



The Investigation and Analysis of Natural Hazards and Human and Environmental Issues in Sanandaj for Providing Appropriate Solutions

Mozhgan Nosrati^{a*}, Saeed Khezri^b, Afagh Kazemi^c

^a MA in Environmental Hazards, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

^b Associate Professor in Geomorphology, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

^c Assistant Professor in Geomorphology, University of Kurdistan, , Sanandaj, Iran

Received: 24 July 2021

Revised: 27 August 2021

Accepted: 10 October 2021

Abstract

In recent years, along with the increase in the population of urban areas, urban hazards have also increased. Sanandaj is one of the cities that have a high potential for the occurrence of hazards. Therefore, this study explored Sanandaj's areas vulnerable to the risk of slope movements, floods, earthquakes, pollution, and traffic. According to the objectives, two integrated models of Fuzzy logic and the Analytic Hierarchy Process (AHP) were used and areas vulnerable to each of the mentioned hazards were identified. The results indicate that many of western parts and also the northern parts of Sanandaj city are prone to slope movements due to the high slope and height. Moreover, due to the existence of the Gheshlagh River in the eastern half of the city as well as the presence of low slope areas in its central part, many parts of the Sanandaj city have a great potential to cause floods. The assessment of the potentials for earthquake vulnerability indicates that the western and central parts of Sanandaj have a high potential for vulnerability due to proximity to fault lines, high slope, lack of access to open space, and high population density. Regarding pollution and traffic, the central parts of Sanandaj city have a high potential for pollution and traffic due to high population density and the existence of various uses like transportation. The western and northern parts of Sanandaj are prone to large-scale movements and have a high potential for earthquake. The eastern parts of Sanandaj have a high potential for floods. The southern parts of Sanandaj are prone to floods and have a high potential for earthquakes. Moreover, the central parts of Sanandaj have a high potential of pollution and traffic.

Keywords: Natural and Human Hazards, Fuzzy logic, AHP, Sanandaj

* Corresponding author: Mozhgan Nosrati E-mail: m.nosrati1389@gmail.com Tel: + 989188724740

How to cite this Article: Nosrati, M., Khezri, S., & Kazemi, A. (2022). The Investigation and Analysis of Natural Hazards and Human and Environmental Issues in Sanandaj for Providing Appropriate Solutions. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 11(1), 99-115.

DOI:10.22067/GEOEH.2021.71620.1092



Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).





Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022


<https://geoeh.um.ac.ir>

 <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71620.1092> 

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شماره چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱، صص ۹۹-۱۱۵

مقاله پژوهشی

بررسی و تحلیل مخاطرات طبیعی و مسائل انسانی و محیطی شهر سنندج به منظور ارائه راهکارهای مناسب

مژگان نصرتی^۱ - کارشناس ارشد مخاطرات محیطی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. 

سعید خضری - دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

آفاق کاظمی - استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۶/۵ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۷/۱۸

چکیده

در طی سال‌های اخیر به موازات افزایش جمعیت نواحی شهری، مخاطرات شهری نیز روند افزایشی داشته است. یکی از شهرهایی که پتانسیل بالایی جهت وقوع مخاطرات دارد، شهر سنندج است. در این پژوهش به بررسی مناطق آسیب‌پذیر شهر سنندج در برابر مخاطرات حرکات دامنه‌ای، سیلاب، زمین‌لرزه، آلودگی و ترافیک پرداخته شده است. با توجه به اهداف موردنظر، از دو مدل تلفیقی منطق فازی و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده و مناطق آسیب‌پذیر در برابر هرکدام از مخاطرات مذکور شناسایی شده است. نتایج پژوهش بیانگر این است که بخش‌های زیادی از غرب شهر سنندج و همچنین مناطق شمالی شهر به دلیل شیب و ارتفاع زیاد مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای است. همچنین به دلیل وجود رودخانه قشلاق در نیمه شرقی شهر سنندج و همچنین وجود مناطق کم شیب در مناطق داخلی شهر، بخش‌های زیادی از این شهر پتانسیل زیادی به منظور ایجاد سیلاب و آب گرفتگی دارد. ارزیابی پتانسیل آسیب‌پذیری در برابر زلزله بیانگر این است که بخش‌های غربی و مرکزی شهر سنندج به دلیل نزدیکی به خطوط گسل، شیب زیاد، عدم دسترسی به فضای باز و تراکم جمعیتی بالا، پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی دارد. از نظر آلودگی و ترافیک نیز بخش‌های مرکزی شهر سنندج به دلیل تراکم بالای جمعیت و وجود کاربری‌های مختلفی از جمله حمل‌ونقل و ... پتانسیل آلودگی و ترافیک بالایی دارد. با توجه به موارد مذکور، بخش‌های غربی و شمالی

Email: m.nosrati1389@gmail.com

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۸۷۲۴۷۴۰

نحوه ارجاع به این مقاله:

نصرتی، مژگان؛ خضری، سعید؛ کاظمی، آفاق. (۱۴۰۱). بررسی و تحلیل مخاطرات طبیعی و مسائل انسانی و محیطی

شهر سنندج به منظور ارائه راهکارهای مناسب. جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۱۱(۱). صص ۹۹-۱۱۵

<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71620.1092>

شهر مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای است و همچنین پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله دارد. بخش‌های شرقی شهر پتانسیل بالایی از نظر وقوع سیلاب دارد. بخش‌های جنوبی نیز مستعد وقوع سیلاب است و پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله دارد. همچنین بخش‌های مرکزی شهر سندج پتانسیل بالایی از نظر آلودگی و ترافیک دارد.

کلیدواژه‌ها: مخاطرات طبیعی و انسانی، منطق فازی، AHP، سندج.

۱-مقدمه

گسترش شتابان شهرها پس از انقلاب صنعتی، باعث بروز مشکلات زیادی برای جوامع ساکن در آن‌ها شده است. در واقع، فرایند شهرنشینی آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات را به دلیل تمرکز انسان‌ها و تملک‌ها افزایش داده است (فاندرحمته و همکاران، ۱۳۹۲). از طرف دیگر، بسیاری از بلایای طبیعی در جهان در مناطق شهری اتفاق می‌افتد و هر ساله میلیون‌ها نفر را تحت تأثیر قرار می‌دهد (پلینگ^۱، ۲۰۰۷) و همین مسئله سبب شده است تا تغییرات زیست‌محیطی ناشی از توسعه شهرها مورد توجه دانشمندان و برنامه‌ریزان شهری قرار گیرد (ماس^۲ و همکاران، ۲۰۱۴). در طی سال‌های اخیر به موازات افزایش جمعیت نواحی شهری، مخاطرات شهری نیز روند افزایشی داشته است. مخاطرات نواحی شهری را می‌توان به دو دسته طبیعی و انسانی تقسیم کرد که این مخاطرات به‌طور مستقیم جمعیت ساکن در نواحی شهری را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از جمله مخاطرات طبیعی نواحی شهری که تأثیر مستقیمی بر سکونتگاه‌ها دارند می‌توان به حرکات دامنه‌ای، سیلاب و زلزله اشاره کرد و از جمله مخاطرات انسانی نیز آلودگی، عوارض ناشی از بافت فرسوده هستند. نوع مخاطرات در مناطق مختلف و با توجه به موقعیت جغرافیایی، سیاسی، اقتصادی متفاوت خواهند بود. پژوهش‌های مربوط به مخاطرات طبیعی و رابطه متقابل آن با فعالیت‌های انسانی، سابقه طولانی دارد (مونتز و توبین^۳، ۲۰۱۱). بررسی مخاطرات در مناطق مختلف متفاوت است؛ به‌طوری‌که نواحی شهری، خصوصاً شهرهایی که با محدودیت و تنگناهای طبیعی مواجه هستند، ضروری‌تر است (مالالگودا^۴ و همکاران، ۲۰۱۰). در این میان، یکی از شهرهایی که با تنگناهای زیادی مواجه است، شهر سندج است. وضعیت ژئومورفولوژی شهر سندج سبب شده است تا نواحی سکونتگاهی واقع در این شهر علاوه بر محدودیت‌های زیادی که از نظر توسعه فیزیکی دارند، در معرض مستقیم مخاطرات طبیعی و انسانی نیز باشند؛ به‌طوری‌که بخش‌هایی زیادی از این شهر در معرض وقوع حرکات دامنه‌ای و سیلاب قرار دارد و به‌علاوه با توجه به پتانسیل لرزه‌خیزی شهر سندج، در صورت وقوع زلزله، بخش‌های زیادی از این شهر پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی دارند. همچنین شهر سندج با مخاطرات انسانی نیز مواجه است که بیش‌تر به دلیل وضعیت طبیعی حاکم بر این شهر بوده است که از جمله این

