اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ و ۳۰ دی ماه ۱۳۹۴

The 1st National Conference on
Geospatial Information Technology
K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering
19 - 20 January 2016

پهنه‌بندی مناطق مناسب دفن پسماند شهری با استفاده از روش WLC در محیط GIS (مطالعه موردی: دشت زنجان-سُلطانیه)

مصطفی رحمانی[۱]، ایمان منصف[۲]، مسعود ساعت‌ساز[۲]

۱- کارشناس ارشد ژئوفیزیک، دانشکده علوم زمین، دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، زنجان، ایران
۲- استادیار گروه اقلیم و زمین، پژوهشکده تغییر اقلیم و گرمایش زمین، دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، زنجان، ایران

چکیده :

پیشرفت تکنولوژی، رشد روز افزون جمعیت و توسعه صنعت فاکتورهای مهمی در میزان تولید پسماند هستند. مدیریت پسماند یکی از مسائل مهم در مدیریت بحران شهری بوده که شامل جمع‌آوری، حمل و نقل، کنترل، بازیافت و دفن پسماند است. منطقه مورد مطالعه دشت زنجان - سلطانیه است که در شمال‌غرب ایران قرار گرفته‌است. این منطقه در حوضه آبریز زنجان‌رود قرار دارد و مساحت آن تقریباً ۲۴۰۰ کیلومتر مربع است. به‌دلیل عدم بازیافت پسماند در شهر زنجان، انتخاب محل دفن پسماند یکی از مراحل بسیار مهم در مدیریت پسماند است. در این تحقیق، از معیارهای مختلفی مانند کاربری اراضی، فاصله از منابع آب‌زیرزمینی، فاصله از گسل‌ها، فاصله از رودخانه-ها، شیب زمین، سنگ‌شناسی، فاصله از راه‌ها، فاصله از فرودگاه، فاصله از مناطق مسکونی و باراندگی استفاده شده‌است. برای مکان‌یابی محل دفن پسماند از روش ترکیب خطی وزنی (WLC) به‌همراه سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شده‌است. روش ترکیب خطی وزنی یکی از روش‌های رایج در مسئله‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است و سامانه اطلاعات جغرافیایی یک بستر مفید و قدرتمند برای ایجاد یک پایگاه داده مکانی است. در نهایت، نقشه نهایی بر اساس میزان مناسب بودن برای دفن پسماند به پنج کلاس کاملاً نامناسب، نامناسب، نسبتاً مناسب، مناسب و کاملاً مناسب طبقه‌بندی شد. بر اساس این مطالعه ۱۲/۵٪ از کل مساحت منطقه مورد مطالعه به عنوان مناطق کاملاً نامناسب و ۴/۱٪ به‌عنوان مناطق کاملاً مناسب برای دفن پسماند شناخته‌شد. نتایج این مطالعه قابل استفاده برای تصمیم-گیران در بخش مدیریت و برنامه‌ریزی شهری است و مناطق مناسب برای دفن پسماند در دشت زنجان - سلطانیه را پیشنهاد می‌کند

واژه‌های کلیدی : محل دفن پسماند، WLC، GIS، دشت زنجان- سلطانیه

نویسنده مکاتبه کننده : مصطفی رحمانی
آدرس پستی :
تلفن :
آدرس پست الکترونیک : Mostafa.rahmani@iasbs.ac.ir

۱- مقدمه

افزایش نرخ جمعیت و تولید محصولات صنعتی، پدیده تراکم شهری را با شتاب مواجه کرده‌است. افزایش پدیده شهرنشینی موجب بروز مشکلاتی در بخش مدیریت بحران شهری شده است. مدیریت پسماند یکی از مسائل مهم در مدیریت بحران شهری است. ضعف در سیستم مدیریت پسماند شهری[1] موجب افزایش مخاطرات اجتماعی و زیست محیطی می‌گردد. به‌همین دلیل توجه تصمیم‌گیران مدیریت و برنامه ریزی شهری و مسئولین مدیریت بحران شهری به مسئله مدیریت پسماند ضروری است[۱].

انتخاب محل دفن پسماند یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)[2] است. مسائل تصمیم‌گیری[3] چند معیاره در طی سال‌های اخیر رشد بسیار چشمگیری داشته‌اند. این مسائل مقبولیت زیادی در فرایندهای تصمیم‌گیری دارند [۲]. روش ترکیب خطی وزنی (WLC)[4] یکی از رایج‌ترین تکنیک‌ها در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره است. در این روش تصمیم‌گران بر اساس اهمیت نسبی به معیارها وزن می‌دهند. این وزن‌ها در نقشه‌های معیار ضرب می‌شود و سرانجام مناطقی که دارای بیشترین مقدار هستند به‌عنوان مناطق مناسب دفن پسماند انتخاب خواهند شد [۳]. یکی از قدیمی‌ترین و گسترده‌ترین مراحل در مدیریت پسماند شهری در کشورهای درحال توسعه‌ای مانند ایران، دفن پسماند است. برای انتخاب محل دفن پسماند می‌بایست چندین معیار مختلف در نظرگرفته‌شود [۴]. سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)[5] یک ابزار مفید برای کمک به مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره است.. GIS یک ابزار موثر و کارآمد برای سیستم‌های مدیریت پایگاه داده است و توانایی مدیریت حجم زیادی از اطلاعات مکانی و توصیفی را دارد [۵].

ماهینی و همکاران برای مکان‌یابی محل دفن پسماند جامد شهری در شهر گرگان از روش WLC استفاده کردند [۶]. بر اساس این مطالعه ۱۸ سایت به‌همراه قابلیت محلی زمین درجه‌بندی شدند. علیزاده و همکاران (۲۰۱۳) از روش‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)۶ و WLC برای مکان‌یابی محل دفن پسماند در شهر آمل استفاده کردند و سرانجام سایتی با مساحتی بالغ بر ۱۱۰ هکتار و قابلیت پذیرش ۱۷۰ تُن پسماند بطور روزانه به‌عنوان لندفیل پیشنهاد کردند [۳]. معین‌الدینی و همکاران از ترکیب روشAHP با روش WLC در محیط GIS برای مکان‌یابی محل دفن پسماند در شهر کرج استفاده کردند و سر انجام ۶٪ از منطقه مورد مطالعه به‌عنوان لندفیل پیشنهاد شد [۷].

