

انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی تولید شده میادین نفت و گاز شرکت نفت فلات قاره ایران

در شرق خلیج فارس – مطالعه موردی: جزیره لاوان

محمدامین دانشفر^۱

مهدی ارجمند^۲

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۳/۲۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۰۵

چکیده

پسماند نهایی ناشی از استفاده سیال حفاری پایه روغنی در عملیات حفاری چاه‌های نفت و گاز پس از انجام فرآیندهای مختلف بر روی آن بایستی به صورت مناسبی دفن شود. این تحقیق به منظور انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی تولیدشده از میادین نفت و گاز تحت مدیریت IOOC در شرق خلیج فارس (مناطق قشم، کیش، سیری و لاوان) صورت گرفته است. مطالعه مذکور از لحاظ هدف، کاربردی و از لحاظ روش، توصیفی – تحلیلی است. در این پژوهش به منظور شناسایی مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی در جزیره لاوان از نتایج حاصل از روش AHP در GIS استفاده شد. نتایج به دست آمده از روش AHP نشان داد که فاصله از مراکز جمعیتی (وزن ۰/۲۲۹)، فاصله از جاده‌ها (وزن ۰/۱۶۱)، فاصله از رودخانه (وزن ۰/۱۳۷) و فاصله از فرودگاه (وزن ۰/۱۰۸) از بین زیرمعیارهای (لایه‌ها) در نظر گرفته شده برای انتخاب مکان مناسب دفن پسماند در جزیره لاوان به ترتیب دارای اهمیت بیشتری هستند. لایه‌های مذکور تأثیر بیشتری را نسبت به دیگر لایه‌ها در انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند در این جزیره دارند. با استفاده از نرم‌افزار GIS محدوده‌های مناسب دفن پسماند در ۵ کلاس با درجه‌های خیلی خوب، خوب، متوسط، ضعیف و بسیار ضعیف به عنوان مکان‌های پیشنهادی معرفی شدند. تحلیل فضایی نقشه‌های نهایی به دست آمده حاکی از مناسب بودن سایت‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ (اراضی واقع در مرکز جزیره لاوان) برای دفن پسماند حفاری است. دوری از مراکز جمعیتی، جاده‌ها، رودخانه و فرودگاه این مناطق را به مکان‌های مناسب دفن پسماند در راستای توجه به معیارهای زیست‌محیطی و فرهنگی – اجتماعی تبدیل می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: جزیره لاوان، پسماند حفاری روغنی، دفن، لایه، AHP، GIS

۱- مربی گروه مهندسی شیمی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول) mdaneshfar38@gmail.com

۲- مربی گروه مهندسی شیمی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۱- مقدمه

AHP رده‌بندی و اولویت‌بندی محل‌های مورد مطالعه را براساس انواع لایه‌های اطلاعاتی تأمین نموده و GIS مدیریت و نمایش مؤثر داده‌ها را فراهم می‌نماید (امیری و دیگران، ۱۳۹۳، ص ۴۸۷). پسماند حفاری نفت و گاز اگر به شکل مناسبی دفن نشود علاوه بر افزایش هزینه‌ها می‌تواند مشکلاتی که در قبل به آن اشاره شد را ایجاد نماید.

بنابراین لازم است تمهیداتی در خصوص انتخاب مکان‌های مناسب دفن این پسماند در نظر گرفته شود. با توجه به اینکه متولی اصلی تولید از میادین نفت و گاز ایران در شرق خلیج فارس شرکت نفت فلات قاره ایران (IOOC) است، تاکنون راهکار مشخصی به منظور انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری تولید شده این مناطق صورت نگرفته است. هدف از این پژوهش انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماندهای حفاری تولید شده میادین نفت و گاز ایران در شرق خلیج فارس با روش AHP و استفاده از نرم‌افزار GIS در جزیره لاوان می‌باشد. فرضیات این مطالعه شامل موارد زیر است:

۱) با تلفیق AHP و GIS می‌توان مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی تولیدی میادین نفت و گاز مناطق شرقی خلیج فارس در جزیره لاوان را انتخاب نمود.

۲) معیارهای مختلفی از جمله شاخص‌های فنی اقتصادی، اجتماعی فرهنگی و زیست‌محیطی در انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند در جزیره لاوان تأثیرگذار هستند.

۳) مساحت محدود جزیره لاوان از یک سو و حفظ محیط‌زیست و لزوم رعایت مسائل فرهنگی اجتماعی از سوی دیگر در این جزیره باعث می‌شود این دو معیار اولویت مهمی در انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند در این منطقه داشته باشند.

۴) برای تأمین معیارهای زیست‌محیطی، اجتماعی و فرهنگی، مناطقی که به منظور دفن پسماند حفاری در این جزیره انتخاب می‌شوند بایستی دور از آب‌های جاری، مراکز جمعیتی، فرودگاه، جاده و غیره باشند.

پسماند حفاری نفت و گاز به دلیل وجود مواد هیدروکربنی مشکلات متعدد زیست‌محیطی، فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و غیره ایجاد می‌نماید. بنابراین لازم است به صورت مناسبی تصفیه و در مکان‌های مناسب دفن شود (ایمرهاگب و دیگران، ۲۰۱۵، ص ۵۱). انتخاب مکان‌های مناسب برای دفن پسماند بایستی به صورتی باشد تا کمترین اثرات زیست‌محیطی را به همراه داشته و قابلیت اجرا از جنبه‌های مختلف را داشته باشد (کولیوس و دیگران، ۲۰۱۶، ص ۳-۲). از جمله روش‌هایی که امروزه در خصوص انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند در صنایع مختلف مورد استقبال زیادی قرار گرفته است استفاده از مدل تصمیم‌گیری در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS^۱) است (کریمی و دیگران، ۲۰۱۹، ص ۳).

مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در موضوعات چند بعدی کاربرد داشته و با کمی کردن معیارهای کیفی، امکان مقایسه فرآیندهای مختلف را فراهم می‌نمایند. فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP^۲) از جمله روش‌هایی است که برای کار با اهداف و معیارهای چندگانه مؤثر است. اساس کار در این روش تعیین ترتیب اولویت و کارشناسی وزن معیارهاست (یانگ و کو، ۲۰۰۳، ص ۱۲۹). روش مذکور بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده و میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد (مریدی و دیگران، ۲۰۱۷، ص ۶۷۰ - ۴۵۸). انتخاب فاکتورهای متعدد سبب افزایش لایه‌های اطلاعاتی می‌شود و تصمیم‌گیران را به سمت سیستمی متمایل می‌کند که علاوه بر دقت بالا، از نظر سرعت عمل و سادگی انجام عملیات در حد بالایی قرار داشته باشد.

یکی از بهترین راه‌حل‌ها در این زمینه، استفاده از GIS می‌باشد. این سیستم امروزه در علوم مرتبط با زمین‌کارایی داشته و کلیه رشته‌هایی که بخشی از داده‌های خود را از زمین به دست می‌آورند از کاربران این سیستم محسوب می‌شوند (جیا و دیگران، ۲۰۱۷، ص ۴۰۴). ترکیب AHP و GIS یک ابزار قدرتمند برای انتخاب مکان مناسب دفن پسماند می‌باشد. زیرا

