

محیط شناسی سال سی و سوم، شماره ۴۲ تابستان ۱۳۸۶، صفحه ۴۲-۳۱

استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان‌یابی تجهیزات شهری

(مطالعه موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر)

احمد پوراحمد^۱، کیومرث حبیبی^{۲*}، سجاد محمد زهرایی^۳، سعید نظری عدلی^۴

۱- دانشیار دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران

۲- استادیار شهرسازی و معماری دانشگاه کردستان

۳- دانشجوی فوق لیسانس شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی

۴- دانشجوی فوق لیسانس شهرسازی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۸۵/۷/۱۸

تاریخ دریافت: ۸۴/۱۰/۵

چکیده

شهر بابلسر با جمعیتی معادل ۴۷۹۲۷ نفر در سال ۱۳۸۴، روزانه ۷۲٫۵ تن زباله تولید می‌کند. محل کنونی دفن زباله علاوه بر تکمیل ظرفیت از موقعیت محیطی کاملاً نامناسبی بهره گرفته و آثار و آلودگی‌های زیست‌محیطی آن نه فقط در شرایط کنونی پدیدار شده بلکه در آینده نزدیک نیز آثار منفی خود را بهتر نشان داده و توسعه پایدار ناحیه غربی این شهر را با بحران مواجه خواهد ساخت. از میان روش‌های مختلف دفع زباله، روش دفن مواد زاید از مهم‌ترین روش‌هایی بوده که مدیریت شهری این شهر طی ۳۰ سال اخیر بر آن تکیه کرده است. نتایج بررسی موقعیت محل دفن زباله حاکی از نامساعد بودن محل دفن کنونی است که در آن بسیاری از اصول، معیارها و ضوابط مکان‌گزینی نادیده گرفته شده و پیش‌بینی می‌شود که در آینده نزدیک آثار زیست‌محیطی آن نمایان‌تر شود. در این پژوهش با استفاده از داده‌هایی چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، توانایی اراضی، فاصله از عوارض مصنوع (روستا، تأسیسات و تجهیزات شهری، معادن) فاصله از گسل‌های منطقه، فاصله از آب‌های سطحی منطقه، جهت باد، خاک‌شناسی، هیپستومتریک (طبقات ارتفاعی)، پوشش گیاهی، زمین‌شناسی و از طریق مدل‌های مختلف تلفیق اطلاعات و نقشه‌ها که بر اساس مدل منطق فازی (Fuzzy Logic) ترکیب شده‌اند، مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی مواد زاید مکان‌گزینی و در نقشه‌های مختلف ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی، GIS، منطق فازی، تجهیزات شهری، محل دفن زباله، بابلسر

سر آغاز

مسئله مذکور هنگامی پیچیده و بغرنج می‌شود که آثار منفی و زیانبار آن در ارتباط با سایر نظام‌های 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 است. معیارهای متعددی در انتخاب محل دفن زباله دخالت دارند که هر کدام از اهمیت خاصی برخوردارند و محدودیت‌هایی را نیز در انتخاب ایجاد می‌کنند. هدف نهایی این معیارها یافتن محلی است که کمترین آثار سوء زیست محیطی را بر محیط طبیعی اطراف دفن و منطقه مدفن داشته باشد. آلودگی منابع آب زیرزمینی و خاک منطقه از جمله این آثار است.

رشد روزافزون جمعیت شهری ایران به همراه ایجاد مراکز جمعیتی جدید، فقدان، یا سیاست‌گذاری و ارزیابی عملکردها و فعالیت‌های گوناگون شهری بر اساس برنامه جامع و کلان ملی (آمایش سرزمین) و تداوم تخلیه انواع زواید و فاضلاب‌ها به محیط زیست از جمله عوامل بحران‌زایی است که محیط زیست طبیعی و کیفیت بهداشت و سلامتی انسان، بویژه شهرنشینان را در معرض خطرهای زیان‌های گوناگونی قرار داده است (عبدلی، ۱۳۷۹). این واقعیت که نظام مدیریت مواد زاید شهری ایران در شرایط به نسبت بحرانی و به دور از وضعیت مطلوب قرار دارد بر کسی پوشیده نیست.

وبادهای غالب ناحیه همراه با آلودگی بصری دید و منظر شهری، افزایش شدید جمعیتی شهری و نیاز به فضای وسیع‌تر برای دفن مواد زاید جمعیت رو به تزاید و اتمام عمر مفید محل دفن کنونی در آینده نزدیک، لزوم مکان یابی محلی جدید را ضروری می‌سازد. هدف از انجام این تحقیق، انتخاب مکان مناسب، یا مکان‌های بهینه برای دفن بهداشتی زباله‌های شهری بابلسر بر اساس اطلاعات طبیعی و مصنوعی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی است که در طی آن انواع متغیرهای محیطی با استفاده از تکنیک منطق فازی تلفیق و ترکیب شده و مکان مناسب انتخاب خواهد شد.

پیشینه تحقیق

مکان یابی محل مناسب برای دفن مواد از ضروریات طرح‌های توسعه شهری است، به‌صورتی که در ایالت کبک کانادا، چاتانوگا، واشنگتن، برتلند، ماساچوست امریکا، مدیریت و مکان‌یابی صحیح محل دفن مواد زاید جامد به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار محسوب می‌شود و انجمن معتبر برنامه ریزی امریکا آن را از اهداف مهم برنامه‌های کوتاه و دراز مدت ایالات کالیفرنیا، سیاتل، چاتانوگا، واشنگتن، ماساچوست برای رسیدن به پایداری در قرن ۲۱ ذکر می‌کند (kerizek and power, 1996). در کشور ایران مکان‌یابی محل دفن مواد زاید جامد غالباً در طرح‌های جامع شهری انجام گرفته، اما باید توجه کرد که دید سیستماتیک و محیطی موضوع کاملاً کمرنگ بوده و فقط با تکیه بر یک یا چند شاخص محل دفن مشخص می‌شود. بررسی و نتایج مطالعات در سطح جهان نشان می‌دهد:

در سال ۱۹۹۲ William Hendrix and David buckly در پژوهشی با عنوان کاربرد GIS در مکان‌یابی 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 زیر زمینی، پهنه بندی ارتفاعی، مورد ارزیابی قرار داده و مکان مناسب دفن زباله را در اطراف ناحیه mad شناسایی کردند (Handrix and Buckley, 1992).

