر حمل زباله این مواد جامد به محل دفن منتقل می شود.

۴ـمحل دفن زباله شهر سنندج

محل کنونی دفن زبالهٔ شهر سنندج در محدودهٔ استحفاظی این شهر و در فاصلهٔ ۱۰ کیلومتری در فاصلهٔ ۴۰۰ متری جادهٔ اصلی ترانزیتی سنندج ـ کرمانشاه که ارتباط شمال غربی و جنوب غربی ایران را برقرار می سازد و مابین اراضی کشاورزی ۳ روستای چناره، چنو، کیلک (روستاهای مثلثی شکل) و ۶۰۰ متری رودخانهٔ قشلاق واقع شده است. نقشه های متعدد محیطی و تصاویر ماهواره‌ای 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 آب‌های 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 کارخانهٔ کمپوست در شهر سنندج و استان کردستان

شهر و استان	متوسط وزن زبالهٔ شهری تولید شده سال ۱۳۷۸ (تن در روز)				سرانهٔ زبالهٔ تولیدی سال ۱۳۷۸(کیلوگرم در روز)	حجم زبالهٔ پیش بینی شدهٔ تولیدی سال۱۳۸۱
	بهار	تابستان	پائیز	زمستان	جمع کل	
شهر سنندج	۱۷۰	۱۷۰	۱۵۰	۱۴۰	۶۳۰	۲/۱	۶۸۲
نقاط شهری استان کردستان	۶۴۷	۶۴۲	۶۳۹/۵	۵۶۴	۲۴۹۲	۳/۲	۲۵۶۰

جدول(۲): تولید روزانهٔ زباله در فصول مختلف و سرانهٔ تولیدی سال ۱۳۷۸ و پیش بینی شدهٔ ۱۳۸۱

شهر و استان	جمعیت ۱۳۷۵	جمعیت ۱۳۷۸	جمعیت ۱۳۸۱	درصد جمعیت تحت پوشش خدمات جمع آوری زبالهٔ شهری(۱۳۷۵)	تعداد کارخانهٔ کمپوست(۱۳۷۸)
شهر سنندج	۲۷۷۸۰۸	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 زبالهٔ شهر سنندج در موقعیت X = ۶۸۱۳۸۵، y = ۳۸۹۴۸۹۱ در سیستم تصویر UTM از موقعیت فضایی کاملاً نامساعدی برخوردار است. مهمترین دلایل این امر را می توان به‌صورت زیر عنوان کرد:

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

www.SID.ir

Archive of SID

قرار دارد(ئاسو،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 ۳ روستای چنو، کیلک و چناره نوعی ناسازگاری کاربری های محیطی را نشان می‌دهد.

۲ـ ترسیم گلباد شهر سنندج براساس داده های اقلیمی ۵ سال اخیر نشان می دهد که مهمترین بادهای شهر سنندج از منطقهٔ جنوب شهر در امتداد رودخانهٔ قشلاق می وزد. حال آنکه مکان یابی محل دفن زباله نباید در جهت بادهای غالب منطقه انجام گیرد. چنین وضعیتی در مورد محل کنونی کاملاً صادق است و در جهت صددرصد موافق با بادهای غالب واقع شده است.

۳ـ فاصلهٔ این محل از منابع آب های سطحی در بعضی نقاط کمتر از ۱۰۰ متر است. در صورتی که فاصلهٔ این مکان از آب های سطحی از ۶۰۰ متر به بالاتر مطلوب است (وزارت کشور، ۱۳۸۰، ص۳۲). این محل در فاصلهٔ ۵۰۰ متری رودخانهٔ اصلی شهر سنندج در امتداد محور ارتباطی سنندج ـ کرمانشاه واقع شده است. علاوه بر آن ده‌ها چاه زیرزمینی نیمه عمیق منطقه در اطراف زمین‌های کشاورزی در منطقه ای بنام قهوه خانهٔ ملا زمین‌های زراعی منطقه را آبیاری می‌کنند. حال آنکه محل فعلی در شعاع ۱ کیلومتری آن قرارمی گیرد.

