Technical Strategies in Water Systems
https://sanad.iau.ir/journal/tsws
ISSN (Online): 2981-1449
Winter 2024: Vol 1, Issue 3,194-207
https://doi.org/10.30486/TSWS.2024.783556

Research Article

Management and disposal of surface runoff using geographic information system and fuzzy method (Case study: Bandar Imam Khomeini)

Shahab Mousavi[1], Ramin Arfania[2]*, Ghasem Khosravi[1]

1. Department of Civil Engineering, Lenjan Branch, Islamic Azad University, Lenjan, Iran.
2. Faculty of Basic Sciences, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

* *Corresponding author* email: rarfania@gmail.com
© The Author(s) 2024

Received: 22 Nov 2023 Accepted: 14 Feb 2024 Published: 09 Mar 2024

Abstract

The purpose of building surface water collection networks is to enhance the resilience of cities against unexpected events such as floods and to improve overall urban health. Recent rainfalls in Bandar Imam Khomeini have exposed vulnerabilities, leading to severe flooding in roads and streets due to the absence of canals and surface drainage systems. The problem has caused significant damage to the infrastructure of the region. The research aims to implement a runoff management system using the Geographic Information System in Bandar Imam Khomeini. For this purpose, digital layers of the area, including elevation, slope, direction of slope, and drainage network of the city were prepared using the Geographic Information System. The fuzzy logic method was then employed to identify areas with the potential for runoff accumulation in the region. The research findings indicate that these areas are concentrated in the east, center, northeast, and southeast of the region. Then, using the RiverTools technique and according to the map of the city's drainage network, the best routes for constructing proposed canals were determined. These canals include sub-canals, second-order main canals, and third-order main canals. The first-order canal is the main conduit that collects the water of the second and third order canals.

Keyword: Flooding, Bandar Imam Khomeini**,** Fuzzy Method, Geographic Information System, Run off Management

مجله راهبردهای فنی در سامانه‌های آبی
https://sanad.iau.ir/journal/tsws
شاپا الکترونیکی: ۱۴۴۹-۲۹۸۱
زمستان۱۴۰۲، دوره یک، شماره۳، ۲۰۷-۱۹۴
https://doi.org/10.30486/TSWS.2024.783556

مقاله پژوهشی

مدیریت و دفع رواناب‌های سطحی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش فازی (نمونه موردی: بندر امام خمینی)

شهاب موسوی[۱]، رامین ارفع نیا[۲*]، قاسم خسروی[۱]

۱. دانشکده مهندسی عمران، واحد لنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.
۲. دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

[*]ایمیل نویسنده مسئول:rarfania@gmail.com
© The Author(s) 2024

دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۱ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۵ چاپ: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹

چکیده

هدف از احداث شبکه‌های جمع‌آوری آب‌های سطحی فراهم آوردن امکان ایمن‌سازی شهر در مقابل حوادث غیرمترقبه (سیل) و بهبود بهداشت شهری و .... است. در طی بارندگی‌ها سال‌های اخیر در بندر امام خمینی به دلیل نبود کانال‌ها و حتی جوی‌های انتقال روان آب‌های سطحی بیشتر معابر و خیابان‌ها دچار آبگرفتگی شدیدی شدند که خسارات عمده‌ای به زیرساخت‌های منطقه وارد شده است. هدف از این پژوهش مدیریت و دفع رواناب‌ها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در بندر امام خمینی بود. بدین منظور با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در ابتدا لایه‌های رقومی منطقه شامل ارتفاع، شیب، جهت شیب و شبکه زهکشی شهر تهیه گردید. سپس با استفاده از روش منطق فازی فضاهای دارای پتانسیل تجمع رواناب در منطقه مورد شناسایی قرار گرفتند. یافته‌های تحقیق نشان دادند که تمرکز این فضاها در شرق، مرکز ، شمال شرق و جنوب شرق منطقه می‌باشد. با استفاده از تکنیک RiverTools و با توجه به نقشه شبکه زهکشی شهر، بهترین مسیرها برای احداث کانال‌های پیشنهادی تهیه گردید. این کانال‌ها شامل کانال‌های فرعی، کانال‌های اصلی درجه دو و سه بودند. کانال درجه یک کانال اصلی بود که جمع‌کننده‌ی آب‌های کانال‌های درجه دو و سه هم بود.

کلمات کلیدی: آبگرفتگی، بندر امام خمینی، روش فازی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدیریت رواناب

۱- مقدمه

با تغییرات جهانی در وضعیت آب و هوا و گسترش فرایند شهری شدن، فراوانی، شدت بحران‌های طبیعی و خسارات ناشی از آن، روند افزایشی یافته است. سیل و آبگرفتگی یکی از بحران‌های طبیعی در بسیاری از شهرها است که به علت شدت و وجود زمان کم برای واکنش، چالش‌های زیادی را ایجاد کرده است (Apel et al., 2018). توسعه‌ی شهرنشینی، همراه با افزایش جمعیت و مساحت شهرها و پدید آمدن شهرهای بزرگ باعث ایجاد بافت‌ها و ترکیب‌های مختلف شهر و عوامل ارتباطی و اقتصادی پیچیده‌ای شده است که هر چند واجد بسیاری مزایا و عوامل رفاهی است، اما مشکلاتی را برای شهرنشینان به وجود آورده است. این مشکلات در بسیاری از موارد به صورت مسائلی حاد جلوه‌گر شده و باعث در خطر قرار گرفتن جریانات شهری شده‌اند (Nasri et al., 2016). امروزه، به‌طور عمده شهرها و جوامع سکونتگاهی در مکان‌هایی ایجاد یا بنا شده‌اند که از لحاظ مخاطرات طبیعی در معرض وقوع انواع سوانح طبیعی و یا به دلیل پیشرفت‌های تکنولوژی در معرض انواع سوانح انسان ساخت هستند (Farzad Behtash et al., 2013).

سیلاب شهری حجم آبی است که خارج از ظرفیت زهکشی شهر می‌باشد و منجر به بروز یکسری از مشکلات و خسارات در شهر می‌گردد. نقشه‌های منتشر شده از طرف سازمان‌های بین‌المللی حاکی از افزایش سیلاب‌های شهری است. در دنیای امروز ما، که زندگی شهری خسارات جبران ناپذیری را به طبیعت وارد آورده و منابع طبیعی را در معرض خطر قرار داده است، مدیریت و ارزیابی آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر آب‌های سطحی به خصوص در شهرهای بزرگ و پرجمعیت مناطق پست و جلگه‌ای از اهمیت خاصی برخوردار است. تخریب حوزه آبخیز بالادست نواحی شهری به صورت‌های مختلف از جمله تخریب پوشش گیاهی و جاده، هم‌چنین گسترش بی‌رویه اراضی شهری و صنعتی، سبب کاهش نفوذ و افزایش رواناب می‌شود. از سوی دیگر بارش غالب در کشور به صورت رگبارهای شدید و کوتاه مدت است که فرصت نفوذ باران به داخل خاک را کاهش می‌دهد و در نتیجه بخش قابل توجه‌ای از بارش به رواناب‌های سطحی تبدیل می‌شود، از این رو رودخانه‌ها و مسیل‌های حوزه‌های آبخیز شهری از درجه ریسک زیادی برای سیل خیزی و خسارات ناشی از آن برخوردارند و دستیابی به توسعه پایدار شهری نیازمند طراحی مدل‌های مناسب مدیریت و حفاظت رودخانه‌ها و مسیل‌ها در حوزه‌های آبخیز شهری است (Rezaei et al., 2017).

سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS در مدیریت یکپارچه مخاطرات طبیعی می‌تواند حضوری پویا داشته باشد. اولین نقش GIS در مدیریت مخاطرات، ساماندهی صحیح اطلاعات می‌باشد. کاربردGIS با ایجاد ساختار پایدار برای داده‌هایی که در ماهیت، مقیاس، فرمت و موضوع آن‌ها تفاوت‌های اساسی وجود دارد، شروع می‌شود و با حفاظت، به هنگام سازی، انتشار و توسعه پایگاه اطلاعات ادامه می‌یابد. به عبارت دیگر مدیریت یکپارچه مخاطرات طبیعی به کمک GIS شکل می‌گیرد و با کمک آن تداوم می‌یابد و توسعه آن در گرو پیشرفت GIS می‌باشد (Ghahroudi et al., 2016). GIS ابزاری توانمند برای مدیریت و آنالیز داده‌های مکانی است. یکی از خاصیت‌های اصلی GIS نمایش نقشه‌های تک موضوع بر روی یکدیگر است. هر یک از این لایه‌ها دارای اطلاعات و داده‌های مرتبط با آن هستند. یک برنامه‌ریزی دقیق می‌تواند از GIS برای مشاهده موضوعات گوناگون بهره برده تا صحت و دقت تصمیم‌گیری را افزایش دهد. این لایه‌ها می‌توانند شامل نقشه‌ی زمین‌های کشاورزی محدوده، نقشه‌ی آب‌های سطحی، میزان سیلاب‌های مقطعی، مسیر رودها و آبراهه‌ها، جنس سنگ بستر و ... باشند. در سال جاری، کشور موارد متعددی از جاری شدن سیل را در شهرها و روستاها (شیراز، استان خوزستان، استان گلستان و ...) تجربه کرد. نکتهٔ قابل توجه در این زمینه، نزول حجم بالایی از بارش نبود، بلکه طولانی شدن زمان آبگرفتگی معابر و جاری شدن سیلاب و درنهایت خساراتی جانی و مالی بود. در مناطقی همچون بندر امام خمینی که به لحاظ توپوگرافی جزء مناطق پست و جلگه‌ای با شیب بسیار کم محسوب می‌شوند این مسئله بیشتر مشاهده می‌شود. در طی بارندگی‌ها در آذر ماه ۱۳۹۸ و ۱۴۰۰ در بندر امام خمینی به دلیل نبود کانال‌ها و حتی جوی‌های انتقال روان آب‌های سطحی تمامی معابر و

خیابان‌ها دچار آبگرفتگی شدیدی شدند که خسارات عمده‌ای به زیرساخت‌ها منطقه وارد شده است. با توجه به مسائل ذکر شده مدیریت و دفع رواناب‌ها در بندر امام خمینی ضروری می‌باشد. هدف از این پژوهش مدیریت و دفع رواناب‌ها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در بندر امام خمینی بود.

۲- مواد و روش

۲-۱- روش کار

درابتدا داده‌های تحقیق شامل نقشه‌ی توپوگرافی، زمین‌شناسی، تصویر ماهواره‌ای لندست ۲۰۲۱، لایه‌ی کاربری شهری اتوکد تهیه شد. آمار بارش ده سال اخیر در ایستگاه جمع‌آوری گردید و لایه‌های رقومی ارتفاع، شیب، جهت شیب، مورفولوژی منطقه، حوضه‌ی آبریز شهری و آبراهه‌ها از لایه DEM منطقه در محیط نرم‌افزار ARCMAP تهیه گردید. لایه مسکونی منطقه از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۲۰۲۱ در محیط نرم افزار ARC/MAP تهیه شد **و** نقاط تجمع رواناب‌ها در محیط نرم‌افزار ARCMAP شناسایی **گردید**. وزن دهی شاخص‌ها با استفاده از روش سلسله مراتبی فازی و با تهیه‌ی پرسش‌نامه انجام شد. پرسش‌نامه‌ها توسط ۳۰ خبره و کارشناس در این زمینه تکمیل گردید. نتایج پرسش‌نامه‌ها در نرم افزار آنلاین سلسله مراتبی فازی وارد شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و وزن نهایی هر لایه مشخص گردید. در مرحله بعد وزن‌های به دست آمده بر لایه‌های رقومی در محیط نرم‌افزار ARCMAP اعمال گردید تا در نهایت نقشه‌ی مسیر دفع رواناب‌ها با استفاده از تکنیک Tools River تهیه گردید (شکل ۱).

