

فصلنامه علمی-ترویجی پدافند غیرعامل

سال نهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، (پیاپی ۳۴): صص ۱۲۱-۱۱۵

بهینه‌سازی محل استقرار ایستگاه‌های تامین آب شرب با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: شهر بیرجند)

جعفر بازی^۱، سید رضا هاشمی^۲، عباس خاشعی سیوکی^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۵

چکیده

پس از بروز بلايا و حوادث غیرمترقبه، یکی از مهم‌ترین مسائلی که در زمینه حفظ سلامت عمومی مورد توجه قرار می‌گیرد، تأمین آب آشامیدنی سالم است. بنابراین، قبل از وقوع بحران باید تمهیداتی جهت تأمین آب شرب اضطراری در موقع بحران اندیشیده شود. شهر بیرجند دومین شهر در ایران است که از لوله‌کشی آب شهری برخوردار گردیده است. به علت موقعیت سیاسی و استراتژیک شهر بیرجند، با توجه به فاصله بسیار کم این شهر و مرز با کشور افغانستان و نیز واقع شدن به عنوان مرکز استان که در آن نهادها و مراکز مهم درجه دو کشوری استقرار دارند، هر دو نوع تهاجم زمینی و هوایی محتمل است. در این تحقیق پارامترهای موثر بر بهینه‌سازی محل استقرار ایستگاه‌های تأمین آب در شرایط اضطراری و بحران شناسایی و مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت که عبارتند از: چاه‌های آب شرب، ایستگاه‌های پمپاژ آب، خطوط گسل واقع در محدوده شهری، خطوط ارتباطی اصلی، مشترکین خاص و کاربری اراضی. جهت تعیین وزن و ضریب موثر در روابط نهایی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مقایسه دوه‌دو بین پارامترها صورت گرفته تا وزن هر کدام در تابع هدف تعیین گردید. سپس با ضرایب به‌دست‌آمده از AHP، با روی هم اندازی لایه‌ها و اعمال فرمول جمع‌بندی لایه‌ها براساس وزن هر معیار در محیط نرم‌افزار GIS محدوده بهینه تعیین شد. در انتها برای بهبود نقاط ناسازگار حاصل از GIS با اتخاذ تدابیر مدیریتی، نقاطی در نزدیکی این نقاط و با در نظر گرفتن نوع کاربری اراضی انتخاب گردید.

کلید واژه‌ها: ایستگاه تأمین آب شرب، اضطراری، بهینه‌سازی، تحلیل سلسله مراتبی.

۱- کارشناس ارشد منابع آب دانشگاه بیرجند

۲- استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه بیرجند

۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه بیرجند، abbaskhashei@birjand.ac.ir - نویسنده مسئول

۱- مقدمه

در بررسی نشان داده شد که بسیاری از فرآیندهای ذهنی طراح را می‌توان به‌طور جامع و همه‌جانبه با نگاه فازی و با کمک فضای انعطاف‌پذیر محیط موزاییکی و توابع مربوطه مدل‌سازی نمود. لذا تجربه مذکور می‌تواند باب جدیدی را برای استفاده از GIS در پروژه‌های طراحی شهری باز نماید [۲].

در پژوهشی با استفاده از داده‌هایی چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، توانایی اراضی، فاصله از عوارض مصنوعی روستا، تأسیسات و تجهیزات شهری، معادن، فاصله از گسل‌های منطقه، فاصله از آب‌های سطحی منطقه، جهت باد، خاک‌شناسی، هیپسومتریک (Hypsometric) طبقات ارتفاعی، پوشش گیاهی، زمین‌شناسی و از طریق مدل‌های مختلف تلفیق اطلاعات و نقشه‌ها که براساس مدل منطق فازی ترکیب شده‌اند، مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی مواد زائد مکان‌گزینی و در نقشه‌های مختلف ارایه نمودند [۳].

با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به ارزیابی توان حوضه آبخیز بابلرود برای توسعه مناطق مسکونی پرداخته شد. برای این منظور، ابتدا معیارها و زیرمعیارهای مؤثر در این فرآیند تعیین و وزن هر معیار با روش دلفی و دانش کارشناسان تعیین گردید. سپس زیرمعیارها به نقشه تبدیل و در نهایت با تلفیق وزن‌ها، نقشه توان توسعه مناطق مسکونی منطقه تهیه گردید. نتایج نشان داد که به ترتیب ۱/۷۸٪، ۵/۸۲٪، ۱۱/۶۴٪ و ۳۸/۳٪ از منطقه مورد مطالعه به ترتیب دارای توان عالی، خوب، متوسط و ضعیف است و ۴۲/۴۴٪ از سطح منطقه فاقد توان برای این کاربری است [۴].

