نشریه علمی - پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره ششم، شماره ۴، اردیبهشت ماه ۱۳۹۶

مکان‌یابی محل‌های دفع زائدات صنعتی با استفاده از مدل Fuzzy-AHP در منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان

حسین یوسفی*[۱]، زهرا جوادزاده[۲]، یونس نوراللهی[۱]

[۱] استادیار دانشکده علوم و فنون نوین - دانشگاه تهران
*hosseinyousefi@ut.ac.ir
noorollahi@ut.ac.ir

[۲] کارشناس ارشد مهندسی طبیعت - دانشکده علوم و فنون نوین - دانشگاه تهران
zahra.javadzade@ut.ac.ir

(تاریخ دریافت آبان ۱۳۹۵،تاریخ تصویب اسفند ۱۳۹۵)

چکیده

یکی از مسائل و معضلات مهم محیط‌زیستی کشور مدیریت مواد زائد جامد به خصوص پسماندهای صنعتی می‌باشد. از موارد مهم در رویکرد کلی مدیریت جامع پسماندهای صنعتی، ضرورت مسئله مکان‌یابی مناسب محل دفع می باشد. با توجه به تأثیراتی که مکان‌های دفع پسماند بر اکوسیستم و محیط اطراف خود می‌گذارند، لذا بایستی توجه نمود تا محل دفن در مکانی قرار گیرد که حداقل اثرات تخریبی و تأثیر نامناسب بر محیط پیرامونی خود را ایجاد نماید. هدف از انجام این پژوهش انتخاب بهینه مکان‌های مناسب دفع پسماندهای صنعتی در منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان می‌باشد. این منطقه، به عنوان مهم‌ترین و نزدیک‌ترین منطقه ویژه اقتصادی به مرکز سیاسی– اقتصادی کشور و دارای موقعیتی ممتاز و منحصر به فرد به منظور تولید، صادرات و ترانزیت کالا می‌باشد. پارامترهای مختلفی در انتخاب بهینه مکان‌های مناسب دفع پسماندهای صنعتی دخیل می‌باشند که در این مطالعه مواردی از جمله عمق آب زیرزمینی، فاصله از آب‌های سطحی و زیرزمینی، راه‌های دسترسی، مناطق مسکونی، صنایع، خطوط انتقال نیرو، سیل‌خیزی، گسل، شیب و فاصله از باغات و زمین‌های کشاورزی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند. . جهت انتخاب بهینه مکان‌های مناسب دفع پسماندهای صنعتی از تلفیق مدل‌های فازی و AHP استفاده گردید، که این امر موجب بالا رفتن دقت مدل و مورد اطمینان بودن نتایج حاصل از آن می‌گردد. پس از انتخاب و تهیه نقشه‌های مربوط به پارامترهای مؤثر، وزن‌دهی به روش AHP و با استفاده از نظرات کارشناسان و خبرگان این امر انجام گرفت. با توجه به فاکتورهای مؤثر و وزن‌های AHP آن‌ها، نقشه‌های توابع عضویت هر یک از فاکتورها تهیه و با استفاده از عملگر AND روی‌هم گذاری فازی شدند. به این ترتیب مناطق کاملا نامناسب تا کاملا مناسب جهت دفع پسماندهای صنعتی در بخش سلفچگان استان قم تعیین گردیدند.

واژگان کلیدی: مکانیابی، پسماند صنعتی، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (Arc GIS)، منطق فازی، تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

* نویسنده رابط

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

ازدیاد جمعیت و به تبع آن افزایش واحدهای صنعتی، باعث افزایش چشمگیر حجم پسماندها به ویژه پسماندهای صنعتی گردیده است. در حال حاضر یکی از مهم‌ترین مسائل محیط‌زیستی کشور، چگونگی دفن پسماندهای جامد به خصوص پسماندهای ویژه و خطرناک می باشد، به گونه ای که بر منابع طبیعی به ویژه آب و خاک اثرات نامطلوب نداشته باشد. با توجه به شرایط اقتصادی موجود در کشور و عدم وجود محدودیت کمبود زمین، گزینه دفن پسماند در کشور ما از اولویت خاصی برخوردار است. با گذشت زمان و مشخص شدن آثار سوء ناشی از دفن غیراصولی این مواد در محیط و عوارض نامطلوب و مخاطره‌آمیز آن بر موجودات زنده و عوامل محیط‌زیستی آن، کشورهای صنعتی را برآن داشت تا قوانین مبسوطی را به منظور کنترل مواد زائد سمی و خطرناک در سال ۱۹۸۰ به مرحله اجرا گذارند.

اولین قوانین و مقرارت مربوط به کنترل مواد خطرناک و سمی کشورهای عضو بازار مشترک اروپا به مرحله اجرا درآمده است. سپس سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه[۱]، اولین مقررات مربوط به صادرات این مواد از کشورهای عضو سازمان فوق‌الذکر را در سال ۱۹۸۶ به موارد اجرا گذارد. در سال ۱۹۸۷ برنامه‌های سازمان ملل[۲]، اصول و خط‌مشی مدیریت مواد زائد خطرناک را مورد پذیرش قرار داده و به دنبال آن در سال ۱۹۸۹ معاهده بازل (در کشور سوئیس) به منظور کنترل حمل‌ونقل برون‌مرزی چنین ضایعات و موادی توسط ۳۵ کشور شرکت‌کننده به امضاء رسید. در حال حاضر اغلب کشورهای دنیا از جمله جمهوری اسلامی ایران (از سال ۱۳۷۱) به عضویت این کنوانسیون درآمده‌اند [۱] .

مدل‌ها و روش‌های متعددی در انتخاب محل مناسب دفن دخالت دارند که هدف نهایی این مدل‌ها یافتن مناسب‌ترین محلی است که کمترین اثرات سوء محیط‌زیستی را به محیط طبیعی اطراف منطقه دفن داشته باشد [۲].

در سال‌های اخیر، نرم‌افزار Arc GIS تحولی انکار ناپذیر در عرصه مطالعات منابع جغرافیایی ایجاد نموده است و سازمان‌دهی و مدیریت داده‌های مکانی را متحول ساخته است و افق‌های جدیدی در زمینه مطالعاتی، بر روی محققین گشوده است [۳]. مکان یابی محل دفن زائدات صنعتی با توجه به حجم لایه‌های اطلاعاتی و لزوم تلفیق آنها، با استفاده از روشهای سنتی دشوار بوده و ممکن است موجب بروز خطا گردد، ضمن آنکه نیاز به زمان طولانی دارد. استفاده از علم و فن‌آوری GIS در مطالعات مربوط به محل دفن زائدات صنعتی توانایی آن را دارد که تهیه و تلفیق لایه‌های مختلف اطلاعاتی را در قالب مدل‌های مختلف، با سرعت بسیار بیشتر انجام دهد.

این مدل‌ها بر حسب نوع تئوری تلفیق، تعداد لایه‌های اطلاعاتی و ارزش هر لایه در تلفیق، متفاوت خواهد بود. برخی از این مدل‌ها عبارتند از: مدل منطقی بولین، وزن‌های نشانگر، هم‌پوشانی شاخص، منطق فازی و مدل ترکیب خطی وزن‌دار. هدف از انجام این پژوهش انتخاب بهینه مکان‌های مناسب دفع پسماندهای صنعتی در منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان می‌باشد که برای این منظور با توجه به دقت بالای منطق فازی و همچنین روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[۳] (AHP) جهت وزن‌دهی به معیارها، از روش Fuzzy-AHP استفاده گردید.

منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان که یکی از قطب‌های مهم صنعتی کشور می‌باشد، در محدوده‌ای به وسعت ۲۰۰۰ هکتار در ۱۸۵ کیلومتری استان تهران واقع شده است. مصوبه ایجاد این منطقه در تاریخ ۱۳۷۶/۱/۱۰به تصویب شورای عالی مناطق رسید. به علت بالابودن سطح آب زیرزمینی در محل دفن پسماندهای صنعتی منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان و همچنین توپوگرافی نامناسب سایت انتخاب شده، آسیب های محیط‌زیستی از جمله آلودگی آب‌های زیرزمینی، آلودگی خاک و هوا به وجود آمده است. از این رو مکان گزینی مناسب جهت دفن بهداشتی پسماندهای صنعتی منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان با توجه به پارامترهای مؤثر بر آن، با هدف کاهش مخاطرات آب‌های زیرزمینی در آن منطقه ضرورت دارد.