1- Geographical information system

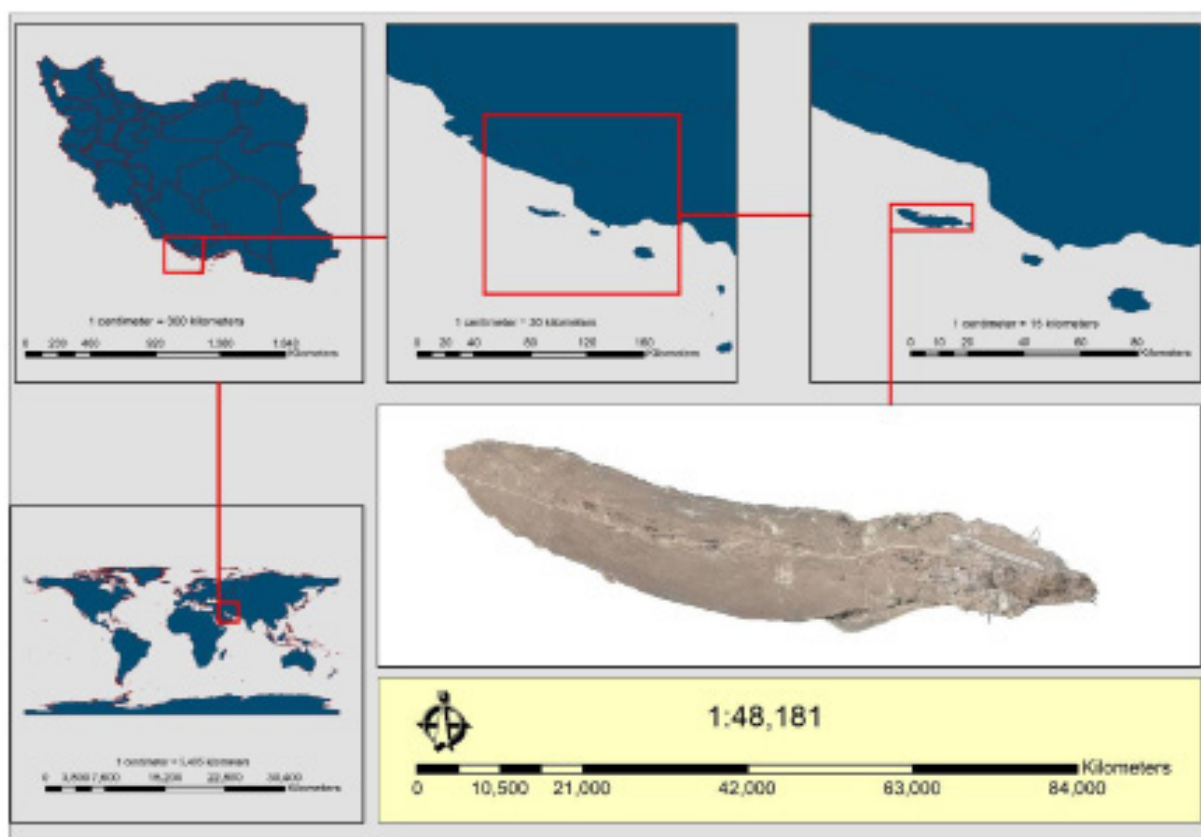
2- Analytical Hierarchy Process

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (مهر)
انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی ... / ۲۳۵

خطرناک، صمدی خادم و همکاران (۲۰۲۰) انتخاب سایت قزوین ایران را با به‌کارگیری AHP و GIS انجام دادند. براساس نتایج این طرح، ۱۱ سایت در منطقه مورد مطالعه برای دفن پسماند به‌دست آمد. رستمی پور و همکاران (۲۰۲۰) تحقیقی با هدف انتخاب مکان مناسب دفن پسماند با رویکردهای زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی با استفاده از AHP و GIS در پاوه ایران انجام دادند. براساس نتایج نهایی این مطالعه ۹۳ درصد از منطقه مورد مطالعه برای دفن پسماند نامناسب ارزیابی شد.

احمدی و همکاران (۲۰۲۰) انتخاب مناطق مناسب دفن زباله شهر ایلام ایران را با ترکیب AHP و GIS انتخاب نمودند. این تحقیق شش سایت را به‌عنوان مناطق مناسب با در نظر گرفتن معیارهای مشخص شده برای دفن پسماند معرفی نمود. در راستای انتخاب سایت‌های دفن پسماند قائد رحمتی و همکاران (۲۰۱۷) سایت‌های شهر بهبهان ایران را با استفاده از AHP و GIS انجام دادند. در این خصوص به‌منظور تصمیم‌گیری در انتخاب محل دفن زباله، یک ساختار سلسله مراتبی شکل گرفت و پارامترهای مختلفی شناسایی شدند. فاصله از آب‌های زیرزمینی، فاصله از آب‌های سطحی، اکوسیستم‌های حساس، پوشش اراضی، فاصله تا مناطق شهری و روستایی، کاربری اراضی، فاصله تا جاده‌ها، شیب، نوع خاک و غیره از جمله این پارامترها است. براساس نتایج این مطالعه، ۳۸ درصد از منطقه مورد مطالعه برای دفن پسماند مناسب ارزیابی شد و در نهایت پنج مکان برای دفن پسماند پیشنهاد شد. برای تعیین مکان مناسب دفن زباله در منطقه سلیمانیه عراق الکاردیقی و همکاران (۲۰۱۹) از ترکیب AHP و GIS استفاده نمودند. شیب، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، منطقه شهری، روستاها، رودخانه‌ها، آب‌های زیرزمینی، ارتفاع، خاک، جاده، باستان‌شناسی و خطوط برق از جمله معیارهای مؤثر در انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند در این منطقه بود. در این خصوص هفت مکان مناسب دفن با رعایت استانداردهای علمی و زیست‌محیطی انتخاب شد.

تحقیقات گوناگونی به‌منظور انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماندهای مختلف با روش AHP و استفاده از GIS صورت گرفته است. رحیمی و همکاران (۲۰۲۰) انتخاب مکان پایدار دفن پسماند جامد شهری در شهر محلات ایران را با استفاده از AHP و GIS انجام دادند. در این تحقیق با بررسی چهارده پارامتر مؤثر مربوط به پایداری محل دفن زباله در سه معیار زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی، سایتی در نزدیکی این شهر برای دفن پسماندهای جامد به‌عنوان مناسب‌ترین مکان تشخیص داده شد. در راستای انتخاب سایت دفن پسماند کاراکوس و همکاران (۲۰۲۰) با تلفیق AHP و GIS اقدام به انتخاب سایت بهداشتی دفن پسماند شهری در شهر سیواس ترکیه نمودند. این مطالعه معیارهای زمین‌شناسی، توانایی زمین، حمل‌ونقل، آب‌های زیرزمینی، آب‌های سطحی، مناطق مسکونی و کاربری اراضی موجود را جهت انتخاب سایت‌های مناسب دفن پسماند مورد بررسی قرار داد. براساس این تحقیق بخشی از مناطق برای دفن پسماند نامناسب معرفی شدند و چهار منطقه در خصوص دفن پسماند پیشنهاد شد. هازاریکا و همکاران (۲۰۲۰) انتخاب سایت‌های مناسب دفن پسماند جامد شهری در گووهاتی هند را با روش AHP و GIS انجام دادند. هدف اصلی این تحقیق انتخاب محل دفن پسماند جامد شهری مناسب از نظر معیارهای زمین، شیب، ارتفاع، فرودگاه، رودخانه‌ها، جاده و مجاورت با تالاب‌ها بود. براساس نقشه‌های فضایی به‌دست آمده از GIS، پنج سایت مناسب برای دفن پسماند جامد شهری در این شهر به‌دست آمد و بهترین سایت نیز مشخص شد. با استفاده از AHP و GIS ترکان و همکاران (۲۰۲۰) سایت‌های دفن سه منطقه را در ترکیه انتخاب کردند. در این مطالعه معیارهای زیست‌محیطی، فنی، اجتماعی، زیست‌محیطی و قانونی با زیر معیارهای مشخص برای انتخاب سایت‌های مناسب دفن مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج این تحقیق ۴/۰۳ درصد از منطقه مورد مطالعه مناسب دفن پسماند است. به‌منظور انتخاب سایت‌های مناسب دفن پسماندهای



نگاره ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه (جزیره لاوان)

۲- مواد و روش‌ها

۱-۲- معرفی مطالعه موردی

میدان نفت و گاز تحت مدیریت IOOC در خلیج فارس در یک حوضه عملیاتی شامل ۱۸۰۰ کیلومتر طول و به عرض متغیر ۲۷ تا ۱۲۰ کیلومتر شامل جزایر قشم، کیش، سیری، لاوان، بهرگان و خارک است. میدان نفت و گاز مربوط به مناطق عملیاتی قشم، کیش، سیری و لاوان در شرق خلیج فارس واقع هستند. جزیره لاوان از نظر موقعیت جغرافیایی در ۵۳ درجه طول و ۲۶ و ۵۰ دقیقه عرض جغرافیایی قرار دارد. این جزیره یکی از جزایر استان هرمزگان در خلیج فارس بوده و دارای حدود ۲۳/۵ کیلومتر طول و ۴/۸ کیلومتر عرض می‌باشد. لاوان از شمال شرقی به بندر مقام و از شرق به جزیره شتور منتهی شده و در ۲۸ کیلومتری غربی ساحل نخیلو واقع شده است. نگاره ۱-۲ موقعیت جزیره لاوان در خلیج فارس را نشان داده است.

