Evaluation of the physical development process of Saghez city towards areas prone to floods

Shirin Mohammadkhan[a,*], **Mahin Pireh** [b], **Amir Seifollahi Onar** [b]
[a]*Associate Professor, Geography Faculty, university of Tehran, Tehran, Iran*
[b]*PhD student, Geography Faculty, university of Tehran, Tehran, Iran*

Research Full Paper
Article History (Received: 2024/01/6 Accepted: 2024/07/26)

Extended abstract

1- Introduction

In recent years, the increasing trend of the population has caused urban areas to face a lot of physical development, the share of developing countries has been higher than that of developed countries. Physical development in many areas has caused rapid changes in land use and increased environmental degradation. Therefore, the physical development of cities is considered as one of the main factors that change the surface of the earth. Studies have shown that the urban areas of Iran, due to their unlimited and unplanned expansion, have encroached on the natural environments and destroyed them, which has increased the potential for natural hazards such as floods in these areas. Has been considering the mentioned cases, more supervision should be done on the physical development of cities, especially flood-prone cities. Saghez city in Kurdistan province is one of the flood-prone cities that have faced a lot of physical development in recent years. Due to its economic and social situation, this city has faced a large population growth in recent years, which has caused the significant physical development of this city and as a result, the development of residential areas into flood-prone areas. Considering the importance of the topic, in this research, the physical development of Saghez city towards flood-prone areas has been investigated.

2- Methodology

In this research, in order to achieve the desired goals, descriptive-analytical methods have been used. The research data includes topographic maps 1:50000 and geological maps 1:100000, a digital elevation model of 30 meters, as well as Landsat satellite images (Table 1). Research tools include Arc GIS, ENVI and IDRISI. The models used in the research also include the integrated model of fuzzy and AHP (in order to identify flood-prone areas) as well as the LCM model (in order to evaluate the physical development process of Saghez city towards flood-prone areas). This research has been done in two stages. In the first stage, in order to prepare the flood potential map of the study area, 6 parameters of height, slope, slope direction, distance from the river, and type of lithology and land use have been used. In the second stage, in order to evaluate the process of physical development of Saghez city towards flood-prone areas, the LCM model has been used. At this stage, after preparing the land use maps, the prepared maps were entered into the IDRISI software and using the LCM model, the trend of land use changes in the study area was evaluated.

3- Results

The results of the flood zoning of Saghez city have shown that the middle areas of the range have the highest flood potential due to the proximity to the Saghez River, low altitude and slope. Also, the results obtained from the satellite images have shown that the city of Saghez had an area of about 6.5

* **Corresponding Author: moamadkh@ut.ac.ir**

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

square kilometers in 1369, which increased by 1.1 square kilometers to 7.6 square kilometers in 2000. In continuation of the physical development process of this city, the area of residential areas increased to 10.2 and 16.6 square kilometers by 2019 and 2019, respectively. Based on this, the maximum amount of physical development with 5.5 square kilometers was related to the time period of 1389 to 1399. Also, the results of the physical development of cities towards flood-prone areas show that in 1369, 3.8 square kilometers of residential areas were exposed to the risk of flooding, and from this amount to 1379, 1389 and 1399, respectively, 3 It has increased by 4.1, 5.1 and 2.7 square kilometers. Based on this, the highest amount of development towards flood-prone areas with 1.9 square kilometers was related to the time period from 2010 to 2020

4- Discussion & Conclusions

The increasing trend of population and physical development of urban areas has caused a large part of population areas to move towards flood-prone areas in recent years. The results of this research have shown that the middle parts of the study area have a high flood potential due to their proximity to the river, low altitude and slope. The results of the evaluation of the physical development of the city of Saghez also indicate that this city has faced a lot of development during the years 1369 to 1399, and based on the results, the city of Saghez had an area of about 6.5 square kilometers in 1369, which is 2019 has increased to 16.7 square kilometers. The results of the evaluation of the physical development process of Saghez towards flood-prone areas indicate that in 1369, about 3.8 square kilometers were exposed to floods, which increased to 2.7 square kilometers in 1399. Also, the results of the evaluation of land use changes indicate that during the studied time period, 8.8 square kilometers of pastures, 0.6 of agricultural lands and 0.8 of pastures have been converted into residential areas, the highest amount of which is related to It was the eastern areas of Saghez city. According to the mentioned cases, a large part of the city of Saghez has moved towards flood-prone areas in recent years, which indicates the lack of monitoring of the physical development of this city.

Key Words: Physical development, Saghez, Flood, LCM

Cite this article: Mohammadkhan, S., Pireh, M., & Seifollahi Onar, A. (2024). Evaluation of the physical development process of Saghez city towards areas prone to floods. *Journal of* Environmental *Erosion Research. 2024; 14 (3) :28-42*. http//doi.org/

© The Author(s).
DOI: http//doi.org/
Published by Hormozgan University Press.
URL: http://magazine.hormozgan.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر سقز به سمت مناطق مستعد وقوع سیلاب

شیرین محمدخان*: *دانشیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.*
مهین پیره: *دانشجوی دکتری، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.*
امیر سیف اللهی انار : *دانشجوی دکتری، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.*

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخچهٔ مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۵)
DOI: http//doi.org/

چکیده

روند افزایشی جمعیت و توسعه فیزیکی نواحی شهری سبب شده است تا در طی سال‌های اخیر، بخش زیادی از نواحی جمعیتی به سمت مناطق سیل‌خیز حرکت کنند. اهمیت موضوع سبب شده است تا در این تحقیق به بررسی روند توسعه فیزیکی شهر سقز به سمت مناطق مستعد وقوع سیلاب پرداخته شود. در این تحقیق از تصاویر ماهواره لندست، لایه‌های رقومی اطلاعاتی و مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر SRTM به‌عنوان مهم‌ترین داده‌های تحقیق استفاده شده است. ابزارهای تحقیق شامل ArcGIS، ENVI و IDRISI می‌باشد. مدل‌های مورد استفاده در تحقیق نیز شامل مدل تلفیقی منطق فازی و AHP و همچنین مدل LCM می‌باشد. این تحقیق در دو مرحله انجام شده است که در مرحله اول، به آ استفاده از مدل Fuzzy-AHP به شناسایی مناطق مستعد وقوع سیلاب پرداخته شده و در مرحله دوم، با استفاده از مدل LCM، روند افزایشی نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق سیل‌خیز ارزیابی شده است. نتایج تحقیق بیانگر این است که بخش‌های میانی محدوده مطالعاتی به دلیل نزدیکی به رودخانه، ارتفاع و شیب کم، دارای پتانسیل سیل‌خیزی بالایی است. همچنین نتایج ارزیابی (مدل LCM) روند توسعه فیزیکی شهر سقز به سمت مناطق مستعد وقوع سیلاب بیانگر این است که در سال ۱۳۶۹ حدود ۳/۸ کیلومترمربع در معرض سیلاب قرار داشته است که این میزان در سال ۱۳۹۹ به ۷/۲ کیلومترمربع افزایش یافته است. با توجه به موارد مذکور، بخش زیادی از شهر سقز در طی سال‌های اخیر به سمت مناطق مستعد وقوع سیلاب حرکت کرده است که بیانگر عدم نظارت بر توسعه فیزیکی این شهر بوده است.