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

۵ـ شیب منطقه در پاره ای از موارد از استاندارد کمتر از ۴۰ درصد بیشتر می باشد.

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

۷ـ نقشه روند توسعه فیزیکی شهر سنندج نشان می دهد که در ۴۰ سال اخیر ۹۰ درصد توسعه های فیزیکی این شهر به سمت جنوب و جنوب شرقی شهر بوده است. و در صورت ادامهٔ چنین روندی در ۲۰ تا ۳۰ سال آینده محل فعلی دفن زباله در محدودهٔ شهری سنندج قرار می گیرد.

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

۹ـ 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، ص۱۴۴). اما عمر مفید زمین کنونی دفن زبالهٔ استان کردستان از جمله شهر سنندج حداکثر برای یک دورهٔ زمانی ۹ ساله می باشد(همان منبع، ص۹۸).

معیارها و مکان یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری سنندج

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

۱ - شیب زمین: در این مدل شیب به عنوان یک پارامتر فیزیکی به‌حساب می آید، 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 می شود. از این رو بهترین شیب ممکن ۶ـ۳ درصد بوده است.

۲ـ بارش: به هنگام بارندگی و همراه با فرسایش خاک پوشش زباله و حرکت شیرابه، مواد آلاینده شیمیایی و آلی زباله ها در اطراف محل دفن تسریع می کند که علاوه بر مسائل آلودگی آب‌های سطحی، با حذف پوشش زباله موجب تکثیر و رشد حشرات و جوندگان موذی را فراهم می آورد. از این رو مناطقی با بارش کمتر نسبت به مناطق پرباران درجهٔ عضویت بالاتری را کسب می نماید.

۳ـ جهت باد: یکی از مشکلات مهم محل‌های دفن زبالهٔ بوی نامطبوعی است که از آن متساعد می شود. حال اگر این مکان گزینی در اطراف سکونتگاه‌های انسانی همچون روستا انجام گیرد، مشکل دوچندان می شود. 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 زبالهٔ سنندج از این عامل منفی بهره می‌گیرد.

۴-عمر متوسط زمین دفن: زمین مورد نیاز دفن زباله به علت تغییرات جمعیتی معمولا برای یک دوره ۲۰-۴۰ساله در نظر گرفته می‌شود طبق تحقیقات انجمن علمی آمریکا (APA) در مورداندازه 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 بااین عنوان در سال ۸۰ منتشر نموده، اما به نظر می رسد که باتوجه به محدودیت‌ها و پتانسل‌های محیطی هر ناحیه لازم است که این معیارها بازنگری گردد. به منظور انجام صحیح یک فرایند مکان یابی محل دفن می توان به عنوان یک دستورالعمل اولیه و مقدماتی مناسب از موارد زیر پیروی نمود:

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

www.SID.ir

Archive of SID

۲ـ از منابع آب‌های سطحی حداقل ۱۰۰ متر فاصله داشته باشد (فاصلهٔ ۶۰۰ متر به بالا بهتر است).
۳ـ در مناطق پرباران مستقر نگردد.
۴ـ دارای خاک زیرین به ضخامت ۱۰ متر از جنس رس یا مواد مشابه باشد.
۵ـ در جهت بادهای غالب قرار نداشته باشد.
۶ـ از گسل‌ها و شکست‌های زمین حداقل ۸۰ تا ۱۰۰ متر فاصله داشته باشد.
۷ـ دارای دورهٔ سیل خیزی حداقل ۱۰۰ ساله باشد.
۸ـ دارای خاک سطحی تا حد امکان از جنس رس سیلتی و در مرحلهٔ بعد از جنس شنی سیلتی باشد.
۹ـ شیب کمتر از ۴۰ درصد داشته باشد.
۱۰ـ دارای سنگ بستری تا حدامکان از جنس سنگ‌های آذرین باشد.
۱۱ـ از مراکز جمعیتی، هتل، رستوران، تأسیسات فرآوری خوراکی‌ها، مدارس و پارک‌های عمومی حداقل ۳۰۰ متر فاصله داشته باشد.
۱۲ـ از شبکهٔ جاده های دسترسی حداقل ۸۰ متر و حداکثر ۱ کیلومتر فاصله داشته باشد.
۱۳ـ از شهرها حداقل ۲ تا ۳ کیلومتر و حداکثر ۲۰ کیلومتر (در صورت وجود چند ایستگاه انتقال تا ۴۰ کیلومتر فاصله) داشته باشد.
۱۴ـ جاده های دائمی مسیر آن عرضی حداقل برابر با ۶ تا ۷ متر داشته باشد.
۱۵ـ دارای کاربری های باارزش چون کشاورزی، جنگل، تالاب و مرتع نباشد.
۱۶ـ حداقل ۸ کیلومتر از فرودگاه فاصله داشته باشد.
۱۷ـ از مراکز تاریخی و باستانی (نواحی حساس و بحرانی) حداقل ۷۰۰ متر فاصله داشته باشد(بیش از ۳ کیلومتر بهتر است).
۱۸ـ قیمتی کمتر از ۵۰ درصد قیمت گرانترین محل اطراف را داشته باشد.
۱۹ـ دارای عمری معادل حداقل ۲۰ـ۱۵ سال باشد (حیدرزاده، ۱۳۸۰، ص۳۲).

مکان سابق دفع مواد زائد جامد شهری سنندج در اطراف جاده قدیم مریوان در فاصلهٔ ۵ کیلومتری شهر سنندج در دههٔ ۶۰، منطقه مناسبی بوده که حاکی از مکان گزینی بهینه و برنامه‌ریزی شده ای بود که در آن پارامترهای طبیعی، محیطی و مصنوع که باعث آلودگی کمتر زیست محیطی گردد تا اندازهٔ زیادی رعایت شده بود. اما مکان‌گزینی محل فعلی دفع زبالهٔ این شهر در نواحی جنوبی شهر سنندج با توجه به پارامترهای ضعیف مکان گزینی شده در مبحث گذشته لزوم مکان‌یابی محل جدیدی را برای دفع زبالهٔ تولیدی این شهر ایجاب می کند. در پژوهش حاضر با در نظر گرفتن محدوده‌ای به شعاع ۲۰ کیلومتر در اطراف محدودهٔ قانونی شهر سنندج بالغ بر ۱۸ لایه طبیعی و مصنوع با استفاده از روش‌های مختلف ترکیبی چون ایندکس اورلی و منطق فازی با هم ترکیب شده و با تعیین شروط و ضوابطی، وزن دهی مکان مورد نظر برای دفن مواد زائد جامد شهری که نیازهای آتی این شهر راحداقل در ۱۵ سال آینده پاسخ خواهد داد، در سه مکان مناسب اولویت بندی می گردد.

همچنان که گفته شدنظریه 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 متغییر های آن تعیین گردید .

$$\text{فاصله از عوارض مصنوع (تاسیسات و تجهیزات شهری، کشتارگاه،پمپ بنزین،مرغداری...)} = f1/x + f\ \frac{۲۷۰۰ - x}{۲۴۰۰} + f\ ۰/x$$

۶۰۰	۲۷۰۰	∝
۰	۶۰۰	۲۷۰۰

حداقل فاصله = ۶۰۰متر
حداکثر فاصله = ۲۷۰۰متر
تعداد کلاس = ۷ کلاس
دامنه داده ها = ۳۰۰متری

۱ = ۳۰۰/۲۴۰۰ - ۲۷۰۰ =کلاس اول
۰/۸۷ = ۶۰۰/۲۴۰۰ - ۲۷۰۰ =کلاس دوم
۰/۷۵ = ۹۰۰/۲۴۰۰ - ۲۷۰۰ =کلاس سوم

.....

$$\text{طبقات ارتفاعی (هیپسومتریک)} = f1/x + f\ \frac{x - ۲۰۰۰}{۲۰۰۰} + f\ ۰/x$$

۱۴۰۰	۲۰۰۰	∝
۰	۱۴۰۰	۲۰۰۰

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

۰/۳ - = ۲۰۰۰/۲۰۰۰ - ۱۴۰۰ =کلاس اول
۰/۲۷۵ = ۲۰۰۰/۲۰۰۰ - ۱۴۵۰ =کلاس دوم
۰/۲۴ = ۲۰۰۰/۲۰۰۰ - ۲۷۰۰ =کلاس سوم

برای تمامی لایه های به کار گرفته شده این عملیات تکرار شده است ونتایج وزنی آن همراه با نقشه های زیر ارائه شده است.