1 Pelling

2 Mas

3 Montz & Tobin

4 Malalgoda

مخاطرات، می‌توان به آسیب‌پذیری بودن بافت‌های فرسوده، ترافیک و آلودگی اشاره کرد. با توجه به موارد مذکور، شناسایی مناطق آسیب‌پذیر شهر سنندج در برابر مخاطرات طبیعی و انسانی ضروری به نظر می‌رسد و بر این اساس در این پژوهش به این مهم پرداخته شده است.

با توجه به اهمیت موضوع، در این مورد مطالعات مختلفی صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به بوتروفرندکس^۱ (۲۰۰۹) اشاره کرد که میزان آسیب‌پذیری شهر میدلین کلمبیا در برابر زلزله را مورد ارزیابی قرار داده است. پنگ^۲ (۲۰۱۲) به شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطرات طبیعی در چین پرداخته است. میا^۳ و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی عوامل مؤثر در وقوع زمین‌لغزش در بنگلادش و همچنین تأثیر وقوع زمین‌لغزش بر عوامل مختلف اقتصادی و اجتماعی پرداخته است. سوارز^۴ و همکاران (۲۰۱۶) به ارزیابی تاب‌آوری شهری در مراکز استانی کشور اسپانیا پرداخته‌اند. کیانگ^۵ و همکاران (۲۰۱۷) تغییرات جمعیتی شهرهای امریکا در نواحی سیل‌خیز را در طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ مورد ارزیابی قرار داده‌اند. بورنان^۶ و همکاران (۲۰۱۹) به ارزیابی مخاطره سیل در شهر کنستانتین^۷ الجزایر پرداختند. سوریانو^۸ و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی مخاطرات ژئومورفولوژیکی شهر مکزیکوسیتی پرداختند. در ایران نیز حبیبی و جوانمردی (۱۳۹۲) به تحلیل ناپایداری بافت شهری بخش مرکزی شهر سنندج در برابر زلزله با استفاده از روش‌های منطق‌فازی و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) پرداختند. حاتمی نژاد و همکاران (۱۳۹۳) به تحلیل میزان آسیب‌پذیری مسکن شهری در منطقه ۶ شهر تهران با استفاده از روش‌های AHP و SAW پرداختند. خضری و ولدی (۱۳۹۵) به ارزیابی مخاطرات زیست‌محیطی ژئومورفولوژیک شهرستان کامیاران با تأکید بر مناطق فقیرنشین شهری پرداختند. نیری و همکاران (۱۳۹۶) مناطق مستعد جهت توسعه فیزیکی شهر سنندج را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. منوریان و همکاران (۱۳۹۷) عوامل تأثیرگذار بر افزایش تاب‌آوری اجتماعی در مقابل حوادث طبیعی در محلات شهر تهران را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. نگهبان و همکاران (۱۳۹۸) به ارزیابی توسعه فیزیکی شهر سنندج و گسترش آن به سمت مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی پرداختند. غلامی و همکاران (۱۳۹۸) به ارزیابی آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر کاشان ناشی از خطرات زلزله پرداختند. خدادادی و همکاران (۱۳۹۹) نیز به تحلیل آسیب‌پذیری شهر کرج در برابر مخاطره زمین‌لرزه پرداخته‌اند.

1 BoteroFernandex

2 Peng

3 Mia

4 Suarez

5 Qiang

6 Bourenane

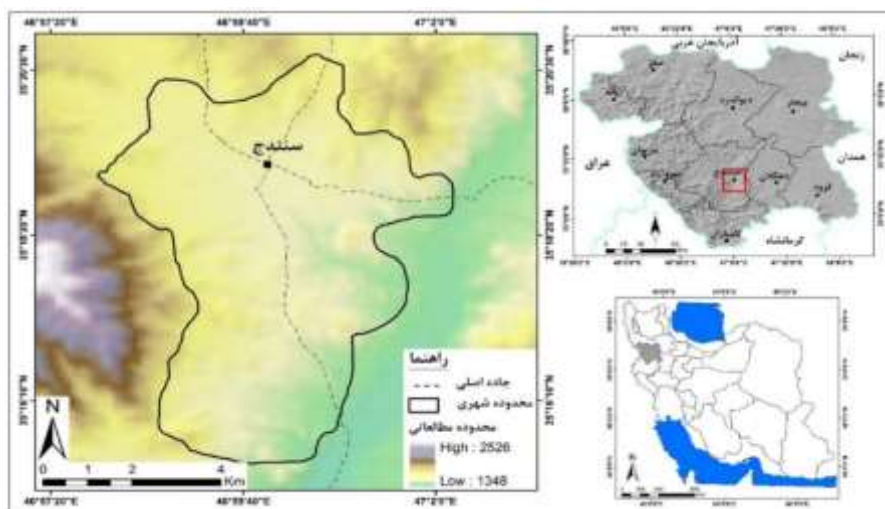
7 Constantine

8 Soriano

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

شهر سنندج از نظر تقسیمات سیاسی به‌عنوان مرکز شهرستان سنندج و همچنین مرکز استان کردستان محسوب می‌شود (شکل ۱). همچنین سنندج با ۱۴۰۰۰۰ نفر جمعیت، پرجمعیت‌ترین شهر استان کردستان است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). موقعیت جغرافیایی، اقتصادی و سیاسی سنندج سبب شده است تا در طی سال‌های اخیر با رشد و توسعه زیادی همراه باشد. شهر سنندج از نظر ژئومورفولوژی توسط واحد کوهستان (از جمله کوه‌هایی مانند آیدر کوچک و بزرگ در غرب و جنوب غرب محدوده این شهر) و تپه‌ماهور احاطه شده است و بخش‌های زیادی از آن را نواحی پرشیب در بر گرفته است و همچنین از سمت شرق نیز به واحد پادگانه رودخانه منتهی شده است. از نظر اقلیمی نیز شهر سنندج بر اساس روش آمبرژه در اقلیم نیمه‌خشک سرد واقع شده است که دارای تابستان‌های معتدل و زمستان‌های سرد است (حنفی و حاتمی، ۱۳۹۲).