شکل ۱. مراحل تحقیق

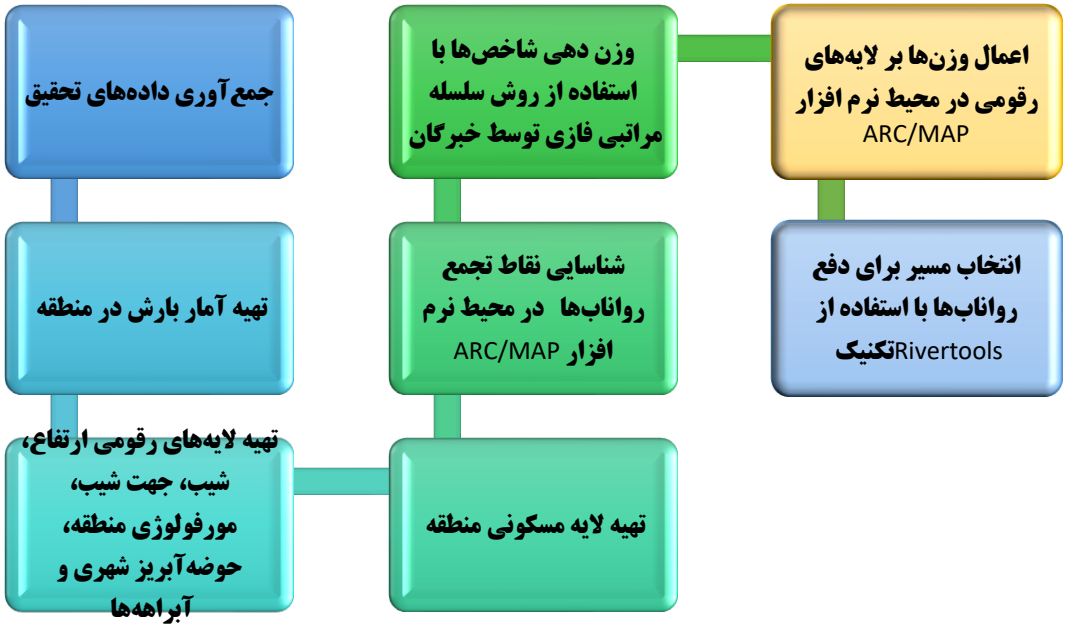

Fig 1. Stages of Research

۲-۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه

بندر امام خمینی یکی از بندرهای استان خوزستان در خلیج فارس است. این بندر با داشتن ۳۸ اسکله فعال به طول ۷ کیلومتر، بزرگ‌ترین بندر فعال ایران است. اداره کل بنادر و دریانوردی و اداره گمرک استان خوزستان در این شهر واقع شده است. شهر بندر امام خمینی از شرق به محدوده قانونی شهر امام خمینی، از جنوب به شبه جزیره بندر امام خمینی و خور موسی و در فاصله ۳۰ کیلومتری از شمال به رودخانه جراحی محدود می‌شود. این شهر در سرزمین پرفراز و نشیب ساحلی دریا قرار دارد که عمق آب ساحلی خلیج فارس با این سرزمین به استثناء پیش رفتگی خور موسی کم بوده و از محل راس در امتداد جنوب شرقی امتداد یافته است. بندر امام خمینی به لحاظ توپوگرافی جزء مناطق پست و جلگه‌ای با شیب بسیار کم محسوب می‌شود. مرتفع‌ترین نقطه شهر ۵ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. شهر امام خمینی بیشتر حالت تپه‌ماهور دارد که به علت ساخت و ساز به صورت هموار نشان داده می‌شود. به خصوص در مناطق شرقی، شمالی و مرکزی شهری تمامی پستی و بلندی‌های شهر به صورت نقاط هموار درآمده‌اند. بندر امام خمینی که وسعتی بالغ بر ۲۲۱۵۰ هکتار دارد در منتهی الیه شمال غربی خلیج فارس در ٤٩ درجه و ٥٦ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی از مختصات جغرافیایی واقع شده است (شکل ۲).

شکل۲. موقعیت منطقه مورد مطالعه

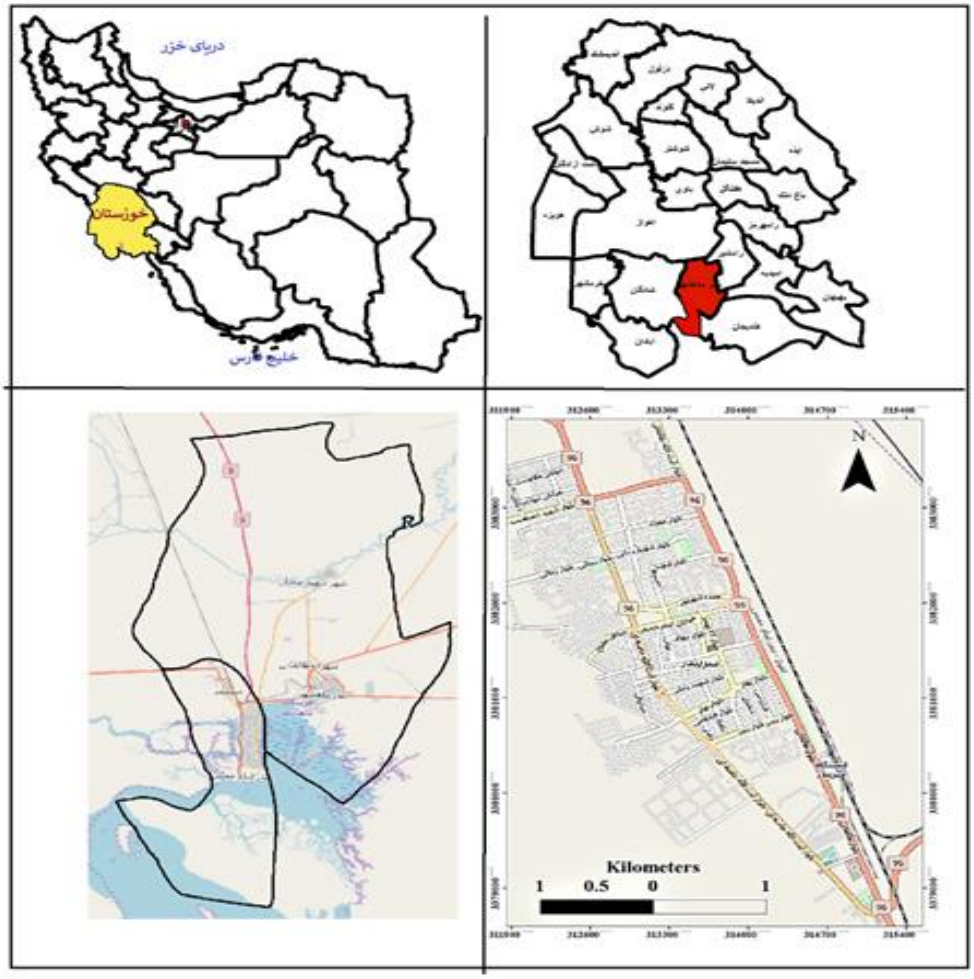

Fig 2. Location of the study area

۳- نتایج و بحث

۳-۱- آماده‌سازی لایه‌ها

نقشه ارتفاع و توپوگرافی منطقه از لایه رقومی DEM تهیه گردید که در شکل (۳) نشان داده شده است. همانطور که شکل نشان می‌دهد عمده منطقه دارای ارتفاعی کمتر از ٦ متر می‌باشد. مناطق غربی دارای ارتفاع کمتری نسبت به مناطق شرقی می‌باشند. از شرق به غرب و از شمال به جنوب از ارتفاع منطقه کاسته می‌شود. جدول (۱) تعداد پیکسل‌ها و درصد طبقات ارتفاعی در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۱. تعداد پیکسل‌ها و درصد طبقات ارتفاعی در منطقه مورد مطالعه

Table 1. The number of pixels and the percentage of elevation classes in the studied area

طبقات ارتفاعی	تعداد پیکسل	درصد
۰-۲	۱۳۳۷	۲۸
۲-٤	۱۷۳۸	۳٦/٤
٤-٦	۱۳٦۲	۲۸/٥
٦-۸	۲۷۹	٦/۲
۸-۱۰	۳۷	۰/۷
۱۰-۲٤	۱۱	۰/۲