حرکات توده‌ای حوضه آبریز رودخانه مادرسو را با بهره‌گیری از عوامل شیب، جهت شیب، لیتولوژی (Lithology)، کاربری ارضی، باران، فاصله از رودخانه، فاصله از گسل و فاصله از جاده برای پهنه‌بندی خطر لغزش بررسی شد. پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار Arc GIS تأثیر هر کدام از لایه‌های اطلاعاتی در وقوع لغزش مشخص گردید و پهنه‌بندی انجام گرفت. نتایج حاصل از مقایسه این پهنه‌بندی و پراکندگی موجود از زمین لغزش‌ها نشان دادند که روش سلسله مراتبی، روش مناسبی برای پهنه‌بندی خطر لغزش حوضه آبریز مادرسو می‌باشد [۵].

در پژوهشی با استفاده از اصول پدافند غیرعامل اقدام به مکان‌یابی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و سامانه اطلاعات جغرافیایی شد. در این تحقیق در نهایت نقشه رستری تهیه شد که میزان ارجحیت هر نقطه برای

وظیفه تأسیسات آبرسانی شهری؛ تأمین آب موردنیاز مردم شهر، تأمین آب سامانه‌های بهداشتی، تأمین آب کارخانه‌های کوچک و بزرگ، تأمین آب آتش‌نشانی و سایر مراکز می‌باشد. یک شبکه آبرسانی شهری باید قادر باشد وظایف و نیازهای آبی نام‌برده و نظایر آن‌ها را از نظر کیفی (خواص فیزیکی و شیمیایی آب) و از نظر کمی (دبی و فشار آب) برابر استانداردهای موجود و در بدترین شرایط زمانی و مکانی و شرایط اضطراری به‌خوبی انجام دهد. یک سامانه آبرسانی از قسمت‌های زیر تشکیل شده است: منابع تأمین آب، زیرسامانه انتقال آب، تصفیه آب، ایستگاه پمپاژ، مخازن ذخیره، لوله‌ها و سامانه توزیع.

در شرایط اضطراری، منابع آب در دسترس جهت مصارف بهداشتی، شرب و طبخ غذا بسیار محدود است. لذا ضروری است تا با توجه به خطرات و فواید بهداشتی کاربردهای آب در کوتاه‌مدت و بلندمدت، حجم مناسب آب جهت مصارف بهداشتی در دسترس مردم باشد تا از بروز بیماری‌های ناشی از کم‌آبی جلوگیری شود. بدیهی است عواملی نظیر کمیت آب در دسترس، قابل اطمینان بودن شبکه تأمین آب، یکسان بودن دسترسی مردم به آب، کیفیت آب خام، منابع آلاینده احتمالی، راه‌کارهای حفاظت از منبع آب، فرایندهای تصفیه مورد نیاز برای تهیه سریع آب آشامیدنی سالم، امکان تأمین آب بطری‌شده و یا بسته‌بندی‌شده، مقبولیت آب و ملاحظات اپیدمیولوژیکی در مناطقی که تحت تأثیر بلا یا قرار گرفته‌اند، باید مدنظر قرار گیرد. موثرترین و عملی‌ترین راه برای حذف آلودگی آب و کاهش اثرات آن، حذف منشأ آلودگی و قطع ارتباط بین آلاینده‌ها و منابع آب است. وقوع بلاهای طبیعی از جمله طوفان و سیل باعث خرابی سازه‌ها و تأسیسات آبرسانی و قطع آب در مناطق بحران‌زده شده و در امر تأمین و توزیع آب سالم اختلال ایجاد می‌کند.

در تحقیقی ابتدا معیارها و اصول مکان‌یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری از منابع معتبر بیان نموده و سپس لایه‌های اطلاعاتی مورد نظر برای شهر گلپایگان معرفی کرد. برای این منظور از اطلاعات متعددی از قبیل: مناطق حفاظت‌شده، زمین‌شناسی، عارضه‌نگاری، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، نفوذپذیری، هیدرولوژی، آب زمین‌شناسی، راه‌ها، مناطق مسکونی و استفاده شده است. جهت تهیه نقشه قابلیت استعداد ابتدا مناطق ممنوعه حذف شده و با استفاده از ۱۰ لایه اطلاعاتی به روش نرخ‌دهی نقشه نهایی استعدادداری تهیه گردید. براساس این تحقیق، پنج منطقه مناسب جهت احداث خاک چال مشخص شد که یکی از آن‌ها در شمال شرقی و چهار منطقه دیگر در جنوب شرقی گلپایگان قرار دارد [۱].