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

۲-۲- روش تحقیق

در این تحقیق به‌منظور دستیابی به اهداف مورد نظر از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر و لایه‌های رقومی اطلاعاتی (کاربری اراضی، خطوط گسل، جاده‌ها) به‌عنوان داده‌های تحقیق استفاده شده است. مهم‌ترین ابزار تحقیق، نرم‌افزار ArcGIS (به‌منظور اجرای مدل‌ها و تهیه نقشه‌های نهایی) بوده است. در این تحقیق همچنین از دو مدل منطق فازی (به‌منظور فازی‌سازی لایه‌ها و ترکیب لایه‌ها) و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده شده است. استفاده از این دو مدل به‌منظور انجام پهنه‌بندی مورد نیاز بوده است. از مدل

منطق فازی جهت فازی‌سازی و ترکیب نهایی لایه‌ها و در نهایت تهیه نقشه‌های نهایی استفاده شده است. از مدل تحلیل سلسله مراتبی نیز به منظور وزن‌دهی به لایه‌ها استفاده شده است. در واقع، با توجه به اینکه ارزش و اهمیت لایه‌های مورد استفاده یکسان نیست، به منظور ارزش‌گذاری آن‌ها از این مدل استفاده شده است.

در این پژوهش، پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، مناطق آسیب‌پذیر شهر سنندج در برابر مخاطرات حرکات دامنه‌ای، سیلاب، زمین‌لرزه، آلودگی و ترافیک شناسایی شده است. روش کلی شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر هر کدام از مخاطرات به این صورت بوده است که ابتدا لایه‌های مورد نظر برای هر مخاطره انتخاب شده است، سپس لایه‌های مورد نظر بر مبنای پتانسیلی که جهت موضوع مخاطره مذکور دارند فازی‌سازی شده‌اند. پس از فازی‌سازی لایه‌ها، با استفاده از مدل AHP به لایه‌ها وزن داده شده و در نهایت لایه‌ها اطلاعاتی با هم ترکیب شده و نقشه‌های نهایی مناطق آسیب‌پذیر تهیه شده است. در ادامه به تشریح پارامترهای مورد استفاده جهت شناسایی مناطق آسیب‌پذیر پرداخته شده است:

شناسایی مناطق مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای: به منظور پتانسیل‌سنجی مناطق مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای در محدوده شهری سنندج از ۸ پارامتر ارتفاع، شیب، جهت شیب، رودخانه، لیتولوژی، فاصله از گسل، فاصله از جاده و کاربری اراضی استفاده شده است. انتخاب پارامترها بر اساس وضعیت ژئومورفولوژی، هیدرواقلمی و زمین‌شناسی منطقه، نظرات کارشناسان (۵ متخصص ژئومورفولوژی) و همچنین مطالعات پیشین (عابدینی و همکاران، ۱۳۹۸؛ نوجوان و همکاران، ۱۳۹۸؛ غلامی و همکاران، ۱۳۹۸)

شناسایی مناطق مستعد وقوع سیلاب: به منظور پتانسیل‌سنجی مناطق مستعد وقوع سیلاب در محدوده شهری سنندج، با توجه به وضعیت هیدروژئومورفولوژی منطقه، نظرات کارشناسان (۵ متخصص ژئومورفولوژی) و بر اساس مطالعات پیشین صورت گرفته (اسدپور، ۱۳۹۸؛ مقیمی و رستمی فتح‌آبادی، ۱۳۹۸)، از ۶ پارامتر (ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه، لیتولوژی و کاربری اراضی) استفاده شده است.

شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر زمین‌لرزه: به منظور شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر زمین‌لرزه از ۶ پارامتر نوع کاربری شهری، لیتولوژی، فاصله از گسل، فاصله از جاده، فاصله از فضای باز و شیب استفاده شده است. انتخاب پارامترها با توجه به وضعیت زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی منطقه، نظرات کارشناسان (۵ متخصص ژئومورفولوژی) و همچنین مطالعات پیشین صورت گرفته (حیدریان، ۱۳۹۹؛ امیراحمدی و آب باریکی، ۱۳۹۳) بوده است.

شناسایی مناطق مستعد آلودگی (آلودگی زیست‌محیطی): به منظور شناسایی مناطق مستعد آلودگی از ۶ پارامتر فاصله از مرکز شهر، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، کاربری شهری، ارتفاع و شیب استفاده شده است. انتخاب پارامترها بر اساس وضعیت هیدروژئومورفولوژی شهر سنندج، نظرات کارشناسان (۵ متخصص ژئومورفولوژی) و مطالعات پیشین از جمله زینالی و همکاران (۱۳۹۷) بوده است.

شناسایی مناطق مستعد ترافیک: به منظور شناسایی مناطق مستعد ترافیک از ۳ پارامتر کاربری شهری، فاصله از مرکز شهر و فاصله از جاده استفاده شده است. انتخاب پارامترها با توجه به وضعیت زمین شناسی و ژئومورفولوژی منطقه، نظرات کارشناسان (۵ متخصص ژئومورفولوژی) و همچنین مطالعات پیشین صورت گرفته بوده است.

۳- بحث و نتایج

در این پژوهش به منظور شناسایی مناطق مستعد وقوع مخاطرات طبیعی و انسانی در محدوده شهری سنندج، ابتدا لایه‌های اطلاعاتی تهیه شده و سپس مناطق مستعد وقوع هر کدام از مخاطرات شناسایی شده است. در ادامه به تشریح نتایج حاصله پرداخته شده است:

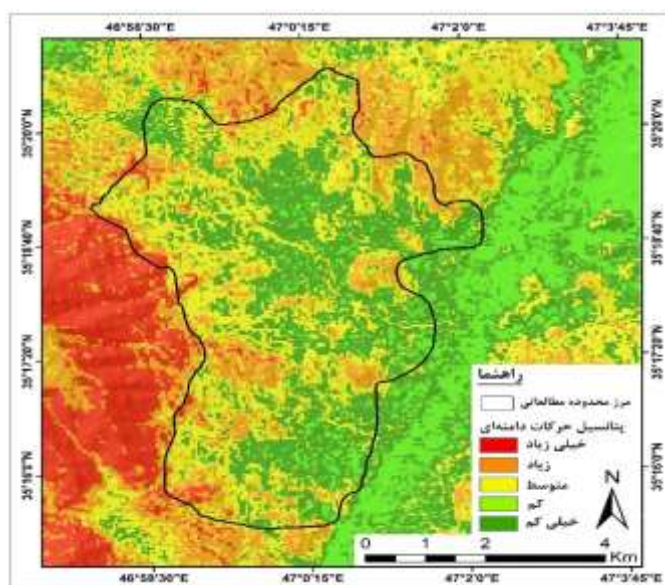
- شناسایی مناطق مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای: در این پژوهش به منظور شناسایی مناطق مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای از ۸ پارامتر استفاده شده است. در **جدول ۱** پارامترهای مورد استفاده و نحوه فازی‌سازی و وزن دهی به آن‌ها نشان داده شده است.