واژگان کلیدی: توسعه فیزیکی؛ سقز؛ سیل؛ LCM

* نویسندهٔ مسئول: **mohamadkh@ut.ac.ir**

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

۱- مقدمه

یکی از چالش‌های پیشروی بسیاری از مناطق شهری، توسعه فیزیکی آن‌ها است (Maleki & Ebrahimi, 2023). در واقع، روند افزایشی جمعیت سبب شده است تا نواحی شهری با توسعه فیزیکی زیادی مواجه شوند که سهم کشورهای درحال‌توسعه نسبت به کشورهای توسعه یافته بیشتر بوده است (Liu et al, 2012., Tewolde & Cabral, 2011).توسعه فیزیکی رخ داده در بسیاری از مناطق سبب، تغییر سریع در کاربری زمین و افزایش تخریب زیست محیطی شده است (Dewan and Yamaguchi, 2009)؛ بنابراین توسعه فیزیکی شهرها، به‌عنوان یکی از عوامل اصلی تغییردهنده سطح زمین محسوب می‌شود (Batty et al, 2005). مطالعات صورت گرفته نشان داده است که نواحی شهری ایران نیز با توجه به گسترش نامحدود و بدون برنامه خود سبب دست اندازی به محیط‌های طبیعی و از بین بردن آن‌ها شده‌اند (Javadian Kutnai et al, 2013) که همین مسئله سبب افزایش پتانسیل وقوع مخاطرات طبیعی از جمله سیل در این مناطق شده است. Pereira و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند سیل به سرریز شدن جریان آب از مسیر اصلی خود گفته می‌شود که سبب تخریب اراضی کشاورزی و نواحی سکونتگاهی می‌شود و همواره با پیامدهای زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی زیادی همراه هستند (Yaung et al, 2015). بررسی‌های بین‌المللی سازمان ملل متحد حاکی از آن است که سیل را باید یکی از جدی‌ترین بلایای طبیعی به شمار آورد و تنها تعداد معدودی از کشورهای جهان را می‌توان یافت که فارغ از مسائل و ضایعات سیل و سیل‌زدگی باشد. در قرن بیست و یکم علیرغم دستاوردهای چشم‌گیر در علوم مختلف، مردم در سراسر دنیا هنوز از خسارت‌های ناشی از سیلاب رنج می‌برند (Shokohi et al, 2018)؛ بنابراین توسعه فیزیکی شهرها به سمت مناطق سیل‌خیز می‌تواند با مخاطرات جبران‌ناپذیری همراه باشد (Hemmati and Noushadi, 2018). با توجه به موارد مذکور، باید بر توسعه فیزیکی شهرها، خصوصاً شهرهای سیل‌خیز نظارت بیشتری صورت گیرد. از جمله شهرهای سیل‌خیزی که در طی سال‌های اخیر با توسعه فیزیکی زیادی مواجه شده است، شهر سقز در استان کردستان است. این شهر به دلیل موقعیت اقتصادی و اجتماعی که دارد، در طی سال‌های اخیر با رشد جمعیتی زیادی مواجه شده است که همین مسئله سبب توسعه فیزیکی قابل توجه این شهر و در نتیجه توسعه نواحی سکونتگاهی به مناطق سیل‌خیز شده است. با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش به بررسی توسعه فیزیکی شهر سقز به سمت مناطق سیل‌خیز پرداخته شده است.

در مورد موضوع مورد مطالعه تحقیقات مختلفی در سطح ایران و جهان صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به Roy و همکاران (۲۰۱۴) اشاره کرد که به ارزیابی روند توسعه نواحی شهری در جنوب شرقی فرانسه پرداخته‌اند. Gibreel و همکاران (۲۰۱۴) روند تغییرات کاربری اراضی و توسعه فیزیکی شهرهای چین را با استفاده از مدل تلفیقی VFHM و CLUE-s ارزیابی کرده‌اند. Serre و همکاران (۲۰۱۶) به شناسایی نواحی سکونتگاهی در معرض سیلاب و همچنین ارائه راهکارهای مدیریت و مقابله با سیلاب پرداخته‌اند. Dandapat and Panda (۲۰۱۸) مناطق در معرض سیلاب در بنگال غربی را با استفاده از مدل سیستم اطلاعات جغرافیایی شناسایی کرده است. در ایران نیز Ansari Lari و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی قابلیت‌ها و محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی توسعه فیزیکی شهر ایلام پرداختند. Jamali و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی مخاطرات ژئومورفولوژیکی ناشی از توسعه فیزیکی شهر شیراز پرداخته‌اند. Mahmoudzadeh و همکاران (۲۰۱۸) به شناسایی مناطق مستعد وقوع سیلاب در محدوده شهر ساری پرداخته‌اند.

* نویسندهٔ مسئول: mohamadkh@ut.ac.ir

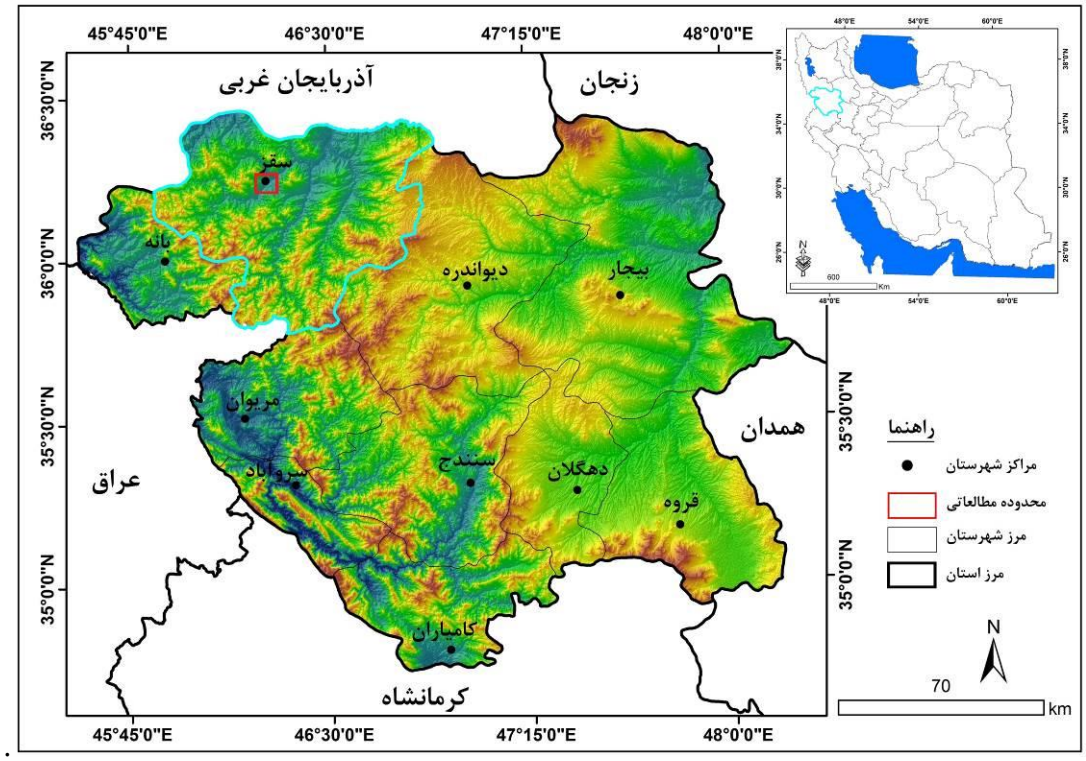
[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