۲- پیشینه تحقیق

چانگ[۴] و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی به انتخاب محل دفن مواد زائد جامد در شهر هارلینگن[۵] واقع در

۱ OECD
۲ UNEP

۳ Analytical Hierarchy process
۴ Chang
۵ Harlingen

Archive of SID

www.SID.ir

جنوب تگـزاس پرداختنـد. در ایـن پژوهش با استفاده از سیستم تصمیم گیری مکانی، ارزیابی چند معیاره، منطق فازی، مکان های مناسب طـی دو مرحلـه انتخـاب و اولویـت بندی گردیدند. درمرحله اول، مناطقی که برای محل دفن مناسب نبودند با استفاده ازمعیار های کاربری اراضی، فاصله از رودخانه ها، تـالاب ها، فاصله از جاده ها، جمعیت منطقه، پارک های حیات وحش، فاصله از فرودگاه، نوع خاک و آب زیر زمینی حذف گردیدند. در مرحله دوم با استفاده از منطق فازی شایستگی مکان های مناسب با اثرات اکولوژیکی و محیط زیست، موضـوع انتقـال زبالـه و نارضـایتی مـردم مـورد ارزیابی قرار گرفتند و مکان مناسب برای محل دفن انتخاب شد [۴] .

مهدی غلامعلی فرد و رضا امیدی پور در تحقیقی در شهر ایلام با هدف تعیین مناطق مناسب برای دفن زباله بر اساس ضوابط محیط زیست و با استفاده از روش های بولین و ترکیب خطی وزنی ابتدا معیارهای مهم و مؤثر در مکان یابی محل دفن پسماند شامل شیب، ارتفاع، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده ، فاصله از چشمه، کاربری اراضی، هیدروژئولوژی، فاصله از گسل و فاصله از مناطق مسکونی را شناسایی نمودند. همچنین برای استانداردسازی فاکتورها از توابع عضویت فازی و برای تعیین وزن لایه ها از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده کردند. نتایج روش های بولین و ترکیب خطی وزنی نشان داد به ترتیب ۹۹ و ۹۳ درصد از منطقه فاقد هر گونه شایستگی برای مکان یابی محل دفن پسماند می باشد .همچنین سایت فعلی دفن پسماندهای شهر ایلام در محلی واقع شده که معیارهای محیط زیستی در آن رعایت نشده است [۵]. مرجان سالاری و همکاران در بررسی خود با هدف مکانیابی زیست محیطی محل دفن پسماندهای شهر شیراز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، منطق فازی و بهره گیری از نرم افزار Expert Choice در مرحله اول، عوامل مؤثر در مکان یابی محل دفن مواد زاید را شناسایی و سپس با رقومی کردن و وزندهی ۱۹ لایه بر اساس استانداردهای موجود، نسبت توافق (CR) را محاسبه نمودند. در این پژوهش با استفاده از داد ههایی چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، فرودگاه، کاربری اراضی، قابلیت اراضی، عوارض مصنوع (روستا، تاسیسات و تجهیزات شهری، معادن و...)، گسل، روند توسعه فیزیکی شهر شیراز، آب های سطحی، جهت باد، تراکم جمعیتی، خاکشناسی، هیپستومتریک (طبقات ارتفاعی)، شیب، جهت شیب، پوشش گیاهی، تیپ اراضی، زمین شناسی و... اطلاعات و نقشه ها از طریق مدل های مختلف بر اساس مدل منطقی(AHP-Fuzzy) تلفیق شدند. در نهایت منطقه ای در شعاع ۱۹ کیلومتری شهر شیراز با ۲۷۲ هکتار مساحت در محدوده شمال که دارای توان پذیرش پسماند به وزن بیش از هزار تن در هر روز به مدت ۱۵ سال را دارا می باشد، مکان گزینی گردید [۶]. پیمان حیدریان و همکاران در بررسی خود با هدف انتخاب مکان مناسب دفن پسماندهای شهری با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی و فازی تاپسیس ابتدا معیارهای مؤثر در انتخاب محل دفن پسماند را از سازمان مربوطه جمع آوری نمودند و با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، آنالیز و استاندارد سازی کردند. سپس با ارائه نظر کارشناسی و به کارگیری روش Fuzzy-AHP هر یک از معیارها وزن‌دهی و همپوشانی شدند. در مرحله بعد با استفاده از روش Fuzzy-TOPSIS اولویت‌های گزینه‌ها انجام شد. هر یک از این روش‌ها در نرم افزار MATLAB برنامه نویسی شدند. با اجرای این روش‌ها ۳۶ گزینه مناسب به دست آمد. سپس با انجام اولویت‌بندی دوگزینه به عنوان بهترین مکان انتخاب شدند که در جنوب شرقی مرکز دفن زباله فعلی (کولیک) و شهر پاکدشت واقع شده اند [۷]. رحیم سرور و همکاران در تحقیقی با استفاده از عوامل مؤثر در مکانیابی دفن زباله-های بهداشتی-بیمارستانی و به وسیله‌ی مدل‌های کمی، سایت‌ها و پهنه‌های بهینه را در شهرستان بناب، برای دفن این نوع زباله‌ها مشخص نمودند. دوازده عامل در نظر گرفته شده در تولید لایه‌های مکانی عبارت بودند از: فاصله از شهر، جهت توسعه‌ی شهر، فاصله از مراکز جمعیتی، فاصله از خطوط انتقال نیرو، جهت وزش بادهای غالب، دسترسی به جاده‌های اصلی، جنس و ترکیبات خاک، مکانیک خاک، شیب زمین، عمق آب‌های زیرزمینی، محل آب‌های سطحی، فاصله از گسل. رویکرد حاکم بر محاسبات فازی بوده و در فرآیند برهم‌نهاد لایه‌های مکانی از عملگرهای فازی بهره‌گیری شد. نتایج حاکی از آن است که با توجه به رشد جمعیت در بناب و روند تولید زباله‌های بهداشتی-بیمارستانی، سایت موجود در این شهرستان پاسخگوی مطلوب دفن زباله‌های تولیدی در آینده نخواهد بود. در نهایت با توجه به نیازسنجی مکانی به عمل آمده و

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبات صورت گرفته، از بین پنج پهنه مکانی تعیین شده مدل‌های ترکیبی جهت مدیریت فضایی دفن زباله‌های بهداشتی-بیمارستانی، سایت بهینه انتخاب گردید [۸]. عقیل مددی و همکاران پژوهشی با اهداف شناسایی مکان مناسب جهت دفن زباله در شهرستان اردبیل و مقایسه روش‌های هم‌پوشانی وزنی، تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، منطق فازی و منطق بولین و شناخت روش مناسب جهت مکانیابی دفن زباله جامد شهر اردبیل انجام دادند. برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز از نقشه-های زمین‌شناسی، توپوگرافی، هیدرولوژی، کاربری اراضی، عناصر اقلیمی مؤثر در محل دفن زباله و همچنین تیپ اراضی بهره گرفته شد. داده‌های مورد نیاز برای مکانیابی دفن زباله در نرم‌افزارهای IDRISI و Arc GIS پردازش شده و در نهایت نقشه نهایی ترسیم گردید. نتایج مکانیابی برای دفن زباله‌های شهر اردبیل زمینی به مساحت ۴۵ هکتار است که در ۱۷ کیلومتری شمال شهر اردبیل قرار دارد. همچنین نتایج حاکی از کاربرد مؤثر روش‌های AHP، شاخص هم‌پوشانی وزنی و منطق فازی است که به ترتیب بیشترین تناسب را برای مکانیابی دفن زباله در شهر اردبیل دارا می‌باشند [۹]. فرهاد حسینعلی و همکاران در پژوهشی از روش مدلسازی ایجاد گزینه‌ها (MGA) برای یافتن مناطق بهینهٔ توسعهٔ کاربری‌های شهری در اطراف شهر قزوین در محدوده‌ای به وسعت ۱۶۲۰ کیلومتر مربع استفاده نمودند. ویژگی روش مورد استفاده این است که با گنجاندن قیدی به نام DBDC ، پیوستگی و تراکم مناطق مطلوب برای توسعه لحاظ شده، از توسعه های پراکنده و جداگانه که عملاً از کیفیت لازم برخوردار نیستند، جلوگیری می‌شود. با استفاده از این روش که مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی از نوع برنامه‌ریزی عدد صحیح است، چندین گزینهٔ مطلوب شناسایی و سپس با بررسی و پالایش گزینه‌های تولید شده، سه گزینهٔ مناسب پیشنهاد شده است [۱۰]. مرضیه خان احمدی و همکاران در مقاله‌ای با در نظر گرفتن عدم قطعیت در رابطه با کفایت اطلاعات و جامعیت استنتاجات، ابزارهایی مثل سیستم اطلاعات مکانی و چگونگی تحت کنترل درآوردن تغییرات عوارض شهری، از مدل فازی در ترکیب با فرآیند سلسله مراتبی استفاده نمودند. در گام اول، عوامل مؤثر در مکانیابی ایستگاه های آتش نشانی تعیین و نقشه های معیار تهیه و آماده سازی گردیدند. برای وزندهی معیارهای فوق از بین روش های مختلف وزندهی، روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و نرم افزار Export choice مورد استفاده قرار گرفتند. در گام بعدی به منظور ارزش گذاری لایه ها، از منطق فازی استفاده شد و لایه های آماده شده، توسط توابع عضویت گوناگون که تعداد و نوع آنها بر اساس نظر کارشناسان انتخاب می گردد، فازی شدند. در انتها جهت تلفیق معیارهای فازی شده با توابع عضویت فازی و وزن های به دست آمده با روش AHP ، روش ترکیب خطی وزندار (WLC)[۱] مورد استفاده قرار گرفت و پهنه های مناسب جهت احداث ایستگاه های آتش نشانی شناسایی و مشخص شدند [۱۱].