جدول ۱- نحوه فازی‌سازی و امتیاز لایه‌های اطلاعاتی

ردیف	پارامتر	نحوه فازی‌سازی	وزن
۱	ارتفاع	به مناطق مرتفع ارزش نزدیک به ۱ و مناطق کم ارتفاع ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۰۷۷
۲	شیب	به مناطق پرشیب ارزش نزدیک به ۱ و مناطق کم شیب ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۳۶۸
۳	جهت شیب	به جهات شمالی ارزش نزدیک به ۱ و به جهات جنوبی ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۰۵۱
۴	فاصله از رودخانه	به مناطق نزدیک به رودخانه ارزش نزدیک به ۱ و مناطق دور از رودخانه ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۱۴۵
۵	فاصله از جاده	به مناطق نزدیک به جاده ارزش نزدیک به ۱ و مناطق دور از جاده ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۱۸۳
۶	کاربری اراضی	به کاربری نواحی سکونتگاهی ارزش ۰/۳، به کاربری باغ ارزش ۰/۵، به کاربری کشاورزی ارزش ۰/۷ و به کاربری مراتع ارزش ۰/۹ داده شده است.	۰/۰۶۸
۷	لیتولوژی	به طبقات آندزیت و بازالت ارزش ۰/۲، به طبقات فلیش، کنگلومرا و ماسه‌سنگ ارزش نزدیک به ۰/۴، به طبقه آهک ارزش ۰/۵، به طبقه مواد آبرفتی ارزش ۰/۷ و به طبقه شیل ارزش ۰/۹ داده شده است.	۰/۱۲۳
۸	فاصله از گسل	به مناطق نزدیک به گسل ارزش نزدیک به ۱ و مناطق دور از گسل ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۰۸۵

پس از فازی‌سازی لایه‌های اطلاعاتی و اعمال وزن‌های به دست آمده بر روی آن‌ها، در نهایت با استفاده از عملگر گامای فازی ۰/۷ (از گاماهای مختلف خروجی گرفته شده و نتایج به دست آمده بر روی گوگل ارث اورلی و سپس بررسی شده است، در نهایت با توجه به اینکه گامای ۰/۷ به واقعیت نزدیک‌تر بود، از این گاما استفاده شده است)، لایه‌ها با هم تلفیق شده و نقشه نهایی مناطق مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای در محدوده مطالعاتی تهیه شده است.

(شکل ۲). بر اساس نتایج به دست آمده، در یک روند کلی نیمه غربی محدوده مطالعاتی که شامل ارتفاعات و دامنه‌های آبدار است، پتانسیل وقوع حرکات دامنه‌ای زیادی دارد. در واقع در بخش‌های غربی و شمالی شهر سنندج و همچنین واحدهای تپه‌ماهوری موجود در شهر سنندج، به دلیل داشتن ارتفاع و شیب زیاد و همچنین بریدگی پای دامنه‌ها توسط جاده، پتانسیل بالایی جهت حرکات دامنه‌ای دارند. همچنین بخش‌های شرقی و جنوب شرقی محدوده شهری سنندج به دلیل نداشتن شیب زیاد، کم‌تر در معرض حرکات دامنه‌ای قرار دارند.



شکل ۲- نقشه نهایی مناطق مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای در محدوده مطالعاتی

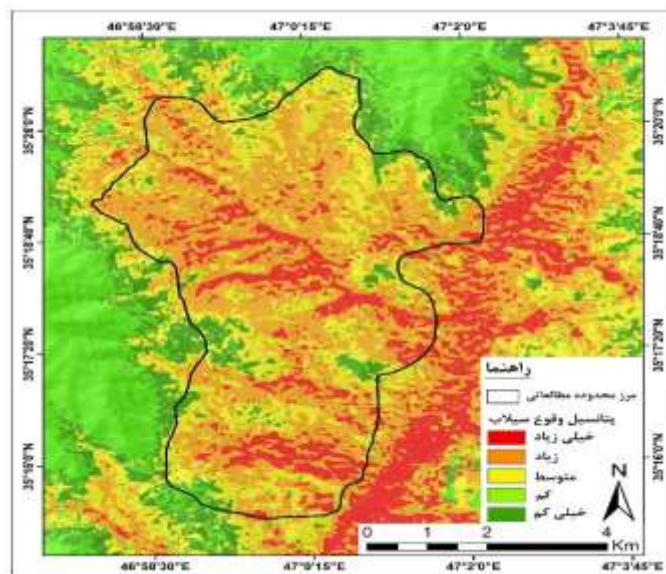
-شناسایی مناطق مستعد وقوع سیلاب: در این پژوهش به منظور شناسایی مناطق مستعد وقوع سیلاب از ۶ پارامتر استفاده شده است. در جدول ۲ پارامترهای مورد استفاده و نحوه فازی‌سازی و وزن‌دهی به آن‌ها نشان داده شده است.

جدول ۲- نحوه فازی‌سازی و امتیاز لایه‌های اطلاعاتی

وزن	نحوه فازی‌سازی	پارامتر	ردیف
۰/۱۵۹	به مناطق کم ارتفاع ارزش نزدیک به ۱ و مناطق مرتفع ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	ارتفاع	۱
۰/۲۴۲	به مناطق کم شیب ارزش نزدیک به ۱ و مناطق پر شیب ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	شیب	۲
۰/۰۸۲	به جهات شمالی ارزش نزدیک به ۱ و به جهات جنوبی ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	جهت شیب	۳
۰/۳۲۷	به مناطق نزدیک به رودخانه نزدیک به ۱ و مناطق دور از رودخانه ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	فاصله از رودخانه	۴

ردیف	پارامتر	نحوه فازی سازی	وزن
۵	کاربری اراضی	به کاربری نواحی سکونتگاهی ارزش ۰/۹، به کاربری باغ ارزش ۰/۷، به کاربری کشاورزی ارزش ۰/۵ و به کاربری مراتع ارزش ۰/۳ داده شده است.	۰/۱۱۸
۶	لیتولوژی	به طبقات آندزیت و بازالت ارزش ۰/۹، به طبقات فلیش، کنگلومرا و ماسه سنگ ارزش نزدیک به ۰/۷، به طبقه آهک ارزش ۰/۶، به طبقه شیل ارزش ۰/۵ و به طبقه مواد آبرفتی ارزش ۰/۳ داده شده است.	۰/۰۷۱

پس از تعیین وزن نهایی هر پارامتر و اعمال آن بر روی لایه‌های اطلاعاتی، لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از عملگر گامای فازی (۰/۷) با هم تلفیق و ترکیب شده‌اند و در نهایت نقشه نهایی مناطق مستعد وقوع سیلاب حاصل شده است (شکل ۳). بر اساس نتایج به دست آمده، بخش‌های زیادی از مناطق شرقی و همچنین مناطق مرکزی شهر سنندج مستعد وقوع سیلاب و آبگرفتگی هستند. در واقع، بخش‌های شرقی شهر سنندج به دلیل نزدیکی به رودخانه قشلاق، شیب و ارتفاع کم، پتانسیل زیادی از نظر وقوع سیلاب دارد و همچنین مناطق مرکزی شهر سنندج نیز به دلیل کم شیب بودن و تجمع رواناب‌ها، پتانسیل زیادی از نظر آبگرفتگی دارد. همچنین نتایج ارزیابی نقشه نهایی مناطق مستعد وقوع سیلاب بیانگر این است که بخش‌های غربی شهر سنندج به دلیل قرارگیری در مناطق مرتفع و داشتن شیب لازم، پتانسیل خیلی کمی از نظر وقوع سیلاب و آبگرفتگی دارند.