Madadi و همکاران (۲۰۱۸) مناطق مستعد وقوع سیل در حوضه خیاو چای مشگین شهر را شناسایی کرده‌اند. Gholami و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از مدل تلفیقی منطق فازی و تحلیل سلسله مراتبی، مناطق مستعد وقوع سیلاب در محدوده شهری لامرد را شناسایی کرده‌اند. Negahban و همکاران (۲۰۱۸) به ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر سنندج به سمت مناطق مستعد وقوع مخاطرات محیطی پرداخته‌اند. Mohamadkhan و همکاران (۲۰۱۸) به پیش‌بینی روند توسعه شهری مریوان به سمت مناطق مخاطره آفرین با استفاده از تصاویر چند زمانه پرداختند. Fekete (۲۰۲۰) به بررسی روند توسعه فیزیکی حومه‌های شهری و تاثیر آنها بر وقوع مخاطرت طبیعی در نایروبی کنیا پرداختند. Maleki & Ebrahimi (۲۰۲۳) به بررسی روند توسعه فیزیکی شهر هندیجان پرداختند. بررسی تحقیقات پیشین نشان داده است که در بسیاری از مناطق جهان، توسعه فیزیکی شهری سبب تشدید مخاطرت طبیعی شده است. در راستای تحقیقات صورت گرفته، هدف از تحقیق حاضر شناسایی مناطق مستعد وقوع سیلاب در محدوده شهری سقز و سپس ارزیابی روند توسعه فیزیکی این شهر به سمت مناطق سیل‌خیز است.

۲- منطقه مورد مطالعه

شهر سقز به‌عنوان مرکز شهرستان سقز از نظر تقسیمات سیاسی در شمال استان کردستان قرار دارد (شکل ۱). این شهر بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ با حدود ۱۶۵۰۰۰ نفر جمعیت، دومین شهر پرجمعیت استان کردستان محسوب می‌شود (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). شهر سقز در ارتفاع حدود ۱۵۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد و از نظر ژئومورفولوژی در واحد دشت قرار گرفته که از اطراف به واحد کوهستان منتهی می‌شود و همچنین رودخانه سقز نیز از مرکز این شهر عبور می‌کند. از نظر آب و هوایی نیز به دلیل داشتن ارتفاع و عرض جغرافیایی بالا، دارای تابستان‌ها معتدل و زمستان‌های بسیار سرد است به‌طوری که این شهر در فصل سرد سال همواره به‌عنوان یکی شهرهای سرد کشور معرفی شده است.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]



شکل ۱: نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

۳- مواد و روش

در این تحقیق به‌منظور دستیابی به اهداف مورد نظر از روش‌های توصیفی – تحلیلی استفاده شده است. مهم‌ترین داده‌های تحقیق شامل مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر و همچنین تصاویر ماهواره لندست (جدول ۱) است. ابزارهای تحقیق شامل ArcGIS، ENVI و IDRISI می‌باشد. همچنین در این تحقیق از مدل تلفیقی منطق فازی و AHP[1] (به‌منظور شناسایی مناطق مستعد وقوع سیلاب) و مدل LCM[2] (به‌منظور ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر سقز به سمت مناطق سیل‌خیز) استفاده شده است. این تحقیق در دو مرحله انجام شده که در ادامه به تشریح آن‌ها پرداخته شده است:

جدول ۱: مشخصات تصاویر مورد استفاده

ردیف	تاریخ	ماهواره	سنجنده
۱	۱۳۶۹/۴/۴	لندست ۵	TM
۲	۱۳۷۹/۴/۸	لندست ۷	ETM
۳	۱۳۸۹/۴/۴	لندست ۷	ETM
۴	۱۳۹۹/۴/۷	لندست ۸	OLI

-مرحله اول (شناسایی مناطق مستعد وقوع سیلاب): در این تحقیق به‌منظور تهیه نقشه پتانسیل سیل‌خیزی محدوده مطالعاتی از ۶ پارامتر ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه، نوع لیتولوژی و کاربری اراضی استفاده شده است (انتخاب پارامترها

1 . Analytical Hierarchy Process
2 . Land Change Modeler

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

بر مبنای مطالعات پیشین صورت گرفته و وضعیت منطقه بوده است). پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر پارامتر، به‌منظور استانداردسازی لایه‌ها، لایه‌های اطلاعاتی فازی‌سازی شده‌اند. برای فازی‌سازی لایه‌ها، از تابع خطی (Linear) استفاده شده است و به هر لایه بر مبنای پتانسیل سیل‌خیزی، ارزش درونی بین صفر تا ۱ داده شده است. با توجه به اینکه ارزش و اهمیت لایه های اطلاعاتی یکسان نیست، با استفاده از نظرات کارشناسان (۵ کارشناس ژئومورفولوژی و ۵ کارشناس برنامه‌ریزی شهری) و مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، به لایه‌های اطلاعاتی وزن داده شده است و سپس وزن بدست آمده بر روی لایه‌های اطلاعاتی اعمال شده است. پس از آماده‌سازی لایه‌های اطلاعاتی، لایه‌ها با استفاده از گامای فازی باهم تلفیق و ترکیب شده و نقشه نهایی پتانسیل سیل‌خیزی محدوده مطالعاتی تهیه شده است.