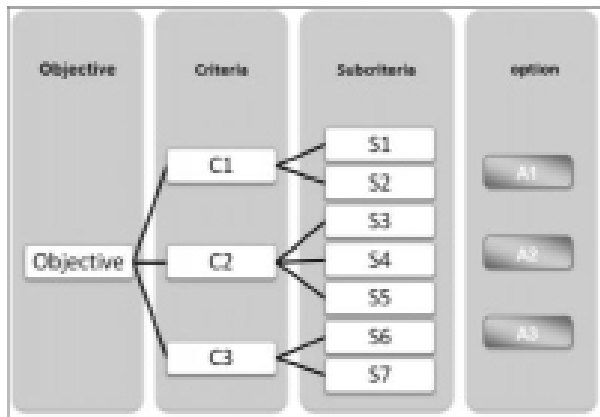
۲-۲- کاربرد سیال حفاری پایه روغنی (OBM) در

میدان نفت و گاز ایران در شرق خلیج فارس

عموماً در حفاری چاه‌های نفت و گاز به منظور کاهش هزینه‌ها و حفظ محیط‌زیست استفاده از سیالات حفاری پایه آبی نسبت به دیگر سیالات موجود ارجحیت دارد. در مواقعی به منظور افزایش روانکاری، کنترل لایه‌های شیلی، توانایی بالای تمیزکاری چاه و مقاومت در برابر حرارت از سیالات حفاری پایه روغنی استفاده می‌شود (دانشجو و دیگران، ۱۳۹۴، ص.ص. ۴۷۵۲). در میدان نفت و گاز ایران در شرق خلیج فارس (مناطق قشم، کیش، سیری و لاوان) به دلیل نوع و عمق سازند (لایه‌های شیلی و مخازن عمیق) به وفور از سیالات حفاری پایه روغنی استفاده می‌شود. ترکیب اصلی سیال حفاری روغنی را هیدروکربن‌های نفتی دارای نقطه اشتعال بالا تشکیل می‌دهد. عمده فاز تشکیل دهنده این سیال گازوئیل است که ممکن است تا بیشینه ۹۰ درصد به

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سیر)
انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی ... / ۲۳۷

تحلیل به صورت سلسله مراتبی و گرافیکی به تصویر کشیده می‌شوند. در سطوح مختلف هدف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های موجود قرار دارد. ساختار کلی سلسله مراتبی در نگاره ۲ نشان داده است (روگترینو و باویراپویگ، ۲۰۱۳، ص.ص. ۱۹۱ - ۱۹۱).



نگاره ۲: ساختار سلسله مراتبی

(روگترینو و باویراپویگ، ۲۰۱۳، ص.ص. ۱۹۳)

مرحله دوم: در این مرحله مقایسات زوجی انجام می‌شود. این مقایسه‌ها وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم نشان می‌دهد. در نهایت AHP به گونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسه‌های زوجی را با هم تلفیق می‌سازد که تصمیم بهینه حاصل آید (مالکوزسکی، ۲۰۰۶). در این بخش برای ارزش‌گذاری از یک مقیاس فاصله‌ای از ۱ تا ۹ مطابق جدول ۱ استفاده می‌شود (ساعتی و وارگاس، ۱۹۹۱). هر چه مقدار ارزش داده شده بیشتر باشد نشان‌دهنده اهمیت و ارجحیت بیشتر آن است.

مرحله سوم: در این مرحله نرخ ناسازگاری براساس روابط موجود در روش الساعتی محاسبه می‌شود. نرخ ناسازگاری در AHP شاخصی است که سازگاری مقایسات را نشان می‌دهد. این نرخ گویای درجه صحت و دقت ارزش‌گذاری‌ها در مقایسات زوجی است. چنانچه نرخ مذکور کمتر از ۰/۱ باشد می‌توان ارزش‌گذاری‌ها و مقایسات را خوب و صحیح دانست در غیر این صورت ارزش‌گذاری و مقایسات زوجی بایستی دوباره انجام گرفته یا اصلاح شود (زولو و وو، ۲۰۱۲، ص.ص. ۷۰۳ - ۷۲۶).

سیال برای عملیات حفاری چاه‌های نفت و گاز اضافه شود (دانشفر و ارجمند، ۲۰۲۰، ص.ص. ۳).

۲-۳- معرفی پسماند حفاری تولیدی میادین نفت و گاز ایران در خلیج فارس

پسماند حفاری روغنی شامل سیال و کنده‌های حفاری با اندازه‌های مختلف بوده که آغشته به ترکیبات نفتی شامل بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، زایلین، نفتالین، فنول و غیره است (دانشفر و دیگران، ۱۳۹۴، ص.ص. ۵۲ - ۴۷). براساس آخرین آمار اداره حفاری IOOC، میزان تولید پسماند حفاری در خلیج فارس در اثر فعالیت‌های این شرکت سالانه حدود ۳۰۰۰ مترمکعب است که حدود ۷۰ درصد از این پسماند به حفاری در میادین نفت و گاز قشم، کیش، سیری و لاوان اختصاص دارد. میزان رطوبت و روغن موجود در پسماند حفاری تولیدی به ترتیب ۶۵ و ۳۰ درصد حجمی است که این میزان پس از فرآیند بازیافت طبق استانداردهای سازمان محیط‌زیست (DOE) و اداره سلامت، ایمنی و محیط‌زیست (HSE) در IOOC بایستی به ترتیب ۱۵ و ۱ درصد حجمی باشد (دانشفر و ارجمند، ۲۰۲۰، ص.ص. ۳). با توجه به نزدیکی میادین نفت و گاز مناطق شرقی خلیج فارس به جزیره لاوان، محل انتقال پسماند حفاری تولید شده از این مناطق برای انجام فرآیندهای مختلف بر روی آن، جزیره لاوان است.

۲-۴- روش AHP

AHP چهارچوبی منطقی است که درک و تحلیل تصمیم‌گیری‌های پیچیده را با تجزیه آن به ساختاری سلسله مراتبی آسان می‌کند. این فرآیند در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب روبه‌رو است استفاده می‌شود. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مبنای مقایسات زوجی است و شامل ۳ مرحله است:

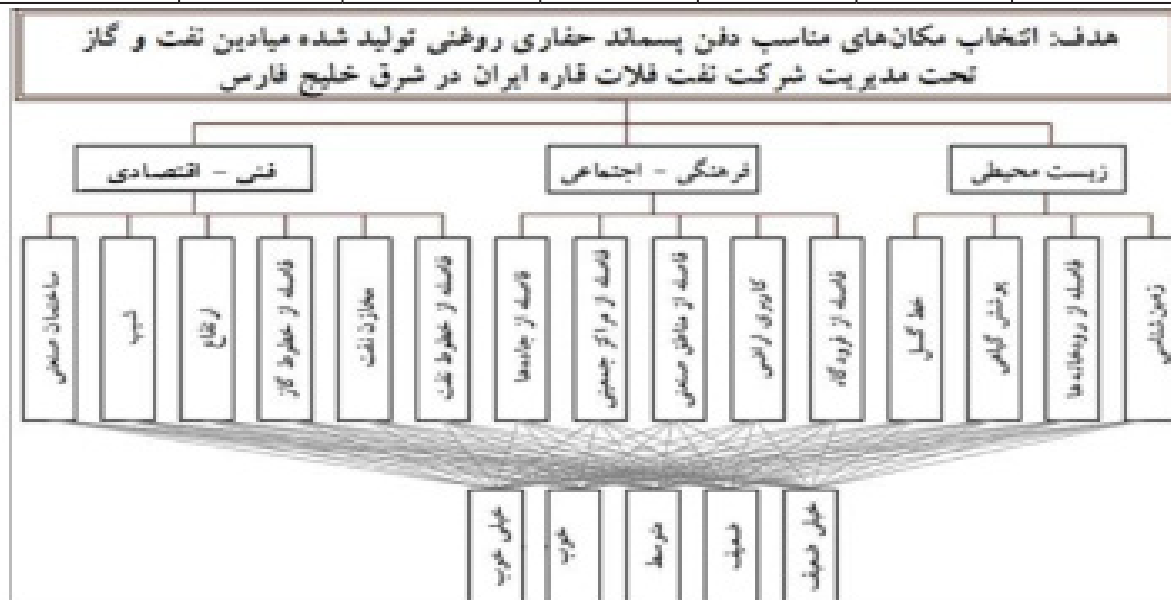
مرحله اول: تصمیم‌گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتبی تصمیم آغاز می‌کند. در این مرحله سطوح مختلف