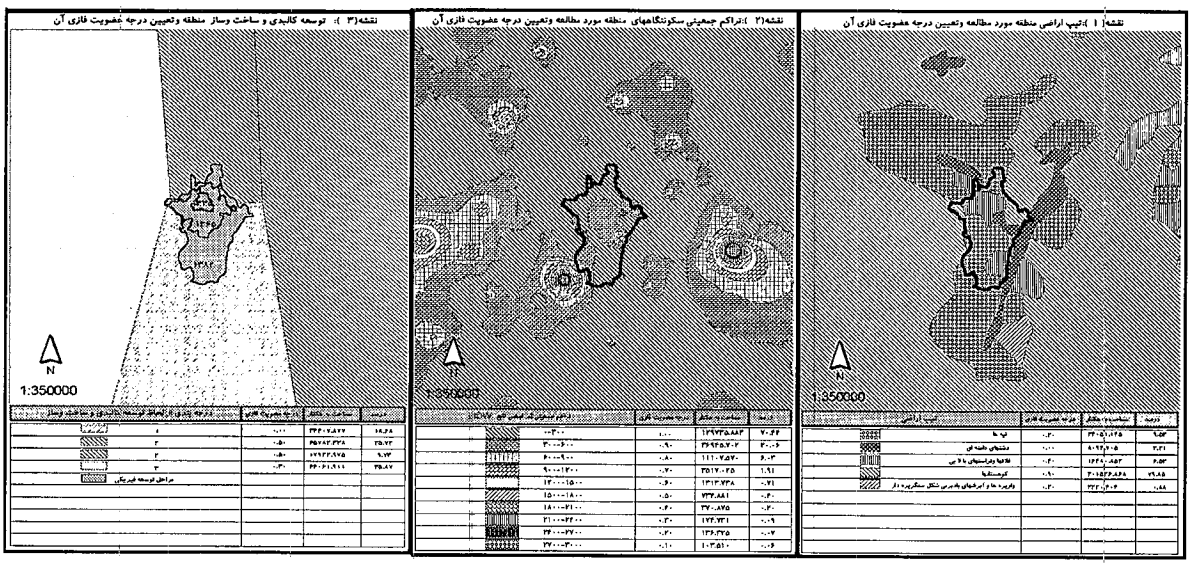
سپس با استفاده از توابع همپوشانی این لایه ها با درجات عضویت آن با هم تلفیق و بعداز جمع وزنی ستون‌های نقشه نهایی وطبقه بندی آن در کلاس‌های مختلف ،۳سایت شناسایی و مکان‌یابی گردیده است. این مناطق به علت نزدیکی به هم امکان ادغام راداشته وزمینه ایجاد تاسیسات وتجهیزات وابسته جهت بازیافت زباله رانیز فراهم خواهد نمود. لازم به ذکر است که مناطق پیشنهادی در میان ۱۷۸ هزار پولیگون تشکیل شدهٔ ناشی از تلفیق لایه های اطلاعاتی انتخاب و در نقشه و تصویر ماهواره ای منطقه ارائه گردیده است.