شکل ۳. نقشه طبقات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه

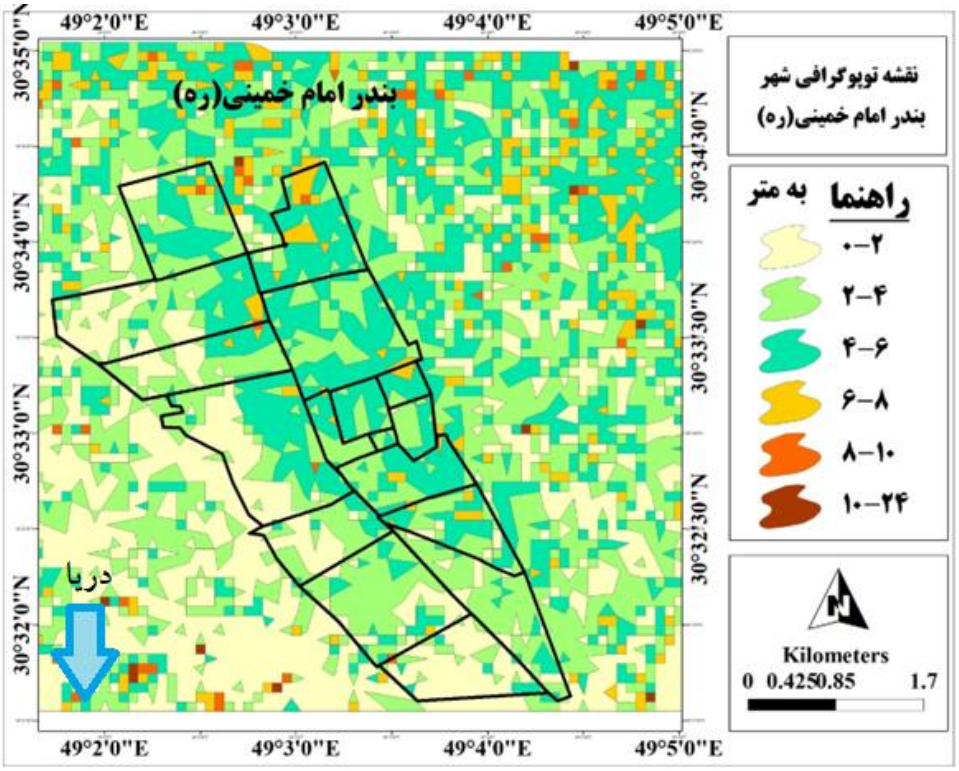

Fig 3. Map of elevation classes of the studied area

نقشه شیب بر مبنای درجه با استفاده از لایه رقومی ارتفاعی تولید شده است که در شکل (٤) نقشه طبقات شیب منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بدین ترتیب شیب منطقه بین ۰ تا ۳/۵ درجه می‌باشد. توزیع شیب از نظم مشخصی پیروی نمی‌کند. محلات شهری همانطور که بر روی نقشه مشخص است، کمتر از ۲ درجه می‌باشند. مناطق اطراف شهر شیب بیشتری نسبت به محلات شهر دارا می‌باشند. جدول (۲) تعداد پیکسل‌ها و درصد طبقات شیب در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۲. تعداد پیکسل‌ها و درصد طبقات شیب در منطقه مورد مطالعه

Table 2. The number of pixels and the percentage of slope classes in the studied area

طبقات شیب	تعداد پیکسل	درصد
۰-۰/۵	۱۳۹۰	۲۹/۱
۰/۵-۱	۱۵٦۳	۳۲/۸
۱-۱/۵	۱۰۹۸	۲۳
۱/۵-۲	٤۷۰	۹/۸
۲-۲/۵	۲۰۸	٤/۳
۲/۵-۳	۲۹	۰/٦
۳-۳/۵	٦	۰/۱

شکل٤. نقشه طبقات شیب منطقه مورد مطالعه

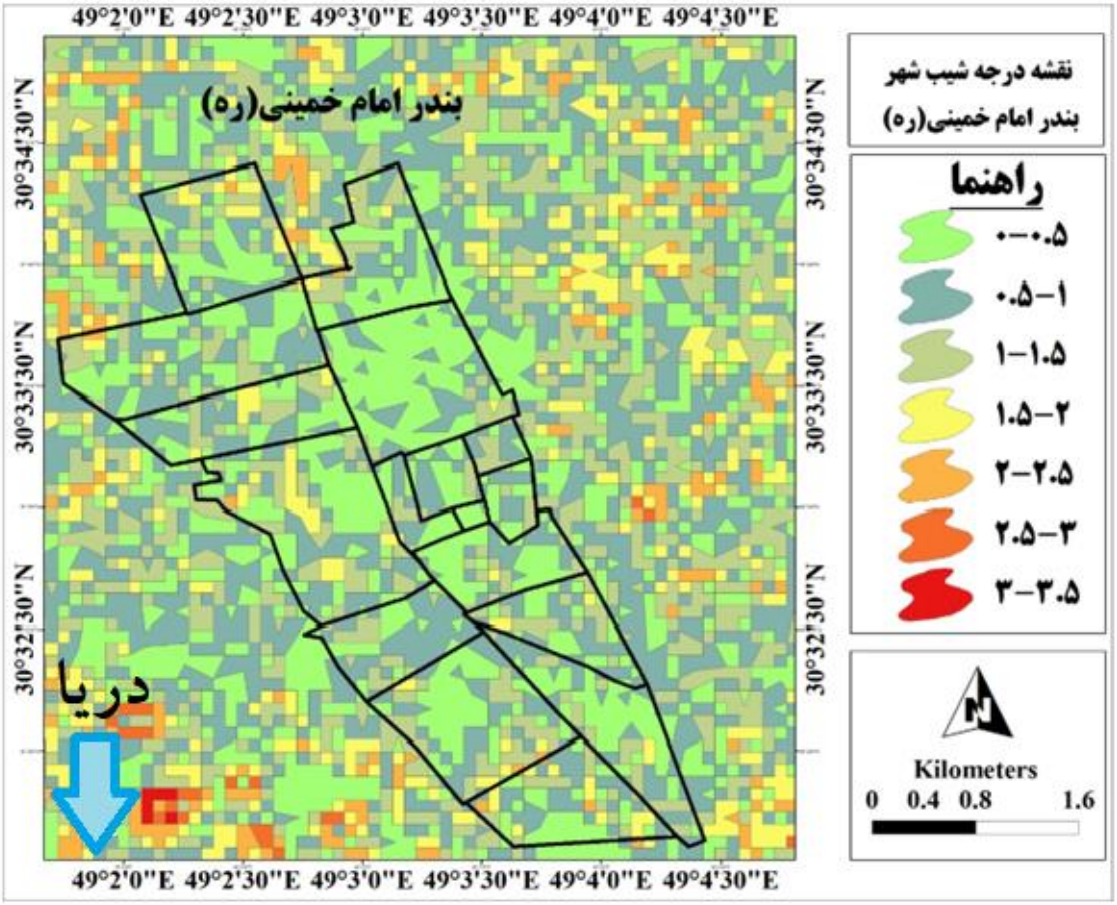

Fig 4. Map of the slope classes of the studied area

جدول (۳) تعداد پیکسل‌ها و درصد طبقات جهت شیب را در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. شکل (۵) نقشه جهت شیب منطقه مورد مطالعه را در چهار جهت اصلی شمال، جنوب، شرق، غرب نشان می‌دهد.

جدول ۳. تعداد پیکسل‌ها و درصد جهت شیب در منطقه مورد مطالعه

Table 3. The number of pixels and the percentage of slope direction in the studied area