1- Department of Environment

2- Health, Safety, Environment

جدول ۱: مقایسات زوجی براساس AHP (ساعتی و وارگاس، ۱۹۹۱)

تفسیر عددی	۹	۷	۵	۳	۱	۲، ۴، ۶، ۸
فضاوت شفاهی	اهمیت مطلق	اهمیت خیلی قوی	اهمیت قوی	اهمیت ضعیف	اهمیت یکسان	ترجیحات بین فواصل



نگاره ۳: درخت سلسله مراتبی انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری در جزیره لاوان

کارشناسان عوامل تأثیرگذار وزن‌دهی شده و لایه‌های اطلاعاتی آن‌ها با توجه به وزن‌های محاسبه‌شده، در محیط GIS آماده شد. با استفاده از روش AHP معیارها و زیرمعیارها برای تعیین ضریب اهمیت (وزن)، در یک ماتریس دویبه‌دو وزن‌دهی و محاسبه شدند. به‌منظور انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند، پرسشنامه وزن‌دهی بین ۲۰ نفر از کارشناسان خبره محیط‌زیست مناطق عملیاتی و ستاد IOOC توزیع شد (حجم نمونه براساس فرمول کوکران ۲۰ نفر محاسبه شد).

معیارهای مورد استفاده در AHP براساس نظر کارشناسان از ۱ تا ۹ وزن‌دهی شد، به‌طوری که ۱ (اهمیت یکسان)، ۳ (اهمیت ضعیف)، ۵ (اهمیت قوی)، ۷ (اهمیت خیلی قوی)، ۹ (اهمیت مطلق) و ۲، ۴ و ۶ اولویت بین فواصل است. در نهایت با استفاده از روش ترکیب وزن‌دار خطی (WLC) لایه‌های اطلاعاتی تلفیق و مکان‌های بهینه دفن پسماند، شناسایی شد. مراحل انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی تولید شده میادین نفت و گاز در شرق خلیج فارس در جزیره لاوان در نگاره ۴ نشان داده شده است.

۲-۵- روش کار

تحقیق حاضر از نظر هدف کاربردی بوده و از لحاظ انجام آن تحلیلی توصیفی است. در این پژوهش معیارها و زیر معیارهای (لایه‌ها) دخیل در انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری در جزیره لاوان با مطالعه تحقیقات پیشین در ایران و جهان، خصوصیات منطقه و نظر متخصصان انتخاب شدند. بر همین اساس ۱۵ لایه اطلاعاتی (زیرمعیار) مؤثر در انتخاب مکان مناسب دفن پسماند در جزیره لاوان در سه شاخص معرفی شدند. این لایه‌ها شامل ساختمان صنعتی، شیب، ارتفاع، خطوط نفت، خطوط گاز، مخازن نفت، جاده‌ها، مراکز جمعیتی، مناطق صنعتی، کاربری اراضی، فرودگاه، خط گسل، پوشش گیاهی، رودخانه و زمین‌شناسی به‌عنوان لایه‌های اطلاعاتی است که در شاخص‌های (معیارها) فنی اقتصادی، اجتماعی فرهنگی و زیست محیطی دسته‌بندی شده‌اند. درخت سلسله مراتبی مکانیابی دفن پسماند حفاری روغنی تولید شده میادین نفت و گاز تحت مدیریت IOOC در شرق خلیج فارس در جزیره لاوان در نگاره ۳ نشان داده شده است. طبق نظرات

1- Weighted Linear Combination

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (مهر)
انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی ... / ۲۳۹

موضوع انتخاب سایت‌های دفن پسماند شهر نقده استفاده شد. معیارهای کاربری اراضی و پوشش گیاهی از مطالعه پوراحمد و همکاران (۱۳۹۵) با پهنه‌بندی و تعیین تناسب اراضی برای دفن پسماندهای شهری در شهر کهنوج استفاده شد. معیار خطوط نفت و گاز در بررسی انجام شده توسط خالقی بارنجی (۱۳۹۶) با موضوع مکانیابی دفن پسماندهای جامد شهر میانه با استفاده از GIS و AHP استفاده شد. معیار مخازن نفت از بررسی انجام شده توسط حسام‌پور و همکاران (۱۳۹۱) با موضوع شناسایی و مکانیابی دفن پسماند عملیات حفاری با استفاده از مدل AHP و GIS و میدان نفتی منصوری استفاده شد.

۳- یافته‌ها

برای انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی تولیدی میدین نفت و گاز مناطق قشم، کیش، سیری و لاوان در جزیره لاوان از ۱۵ لایه اطلاعاتی (زیرمعیار) در نرم‌افزار GIS استفاده شد. براساس مقیاس ساعتی و مطابق با نظرات تیم کارشناسی وزن‌دهی به ویژگی‌های هر کدام از لایه‌ها (مقادیر لایه) در محیط GIS صورت پذیرفت. نتایج حاصل از طبقه‌بندی، مقادیر و نرمالیزه‌سازی لایه‌های تأثیرگذار در انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی در جزیره لاوان در جدول ۲ ارائه شده است. با استفاده از نتایج به‌دست آمده از جدول ۲ برای هر یک از لایه‌ها نقشه وزن‌دار تهیه شد تا در مرحله نهایی با تلفیق آن‌ها نقشه پیشنهادی برای دفن پسماند به‌دست آید. نگاره ۵ وزن‌های منظور شده برای لایه‌های اطلاعاتی به‌منظور دفن پسماند در جزیره لاوان را نشان داده است. پس از وزن‌دهی درونی به هر کدام از لایه‌ها و به‌منظور تهیه نقشه نهایی مکان بهینه از مدل AHP استفاده شد. یکی از مهم‌ترین مرحله‌های کار در این مدل، وزن‌دهی به هر کدام از لایه‌های ۱۵ گانه است. هدف از وزن دادن به لایه‌ها بیان نمودن اهمیت هر لایه نسبت به لایه دیگر است. وزن نهایی نرمال شده برای هر کدام از لایه‌ها از طریق ایجاد ماتریس AHP با نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ محاسبه شد.