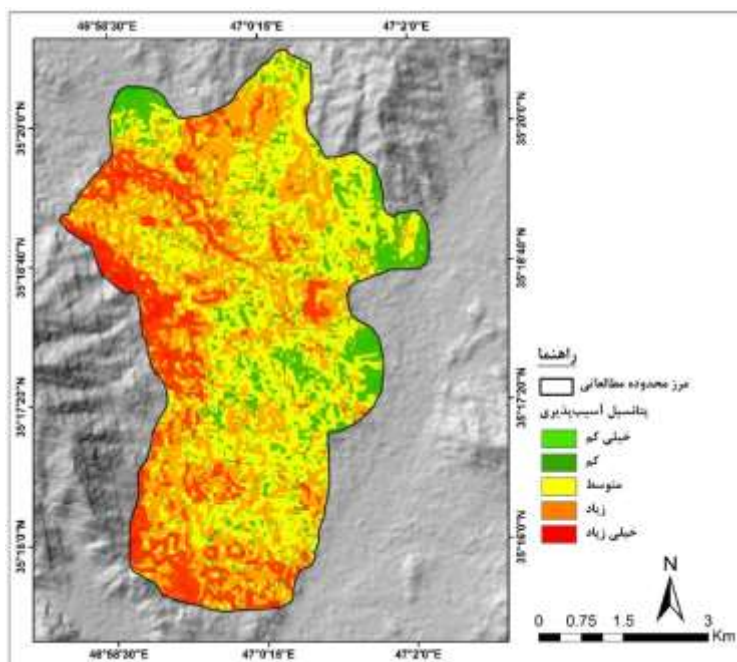
شکل ۳- نقشه نهایی مناطق مستعد وقوع سیلاب

شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر زلزله: در این پژوهش به منظور شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر زلزله از ۶ پارامتر استفاده شده است. در جدول ۳ پارامترهای مورد استفاده و نحوه فازی‌سازی و وزن‌دهی به آن‌ها نشان داده شده است.

جدول ۳- نحوه فازی سازی و امتیاز لایه های اطلاعاتی

وزن	نحوه فازی سازی	پارامتر	ردیف
۰/۲۸۸	به کاربری فضای باز ارزش ۰/۱، به کاربری فضای ورزش ارزش ۰/۳، به کاربری نظامی ارزش ۰/۴، به کاربری خدماتی ارزش ۰/۵، به کاربری اداری و آموزشی ارزش ۰/۶، به کاربری بهزیستی ارزش ۰/۷، به کاربری مدرسه ارزش ۰/۸ و به کاربری سکونتگاهی ارزش ۰/۹ داده شده است.	کاربری اراضی	۱
۰/۰۷۳	به طبقات آندزیت و بازالت ارزش ۰/۹، به طبقه آهک ارزش ۰/۸، به طبقات فلیش، کنگلومرا و ماسه-سنگ ارزش نزدیک به ۰/۷، به طبقه مواد آبرفتی ارزش ۰/۵ و به طبقه شیل ارزش ۰/۳ داده شده است.	لیتولوژی	۲
۰/۲۲۸	به مناطق پر شیب ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق کم شیب ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	شیب	۳
۰/۱۷۰	به مناطق نزدیک به گسل ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دور از گسل ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	فاصله از گسل	۴
۰/۱۳۵	به مناطق دور از جاده ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق نزدیک به جاده ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	فاصله از جاده	۵
۰/۱۰۷	به مناطق دور از فضای باز ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق نزدیک به فضای باز ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	فاصله از فضای باز	۶

پس از وزن دهی و اعمال وزن ها بر روی لایه های اطلاعاتی، همانند مراحل قبلی، لایه های اطلاعاتی با استفاده از عملگر گامای فازی (۰/۷) با هم تلفیق و ترکیب شده اند و در نهایت نقشه نهایی پتانسیل آسیب پذیری در برابر زلزله حاصل شده است (شکل ۴). بر اساس نتایج حاصله، شهر سنندج پتانسیل آسیب پذیری بالایی در برابر زلزله دارد، در واقع وجود شیب زیاد، تراکم بالا و عدم دسترسی به فضای باز، بافت فرسوده و همچنین موقعیت زمین شناسی شهر سنندج سبب شده است تا آسیب پذیری در برابر زلزله احتمالی بسیار زیاد باشد. نتایج حاصل از ارزیابی ها و تلفیق لایه های اطلاعاتی بیانگر این است که حدود ۱۹ کیلومتر مربع از محدوده شهری سنندج (بیش از ۵۰ درصد) به دلیل عدم دسترسی به فضای باز، واقع شدن در مناطق پر شیب و داشتن کاربری سکونتگاهی، در طبقه پتانسیل آسیب پذیری زیاد و خیلی زیادی قرار گیرند. بنابراین بخش زیادی از شهر سنندج، در معرض آسیب های ناشی از زلزله احتمالی قرار دارد که ضروری است بر ساخت و سازهای این مناطق نظارت بیش تری صورت گیرد.



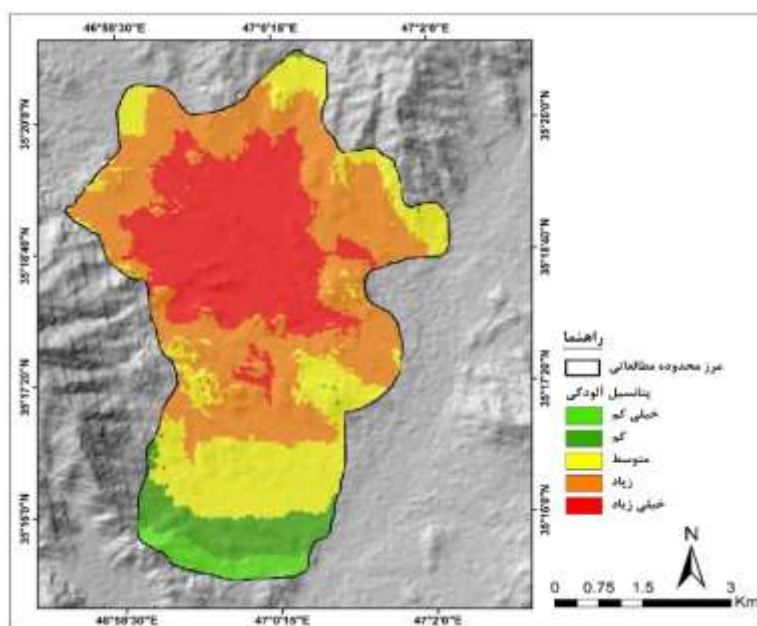
شکل ۴- نقشه نهایی مناطق آسیب پذیر در برابر زلزله در محدوده شهری سنندج

-پتانسیل سنجی مناطق مستعد آلودگی: در این پژوهش به منظور شناسایی مناطق مستعد آلودگی از ۶ پارامتر استفاده شده است. در جدول ۴ پارامترهای مورد استفاده و نحوه فازی سازی و وزن دهی به آنها نشان داده شده است.