Senthil Shanmugan اهل بنگلادش نیز تحقیقی شامل تجربیات GIS-MIS-GPS برای مدیریت مواد زاید جامد شهری (SWM) در محیط بومی آن و در مورد شهر بنگال انجام داده است. در این تحقیق جوانب گوناگونی تحت پوشش قرار گرفته اند از جمله:

بررسی‌ها نشان می‌دهد که جمعیت شهر بابلسر طی دوران گذشته با رشد بالایی مواجه بوده است. شمار جمعیت بابلسر در سال ۱۳۴۵ معادل ۱۲۰۱۶ نفر بوده که به ۱۸۸۱۰ نفر در سال ۱۳۵۵ و سپس ۳۰۲۰۰ نفر در سال ۱۳۶۵ رسیده است، شهر بابلسر در سال ۱۳۷۵ دارای ۴۰۶۳۰ نفر جمعیت بود. (در سال‌های اخیر روستای میاندشت با ۱۹۸۶ نفر به شهر بابلسر پیوسته است که برای یکسان کردن محدوده به جمعیت شهر (۳۸۶۴۴ نفر) افزوده شده است) نرخ رشد دوره ۱۳۵۵ تا ۶۵ برابر ۴/۸ درصد بود. پیش بینی طرح جامع شهرستان بابلسر نشان می‌دهد که جمعیت شهر بابلسر طی دوره ۱۳۶۵ تا ۷۵ به ۳ درصد کاهش یافته است و در سال ۱۳۷۸ معادل ۴۲۷۳۸ نفر بوده است، همچنین پیش‌بینی می‌شود که طی سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ و ۱۴۰۵ جمعیت شهر بابلسر به ترتیب معادل ۴۷۹۲۷ نفر، ۶۶۱۳۵ نفر و ۸۴۶۵۸ نفر با رشدی معادل ۲/۱۵ درصد، ۲/۵ درصد و ۲/۵ درصد روبه‌رو خواهد شد. (مهندسان مشاور مازن طرح، ۱۳۷۵).

امروزه این شهر با تولید ۷۲/۵ تن زباله در روز روبه-روست (شهرداری بابلسر، واحد خدمات شهری، ۱۳۸۴). به عبارتی بنا به آخرین آمار اعلام‌شده هر نفر روزانه ۱/۵ کیلوگرم و سالانه ۵۴۷/۵ کیلوگرم زباله وارد چرخه زیستی شهر بابلسر می‌کند. با توجه به اینکه مواد زاید به هنگام دفن به ۲۰ درصد حجم اولیه خود کاهش می‌یابند و هر مترمکعب آن با ۴۵۰ کیلوگرم وزن به حجم ۰/۲ مترمکعب تبدیل خواهد شد که در آن صورت اگر هر روز ۷۲/۵ تن زباله در لایه‌ای از خاک به ضخامت ۴ متر دفن شود، در سال ۱۳۸۵ به فضایی در حدود ۲۹/۴ هکتار در سال نیاز دارد که این مساحت در سال ۱۳۹۵ و ۱۴۰۵ به ترتیب برابر ۴۰/۲ هکتار و ۵۲ هکتار خواهد بود. مکان‌یابی اولیه محل دفن زباله شهر بابلسر در قسمت غربی شهر بابلسر واقع در مکانی با نام پارکینگ هشتم است. به نظر می‌رسد محل کنونی دفن زباله علاوه بر تکمیل ظرفیت از موقعیت محیطی کاملاً نامناسبی بهره گرفته و آثار و آلودگی‌های زیست محیطی آن نه فقط در شرایط کنونی پدیدار شده، بلکه در آینده نزدیک نیز آثار منفی خود را بهتر نشان داده و توسعه پایدار ناحیه غربی این شهر را با بحران مواجه خواهد ساخت. نزدیکی محل کنونی دفن زباله به سواحل دریا و امکانات جهانگردی و مجتمع‌های ویلایی شهر، فاصله کم از محدوده قانونی شهر، قرارگیری در مسیر توسعه کالبدی و فیزیکی شهری

واحد پاکسازی وینتیان زیر نظر واحد اجرایی و توسعه شهری وینتیان و برداشت کنندگان زباله صورت گرفته است. البته کمبودهایی از داده‌های اشتراکی و روش‌های مناسب برای مدیریت مواد زاید و فناوری مناسب برای بهبود این روند احساس می‌شود. (Sengtianth, 2004).

Michelle.M. Groce نیز تحقیقی شامل سرویس‌دهی خدمات مواد زاید شهری با استفاده از GIS ارائه کرده است. در این تحقیق سرویس‌دهی و خدمات شارلوت و کارولینای شمالی، شامل سه قسمت عمدهٔ مجموع سرویس‌ها، سرویس‌های مخصوص و بهبود وضع کلی جامعه است و در آن GIS به عنوان ابزاری برای بررسی، خدمات رسانی برای این سه قسمت و توسعه و نگهداری طیف وسیعی از داده‌های جغرافیایی شامل مسیرها، نیازهای مدیریت، بررسی خدمات، روند اجرایی تجزیه و تحلیل و برنامه ریزی راهبردی و همچنین بررسی شناسایی قطعات زمین و مالکیت برای اجرای مقررات جاری در شهر مورد استفاده قرار گرفته است (Groce, 2004)

Sayed Manhood Anvar تحقیقی راجع به مدیریت مواد زاید جامد شهر داکا پایتخت شهر بنگلادش انجام داده است و در آن اظهار می‌کند که این مسئله به موضوعی حاد در بنگلادش تبدیل شده است، با توجه به اینکه بنگلادش کشوری با تراکم جمعیتی بالا در سطح جهان و با تجربیات زیادی از رشد سریع شهری شدن است. در این تحقیق دریافت می‌شود که موقعیت مدیریت مواد زاید جامد شهری در داکا به صورت کلی نابسامان است، به طوری که شرکت تعاونی شهر داکا فقط ۴۲ درصد زباله‌های تولیدی شهر را جمع‌آوری می‌کند. کالاباگان یک واحد همسایگی در شهر داکا و در مرکز آن با کاربری مختلط است و در آن حتی فقدان سطل زباله مشاهده می‌شود!!! و زباله در تمامی سطوح آن دیده می‌شود. در مجموع این تحقیق نشان دهندهٔ چگونگی مدیریت مواد زاید در شهر داکا و بویژه در کالاباگان است (anvar, 2004).

در سال ۱۳۸۱ سیامک نیلچیان در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی مراکز جمع‌آوری و تفکیک زباله با GIS در منطقهٔ ۲۲ تهران با شناسایی کاربری‌های خدمات عمومی در منطقه، مانند 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 محل‌های

نیازمندی‌ها، روش‌شناسی، فرایند توسعه به وسیلهٔ سه سیستم GIS-MIS-GPS، ترکیبات گوناگون از پروژه‌ها و همگرایی سه سیستم GIS-MIS-GPS. هستهٔ اصلی تحقیق چگونگی استنتاج سه سیستم مذکور در هر دوره برنامه‌ریزی برای شهر است (2004, Shanmugan).

در سال ۲۰۰۲ واستاوا و ناسوات در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی محل دفن زباله در اطراف شهر رانسی با استفاده از GIS,RS با در نظر گرفتن معیارهایی چون زمین‌شناسی، گسل‌ها، شیب زمین، نوع سنگ مادر و خاک، آبهای سطحی و عمق آب زیرزمینی، مراکز شهری، شبکهٔ ارتباطی موجود، فاصله از فرودگاه و ... با استفاده از این سیستم‌ها و وزن‌دهی به شاخص‌ها از طریق مقایسه‌های زوجی ۵ محل مجزا در اندازه‌های مختلف را برای دفن زبالهٔ این شهر ۸۰۰ هزار نفری انتخاب کردند (vastava and nathawat, 2002).