۳- مواد و روش‌ها

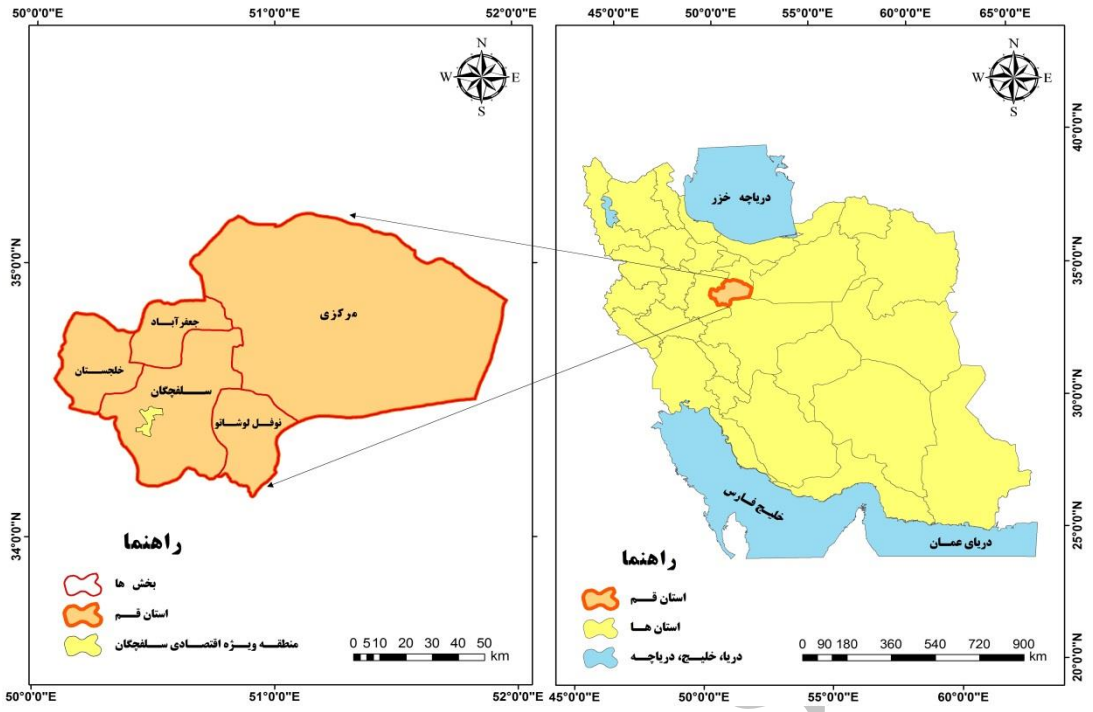
۳-۱- منطقه مطالعاتی

استان قم با وسعت ۱۱۵۲۶ کیلومتر مربع، بین مدار ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۵دقیقه عرض شمالی نسبت به خط استوا و ۵۰ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی نسبت به نصف النهار گرینویچ، در بخش مرکزی ایران قرار دارد. مساحت استان قم ۰/۷٪ درصد کل مساحت کشور است. منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان در قسمت جنوب غرب بخش سلفچگان استان قم واقع شده است. موقعیت ارتباطی منطقه سلفچگان و نزدیکی آن به شهر قم و قطبهای مهم صنعتی فرا استانی چون ساوه، تهران، اراک و اصفهان سبب گردیده است که منطقه سلفچگان از موقعیت مناسبی جهت استقرار صنایع استان برخوردار باشد.

۱ Weighted Linear Combination

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی

۳-۲- چارچوب نظری تحقیق

نظریه مجموعه های فازی که توسط پرو فسور لطفی زاده در سال ۱۹۶۵ مطرح شد ، تفکرات و استدلال‌های زبان و منطق بشری و مفاهیم مبهم و غیر دقیق را با استفاده از مفهوم متغیر های زبانی وارد دنیای ریاضیات می کند. استدلال فازی عمومی‌ترین استدلال در دنیای واقعی بوده و پایه و اساس بسیاری از قواعد تجربی می‌باشد [۱۲]. مجموعه فازی مجموعه‌ای است که درجات عضویت اعضاء آن می‌تواند به‌طور پیوسته از [۱و۰] اختیار شود این مجموعه به‌طور کامل توسط یک تابع عضویت که با A $\mu(X)$ نشان داده می‌شود مشخص می‌شود. تابعی که به هر عنصر از X، یک عدد از بازه [۱و۰] به عنوان درجه عضویت آن عنصر در مجموعه فازی A نسبت می‌دهد. نزدیکی مقدار $\mu_A(X)$ به عدد یک نشانگر تعلق بیشتر X به مجموعه فازی A و بالعکس نزدیکی آن به صفر نشان دهنده تعلق کمتر X به A است.

بیان عضویت در مجموعه فازی به صورت درجات توابع عضویت[۱]، حساسیت به خطای لایه‌ها و اشتباهات کارشناسی در تعیین حدها را کم کرده و اثرات تغییر پارامترها را نیز در نظر می‌گیرد و از افت و از بین رفتن اطلاعات که در روش بولین وجود دارد، جلوگیری می‌کند [۱۳]. با استفاده از تابع عضویت، داده‌ها به ارزش‌هایی در دامنه صفر و یک تبدیل شده به گونه‌ای که مقدار عددی این تابع، درجه امکان تعلق داشتن یک مشاهده به مجموعه مورد نظر را از عدم عضویت کامل تا عضویت کامل نشان می‌دهد. در ارزیابی چند معیاره، از عضویت مجموعه‌های فازی برای استاندارد کردن معیارها و مشخص کردن درجه عضویت فازی آنها استفاده می‌شود. رویکرد منطق فازی با تمام مزایایی که دارد، خالی از اشکال نیست. مهمترین مشکل و نقطه ضعف این منطق عبارت است از فقدان یک روش مشخص و قطعی برای تعیین تابع عضویت مناسب. چهار تابع برای تعیین درجات عضویت فازی وجود دارد، تابع عضویت s شکل، تابع عضویت j شکل، تابع عضویت خطی و تابع عضویت تعریف شده توسط کاربر[۱۴].

برای ترکیب لایه‌ها با استفاده از توابع فازی از عملگرهای مختلفی استفاده می‌شود. هرکدام از این عملگرها بسته به ویژگی‌ها و نتایج کار در وضعیت‌های مختلف قابل استفاده‌اند [۱۲]. این عملگرها عبارتند از Fuzzy AND، Fuzzy OR، Fuzzy Algabric Product، Fuzzy Algabric Sum و Fuzzy Operatio Gamma که در ادامه تشریح می گردند.

[۱] Membership Function

Archive of SID

www.SID.ir

- **عملگر Fuzzy AND**

این عملگر به صورت رابطه (۲) تعریف می‌گردد.

$$W_{\text{Combination}} = MIN(W_A, W_B, W_C, \ldots) \qquad (۲)$$

در این رابطه W_A، W_B و W_C بیانگر مقادیر عضویت فازی فاکتورهای A ، B و C در یک موقعیت خاص می‌باشد. تأثیر این عملگر آن است که نقشه خروجی توسط کوچکترین مقدار عضویت فازی که در هر موقعیت روی می‌دهد کنترل می‌شود.

- **عملگر Fuzzy OR**

این عملگر به صورت رابطه (۳) تعریف می‌گردد.

$$W_{\text{Combination}} = MAX(W_A, W_B, W_C, \ldots) \qquad (۳)$$

تأثیر این عملگر آن است که نقشه خروجی توسط بزرگترین مقدار عضویت فازی که در هر موقعیت روی می‌دهد، کنترل می‌شود.