جدول ۴- نحوه فازی سازی و امتیاز لایه های اطلاعاتی

وزن	نحوه فازی سازی	پارامتر	ردیف
۰/۲۲۸	به کاربری سکونتگاهی ارزش ۰/۱، به کاربری تجاری و خدماتی ارزش ۰/۳، به کاربری فضاهای عمومی ارزش ۰/۵، به کاربری کارگاهی و صنعتی ارزش ۰/۷، و به کاربری حمل و نقل ارزش ۰/۹ داده شده است.	کاربری اراضی	۱
۰/۲۸۸	به مناطق نزدیک به مرکز شهر ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دور از مرکز شهر ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	فاصله از مرکز شهر	۲
۰/۱۳۵	به مناطق نزدیک به جاده ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دور از جاده ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	فاصله از جاده	۳
۰/۱۷۰	به مناطق نزدیک به رودخانه ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دور از رودخانه ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	فاصله از رودخانه	۴
۰/۰۷۳	به مناطق کم ارتفاع ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق مرتفع به جاده ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	ارتفاع	۵
۰/۱۰۷	به مناطق کم شیب ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق پرشیب ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	شیب	۶

پس از وزن‌دهی و اعمال وزن‌ها بر روی لایه‌های اطلاعاتی، همانند مراحل قبلی، لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از عملگر گامای فازی (۰/۷) با هم تلفیق و ترکیب شده‌اند و در نهایت نقشه نهایی پتانسیل آسیب‌پذیری در مناطق مستعد آلودگی حاصل شده است (شکل ۵). بر اساس نتایج به دست آمده، مناطق مرکزی شهر سنجیدار است که به دلیل تراکم جمعیتی بالا، نوع کاربری شهری، شیب کم و تراکم بالای خیابان‌های اصلی شهر، پتانسیل آلودگی خیلی زیادی دارد و مناطق غربی و جنوب غربی شهر سنجیدار به دلیل دور بودن از هسته مرکزی شهری و همچنین کاربری‌های مستعد آلودگی، پتانسیل کمی از نظر آلودگی دارند.



شکل ۵- نقشه نهایی مناطق مستعد آلودگی

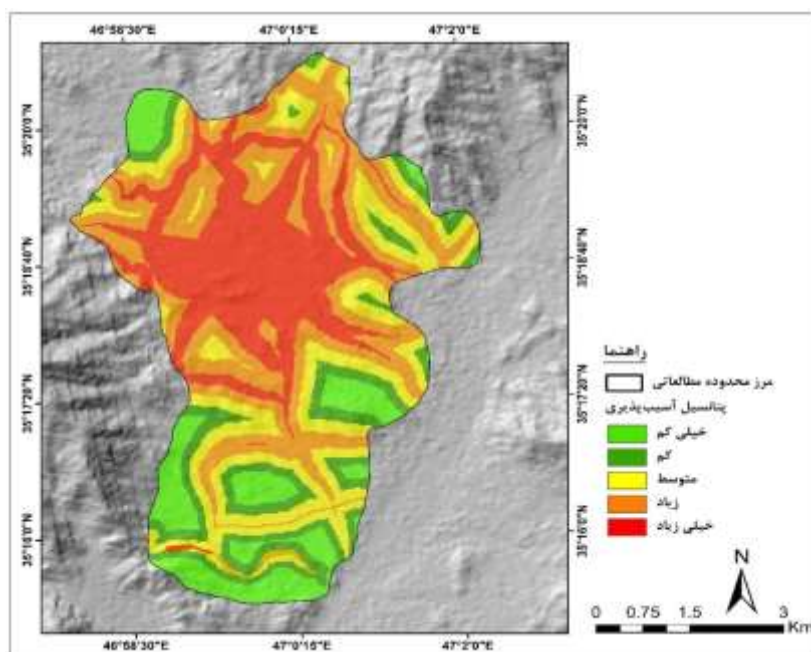
-پتانسیل سنجی مناطق مستعد ترافیک: در این پژوهش به منظور شناسایی مناطق مستعد ترافیک از ۳ پارامتر استفاده شده است. در جدول ۵ پارامترهای مورد استفاده و نحوه فازی‌سازی و وزن‌دهی به آن‌ها نشان داده شده است.

جدول ۵- نحوه فازی‌سازی و امتیاز لایه‌های اطلاعاتی

وزن	نحوه فازی‌سازی	پارامتر	ردیف
۰/۳۸۷	به کاربری سکونتگاهی ارزش ۰/۱، به کاربری کارگاهی و صنعتی ارزش ۰/۳، به کاربری تجاری و خدماتی ارزش ۰/۳، به کاربری فضاهای عمومی ارزش ۰/۷، و به کاربری حمل‌ونقل ارزش ۰/۹ داده شده است.	کاربری اراضی	۱
۰/۴۴۳	به مناطق نزدیک به مرکز شهر ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دور از مرکز شهر ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	فاصله از مرکز شهر	۲

ردیف	پارامتر	نحوه فازی سازی	وزن
۳	فاصله از جاده	به مناطق نزدیک به جاده ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دوره از جاده ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۱۶۹

پس از وزن‌دهی و اعمال وزن‌ها بر روی لایه‌های اطلاعاتی، همانند مراحل قبلی، لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از عملگر گامای فازی (۰/۷) با هم تلفیق و ترکیب شده‌اند و در نهایت نقشه نهایی مناطق مستعد ترافیک حاصل شده است (شکل ۶). بر اساس نتایج حاصله، مناطق مرکزی شهر سنندج به دلیل اینکه در هسته مرکزی شهر سنندج قرار دارد و همچنین با توجه به نوع کاربری و تراکم خیابان‌ها اصلی، پتانسیل خیلی زیادی جهت ایجاد ترافیک دارد و این پتانسیل به سمت مناطق حاشیه‌ای کاهش می‌یابد.