John Bennett در سال ۲۰۰۴ گزارشی حاکی از پیشرفت سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن در شهر رم، از جمله مدیریت و دفن مواد زاید جامد را ارائه داده است. این گزارش نشان می‌دهد که ابتدای این روند دههٔ ۹۰ میلادی بوده است و ابتدا پیشرفت کندی داشته است، اما پس از چند سال و بخصوص 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).

V.Sengtlanthr نیز پروژه‌ای از مدیریت مواد زاید جامد شهری در مرکز شهر وینتیان با استفاده از GIS ارائه کرده است. هدف از این پروژه بررسی مجدد مدیریت مواد زاید جامد در مرکز شهر وینتیان بوده و در آن عواملی مانند ارزیابی دربارهٔ مجموعه‌ای از مواد زاید، ترکیبی از مواد زاید و قابل بازیافت، با توجه به صرفه‌های اقتصادی آنها، تهیه اطلاعات راجع به مواد زاید برای نظارت و استفاده از مدیریت توسط GIS، بهبود پویایی شهر و افزایش آگاهی عمومی در نظر گرفته شده است. نقشه‌ها توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تشکیل شده تا بانک اطلاعات پایه‌ای از مواد زاید جامد به همراه ثبت اطلاعاتی راجع به جزئیات، فضاها و مکتوب کردن اسناد، مسیرها، کمیت مواد زاید خشک و غیره ایجاد کند. تجزیه و تحلیل تکنیک‌ها، ترکیبی از اطلاعات پایه عمومی و نقشه‌هاست. برای مطالعه منابع عمومی مواد زاید جامد، از تکنیک همپوشانی استفاده شده است. مواد زاید توسط

مکان‌یابی و تعیین تناسب اراضی از طریق ارزشگذاری پهنه‌ سرزمین است. زیرا در نتیجه تلفیق و ترکیب معیارها، بهترین نقطه برای استقرار مراکز و مکان‌های بهینه انتخاب می‌شود. برای ترکیب معیارها روش‌های متفاوتی وجود دارد که مهم‌ترین آنها به قرار زیر است:

- منطق بولین (Boolean Logic)، یا منطق صفر و یک؛
- منطق همپوشانی (Index Overlay) یا روی هم‌گذاری؛
- منطق احتمالات (Probability Logic)؛
- ضریب همبستگی (coefficient of correlation)؛
- شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Networks)؛
- منطق فازی (Fuzzy Logic)، یا منطق تار و نامعین.

فازی برای اولین بار توسط دانشمند ایرانی پروفیسور عسکر لطفی‌زاده استاد دانشگاه برکلی آمریکا برای اقدام در شرایط عدم اطمینان ارائه شد. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم و متغیرها و سیستم‌هایی را که نادقیق و مبهم‌اند صورت‌بندی ریاضی بخشیده و زمینه را برای استدلال، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد. "درجه عضویت‌پذیری، اجتماع و اشتراک، متمم، ضرب، جمع، گاما توان‌های اساسی این مدل تلفیق محسوب می‌شوند. برای ایجاد لایه‌ها و مجموعه‌های فازی می‌توان توابع ریاضی چون آستانه خطی سیگموئیدال، S شکل، هایپربولیک و ... را به کار برد، به عنوان مثال اگر برای مکان‌یابی تأسیسات شهری چون نیروگاه، چند متغیر مانند نزدیکی به راه‌های ارتباطی، یا گسل مورد بررسی قرار گیرد، تعیین درجه عضویت به شرح زیر است:

$$F(X) \begin{cases} \text{امتیاز (۱)} \rightarrow \text{متر } X < 1000 \\ \text{امتیاز} \rightarrow \frac{X_{\max} - X}{\Delta X} \text{ متر } 1000 < X < 4000 \text{ اگر} \\ \text{امتیاز (۰)} \rightarrow X > 4000 \end{cases}$$

یعنی مقدار فازی نقطه ۱۰۰۰ متری از راه ارتباطی برابر با (۱)، مقدار فازی نقطه ۳۰۰۰ 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 لایه‌های دیگر همین عملیات را پیاده‌سازی و فضای منطقه ارزشگذاری می‌شود (حبیبی، ۱۳۸۴). توانایی سیستم GIS در آنالیز رستری نقشه، امکان پیاده‌سازی تکنیک‌های مختلفی چون فازی،

بازمانده، با استفاده از شاخص وزن دهی، گزینه‌های دارای بیشترین امتیاز را در ۱۴ محل شناسایی می‌کند. سپس بادر نظر گرفتن جهت شیب، جهت باد، تاثیر بر چشم اندازهای شهری، فاصله از محل دفن با سنجش گزینه‌های ۱۴ گانه باهم، بهترین مکان را در گزینه ۹ که منطبق بر شمال آزادراه تهران - کرج در اطراف پارک چیتگر است به عنوان گزینه برتر پیشنهاد می‌کند (نیلچیان، ۱۳۸۱).