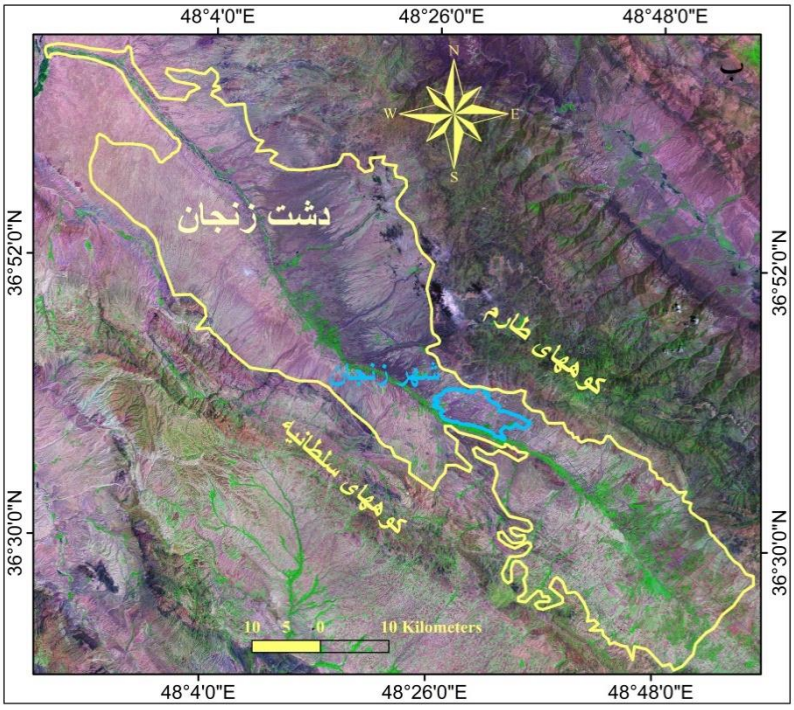
در این مطالعه از روش WLC در محیط GIS برای مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری استفاده شده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- زیر عنوان

منطقه مورد مطالعه در بین عرض‌های جغرافیایی '۲۰ °۳۶ تا '۰۸ °۳۷ شمالی و طول‌های جغرافیایی' ۴۷ °۴۷ تا '۵۰ °۴۸ غربی قرار گرفته است (شکل ۱). این منطقه در حوضه آبخیز زنجان‌رود قرار دارد که بخشی از حوضه آبریز رود قزل‌اوزن است و با نام دشت زنجان- سلطانیه شناخته شده‌است. وسعت منطقه مورد مطالعه در حدود ۲۴۰۰ کیلومتر مربع و شامل ۸۹ روستا و ۲ شهر است. دشت زنجان از نظر موقعیت زمین‌شناسی عمدتاً بروی رسوبات کواترنری قرار گرفته که از شمال توسط کوه‌های طارم و از جنوب به‌وسیله کوه‌های سُلطانیه احاطه شده‌است.

[1] Municipal Waste Management (MWM)
[2] Multi Criteria Decision Making (MCDM)
[3] Decision Making
[4] Weighted Linear Combination (WLC)
[5] Geographic Information System (GIS)
[6] Analytical Hierarchy Process (AHP)



شکل ۱: تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه شامل دشت زنجان - سُلطانیه.

۲-۲- روش تحقیق

یکی از روش‌های مفید برای درجه‌بندی نقشه‌های تناسب، روش ترکیب خطی وزنی (WLC) است [۸]. امروزه از GIS به‌عنوان یک ابزار قدرتمند برای حل مسئله مکان‌یابی محل دفن پسماند استفاده می‌شود، زیرا GIS به‌صورت کارامد مدیریت و ویرایش داده‌ها را انجام می‌دهد [۹]. روش WLC یکی از رایج‌ترین روش‌ها در مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره است [۷]. در این روش وزن معیارها مستقیماً توسط کارشناسان مشخص می‌شود (جدول ۱). پس از تعیین وزن، این مقادیر در لایه‌های اطلاعاتی ضرب می‌شود.

جدول ۱: وزن و کلاس‌بندی معیارهای مورد استفاده در این مطالعه.

معیار	وزن	کلاس	وزن کلاس	وزن نهایی	معیار	وزن	کلاس	وزن کلاس	وزن نهایی
کاربری اراضی	۰/۱۵	مسکونی	۰/۰۷	۰/۰۱۰	بارندگی	۰/۰۸	۲۰۸-۲۳۳	۰/۴۱	۰/۰۳۲
		صنعتی	۰/۱۰	۰/۰۱۵			۲۳۳-۲۵۷	۰/۲۶	۰/۰۲۰
		کشاورزی	۰/۱۶	۰/۰۲۴			۲۵۷-۲۸۲	۰/۱۶	۰/۰۱۲
		کشت دیم	۰/۲۶	۰/۰۳۹			۲۸۲-۳۰۶	۰/۱۰	۰/۰۰۸
		غیرکشاورزی	۰/۴۱	۰/۰۶۱			۳۰۶-۳۳۱	۰/۰۷	۰/۰۰۵
فاصله از منابع‌آب زیرزمینی	۰/۱۴	<۲۵۰	۰/۰۷	۰/۰۰۹	فاصله از شهرها	۰/۰۶	<۳۰۰۰	۰/۰۷	۰/۰۰۴
		۲۵۰-۵۰۰	۰/۱۰	۰/۰۱۴			۳۰۰۰-۴۰۰۰	۰/۴۱	۰/۰۲۴
		۵۰۰-۷۵۰	۰/۱۶	۰/۰۲۲			۴۰۰۰-۵۰۰۰	۰/۲۶	۰/۰۱۵
		۷۵۰-۱۰۰۰	۰/۲۶	۰/۰۳۶			۵۰۰۰-۶۰۰۰	۰/۱۶	۰/۰۰۹
		۱۰۰۰<	۰/۴۱	۰/۰۵۷			۶۰۰۰<	۰/۱۰	۰/۰۰۶
فاصله از گسل‌ها	۰/۱۴	<۲۵۰	۰/۰۷	۰/۰۰۹	فاصله از روستاها	۰/۰۶	<۲۰۰۰	۰/۰۷	۰/۰۰۴
		۲۵۰-۵۰۰	۰/۱۰	۰/۰۱۴			۲۰۰۰-۳۰۰۰	۰/۴۱	۰/۰۲۴
		۵۰۰-۷۵۰	۰/۱۶	۰/۰۲۲			۳۰۰۰-۴۰۰۰	۰/۲۶	۰/۰۱۵