جهت	تعداد پیکسل	درصد
شمال	۱۱۸٤	۲٤/۸
شرق	۱۱٥۱	۲٤/۱
جنوب	۱۲۸٦	۲٦/۹
غرب	۱۱٤۳	۲۳/۲

شکل ۵. نقشه جهت شیب منطقه مورد مطالعه

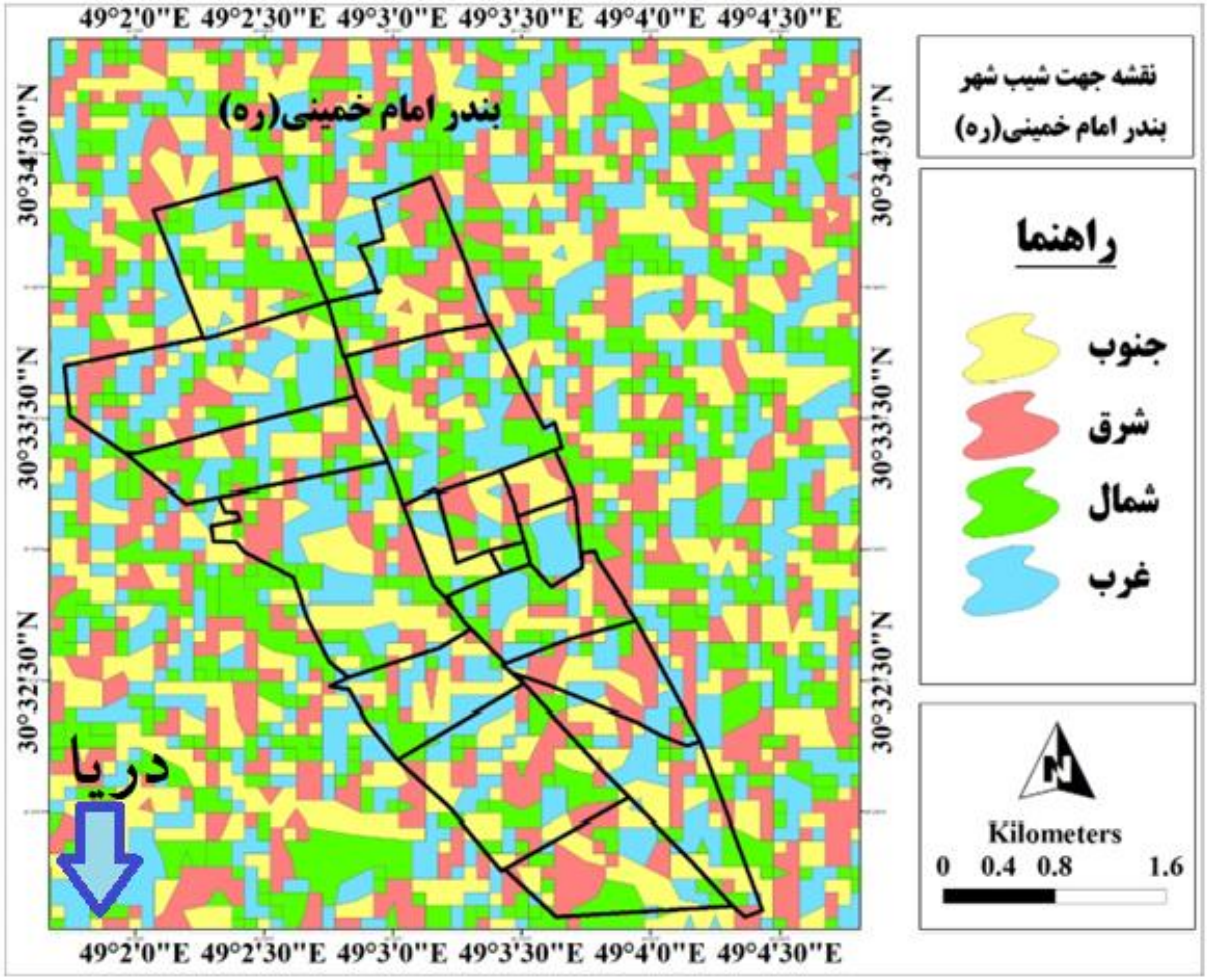

Fig 5. Map of the Slope direction of the studied area

شکل (٦) حوضه‌های آبریز شهری بندر امام خمینی را نشان می‌دهد بدین ترتیب شهر دارای ۱٦ زیر حوضه می‌باشد. نکته حائز اهمیت افزایش تعداد زیرحوضه‌ها در قسمت خروجی و جنوبی منطقه می‌باشد.

شکل٦. نقشه زیرحوضه‌های شهر منطقه مورد مطالعه

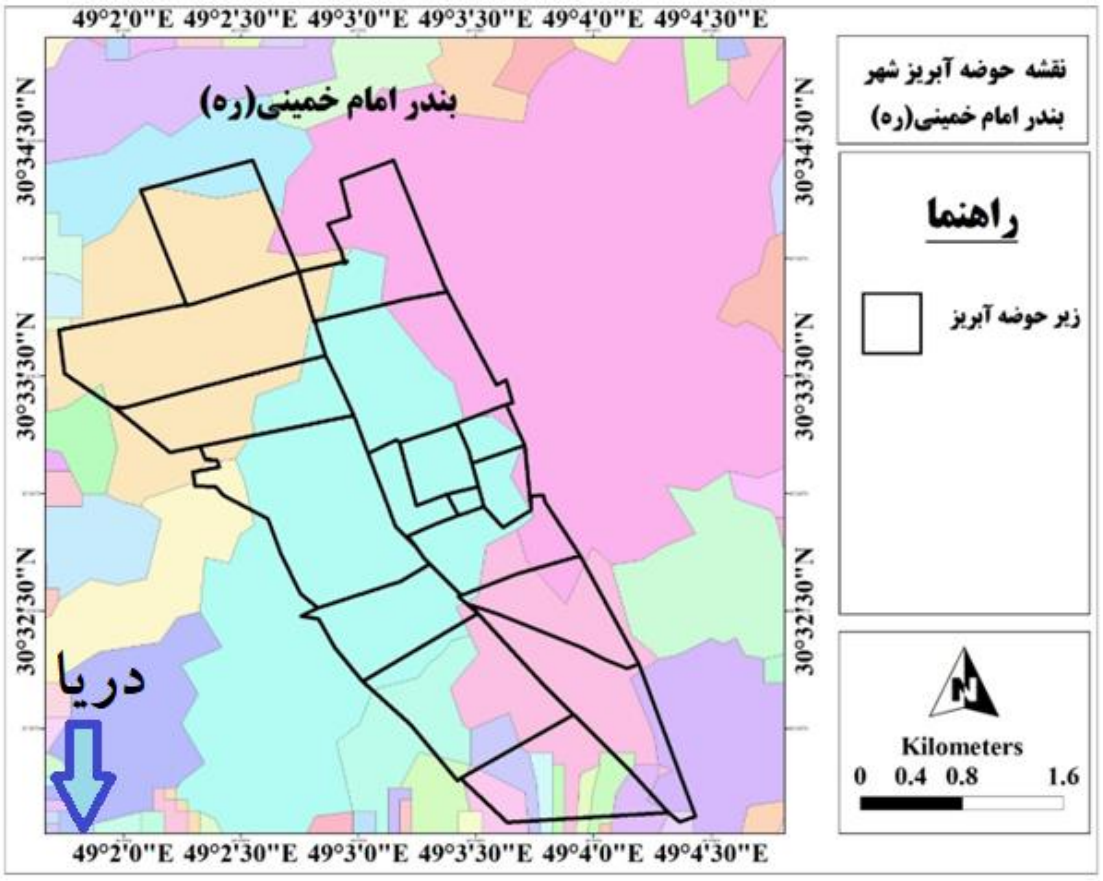

Fig 6. Map of the sub-basins of the studied city

شکل (۷) نقشه آبراهه‌های شهر منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. همانطور که بر روی نقشه مشخص است با وجود مساحت کم منطقه رتبه آبراهه‌ها به پنج می‌رسد. که بیانگر به حداکثر رسیدن نقطه اوج آبراهه‌ها در این منطقه می‌باشد. همچنین تعداد آبراهه‌ها در منطقه به صورت درختی و زیاد می‌باشد که این مسئله ناشی از غیرقابل نفوذ بودن خاک و شیب کم منطقه می‌باشد. برای تهیه لایه مسکونی بندر امام خمینی از تصویر ماهواره‌ای لندست سال ۲۰۲۲ استفاده شده است که در شکل (۸) نشان داده شده است.