-مرحله دوم (ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر سقز به سمت مناطق سیل‌خیز): در این مرحله به‌منظور ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر سقز به سمت مناطق سیل‌خیز، از مدل LCM استفاده شده است. روش کار به این صورت است که ابتدا تصاویر ماهواره لندست مربوط به سال‌های ۱۳۶۹، ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ تهیه شده است. به‌منظور پردازش تصاویر از نرم‌افزار ENVI استفاده شده است و ابتدا پیش‌پردازش‌های لازم شامل تصحیحات هندسی و رادیومتریک (از نوع Radiance استفاده شده است) بر روی تصاویر انجام شده است. بعد از آماده‌سازی تصاویر، به‌منظور تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، نمونه‌های تعلیمی در ۴ کلاس نواحی سکونتگاهی، باغات، کشاورزی و مراتع انتخاب شده است و سپس با استفاده از طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال، نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در طی سال‌های ۱۳۶۹، ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ تهیه شده است. در ادامه نقشه‌های کاربری اراضی وارد نرم‌افزار IDRISI شده است و با استفاده از مدل LCM، روند تغییرات کاربری اراضی و توسعه نواحی سکونتگاهی در طی سال‌های مورد مطالعه ارزیابی شده است.

۴- یافته‌ها (نتایج)

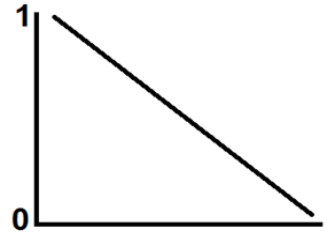
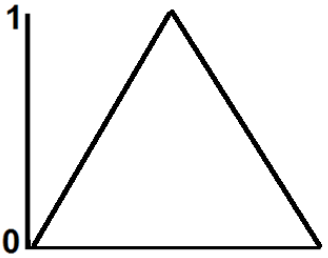
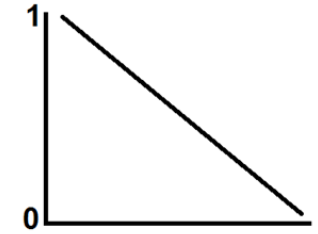
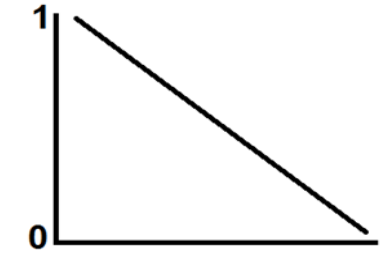
-شناسایی مناطق مستعد وقوع سیلاب

در این پژوهش به‌منظور شناسایی مناطق مستعد وقوع سیلاب از ۶ پارامتر شیب، جهت شیب، ارتفاع، فاصله از رودخانه، کاربری اراضی و لیتولوژی استفاده شده است. شیب زمین نقش مهمی در سرعت رواناب دارد و به‌طور معمول مناطق کم شیب پتانسیل سیل‌خیزی بیشتری دارند، به همین دلیل به‌منظور فازی سازی لایه شیب، به مناطق کم شیب ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق پرشیب ارزش نزدیک به صفر داده شده است. جهت شیب بر میزان انرژی دریافتی، رطوبت و ذوب برف مؤثر است، بنابراین دامنه‌های شمالی مرطوب‌تر هستند و پتانسیل سیل‌خیزی بیشتری دارند. ارتفاع نیز از پارامترهای مؤثر در سیل‌خیزی محسوب می‌شود. به‌طور معمول مناطق مرتفع کمتر در معرض سیلاب قرار دارند، بر این اساس در فازی سازی این لایه، به مناطق با ارتفاع کمتر ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق مرتفع ارزش نزدیک به صفر داده شده است. پارامتر رودخانه به‌عنوان اصلی‌ترین عامل در وقوع سیلاب محسوب می‌شود. مناطق نزدیک به رودخانه در معرض سیلاب هستند به همین دلیل در فازی سازی این لایه، به مناطق نزدیک به رودخانه ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دور از رودخانه ارزش نزدیک به صفر داده شده است. پارامتر مربوط به کاربری اراضی از دیگر پارامترهای مورد استفاده است. در واقع، نوع پوشش زمین نقش مهمی در میزان رواناب، نفوذ و سرعت جریان دارد، مناطقی که دارای پوشش

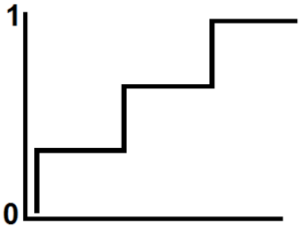
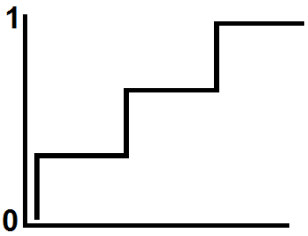
[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

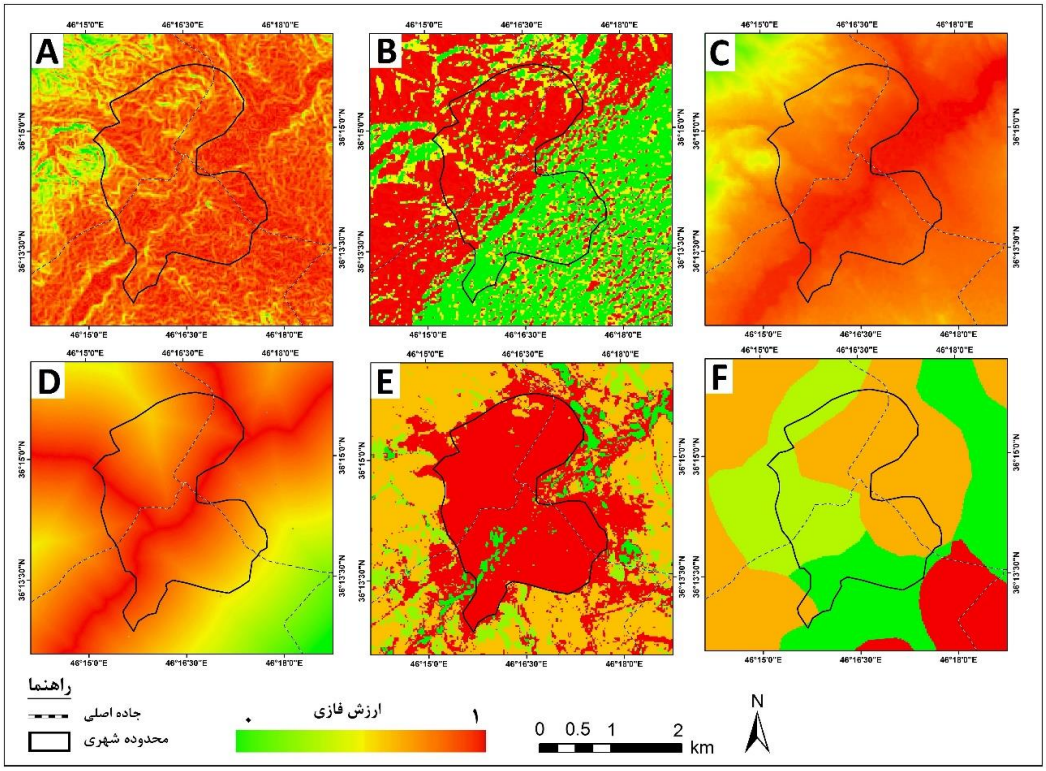
گیاهی متراکمی هستند، کمتر در معرض مخاطره سیلاب قرار دارند، بنابراین به‌منظور فازی سازی این لایه، به مناطق دارای پوشش گیاهی کم (مانند مناطق شهری) ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دارای پوشش گیاهی متراکم (مانند باغات) ارزش نزدیک به صفر داده شده است. همچنین نوع لیتولوژی نیز از عوامل مؤثر در تشدید وقوع سیلاب محسوب می‌شود. مناطقی که دارای لیتولوژی نفوذناپذیر هستند (مانند سنگ‌های بازالتی)، پتانسیل نفوذپذیری کمی دارند به همین دلیل در معرض رواناب و سیلاب قرار دارند، بنابراین به‌منظور فازی سازی این لایه، به مناطق دارای لیتولوژی بازالت و آندزیت ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق آبرفتی ارزش نزدیک به صفر داده شده است. با توجه به موارد مذکور، در جدول ۲ و شکل ۲ مشخصات لایه‌های اطلاعاتی و نحوه فازی سازی آن‌ها نشان داده شده است.