- **عملگر Fuzzy Algabric Product**

این عملگر به صورت رابطه (۴) تعریف می‌گردد.

$$W_{\text{Combination}} = \prod_{i=1}^{n} W_i \qquad (۴)$$

در این روش n فاکتور کنترل‌کننده و W_i بیانگر وزن لایه iام می‌باشد. مقادیر عضویت فازی با این عملگر به مقداری بسیار کوچک میل می‌کنند به عبارت دیگر مقدار خروجی هر موقعیت همواره کوچکتر یا مساوی کوچکترین مقدار عضویت فازی در موقعیت‌های متناظر نقشه‌های ورودی می‌باشد. بنابراین عملگر فوق اثرکاهشی[۱] دارد. دراین روش بر خلاف فازی AND و OR کلیه مقدارهای عضویت نقشه‌های ورودی در نقشه خروجی تأثیر می‌گذارند.

- **عملگر Fuzzy Algabric Sum**

این عملگر به صورت رابطه (۵) تعریف می گردد.

$$W_{\text{Combination}} = 1 - \left(\prod_{i=1}^{n} (1 - W_i)\right) \qquad (۵)$$

با استفاده از این عملگر فازی مقدار عضویت فازی نقشه خروجی در هر موقعیت همواره بزرگتر یا مساوی بزرگترین مقدار عضویت فازی در موقعیت‌های متناظر نقشه‌های ورودی می‌باشد. بنابراین عملگر فوق اثر افزاینده دارد.

- **عملگر Fuzzy Operation Gamma**

این روش ترکیبی از روش‌های Fuzzy Algebraic Product و Fuzzy Algebraic Sum می‌باشد. در این روش، فاکتورها با وزن‌های مختلف طبق رابطه (۶) تلفیق می‌گردند.

$$\mu_{Combination} = (Fuzzy\ Agabric\ Sum)^{\delta} \cdot (Fuzzy\ Algabric\ \ Product)^{1-\delta} \qquad (۶)$$

در این رابطه مقدار δ بین عدد صفر تا یک تعیین می‌گردد. در صورتی که بخواهیم اهمیت روش Fuzzy Algebraic Sum بیشتر باشد، مقدار δ نزدیک به یک انتخاب می‌گردد و در صورتی که بخواهیم روش Fuzzy Algebraic Product بیشتر مد نظر باشد، مقدار δ نزدیک به عدد صفر انتخاب می‌گردد. انتخاب صحیح و آگاهانه δ مقدارهایی را در خروجی به وجود می‌آورد که یک سازگاری قابل انعطاف میان گرایشات کاهشی و افزایشی دو عملگر فازی Product و Sum را دارد.

برای ارزش دهی به معیارها نیز شیوه های مختلفی همچون وزن های نشان دهنده (weight of evidence)، پردازش دلفی (delphi process)، تخمین نسبت (ratio estimation)، رگرسیون لجستیک (logistic regression) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[۲] (AHP) وجود دارد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از کارآمدترین تکنیک های تصمیم گیری است که اولین بار توسط توماس ال ساعتی در سال ۱۹۸۰ مطرح شد [۱۵].

این تحلیل از جامع‌ترین سیستم های طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا امکان فرموله کردن مسائل را به صورت سلسله مراتبی فراهم می کند. این روش ابزاری قدرتمند و انعطاف پذیر برای بررسی کمی و کیفی مسائل چندمعیاره است که خصوصیت اصلی آن بر اساس مقایسه زوجی است. به همین جهت در این تحقیق برای ارزش‌دهی به معیارها و انتخاب مکان مناسب از این مدل استفاده گردید. در این روش برای هر جفت از معیارها

[۱] decreasive

[۲] Analytical Hierarchy Process

Archive of SID

www.SID.ir

مشخص می‌کنیم کدامیک مهم‌تر است و در واژه‌های کیفی باید مشخص کنیم کدام عامل یا معیار مهم‌تر از دیگری است.

روش مقایسه زوجی، مقایسات کیفی را به وزن‌های کمی برای تمامی عوامل تبدیل می‌کند. سیستم نمره دهی در این روش بر اساس طیف ۹ تایی ساعتی صورت می‌گیرد (جدول۱). وزن هر فاکتور نشان دهنده اهمیت و ارزش آن نسبت به فاکتورهای دیگر است. بنابراین انتخاب آگاهانه و صحیح وزن‌ها کمک بزرگی در جهت تعیین هدف مورد نیاز می‌نماید. در این ساختار عناصر هر سطح تحت تأثیر برخی یا کلیه عناصر سطح بالاتر از آن قرار دارند. نرخ ناسازگاری(CR) مکانیزمی است که میزان اعتماد به اولویت های به دست آمده را نشان می دهد. به طوری که اگر CR کمتر از ۰/۱ باشد می توان سازگاری مقایسه ها را پذیرفت، در غیر این صورت باید مقایسه ها دوباره انجام گردد.

جدول۱- مقادیر ترجیحات زوجی برای مقایسات زوجی

شرح	تعریف	درجه اهمیت
دو عنصر، اهمیت یکسانی داشته باشند.	اهمیت یکسان	۱
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، نسبتاً ترجیح داده می‌شود.	نسبتاً مرجح	۳
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، زیاد ترجیح داده می‌شود	ترجیح زیاد	۵
یک عنصر به عنصر دیگر، بسیار زیاد ترجیح داده می‌شود	ترجیح بسیار زیاد	۷
یک عنصر به عنصر دیگر، ترجیح فوق‌العاده زیادی دارد	ترجیح فوق‌العاده زیاد	۹
ارزش بینابین در قضاوت‌ها		۸، ۶، ۴، ۲
هنگامی که عنصر **i** و **j** مقایسه می‌شود، یکی از اعداد بالا به آن اختصاص می‌یابد. در مقایسه‌ی عنصر **j** با **i**، مقدار معکوس آن عدد اختصاص می‌یابد $x_{ji} = \frac{1}{x_{ij}}$ ( )		

۳-۳- روش انجام تحقیق

مهم ترین ویژگی یک مطالعه و بررسی علمی، روش تحقیق آن است. منظور از روش در تحقیق، ارائه مهارت‌ها و تجربه‌هایی است که دست‌یابی به هدف را آسان‌تر و عملی‌تر می‌سازد و با صرف وقت کمتر، نتایج بیشتری به دست می‌آید. روش مورد استفاده در این پژوهش شامل شناسایی و گزینش معیارهای کلی و فاکتورهای هر یک از معیارها، تعیین طبقات هر یک از فاکتورها، وزن‌دهی و اولویت‌بندی فاکتورها به روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، تهیه نقشه‌های توابع عضویت فازی و بولین با توجه به ماهیت هر یک از فاکتورها، سپس روی‌هم گذاری فازی نقشه‌ها و در نهایت مشخص نمودن مناطق مناسب دفع پسماندهای صنعتی در محدوده بخش سلفچگان استان قم می‌باشد.

برای دستیابی به معیارها و فاکتورهای مؤثر در انتخاب بهینه مکان‌های مناسب دفع پسماندهای صنعتی، ابتدا معیارها و فاکتورهای مختلفی که در گزینش این مکان‌ها از سوی مراجع متعدد داخلی و خارجی مورد استفاده قرار گرفته است، جمع‌آوری گردید. سپس از نظرات کارشناسان استانداری، سازمان حفاظت از محیط‌زیست، شرکت آب منطقه‌ای استان قم و همچنین اساتید دانشگاه تهران استفاده گردید. برای طبقه‌بندی هر یک از فاکتورها از استانداردهای مختلف که توسط سازمان حفاظت محیط-زیست ایران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و اداره کل منابع طبیعی استان تهران ارائه شده است، استفاده شد (جدول۲).