نگاره ۴: مراحل انجام کار

برای گردآوری داده‌های پایه و معیارها، منابع و مراجع مختلفی مورد استفاده قرار گرفت که عبارتند از:

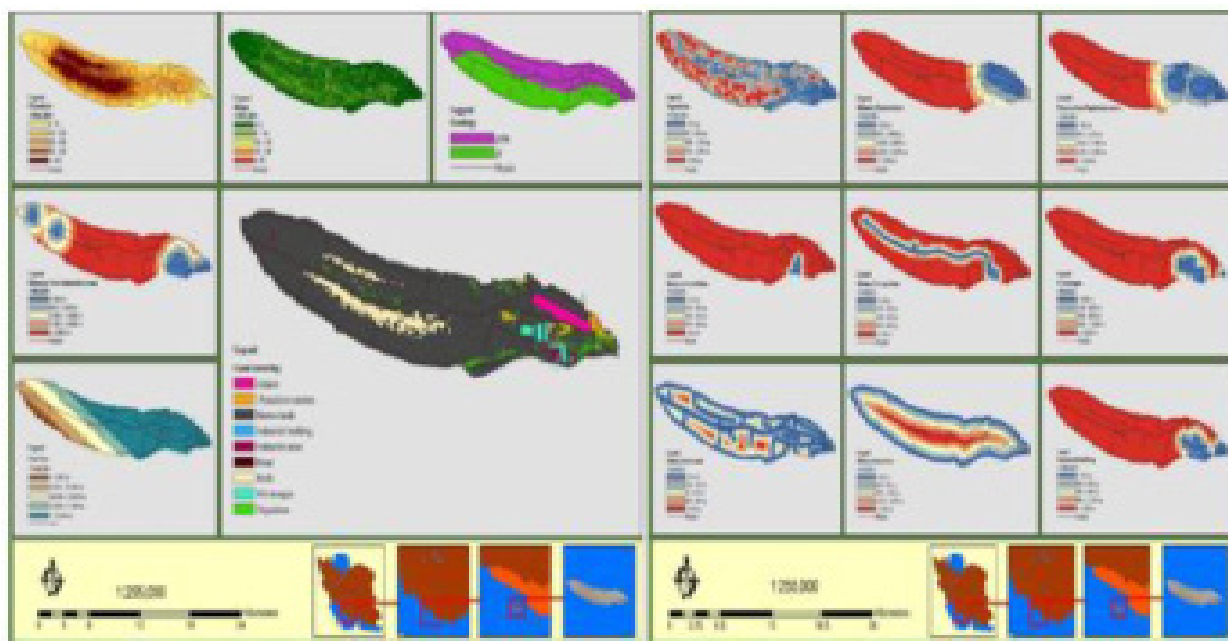
- لایه‌های خطوط گاز، خطوط نفت و مراکز نفت و گاز، مراکز صنعتی استخراج شده از نقشه‌های IOOC
- لایه مراکز جمعیتی استخراج شده از نقشه‌های مرکز آمار ایران
- لایه‌های گسل، شیب، ارتفاع، زمین‌شناسی، آب‌های سطحی، مرز سواحل، فرودگاه، شبکه ارتباطی (جاده‌ها)، کاربری اراضی و پوشش گیاهی استخراج شده از نقشه‌های سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی

در معرفی معیارهای زمین‌شناسی، جاده‌ها، مناطق و ساختمان صنعتی و مراکز شهری از مطالعه انجام شده سعیدی و امانی‌پور (۲۰۱۹) با موضوع انتخاب سایت‌های مناسب دفن پسماند حفاری منطقه مارون ایران استفاده شد. همچنین معیارهای فرودگاه و رودخانه‌ها از مطالعه انجام شده توسط آسیف و همکاران (۲۰۱۹) با موضوع انتخاب سایت‌های دفن پسماند لاهور پاکستان مورد استفاده قرار گرفت. معیارهای شیب، ارتفاع و خط گسل در بررسی انجام شده توسط خرسندی و همکاران (۲۰۱۹) با

جدول ۲: نتایج حاصل از طبقه‌بندی، مقادیر و نرمالیزه‌سازی لایه‌های تأثیرگذار در انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی در جزیره لاوان

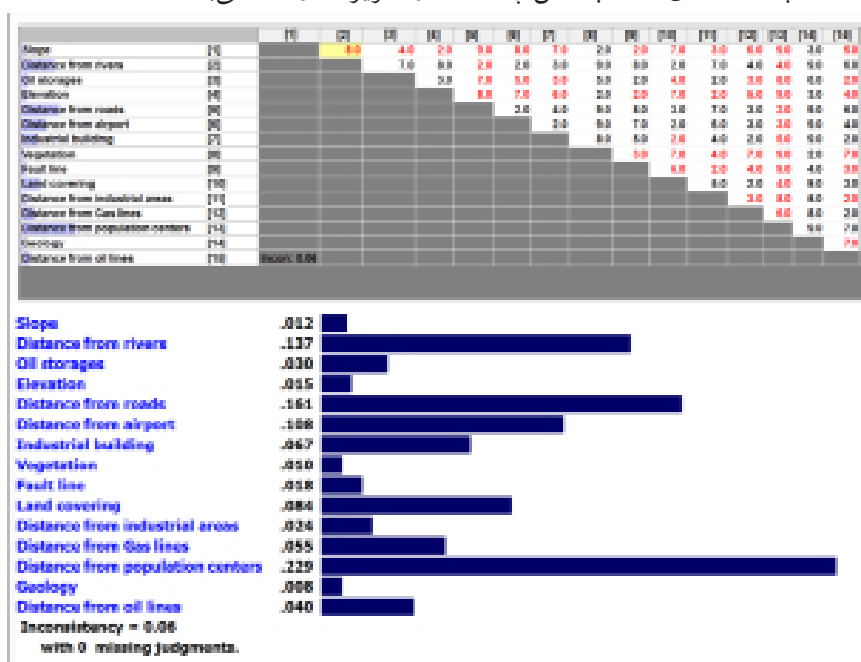
مقادیر نرمالیزه‌شده زیرمعیار (لایه)	مقادیر زیرمعیار (لایه)	مقادیر نرمالیزه‌شده زیرمعیار (لایه)	زیرمعیار (لایه)	مقادیر زیرمعیار (لایه)	مقادیر نرمالیزه‌شده زیرمعیار (لایه)
ساختمان صنعتی (متر)	<۳۰۰	۰/۰۵۵	کاربری اراضی	پوشش گیاهی	۰/۱۷۳
	۳۰۰-۶۰۰	۰/۰۸۲		اراضی بایر	۰/۲۹۸
	۶۰۰-۹۰۰	۰/۱۳۸		جاده	۰/۰۵۳
	۹۰۰-۱۲۰۰	۰/۲۳۸		مراکز جمعیت	۰/۰۱۶
	>۱۲۰۰	۰/۴۸۷		فرودگاه	۰/۰۲۳
شیب (متر)	<۵	۰/۴۶۶		صخره	۰/۲۳۴
	۵-۱۰	۰/۲۹۰		مناطق صنعتی	۰/۰۶۸
	۱۰-۱۵	۰/۱۲۳		ساختمان صنعتی	۰/۰۲۹
	۱۵-۲۰	۰/۰۷۵		مخازن نفت	۰/۱۰۶
	>۲۰	۰/۰۴۶		<۱۵۰	۰/۰۴۳
ارتفاع (متر)	<۱۰	۰/۴۸۵	فاصله از خطوط نفت (متر)	۱۵۰-۳۰۰	۰/۰۶۷
	۱۰-۲۰	۰/۲۶۹		۳۰۰-۴۵۰	۰/۱۱۹
	۲۰-۳۰	۰/۱۲۲		۴۵۰-۶۰۰	۰/۳۱۶
	۳۰-۴۰	۰/۰۷۷		>۶۰۰	۰/۴۵۵
	>۴۰	۰/۰۴۷		<۲۰۰	۰/۵۴۴
فاصله از خطوط گاز (متر)	<۱۵۰	۰/۰۴۶	فاصله از جاده‌ها (متر)	۲۰۰-۴۰۰	۰/۲۲۵
	۱۵۰-۳۰۰	۰/۰۸۲		۴۰۰-۶۰۰	۰/۱۲۷
	۳۰۰-۴۵۰	۰/۱۴۴		۶۰۰-۸۰۰	۰/۰۶۶
	۴۵۰-۶۰۰	۰/۲۸۰		>۸۰۰	۰/۰۳۸
	>۶۰۰	۰/۴۴۸		<۸۰۰	۰/۰۳۴
مخازن نفت (متر)	<۳۰۰	۰/۰۴۷	فاصله از مراکز جمعیتی (متر)	۸۰۰-۱۶۰۰	۰/۰۷۲
	۳۰۰-۶۰۰	۰/۰۸۵		۱۶۰۰-۲۴۰۰	۰/۱۴۷
	۶۰۰-۹۰۰	۰/۱۴۸		۲۴۰۰-۳۲۰۰	۰/۲۷۴
	۹۰۰-۱۲۰۰	۰/۲۵۲		>۳۲۰۰	۰/۴۷۳
	>۱۲۰۰	۰/۴۶۸		<۴۰۰	۰/۰۴۲
فاصله از مناطق صنعتی (متر)	<۵۰۰	۰/۰۵۲	فاصله از رودخانه‌ها (متر)	۴۰۰-۸۰۰	۰/۰۶۷
	۵۰۰-۱۰۰۰	۰/۰۸۸		۸۰۰-۱۲۰۰	۰/۱۳۱
	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۰/۱۵۲		۱۲۰۰-۱۴۰۰	۰/۲۶۹
	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۰/۲۶۴		>۱۴۰۰	۰/۴۹۱
	>۲۰۰۰	۰/۴۴۴		<۵۰	۰/۰۶۲
فاصله از فرودگاه (متر)	<۸۰۰	۰/۰۳۴	پوشش گیاهی (متر)	۵۰-۱۰۰	۰/۰۹۲
	۸۰۰-۱۶۰۰	۰/۰۷۲		۱۰۰-۱۵۰	۰/۱۵۸
	۱۶۰۰-۲۴۰۰	۰/۱۴۰		۱۵۰-۲۰۰	۰/۲۴۶
	۲۴۰۰-۳۲۰۰	۰/۲۸۱		>۲۰۰	۰/۴۴۲
	>۳۲۰۰	۰/۴۷۳		زمین‌شناسی	Plbk (Conglomerate, Sandstone)
<۹۰۰۰	۰/۰۵۳	Jf (Limestone, Igneous rocks, Shale, Flysch turbidite)			۰/۲۵۰
۹۰۰۰-۱۰۰۰۰	۰/۰۹۴				
۱۰۰۰۰-۱۱۰۰۰	۰/۱۵۵				
۱۱۰۰۰-۱۲۰۰۰	۰/۲۶۶				
>۱۲۰۰۰	۰/۴۳۲				

