Archive of SID
doi.org/10.22093/wwj.2018.1000955.2506

Technical Note

Jouranl of Water and Wastewater, Vol. 31, No.1, pp: 111-117

Locating Large Water Pipelines Using Arc-GIS Software

M. Attari[1], A. Khashei Siuki[2], S. Asgharzadeh Manzary[3], M. Mojarad[4]

1. PhD. Student, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashad, Mashad, Iran
2. Assoc. Prof., Department of Sciences and Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran (Corresponding Author) abbaskhashei@birjand.ac.ir
3. MSc in Passive Defense, Department of Passive Defense, Faculty of Emergency Management, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran
4. MSc in Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Iran

(Received Nov. 12, 2017 Accepted Apr. 10, 2018)

To cite this article:
Attari, M., Khashei Siuki, A., Asgharzadeh Manzary, S., Mojarad, M., 2020, "Locating large water pipelines using Arc-GIS software." Journal of Water and Wastewater, 31(1), 111-117.
Doi: 10.22093/wwj.2018.1000955.2506. (In Persian)

Abstract

Water Pipe Lines are the lines that take water from different resources and transfer it to drinking needed nodes, industry or agriculture. Because of the intense shortage of water resources especially in the eastern and central regions of our country, in recent years some plans have been proposed for water transferring among basins. These projects not only have led to considerable social conflict in the area that these project have been done in, but also have caused some subversive acts along the pipe lines and dependent installation. So finding suitable location for pipe lines from the passive defense point of view will be very important. In this research a method for finding suitable location for great pipe lines according to different criteria such as privacy, access, military, economic, population, geology, geomorphology, climate and hydrology is introduced. Each criterion is classified to several subgroups. So all the subgroups are done quantification in software of Arc-GIS9.3. Then with super-position of above layers, the planed area and high risk places are coloured and determined on the map. The results show that the route which has the best access and the least intersection with Faults, agricultural areas, rivers and gas pipe lines with 374 kilometers length are selected as the best options.

Keywords: Location, Water Conveyance Lines, Zoning of the Area, Transfer of Water Between the Basins.

www.SID.ir

Archive of SID
doi.org/10.22093/wwj.2018.1000955.2506

مجله آب و فاضلاب، دوره ۳۱، شماره ۱، صفحه: ۱۱۷-۱۱۱

مکان‌یابی خطوط بزرگ انتقال آب با استفاده از نرم‌افزار Arc-GIS

محمد عطاری[۱]، عباس خاشعی سیوکی[۲]، سعید اصغرزاده منظری[۳]، معصومه مجرد[۴]

۱- دانشجوی دکترای آب و سازه‌های هیدرولیکی، گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
۲- دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
(نویسنده مسئول) abbaskhashei@birjand.ac.ir
۳- کارشناس ارشد پدافند غیرعامل، گروه مدیریت بحران، دانشکده آمایش و پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران
۴- کارشناس ارشد مهندسی آب، گروه کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران

(دریافت ۹۶/۸/۲۱ پذیرش ۹۷/۱/۲۱)

برای ارجاع به این مقاله به صورت زیر اقدام بفرمایید:
عطاری، م.، خاشعی سیوکی، ع.، اصغرزاده منظری، س.، مجرد، م.، ۱۳۹۹، "مکان‌یابی خطوط بزرگ انتقال آب با استفاده از نرم‌افزار Arc-GIS"
مجله آب و فاضلاب، ۳۱(۱)، ۱۱۷-۱۱۱. Doi: 10.22093/wwj.2018.1000955.2506