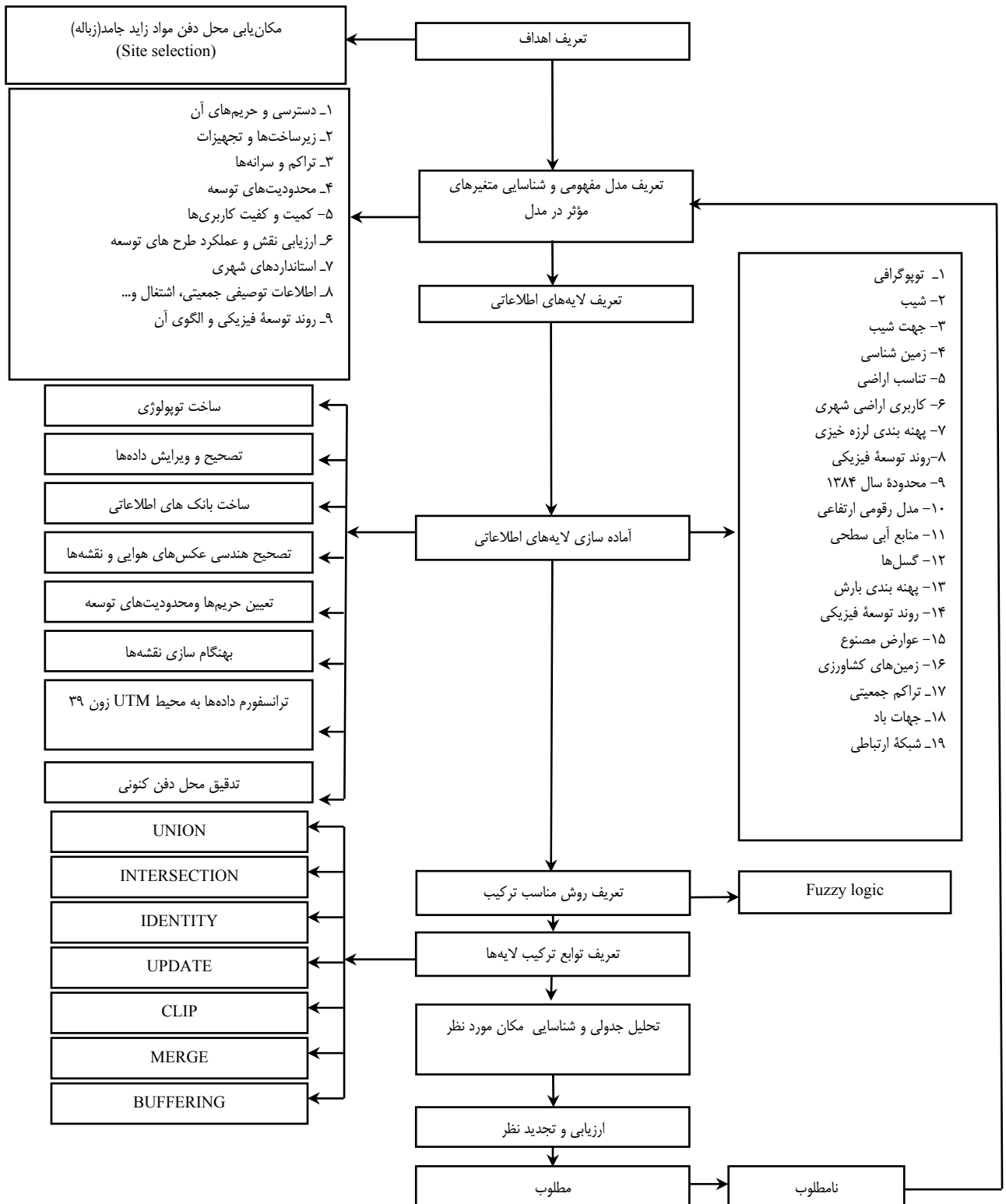
در سال ۱۳۷۲ محمدعلی عبدلی در پژوهش خود با عنوان سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری و روش‌های کنترل آن مجموعه کامل مباحث تولید زباله، جا به جایی در محل تولید، جمع‌آوری مواد، حمل و نقل، پردازش و بازیافت، روش‌های مختلف دفع، دفن بهداشتی، آماده‌سازی محل دفن و... را بررسی و ارزیابی کرد. این مؤلف در سال ۱۳۷۹ با چاپ مجموعه ۳ جلدی مدیریت مواد زاید جامد شهری در جهان و ایران مباحث ذکر شده را در شهرهای ایران مورد بررسی قرارداد (عبدلی، ۱۳۷۲). در سال ۱۳۸۰ نیماحیدرزاده در اثر کوتاه و باارزش خود با عنوان معیارهای مکان‌یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری، مجموعه عوامل مؤثر در مکان‌یابی را جمع‌آوری و با توجه به وضعیت کنونی این اماکن در ایران و ارزیابی آن، معیارهای جدیدی را ارائه کرد (حیدرزاده، ۱۳۸۰).

روش کار، مدل‌سازی و داده‌های تحقیق

در فرایند مکان‌یابی اراضی مناسب برای محل دفن مواد زائد، مدل مفهومی و متغیرهای مؤثر در مدل، مثل شبکه ارتباطی و حرایم آن، زیرساخت‌ها و تجهیزات، تراکم و سرانه‌ها، تولید، مصرف، بازیافت و ... شناسایی و بعد از تعریف ۱۹ لایه اطلاعاتی، مانند توپوگرافی، شیب، زمین‌شناسی، خاک شناسی، گسل موانع توسعه، شبکه ارتباطی سکونتگاه‌های روستایی، آبهای سطحی و ... تعریف و تبیین شده است. آماده‌سازی این لایه‌ها در قالب ساخت توپولوژی، تصحیح و ویرایش، تصحیح هندسی تصاویر و نقشه‌ها و... انجام گرفته و بعد از تعریف، روش مناسب ترکیب و شناسایی توابع ترکیب لایه‌ها انجام گرفته و بعد از تحلیل جدولی بانک‌های اطلاعاتی ادغام شده، مکان مورد نظر شناسایی و ارزیابی شده است.

انواع مدل‌های تلفیق اطلاعات برای مکان‌یابی اراضی

یکی از مهم‌ترین توانایی‌های GIS که آن را به عنوان سیستمی ویژه و انحصاری مجزا می‌کند، توانایی تلفیق داده‌ها برای مدل‌سازی،



نمودار شماره (۱): فرایند مطالعات

درصد مترمکعب تبدیل خواهد شد که در آن صورت نیز اگر ۷۲/۵ تن زباله تولیدی در طول روز در لایه ای به ضخامت ۴ متر دفن شود، فضایی در حدود ۱۰/۷ مترمربع در روز نیاز دارد. با توجه به این معیارها مفروضات زیر را در مورد زباله تولیدی شهر بابلسر می‌توان صادق دانست:

- ۱- با فرض ۷۲/۵ تن زباله تولیدی شهر بابلسر در هر روز، میزان تولید زباله شهر در سال معادل ۲۶۴۶۳ تن خواهد بود.
- ۲- با فرض اینکه هر مترمکعب زباله معادل ۴۵۰ کیلوگرم خواهد بود، تولید روزانه شهر بابلسر برابر ۱۶۱ مترمکعب و تولید سالانه معادل ۵۸۷۶۵ مترمکعب خواهد بود.
- ۳- با فرض اینکه زباله تولیدی روزانه لایه‌ای به عمق ۳ متر دفن شود و ۱ متر هم برای لایه‌ای از آهک روی آن در نظر گرفته شود، میزان زمین مورد نیاز برابر با ۱۰/۷ متر مربع و در صورتی که زباله تولیدی در لایه‌ای به عمق ۴ متر دفن شود و با احتساب ۱ متر لایه آهک، این نیاز به ۸ متر مربع خواهد رسید. (شکل‌های ۱ و ۲)

تحلیل سلسله مراتبی را فراهم می‌سازد، زیرا با تعیین آستانه مثبت و منفی داده‌ها (تا ۱۰ و ۰) درجه عضویت متغیرها مشخص می‌شود.

یافته‌های وضع موجود شهر بابلسر

جمعیت و زباله تولیدی خانگی

بر اساس نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن، شهر بابلسر در سال ۱۳۷۵ بالغ بر ۴۰۶۳۰ نفر جمعیت داشته و این شاخص در سال ۱۳۸۴ به ۴۷۹۲۷ نفر افزایش یافته است. تفکیک فصلی زباله‌های تولیدی این شهر مؤید آن است که متوسط وزن زباله‌های تولیدی روزانه در شهر بابلسر در فصل بهار، تابستان، پاییز، زمستان به ترتیب ۷۵، ۸۰، ۷۰، ۶۵ تن در روز بوده که برآورد میانگین ۷۲/۵ تن در روز را نشان می‌دهد. به عبارتی میزان تولید سالانه این شهر معادل ۲۶۴۶۳ تن است. زباله در هنگام دفن ۲۰ درصد حجم اولیه خود را از دست می‌دهد و هر مترمکعب آن با ۴۵۰ کیلوگرم وزن به حجم ۰/۲



شکل‌های شماره (۱-۲): زباله تولیدی و آمیختگی با محل زیست انسانی

تولیدی، ۹۸٪ زباله خانگی، ۱٪ زباله صنعتی، ۱٪ زباله بیمارستانی در مراکز بهداشتی و درمانی است.