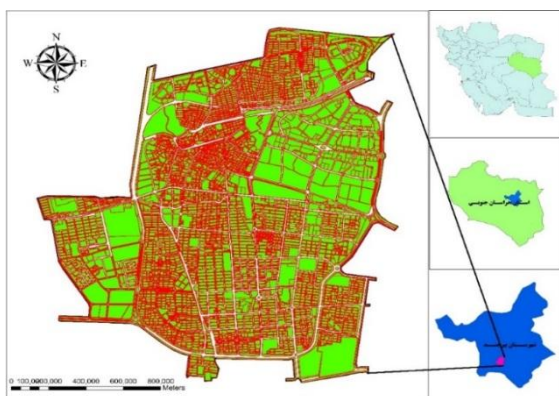
1 Geographic Information System

2 Analytical Hierarchy Process

مهمترین نیازهای بشر در شرایطی که بحران پدید آید جایگاه و اهمیتی دوچندان پیدا می‌کند. در این تحقیق مکان‌های استقرار ایستگاه‌های تأمین آب شرب در شرایط بحرانی در محدوده دشت بیرجند بهینه‌سازی شده است. در این تحقیق، هدف آن است تا با بهره‌گیری از روش‌های نرم‌افزاری GIS به ارتباط عوامل اثرگذار در تعیین محل استقرار ایستگاه آب شرب پرداخته‌شده و پارامترهای موردنظر با توجه به میزان تاثیر و اهمیت در نتیجه با یکدیگر مقایسه شوند؛ اما به دلیل بررسی عوامل در شرایط خاص بحران معیارهای تعیین ایستگاه‌های آب شرب با شرایط عادی متفاوت خواهد بود. بنابراین، ابتدا مطالعات پایه و اساسی بر روی روش‌های کشف، شناسایی و پارامترهای آسیب‌پذیر صورت گرفته سپس، کار میدانی و بازدیدها و تهیه مستندات آغاز می‌گردد. در این مرحله تک‌تک جزئیات و عارضه‌های شهر بیرجند مورد مشاهده، تحلیل و ارزیابی قرار می‌گیرد و از جانب خطرپذیری مورد آزمون قرار می‌گیرد. نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی در این راستا کمک ویژه‌ای در تکمیل نتایج و ایجاد بانک اطلاعات جغرافیایی دارد. توجه به شرایطی که در مواقع بحران پیش می‌آید و معمولاً از قبل فاقد برنامه‌ریزی می‌باشند، از درجات اهمیت و جایگاه این پژوهش است.

۲- روش تحقیق

شهر بیرجند به‌عنوان جامعه آماری پژوهش پیش‌رو در ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۲ درجه و ۵۳ دقیقه عرض جغرافیایی و در ارتفاع ۱۴۷۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است. شهر بیرجند مرکز استان خراسان جنوبی است که با مصوبه مجلس شورای اسلامی و پس از تقسیم استان خراسان به سه استان در سال ۱۳۸۲ ایجاد شد. شهر بیرجند در سال ۱۳۸۵، بالغ بر ۱۵۷،۸۴۸ نفر جمعیت داشته است. بیرجند، دومین شهر در ایران است که در سال ۱۳۰۲ و پیش از تهران، از لوله‌کشی آب شهری برخوردار گردید.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی شهر بیرجند

انواع تهدیدات احتمالی در مورد شهر با توجه به فاصله بسیار کم

احداث این پایگاه‌ها را مشخص کرد. هدف از مکان‌یابی کاهش آسیب‌پذیری پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران شهر تبریز در مقابل مخاطرات طبیعی و غیرطبیعی و حفظ کارایی این مراکز در مواقع بحرانی ارایه شد [۶].

در مطالعه‌ای با شناخت پایگاه‌های مدیریت بحران و کارکردهای آن‌ها به درک الزامات ضروری در مکان‌یابی این پایگاه‌ها پرداخته شد [۷]. به این منظور، معیارهایی برای مکان‌یابی این پایگاه‌ها تدوین شد و در بخش تحلیل جهت ارزش‌گذاری و اولویت‌بندی معیارها، از نظرات کارشناسان استفاده گردید و با مطابقت نظرات مذکور با مبانی نظری روش تحلیل سلسله مراتبی به محاسبه وزن معیارها با استفاده از نرم‌افزار (EXPERT CHOICE) پرداخته شد. سپس با استفاده از تحلیلگر مکانی سامانه اطلاعات جغرافیایی و تعریف معیارهای موردنظر به صورت لایه‌های اطلاعاتی، اطلاعات حاصل ترکیب و تحلیل شده و در نهایت ارزش نهایی هر بلوک با توجه به میانگین ارزش پیکسل‌های هر بلوک محاسبه و در نهایت بلوک مناسب برای استقرار این پایگاه‌ها ارائه شد.

در تحقیقی با ارایه راه‌کاری مناسب مدیریت بحران آب از سطح کلان تا محلات، با بیان راه‌کارهای موردی و ایجاد تاسیسات امداد آبرسانی به نجات‌یافتگان پرداخته و بصورت موردی نکاتی را در طراحی شبکه‌های آبرسانی بررسی کردند. لذا با توجه به حساسیت این عنصر حیاتی، پیشنهاد شده است نسبت به مطالعه وضع موجود و بررسی و یافتن نقاط حادثه‌خیز و انتقال آن از حوزه‌های خطر و انجام مطالعات تفصیلی و اجرایی نسبت به بهبود اصلاح و در نهایت مقاوم‌سازی تاسیسات موجود و نحوه بسیج امکانات و تجهیزات در زمان بروز حادثه اقدام شود [۸].