۳-۲- تهیه نقاط تجمع و آبگرفتگی

بعد از تهیه لایه‌ها شیب، ارتفاع، جهت شیب، آبراهه و مسکونی با استفاده از منطق فازی به شناسایی نقاط تجمع رواناب‌ها در محلات پرداخته شد. در ابتدا لایه‌های به کاررفته شامل جهت شیب، ارتفاع، شیب طبق نظر ۳۰ کارشناس متخصص بین ۰ تا ۱ وزن‌دهی شدند که در جدول (٤) نشان داده شده است. بر این اساس هر چه ارتفاع کمتر باشد میزان وزن آن بیشتر است. بدین ترتیب در مناطق کم ارتفاع جمع شدن رواناب‌ها بیشتر رخ می‌دهد. هر چه شیب کمتر باشد میزان وزن آن بیشتر می‌شود. شیب با وقوع رواناب رابطه مستقیم دارد که با نتایج مطالعات Gharodi et al., Mafi et al., 2014; Siari 2016; 2016 مطابقت دارد. در مناطق پست امکان آبگرفتگی بیشتر است بدین منظور این مناطق وزن بیشتری دریافت می‌کنند. با توجه به جهت شیب شهر احتمال تجمع رواناب‌ها در مناطق جنوبی و شرقی بیشتر است. بدین منظور این دامنه‌ها وزن بیشتری دریافت می‌کنند.

شکل ۷. نقشه آبراهه‌های شهر منطقه مورد مطالعه

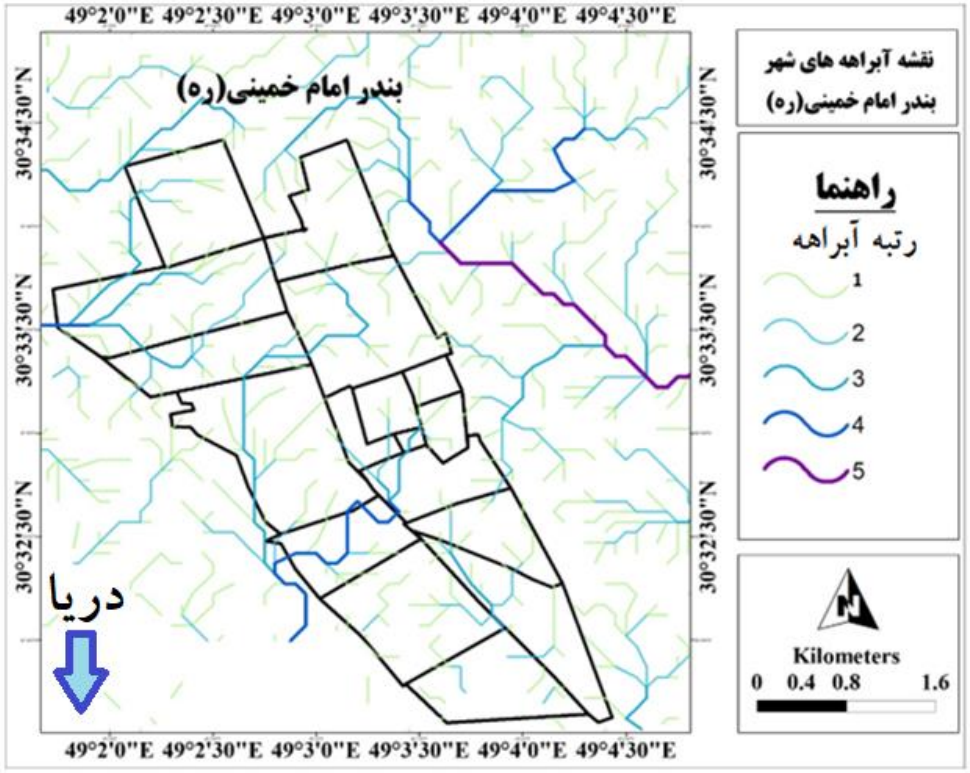

Fig 7. Map of waterways of the studied city

شکل ۸. نقشه مناطق مسکونی منطقه مورد مطالعه

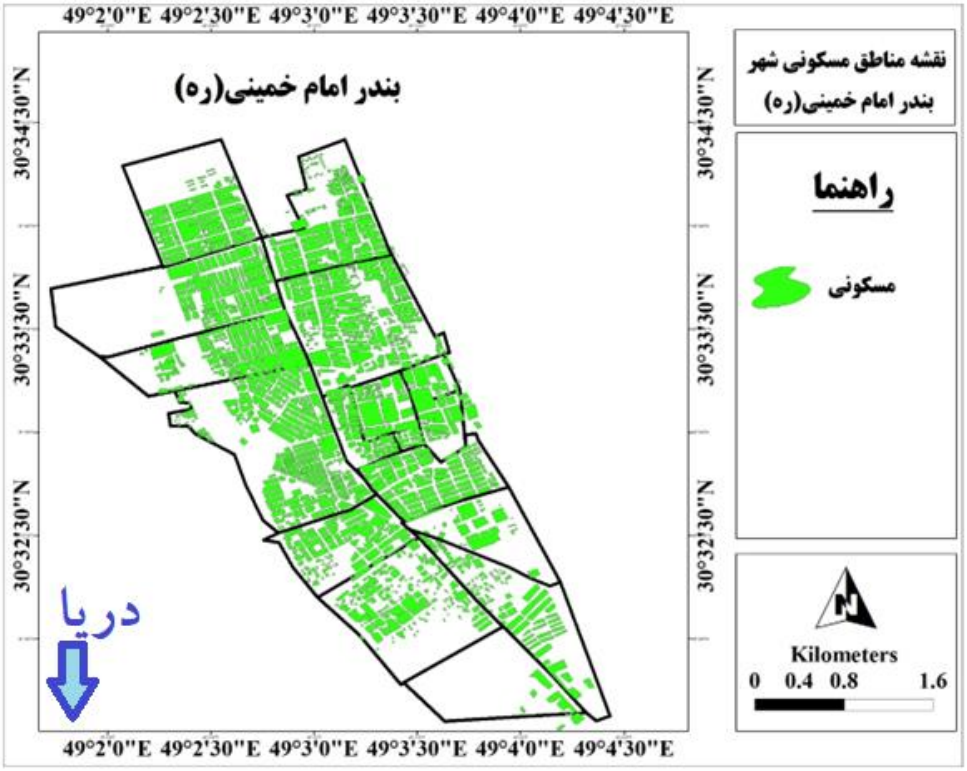

Fig 8. Map of residential areas of the studied area

جدول ٤. وزن متغیرهای به کار رفته بر اساس منطق فازی

Table 4. The weight of employed variables based on fuzzy logic

لایه	طبقه	وزن
شیب	۰-۰/۵	۱
	۰/۱-۵	۰/۹
	۱-۱/۵	۰/۷
	۱/۲-۵	۰/٤
	۲-۲/۵	۰/۳
ارتفاع	۳-۰	۱
	٦-۳	۰/۷
	۹-٦	۰/٤
	۱۲-۹	۰/۲
	۱۵-۱۲	۰/۱
جهت شیب	پست	۱
	شمال	۰/۳
	جنوب	۰/۷
	شرق	۰/۸
	غرب	۰/۲
آبراهه	۱	۰/۳
	۲	۰/۵
	۳	۰/۷
	٤	۰/۹
	۵	۱
مسکونی	مسکونی	۰/۱
	غیر مسکونی	۰/۷

شکل (۹) فازی سازی لایه‌های مورد استفاده را نشان می‌دهد. بدین ترتیب وزن به دست آمده که در جدول ٤ آمده است در نرم افزار Arc.Map برروی لایه‌ها اعمال گردید که نتیجه آن در شکل ۹ نشان داده شده است. سپس اجماع این لایه‌ها با استفاده از عمگر گاما ۰/۹ فازی تجمع رواناب‌ها در بندر امام خمینی به دست آمد که در شکل (۱۰) نشان داده شده است.