جدول ۲: نحوه استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی

معیار	نحوه استانداردسازی	تابع عضویت	شکل
شیب	به مناطق کم شیب ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق پرشیب ارزش نزدیک به صفر داده شده است.		A
جهت شیب	به جهات شیب شمالی ارزش نزدیک به ۱ و به جهات شیب جنوبی ارزش نزدیک به صفر داده شده است.		B
ارتفاع	به مناطق کم ارتفاع ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق مرتفع ارزش نزدیک به صفر داده شده است.		C
رودخانه	به مناطق نزدیک به رودخانه ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دور از رودخانه ارزش نزدیک به صفر داده شده است.		D

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

کاربری اراضی	-مناطق شهری دارای ارزش ۰/۹ -مراتع دارای ارزش ۰/۷ -کشاورزی دارای ارزش ۰/۵ -باغات دارای ارزش ۰/۳	E 
لیتولوژی	-آندزیت و بازالت دارای ارزش ۰/۹ -ماسه سنگ و گنگلومرا دارای ارزش ۰/۷ -آهک دارای ارزش ۰/۵ -مواد آبرفتی دارای ارزش ۰/۳	F 



شکل ۲: نقشه فازی سازی شده لایه‌های اطلاعاتی

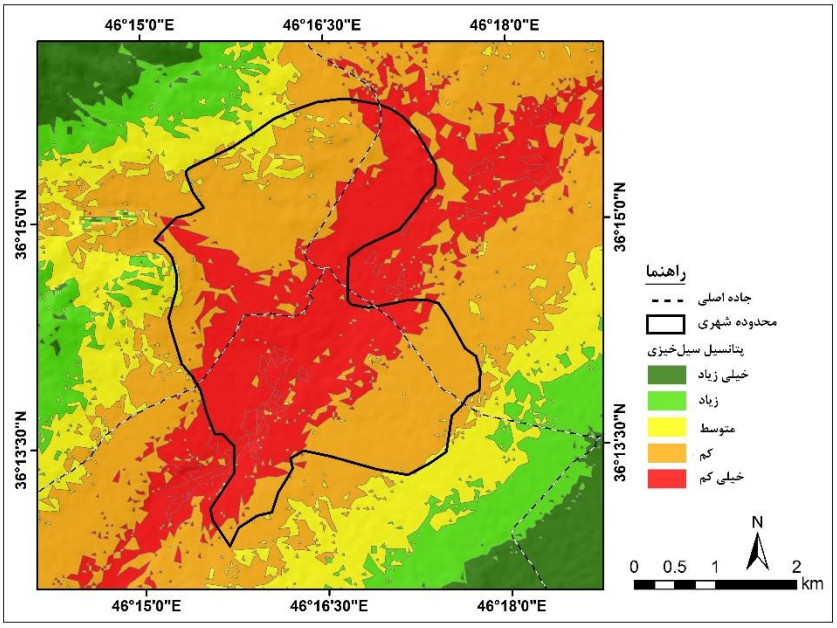
وزن‌دهی و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی: پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، با توجه به اینکه ارزش و اهمیت لایه‌ها یکسان نیست، از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) به‌منظور وزن دهی به لایه‌ها استفاده شده است (جدول ۳). به‌منظور امتیازدهی به معیارها از طریق پرسشنامه و دیدگاه‌های کارشناسان امر (۵ کارشناس ژئومورفولوژی و ۵ کارشناس برنامه‌ریزی شهری) استفاده شده است. برای انجام محاسبات از نرم‌افزار Expert choice استفاده شده و پس از به دست آوردن وزن‌های نهایی هر کدام از معیارها، وزن به دست آمده در نرم‌افزار ArcGIS بر روی لایه‌ها اعمال شده است و در نهایت لایه‌های

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

اطلاعاتی با استفاده از عملگر گامای فازی باهم ترکیب شده و نقشه نهایی مناطق مستعد وقوع سیلاب در محدوده مطالعاتی تهیه شده است (شکل ۳). بر اساس نقشه مذکور، مناطق میانی محدوده به دلیل مجاورت با رودخانه سقز، ارتفاع و شیب کم، دارای بالاترین پتانسیل سیل‌خیزی است.

جدول ۳: وزن لایه‌های اطلاعاتی بر اساس مدل AHP (نرخ ناسازگاری: ۰/۰۴)

پارامتر	شیب	جهت شیب	ارتفاع	فاصله از رودخانه	کاربری اراضی	لیتولوژی
وزن	۰/۱۸۲	۰/۱۲۴	۰/۱۶۱	۰/۲۵۹	۰/۱۴۳	۱۳۱