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سیر)
انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی ... / ۲۴۱



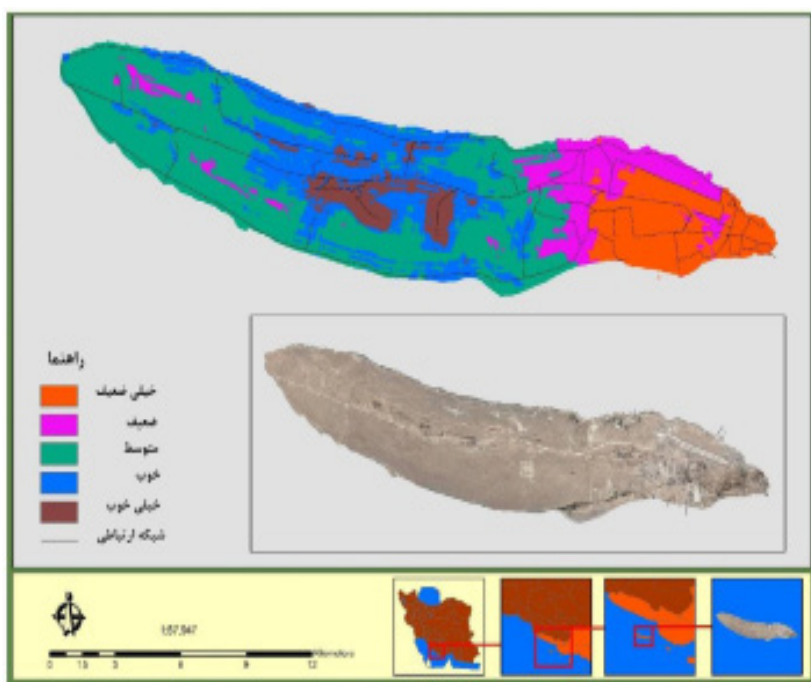
نگاره ۵: وزن‌های منظور شده برای لایه‌های اطلاعاتی برای انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی در جزیره لاوان

نمودار ۱ وزن نهایی نرمال شده هر کدام از لایه‌ها را برای ورود به عملیات روی هم‌گذاری به منظور یافتن مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی در جزیره لاوان ارائه داده است. براساس نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر، در انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند در جزیره لاوان می‌باشد.



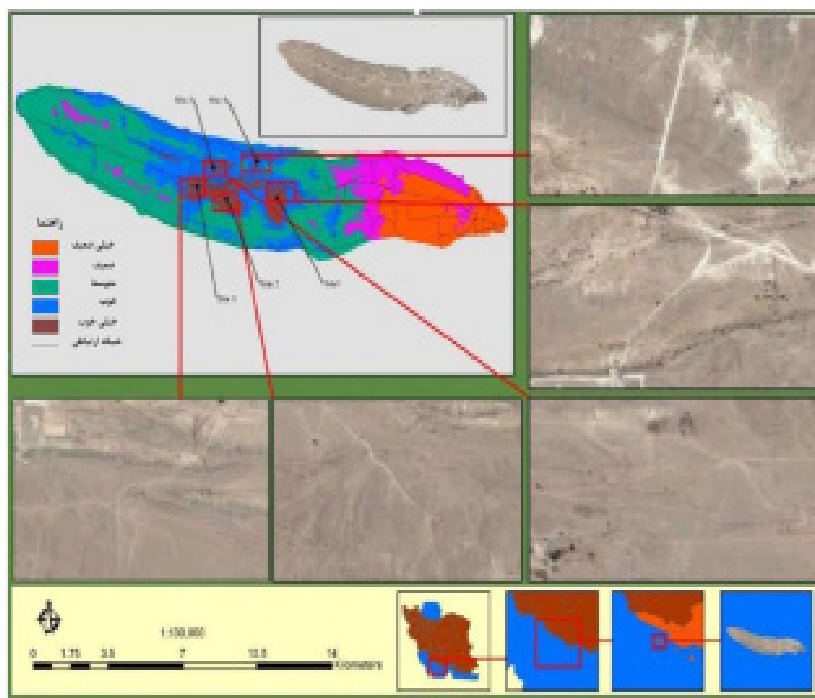
نمودار ۱: اهمیت وزنی لایه‌ها در مکانیابی دفن پسماند حفاری روغنی در جزیره لاوان

پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، با استفاده از روش همپوشانی لایه‌های وزن‌دار در AHP این لایه‌ها با هم ترکیب شد تا نقشه نهایی محدوده مناسب دفن پسماند به دست آید. در این مرحله لایه‌ها براساس میزان تأثیرگذاری در محیط GIS مورد همپوشانی قرار گرفت و در نهایت نقشه نهایی مکانیابی دفن پسماند برای جزیره لاوان مطابق نگاره ۶ مشخص شد. در این نقشه محدوده‌های مناسب برای دفن پسماند در پنج کلاس از خیلی خوب تا خیلی ضعیف تقسیم‌بندی شده است. اولویت‌بندی مکان‌های دفن پسماند در جزیره لاوان در نگاره ۷ نشان داده شده است.



نگاره ۶: کلاس‌بندی مکانیابی دفن پسماند حفاری روغنی در جزیره لاوان

نگاره ۷: اولویت‌بندی مکان‌های دفن پسماند حفاری در جزیره لاوان



فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (ص ۳۳)
انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی ... / ۲۴۳

مناطق حفاظت شده به‌عنوان پارامترهای دارای اهمیت زیاد معرفی شدند. نقشه‌های رتبه‌بندی شده محدوده‌های مورد مطالعه را به پهنه‌هایی در قالب نامناسب، مناسب و بسیار مناسب تفکیک نموده است.

در پژوهش یسیلناکار و همکاران (۲۰۱۲) محدودیت‌های زیست‌محیطی در انتخاب مکان‌های دفن پسماند شهری سانلیورفا ترکیه مورد توجه قرار گرفتند. پارامترهای شهری و روستایی، کاربری اراضی، آبراهه و زمین‌شناسی اهمیت زیادی در انتخاب مکان‌های دفن پسماند در این شهر داشتند. در این تحقیق پهنه‌های مناسب و نامناسب دفن پسماند در نقاط مختلف مشخص شدند.