		۷۵۰-۱۰۰۰	۰/۲۶	۰/۰۳۶			۵۰۰۰-۴۰۰۰	۰/۱۶	۰/۰۰۹
		۱۰۰۰<	۰/۴۱	۰/۰۵۷			۵۰۰۰<	۰/۱۰	۰/۰۰۶
فاصله از رودخانه‌ها	۰/۰۹	<۲۵۰	۰/۰۷	۰/۰۰۶	فاصله از فرودگاه	۰/۰۶	<۳۰۰۰	۰/۰۷	۰/۰۰۴
		۲۵۰-۵۰۰	۰/۱۰	۰/۰۰۹			۴۰۰۰-۳۰۰۰	۰/۱۰	۰/۰۰۶
		۵۰۰-۷۵۰	۰/۱۶	۰/۰۱۴			۵۰۰۰-۴۰۰۰	۰/۱۶	۰/۰۰۹
		۷۵۰-۱۰۰۰	۰/۲۶	۰/۰۲۳			۶۰۰۰-۵۰۰۰	۰/۲۶	۰/۰۱۵
		۱۰۰۰<	۰/۴۱	۰/۰۳۶			۶۰۰۰<	۰/۴۱	۰/۰۲۴
شیب	۰/۰۸	<۱۰	۰/۴۱	۰/۰۳۲	فاصله از راه‌ها	۰/۰۶	<۲۵۰	۰/۰۷	۰/۰۰۴
		۱۰-۲۰	۰/۲۶	۰/۰۲۰			۲۵۰-۵۰۰	۰/۴۱	۰/۰۲۴
		۲۰-۳۰	۰/۱۶	۰/۰۱۲			۵۰۰-۷۵۰	۰/۲۶	۰/۰۱۵
		۳۰-۴۰	۰/۱۰	۰/۰۰۸			۷۵۰-۱۰۰۰	۰/۱۶	۰/۰۰۹
		۴۰<	۰/۰۷	۰/۰۰۵			۱۰۰۰<	۰/۱۰	۰/۰۰۶
سنگ-شناسی	۰/۰۸	Qt Plc Qal Pcs Omq Ek G	۰/۳۴ ۰/۲۵ ۰/۱۵ ۰/۱۱ ۰/۰۷ ۰/۰۵ ۰/۰۳	۰/۰۲۷ ۰/۰۲۰ ۰/۰۱۲ ۰/۰۰۸ ۰/۰۰۵ ۰/۰۰۴ ۰/۰۰۲					

پس از انتخاب معیارها بر اساس قوانین جاری کشور و مرور مطالعات پیشین و گردآوری اطلاعات مورد نیاز از سازمان‌های مختلف، ویرایش و صحت‌سنجی (به‌وسیله نقشه‌های زمین‌شناسی و تصاویر ماهواره‌ای) اطلاعات انجام شد. تمام نقشه‌های رستری دارای سلول‌هایی با ابعاد ۳۰×۳۰ مترمربع و سیستم مختصات تصویری WGS 1984 UTM Zone 39N هستند.

۲-۳- استاندارد سازی لایه‌های اطلاعاتی

برای لایه‌های اطلاعاتی مانند فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از گسل‌ها، فاصله از منابع آب‌های زیرزمینی و فاصله از فرودگاه نقشه‌های فاصله[۷] تولید شده است. پس از تولید نقشه‌های فاصله، این نقشه‌ها با استفاده از رابطه زیر (معادله ۱) استانداردسازی شدند [۱۰]:

معادله (۱)

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \tilde{x_j}}{x_j^* - \tilde{x_j}}$$

$$x_j^* = \max\{x_{ij}\};\ \tilde{x_j} = \min\{x_{ij}\} \qquad i=1,2,\ldots,n;\quad j=1,2,\ldots,m;$$

که x_{ij} مقدار پیکسل i اُم در لایه اطلاعاتی j اُم و m تعداد کل معیارها است.

سرانجام، وزن معیارها در نقشه‌های استاندارد شده ضرب می‌شود و از هم‌پوشانی این نقشه‌ها، نقشه نهایی بدست می‌آید و سلول‌هایی با بیشترین مقدار به‌عنوان مناطق مناسب دفن پسماند مشخص می‌شوند.

[۷] Distance Maps

۲-۴- هم‌پوشانی به روش ترکیب خطی وزنی

نقشه های فاکتور با استفاده از رابطه زیر (معادله ۲) هم‌پوشانی می‌شوند [۱۱]:

$$A_i = \sum_{j=1}^{n} W_j X_{ij}$$ معادله (۲)

در این رابطه A_i ضریب مربوط به میزان مناسب بودن سلول i اُم، W_j وزن معیار j اُم، X_{ij} مقدار سلول i در معیار j اُم و n تعداد کل معیارها است.

به این روش، وزن‌دهی تجمعی ساده[8] هم گفته می‌شود. در این روش مجموع وزن معیارها برابر با ۱ است ($\sum_{j=1}^{n} W_j = 1$) در غیر این‌صورت مقدار A_i بر مجموع وزن معیارها تقسیم می‌شود. روش WLC بر پایه میانگین وزنی استوار است [۳].

۳- معیارها

فاصله از گسل‌ها، زمین‌شناسی، فاصله از فرودگاه، فاصله از راه‌ها، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از منابع آب‌های زیرزمینی، فاصله از رودخانه‌ها، بارندگی، کاربری اراضی و شیب زمین معیارهای مورد استفاده برای مکان‌یابی محل دفن پسماند در دشت زنجان - سلطانیه هستند. تمام ده معیار مورد استفاده در این مطالعه به پنج کلاس طبقه بندی شده-اند به استثنای معیار زمین‌شناسی که به هفت کلاس طبقه‌بندی شده است.