چکیده

خطوط بزرگ انتقال آب، خطوط لوله‌ای هستند که آب را از چاه، منابع سطحی نظیر رودخانه‌ها و یا از محل سدها برداشته و به گره‌های نیاز شرب، صنعت یا کشاورزی منتقل می‌کنند. به‌دلیل کمبود شدید منابع آب به‌ویژه در بخش‌های شرقی و مرکزی کشور، طی سال‌های اخیر طرح‌هایی برای انتقال آب بین حوضه‌ای مطرح شده است. این امر سبب ایجاد تنش‌های اجتماعی زیادی در مناطق اجرای طرح شده و همچنین باعث بروز اعمال خرابکارانه در مسیر خط انتقال و تأسیسات وابسته شده است. در نتیجه، مکان‌یابی خط انتقال از منظر پدافند غیرعامل از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. در این پژوهش به معرفی روش مکان‌یابی خطوط بزرگ انتقال با در نظر گرفتن شاخص‌های حریم، دسترسی، نظامی، اقتصادی، جمعیتی، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی و اقلیم و هیدرولوژی پرداخته شد. هر کدام از شاخص‌ها به چندین زیرشاخص طبقه‌بندی شد. بر این اساس کلیه زیرشاخص‌ها در نرم‌افزار Arc-GIS کمّی‌سازی شدند. سپس با برهم نهی لایه‌های فوق، منطقه طرح لکه‌گذاری شده و نقاط با خطر بالا مشخص شدند. در نهایت با ترسیم نقشه پهنه‌بندی، منطقه امن برای مسیر خط انتقال از بین خطوط پیشنهادی مشخص شد.

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی، خطوط انتقال آب، پهنه‌بندی منطقه، انتقال آب بین حوضه‌ای

۱- مقدمه

وجود منابع آب محدود، کمبود بارش و توزیع بیشتر این منابع در بخش‌های شمالی و غربی کشور سبب بروز مشکلات کم‌آبی در بخش‌های مرکزی و شرقی کشور شده است. طی سال‌های اخیر این مشکل به‌ویژه با افزایش جمعیت و کاهش منابع آب در دسترس در کشور تشدید شده است. از تبعات منفی این کمبود آب مهاجرت افراد از بخش‌های شرقی کشور به سایر مناطق بوده که این امر در افزایش میزان ناامنی در مناطق شرقی کشور مؤثر بوده است. با توجه به افت سطح آب‌های زیرزمینی به‌دلیل برداشت‌های

www.SID.ir

http://dx.doi.org/10.22093/wwj.2018.1000955.2506
Archive of SID

بی‌رویه و نبود منابع جایگزین برای تأمین آب مشکلات فراوانی در بسیاری از بخش‌های شرقی و مرکزی کشور به‌وجود آمده است. از جمله اثرات منفی افت سطح آب زیرزمینی، خسارات وارده بر چاه‌ها و فرونشست زمین است (Mirasi et al., 2013).

برای مواجهه با بحران کم‌آبی در طی سال‌های اخیر طرح‌هایی برای انتقال آب بین حوضه‌ای پیشنهاد شده است. طرح انتقال آب بین حوضه‌ای همواره با تنش‌های اجتماعی و اقتصادی فراوانی همراه بوده است (Bakhshizadeh, 2012). با توجه به هزینه‌های بسیار بالا در احداث این خطوط انتقال و تأسیسات وابسته به آن، حفاظت از این تأسیسات اهمیت ویژه‌ای دارد. در نتیجه نخستین گام به‌منظور حفاظت از این تأسیسات، مکان‌یابی مناسب خطوط انتقال است.

در دهه‌های گذشته اکثر روش‌های مکان‌یابی بر پایه AHP و در مواردی VIKOR بوده است. این روش‌ها به‌دلیل وابستگی زیاد به نظر کارشناسان، دقت بالایی ندارند و نتایج خروجی ممکن است اختلاف زیادی داشته باشد (Opricovic and Tzeng, 2004). در نتیجه در سال‌های اخیر به‌منظور کاهش میزان خطا روش‌های مبتنی بر Arc-GIS مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. مزیت این روش‌ها ارائه نقشه‌های پهنه‌بندی و کاهش اثر نظرات کارشناسان در نتایج خروجی است. بنابراین نتایج حاصل از روش‌های مبتنی بر Arc-GIS نسبت به سایر روش‌های پیشنهادی دارای قابلیت اطمینان بیشتری است و ضعف‌های ذکر شده برای روش‌های کیفی نظیر AHP و VIKOR را برطرف می‌نماید.

معیارها و روش‌های زیادی به‌منظور مکان‌یابی اجزا و تأسیسات وجود دارد. موسوی و شکورزاده با استفاده از روش AHP به مکان‌یابی پیاده‌راه‌های شهری پرداختند (Shakoorzadeh and Moosavi, 2013).