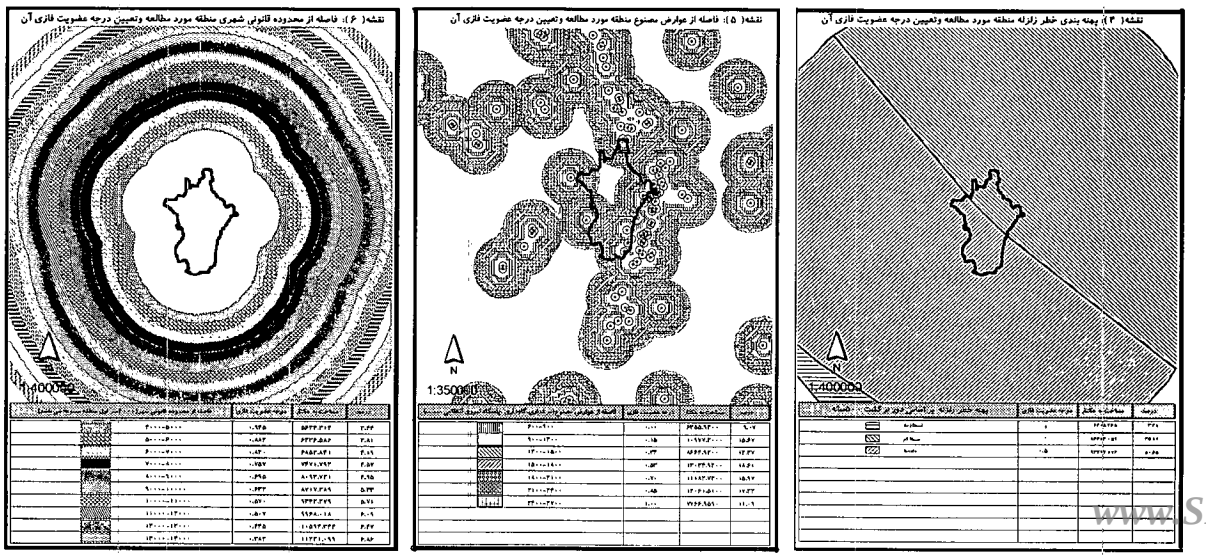
www.SID.ir

Archive of SID

مهمترین ویژگی های مناطق سه گانه یافته شده به قرار زیر است:

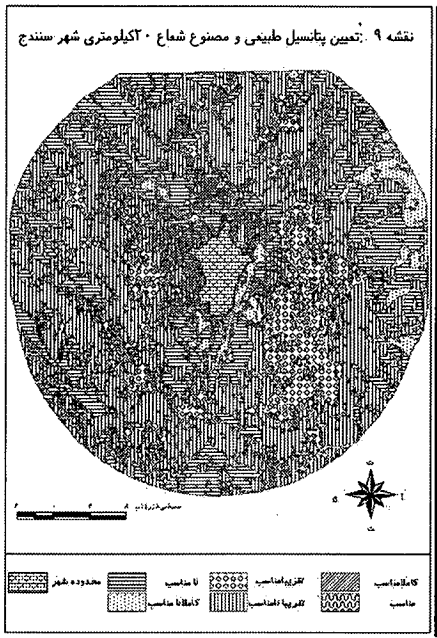
۱- از نظر پوشش گیاهی اراضی بایر، پوشش کم تا متوسط گیاهان استپی، چراگاه اتفاقی می باشد.
۲- ازنظر کاربری اراضی مرتع متوسط و ضعیف می باشد.
۳- از نظر فاصله از منابع آبی درحدود ۳۰۰۰ متر می باشد.
۴- از نظر فاصله از عوارض مصنوع(تاسیسات و تجهیزات شهری، کشتارگاه، مراکز نظامی،...) به طور میانگین ۲۰۰۰ مترمی باشد.
۵- ازنظر ارتفاع از سطح دریا به طورمیانگین ۸۵۰ مترمی باشد.
۶- از نظر جهت و فراوانی باد جز مناطق کم شدت می باشد.
۷- میانگین میزان بارندگی ۲۵ سال اخیرآن ۴۶۵ میلی‌متر می‌باشد.
۸- از نظر تیپ اراضی در مناطق کوهستانی می باشد.
۹- از نظر تراکم جمعیتی از نزدیکترین سکونتگاه انسانی ۳۰۰۰ مترفاصله دارد.
۱۰- از نظرخاک شناسی در گروه خاک‌های خیلی کم عمق سنگلاخی همراه با سنگریزه زیاد قرار می گیرد.
۱۱- از نظرجهت توسعه شهری نسبت به سایر نواحی اطراف شهر کمترین ساخت و ساز را در ۳۰ سال اخیر داشته است.
۱۲- از نظرپهنه بندی خطر زلزله در مناطق نسبتا کم خطر قرار می گیرد.
۱۳- میانگین شیب منطقه ۳۰ درصد می باشد. (قابل توجه آنکه میانگین شیب اطراف شهرسنندج نیز ۳۰ درصد می باشد).
۱۴- میانگین فاصله نسبت به شهرسنندج ۸۰۰۰ مترمی باشد.
۱۵- میانگین فاصله هر ۳ سایت نسبت به راههای ارتباطی ۱۳۰۰ مترمی باشد.(در فاصله ۳.۱ کیلومتری راه سنندج- همدان).
۱۶- میانگین فاصله نسبت به فرودگاه سنندج ۱۳۰۰۰ متر می‌باشد.
۱۷- میانگین فاصله نسبت به محدوده قانونی شهر سنندج ۷۰۰۰ مترمی باشد.
۱۸- میانگین فاصله نسبت به گسل های اصلی اطراف شهر ۳۰۰ مترمی باشد.