۳-۱- کاربری اراضی

بر اساس ارزش و نوع کاربری زمین، کلاس‌بندی معیار کاربری اراضی در هر منطقه تغییر می‌کند و مستقل از محدودیت‌های قانونی است [۱۲]. از لحاظ نوع کاربری زمین منطقه مورد مطالعه به پنج کلاس مناطق مسکونی، مناطق صنعتی، مناطق کشاورزی درجه یک (مانند باغ میوه)، مناطق کشت دیم و مناطق غیرکشاورزی تقسیم‌بندی شده‌است (شکل ۲الف). به دلیل تاثیرات نامطلوب محیطی و اجتماعی محل دفن پسماند بروی مناطق مسکونی و صنعتی، به این مناطق کمترین وزن و به مناطق غیرکشاورزی بیشترین وزن اختصاص داده شده‌است.

۳-۲- فاصله از منابع آب زیرزمینی

محل دفن پسماند باید از منابع آب‌های زیرزمینی فاصله زیادی داشته باشد، زیرا با گذشت زمان نشت شیرابه‌ها باعث آلودگی آن‌ها می‌شود و آلودگی این منابع آسیب‌های جبران ناپذیری در سلامت شهروندان و محیط زیست ایجاد می-کند[۱۳]. شکل ۲ب نقشه رستری آب‌های زیرزمینی شامل چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌ها را نشان می‌دهد. به سلول‌هایی که در فاصله بیشتری از این منابع هستند، وزن بیشتری اختصاص داده شده‌است.

۳-۳- فاصله از گسل‌ها

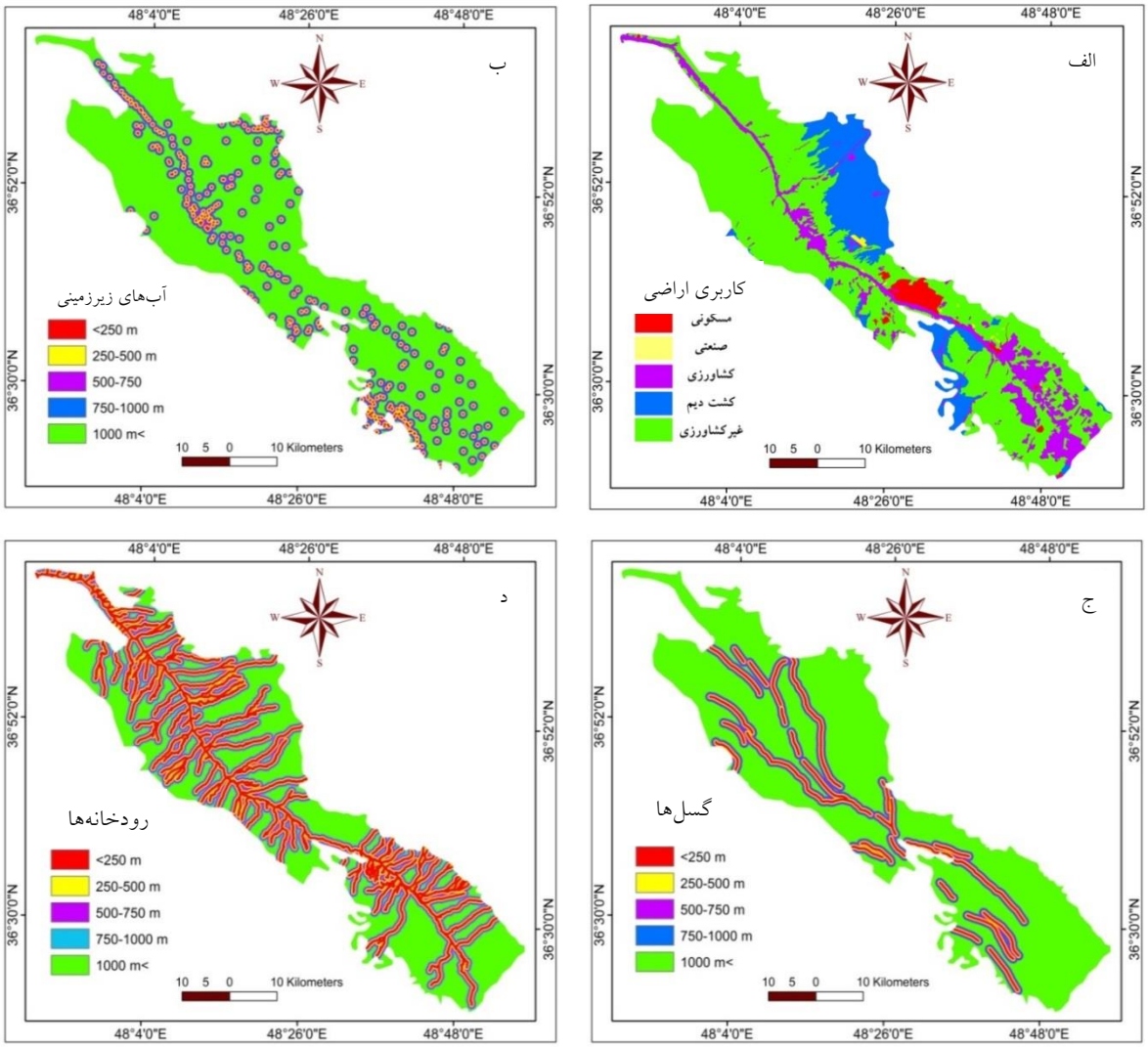
گسل‌ها و شکستگی‌ها باعث افزایش نفوذپذیری و سرعت انتقال سیالات می‌شوند. در اثر وجود این ساختارها احتمال آلودگی آب‌های زیرزمینی در اثر نشت شیرابه‌های ناشی از محل دفن افزایش می‌یابد [۱۴]. با افزایش فاصله از گسل‌ها، وزن سلول‌ها درون لایه اطلاعاتی نیز افزایش می‌یابد (شکل ۲ج).