در این جدول ماتریس ضرایب AHP به شیوه مقایسه زوجی برای فاکتورهای مؤثر در مکان‌یابی محل دفع پسماند آورده شده است. ستون ضرایب AHP، وزن‌های محاسبه شده توسط نرم افزار Expert Choice می‌باشد. در مطالعه حاضر نرخ ناسازگاری در تمامی مقایسه‌های صورت گرفته کمتر از ۰/۱ محاسبه گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲- دسته‌بندی معیارها، فاکتورها و طبقات آن‌ها بر اساس روش‌های استاندارد مکانیابی

معیارها	فاکتورها	کلاس بندی طبقات فاکتورها	قلم توصیفی	منابع
فیزیکی	سیل خیزی	<۸۰	نامناسب	[۱۶]
		۸۰-۱۶۰	مناسب	
		>۱۶۰	بسیار مناسب	
	آبهای سطحی	<۱۰۰۰	نامناسب	[۱۶]
		۱۰۰۰-۲۰۰۰	مناسب	
		>۲۰۰۰	بسیار مناسب	
	گسل	<۲۰۰	نامناسب	[۱۶]
		۲۰۰-۱۰۰۰	مناسب	
		>۱۰۰۰	بسیار مناسب	
	شیب	٪۲> و ٪۲۰<	نامناسب	[۱۷]
		٪۱۰ - ٪۲	بسیار مناسب	
		٪۲۰ - ٪۱۰	مناسب	
فنی- عملیاتی	عمق آب زیرزمینی	<۱۰	نامناسب	[۱۸]
		۱۰-۲۰	مناسب	
		>۲۰	بسیار مناسب	
	آب‌های زیرزمینی	<۴۰۰	نامناسب	[۱۹]
		۴۰۰-۸۰۰	مناسب	
		>۸۰۰	بسیار مناسب	
	راههای دسترسی	<۳۰۰	نامناسب	[۱۹]
		>۳۰۰	بسیار مناسب	
اجتماعی- اقتصادی	مناطق مسکونی	<۱۰۰۰	نامناسب	[۱۶]
		۱۰۰۰-۳۰۰۰	مناسب	
		>۳۰۰۰	بسیار مناسب	
	صنایع	<۱۰۰۰	نامناسب	[۱۶]
		۱۰۰۰-۱۵۰۰	مناسب	
		>۱۵۰۰	بسیار مناسب	
	خطوط انتقال نیرو	<۲۰۰	نامناسب	[۲۰]
		>۲۰۰	بسیار مناسب	
	باغات و زمینهای کشاورزی	<۳۰۰	نامناسب	[۱۶]
		>۳۰۰	بسیار مناسب	

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- ماتریس وزن‌دهی و ضرایب AHP فاکتورهای مورد استفاده

فاکتورها	عمق آب زیرزمینی	سیل خیزی	آب‌های سطحی	مناطق مسکونی	گسل	صنایع	خطوط انتقال نیرو	شیب	آب‌های زیرزمینی	راه‌های دسترسی	باغات و زمین‌های کشاورزی	ضرایب AHP
عمق آب زیرزمینی	۱	۷	۵	۳	۴	۷	۷	۲	۲	۵	۲	۰/۲۲۷
سیل خیزی		۱	۰/۵	۰/۲	۰/۳۳	۳	۳	۰/۲	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۲	۰/۰۳
آب‌های سطحی			۱	۳	۳	۵	۷	۰/۲۵	۲	۰/۵	۰/۳۳	۰/۰۹۱
مناطق مسکونی				۱	۴	۵	۷	۰/۳۳	۳	۳	۰/۳۳	۰/۱۰۳
گسل					۱	۳	۵	۰/۳۳	۲	۰/۵	۰/۲	۰/۰۵۱
صنایع						۱	۵	۰/۱۴۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۲	۰/۰۲۴
خطوط انتقال نیرو							۱	۰/۱۴۳	۰/۲۵	۰/۲	۰/۲	۰/۰۱۵
شیب								۱	۴	۳	۲	۰/۱۸۴
آب‌های زیرزمینی									۱	۰/۵	۰/۵	۰/۰۵۳
راه‌های دسترسی										۱	۰/۳۳	۰/۰۷۲
باغات و زمین‌های کشاورزی											۱	۰/۱۵

۴- نتایج

۴-۱- آماده سازی نقشه‌های ورودی به مدل فازی

در این قسمت برای تمام عوارض مورد نیاز در کلاس‌های مربوطه، اهمیت هر عارضه در خصوص مناسب بودن برای احداث محل دفن زائدات صنعتی بررسی گردید و با توجه به نقش هر عارضه و روش‌های متداول در تهیه نقشه های فاکتور، نقشه فاکتور هریک از پارامترهای مورد نیاز تهیه گردید. در تهیه نقشه فاکتور هر عارضه استانداردها، قوانین و مقررات مربوطه مد نظر قرار گرفته است. به عبارت دیگر نحوه عملکرد و ارزش لایه‌های اطلاعاتی آماده‌سازی شده برای مکان‌یابی محل دفن زائدات صنعتی متفاوت است. نقشه تعیین مکان‌های مناسب اولیه برای احداث محل دفن زائدات صنعتی از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی با توجه به نحوه عملکرد و ارزش لایه‌ها تهیه می‌گردد.

برای رسیدن به هدف فوق لازم است با انجام یکسری پردازش‌ها، نقشه (نقشه‌های) فاکتور هر لایه اطلاعاتی تهیه گردد. به طور کلی روش‌های معمول پردازش داده‌ها به منظور تهیه نقشه‌های فاکتور موردنیاز شامل کلاسه‌بندی مجدد نقشه، انجام عملیات بر روی جداول اطلاعات توصیفی، تولید نقشه‌های مجاور (Proximity maps)، مدلسازی هندسی و توپولوژیکی، تولید نقشه های شیب و ارتفاع، تبدیل فرمت نقشه‌های فاکتور به فرمت رستر می‌باشد.

پارامترهای مختلفی در انتخاب بهینه مکان مناسب دفع پسماندهای صنعتی دخیل می‌باشند که در این مطالعه مواردی از جمله عمق آب زیرزمینی، فاصله از آب‌های سطحی و زیرزمینی، راه‌های دسترسی، مناطق مسکونی، صنایع، خطوط انتقال نیرو، سیل‌خیزی، گسل، شیب و فاصله از باغات و زمین‌های کشاورزی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند. نقشه‌های ورودی به مدل با توجه به فاکتورهای مورد بررسی تهیه می‌شوند. از بین فاکتورها، خطوط انتقال نیرو، راه‌های دسترسی و باغات و زمین‌های کشاورزی با توجه به ماهیتی که برای آن‌ها در جدول ۲ تعریف شد، به صورت نقشه‌های بولین آماده می‌گردند، که برای این منظور کافی است ابتدا با استفاده از ابزار Path Distance در نرم‌افزار Arc GIS، نقشه رستری برای لایه های اطلاعاتی تهیه شود و سپس با استفاده از امکان Reclassify طبقات مورد نظر با توجه به جدول ۲ برای لایه های اطلاعاتی در نظر گرفته می شود. سپس با استفاده از دستور Dissolve نقشه های تهیه شده را به دو طبقه کاملا مناسب و کاملا نامناسب تبدیل نموده و با استفاده از ابزار Editing مقادیر صفر را به طبقه کاملا نامناسب و یک را به طبقه کاملا مناسب اختصاص داد. بدین وسیله نقشه‌های بولین این سه فاکتور برای ورود به مدل فازی آماده می‌گردند. برای تهیه نقشه‌های ورودی سایر فاکتورها نیازمند به تعریف توابع عضویت بوده و این مرحله از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد. تعیین نوع تابع عضویت بستگی به نوع رابطه‌ی فاکتور مورد نظر با نقشه‌ی

Archive of SID

www.SID.ir

نهایی دارد. تابع عضویت فاکتور شیب از نوع خطی متقارن (ذوزنقه‌ای شکل) و تابع عضویت سایر فاکتورها از نوع خطی افزایش یکنواخت می‌باشد.