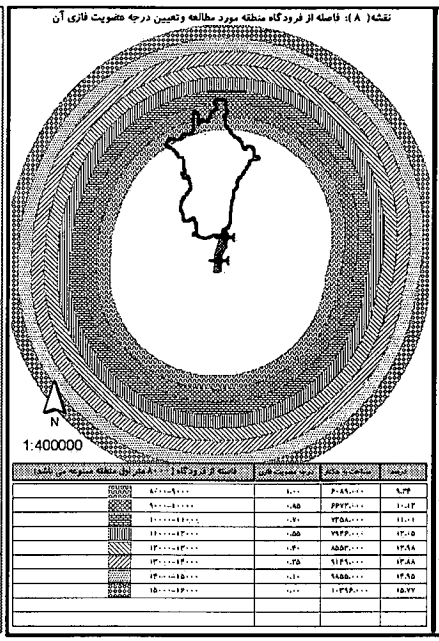


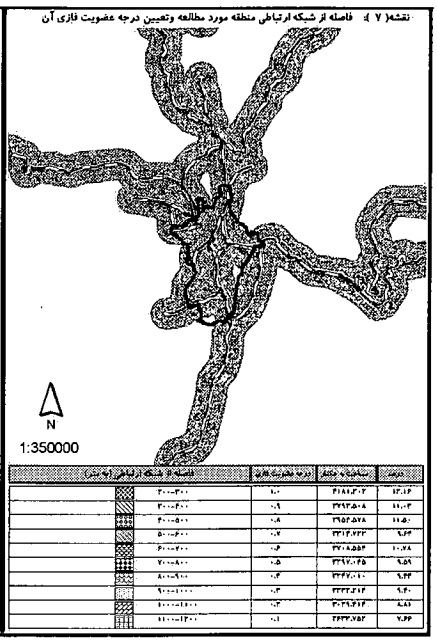


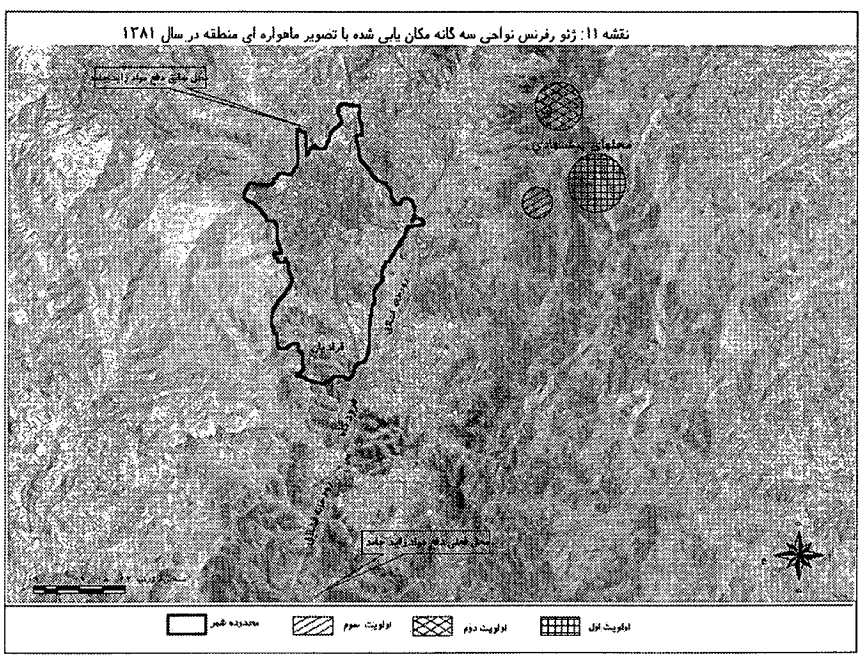
www.SID.ir

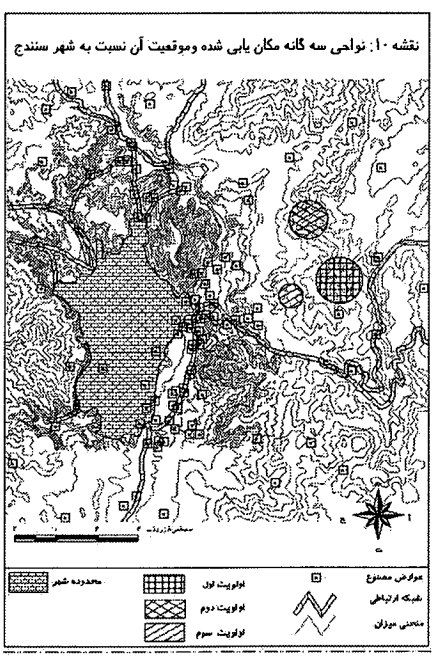
Archive of SID











نتیجه‌گیری

توسعه شهری سنندج در ۲۰ سال اخیر ناشی از دو پدیدهٔ اصلی مهاجرت روستایی درون استانی و رشد طبیعی جمعیت شهری بوده است. چنانکه جمعیت آن از ۹۵ هزار نفر در سال ۱۳۵۵ به ۳۳۰ هزار نفر در سال ۱۳۸۰ افزایش یافته است. فرایند این جهش شدید جمعیتی افزایش نیازها و مصرف مواد طبیعی و مصنوع بوده که به شکل مواد زائد جامد شهری (زباله) در کمیت و کیفیت های مختلفی نمایان شده است و انباشت و دفن روزانه ۷۱۴ تن زبالهٔ تولیدی در محیط بکر و طبیعی اطراف شهر باعث آلودگی شدید زیست‌محیطی و پائین آمدن کیفیت بهداشت و سلامت شهروندانی شده است که خواسته یا ناخواسته درگیر با این موضوع هستند. این واقعیتی مسلم است که نظام مدیریت مواد زائد جامد در شهر سنندج در شرایط نسبتاً بحرانی و دور از وضعیت مطلوب قرار دارد و مسئلهٔ مذکور زمانی ملموس تر است که مکان‌گزینی دفن مواد زائد جامد با استفاده از ضوابط و معیارهای مکان یابی مورد بررسی قرار گیرد تا مشخص گردد که مکان فعلی دفن زبالهٔ شهر که فارغ از هر نوع برنامهٔ بازیافت به شکل دفن در دل طبیعت زیبای کردستان صورت می‌گیرد با اصول و معیارهای علمی و فنی انطباق ندارد. با فرض تداوم وضعیت فعلی تولید زبالهٔ شهر سنندج مبنی بر تولید روزانه ۷۱۴ تن و سالیانه ۲۶۰ هزار تن لزوم مکان گزینی بهینه و صحیح جهت دفن زباله های شهری احساس می گردد.