نحوه جمع آوری

در شهر بابلسر از هر دو روش نیمه مکانیزه و سنتی در بافت‌های مختلف جدید و هندسی ساز و روش سنتی و دستی در بافت‌های

زباله‌های بیمارستانی و صنعتی

زباله‌های صنعتی و بیمارستان نسبت به زباله‌های خانگی خطرناک‌تر بوده، زیرا طبق برآوردهای انجام شده در این مراکز ۶۳۰ نوع مواد شیمیایی مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این تعداد ۳۰۰ نوع آن غیرسمی و ۳۰۰ مورد آن سمی و خطرناک و حدود ۳۰ نوع آن بی‌خطر است. در شهر بابلسر به طور متوسط روزانه از کل زباله

درست در قلب منطقه ویلایی بابلسر و توریست پذیر آن) انتقال داده می‌شوند؛ این مکان دفع ۳۰ سال است که مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته در ساعت ۳ بعد از ظهر نیز یک بار دیگر به محل‌های دفع زباله سر زده می‌شود تا زباله‌ای که به احتمال با تأخیر بیرون گذاشته شده جمع‌آوری شود. همچنین یک ماشین گشت دائمی جمع‌آوری زباله در بخش بازار شهر همیشه در حال گشت‌زنی است. زباله‌های جمع‌آوری شده به ۷ نقطه از شهر (مکان‌های موقت تخلیه‌ی زباله در سطح شهر) حمل می‌شوند و در این نقاط به وسیله کانتینرهای بزرگ جمع‌آوری زباله بارگیری و به محل دفن حمل می‌شوند. زمان مورد نیاز برای جمع‌آوری زباله از سطح شهر، یا که زمان متوسط رفت و برگشت حمل زباله تا مرکز دفن ۵۰ دقیقه است که اگر ساعت کار از ۹ شب تا ۵ بامداد فرض شود، ۴۸۰ دقیقه خواهد بود که تقسیم بر ۵۰ دقیقه، برابر با ۱۰ بار در هر نوبت کاری است. واحد خدمات شهری شهرداری بابلسر با استفاده از نیروهای امور رفت و روب و با پیمانکاری شرکت کهرود شمال به جمع‌آوری زباله در سطح شهر می‌پردازد (نیمی از جمع‌آوری زباله شهر بابلسر را بخش خصوصی انجام می‌دهد و همچنین دفع آن به عهده خود شهرداری است) (شکل‌های شماره ۳-۴-۵)

ارگانیک و کوجه‌های کم عرض و بافت‌های خودرو و زاغه نشین که امکان ورود ماشین و اتومبیل به داخل آنها امکان پذیر نیست، برای جمع‌آوری زباله استفاده می‌شود. این محلات مشکل اصلی جمع‌آوری زباله شهر محسوب شده و باعث شده که هنوز زباله جمع‌آوری شده شهر به روش سنتی، یا دستی انجام گیرد. (شکل‌های شماره ۳-۴)

تجهیزات جمع‌آوری زباله

وسایل جمع‌آوری و حمل و نقل شهرداری بابلسر شامل ۵ دستگاه نیسان، ۱ دستگاه بنز خاور ۸۰۸، ۱ دستگاه بنز خاور باز غلطان ۶۰۸، ۸ دستگاه گاری چرخ‌دار و ۱ دستگاه بلدوزر ۶D استیجاری مستقر در پارکینگ هشتم است، همچنین پرسنل فعال حاضر در آن شامل ۳۰ نفر رفتگر و ۱۲ نفر راننده هستند، با این حال باز هم نیروی انسانی به اندازه کافی وجود ندارد. روزانه زباله‌های داخل شهر از ساعت ۱۲ شب تا ۵ صبح (البته ساعت جمع‌آوری زباله در طرح جدید ساعت ۴ بعد از ظهر تا ساعت ۱۰ شب است)، توسط پیمانکار صورت می‌گیرد، به گونه‌ای که ابتدا به دپوی امیر مازندرانی و سپس به پارکینگ هشتم واقع در قسمت شمال غربی شهر (در نوار ساحلی



شکل‌های شماره (۳-۴): نحوه جمع‌آوری زباله‌های شهری و مکان‌گزینی آن در فضاهای با ارزش شهری



هزینه‌های جمع آوری و حمل و نقل

متوسط هزینه جمع آوری و حمل و نقل و دفع یک کیلوگرم زباله شهری در سال ۱۳۷۸ در شهر بابلسر معادل ۸۵ ریال بوده، بنابراین هزینه جمع آوری هر تن زباله بر اساس قیمت‌های سال ۱۳۷۸، معادل ۸۵۰۰ تومان و سالانه ۳/۱ میلیون تومان است که در این صورت هزینه جمع آوری و حمل و نقل زباله تولیدی شهر در سال ۱۳۷۸ برابر با ۲۲۵ میلیون تومان خواهد بود و این هزینه زیاد لزوم بازیافت و ایجاد کارخانه‌های کمپوست را دو چندان می‌سازد. (وزارت کشور، ۱۳۸۰)؛ به ویژه آن‌که با فرض جمعیتی ۴۷ هزار نفر در سال ۸۴ و مقدار ۷۲ تن زباله تولیدی روزانه این شاخص در بهترین حالت ممکن به ۶۷۴ میلیون تومان خواهد رسید، زیرا با در نظر گرفتن میزان افزایش هزینه‌ها نسبت به سال ۷۸ این شاخص بسیار بیشتر خواهد بود.

تحلیل و ارزیابی محل فعلی دفن زباله شهر بابلسر

دفع زباله به روش‌هایی گفته می‌شود که طی آن خطرهای ناشی از زباله پس از انجام عملیاتی کاهش یافته، و یا به حداقل می‌رسد. از جمله این روش‌ها می‌توان مواردی نظیر سوزاندن، دفن در زمین، نگهداری و انبار کردن مهندسی و دفع در اقیانوس‌ها را نام برد. دفن بهداشتی نیز عملیات مهندسی خاصی است که براساس آن زباله را چنان در دل خاک مدفون می‌کنند که لایه بندی و پوشش آن هیچ‌یک زیانی به محیط زیست، انسان و دیگر موجودات زمین نرساند. طی این عملیات حجم زباله به حداقل ممکن می‌رسد و در پایان هر روز لایه‌های زباله به طور صحیح با خاک و آهک پوشانده خواهد شد. محل کنونی دفن زباله شهر بابلسر خارج از محدوده قانونی این شهر و در فاصله ۳/۳ کیلومتری از مرکز شهر در فاصله ۲۰۰ متری جاده غربی بابلسر واقع شده است. نقشه‌های متعدد محیطی منطقه مبین آن است که محل کنونی دفن زباله به هیچ عنوان با معیارهای کنونی مکان‌یابی تطابق نداشته و در آن معضلاتی چون آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، تعارض با مباحث زیبایی شناختی محل، اجتماع (تعارض کاربری) و اقتصاد (مالکیت، ارزش زمین، هزینه رفت و آمد)، همچنین بی‌توجهی به جاذبه‌های جهانگردی، با توجه به مجاورت با دریاچه خزر و ... نادیده گرفته شده است.