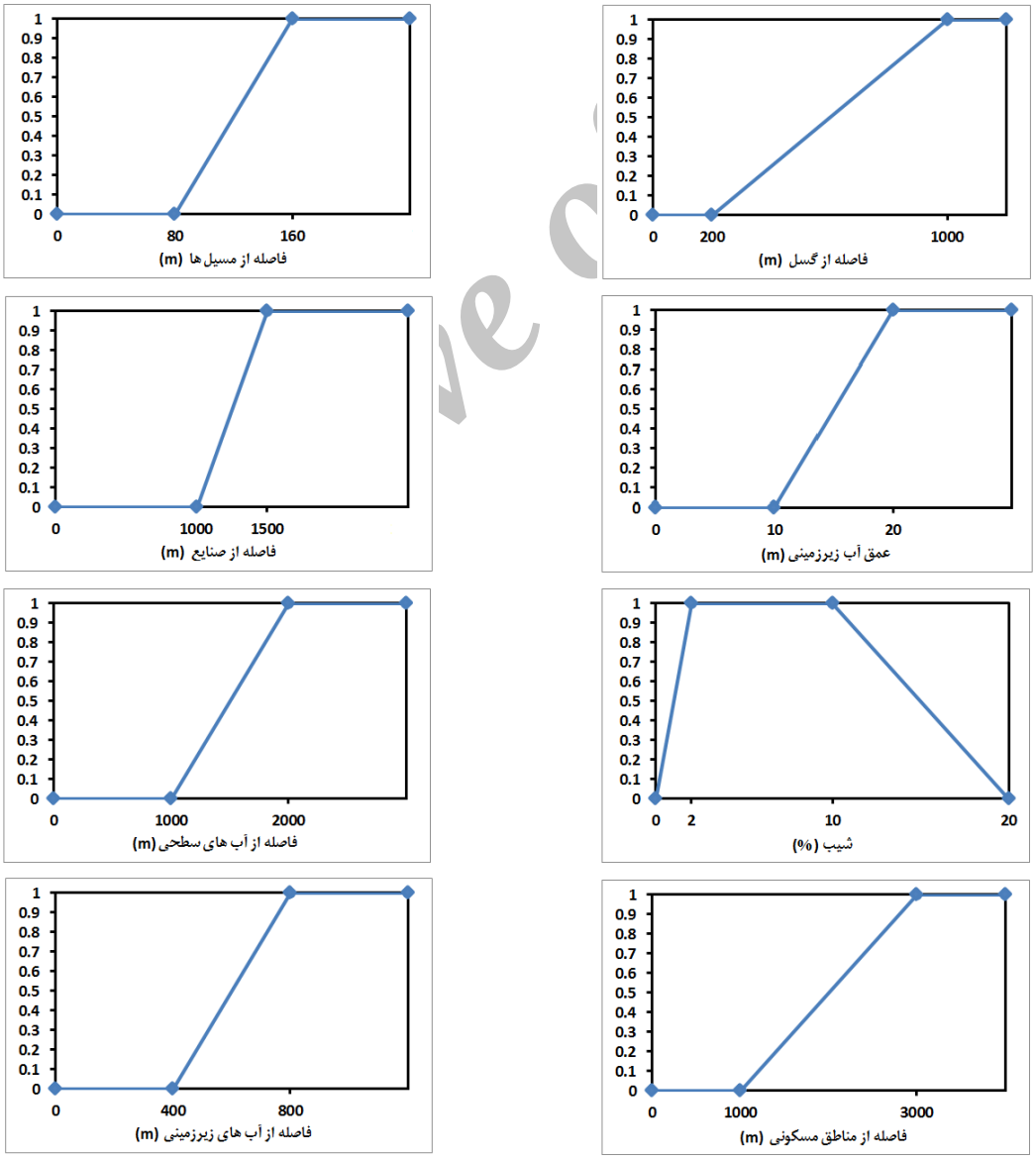
مراحل آماده سازی نقشه‌های توابع عضویت در نرم‌افزار Arc GIS به صورت زیر می‌باشد.

با استفاده از ابزار Path Distance، برای لایه‌های اطلاعاتی مورد نظر نقشه رستری تولید می‌شود.

با استفاده از ابزار Raster Calculator، وزن AHP هر لایه‌ی اطلاعاتی در رستر خروجی مرحله قبل ضرب می‌شود و برای هر لایه یک رستر در این مرحله حاصل می‌گردد.

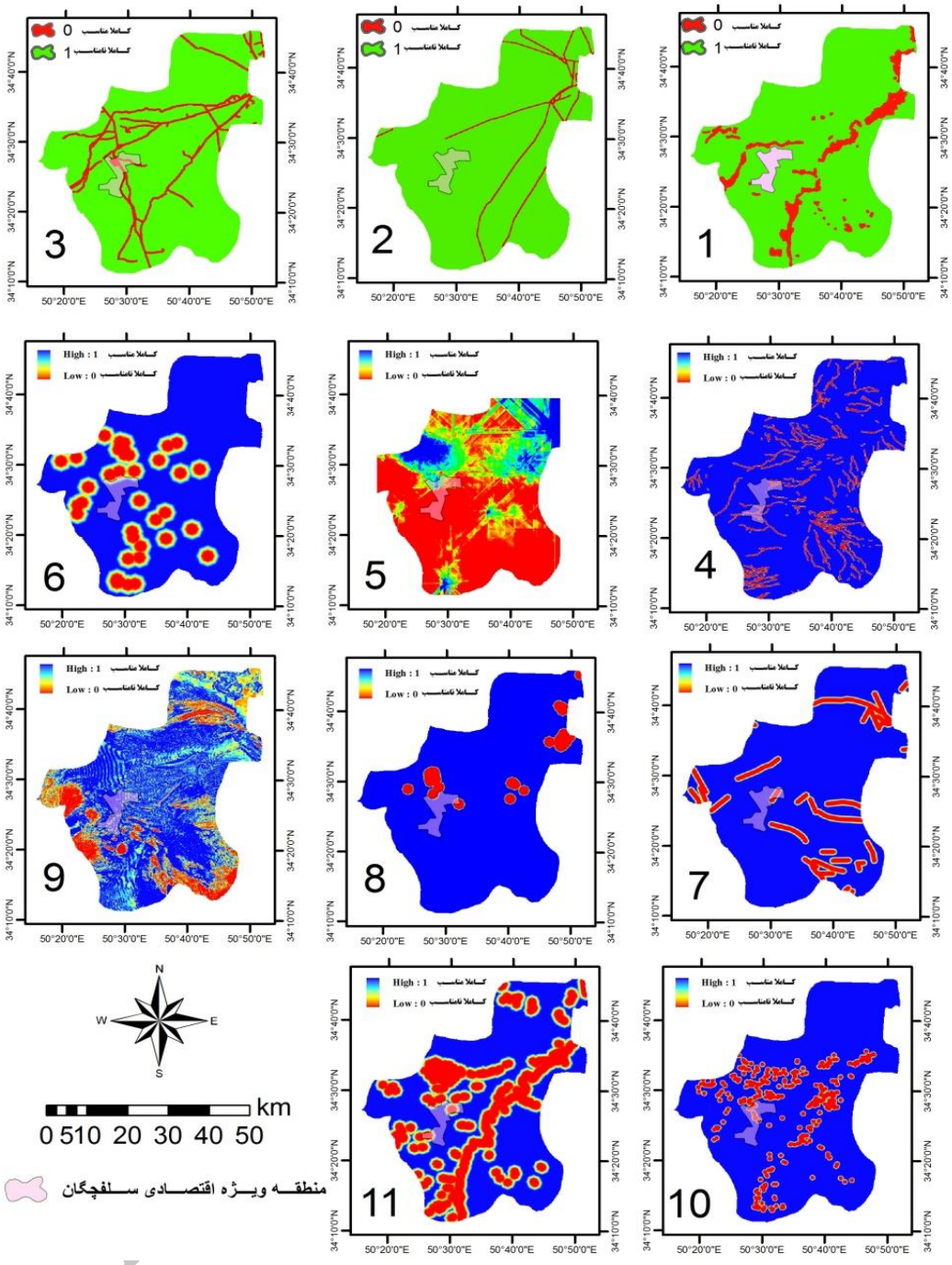
در جعبه ابزار Fuzzy Membership، ابزار Linear را انتخاب کرده و با وارد کردن رستر خروجی مرحله قبل، مقادیر مینیمم و ماکزیمم توابع خطی افزایش یکنواخت، نقشه‌های ورودی به مدل این فاکتورها آماده می‌گردند. همچنین برای فاکتور شیب که تابع عضویت آن از نوع خطی متقارن می‌باشد، ابتدا با استفاده از ابزار Linear یک تابع خطی افزایش یکنواخت برای آن تعریف کرده و خروجی حاصل می‌گردد. سپس با استفاده از همین ابزار یک تابع خطی کاهش یکنواخت تعریف نموده و خروجی به دست می‌آید. در انتها هر دو خروجی به دست آمده را با استفاده از ابزار Raster Calculator در هم ضرب نموده و نقشه نهایی ورودی به مدل این فاکتور تهیه می‌گردد. نمودارهای توابع خطی در شکل۲ آورده شده اند.

در این مرحله ابتدا نقشه‌های بولین و سپس نقشه‌های توابع عضویت تهیه شده برای ورود به مدل فازی آورده می‌شوند (شکل۳).