از این رو پژوهش حاضر با بررسی وضعیت موجود تولید و دفن زبالهٔ تولیدی این شهر می توان به نتایج زیردست یافت :

۱ـ مکان گزینی محل دفن مواد زائد جامد سابق شهر سنندج از موقعیت

www.SID.ir

Archive of SID

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 مکان‌گزینی جایگاه دیگری احساس می شد.

۲ـ مکان گزینی محل کنونی دفن مواد زائد جامد شهری سنندج از لحاظ بسیاری از پارامترهای محیطی همچون دوری از آب‌های زیرزمینی، اراضی زراعی، سکونتگاه های انسانی و تأسیسات 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 باشدکه پایداری آتی ناحیه رابه شدت تهدید میکند. از طرف دیگر پدیدهٔ آیندهٔ 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 محدودهٔ منطقهٔ شهری می تواند به جلوگیری و کاهش میزان آسیب ها و خسارت های غیرقابل جبران به منابع حیاتی زیستی، اراضی مرغوب کشاورزی، مناطق ییلاقی، گذران اوقات فراغت در اطراف ورودی و خروجی های مسیر کرمانشاه و همدان کمک نماید و شرایط مناسب برای کارکرد شهر و منطقه را فراهم نماید. از اینرو حفظ و حفاظت از پهنه های زیست‌محیطی با ارزش اطراف شهر از جمله محل فعلی دفن زباله ومکان یابی اصولی اماکن جدید که تبعات منفی کمتری بر محیط داشته وتوسعه پایدارآن رابه خطر نیندازد لازم و ضروری است.

۳ـ 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.

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

۵ـ نواحی سه گانه مکان یابی شده در این پژوهش، نیازهای این شهر را در ۱۵ سال آینده پاسخ داده وباتوجه 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 زبالهٔ شهر سنندج، تبلیغات فرهنگی بیشتری جهت ارتقاء سطح آگاهی‌های 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.

فهرست منابع:

حبیبی، کیومرث (۱۳۸۰)، "بررسی روند و الگوی توسعه فیزیکی شهر سنندج با استفاده از GIS و RS"، پایان نامهٔ 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 ال.. و نژاد کورکی، فرهاد (۱۳۷۹)، " استفاده از GIS برای تعیین محل مناسب دفن زباله در مناطق خشک"، مجلهٔ بیابان، جلد ۵، شمارهٔ ۱.

سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشهٔ توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ شهر سنندج.

سازمان زمین شناسی کشور، نقشهٔ زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰ شهر سنندج.

سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کردستان (۱۳۷۵)، " طرح جامع توسعه اقتصادی ـ 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)، سالنامهٔ 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 (۳ جلد)"، مرکز مطالعات برنامه ریزی شهری وزارت کشور.

علیمحمدی، عباس (۱۳۸۱)، "جزوهٔ درسی تحلیل فضایی مکانی با استفاده از "GIS، دورهٔ 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 امکان بازیافت آنها در شهر کرج"، پایان نامه کارشناسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

ماهنامهٔ ئاسو (۱۳۸۲)، " اولین جشنوارهٔ توت فرنگی در سنندج"، شمارهٔ ۳۴.

مرکز سنجش از دور ایران (۱۳۸۰)، "تصاویر ماهواره ای لندست شهر سنندج در ۷ باند مختلف".

نیلچیان، سیامک (۱۳۸۱)، " مکان یابی مراکز جمع آوری و تفکیک زباله با GISدر منطقه ۲۲ "، پایان نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی دکترفرشاد نوریان.

وزارت جهاد کشاورزی، مرکز تحقیقات خاک و آب (۱۳۸۰)، "نقشهٔ 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"، شمارهٔ ۲۳۴۷.

یغمائیان، کامکار (۱۳۸۲)، "تجزیهٔ مواد"، فصلنامهٔ آموزشی ـ پژوهشی مدیریت پسماند، شمارهٔ 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) ,"Idrisi 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.googel.net,(2005).

www.SID.ir