با ارایه الگوی مناسب، مکان‌یابی بهینه پایگاه‌های مدیریت بحران در شرایط وقوع زلزله با تأکید بر عوامل کالبدی در شهر بیرجند دنبال شد. در مرحله نخست به شناسایی عوامل مؤثر بر مکان‌گزینی پایگاه‌ها و پس از طی کردن مراحل جمع‌آوری داده، تهیه نقشه فاصله (GIS) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پرداخته شد، سپس با استفاده از نرم‌افزار Arc Gis9.3 لایه‌های اطلاعاتی، طبقه‌بندی و ارزش‌گذاری درونی لایه‌ها و در نهایت، وزن‌دهی و هم‌پوشانی لایه‌های ارزش‌گذاری‌شده به اولویت‌بندی زمین‌های شهر بیرجند برای ایجاد پایگاه‌های مدیریت بحران در شرایط وقوع زلزله پرداخته شد. اطلاعات مورد نیاز این پژوهش از طریق مشاهده میدانی، مطالعه طرح‌های جامع و تفصیلی شهر بیرجند به‌دست آمده است. در نهایت، زمین‌های این شهر را به پنج دسته خیلی خوب، خوب، متوسط، ضعیف، خیلی ضعیف تقسیم‌بندی شد [۹].

شهر بیرجند از قدیم کانون بحران‌های متعددی همچون سیل، زلزله، طوفان، خشکسالی و ... بوده است. آب به عنوان یکی از

۵- مراکز نظامی: درصد قابل توجهی از جمعیت شهر بیرجند نظامی هستند و توجه به این مسئله لازم است.

۶- آبراهه: نزدیکی عوارض به مسیل و رودخانه یک نقطه ضعف به حساب می‌آید. بنابراین، هرچه عوارض از رودخانه فاصله داشته باشند کمتر در معرض بحران‌ها مخصوصاً سیلاب قرار می‌گیرند.

۷- تأسیسات: با توجه به لزوم تجهیز و تکمیل ایستگاه‌های تأمین آب شرب و اثرگذاری تأسیسات بر سایر مولفه‌های تقلیل صدمات ناشی از بحران، این مقوله دارای ارزش خاص می‌باشد.

۸- مذهبی: شهر بیرجند یک شهر فرهنگی و مردم آن پایبند به مسایل مذهبی می‌باشند.

جدول (۱) وزن‌های به‌دست‌آمده برای لایه‌های اطلاعاتی را نشان می‌دهد.

جدول (۱): اوزان لایه‌های GIS

وزن نهایی	وزن زیرمعیار	زیر معیار	معیار
۰/۰۷۲	-	-	چاه آب شرب
۰/۰۶۵	-	-	ایستگاه پمپاژ
۰/۱۵۵	-	-	خط گسل
۰/۱۰۸	۰/۳۲۰	ارگان‌های مدیریتی	مشترکین خاص
۰/۰۴۱	۰/۱۲۲	مراکز درمانی	
۰/۱۸۹	۰/۵۸۸	مخازن آب شرب	
۰/۰۱۸	۰/۰۶۲	مراکز آموزشی	کاربری اراضی
۰/۱۰۰	۰/۳۴۱	فضای سبز	
۰/۰۶۵	۰/۲۲۴	مناطق مسکونی	
۰/۰۰۸	۰/۰۲۷	مراکز تجاری	
۰/۰۱۸	۰/۰۶۰	مراکز نظامی	
۰/۰۷۷	-	-	جاده

پس از آن‌که وزن لایه‌ها با بهره‌گیری از روش تحلیل سلسله مراتبی به‌دست آمد، اکنون نوبت آن است تا این وزن‌ها در لایه‌های اطلاعاتی اعمال گردد. لایه‌های اطلاعاتی شامل ۱۵ لایه‌ای می‌باشد که پیش‌تر از این بیان گردید.

در این مرحله، لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز براساس لایه‌های موجود تهیه و خروجی از آن گرفته شد. حال ملاک پژوهش جهت ارزش‌دهی به نوع لایه‌ها فاصله می‌باشد. به گونه‌ای که در لایه‌های سازمان‌ها و ارگان‌های مدیریتی، مراکز درمانی و بیمارستان‌ها، مخازن آب شرب، مراکز آموزشی، پارک‌ها و فضای سبز، مناطق مسکونی، مراکز نظامی، تأسیسات، مراکز مذهبی، چاه‌های آب شرب، ایستگاه‌های پمپاژ و خطوط ارتباطی، کم‌بودن فاصله از عارضه موردنظر یک امر مطلوب و در لایه‌های مراکز تجاری، آبراهه و خطوط گسل نزدیک بودن

این شهر و مرز با کشور افغانستان و نیز واقع‌شدن به‌عنوان مرکز استان که در آن نهادها و مراکز مهم درجه دو کشوری استقرار دارند، هر دو نوع تهاجم زمینی و هوایی محتمل به نظر می‌رسد. از آن‌جا که تعیین اوزان پارامترها مهم‌ترین تاثیر را در برآورد نتایج نهایی دارد، مرحله مقایسه پارامترها و تعیین وزن هرکدام از پارامترها با حساسیت بسیار زیادی دنبال گردید.