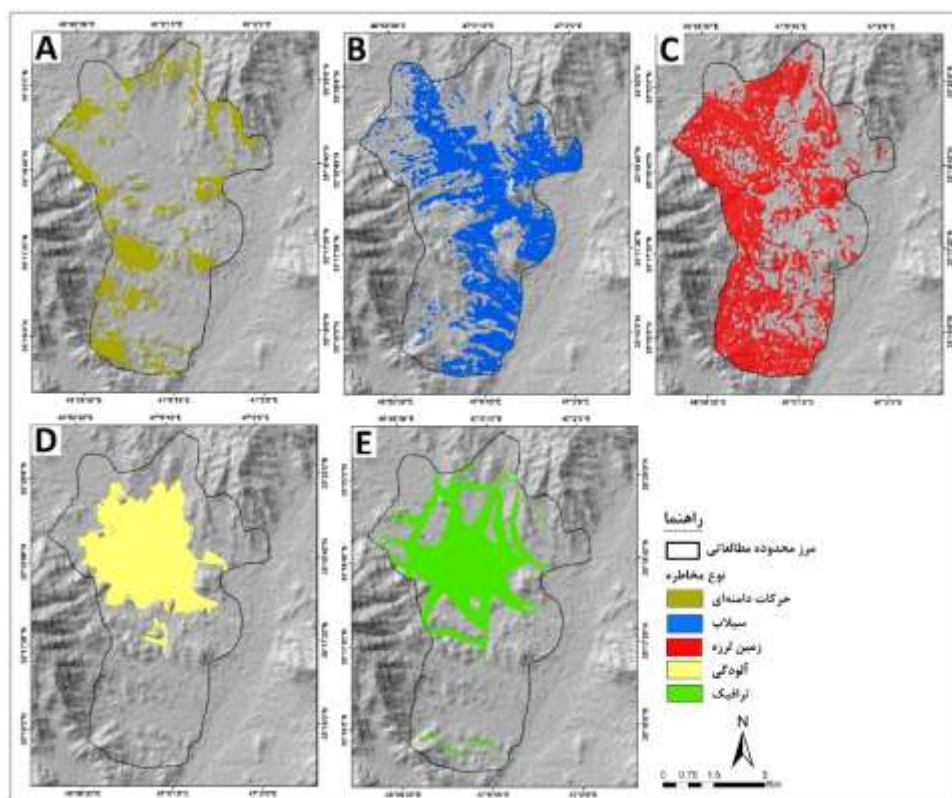


شکل ۶- نقشه نهایی مناطق مستعد ترافیک

۴-تحلیل نتایج

ارزیابی وضعیت مخاطرات شهر سنندج بیانگر این است که این شهر پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی دارد؛ در شکل ۷ نقشه انواع مخاطرات شهر سنندج نشان داده شده است. در نقشه‌های مذکور، مناطقی که پتانسیل آسیب‌پذیری زیادی در برابر مخاطرات ناشی از حرکات دامنه‌ای، سیلاب، زلزله، آلودگی و ترافیک دارند، شناسایی شده است. ارزیابی نتایج بیانگر این است که بخش‌های زیادی از غرب شهر سنندج و همچنین مناطق شمالی شهر سنندج به دلیل شیب و ارتفاع زیاد مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای است. همچنین به دلیل وجود رودخانه قشلاق در نیمه شرقی شهر

سنندج و همچنین وجود مناطق کم شیب در مناطق داخلی شهر سنندج، بخش‌های زیادی از این شهر پتانسیل زیادی به منظور ایجاد سیلاب و آب گرفتگی دارد. ارزیابی پتانسیل آسیب‌پذیری در برابر زلزله بیانگر این است بخش‌های غربی و مرکزی شهر سنندج به دلیل نزدیکی به خطوط گسل، شیب زیاد، عدم دسترسی به فضای باز و تراکم جمعیتی بالا، پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی دارد. از نظر آلودگی و ترافیک نیز بخش‌های مرکزی شهر سنندج به دلیل تراکم بالای جمعیت و وجود کاربری‌های مختلفی از جمله حمل‌ونقل و ... پتانسیل آلودگی و ترافیک بالایی دارد. با توجه به موارد مذکور، بخش‌های غربی و شمالی شهر سنندج مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای است و همچنین پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله دارد. بخش‌های شرقی شهر سنندج پتانسیل بالایی از نظر وقوع سیلاب دارد. بخش‌های جنوبی شهر سنندج مستعد وقوع سیلاب است و پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله دارد. همچنین بخش‌های مرکزی شهر سنندج نیز پتانسیل بالایی از نظر آلودگی و ترافیک دارد.



شکل ۷- نقشه مناطق مستعد (A) حرکات دامنه‌ای، (B) سیلاب، (C) زلزله، (C) آلودگی، (E) ترافیک

۵- نتیجه گیری

نتایج حاصل از ارزیابی مخاطرات شهر سنندج بیانگر این است که این شهر در معرض انواع مخاطرات طبیعی و انسانی قرار دارد. وضعیت ژئومورفولوژی، اقلیمی و زمین شناسی سنندج سبب شده است تا در معرض انواع مخاطرات محیطی از جمله حرکات دامنه‌ای، سیلاب و زلزله قرار گیرد. همچنین موقعیت سیاسی، اقتصادی و اجتماعی آن نیز باعث شده است تا مخاطرات انسانی از جمله آلودگی و ترافیک بسیار شایع باشد. نتایج ارزیابی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد بخش‌های غربی شهر سنندج به دلیل قرارگیری در مناطق پرشیب و مرتفع پتانسیل زیادی از نظر وقوع حرکات دامنه‌ای دارد و همچنین در برابر زلزله احتمالی پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی دارد. بخش‌های شمالی شهر سنندج نیز به دلیل شیب و ارتفاع زیاد مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای است و این مناطق نیز پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی دارند. بخش‌های شرقی شهر سنندج به دلیل مجاورت با رودخانه قشلاق، ارتفاع و شیب کم، در معرض مخاطرات ناشی از سیلاب و آلودگی قرار دارند. بخش‌های جنوبی شهر سنندج نیز با مسئله آلودگی و آسیب‌پذیری در برابر سیلاب مواجه است. مناطق مرکزی شهر سنندج نیز به دلیل تراکم زیاد جمعیت، نوع کاربری شهری، بافت فرسوده و غیره، پتانسیل خیلی زیادی از نظر آلودگی و ترافیک و آسیب‌پذیری زیادی در برابر زلزله احتمالی دارد.

کتابنامه

- اسدپور، زهرا؛ ۱۳۹۸. ارزیابی ملاحظات ساماندهی ژئومورفولوژیکی رود دره دلمبر کرج. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه خوارزمی. دانشکده جغرافیا.
- امیراحمدی، ابوالقاسم؛ آب‌باریکی، زکیه؛ ۱۳۹۳. ریز پهنه‌بندی خطر زلزله شهر سبزوار با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS. *مجله جغرافیا و توسعه*. سال ۱۲. شماره ۳۵. صص ۱۵۲-۱۳۳.
- <https://doi.org/10.22111/GDIJ.2014.1559>
- حاتمی‌نژاد، حسین؛ بزرافکن، شهرام؛ ابراهیمی، محمد؛ آروین، محمود؛ ۱۳۹۳. تحلیل میزان آسیب‌پذیری مسکن شهری در مواقع بروز مخاطرات محیطی با استفاده تکنیک‌های تلفیقی GIS+MCDM (مطالعه موردی: منطقه ۶ تهران). *مجله جغرافیا و پایداری محیط*. سال ۴. شماره ۱۳. صص ۱۱-۱.
- https://ges.razi.ac.ir/article_406.html
- حبیبی، کیومرث؛ جوانمردی، کومار؛ ۱۳۹۲. تحلیل ناپایداری بافت‌های شهری و پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله با استفاده از GIS&AHP (نمونه موردی: بخشی از هسته مرکزی شهر سنندج). *مجله معماری و شهرسازی آرمان‌شهر*. دوره ۶. شماره ۱۱. صص ۳۰۵-۲۹۳.
- http://www.armanshahrjournal.com/article_33480.html
- حنفی، علی؛ حاتمی، ایرج؛ ۱۳۹۲. تهیه نقشه اقلیمی استان کردستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. *مجله سپهر*. دوره ۲۲. شماره ۸۷. صص ۲۸-۲۴.
- http://www.sepehr.org/article_25675.html

حیدریان، لیلا؛ ۱۳۸۶. هیدروژئومورفولوژی حوضه حسین آباد با تأکید بر فرسایش و رسوب، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

خدادادی، فاطمه؛ انتظاری، مژگان؛ ساسان پور، فرزانه؛ ۱۳۹۹. تحلیل آسیب پذیری شهری در برابر مخاطره زلزله با روش ELECTRE FUZZY (مطالعه موردی: کلان شهر کرج). *مجله تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*. سال ۲۰. شماره ۵۶. صص ۹۳-۱۱۳.

<https://doi.org/10.29252/jgs.20.56.93>

خضری، سعید؛ ولدی، بختیار؛ ۱۳۹۵. ارزیابی مخاطرات زیست محیطی ژئومورفولوژیک شهرستان کامیاران با تأکید بر مناطق فقیرنشین شهری. *دومین کنگره بین المللی علوم زمین و توسعه شهری*. شرکت کیان طرح دانش. پژوهشکده جهاد دانشگاهی واحد استان آذربایجان شرقی.