بهرام‌پور و بمانیان با استفاده از نرم‌افزار GIS الگوی جانمایی پایگاه‌های مدیریت بحران را تبیین کردند (Bahrampoor and Bemanian, 2012).

گیوه‌چی و عطار با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله را انجام دادند (Givechi and Attar, 2012).

ارکات و همکاران مکان‌یابی و مسیریابی تسهیلات اورژانسی را با فرض احتمال خرابی مسیرهای ارتباطی در زمان بحران بررسی کردند (Arkat et al., 2014). در سال ۱۹۹۲ ویلیام هندریکس و دیوید باکلی بر اساس نرم‌افزار GIS با در نظر گرفتن شاخص‌های فیزیکی و اقتصادی در یک منطقه ۲۱۰ هکتاری به مکان‌یابی محل دفن زباله در ایالت ورمونت آمریکا پرداختند (Hendrix and Buckley, 1992).

پس از آن این کار برای شهرهایی نظیر رانسی و ایبادان نیجریه توسط سایر پژوهشگران انجام شد (Yahaya et al., 2010). در این پژوهش بر اساس نشریه شماره ۱۱۵-۱۱۱۶ (آیین‌نامه ضوابط فنی پدافند غیرعامل در مکان‌یابی سدها و خطوط انتقال آب) نحوه مکان‌یابی خطوط انتقال آب مورد بررسی قرار گرفت (Issue115-1116, 2012). برای این کار ابتدا به معرفی شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مربوط به مکان‌یابی خطوط انتقال اشاره شد. سپس برای هر کدام از زیرشاخص‌ها یک‌لایه GIS تهیه شد. در نهایت با برهم نهی لایه‌ها، نقاط پر خطر در منطقه طرح شناسایی شدند و بر اساس آن، بهترین منطقه برای مسیر خط انتقال پیشنهاد شد.

۲- روش کار

در نشریه ۱۱۵-۱۱۱۶، شاخص‌های حریم، دسترسی، نظامی، اقتصادی، جمعیتی، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی و هیدرولوژی و اقلیم به‌منظور مکان‌یابی در نظر گرفته شده‌اند. هر کدام از این شاخص‌ها نیز به چندین زیر شاخص تقسیم شده‌اند. به‌عنوان نمونه شاخص جمعیتی شامل زیرشاخص‌های میزان و تراکم جمعیت، ترکیب جمعیت و طبقات اجتماعی، فرهنگی، کوچاندن و میزان اشتغال و ساختار شغلی است. برای تعیین مسیر برتر، هر کدام از زیرشاخص‌ها باید به یک لایه GIS تبدیل شوند. برای ترسیم نقشه‌های پهنه‌بندی در ابتدا نیاز به مشخص کردن یک محدوده برای منطقه طرح است. این محدوده و خطوط پیشنهادی در شکل ۱ نمایش داده شده است.

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، منطقه دارای چندین مسیر پیشنهادی برای انتقال آب است. بخش‌های ابتدا و انتهایی خطوط مشترک هستند اما در بخش میانی چندین گزینه پیشنهاد شده است. بر اساس زیرشاخص‌های نشریه ۱۱۵-۱۱۱۶ می‌توان به مکان‌یابی بهترین مسیر خط انتقال پرداخت. در ادامه به نحوه تبدیل هر کدام از زیرشاخص‌ها به یک‌لایه GIS برای شناسایی مسیر برتر اشاره می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID
dx.doi.org/10.22093/wwj.2018.1000955.2506

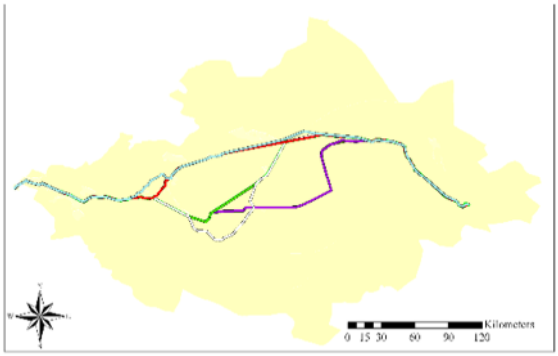

Fig. 1. The view of the area and lines
شکل ۱- نمایی از منطقه طرح و خطوط

۲-۱- تئوری و محاسبات

در لایه‌های GIS، منطقه طرح کمّی‌سازی می‌شود. به‌عنوان مثال چهار نمونه از این زیرشاخص‌ها و نحوه کمّی‌سازی آن‌ها در ادامه ذکر شده است.