۳-۳- انتخاب مسیر انتقال رواناب با استفاده از تکنیک RiverTools

در ابتدا می‌توان از آبراهه‌ها طبیعی منطقه برای تخلیه رواناب‌ها کمک گرفت که پیشتر نقشه آبراهه‌های طبیعی شهر تهیه گردید. نقشه فضاهای دارای پتانسیل تجمع رواناب و نقشه آبراهه‌های طبیعی منطقه تلفیق شدند تا بهترین مسیرهای تخلیه رواناب تهیه گردد. شکل (۱۱) بهترین مسیرهای پیشنهادی برای تخلیه رواناب را نشان می‌دهد. پیشنهاد شبکهٔ دفع رواناب با توجه به شیب کم سطح زمین در محدوده مورد مطالعه بسیار مشکل است و امکان تخلیه‌ی ثقلی وجود ندارد؛ اما با استفاده از تحلیل‌های GIS می‌توان بهترین مسیر برای کانال یا لوله‌ی اصلی و جمع کننده‌ی رواناب را مشخص کرد که بر این اساس بهترین مسیر ممکن برای دفع رواناب از منطقه، مسیرهای است که در شکل (۱۱) نشان داده شده است که منطبق با شیب زمین و جهت آبراهه‌ها در شهر می‌باشند که با نتایج تحقیق Engström Berndtsson et al., 2019; Balistrocchi et al., 2020

Gharodi et al., 2016; et al., 2018; مطابقت دارد. کانال درجه یک کانال اصلی می‌باشد که آب‌های کانال‌های درجه دو و سه را جمع می‌کند.

شکل۹. فازی سازی لایه‌های مورد استفاده

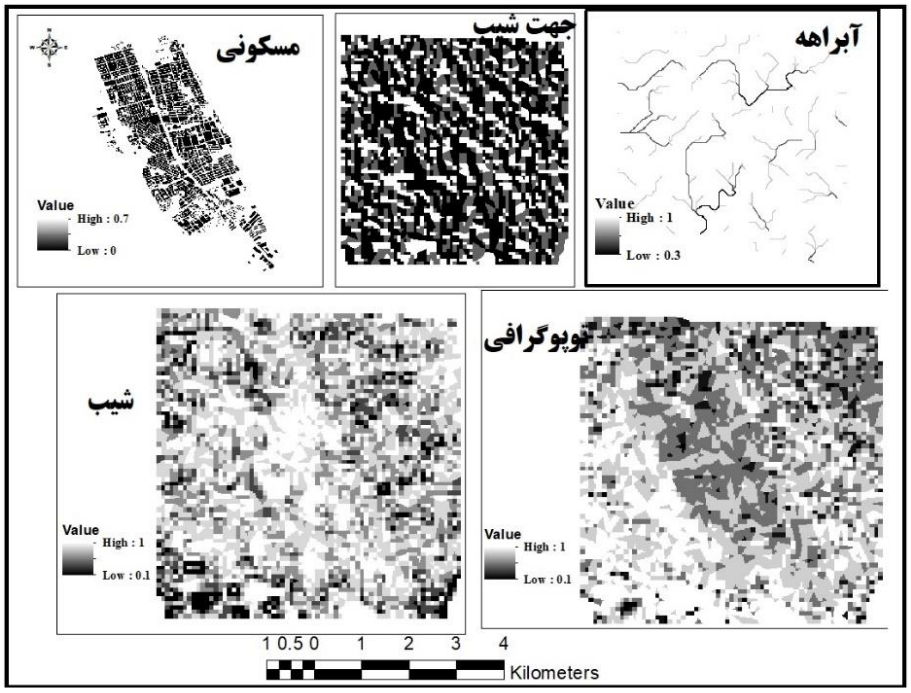

Fig 9. Fuzzification of employed layers

شکل۱۰. نقشه فضاهای دارای پتانسیل تجمع رواناب‌ها در بندر امام خمینی بر اساس عمگر گاما ۰/۹ فازی

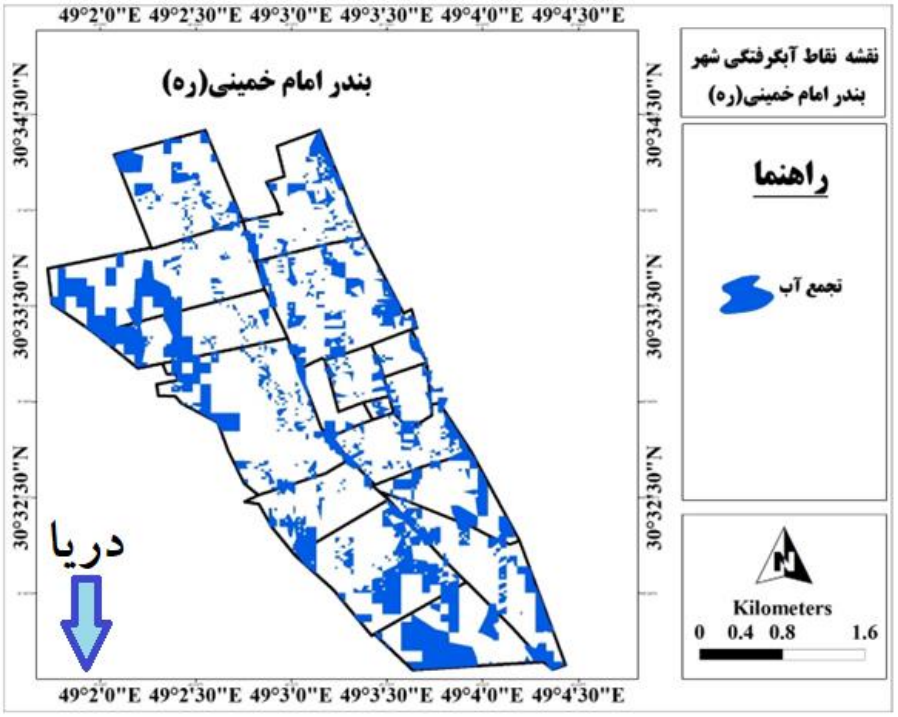

Fig 10. Map of spaces with the potential of runoff accumulation in Bandar Imam Khomeini based on the 0.9 phase gamma spectrum