<https://civilica.com/doc/526574/>

زینالی، بتول؛ شکرزاده فرد، الهام؛ پیروزی، الناز؛ ۱۳۹۷. ارزیابی و پهنه بندی آلودگی هوا با استفاده از مدل VIKOR (مطالعه موردی: شهر تبریز). *مجله مخاطرات محیطی*. دوره ۷. شماره ۱۵. صص ۸۸-۶۷.

<https://doi.org/10.22111/JNEH.2017.3316>

عابدینی، موسی؛ رنجبری، احد، مختاری، داود؛ ۱۳۹۸. تجزیه و تحلیل خطر زمین لغزش با استفاده از مدل های ANP و LR در محیط GIS (مطالعه موردی پهنه گسلی قوشاداغ-ارسباران در آذربایجان شرقی). *مجله پژوهش های ژئومورفولوژی کمی*. دوره ۸. شماره ۱. صص ۸۸-۷۰.

http://www.geomorphologyjournal.ir/article_91726.html

غلامی، معصومه؛ قنواتی، عزت الله؛ صفاری، امیر؛ ۱۳۹۸. شناسایی مناطق وقوع زمین لغزش با استفاده از روش های تلفیقی و مقایسه ای (مطالعه موردی: حوضه پالنگان)-استان کردستان. *مجله جغرافیای طبیعی*. دوره ۱۲. شماره ۴۵. صص ۳۸-۲۵.

http://jopg.iaularestan.ac.ir/article_669655.html

غلامی، یونس؛ شاطریان، محسن؛ علی بیگی، احمد؛ ۱۳۹۸. ارزیابی آسیب پذیری بافت های فرسوده شهر کاشان ناشی از خطرات زلزله. *مجله مخاطرات محیطی*. دوره ۸. شماره ۲۱. صص ۷۴-۶۱.

<https://doi.org/10.22111/JNEH.2019.22264.1323>

قائدرحمتی، صفر؛ خادم الحسینی، احمد؛ سیاوشی، طاهره؛ ۱۳۹۲. تحلیل میزان ریسک پذیری سکونتگاه های شهری استان لرستان از خطر زلزله. *جغرافیا و آمایش شهری - منطقه ای*. سال ۹. شماره ۳. صص ۱۴-۱.

<https://doi.org/10.22111/GAIJ.2014.1385>

مرکز آمار ایران؛ ۱۳۹۵. گزارش آماری جمعیت شهرستان سنندج.

<https://www.amar.org.ir/>

مقیم، ابراهیم؛ رستمی فتح آبادی، محمد؛ ۱۳۹۸. تعیین مناطق مستعد وقوع سیلاب با استفاده از مدل FAHP (مطالعه موردی: حوضه رودخانه بادآور، نورآباد). *کنفرانس ملی "سیلاب ۹۸-۹۷ اگر تکرار شود*. اهواز.

<https://news.kwpa.ir/>

منوریان، عباس؛ امیری، مجتبی؛ مهری‌کلی، سیمین؛ ۱۳۹۷. شناسایی مولفه‌های اثرگذار بر افزایش میزان تاب‌آوری اجتماعی محلات آسیب‌پذیر و دارای بافت فرسوده در مواجهه با حوادث طبیعی (شهر موردی: تهران). فصلنامه مطالعات مدیریت شهری. سال ۱۰. شماره ۳۴. صص ۲۶-۱۳.

https://ums.srbiau.ac.ir/article_13165.html

نگهبان، سعید؛ گنجائیان، حمید؛ فریدونی‌کردستانی، مژده؛ چشمه‌سفیدی، زیبا؛ ۱۳۹۸. ارزیابی توسعه فیزیکی شهرها و گسترش به سمت مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی با استفاده از LCM (مطالعه موردی: شهر سنندج). مجله مخاطرات محیطی. دوره ۸. شماره ۲۰. صص ۵۲-۳۹.

<https://doi.org/10.22111/JNEH.2018.21943.1317>

نوجوان، محمدرضا؛ سادات شاه‌زیدی، سمیه؛ داودی، محمود؛ امین‌الرغابی، هاجر؛ ۱۳۹۸. پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از تلفیق دو مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فازی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کمه، استان اصفهان). مجله پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی. سال ۷. شماره ۴. صص ۱۵۹-۱۴۲.

<https://doi.org/10.22126/GES.2021.6461.2391>

نیری، هادی؛ سالاری، ممند؛ گنجائیان، حمید؛ امانی، خبات؛ ۱۳۹۶. ارزیابی ژئومورفولوژیکی تناسب زمین برای گسترش کالبدی شهرسنندج با اعمال مناطق ممنوعه. پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری. دوره ۵. شماره ۱. صص ۱۴۷-۱۲۹.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=355531>

- BoteroFernandex V., 2009. Geo-Information for Measuring Vulnerability to Earthquake: A Fitness for Use Approach PHD Thesis, *ITC, Netherland*. <https://www.researchgate.net/publication/27714409>
- Bourenane, H., Bouhadad, Y., Guettouche, M.S., 2019. Flood hazard mapping in urban area using the hydrogeomorphological approach: case study of the Boumerzoug and Rhumel alluvial plains (Constantine city, NE Algeria), *Journal of African Earth Sciences*, 160, <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2019.103602>
- Malalgoda, C., Amaratunga, R.D.G., Pathirage, C. P., 2010. Exploring disaster risk reduction in the built environment. School of the Built Environment, *University of Salford, UK*. <https://www.researchgate.net/publication/228411643>
- Mas, J.F., Kolb, M., Paegelow, M., Camacho Olmedo, M.T., 2014. Inductive pattern-based land use/cover change models: A comparison of four software packages. *Environmental Modelling & software*, 51, 94-111. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.09.010>
- Mia, M. T., Sultana, N., Paul, A., 2016. Studies on the Causes, Impacts and Mitigation Strategies of Landslide in Chittagong city, Bangladesh. *J. Environ. Sci*, 8 (2), 1-5. <https://doi.org/10.3329/JESNR.V8I2.26854>
- Montz, B.E., Tobin, G.A., 2011. Natural hazards: An evolving tradition in applied geography, *Applied Geography*, 31, 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2010.06.005>
- Pelling, M., 2007. Investigating urban risk accumulation in six countries in Africa urban risk analysis network, *Natural Hazards, and Earth System Sciences*, 11-21. <https://www.alnap.org/help-library/investigating-urban-risk-accumulation-in-six-countries-in-africa>
- Peng, Y., 2012. Regional earthquake vulnerability assessment using a combination of MCDM methods. *Ann Oper Res*. <https://doi.org/10.1007/s10479-012-1253-8>

- Qiang, Y., Nina, S.N., Lam, H.C., Lei, Z., 2017. Changes in Exposure to Flood Hazards in the United States, *Annals of the American Association of Geographers*, 107 (6). <https://doi.org/10.1080/24694452.2017.1320214>
- Soriano, D.G., Roman, A.Q., Orozco, J.J.Z., 2020. Geomorphological hazards susceptibility in high-density urban areas: A case study of Mexico City, *Journal of South American Earth Sciences*, 102. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102667>
- Suarez M., Baggethun E.G., Benayas J., Tilbury U., 2016. Towards an Urban Resilience Index: A Case Study in 50 Spanish Cities, *Sustainability*, 8 (774). <https://doi.org/10.3390/su8080774>