شکل۲- نمودارهای توابع عضویت فازی از نوع خطی برای فاکتورهای مربوطه

www.SID.ir



شکل۳- نقشه‌های بولین و فازی مربوط به فاکتورهای انتخابی

	شماره نقشه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
راهنما	عنوان نقشه	باغات و زمین‌های کشاورزی (بولین)	خطوط انتقال نیرو (بولین)	راه‌های دسترسی (بولین)	سیل خیزی (فازی)	عمق آب زیرزمینی (فازی)	مناطق مسکونی (فازی)	گسل (فازی)	صنایع (فازی)	شیب (فازی)	آب های زیرزمینی (فازی)	آب های سطحی (فازی)

۴-۲- روی‌هم گذاری فازی نقشه‌ها

در این مرحله با استفاده از جعبه ابزار Fuzzy Operation، ابزار Fuzzy And را انتخاب کرده و در قسمت Input Rasters تمامی نقشه‌هایی که در قسمت قبل آماده‌ی ورود به مدل شدند، وارد می‌گردند. این ابزار تمامی اشتراکات مکان‌های مناسب را در نظر گرفته و از این رو دارای دقت بالایی می‌باشد و نقشه خروجی را بر اساس رنج پیوسته‌ی اعداد بین

www.SID.ir

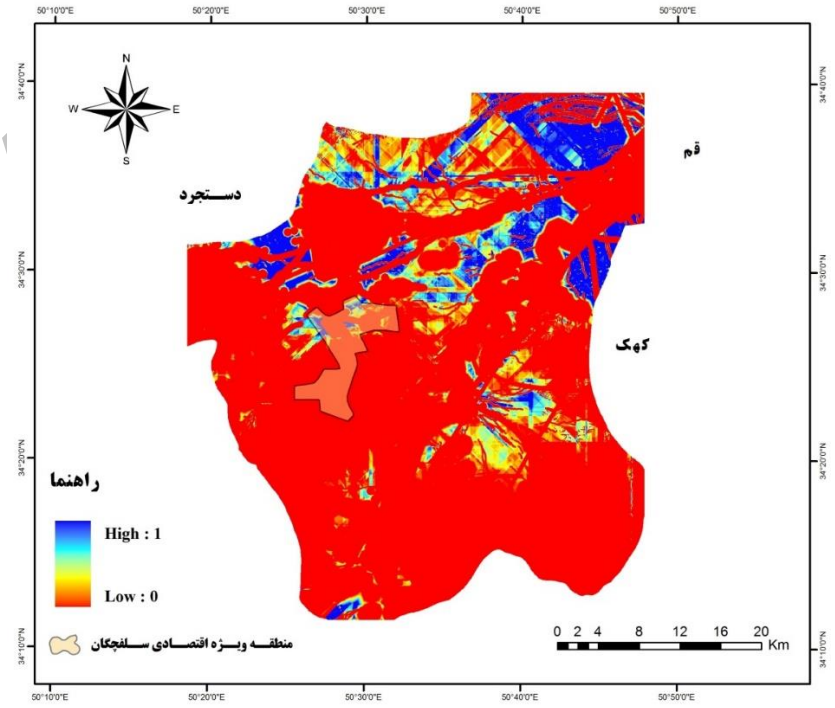
صفر تا یک به دست می‌دهد. واضح است که رنگ قرمز با ارزش صفر مکان‌های نامناسب و رنگ آبی با ارزش یک مکان‌های مناسب را نشان می‌دهند. شکل۴ نتایج حاصل از روی‌هم گذاری فازی نقشه‌ها را با استفاده از عملگر And نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به دست آمده اقدام به انتخاب نهایی مکان‌های مناسب جهت دفع پسماندهای صنعتی در بخش سلفچگان استان قم گردید. برای این منظور ابتدا با استفاده از ابزار raster calculator در نرم‌افزار Arc GIS، نواحی کاملا مناسب با ارزش عددی یک و مناسب با ارزش عددی نزدیک به یک از سایر نواحی جدا گردیدند. سپس از طریق ابزار Editor، تعداد چهار پلی‌گون از هر یک از مناطق کاملا مناسب و مناسب دیجیت گردید. پلی‌گون‌های با اولویت اول با نام‌های A1، A2، A3 وA4 و پلی‌گون‌های با اولویت دوم با نام‌های B1، B2، B3 و B4 مشخص شدند.

۴-۳- صحت‌سنجی نتایج

صحت‌سنجی نتایج به دست آمده از مدل با استفاده از تصاویر ماهواره ای و بازدید میدانی به دنبال تجزیه و تحلیل مشخصات گزینه های انتخابی انجام گرفت.

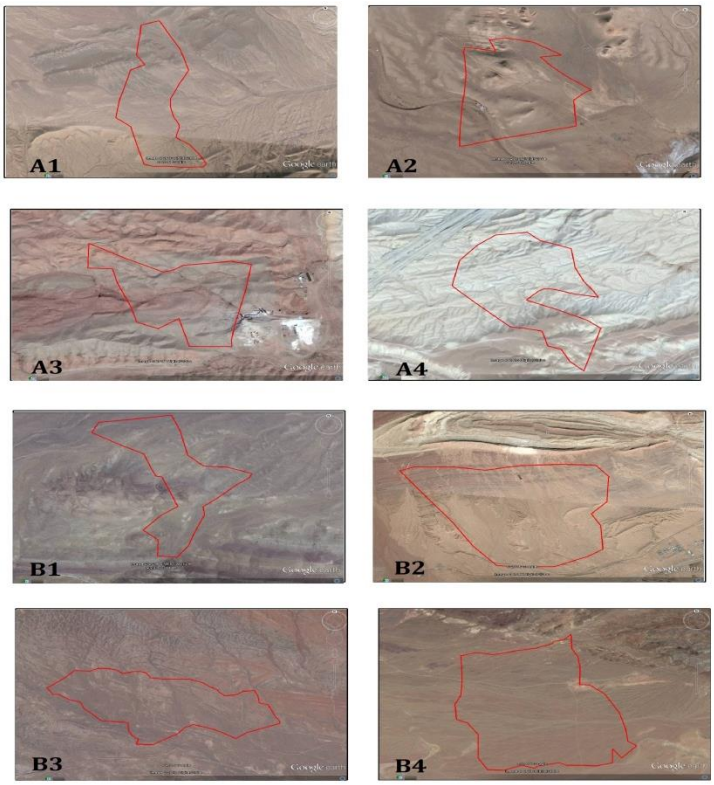
جهت صحت‌سنجی نتایج حاصل از مدل فازی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، ابتدا هر یک از مناطق با اولویت اول و دوم در نرم‌افزار Arc GIS و از طریق مسیر Conversion Tools→Layer To KML به فرمت KML تبدیل می‌شوند. سپس فایل KML هر کدام از مناطق انتخاب شده در نرم‌افزار Google Earth اجرا می‌گردند و محل واقعی منطقه انتخاب شده مشاهده می‌گردد. در این مرحله باید با استفاده از نرم‌افزار Stitch Maps تصویر منطقه انتخابی را دانلود نماییم. این نرم‌افزار امکان دانلود تصاویر ماهواره‌ای با فرمت‌های مختلف را در اختیار می‌گذارد که در این‌جا فرمت jpeg مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل۵، تصاویر ماهواره‌ای هر یک از مناطق انتخاب شده مشاهده می‌شود. در تمامی مناطق انتخاب شده عمق آب زیرزمینی به عنوان مهم‌ترین فاکتور در پژوهش حاضر مورد بررسی قرار گرفت. در مناطق با اولویت اول عمق آب زیرزمینی بیشتر از ۲۰ متر و در مناطق با اولویت دوم عمق آب زیرزمینی بین ۱۰ تا ۲۰ متر می‌باشد. فاصله از مناطق مسکونی در همه مکان‌های انتخابی بیشتر از ۳ کیلومتر است که بر طبق استاندارد بیان شده (جدول۲) جهت دفع پسماندهای صنعتی مناسب می‌باشد. همچنین کاربری اراضی مناطق انتخابی مرتع فقیر، مرتع متوسط و زمین بایر است که از این جهت گزینه مناسبی جهت دفع پسماندها می‌باشد.

مقایسه نتایج حاصل از پژوهش، تصاویر ماهواره‌ای و همچنین بازدید میدانی نشان داد که تمام مناطق انتخاب شده با درصد خطای قابل قبول دارای کاربری صحیح و مناسب جهت دفع بهداشتی پسماندهای صنعتی بودند.