شکل ۱۱. بهترین مسیرهای پیشنهادی برای تخلیه رواناب

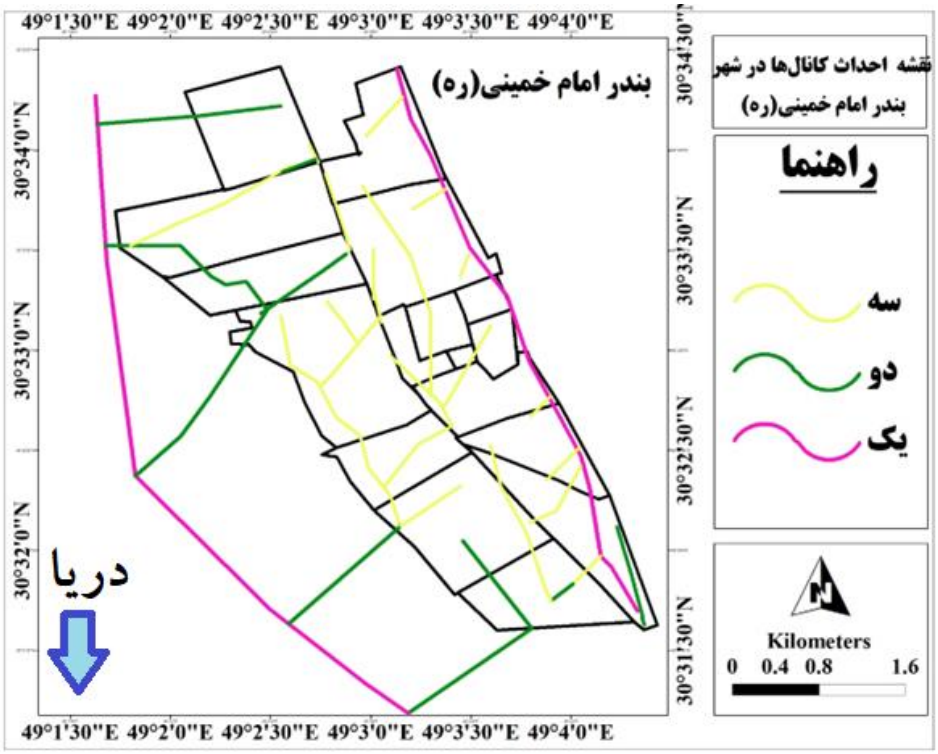

Fig 11. Optimized proposed routes for draining surface runoff

٤- نتیجه‌گیری

در سال های اخیر، کشور موارد متعددی از جاری شدن سیل را در شهرها و روستاها تجربه کرده است. لذا انتخاب مسیر انتقال رواناب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی یکی از روش‌های مدیریت و دفع رواناب‌ها جهت ایمن‌سازی شهر در مقابل سیل و آب گرفتگی است. این پژوهش با هدف مدیریت و دفع رواناب‌ها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در بندر امام خمینی انجام شد. با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در ابتدا لایه‌های رقومی منطقه شامل ارتفاع، شیب، جهت شیب و شبکه زهکشی شهر تهیه گردید. سپس با استفاده از روش منطق فازی فضاهای دارای پتانسیل تجمع رواناب در منطقه مورد شناسایی قرار گرفتند. یافته‌های تحقیق نشان دادند که تمرکز این فضاها در شرق، مرکز، شمال شرق و جنوب شرق منطقه می‌باشد. با استفاده از تکنیک RiverTools و با توجه به نقشه شبکه زهکشی شهر، بهترین مسیرها برای احداث کانال‌های پیشنهادی تهیه گردید. این کانال‌ها شامل کانال‌های فرعی، کانال‌های اصلی درجه دو و سه بودند.

با توجه به نتایج پژوهش موارد ذیل پیشنهاد می‌گردد:

- یکی از اصول اولیه مدیریت، اطلاع از اولویت‌های مدیریتی است، از این رو این الگو و نتایج حاصل از آن می‌تواند راهکاری مناسب برای اعمال مدیریت سیلاب درحوضه‌های شهری باشد.

– علم جغرافیا و در متن آن برنامه‌ریزی شهری ضمن گویا کردن عملکردهای حاکم بر محیط به گونه‌ای عمل می‌کند که عملکردهای انسان در مقابل محیط قرار نگیرد و هنر متخصص برنامه‌ریزی شهری آن است که بتواند واکنش محیط را در برابر عملکردهای انسانی پیش‌بینی کند، سپس بر اساس آن و با دیدی جامع به حل مسائل بپردازد. لذا استفاده از متخصصان برنامه‌ریزی شهری و GIS کمک شایانی به حل مسائل شهری می‌کند.

– با استفاده از یافته‌های این تحقیق پیشنهاد می‌شود، ابتدا مسیرهای بهینه مشخص و سپس به حفر کانال و لوله‌گذاری پرداخته شود.

– این روش را می‌توان در سایر شهرها از جمله اهواز، ماهشهر و شهرهای شمالی نیز به کار برد.

۵- تضاد منافع نویسندگان

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

٦- مراجع

Apel, (2018). Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the Assessment and Management of Flood Risks. European Commission

Balistrocchi, M., & Grossi, G. (2020). Predicting the impact of climate change on urban drainage systems in northwestern Italy by a copula-based approach. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, *28*, 100670. https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100670

Barbosa, A. E., Fernandes, J. N., & David, L. M. (2012). Key issues for sustainable urban stormwater management. *Water research*, *46*(20), 6787-6798. https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.05.029

Berndtsson, R., Becker, P., Persson, A., Aspegren, H., Haghighatafshar, S., Jönsson, K., ... & Tussupova, K. (2019). Drivers of changing urban flood risk: A framework for action. *Journal of environmental management*, *240*, 47-56. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.094

Engström, R., Howells, M., Mörtberg, U., & Destouni, G. (2018). Multi-functionality of nature-based and other urban sustainability solutions: New York City study. *Land Degradation & Development*, *29*(10), 3653-3662. https://doi.org/10.1002/ldr.3113

Farzad Behtash, M. R., Keynejhad, M. A., Taghi Pirbabaei, M., & Asgary, A. (2013). Evaluation and analysis of dimensions and components of Tabriz metropolis resiliency. *Honar-Ha-Ye-Ziba: Memary Va Shahrsazi*, *18*(3), 33-42. https://doi.org/10.22059/JFAUP.2013.51316. (In Persian)

Ghahroudi Tali, M., Majidi Heravi, A., & Abdoli, E. (2016). Vulnerability of urban flooding case study: Tehran, Darake to Kan. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *5*(1), 21-36. https://doi.org/10.22067/GEO.V5I1.49976. (In Persian)

Mafi, E., Moradi, G., Hayati, S., & Khayampour, R. (2014). Management and Disposal of Urban Runoff Using Geographic Information System and River Tools Techniques (Case Study: District 1 of Ahwaz City). *Journal of Geography and Regional Development*, 12(1).

Nasri, M., Nasri, A., Shisheforosh (2016). Efficiency of surface water collection networks and investigation of the construction of runoff extraction reservoirs in Baharestan, 5th Conference on Rain Catchment Surface Systems, Gilan-Rasht, 1-20. (In Persian)

Rezaei, F., Behramand, A., Sheikh, V., Dasturani, MT, Tajbakhsh, SM. (2017). Determining the most important parameters affecting the amount of urban runoff using the SWMM model (case study: Mashhad city, region 9), *Watershed Management*, 12 (18), 135-151. https://doi.org/10.29252/jwmr.9.18.135. (In Persian)

Siari, M. (2016). GIS modeling of the basis of urban flood management in the study area: Shahr Khoi flood, master's thesis, supervisor Dr. Dawood Mokhtari, Dr. Khalil Walizadeh Kamran, University of Tabriz, Iran. (In Persian)