محل کنونی دفن زباله شهر بابلسر در موقعیت $x = 644073,5$ و $y = 4063111,3$ در سیستم تصویر UTM موقعیت فضایی کاملاً

نامساعدی دارد. مهم‌ترین دلایل این موضوع را می‌توان به صورت زیر عنوان کرد:

۱. ترسیم گلباد شهر بابلسر براساس داده‌های اقلیمی دهه اخیر نشان می‌دهد که مهم‌ترین بادهای شهر بابلسر از جهت شمال غرب به سمت شهر 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 صددرد صد موافق با بادهای غالب واقع شده است.
۲. فاصله این محل از منابع آب‌های سطحی در بعضی نقاط کمتر از ۲۵۰ متر است، در صورتی که فاصله این مکان از آب‌های سطحی از ۶۰۰ متر به بالاتر مطلوب است (حیدر زاده، ۱۳۸۰).
۳. آلودگی هوا و بوی نامساعد محل، بخصوص در فصول گرم سال فضای تفریحی - توریستی اطراف محل را با مشکل مواجه ساخته است و ایمنی و سلامت عمومی را به خطر انداخته است.
۴. نقشه روند توسعه فیزیکی شهر بابلسر نشان می‌دهد که توسعه فیزیکی این شهر در راستای جاده اتصال بهنمیر - فریدوندکنار، یعنی شمال شرق به جنوب غرب است و در صورت ادامه چنین روندی در ۵ تا ۱۰ سال آینده محل فعلی دفن زباله در محدوده شهری بابلسر قرار می‌گیرد.
۵. 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). اما عمر مفید زمین کنونی دفن زباله استان مازندران از جمله شهر بابلسر حداکثر برای یک دوره زمانی ۱۲ ساله است (شکل شماره ۷)

معیارهای مکان‌یابی محل مناسب دفع مواد زاید جامد شهری بابلسر

برای بسیاری از عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل دفن زباله، استاندارد تعریف شده و مشخصی وجود ندارد، لیکن برای بسیاری از متغیرهای استفاده شده در این پژوهش و موارد مشابه دلایل قابل استنادی وجود دارد، ولی سازمان شهرداری‌های وزارت کشور معیارهای خود را در پژوهشی با این عنوان در سال ۸۰ منتشر کرده، اما به نظر می‌رسد که با توجه به محدودیت‌ها و نیروهای محیطی هر ناحیه لازم است که این معیارها بازنگری شود. به منظور انجام



شکل شماره (۷): محل دفن زباله های شهری بابلسر در منطقه پارکینگ هشتم

- شرایط زمین‌شناسی و وضعیت نفوذپذیری خاک.
 - توپوگرافی محل.
 - از منابع آبهای سطحی حداقل ۱۰۰ متر فاصله داشته باشد. (فاصله ۶۰۰ متر به بالا بهتر است)
 - شرایط زیست‌محیطی در انتخاب محل مناسب در نظر گرفته شود.
 - دارای خاک زیرین به ضخامت ۱۰ متر از جنس رس، یا مواد مشابه باشد.
 - از گسل‌ها و شکست‌های زمین حداقل ۸۰ تا ۱۰۰ متر فاصله داشته باشد.
 - دارای خاک سطحی تا حد امکان از جنس رس‌سلیتی و در مرحله بعد از جنس شنی سلیتی باشد.
- شایان ذکر است که معیارهایی نظیر شیب، جهت شیب، میزان بارندگی، فاصله از بناهای تاریخی و فرهنگی، فاصله از کاربری‌های همجوار قدم‌دار و ... به دلیل قابل استفاده نبودن در این تحقیق به کار گرفته نشده است، برای مثال شیب منطقه در سرتاسر آن بندرت از ۵٪ درصد بیشتر است و به تبع آن جهت شیب نیز آنچنان تفاوتی ندارد. همچنین میزان بارندگی در سراسر منطقه تقریباً یکسان است.
- مکان‌گزینی محل فعلی دفع زباله این شهر در نواحی شمال غربی شهر بابلسر، با توجه به مشخصه‌های ضعیف مکان‌گزینی شده در مبحث گذشته لزوم مکان‌یابی محل جدیدی را برای دفع زباله تولیدی

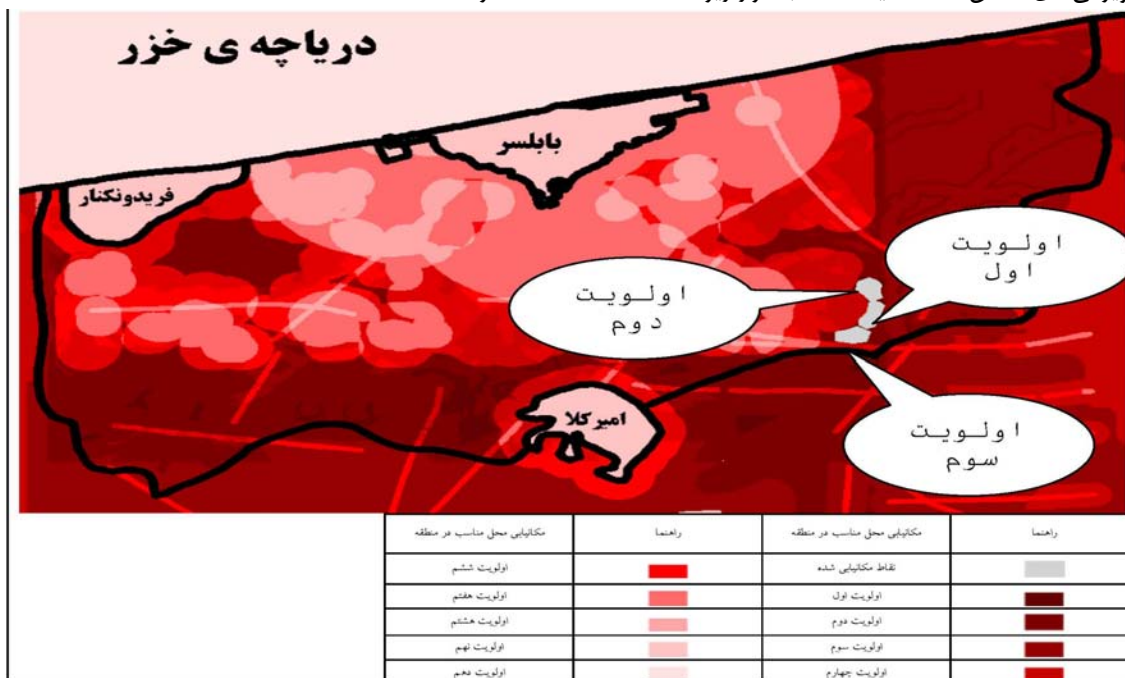
- صحیح فرایند مکان‌یابی محل دفن می‌توان به عنوان یک دستورالعمل اولیه و مقدماتی مناسب از موارد زیر پیروی کرد که برای اولین بار توسط نگارندگان ارائه می‌شود:
- قیمت زمین مورد نظر کمتر از ۵۰ درصد قیمت گرانترین محل اطراف باشد.
- فاصله محل دفن تا شهر نباید کمتر از ۴ کیلومتر باشد.
- مکان مورد نظر می‌بایست از شبکه جاده‌های دسترسی حداقل ۸۰ متر و حداکثر ۱ کیلومتر فاصله داشته باشد؛ همچنین جاده‌های دائمی مسیر آن عرضی حداقل برابر با ۶ تا ۷ متر داشته باشد.
- موقعیت زمین مورد نظر نباید در مسیر توسعه آبی شهر باشد.
- پذیرش محل انتخابی از سوی مردم، زیبایی‌شناسی و حفظ مناظر و پنهان بودن از دید عابران.
- مکان مورد نظر نباید در مسیر باد غالب شهر قرار داشته باشد.
- کاربری مکان‌های همجوار از مراکز جمعیتی، هتل، رستوران، تأسیسات فرآوری خوراکی‌ها، مدارس و پارک‌های عمومی حداقل ۳۰۰ متر فاصله داشته باشد، همچنین دارای کاربری‌های با ارزش چون کشاورزی، جنگل، تالاب و مرتع نباشد.