۳-۴- فاصله از رودخانه‌ها

فاصله از آب‌های سطحی مانند رودخانه یکی از مهم‌ترین معیارهای زیست‌محیطی در مکان‌یابی محل دفن پسماند است [۱۵]. به غیر از شاخه اصلی رودخانه زنجان‌رود، بیشتر شاخه‌های فرعی خشک یا موقتی هستند، ولی با وجود این در

[8] Simple Additive Weighting (SAW)

مکان‌یابی محل دفن پسماند، فاصله از آن‌ها در نظر گرفته شده‌است. شکل ۲د نقشه رستری رودخانه‌ها را نشان می‌دهد. با افزایش فاصله از رودخانه، وزن هم افزایش می‌یابد.



شکل ۲: الف. نقشه رستری کاربری اراضی ب. نقشه رستری فاصله از منابع آب‌زیرزمینی ج. نقشه رستری فاصله از گسل‌ها د. نقشه رستری فاصله از رودخانه‌ها.

۳-۵- شیب زمین

نقشه شیب[9] از مدل ارتفاع رقومی (DEM)[10] منطقه با دقت ۳۰×۳۰ مترمربع تهیه شده‌است (شکل ۳الف). شیب زمین یک معیار بسیار مهم در مکان‌یابی است، زیرا با افزایش شیب سرعت انتقال شیرابه‌ها نیز افزایش می‌یابد[۱۶]. شیب منطقه از ۵۴-۰ درجه متغیر بوده و به مناطق با شیب کم (۱۰-۰ درجه) بیشترین وزن اختصاص داده شده‌است.

۳-۶- سنگ‌شناسی

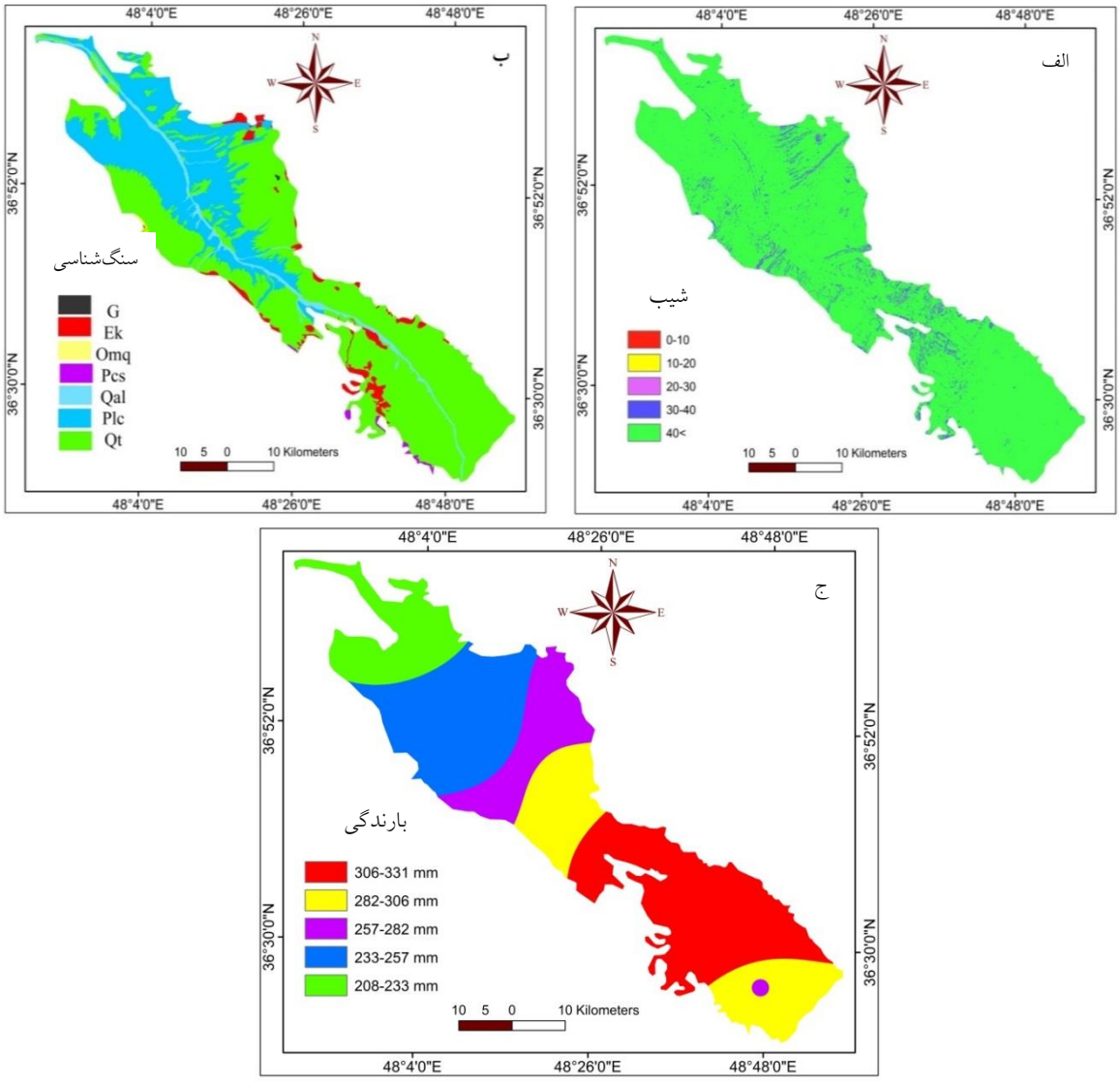
منطقه مورد مطالعه بر اساس جنس زمین به هفت گروه اصلی رسوبات آبرفتی (Qal)، سازند آهک قم (Omq)، سازند دولومیت سلطانیه (Pcs)، سازند کرج (Ek)، واحد گرانیت، گرانودیوریت (G)، واحد کنگلومرای قرمز (Plc) و نهشته‌های آواری (Qt) تقسیم‌بندی شده‌است (شکل ۳ب) . ذرات رس و سیلت قرار گرفته در بین گراول‌ها دارای نفوذپذیری کمی

[9] Slope
[10] Digital Elevation Model (DEM)

بوده و برای محل دفن پسماند مناسب هستند، به‌همین دلیل به مناطقی که حاوی این رسوبات هستند بیشترین وزن اختصاص داده شده است.