در مطالعه انجام شده توسط برزه‌کار و همکاران (۲۰۱۲)، ۱۳ لایه اطلاعاتی در معیارهای زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی در انتخاب مکان‌های دفن پسماند مورد استفاده قرار گرفتند. پارامترهای عمق آب‌های زیرزمینی، رودخانه، جنس خاک و مناطق حفاظت‌شده در این تحقیق وزن بیشتری را به خود اختصاص دادند. پهنه‌های مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب در نقاط مختلف برای دفن پسماند شناسایی شد.

در تحقیق کامدار و همکاران (۲۰۱۹)، معیارهای مورفولوژی، زیست‌محیطی و اجتماعی اقتصادی به‌منظور انتخاب سایت‌های دفن پسماند جامد شهری در سونخلا تایلند استفاده شدند.

اهمیت پارامترهای آب‌های سطحی، زیرزمینی و گسل‌های زمین‌شناسی در راستای حفاظت از محیط‌زیست در این تحقیق مشخص شد. بر این اساس پهنه‌های خیلی مناسب، مناسب و تقریباً مناسب در نقاط مختلف منطقه مورد مطالعه برای دفن پسماند انتخاب شدند.

۵- نتیجه‌گیری

محل دفن پسماند حفاری می‌تواند بر روی سلامتی جامعه، اقتصاد و محیط‌زیست تأثیر داشته باشد. انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند در صنایع مختلف از

۴- ارزیابی نتایج

نتایج به‌دست آمده از مطالعه حاضر نشان می‌دهد که در بین لایه‌های مختلف برای انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند روغنی در جزیره لاوان، پارامترهای فاصله از مراکز شهری، فاصله از جاده‌ها، فاصله از رودخانه و فاصله از فرودگاه بیشتر از دیگر پارامترها مورد توجه قرار می‌گیرد. این نتایج، حساس بودن معیارهای زیست‌محیطی و اجتماعی فرهنگی در دفن پسماند حفاری روغنی در جزیره لاوان را تأیید می‌نماید.

تحلیل فضایی نقشه‌های نهایی به‌دست آمده حاکی از مناسب بودن بخشی از اراضی واقع در مرکز جزیره لاوان (سایت‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵) برای دفن پسماند حفاری است. این مناطق به‌دلیل دوری از مراکز شهری، دوری از جاده، دوری از رودخانه و دوری از فرودگاه برای دفن پسماند مناسب هستند.

این اراضی از لحاظ کاربری بایر بوده و حداکثر فاصله را نسبت به مراکز شهری، جاده، رودخانه و فرودگاه دارند. بنابراین در نقشه ارزش‌گذاری نهایی، احداث سایت‌های دفن پسماند در این مناطق از جزیره لاوان به برنامه‌ریزان پیشنهاد می‌شود. نتایج یافته‌های تحقیق حاضر را می‌توان با نتایج بعضی از مطالعات صورت‌گرفته در داخل و خارج مقایسه نمود.

وانگ و همکاران (۲۰۰۹) رویکرد اقتصادی و زیست‌محیطی را در انتخاب سایت‌های دفن پسماند بیجینگ چین مد نظر قرار دادند. بر این اساس پارامترهای هزینه‌های حمل‌ونقل و آب‌های سطحی در انتخاب سایت‌های دفن، تأثیرگذارتر از بقیه عوامل بودند. با توجه به اهمیت پارامترها، مکان‌های بهینه دفن پسماند در این منطقه در دسته‌های خیلی خوب، خوب و نامناسب معرفی شدند.

پناهنده و همکاران (۲۰۱۰)، معیارهای فنی، اجتماعی، زیست‌محیطی، زمین‌شناسی و هیدرولوژی را در مکانیابی جایگاه دفن پسماند شهر سمنان بررسی نمودند. در این مطالعه خطوط گسل، اماکن سکونتی، جمعیتی، راه‌ها و

واقع شود. بایستی توجه داشت در تصمیم‌گیری برای مکانیابی دفن پسماند در هر منطقه نفتی، طبقه‌بندی، وزن، اهمیت و نرخ ناسازگاری لایه‌ها با اطلاعاتی که در این مقاله ارائه گردیده است متفاوت خواهد بود و ارزیابی‌ها بایستی براساس اطلاعات، واقعیت‌ها و استانداردهای موجود در هر منطقه صورت پذیرد.

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، احداث سایت‌های دفن پسماند در پهنه‌های کاملاً مناسب در این مناطق از جزیره لاوان به برنامه‌ریزان پیشنهاد می‌شود. با توجه به اینکه مطالعه حاضر صرفاً به بررسی معیارهای مهم در انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری پرداخته است و بررسی جوانب دیگر از قبیل مقبولیت مردم منطقه و استراتژیک بودن جزیره از لحاظ سیاسی مد نظر قرار نگرفته است پیشنهاد می‌شود برای تحقیقات آتی، این موارد در دستور کار محققان قرار گیرد. برای کاربرد نتایج پژوهش حاضر به منظور مدیریت ریسک پسماند منطقه پیشنهاد می‌شود یک مطالعه امکان‌سنجی دقیق برای به حداقل رساندن تمام خطرات آلودگی محیط‌زیست و حفاظت از آن بر روی منطقه مطالعاتی انجام گیرد.

منابع و مأخذ

- ۱- امیری، نیکزاد، معرب، فروغی؛ وحید، یاسر، محمدجواد، نگار (۱۳۹۳). مکانیابی محل دفن پسماند با استفاده از منطق فازی در GIS و مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)؛ مطالعه موردی شهرستان مینودشت، فصلنامه علمی پژوهشی علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره شانزدهم، شماره ۱، صص ۵۰۱ - ۴۸۵.
- ۲- پوراحمد، رحمانی اصل، حیدری، شیخزاده؛ احمد، محمد، اصغر، محسن (۱۳۹۵). پهنه‌بندی و تعیین تناسب اراضی جهت دفن پسماندهای شهری؛ مطالعه موردی شهر کهنوج، نشریه علمی پژوهشی مطالعات نواحی شهری دانشگاه شهید باهنر کرمان، دوره سوم، شماره ۲، صص ۱۷ - ۱.

موضوعات مهمی است که کارکرد مهمی در توسعه پایدار یک منطقه دارد. دلیل اصلی این مطالعه عدم وجود تحقیقات مشابه در این زمینه در منطقه مورد مطالعه بوده است. در این پژوهش، انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی تولیدی میدین نفت و گاز تحت مدیریت IOOC در شرق خلیج فارس در جزیره لاوان با استفاده از GIS و روش AHP صورت پذیرفت.

بدین منظور، با استفاده از وزن‌دهی به فاکتورهای مؤثر در لایه‌های مختلف در محیط GIS، نقشه‌های وزندار تهیه گردید. با استفاده از روش AHP اولویت‌های برتر در بخش‌های مختلف انتخاب و مکانیابی دفن پسماند حفاری با استفاده از GIS انجام شد.

به دلیل حساسیت بالا برای رعایت مسائل زیست‌محیطی و عدم آلودگی آب‌های سطحی، فاصله از رودخانه به عنوان اولویت برتر در بین معیارهای زیست‌محیطی انتخاب شد. همچنین به دلیل ارجحیت داشتن سلامتی افراد ساکن در جزیره و حفظ زیبایی منظر مناطق، در بین زیرمعیارهای اجتماعی فرهنگی، فاصله از مراکز جمعیتی، جاده و فرودگاه به عنوان اولویت‌های برتر انتخاب گردید.

پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، با استفاده از روش همپوشانی لایه‌های وزندار در AHP این لایه‌ها با هم ترکیب شد تا نقشه نهایی محدوده مناسب دفن پسماند با استفاده از GIS به دست آید. با در نظر گرفتن معیارهای مؤثر در مکانیابی دفن پسماند، سایت‌های پیشنهادی در پنج کلاس مختلف از خیلی خوب تا خیلی ضعیف معرفی شد. بر این اساس بخشی از اراضی واقع در مناطق مرکزی جزیره لاوان برای دفن پسماند حفاری مطلوب ارزیابی شد. این مناطق به دلیل دوری از مراکز شهری و جمعیتی، دوری از جاده، دوری از رودخانه، دوری از فرودگاه و دیگر عوامل برای دفن پسماند مناسب است.