- ۱- از نظر پوشش گیاهی، دارای پوشش کم است.
- ۲- از نظر فاصله از منابع آبی در حدود ۱۲۰۰ متر است.
- ۳- از نظر فاصله از عوارض مصنوع (تأسیسات و تجهیزات شهری، کشتارگاه، مراکز نظامی) به طور میانگین ۲۷۰۰ متر است.
- ۴- از نظر ارتفاع از سطح دریا به طور میانگین ۱۵- متر است.
- ۵- از نظر جهت و فراوانی باد جز مناطق کم شدت است.
- ۶- از نظر تیب اراضی برای ساخت و ساز مناسب است.
- ۷- از نظر تیب اراضی برای کشاورزی تقریباً نامناسب است.
- ۸- از نظر تیب اراضی برای نیروی ساخت و ساز مناسب است.
- ۹- از نظر تیب اراضی برای نیروی کشاورزی تقریباً مناسب است.
- ۱۰- از نظر خاک شناسی دارای گروه خاکهای از جنس دشت ساحلی، گروه اول خوب، ماسه و صدف است.
- ۱۱- از نظر توسعه شهری نسبت به سایر نواحی اطراف شهر ساخت و سازی در آن وجود نداشته است.
- ۱۲- از نظر محدودیت‌های اصلی در منطقه دارای شوری خاک و مشکل زهکشی است.
- ۱۳- میانگین فاصله نسبت به شهر بابلسر ۱۱۸۰۰ متر است.
- ۱۴- میانگین فاصله هر ۳ سایت نسبت به راههای ارتباطی ۵۰۰ متر است

این شهر ایجاب می‌کند. "از طرف دیگر برنامه‌ریزی کالبدی - فیزیکی برای توسعه‌های شهری در هر یک از سطوح مطالعاتی چون ملی، منطقه‌ای، شهری باید در پی محدوده‌های جغرافیایی جدیدی باشد که حائز شرایط لازم برای ایجاد شهرهای جدید، شهرک‌های اقماری، مکان‌گزینه‌ی تأسیسات و تجهیزات و یا توسعه‌های شهری است" (صدیقیان، ۱۳۷۲). در پژوهش حاضر با در نظر گرفتن محدوده‌ای به شعاع ۲۰ کیلومتر در اطراف محدوده قانونی شهر بابلسر، بالغ بر ۱۴ 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 زاید جامد شهری که نیازهای آبی این شهر را حداقل در ۲۰ سال آینده پاسخ خواهد داد، در سه مکان مناسب اولویت‌بندی می‌شود.

این مناطق به علت نزدیکی به هم امکان ادغام را داشته و زمینه ایجاد تأسیسات و تجهیزات وابسته برای بازیافت زباله رانیز فراهم خواهد کرد. شایان ذکر است که مناطق پیشنهادی در میان ۲۸ هزار پولیگون تشکیل شده ناشی از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی انتخاب و در نقشه زیر ارائه شده است (شکل شماره ۸)

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



شکل شماره ۸: مناطق سه گانه مکان‌یابی شده در اطراف شهر بابلسر برای دفن زباله

فیزیکی شهر، جهت باد، آبهای سطحی، خصوصیات زمین‌شناسی و ... بدون در نظر گرفتن ضوابط و معیارهای اصولی مکان‌یابی محل دفن زباله انجام گرفته و نوع ملموسی از مدیریت ضعیف شهری و منطقه‌ای است که پایداری آتی ناحیه را به شدت تهدید می‌کند. از طرف دیگر پدیده آینده شهر بابلسر که تا سال ۱۴۰۵ ممکن است پیش آید ناشی از رشد و توسعه شهرنشینی، شکل‌گیری نواری منطقه شهری رو به سمت غرب، اسکان مهاجران و جمعیت روستاهای اطراف و ... است. تدوین برنامه‌ها و طرح‌هایی برای هدایت و کنترل رشد و توسعه در محدوده منطقه شهری می‌تواند به جلوگیری و کاهش میزان آسیب‌ها و خسارت‌های غیر قابل جبران به منابع حیاتی زیستی، اراضی مرغوب کشاورزی، مناطق بیلاقی، گذران اوقات فراغت در کنار ساحل زیبای دریاچه خزر کمک کند و همچنین شرایط مناسب برای کارکرد شهر و منطقه را فراهم کند. از این‌رو حفظ و حفاظت از پهنه‌های زیست‌محیطی با ارزش اطراف شهر از جمله محل فعلی دفن زباله و مکان‌یابی اصولی اماکن جدید که تبعات منفی کمتری بر محیط داشته و توسعه پایدار آن را به خطر نیندازد لازم و ضروری است.

۳- همراه با افزایش تولید زباله‌های خانگی و بیمارستانی و مواد شیمیایی خطرناک همراه آن، توجه به برنامه‌های بازیافت زباله، کمپوست و صنایع وابسته به آن لازم و ضروری است و لزوم تعیین ضوابط برای دفن بهداشتی زباله‌های بیمارستانی احساس می‌شود.

۴- مدل تلفیق اطلاعات مصنوع و طبیعی که با استفاده از منطق فازی و عملی کردن آن در سیستم GIS بوده است برای تمام مناطقی از ایران که شرایط محیطی مشابه با استان مازندران دارند قابل عملی کردن است.

۵- با توجه به نزدیکی نقاط سکونتگاهی شهری و روستایی در پهنه شمالی کشور لزوم برنامه‌ریزی جامع نگر دفع مواد زاید شهری که در آن به صورت ناحیه‌ای و منطقه‌ای تصمیم‌گیری گردد به شدت احساس می‌شود.