۲-۲- فاصله از معادن

در شاخص حریم، یکی از زیرشاخص‌ها فاصله از معادن است. عدم رعایت حریم معادن و منابع انرژی، احتمال تحت تأثیر قرار گرفتن خط در اثر حمله نظامی یا خرابکارانه به آن سازه را افزایش می‌دهد. همچنین به‌دلیل عملیات استخراج از معادن و منابع زیرزمینی انرژی، مواد آلاینده و خورنده در محیط اطراف پراکنده می‌شوند که ممکن است علاوه بر خورندگی، موجب آلودگی آب نیز باشند. بر اساس بخش‌نامه وزارت صنعت، معدن و تجارت یک حریم ۵۰ متری برای معادن لازم است. با در نظر گرفتن این فاصله و توزیع پرسشنامه در قالب طیف لیکرت و نظرسنجی از جامعه خبرگان، معیار کمّی‌سازی و نحوه امتیازدهی به این آیتم مطابق جدول ۱ است. بر این اساس نقشه پهنه‌بندی مطابق با شکل ۲ به‌دست می‌آید.

جدول ۱- معرفی معیارها برای فاصله از معادن و منابع زیرزمینی
Table 1. Introducing criteria for distance from mines and underground resources

Row	Distance from mines and under ground resources	Score
1	Less than 1 meter	9
2	Between 1 and 50 meters	7
3	Between 50 and 500 meters	5
4	Between 500 and 5000 meters	3
5	More than 5000 meters	1

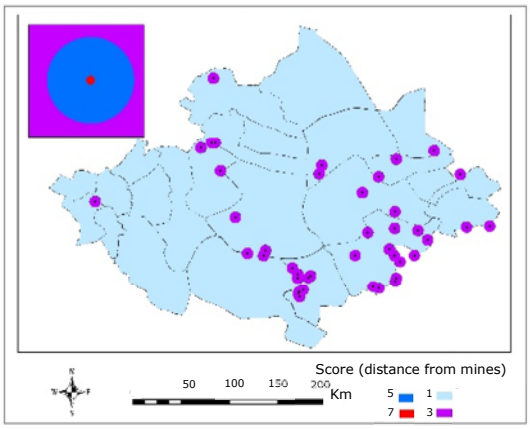

Fig. 2. Quantification of area based on distance from mines and underground resources
شکل ۲- کمّی‌سازی منطقه طرح بر اساس فاصله از معادن و منابع زیرزمینی

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود در منطقه طرح، لایه معادن کمّی‌سازی شده و برای هر منطقه یک امتیاز در نظر گرفته شده است. ضریب وزنی لایه نشان داده شده در شکل ۲ برابر ۲/۸۶ است.

۲-۳- دسترسی به جاده و راه‌آهن

این شاخص از جمله شاخص‌های پدافند غیرعامل است و اهمیت نسبی آن ۲/۳۴ است (Issue115-1116, 2012).

در این حالت به‌منظور مکان‌یابی باید امکان انتقال مصالح، تجهیزات لازم و نیروی انسانی به محل خط را در صورت حمله و تخریب خط از طریق شریان‌های موجود در نظر گرفت. البته این شاخص جنبه منفی نیز دارد زیرا سهولت دسترسی هم برای نیروهای خودی و هم برای نیروهای دشمن یک مزیت خواهد بود. با توجه به اهمیت خطوط انتقال و نیاز به دسترسی مناسب برای آن، در این قسمت بعد مثبت آن در نظر گرفته شد. بر این اساس معیار امتیازدهی مطابق با جدول ۲ و نقشه امتیازدهی مطابق شکل ۳ بود.