۳-۷- بارندگی

تعداد هفت ایستگاه بارندگی سازمان هواشناسی زنجان (۱۳۸۸-۱۳۹۲) مورد استفاده قرار گرفته است که نقشه بارندگی با استفاده از ابزار درون‌یابی عکس فاصله (IDW) [11]در محیط GIS بدست آمده‌است (شکل ۳ج). اساس این روش برمبنای میانگین وزنی است. بر اساس اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی منطقه، مقدار بارندگی با پیشروی از شمال‌غرب به سمت جنوب‌شرق افزایش می یابد. به مناطق با مقدار بارندگی کمتر، وزن بیشتری اختصاص داده شده-است. زیرا افزایش مقدار بارندگی موجب تسریع انتقال و نفوذ شیرابه‌ها به اعماق می‌شود.



شکل ۳: الف. نقشه رستری شیب زمین ب. نقشه رستری سنگ‌شناسی ج. نقشه رستری بارندگی

[11] Inverse distance weighted (IDW)

۳-۸- فاصله از فرودگاه

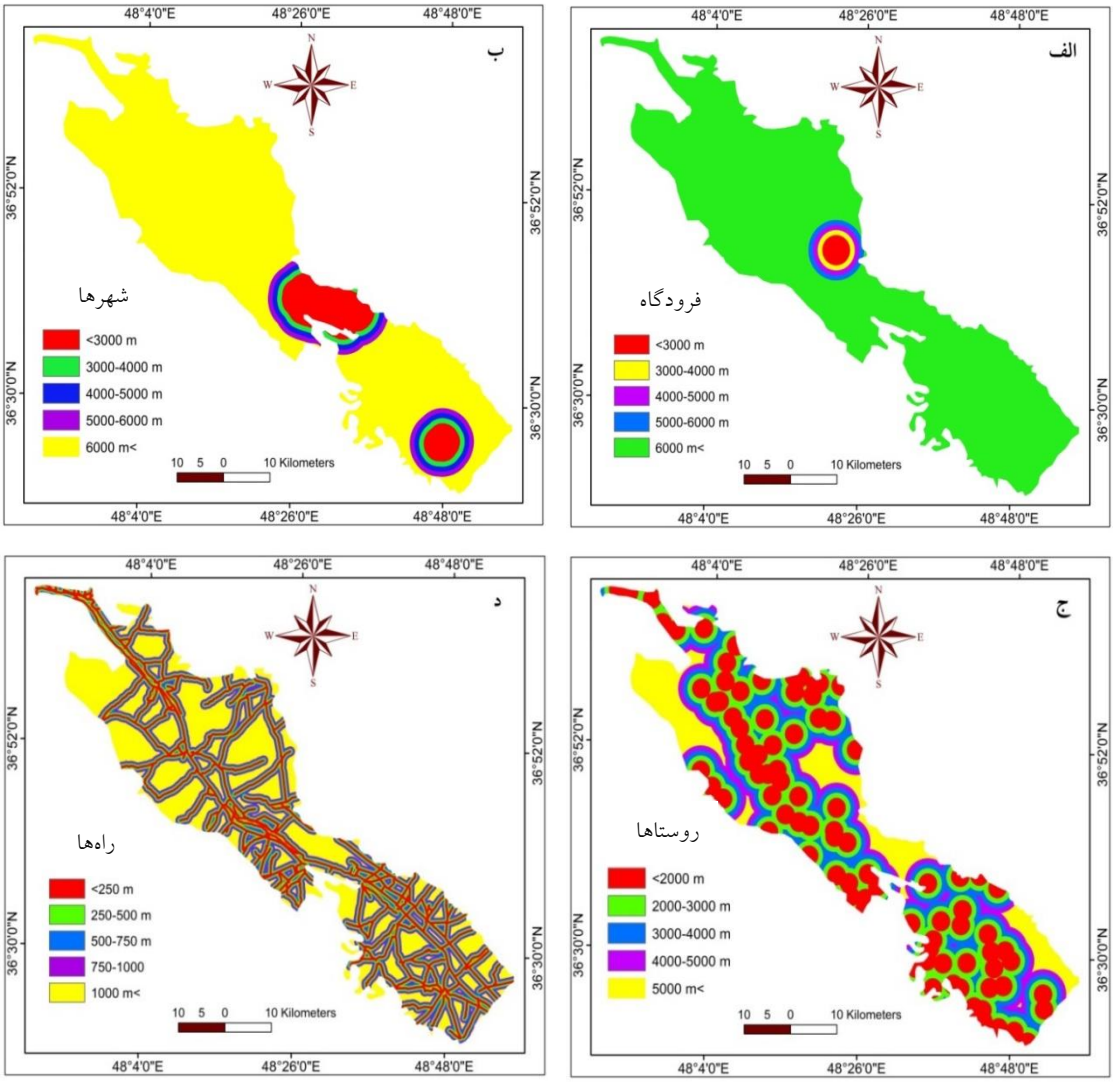
نزدیکی محل دفن به فرودگاه به‌دلیل تجمع پرندگان و پخش مواد به محیط اطراف محل دفن می‌تواند منجر به کاهش ایمنی پروازها شود [۱۴]. علاوه بر این نزدیکی محل دفن به این اماکن مهم و حساس تاثیرات نامطلوب اجتماعی و توریستی را برجا می‌گذارد. با افزایش فاصله از فرودگاه، وزن سلول‌ها نیز افزایش می‌یابد (شکل ۴الف).