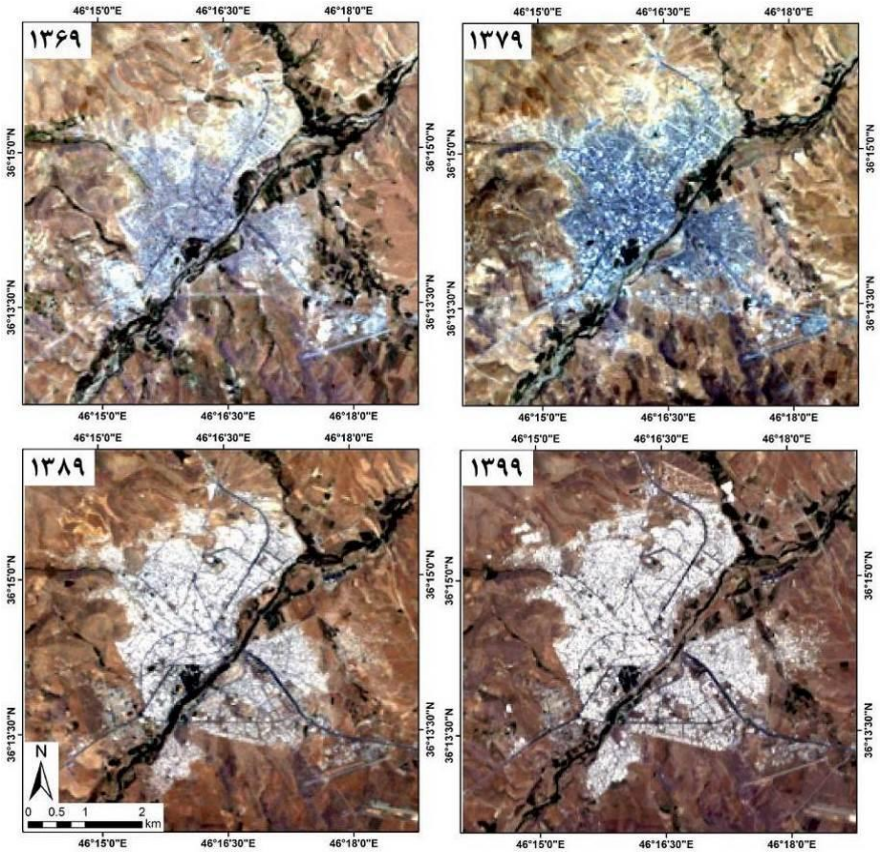


شکل ۳: نقشه مناطق مستعد وقوع سیلاب در منطقه مورد مطالعه

-ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر سقز به سمت مناطق مستعد وقوع سیلاب

در این پژوهش به‌منظور بررسی روند توسعه فیزیکی شهر سقز از تصاویر ماهواره لندست در طی سال‌های ۱۳۶۹، ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ استفاده شده است (شکل ۴).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]



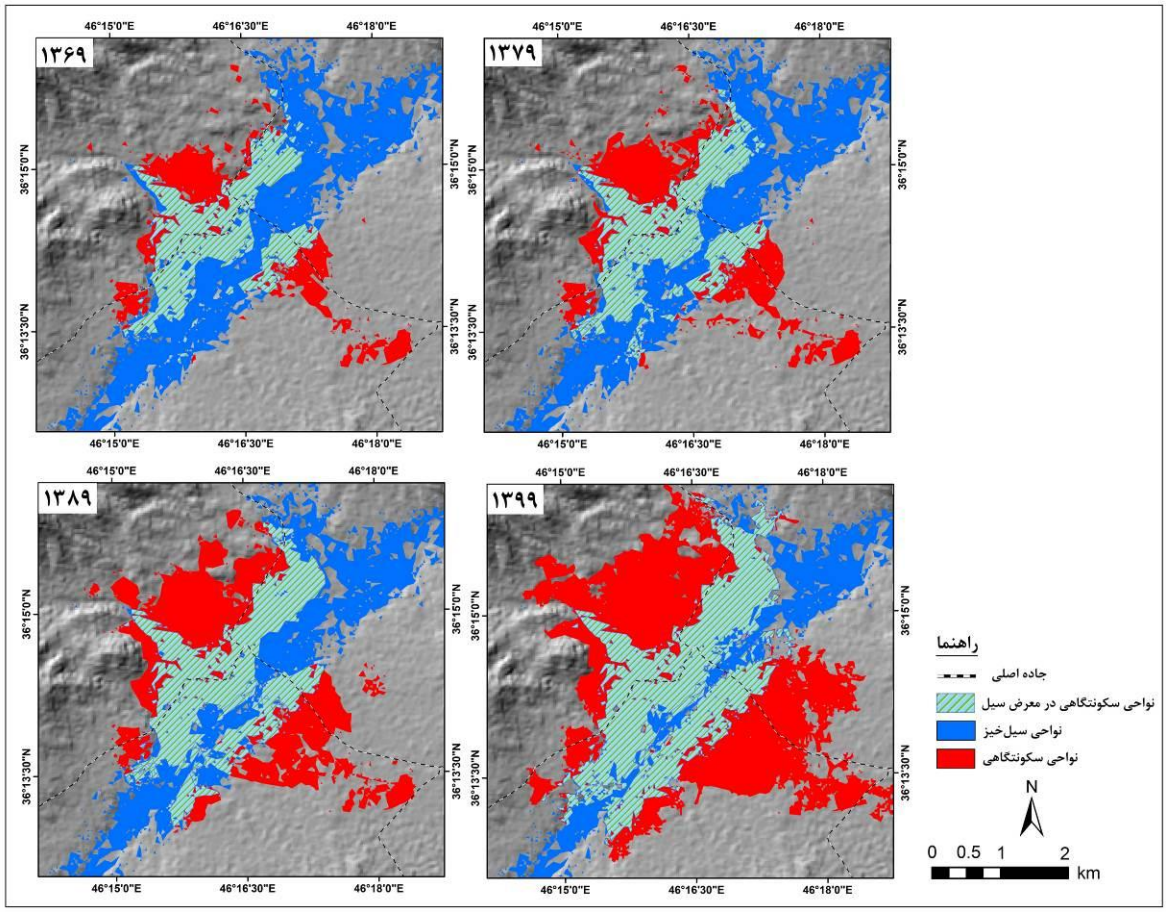
شکل ۴: تصاویر ماهواره لندست مورد استفاده

پس از تهیه تصاویر مذکور، ابتدا پیش پردازش‌های لازم بر روی تصاویر انجام شده و سپس نقشه‌های کاربری اراضی منطقه تهیه شده است. بر اساس نقشه‌های مذکور، نواحی سکونتگاهی شهر سقز در طی دوره زمانی مورد مطالعه با رشد زیادی مواجه شده است (شکل ۵). بر اساس نتایج حاصله، شهر سقز در سال ۱۳۶۹، حدود ۶/۵ کیلومترمربع وسعت داشته است که این میزان با ۱/۱ کیلومترمربع افزایش، در سال ۲۰۰۰ به ۷/۶ کیلومترمربع افزایش یافته است. در ادامه روند توسعه فیزیکی این شهر، مساحت نواحی سکونتگاهی تا سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ به ترتیب به ۱۰/۲ و ۱۶/۶ کیلومترمربع افزایش یافته است. بر این اساس، بیشترین میزان توسعه فیزیکی با ۵/۵ کیلومترمربع مربوط به دوره زمانی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ بوده است. همچنین نتایج روند توسعه فیزیکی شهرها به سمت مناطق سیل‌خیز بیانگر این است که در سال ۱۳۶۹، ۳/۸ کیلومترمربع از نواحی سکونتگاهی در معرض مخاطره سیلاب بوده است که از این میزان تا سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ به ترتیب به ۴/۳، ۵/۱ و ۷/۲ کیلومترمربع افزایش یافته است. بر این اساس، بیشترین میزان توسعه به سمت مناطق سیل‌خیز با ۱/۹ کیلومترمربع، مربوط به دوره زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ بوده است (جدول ۴ و شکل ۶).

