Archive of SID

Journal of Border Scince and Technology
Vol. 10, No.2, Summer 2021

Flood Risk Assessment and Zoning in Urban Settlements of Khuzestan Border Province Using the Fuzzy-AHP Method

Ali Hanafi[1], Assistant Professor in Natural Geography, Imam Ali Police Officer University, Tehran, Iran -Vahid Barani Pesyan, Assistant Professor in Geography, Amin Police University, Tehran, Iran- Seyyed Ali Ebadi Nejad - Associate Professor, in Geography, Amin Police University, Tehran, Iran

Received: 26, December, 2020 Accepted: 30, Aprill, 2021

Abstract

Flood risk assessment and zoning in urban settlements due to their development along rivers, bed and floodplain plains without recognizing and paying attention to hydrological and dynamic conditions of rivers and upstream parts of the basin that increase flood risk and cause loss of life, life and property is necessary and important for the sustainable development of urban settlements. Iran, especially Khuzestan province, is no exception and is always at risk of floods. Therefore, the main purpose of this study is to assess and zone the vulnerability of urban settlements in Khuzestan province to flood risk. In the present study, after identifying the effective factors in the occurrence of floods in Khuzestan region, to access digital information from topographic maps with a scale of 1:50,000 of the Geographical Organization of the Armed Forces and also a Land Use Map with a scale of 1:100000 of the Forests and Rangelands Organizations have been employed. Then, after creating the information layers, fuzzy hierarchical analysis methods were used for standardization and weighting, and finally, based on the weights extracted from the fuzzy AHP method in the GIS environment, flood risk zoning was performed. The results of flood zoning showed that Khuzestan region in terms of flood vulnerability is divided into five areas of very high, high, moderate, low and very low vulnerability. Areas with very high vulnerability with an area of 14,177 square kilometers about 23 percent, areas with high vulnerability with an area of 20,077 square kilometers about 32.7 percent, areas with moderate vulnerability in terms of flooding about 9,509 square kilometers and 15.5 percent, and areas with low and very low vulnerability, with 11,355 and 6,303 square kilometers, respectively, cover about 18.5% and 10.3% of the area of Khuzestan province. Also among about 37 important cities located in this province, 18 cities are located in areas with very high vulnerability and 12 cities in areas with high vulnerability in terms of floods. The results of combining the models of decision support systems and GIS in confirmation of previous studies indicate their high efficiency in determining areas with high risk of floods and it is necessary to consider them in the planning and land use processes, especially the risk assessment of these zoned areas.

Keywords: Urban settlements, Flood risk, Fuzzy AHP, Khuzestan Border Province.

[1] - Corresponding Author Email: hanafi772@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقاله پژوهشی

فصلنامه علوم و فنون مرزی، دورهٔ دهم، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۴۰۰

صص ۳۵-۱

ارزیابی و پهنه‌بندی خطر سیلاب در سکونتگاه‌های شهری استان مرزی خوزستان با استفاده از روش Fuzzy- AHP

علی حنفی[۱]– استادیار جغرافیای طبیعی، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران

وحید بارانی پسیان– استادیار جغرافیا، دانشگاه علوم انتظامی امین، تهران، ایران

سید علی عبادی‌نژاد–دانشیار جغرافیا، دانشگاه علوم انتظامی امین، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/ ۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۱۵