۳-۹- فاصله از مناطق مسکونی

لندفیل‌ها همواره تاثیرات نامطلوبی مانند بوی بد، پخش تکه‌های مواد و اجتماع پرندگان و حیوانات بر روی محیط اطراف خود می‌گذارند. بنابراین نزدیکی محل دفن به مناطق مسکونی موجب تهدید بهداشت و سلامت شهروندان می‌شود [۱۶]. به‌همین دلیل برای شهرها و روستاها به‌ترتیب حریم ۳۰۰۰ متری و ۲۰۰۰ متری درنظر گرفته شده و کمترین وزن به سلول‌های درون حریم مناطق مسکونی اختصاص داده شده است. اگرچه نزدیکی لندفیل به مناطق مسکونی از نظر اجتماعی تاثیر ناخوشایندی برجا می‌گذارد، ولی با افزایش فاصله از مناطق مسکونی هزینه‌های اقتصادی نیز افزایش می‌یابد. به‌همین دلیل با افزایش فاصله از مناطق مسکونی، وزن نیز کاهش می‌یابد (شکل ۴ ب و ج).

۳-۱۰- فاصله از راه‌ها

به‌منظور کاهش هزینه‌های اقتصادی مانند هزینه‌های مربوط به حمل و نقل پسماند، راه‌سازی و انتقال خطوط نیرو محل دفن پسماند می‌بایست در فاصله کوتاهی از راه‌ها قرار داشته باشد[۱۷]. شکل ۴د نقشه رستری راه‌های اصلی و فرعی دشت زنجان را نشان می‌دهد. به سلول‌هایی که در فاصله کمتری از راه‌ها هستند، وزن بیشتری اختصاص داده شده‌است.

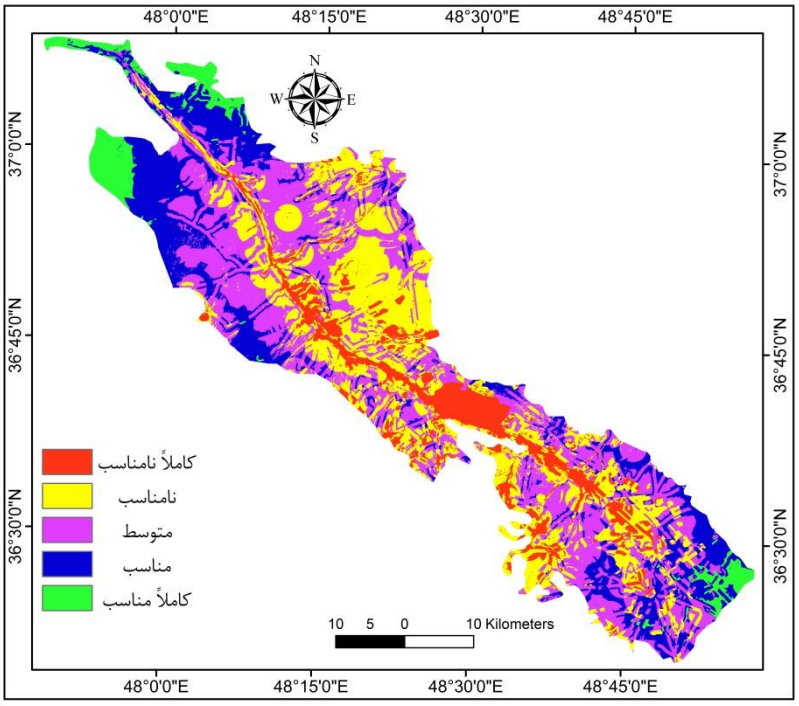


شکل ۴: الف. نقشه رستری فاصله از فرودگاه ب. نقشه رستری فاصله از شهرها ج. نقشه رستری فاصله از روستاها د. نقشه رستری فاصله از راه‌ها.

۴- نتیجه‌گیری

میانگین تولید پسماند در شهر زنجان در حدود روزانه ۴۰۰ تن و سالانه ۱۴۶۰۰۰ تن پسماند می‌باشد. سیستم مدیریت پسماند شهری در زنجان به‌صورت سنتی و غیرمکانیزه است. این سیستم شامل فرایندهای جمع‌آوری، انتقال و دفن پسماند بوده و شامل بازیافت و کمپوست نمی‌باشد. از آنجایی که اثرات نامطلوب زیست محیطی، اجتماعی و بهداشتی از مهم‌ترین مشکلات به‌وجود آمده توسط محل دفن هستند، مکان‌یابی صحیح و مناسب محل دفن پسماند امری بسیار مهم و حساس بوده و منجر به کاهش بسیاری از مشکلات و آسیب‌های زیست‌محیطی و اجتماعی می‌شود. در این تحقیق، پهنه‌بندی مناطق مناسب دفن پسماند بر اساس ملاحظات زیست محیطی، اقلیمی، اقتصادی و اجتماعی با استفاده از روش WLC در محیط GIS صورت پذیرفته است. توانایی گسترده سامانه اطلاعات جغرافیایی در تلفیق معیارهای متفاوت زیست‌محیطی، آب‌شناسی، اقلیمی، زمین‌شناسی بیانگر این مطلب می‌باشد که GIS ابزاری کارآمد و مفید در مسائل آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره است. وزن معیارها بر اساس نظر کارشناسان، مرور ادبیات پیشین و ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه مشخص شده‌است. وزن‌های معیارها در لایه های اطلاعاتی ضرب شدند و سپس با هم-

پوشانی نقشه‌های معیار، نقشه نهایی بدست آمد. نقشه‌نهایی به روش خطوط شکست طبیعی[۱۲] از نظر میزان مناسب بودن محل دفن پسماند به پنج کلاس کاملاً نامناسب (۱۲/۵٪)، نامناسب (۲۹/۱٪)، متوسط (۳۳/۳٪)، مناسب (۲۰/۸٪) و کاملاً مناسب (۴/۱٪) تقسیم‌بندی شده است (شکل ۵). بر اساس نتایج این مطالعه، با توجه به استانداردهای لازم و ملاحظات زیست‌محیطی، اقلیمی، زمین‌شناسی، اقتصادی و اجتماعی مناطق کاملاً مناسب دارای شرایط بسیار مطلوبتری نسبت به سایر مناطق برای دفن پسماند هستند. در صورت عملیاتی نبودن احداث محل دفن پسماند در مناطق کاملاً مناسب، می‌توان از مناطق مناسب به‌عنوان جایگزینی برای محل دفن پسماند استفاده نمود که در این صورت، با توجه به این مسئله که میزان آسیب‌پذیری این مناطق بیشتر از مناطق کاملاً مناسب می‌باشد باید اقدامات بیشتری برای به حداقل رساندن خطر و آسیب‌پذیری (ایزوله کردن مخزن دفن با استفاده از لایه‌های ضخیم رسی به عنوان سدهای نفوذناپذیر) در این مناطق انجام داد.