سایر زیرشاخص‌ها نیز مطابق قبل کمّی‌سازی شدند و لایه GIS آن‌ها تشکیل شد. در نهایت با قرار دادن لایه‌ها، منطقه طرح پهنه‌بندی شد و نقاط با خطر بالا شناسایی شدند.

۲-۴- فاصله از گسل

این شاخص از جمله شاخص‌های مؤثر در پدافند غیرعامل بوده و

www.SID.ir

اهمیت نسبی آن ۳/۱۱ است (Issue115-1116, 2012). در این حالت موقعیت خط نسبت به گسل‌های منطقه و فاصله از آن‌ها باید مورد بررسی قرار گیرد. معیار امتیازدهی به این زیرشاخص مطابق با جدول ۳ است.

با توجه به وضعیت گسل‌ها، کلاسه‌بندی حریم گسل‌ها در ۵ کلاس به امتیازهای ۱، ۴، ۶، ۸ و ۹ در محدوده پروژه طراحی شده و نقشه آن در شکل ۴ نمایش داده شده است.

جدول ۲- معرفی معیارهای دسترسی به جاده و راه‌آهن

Table 2. Introducing criteria for access to the road and rail

Row	Access to the road and rail	Score
1	Less than 100 meters	1
2	Between 100 and 500 meters	3
3	Between 500 and 2000 meters	5
4	Between 2000 and 5000 meters	7
5	More than 5000 meters	9

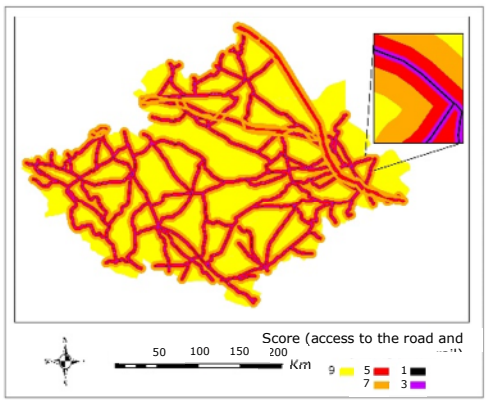

Fig. 3. Quantification of area for access to the road and rail

شکل ۳- کمّی‌سازی منطقه طرح بر اساس دسترسی به جاده و راه‌آهن

جدول ۳- معرفی معیارهای فاصله از گسل

Table 3. Introducing criteria for distance from fault

Row	Distance from fault	Score
1	Less than 500 meters	9
2	Between 500 and 1000 meters	8
3	Between 1000 and 3000 meters	6
4	Between 3000 and 5000 meters	4
5	More than 5000 meters	1

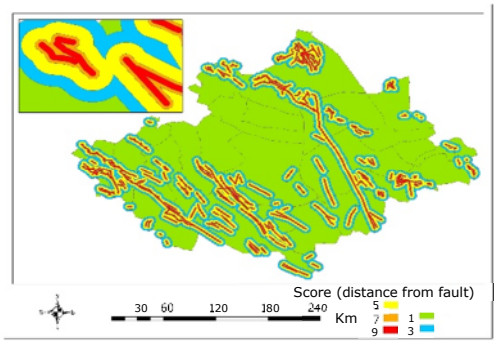

Fig. 4. Quantification of area for distance from fault

شکل ۴- کمّی‌سازی منطقه طرح بر اساس فاصله از گسل

۳- نتایج و بحث

پس از کمّی‌سازی و ایجاد لایه برای کلیه زیرشاخص‌های معرفی شده در آیین‌نامه، در نرم‌افزار GIS، با برهم نهی آن‌ها خطوط انتقال رنگ‌بندی شده و میزان خطر هر بخش از آن مطابق با شکل ۵ به دست آمد.