چکیده

ارزیابی و پهنه‌بندی ریسک سیلاب در سکونتگاه‌های شهری به دلیل توسعه آن‌ها در حاشیه رودخانه‌ها، بستر و حواشی دشت‌های سیلابی بدون شناخت و توجه به شرایط هیدرولوژیکی و دینامیکی رودخانه‌ها و قسمت‌های بالادست حوضه که موجب افزایش خطر سیلاب و خسارات جانی، مالی و زیربنایی می‌شود، امری ضروری و مهم در راستای توسعه پایدار سکونتگاه‌های شهری می‌باشد. کشور ایران و به‌ویژه استان مرزی خوزستان نیز از این امر مستثنی نبوده و همواره در معرض خطر سیل قرار دارند؛ بنابراین هدف اصلی این پژوهش ارزیابی و پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های شهری استان خوزستان از مخاطره سیلاب می‌باشد. در پژوهش حاضر پس از شناسایی عوامل مؤثر در وقوع سیلاب در منطقه خوزستان، برای دسترسی به اطلاعات رقومی از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و همچنین از نقشه کاربری اراضی با مقیاس ۱۰۰۰۰۰: ۱ سازمان جنگل‌ها و مراتع استفاده گردیده است. در ادامه بعد از ایجاد لایه‌های اطلاعاتی، از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی فازی برای استانداردسازی و وزن دهی استفاده شد و درنهایت بر اساس وزن‌های مستخرج از روش AHP فازی در محیط GIS پهنه‌بندی ریسک سیلاب انجام گرفت. نتایج حاصل از پهنه‌بندی سیلاب نشان داد که منطقه خوزستان ازلحاظ میزان آسیب‌پذیری در برابر سیل به پنج ناحیه آسیب‌پذیری خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم تقسیم می‌گردد. مناطق با آسیب‌پذیری خیلی زیاد با وسعت ۱۴۱۷۷ کیلومترمربع در حدود ۲۳ درصد، مناطق با آسیب‌پذیری زیاد با وسعت ۲۰۰۷۷ کیلومترمربع در حدود ۳۲/۷ درصد، مناطق با آسیب‌پذیری متوسط ازلحاظ سیل‌خیزی در حدود ۹۵۰۹ کیلومترمربع و ۱۵/۵ درصد و مناطق با آسیب‌پذیری کم و خیلی کم به ترتیب با ۱۱۳۵۵ و ۶۳۰۳ کیلومترمربع در حدود ۱۸/۵ و ۱۰/۳ درصد از وسعت استان خوزستان را شامل می‌گردند. همچنین از بین حدود ۳۷ شهر مهم که در این استان واقع‌شده است؛ ۱۸ شهر در مناطق با آسیب‌پذیری خیلی زیاد و ۱۲ شهر در مناطق با آسیب‌پذیری زیاد ازنظر سیلاب واقع‌شده است. نتایج حاصل از تلفیق مدل‌های سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری و سیستم اطلاعات جغرافیایی در تأیید مطالعات پیشین، حاکی از کارایی بالای آن‌ها در تعیین مناطق با ریسک بالای سیلاب می‌باشد و ضرورت دارد در فرایند برنامه‌ریزی و آمایش به‌ویژه ارزیابی خطر این سطوح پهنه‌بندی شده مدنظر قرارگرفته شود.

واژگان کلیدی: سکونتگاه‌های شهری، مخاطره سیلاب، AHP فازی، استان مرزی خوزستان.

۱. نویسنده مسئول Email: hanafi772@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مخاطرات محیطی هم طبیعی و هم انسانی از مؤلفه‌هایی است که در ابتدای تصمیم‌گیری در آمایش سرزمین باید به آن پرداخت؛ زیرا استفاده مؤثر از توان اکولوژیکی بالفعل و بالقوه یک محیط بستگی به آن‌ها دارد. مخاطرات محیطی از عوامل تأثیرگذار در جوامع بشری بوده و از بلایای عمده و مهم قلمداد می‌شوند (Jonkman & Dawson,2010:45). طبق گزارش جهانی برنامه عمران سازمان ملل در مورد خطر بلایای طبیعی، سیلاب همراه با زلزله و خشک‌سالی بالاترین رتبه را ازلحاظ خسارت مالی و جانی به همراه دارند (حاتمی نژاد و همکاران،۱۳۹۶: ۱۴۲). سیل از اصلی‌ترین مخاطرات جهانی است که سبب خسارت‌های زیادی به بخش کشاورزی، شیلات، مسکن و زیرساخت‌ها می‌شود و به‌شدت روی فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی تأثیر می‌گذارد (chang et al,2008:209،). رخداد سیل یکی از سه بلایای طبیعی اصلی ایران است و به‌جرائت می‌توان گفت که سالانه حداقل در یک نقطه از این سرزمین سیل درخور توجهی رخ می‌دهد و بر اساس مطالعات انجام‌شده، سالانه حدود ۴۰ رخداد کوچک و بزرگ در همه نقاط کشور رخ می‌دهد (موسوی و همکاران،۱۳۹۷: ۸۳۰). از مخاطراتی که امروزه بشر با آن مواجه می‌باشد، پدیده سیلاب شهری است. این مخاطره بیش از هر پدیده هیدرو اقلیمی دیگری خسارت و تخریب به بار می‌آورد. سیلاب در مقایسه با سایر بلایای طبیعی، حدود ۲۰ درصد از مرگ‌ومیرها و ۳۳ درصد از خسارت‌های اقتصاد جهانی را سبب می‌شود. به‌گونه‌ای که تنها در یک دهه اخیر منتهی به سال ۲۰۰۰ میلادی، میزان خسارت ناشی از سیل و طوفان بالغبر ۲۱ میلیارد دلار در مقابل ۱۸ میلیارد دلار خسارت ناشی از زلزله بوده است (قنبرزاده و همکاران،۷۹:۱۳۹۴). توسعه شهرنشینی به‌ویژه در مناطق مرزی بدون در نظر گرفتن مخاطرات و ملاحظات زیست‌محیطی، بر خسارات سیل در دهه‌های اخیر افزوده است. ازاین‌رو آگاهی از میزان خطرپذیری مناطق مختلف و توجه به موضوع مدل‌سازی ریسک و مدیریت سیلاب به‌عنوان یکی از محورهای مهم در پرداختن به مسائل آبخیزداری با تأکید بر حفاظت محیط‌زیست حائز اهمیت و توجه است. کشور ایران و به‌ویژه مناطق