به دلیل عدم وجود الگوی مناسب دفن پسماند حفاری در کشورهایی که در زمینه حفاری دریایی فعال هستند، نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در این زمینه مؤثر

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (مهر)
انتخاب مکان‌های مناسب دفن پسماند حفاری روغنی ... / ۲۴۵

Management, 259, 1-14.

11- Ghaedrahmat, Z., Vosoughiniri, M., Alavi, N., Goudarzi, G., Babaei, A., Baboli, Z., & Hosseinzadeh, M. (2017). Landfill site selection using GIS and AHP: a case: Behbahan, Iran. *KSCE Journal of civil engineering*, 211, 111-118.

12- Hazarika, R., & Saikia, A. (2020). Landfill site suitability analysis using AHP for solid waste management in the Guwahati Metropolitan Area, India. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(1148), 1-14.

13- Imarhiagbe, E., Atuanya, E., & Osarenotor, O. (2015). Environmental Evaluation of the Drill Cuttings at Ologbo Oilfield Wells, Edo State, Nigeria: A Case Study of its Microbiological and Heavy Metals Composition. *NISEB Journal*, 15(2), 50-57.

14- Jia, P., Cheng, X., Xue, H., & Wang, Y. (2017). Applications of geographic information systems (GIS) data and methods in obesity-related research. *Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 18(4), 400-411.

15- Kamdar, I., Ali, S., Bennui, A., Techato, K., & Jutidamrongphan, V. (2019). Municipal solid waste landfill siting using an integrated GIS-AHP approach: A case study from Songkhla, Thailand. *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 220-235.

16- Karakus, K., Demiroglu, D., Coban, A., & Ulutas, A. (2020). Evaluation of GIS-based multi-criteria decision-making methods for sanitary landfill site selection: the case of Sivas city, Turkey. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 22(3), 254-272.

17- Karimi, H., Amiri, S., Huang, J., & Karimi, A. (2019). Integrating GIS and multi-criteria decision analysis for landfill site selection, case study: Javanrood County in Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(4), 1-18.

18- Khorsandi, H., Faramarzi, A., Aghapour, A., Goudarzi, G., & Jafari, S. (2019). Landfill site selection via integrating multi-criteria decision techniques with geographic information systems: a case study in Naqadeh, Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(2), 4-20.

19- Kolios, A., Mytilinou, V., Lozano-Minguez, E., & Salonitis, K. (2016). A comparative study of multiple-

۳- حسام پور، یوسفی سهزایی، جعفرزاده حقیقی فرد، آستانی؛ مریم، حسین، نعمت‌الله، سجاد (۱۳۹۱). شناسایی و مکانیابی دفن پسماند عملیات حفاری با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی AHP و سامانه اطلاعات جغرافیایی؛ مطالعه موردی میدان نفتی منصوری، اولین کنفرانس بین‌المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی.

۴- خالقی بارنجی، فاضل (۱۳۹۶). مکانیابی دفن پسماندهای جامد شهری با استفاده از GIS و تحلیل سلسله مراتبی AHP میانه، فصلنامه علمی پژوهشی زمین‌شناسی محیط‌زیست، دوره یازدهم، شماره ۳۸، صص ۴۲ - ۲۷.

۵- دانشفر، ارجمند، حیدری دهنو، محمدحسینی سی‌سخت؛ محمدامین، مهدی، ابراهیم، عباس (۱۳۹۴). بهینه‌سازی وزن گل حفاری با تغییر در سیستم کنترل جامدات در یک دکل حفاری دریایی، ماهنامه علمی ترویجی اکتشاف و تولید نفت و گاز، دوره ۹۴، شماره ۱۲۳، صص ۵۲ - ۴۷.

6- Ahmadi, M., Nikseresht, M., Najafi, E., & Morshedi, B. (2020). Landfill Site Selection Using Geographic Information System and Fuzzy-AHP Model: A Case Study of Ilam Township, Iran. *Journal of Environmental Health and Sustainable Development*, 5(3), 1043-1052.

7- Alkaradaghi, K., Ali, S., Al Ansari, N., Laue, J., & Chabuk, A. (2019). Landfill Site Selection Using MCDM Methods and GIS in the Sulaimaniyah Governorate, Iraq. *Sustainability*, 11(17), 1-22.

8- Asif, K., Chaudhry, M., Ashraf, U., Ali, I., & Ali, M. (2019). A GIS-Based Multi-Criteria Evaluation of Landfill Site Selection in Lahore, Pakistan. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(2), 1511-1521.

9- Barzehkar, M., Dinan, M., Mazaheri, S., Tayebi, R., & Brodie, G. (2019). Landfill site selection using GIS-based multi-criteria evaluation (case study: SaharKhiz Region located in Gilan Province in Iran). *SN Applied Sciences*, 1(9), 1082.

10- Daneshfar, M., & Ardjmand, M. (2020). Selecting a suitable model for collecting, transferring, and recycling drilling wastes produced in the operational areas of the Iranian offshore oil company (IOOC) using analytical hierarchy process (AHP). *Journal of Environmental*

- 30- Wang, G., Qin, L., Li, G., & Chen, L. (2009). Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: a case study in Beijing, China. *Journal of environmental management*, 90(8), 2414-2421.
- 31- Yang, T., & Kuo, C. (2003). A hierarchical AHP/DEA methodology for the facilities layout design problem. *European Journal of Operational Research*, 147(1), 128-136.
- 32- Yesilnacar, M., Suzen, L., Kaya, B., & Doyuran, V. (2012). Municipal solid waste landfill site selection for the city of Şanlıurfa-Turkey: an example using MCDA integrated with GIS. *International Journal of Digital Earth*, 5(2), 147-164.
- 33- Zhou, L., & Wu, J. (2012). GIS-Based Multi-Criteria Analysis for Hospital Site Selection in Haidian District of Beijing. Student Thesis, Hogskoland I Gavle, Department of Industrial Development, IT and Land Management, 1-42.
- criteria decision-making methods under stochastic inputs. *Energies*, 9(7), 1-14.
- 20- Malczewski, N. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 703-726.
- 21- Moridi, P., Atabi, F., Nouri, J., & Yarahmadi, R. (2017). Selection of optimized air pollutant filtration technologies for petrochemical industries through multiple-attribute decision-making. *Journal of environmental management*, 197(4), 456-463.
- 22- Panahandeh, M., Arastou, M., Ghavidel, A., & Ghanbari, F. (2010). Use of analytical hierarchy process Model (AHP) in landfill site selection of Semnan town. *Iranian Journal of Health and Environment*, 2(4), 276-283.
- 23- Rahimi, S., Hafezalkotob, A., Monavari, S., Hafezalkotob, A., & Rahimi, R. (2020). Sustainable landfill site selection for municipal solid waste based on a hybrid decision-making approach: Fuzzy group BWM-MULTIMOORA-GIS. *Journal of Cleaner Production*, 248.
- 24- Roig Tierno, N., Baviera Puig, A., Buitrago Vera, J., & Mas Verdu, F. (2013). The Retail Site Location Decision Using GIS and the Analytical Hierarchy Process. *Applied Geography*, 40, 191-198.
- 25- Rostampoor, M., Zamani, M., & Asadi Vaighan, A. (2020). Combining GIS and Analytical Hierarchy Process for Landfill Siting, Study Area: Paveh County in Iran. *Journal of civil engineering*, 1(1), 7-15.
- 26- Saaty, L., & Vargas, G. (1991). Prediction, projection and forecasting. Kluwer Academic publisher.
- 27- Saeedi, M., Amanipoor, H., Battaleb Looie, S., & Mumipour, M. (2019). Landfill site selection for solid drilling wastes (case study: Marun oil field, southwest Iran). *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17, 1567-1590.
- 28- Samadi Khadem, R., Fataei, F., Joharchi, P., & Ramezani, M. (2020). Site Selection of Hazardous Waste Landfill: A Case Study of Qazvin Province. *Journal of Health*, 11(3), 281-298.
- 29- Tercan, E., Dereli, M., & Tapkin, S. (2020). A GIS-based multi-criteria evaluation for MSW landfill site selection in Antalya, Burdur, Isparta planning zone in Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 79 (10), 1-17.