لازم به یادآوری است که در تعیین تعداد و نوع لایه‌ها جهت تحلیل و بررسی و همچنین میزان اهمیت و وزن‌دهی لایه‌ها، از اطلاعات، تجربیات و دانش کارشناسان سازمان مدیریت بحران استانداری، اساتید گروه جغرافیا و گروه مهندسی آب دانشگاه بیرجند، کارشناسان فنی سازمان جهاد کشاورزی و نتایج و تجربیات کارهای تحقیقاتی مشابه استفاده شد. پارامترهای موثر در بهینه‌سازی محل استقرار ایستگاه‌های تأمین آب شرب شرایط بحرانی شهر بیرجند عبارتند از: چاه‌های آب شرب، ایستگاه‌های پمپاژ آب، خطوط گسل واقع در محدوده شهری، خطوط ارتباطی اصلی، مشترکین خاص و کاربری اراضی. مشترکین خاص خود شامل لایه‌های زیر می‌باشد:

۱- سازمان‌ها و ارگان‌های مدیریتی مرتبط با ایستگاه‌های تأمین آب از جمله فرمانداری، استانداری، ادارات آب و فاضلاب شهری و روستایی، شرکت آب منطقه‌ای و دفاتر فنی ادارات مذکور؛

۲- مراکز درمانی و بیمارستان‌ها و همچنین مراکز بهداشت شهری.

۳- مخازن آب شرب و تصفیه‌خانه آب شرب واقع در محدوده شهر.

معیار کاربری اراضی به‌عنوان یک پارامتر اثرگذار شامل لایه‌های اطلاعاتی مجزا می‌باشد که عبارتند از:

۱- مراکز آموزشی: این لایه تلفیق مراکز آموزشی دبستان، راهنمایی، دبیرستان، هنرستان و مراکز آموزش عالی شهر بیرجند می‌باشد و با توجه به درصد بالای دانش‌آموزان و دانشجویان این لایه دارای ارزش است.

۲- پارک‌ها و فضای سبز: در کاربری اراضی، این لایه مهم‌ترین لایه به شمار می‌رود. چون پارک‌ها و فضای سبز بهترین موقعیت را برای احداث ایستگاه‌ها دارند.

۳- مناطق مسکونی: اهمیت مناطق مسکونی از آن جهت است که در زمان بحران اکثر جمعیت در این مناطق متمرکز شده‌اند.

۴- مراکز تجاری: بسته به زمان وقوع بحران، مراکز تجاری می‌تواند محل تجمع جمعیت زیادی باشد.

می‌شود لایه فضای سبز با اختلاف معنادار و مشهودی بیشترین امتیاز و لایه مراکز تجاری کمترین وزن را در این رتبه‌بندی به خود اختصاص داده است.

جدول (۲): وزن‌دهی زیرمعیارهای مشترکین خاص

وزن	پارامتر
۰/۵۵۸	مخازن آب شرب
۰/۱۲۲	مراکز درمانی
۰/۳۲۰	ارگان‌های مدیریتی

جدول (۳): وزن‌دهی زیرمعیارهای کاربری اراضی

وزن	پارامتر
۰/۰۶۲	مراکز آموزشی
۰/۳۴۱	فضای سبز
۰/۲۲۴	مناطق مسکونی
۰/۰۲۷	مراکز تجاری
۰/۰۶۰	مراکز نظامی
۰/۱۵۰	آبراهه
۰/۰۹۸	تأسیسات
۰/۰۳۹	مراکز فرهنگی

پس از این، دو مرحله که به محاسبه وزن زیرمعیارها پرداخته شده معیارهای اصلی پژوهش در محیط نرم‌افزار با یکدیگر مقایسه می‌گردد. در مقایسه دوجه‌دو، نحوه امتیازدهی به‌گونه‌ای است که لایه‌های با ارزش بیشتر در جایگاه مقایسه به نسبت میزان برتری خود امتیاز بیشتری گرفته و میله مربوط به آن‌ها بلندتر از میله دیگر پارامتر مقایسه‌شونده است. پس از مقایسه دوجه‌دوی پارامترها، ضریب وزنی برای هرکدام از معیارها به‌دست می‌آید (جدول ۴). باید توجه داشت که در صورت عدم برخورداری از دقت لازم در مقایسات نرخ ناسازگاری در فایل نهایی از حد مجاز (۰/۱) تجاوز خواهد کرد. این مسئله باید همواره مدنظر قرار داشته باشد.

در این پژوهش، نرخ ناسازگاری بین معیارها مطابق جدول (۴)، مقدار ۰/۰۶ می‌باشد که کمتر از ۰/۱ و قابل قبول می‌باشد. با توجه به ضرایب وزنی محاسبه‌شده مشخص می‌شود که معیارهای مشترکین خاص و کاربری اراضی به‌ترتیب با ضرایب ۰/۳۳۹ و ۰/۲۹۲ بیشترین تاثیر و معیار ایستگاه‌های پمپاژ با ضریب ۰/۰۶۵ کمترین اثرگذاری را در نتیجه تحقیق خواهند داشت.

به این عوارض یک امر نامطلوب از دیدگاه کارشناسی می‌باشد.