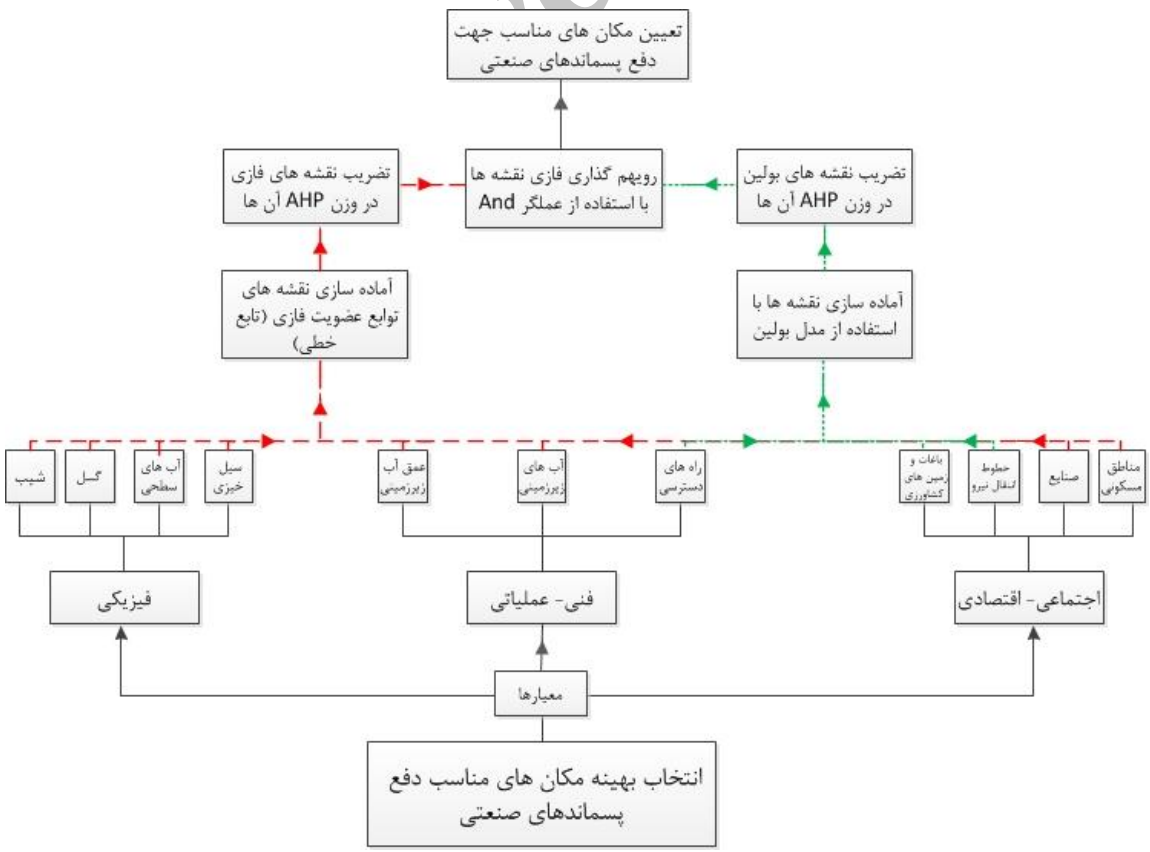
شکل۴- نتایج حاصل از روی‌هم گذاری فازی نقشه‌ها با استفاده از عملگر AND

www.SID.ir



شکل۵- تصاویر ماهواره‌ای مناطق با اولویت اول و دوم

شکل۶ مدل پیشنهادی فرآیند مکان‌یابی محل‌های دفع پسماندهای صنعتی در پژوهش حاضر را نشان می‌دهد. این مدل در نرم‌افزار Microsoft visio 2010 ترسیم شده است.



شکل ۶- مدل پیشنهادی فرآیند مکانیابی محل های دفع پسماندهای صنعتی

www.SID.ir

۵- بحث و نتیجه گیری

انتخاب محل‌های نامناسب جهت دفع پسماندهای صنعتی در بخش سلفچگان استان قم، یکی از مشکلات محیط‌زیستی این استان می‌باشد که باعث بروز خسارت به محیط‌زیست و آلودگی آب‌های زیرزمینی در این منطقه شده است. از این رو مکان گزینی مناسب جهت دفن بهداشتی پسماندهای صنعتی منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان با توجه به پارامترهای مؤثر بر آن، با هدف کاهش مخاطرات آب‌های زیرزمینی در آن منطقه ضروری می‌باشد.

جهت انتخاب بهینه مکان‌های مناسب دفع پسماندهای صنعتی، مدل‌ها و روش‌های متعددی وجود دارد که در این پژوهش مدل Fuzzy-AHP با در نظر گرفتن پارامترهای موجود و دقت بالای این روش نسبت به سایر روش‌ها انتخاب گردید. نتایج حاصل از روی‌هم گذاری فازی نقشه‌ها با استفاده از عملگر AND حاکی از آن است که مناطق شمال، شمال شرق و همچنین مرکز بخش سلفچگان جهت دفع پسماندهای صنعتی مناسب می‌باشند.

همچنین در داخل منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان نیز مناطق مناسب جهت دفع پسماندهای صنعتی وجود دارد که به علت قرار گیری در محدوده توسعه‌ای منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان، معافیت از قانون پرداخت گمرک پسماندهای با مواد اولیه‌ی خارجی و کاهش هزینه‌های مربوط به حمل و نقل، جهت دفع پسماندهای صنعتی این منطقه به مدیران ذی‌ربط پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

نویسندگان از شرکت آب منطقه ای استان قم و دفتر منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان بابت در اختیار نهادن داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز تشکر و قدردانی می‌نمایند.

همچنین این پژوهش مورد حمایت مالی استانداری استان قم قرار گرفته است.

مراجع

[1] Fathi, T., "Environmental site selection criteria for hazardous waste landfills", Third National Conference on Waste Management, Tehran, organizations of municipalities and Dehdari of the country, the Environmental Protection Agency, 2007.

[2] Kianbakhsh, M., Saeedi, M., "Site selection and prioritize industrial waste landfill of Shahid Rajaee Qazvin Powerhouse using Geographic Information System (GIS)", Twenty-fourth International Conference on Electricity, Tehran, tavanir company, Power Institute, 2009.

[3] Rezai, A. Dehzad, B. Omrani, GH. Hashempoor, Y. Fakhim Ahmadi, H. " Studies of Site selection and optimal disposal of solid waste management , New city of Hashtgerd", Tenth National Conference of Environmental Health, Hamedan, 2007.

[4] Chang / N./ Parvathinathan / G. & Jeff B. Breeden/ 2007/ “Combining GIS with fuzzy multicriteria decision – making for lAndfill siting in a fast – growing udban region / Journal of Environmental Management.

[5] Gholamalifard, M. Omidipour, R. " Siting MSW Landfill of Ilam City using Boolean and Weighted Linear Combination Procedures in GIS Environment" Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, Vol.24, No.117,2014.

[6] Salari, M. Moazed, H. Radmanesh, F. " Site Selection for Solid Waste by GIS & AHP-FUZZY Logic (Case Study: Shiraz City)" Journal of School of Public Health, Yazd, eleventh year, the first issue, 2012.

[7] Hydarian, P. Rangzan, K. Maleki, S. Taghizade,A. Azizi Ghalaty, S. "Municipal Landfill Locating using Fuzzy-TOPSIS and Fuzzy-AHP models in GIS: A Case Study of Pakdasht City in Tehran Province", Journal of Health & Development, Vol. 3, No. 1, Spring 2014.

[8] Sorour, R. Rashidi,A. hesari,E. " Optimal Site Selection of Health- hospital waste using quantitative models (Case Study: Bonab City)", Journal of the International Association of Geography, new series, Twelfth year, Issue Forty-Two, 2014.

[9] Modadi, A. Azadi Mobaraki, M. Babaei Aghdam, F. "Suitable sites landfill modeling using AHP method, fuzzy logic, weighted overlay index and Boolean logic (Case Study: Ardabil)" Journal of Geography and Planning, Seventeenth year, Issue Forty-fifth, 2013.

[10] Hosseinali, F. Alesheikh, A. Noorian, F. "Identification of appropriate options for the future development of urban land use in in Qazvin City by modeling of Creation Options", Journal of Geomatics Science and Technology, Vol.3, No.2,2013.

[11] Khanahmadi, M. Vafaeinejad, A. Arabi, M. Rezayan, H. " Site Selection of fire stations by using a combination of Fuzzy logic and AHP in GIS (Case Study: Region 1 District 10 of Tehran)", Journal of Geographical Information "Sepehr", Vol.23, No.89, 2014.

Archive of SID

www.SID.ir

[12] Aliniae, K. Gharagozlu, A. " Using GIS for Site Selection of public parking with fuzzy logic", M.Sc Thesis, Islamic Azad University, Science and Research, 2010.

[13] Alimohammadi, A. leaflet of digital databases course, 1999.

[14] Eastman IR. 1997 IDRISI for Windows, Version 2 tutorial exercises. Worcester, MA: Graduate school of Geography, Clark university.

[15] Farahmandian, R. Parhizgar, A. " Optimum site selection of conversion industries and its role in rural development", M.Sc Thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, 2000.

[16] Environmental Protection Agency of Iran, 2004, sets rules and regulations of the environmental protection, Waste Management Law, article 4.

[17] Makhdoum Farkhondeh, M., 2014, Fundamental of Land use Planning, University of Tehran

[18] Department of Natural Resources and Watershed, Tehran Province,2012, criteria for industrial waste disposal sites, report.

[19] Management and Planning Organization of Iran, 2011, Criteria of Industrial waste disposal's site selection.

[20] Guam environmental protection agency And department of public work (2004). Preliminary lAndfill site suitability report, pp.11.

Archive of SID

www.SID.ir