شکل ۵: نقشه پهنه‌بندی میزان مناسب بودن محل دفن پسماند در دشت زنجان – سلطانیه.

منابع

[1] V. Sumathi, U. Natesan, and C. Sarkar, "GIS-based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill," *Waste management*, vol. 28, pp. 2146-2160, 2008.

[2] G. R. Jahanshahloo, F. H. Lotfi, and M. Izadikhah, "Extension of the TOPSIS method for decision-making problems with fuzzy data," *Applied Mathematics and Computation*, vol. 181, pp. 1544-1551, 2006.

[3] M. Alizade, Ngah, I., Shahabi, H., Ali zadeh, E., , "Evaluating AHP and WLC Methods in Site Selection of Waste Landfill (Case Study: Amol, North of Iran)," *Journal of Basic and Applied Scientific Research* vol. 3, pp. 83-88, 2013.

[4] M. Rezazadeh, E. S. Seyedmahalleh, E. S. Seyedmahalleh, N. Mehrdadi, and F. G. Kootenaei, "Landfill Site Selection for Babol Using Fuzzy logic Method," 2014.

[12] Natural Breaks (Jenks)

[5] M. Z. Siddiqui, J. W. Everett, and B. E. Vieux, "Landfill siting using geographic information systems: a demonstration," *Journal of environmental engineering*, vol. 122, pp. 515-523, 1996.

[6] A. S. Mahini and M. Gholamalifard, "Siting MSW landfills with a weighted linear combination methodology in a GIS environment," *International Journal of Environmental Science & Technology*, vol. 3, pp. 435-445, 2006.

[7] M. Moeinaddini, N. Khorasani, A. Danehkar, and A. A. Darvishsefat, "Siting MSW landfill using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study: Karaj)," *Waste management*, vol. 30, pp. 912-920, 2010.

[8] L. D. Hopkins, "Methods for generating land suitability maps: A comparative evaluation," *Journal of the American Institute of Planners* vol. 43, pp. 386–400, 1977.

[9] B. Şener, M. L. Süzen, and V. Doyuran, "Landfill site selection by using geographic information systems," *Environmental geology*, vol. 49, pp. 376-388, 2006.

[10] H.-S. Shih, H.-J. Shyur, and E. S. Lee, "An extension of TOPSIS for group decision making," *Mathematical and Computer Modelling*, vol. 45, pp. 801-813, 2007.

[11] M. Eskandari, M. Homaee, and S. Mahmodi, "An integrated multi criteria approach for landfill siting in a conflicting environmental, economical and socio-cultural area," *Waste management*, vol. 32, pp. 1528-1538, 2012.

[12] T. D. Kontos, D. P. Komilis, and C. P. Halvadakis, "Siting MSW landfills on Lesvos island with a GIS-based methodology," *Waste management & research*, vol. 21, pp. 262-277, 2003.

[13] V. Akbari, M. Rajabi, S. Chavoshi, and R. Shams, "Landfill site selection by combining GIS and fuzzy multi criteria decision analysis, case study: Bandar Abbas, Iran," *World Applied Sciences Journal*, vol. 3, pp. 39-47, 2008.

[14] G. Kabite, "GIS and Remote Sensing Based Solid Waste Landfill Site Selection," 2011.

[15] Ş. Şener, E. Sener, and R. Karagüzel, "Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: a case study in Senirkent–Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey," *Environmental monitoring and assessment*, vol. 173, pp. 533-554, 2011.

[16] Ş. Şener, E. Şener, B. Nas, and R. Karagüzel, "Combining AHP with GIS for landfill site selection: a case study in the Lake Beyşehir catchment area (Konya, Turkey)," *Waste Management*, vol. 30, pp. 2037-2046, 2010.

[17] P. V. Gorsevski, K. R. Donevska, C. D. Mitrovski, and J. P. Frizado, "Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: a case study using ordered weighted average," *Waste management*, vol. 32, pp. 287-296, 2012.

Zoning of suitable sites for municipal waste landfill using WLC method in GIS environment (case study: Zanjan-Soltaniye plain)

Mostafa Rahmani [1], Iman Monsef [2], Masoud Saatsaz [3]

1. M.Sc. of geophysics, department of earth science, Institute for Advanced Studies in Basic Sciences (IASBS), Zanjan, Iran.

2, 3. Assistance professor of the earth and climate group ,Center for Research in Climate Change and Global Warming (CRCC), Institute for Advanced Studies in Basic Sciences (IASBS), Zanjan, Iran.

Abstract

Technology progression, fast-growing population and development of industry are important factors to waste production value. Waste management is one of the important problems in urban crisis management that including gathering, transporting, controlling, recycling and burying of waste. The study area is the Zanjan-Soltaniyeh plain and its area is about 2400 Km^2. Because of no recycling of waste in Zanjan city, landfill site selection is one of the very important processes in waste management. In this study, different criteria such as land use, distance from groundwater sources, distance from faults, distance from rivers, slope, lithology, distance from roads, distance from airport, distance from settlements and rainfall are used. The composition of Weighted Linear Combination method (WLC) and Geographic Information System (GIS) are used for landfill site selection. Weighted Linear Combination method is one of the common techniques in Multi-criteria decision making problems and Geographic Information System is a useful and powerful environment for creating a spatial database. At the end, the final map according to suitability value for waste disposal was divided by five classes include absolutely unsuitable, unsuitable, moderately suitable, suitable and absolutely suitable. Based on this study, 12.5% and 4.1% of total study area identified as absolutely unsuitable and absolutely suitable area respectively for waste disposal. Results of this study can be used by decision makers in the urban planning and management part and it offers suitable area for landfill in Zanjan-Soltaniyeh plain.

Key Words: landfill site, WLC, GIS, Zanjan- Soltaniyeh Plain.