بنابراین، لایه Distance برپایه فواصل ۲۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و بیشتر از ۱۰۰۰ متری ترسیم گردید. سپس با توجه به این‌که لایه‌های مشترکین خاص و کاربری اراضی از مجموع چندین لایه دیگر حاصل می‌شود با استفاده از قابلیت Raster Calculator لایه‌های تشکیل‌دهنده این دو پارامتر براساس اوزان تخصیص‌یافته تهیه شد. در تهیه لایه نهایی (نقشه مکان‌یابی) از مجموع پارامترها شامل چاه آب شرب، ایستگاه‌های پمپاژ، گسل، جاده‌ها، مشترکین خاص و کاربری اراضی استفاده گردید. بدین ترتیب که لایه‌ها با وزن تخصیص‌یافته در Raster Calculator جمع گردیدند. لایه خروجی بیانگر محل بهینه استقرار ایستگاه تامین آب شرب می‌باشد.

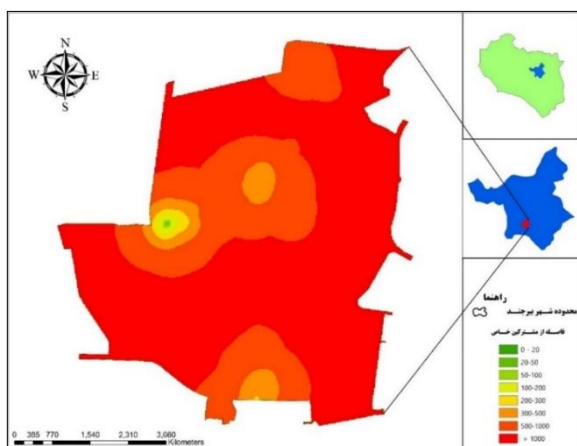
۳- نتایج و بحث

در این تحقیق برای تعیین محل استقرار ایستگاه‌های تامین آب شرب در شرایط بحران، روش مکان‌یابی با سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده گردید که در این راستا فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نیز جهت وزن‌دهی پارامترها موثر بود. در حقیقت، آن‌چه در این پژوهش دنبال شد بررسی روش GIS در بهینه‌سازی مکانی بود که بهترین انتخاب را در مورد مکان‌یابی ایستگاه‌های تامین آب به ما خواهد داد.

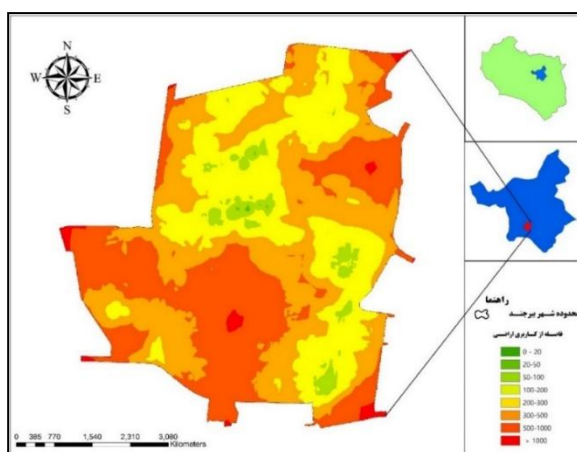
فرایند تحلیل سلسله مراتبی در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice انجام گرفت. در این نرم‌افزار که برای تعیین وزن معیارها و گزینه‌های در دسترس برای هدفی مشخص استفاده می‌شود، تنها معیارها و زیرمعیارها با یکدیگر مورد مقایسه و تحلیل قرار گرفت تا وزن هرکدام حاصل گردد. دلیل این امر گستردگی دامنه گزینه‌های پاسخ بود که در حقیقت تمامی نقاط محدوده شهر بیرجند را شامل می‌شود.

در مقایسه پارامترها ابتدا به سراغ زیرمعیارها رفته و مخازن آب شرب، مراکز درمانی و ادارات و سازمان‌های مدیریتی با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند. با توجه به جدول (۲)، برتری نسبی مخازن آب شرب بر مراکز درمانی و ادارات و برتری نسبی ادارات و سازمان‌های مدیریتی بر مراکز درمانی کاملاً مشهود است. جزئیات ضرایب مربوط به وزن هرکدام از پارامترها عنوان شد. این مهم می‌تواند به تامین راحت‌تر آب کمک نماید.