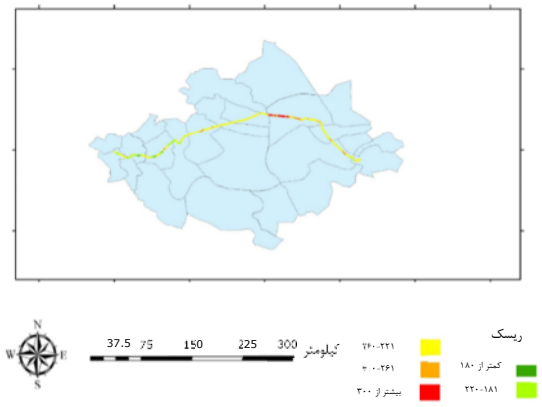

Fig. 5. The final score of the lines

شکل ۵- امتیاز نهایی خطوط

پس از پهنه‌بندی تأسیسات واقع در منطقه طرح، سطح ریسک تعیین شد؛ حداکثر مقدار ریسک در منطقه به بیش از ۳۰۰ می‌رسد. در انتها تحلیل و تعیین مسیر برتر انجام شد. در تئوری ریسک، اصطلاحاتی نظیر عدم قطعیت یا نامشخص بودن وضعیت و شرایط عدم اطمینان از آینده تعریف می‌شود.

روش‌های مختلفی برای تحلیل شکل ۵ و انتخاب مسیر برتر وجود دارد. به‌عنوان نمونه یک روش محاسبه ریسک وزنی است که

www.SID.ir

Archive of SID
dx.doi.org/10.22093/wwj.2018.1000955.2506

در این حالت ریسک هر بخش خط لوله در طول آن قسمت ضرب شده و مجموع این مقدار بر طول کل مسیر تقسیم می‌شود.

روش دیگر برای تحلیل نقشه و انتخاب گزینه برتر آن است که مسیری که کمترین عبور از نقاط با خطر بالا را داشته باشد، به‌عنوان گزینه برتر انتخاب شود. در این حالت نیاز به تعریف یک معیار برای مناطق با پهنه ریسک بالا است.

در آیین‌نامه مکان‌یابی خطوط انتقال به‌صورت مستقیم معیار کم و یا زیاد بودن مقادیر ریسک را بیان نمی‌کند و با توجه به عدم وجود کارهای مشابه، در این پژوهش مقادیر ریسک در پنج کلاس مختلف طبقه‌بندی شد.

با برهم نهی لایه‌های مختلف، حداکثر مقدار ریسک در منطقه به بیش از ۳۰۰ رسید. با محاسبه ریسک حداقل و حداکثر در منطقه، این محدوده به ۵ بازه تقسیم شد که طول هر بازه برابر ۴۰ است. بخشی از خطوط که در منطقه کلاس ۴ و ۵ قرار گرفته به‌عنوان منطقه با پهنه خطر بالا، بخشی از خط که در کلاس ۳ قرار گرفته در واقع در پهنه با ریسک متوسط و بخشی که در دو کلاس ۱ و ۲ قرار دارد در منطقه با پهنه ریسک کم واقع شده‌اند. مناطقی که دارای ریسک بالاتر از ۲۶۰ بودند در کلاس ۴ و ۵ قرار گرفته و در نتیجه به‌عنوان مناطق با خطر بالا در نقشه در نظر گرفته شدند.

می‌توان گفت که روش دوم نسبت به روش اول اولویت دارد زیرا هر چه طول کمتری از خط در مناطق پر خطر قرار داشته باشد، امکان حفاظت از آن ساده‌تر خواهد بود. علاوه بر آن ممکن است که یک مسیر دارای ریسک وزنی پایین‌تر باشد، اما طول بیشتری از آن در مناطق پر خطر قرار گیرد. بر این اساس مسیر برتر مطابق با شکل ۶ به‌دست می‌آید.

مسیر نهایی پیشنهادی مطابق با شکل ۶ است که حداقل مقدار ریسک برای این مسیر برابر ۱۵۷ و حداکثر مقدار ریسک برابر ۳۱۷ و متوسط ریسک وزنی آن برابر ۲۲۷ است.

خلاصه مشخصات مربوط به این خط در شکل ۷ نمایش داده شده است.