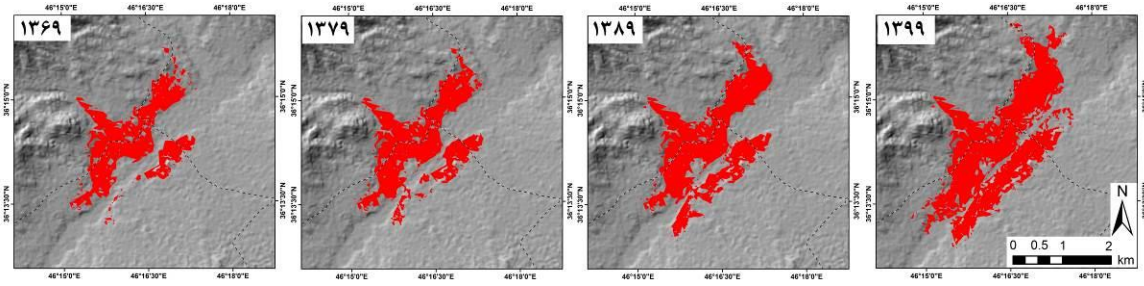
جدول ۴: مساحت نواحی سکونتگاهی و مناطق در معرض سیلاب در طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹ بر حسب کیلومترمربع

کاربری	۱۳۶۹	۱۳۷۹	۱۳۸۹	۱۳۹۹
نواحی سکونتگاهی	۶/۵	۷/۶	۱۰/۲	۱۶/۷
نواحی در معرض سیلاب	۳/۸	۴/۳	۵/۱	۷/۲

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]



شکل ۵: نقشه نواحی سکونتگاهی محدوده مطالعاتی در طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹



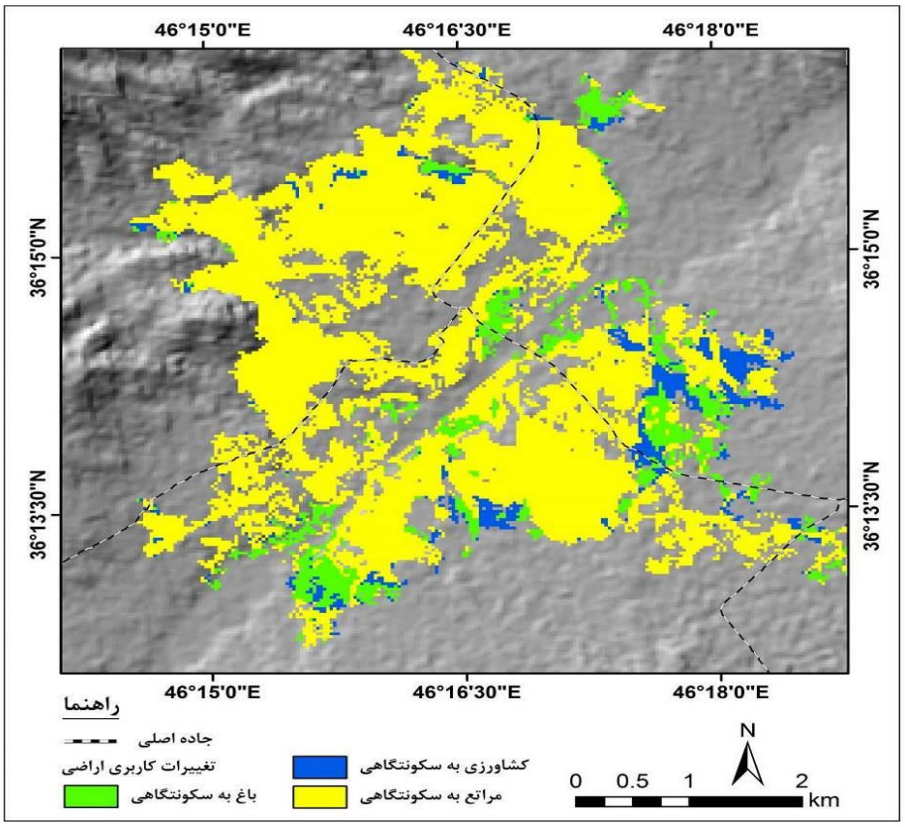
شکل ۶: نقشه نواحی در معرض سیلاب محدوده مطالعاتی در طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰

در این پژوهش به‌منظور تحلیل تغییرات کاربری اراضی، از مدل LCM استفاده شده است. در واقع، به‌منظور شناسایی میزان تغییرات سایر کاربری‌ها به کاربری نواحی سکونتگاهی و همچنین شناسایی نواحی مناطق در معرض تغییر، از مدل LCM استفاده شده و با استفاده از آن میزان تغییرات صورت گرفته از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹ ارزیابی شده است. بر اساس نتایج حاصله، در طی دوره زمانی مورد مطالعه، ۸/۸ کیلومترمربع از مراتع به نواحی سکونتگاهی تبدیل شده است، همچنین به ترتیب ۰/۶ و ۰/۸ از کاربری کشاورزی و باغات نیز به نواحی سکونتگاهی تبدیل شده است (جدول ۵). ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی بیانگر این است که روند توسعه شهر سقز بیشتر به سمت مناطق شرقی این شهر بوده است (شکل ۷). بر اساس نقشه تهیه شده، در یک روند کلی، میزان تغییرات به سمت مناطق شمالی و شرقی این شهر بیشتر بوده است.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

جدول ۵: روند تغییرات سایر کاربری‌ها به کاربری نواحی سکونتگاهی در طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰

تغییرات کاربری اراضی	مراتع به سکونتگاهی	کشاورزی به سکونتگاهی	باغ به سکونتگاهی
مساحت (کیلومترمربع)	۸/۸	۰/۶	۰/۸



شکل ۷: نقشه ارزیابی تغییرات سایر کاربری‌ها به کاربری نواحی سکونتگاهی

۵- بحث و نتیجه‌گیری

افزایش جمعیت و توسعه فیزیکی شهرها سبب افزایش آسیب‌پذیری نواحی شهری شده است. اهمیت موضوع سبب شده است تا در این مورد تحقیقات مختلفی صورت گیرد، اما در این تحقیق بر خلاف بسیاری از تحقیقات پیشین مانند Madadi و همکاران (۲۰۱۸) و Hemati و همکاران (۲۰۱۹) که فقط مناطق مستعد وقوع سیلاب شناسایی شده است، روند توسعه فیزیکی نواحی شهری به سمت مناطق سیل‌خیز نیز ارزیابی شده است. نتایج شناسایی مناطق مستعد وقوع سیلاب بیانگر این است که بخش‌های میانی محدوده مطالعاتی به دلیل نزدیکی به رودخانه، ارتفاع و شیب کم، دارای پتانسیل سیل‌خیزی بالایی است. نتایج ارزیابی توسعه فیزیکی شهر سقز نیز بیانگر این است که این شهر در طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹ با توسعه زیادی مواجه شده است که بر اساس نتایج حاصله، شهر سقز در سال ۱۳۶۹ حدود ۶/۵ کیلومترمربع وسعت داشته است که این میزان در سال ۱۳۹۹ به ۱۶/۷ کیلومترمربع افزایش یافته است. نتایج ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر سقز به سمت مناطق مستعد وقوع سیلاب بیانگر این است که در سال ۱۳۶۹ حدود ۳/۸