پس از آن، زیرمعیارهای کاربری اراضی مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفتند. نتیجه وزن‌دهی این پارامترها که شامل ۸ لایه اطلاعاتی می‌باشد، در جدول (۳) نشان داده شده است. همچنان که مشاهده



شکل (۳): نقشه فاصله از مشترکین خاص شهر بیرجند



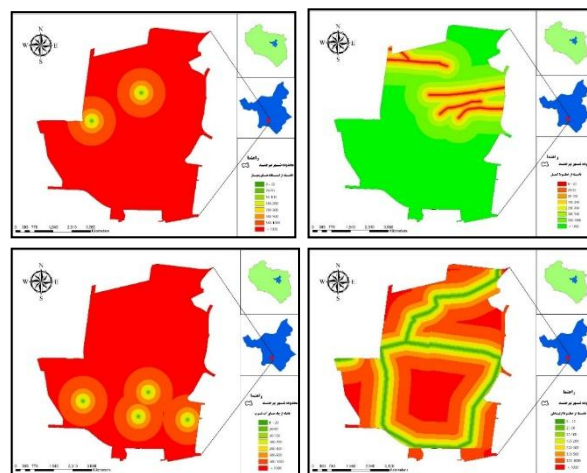
شکل (۴): نقشه فاصله از کاربری‌های موثر شهر بیرجند

در ادامه کار با داشتن سایر لایه‌های اطلاعاتی شامل چاه‌های آب شرب، ایستگاه‌های پمپاژ آب، خطوط گسل واقع در محدوده شهری و خطوط ارتباطی اصلی و اضافه کردن دو لایه جدید ایجاد شده (کاربری اراضی و مشترکین خاص)، مجموعه جدید لایه‌ها را براساس ضرایب وزنی محاسبه شده در فرایند تحلیل سلسله مراتبی در محیط Raster Calculator با یکدیگر ترکیب شده تا در نهایت، نقشه مکان‌یابی محل احداث ایستگاه تامین آب شرب در شرایط بحران حاصل شود. این نقشه در شکل (۵) نشان داده شده است. چنانچه مشاهده می‌شود روش GIS در نهایت یک محدوده را با در نظر گرفتن تمامی شرایط به‌عنوان بهترین محل برای احداث ایستگاه‌های تامین آب شرب در شرایط بحران معرفی می‌کند به طریقه‌ای که هرچه از مرکز سبز رنگ این ناحیه فاصله بگیریم از درجه اهمیت نقاط برای احداث ایستگاه‌های تامین آب کاسته می‌شود. این نتایج با نتایج [۹] مطابقت دارد. علت این مهم این است که در شهر بیرجند عمده مراکز مهم و مشترکین خاص در مرکز و یک محدوده خاص قرار داده شد. از

جدول (۴): وزن‌دهی نهایی و ضریب وزنی پارامترها

وزن	پارامتر
۰/۰۷۲	چاه های آب شرب
۰/۰۶۵	ایستگاه پمپاژ
۰/۱۵۵	خط گسل
۰/۳۳۹	مشترکین خاص
۰/۲۹۲	کاربری اراضی
۰/۰۷۷	آبراهه

جهت تحلیل لایه‌ها در محیط GIS، ابتدا لایه‌های اولیه هر کدام از پارامترها تهیه گردید (شکل ۲). سپس، براساس فاصله از این عوارض چنانچه قبلاً در مورد آن توضیح داده شد، لایه اطلاعاتی رستری هر کدام از معیارها ترسیم شد.

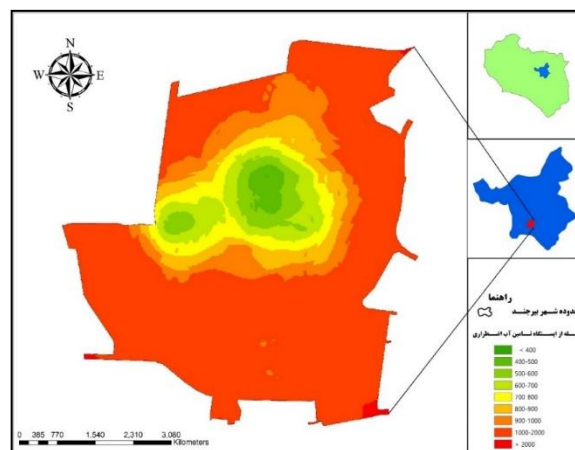


شکل (۲): نقشه فاصله از گسل، ایستگاه پمپاژ، خطوط ارتباطی و چاه

پس از ترسیم لایه اطلاعاتی هر کدام از پارامترها، دو لایه خاص اطلاعاتی کاربری اراضی و مشترکین خاص ترسیم می‌گردد. چنانچه بیان شد، تعداد پارامترهای تشکیل‌دهنده برای لایه کاربری اراضی، ۸ لایه و برای لایه مشترکین خاص، ۳ لایه می‌باشد. جهت ترسیم این دو نقشه جدید با داشتن ضریب وزنی هر کدام از زیرمعیارها و قراردادن این ضرایب در فرمول لایه نهایی در محیط Raster Calculator خروجی گرفته و تحت عنوان لایه جدید برای این دو پارامتر ذخیره شد. شکل (۳)، لایه نهایی فاصله از مشترکین خاص شهر بیرجند و شکل (۴)، نقشه فاصله براساس کاربری‌های اراضی تعیین شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در مراکز شهر بیرجند امتیاز بیشتری به مشترکین خاص داده شده است.