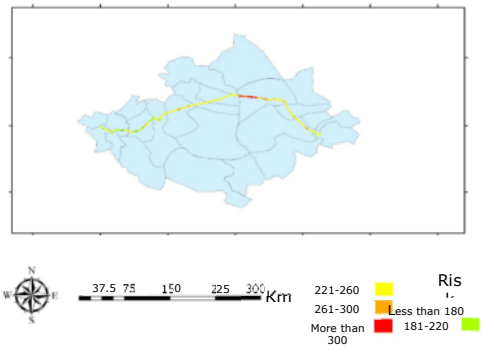

Fig. 6. The proposed final route

شکل ۶- مسیر نهایی پیشنهادی

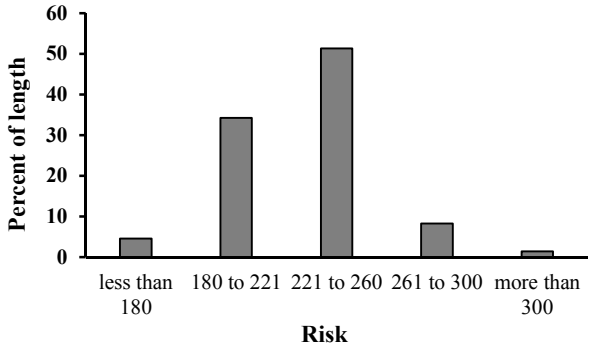

Fig. 7. The risk of the proposed route

شکل ۷- وضعیت ریسک مسیر پیشنهادی

۴- نتیجه‌گیری

مکان‌یابی تأسیسات از اهمیت بسیار بالایی از دیدگاه پدافند غیرعامل برخوردار است. اما این موضوع درباره خطوط انتقال بزرگ آب‌رسانی بین حوضه‌ای به‌دلیل هزینه بسیار بالای احداث و وجود تنش‌های بالا در منطقه طرح اهمیت بیشتری دارد. با توجه به طول زیاد خطوط انتقال آب بین حوضه‌ای، عوامل بسیار زیادی در مکان‌یابی خطوط انتقال تأثیرگذارند و بر این اساس ضوابط مکان‌یابی این خطوط انتقال در نشریه ۱۱۵-۱۱۱۶ بیان شده است. در این مقاله به ارائه یک نمونه عملی مکان‌یابی این خطوط پرداخته شد.

References

Arkat, J., Zamani, S. & Parak, Q. 2014. Location-routing for emergency facilities considering destruction probabilities for communication paths in crises. *Scientific and Research Crisis Management,* 7**,** 95-106. (In Persian)

www.SID.ir

Bahrampoor, M. & Bemanian, M. R. 2012. Study on optimum location of disaster management sites, case study, region 3 of Tehran City. *Scientific and Research Crisis Management,* 1**,** 51-59. (In Persian)

Bakhshizadeh, M. 2012. Socioeconomic problems paused by water transfer between areas (Case Study: Paradise Water Transportation to Zayandehrood). *National Conference on Inter Basin Water Transfer*, Shahrkord, Iran. (In Persian)

Givechi, S. & Attar, M. A. 2012. Application of multiple criteria decision making models to site selection for temporary housing after earhquake, case study: Shiraz, district 6. *Scientific and Research Crisis Management,* 2**,** 35-43. (In Persian)

Hendrix, W. G. & Buckley, D. J. 1992. Use of a geographic information system for selection of sites for land application of sewage waste. *Journal of Soil and Water Conservation,* 47**,** 271-275.

ISSUE115-1116. 2012. Technical code of passive defense for site selection of dam and water transfer lines. Tehran: Malek Ashtar University of Technology Publishing House, Tehran, Iran. (In Persian)

Mirasi, S., Rahnama, H. & Elyasi, M. 2013. Groundwater level drawdown and occurrence land subsidence phenomenon in Marvdasht Plian, Fars. *International Conference on Enviromental Crisis and its Solution.* Kish, Iran.

Opricovic, S. & Tzeng, G.-H. 2004. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of Vikor and Topsis. *European Journal of Operational Research,* 156**,** 445-455.

Shakoorzadeh, S. & Moosavi, S. 2013. Locating urban walkways using AHP method. case study: Maku city. *The fifth Conference on Urban Planning and Management,* Mashhad, Iran. (In Persian)

Yahaya, S., ILORI, C., Whanda, S. & Edicha, J. 2010. Landfill site selection for municipal solid waste management using geographic information system and multicriteria evaluation. *American Journal of Scientific Research,* 10**,** 34-49.

www.SID.ir