۶- نواحی سه گانه مکان‌یابی شده در این پژوهش، نیازهای این شهر را در ۲۰ سال آینده پاسخ داده و با توجه به قرارگیری آن در شعاع ۵ کیلومتری، امکان ایجاد تأسیسات و تجهیزات بازیافت زباله نیز وجود دارد و پس از مدتی می‌توان هر سه قسمت را در هم ترکیب و یکی کرد. در خاتمه پیشنهاد می‌شود ضمن ارزیابی دقیق آثار زیست محیطی محل دفن زباله شهر بابلسر و در مقیاس کمتر از ۵۰۰۰

۱۵- میانگین فاصله نسبت به محدوده قانونی شهر بابلسر ۹۷۰۰ متر است.

۱۶- میانگین فاصله نسبت به گسل‌های اصلی اطراف شهر ۱۵۰ متر است.

نتیجه‌گیری

توسعه شهری بابلسر در ۲۰ سال اخیر ناشی از دو پدیده اصلی پیوستگی روستایی به شهر و رشد طبیعی جمعیت شهری بوده است. جمعیت شهر از ۱۸۸۱۰ نفر در سال ۱۳۴۵ به ۴۷۹۲۷ نفر در سال ۱۳۸۴ افزایش یافته است. فرایند این جهش شدید جمعیتی افزایش نیازها و مصرف مواد طبیعی و مصنوع بوده که به شکل مواد زاید شهری (زباله) در کمیت و کیفیت‌های مختلفی نمایان شده است و انباشت و دفن روزانه ۷۲/۵ تن زباله تولیدی در محیط بکر و طبیعی اطراف شهر باعث آلودگی شدید زیست‌محیطی و پایین آمدن کیفیت بهداشت و سلامت شهروندانی شده است که خواسته، یا ناخواسته با این موضوع درگیر هستند. این واقعیتی مسلم است که نظام مدیریت مواد زاید جامد در شهر بابلسر در شرایط نسبتاً بحرانی و دور از وضعیت مطلوب قرار دارد و مسئله مذکور زمانی ملموس‌تر است که مکان‌گزینی دفن مواد زاید جامد با استفاده از ضوابط و معیارهای مکان‌یابی مورد بررسی قرار گیرد تا مشخص شود که مکان فعلی دفن زباله شهر که فارغ از هر نوع برنامه بازیافت به شکل دفن در دل طبیعت زیبای بابلسر صورت می‌گیرد، با اصول و معیارهای علمی و فنی انطباق ندارد. با فرض تداوم وضعیت فعلی تولید زباله شهر بابلسر مبنی بر تولید روزانه ۷۲/۵ تن و سالانه ۲۶۱۰۰ تن لزوم مکان‌گزینی بهینه و صحیح برای دفن زباله‌های شهری احساس می‌شود.

از این رو با توجه به پژوهش حاضر و با بررسی وضعیت موجود تولید و دفن زباله تولیدی این شهر می‌توان به نتایج زیر دست یافت:

۱- مکان‌گزینی محل دفن مواد زاید سابق شهر بابلسر از موقعیت مکانی و جغرافیایی مطلوبی سود نمی‌برد و با توجه به افزایش جمعیتی این شهر در ۲۵ سال اخیر و پر شدن فضاهای خالی و مساعد این مکان، لزوم مکان‌گزینی جایگاه دیگری احساس می‌شد.

۲- مکان‌گزینی محل کنونی دفن مواد زاید جامد شهری بابلسر از لحاظ بسیاری از مشخصه‌های محیطی همچون دوری از گسل‌های زلزله، اراضی زراعی، سکونتگاه‌های انسانی، خاک مناسب، روند توسعه

وزارت جهاد کشاورزی، مرکز تحقیقات خاک و آب، نقشه تناسب اراضی و خاک شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ شهرستان بابلسر.

وزارت کشور دفتر برنامه ریزی عمرانی. ۱۳۸۰. اطلاعات عمران و توسعه شهرداری‌های استان مازندران.

یغمائیان، ک. ۱۳۸۲. "تجزیه مواد" فصلنامه آموزشی - پژوهشی مدیریت پسماند، شماره ۱.

عمرانی، ق. ع. ۱۳۸۲. مواد زاید جامد (جلد ۲)، انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.

نیلچیان، س. ۱۳۸۱. مکان‌یابی مراکز جمع‌آوری و تفکیک زباله با GIS در منطقه ۲۲ تهران، دانشکده هنرهای زیبا دانشگاه تهران.

John Bennet, 2005. "Solid Waste Collections Department," City of Rome Annual Report.

Michelle M. Groc, 2004. "Routes, Requests, Bids, and Citations: GIS in Solid Waste Services" google.net.

Senthil Shanmugan, S. 2005. "GIS - MIS - GPS for solid waste management" urban planning. google.net.

Vastava, Sh and nathawat. 2003 selection of potential waste disposal sites around Ranchi urban complex using remote sensing and GIS techniques, urban planning, map Asia conference.

Anwar, S. M. 2004 " Solid Waste Management and GIS a case from Kalabagan area of Dhaka city, Bangladesh (the MPhil Thesis of mine)" a personal website

Sengtianth, V. 2004. Solid Waste Management in Urban Areas of Vientiane Capital City using GIS30th WEDC International Conference, Vientiane, Lao PDR.

Hendrix, W. and b. D. 1992. use of GIS for selection of sites for land application of sewage waste, journal of soil and water conservation

تبلیغات فرهنگی بیشتری برای ارتقای سطح آگاهی‌های عمومی مردم در مورد تفکیک زباله در مبدأ و تهیه کمپوست از پسمانده زباله‌های شهر بابلسر صورت گیرد تا بتوان آن را در جهت تقویت خاک‌های کشاورزی آن منطقه به کار گرفت.

یادداشت

۱- بخشی از این مقاله شامل پیاده سازی منطق فازی از رساله دکتری نویسنده دوم با عنوان " توسعه کالبدی بهسازی ونوسازی بافتهای کهن شهری با استفاده از GIS که در سال ۱۳۸۵ در دانشگاه تهران دفاع شده است استخراج شده و در این مقاله به کار گرفته شده است

منابع مورد استفاده

حیبی، ک. ۱۳۸۴. رساله دکتری " توسعه کالبدی بهسازی ونوسازی بافتهای کهن شهری با استفاده از GIS، دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران، گرایش برنامه ریزی شهری.

حیدرزاده، ن. (۱۳۸۰). معیارهای مکان‌یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری، انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور، تهران.

سازمان زمین شناسی کشور، نقشه زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ شهرستان بابلسر.

سازمان مسکن و شهرسازی استان مازندران. ۱۳۷۵. طرح جامع شهر بابلسر، مشاور مازند طرح.

سازمان نقشه‌برداری کشور، نقشه توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ شهر بابلسر.

عبدلی، م. علی. ۱۳۷۲. سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری و روش‌های کنترل آن، انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران، تهران.

عبدلی، م. ع. ۸۰-۱۳۷۹. مدیریت دفع مواد زاید جامد شهری (۳جلد)، انتشارات مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری وزارت کشور، تهران.