- Tehran University),” Urban Identity Journal, Year 4, no. 6, 2010. (in persian)
3. A. Pourahmad Partners, “Using Fuzzy Algorithms and GIS to Locate Urban Equipment (Case Study: Babolsar Rubbish Landfill),” Thesis III, no. 42, pp. 31-42, 2007. (in persian)
 4. A. Karami Partners, “Locating the areas susceptible to residential development using GIS and Analytical Hierarchy Process (Case study: Babolroud Basin, Mazandaran),” Remote Sensing Journal, GIS, Natural Resources Science, vol. 3, no. 2, 1391. (in persian)
 5. N. Bay and S. M. Hajimirrahimi, “Landslide hazard zonation using AHP method,” Geomechanical conference, 2008. (in persian)
 6. S. Manesh Beiranand, “Locating Crisis Management Support Basis Based on Inappropriate Defense Principles (Case Study: Tabriz Metropolis),” Quarterly Journal of Nonprofit Defense Promotion, seventh year, no. 2, pp. 83-79, summer of 1395. (in Persian)
 7. M. BahramPour and M. R. Bemanian, “Explaining the layout of the crisis management bases by using a GIS case study in Tehran city,” District 3, GIS, no. 1, 1391. (in persian)
 8. R. Karimzadeh and Gh. H. Bagheri “Preparedness of passive defense in urban water facilities in response to water demand in critical earthquake conditions (Tehran case study),” Third National Conference on Water and Wastewater (with the Approach for Consumption Pattern Improvement), Tehran, 2009. (in persian)
 9. .E. Kavooosi and M. Motamedi, “Locating the bases of crisis management in earthquake situations using AHP model in GIS with emphasis on physical factors (case study of Birjand city),” Journal of Southern Khorasan University of Medical Sciences, no. 5, fifth quarter, 2013. (in persian)

طرفی، بالابودن تراکم جمعیت در آن منطقه باعث شده است که مدل آن مناطق را به‌عنوان مناطق مناسب تعیین نماید. ازجمله مشترکین خاص می‌توان به استانداری، فرمانداری، تعداد زیاد مدرسه، بیمارستان اشاره نمود. این نتیجه می‌تواند تاییدی بر نتایج خروجی مدل باشد.



شکل (۵): نقشه مکان‌یابی محل احداث ایستگاه تامین آب اضطراری

۴- نتیجه‌گیری

با استفاده از روش‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی این نتیجه حاصل گردید که محدوده‌ای واقع در مرکز شهر بیرجند و در حدود خیابان شهید مطهری و خیابان انقلاب با در نظر گرفتن تمام لایه‌های اطلاعاتی به‌عنوان بهترین محدوده جهت استقرار ایستگاه تامین آب در نظر گرفته شد. نتایج تحقیق [۵] نیز در جانمایی پایگاه‌های مدیریت بحران در شهر بیرجند با کمی اختلاف، مشابه این نتیجه‌گیری می‌باشد.

پیشنهاد می‌گردد در تحقق نتایج کامل‌تر لایه‌های اطلاعاتی بیشتری جهت تعیین محل استقرار ایستگاه مورد استفاده قرار گیرد. ضمن آن‌که نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق ممکن است در کاربری مساعد جهت احداث ایستگاه نباشد. بنابراین، بهتر است با اتخاذ تدابیر مدیریتی نقاط نزدیک که دارای کاربری مناسب باشند، به‌عنوان نقاط بهینه انتخاب گردند.

۵- مراجع

1. M. Niknamami and N. Hafezi, “Locating landfill site in Golpayegan using GIS system,” Journal of Applied Geology, 2008, no. 66, pp. 1-57, 1389. (in persian)
2. .R. Ghalambor Dezfuli and A. Ghahghaee, “Using GIS Environment Raster Functions in Coordinated Urban Design (Case Study of the Development Plan of the Central Campus of

Optimization of the Location of Drinking Water Supply Stations with Passive Defense Approach (A Case Study: Birjand City)

J. Bazi, S. R. Hashemi, A. Khashei Sivaki*

Abstract

After disasters and unexpected incidents, one of the most important issues in the field of public health concern is maintaining the provision of safe drinking water. So before occurring the crisis, measures should be taken to provide emergency drinking water for the crisis. Birjand is the second city in Iran to have the urban water plumbing. Due to political and strategic position of the city of Birjand, and the proximity to the border of Afghanistan, as well as being the capital of the province in where the second-level institutions and centers of the country are located, both the air and ground attacks are possible. In this study, the effective parameters to optimize the location of water supply stations in emergency and crisis are identified and compared and evaluated. The optimization parameters include: drinking water wells, water pumping stations, fault lines in the metropolitan area, the main communication lines, special subscribers and land use. To determine the weight and effective coefficient in the final relations, using Analytical Hierarchy Process (AHP) pairwise comparison between the parameters is made in order to finally determine the weight of each function. Then with a layer of intelligence and the coefficients obtained from the AHP, by overlaying layers and applying layer summation formula based on the weight of each criterion in GIS software, the optimized range was calculated. Finally, to improve the inconsistent areas resulting from GIS with management measures, areas near these locations were selected by considering the type of land use.

Key Words: *Drinking Water Supply Station, Emergency, Optimization, Hierarchical Analysis*