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

کیلومترمربع در معرض سیلاب قرار داشته است که این میزان در سال ۱۳۹۹ به ۷/۲ کیلومترمربع افزایش یافته است. همچنین نتایج ارزیابی تغییرات کاربری اراضی بیانگر این است که در طی دوره زمانی مورد مطالعه، ۸/۸ کیلومترمربع از مراتع، ۰/۶ از اراضی کشاورزی و ۰/۸ از مراتع به نواحی سکونتگاهی تبدیل شده است که بیشترین میزان آن مربوط به نواحی شرقی شهر سقز بوده است. با توجه به موارد مذکور، بخش زیادی از شهر سقز در طی سال‌های اخیر به سمت مناطق مستعد وقوع سیلاب حرکت کرده است که بیانگر عدم نظارت بر توسعه فیزیکی این شهر بوده است.

فهرست منابع

1. Ansari Lari, A., Najafi, I., Nourbakhsh, Seyyedah, F. (2011). Capabilities and geomorphological limitations of the physical development of Ilam city. Environment preparation, 4(15), 1-16. (In Persian)
2. Batten, D. F. (2007). Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals, by Michael Batty.
3. Dewan, A. M., & Yamaguchi, Y. (2009). Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization. Applied geography, 29(3), 390-401. .
4. Fekete, A., (2022). Peri-urban growth into natural hazard-prone areas: mapping exposure transformation of the built environment in Nairobi and Nyeri, Kenya, from 1948 to today. Natural Hazards.
5. Gholami, Mohammad, & Ahmadi, Mehdi. (2019). Micro-Zoning Flood Hazard in Lamerd City using AHP, GIS and Fuzzy Method. Journal of Natural Environment Hazards, 8(20), 101-114. (In Persian)
6. Gibreel, T. M., Herrmann, S., Berkhoff, K., Nuppenau, E. A., & Rinn, A. (2014). Farm types as an interface between an agroeconomical model and CLUE-Naban land change model: Application for scenario modelling. Ecological indicators, 36, 766-778.
7. Gutman, G., Janetos, A. C., Justice, C. O., Moran, E. F., Mustard, J. F., Rindfuss, R. R., ... & Cochrane, M. A. (2004). Remote sensing and digital image processing. Land Change Science, 6(1), 1-15.
8. Hemmati, Rezvan & Noshadi, Mehdi. (2019). Assessing the potential of areas prone to flooding in Sanghar city using the integrated model of fuzzy logic and AHP. The 14th Congress of the Iranian Geographic Society.
9. Iran Statistics Center (2016), census results of 2016, population of cities in Kurdistan province.
10. Jamali, Meysam, Moghmi, Ebrahim, Jafarpour, Zeynolabedin, & Kardovani, Parviz. (2015). Spatial Analysis of Geomorphological Hazards of Urban Development in the Banks of Khoshk River in Shiraz, Iran. Journal of Spatial Analysis Environmental Hazarts, 2(3):51-61. (In Persian)
11. Madadi, Aghil., piroozi, elnaz, & Aghayary, Leila. (2019). Flood Hazard Zonation by Combining SCS-CN and WLC Methods (Case study: Khiyave Chay Meshkinshahr Basin). Hydro-geomorphology, 5(17), 85-102. (In Persian)
12. Mahmoudzadeh, Hassan, & Bakooyi, Maedeh. (2019). Flood zoning using fuzzy analysis (case study: Sari city). Journal of Natural Environment Hazards, 7(18), 51-68. (In Persian)
13. Maleki, S., Ebrahimi. A. (2023). Evaluation of the physical development process of residential areas using satellite images (case study: Handijan city). Geography and Development, 21(72), 177-166. (In Persian)
14. Mohammahkhan, Shirin., Ganjaeian, Hamid., Shahri, Somayeh, & Abbaszade, Amirali. (2019). Predicting the trend of urban development toward hazardous areas using multi temporal images (Case Study: Marivan City). Geographical Data, 28(110), 107-117. (In Persian)
15. Negahban, Saeed, Ganjaeiyan, Hamid, Feraydoonikordestani, Mojdeh, & Cheshmehsefidi, Ziba. (2019). Assessing the physical development of cities and extending to geomorphological

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

prohibited areas Using Land Change Modeler (Case Study: Sanandaj City). Journal of Natural Environment Hazards, 8(20), 39-52. (In Persian)
16. Norinejad, Ali., Daryabari, Seyyed Jamaleddin, & Arghan, Abbas. (2020). Assessing the Ecological Capability of Urban Development Using Systemic Model (A Case Study of Sari). Environmental Based Territorial Planning (amayesh), 12(47), 67-84. (In Persian)
17. Panda, G. K., & Dandapat, K. (2018). A geographic information system-based approach of flood hazards modelling, Paschim Medinipur district, West Bengal, India. Jàmbá: Journal of Disaster Risk Studies, 10(1), 1-7.
18. Perera, E. D. P., Hiroe, A., Shrestha, D., Fukami, K., Basnyat, D. B., Gautam, S., ... & Tanaka, S. (2015). Community-based flood damage assessment approach for lower West Rapti River basin in Nepal under the impact of climate change. Natural Hazards, 75, 669-699.
19. Roy, H. G., Fox, D. M., & Emsellem, K. (2014). Predicting land cover change in a Mediterranean catchment at different time scales. In Computational Science and Its Applications–ICCSA 2014: 14th International Conference, Guimarães, Portugal, June 30–July 3, 2014, Proceedings, Part IV 14 (pp. 315-330). Springer International Publishing.
20. Serre, D., Barroca, B., Balsells, M., & Becue, V. (2018). Contributing to urban resilience to floods with neighbourhood design: The case of Am Sandtorkai/Dalmannkai in Hamburg. Journal of Flood Risk Management, 11, 69-83.
21. Shokoohi, Alireza., Hosseini Pajouh, Nazgol., Bakhtiari, Afshin.(2017). Flood Forecasting Via Daily Scale Standardized Precipitation Index. Journal of Civil and Environmental Engineering, 48(2), 27-35.
22. Tewolde, M. G., & Cabral, P. (2011). Urban sprawl analysis and modeling in Asmara, Eritrea. Remote Sensing, 3(10), 2148-2165.
23. Yang, Y. E., Ray, P. A., Brown, C. M., Khalil, A. F., & Yu, W. H. (2015). Estimation of flood damage functions for river basin planning: a case study in Bangladesh. Natural Hazards, 75, 2773-2791.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]