www.SID.ir

Archive of SID

مرزی و کم ارتفاعی مانند خوزستان همواره در معرض خطر سیل قرار دارد که ازجمله دلایل اصلی این موضوع، بارش‌های نامناسب به لحاظ پراکنش مکانی و زمانی، شدت و حجم بارش‌ها، کمبود پوشش گیاهی در این مناطق، عدم وجود سیستم‌های هشدار در حوضه‌های آبخیز، عدم وجود بندها و سدهای خشکه‌چین و مسیل‌های متعدد در آن می‌باشد. با توجه به وجود شرایط خاص ژئومورفولوژیکی و هیدرولوژیکی در منطقه خوزستان و جریان رودخانه‌های پرآبی مانند کارون، کرخه، دز و ... و گسترش و رشد فیزیکی شهرها و کاهش و تخلیه روستاهای این مناطق، بررسی ریسک ناشی از مخاطرات طبیعی (سیل، زلزله، آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع و...) و انسانی از اهمیت زیادی در آمایش سرزمین و مدیریت بحران برخوردار است. همچنین توسعه شهرنشینی به‌ویژه در مناطق مرزی بدون در نظر گرفتن مخاطرات و ملاحظات زیست‌محیطی، بر خسارات سیل در دهه‌های اخیر افزوده است. ازاین‌رو آگاهی از میزان خطرپذیری مناطق مختلف و توجه به موضوع مدل‌سازی ریسک و مدیریت سیلاب به‌عنوان یکی از محورهای مهم در پرداختن به مسائل آبخیزداری با تأکید بر حفاظت محیط‌زیست حائز اهمیت و توجه است. طراحی یک سیستم فضایی برای مدل‌سازی و پهنه‌بندی خطر سیلاب می‌تواند به‌عنوان ابزاری مؤثر در پیش‌بینی و برنامه‌ریزی کاهش آسیب‌های سیلاب در سکونتگاه‌های مناطق مرزی گردد؛ هدف از انجام این پژوهش شناسایی مناطق با درجات مختلف ریسک مخاطرات محیطی سیلاب و تعیین میزان آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های شهری واقع در استان مرزی خوزستان از مخاطره سیلاب با بهره‌گیری از مدل‌های تحلیل AHP فازی در محیط نرم‌افزار Arc GIS می‌باشد. بدین منظور این پژوهش به دنبال پاسخ‌گویی به سؤالات زیر می‌باشد:

- ❖ آیا می‌توان مناطق ایمن به لحاظ خطر سیل‌خیزی با دوره‌های بازگشت مختلف را برای توسعه سکونتگاه‌های شهری در مناطق مرزی استان خوزستان را شناسایی نمود؟
- ❖ عوامل مؤثر در ایجاد و بروز سیلاب در منطقه خوزستان کدام عوامل هستند؟

www.SID.ir

Archive of SID

❖ آیا در مکان گزینی سکونتگاه‌های شهری مناطق مرزی خوزستان، مخاطرات سیلاب مدنظر قرارگرفته است؟

پیشینه پژوهش

مطالعات زیادی در زمینه پهنه‌بندی سیلاب در سطح کشور و جهان با استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی و نیز روش‌های تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی صورت گرفته است، که در این بخش به چند مورد از آن‌ها پرداخته است.

جانگ[1] و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی با عنوان «نقشه‌برداری ساده از طغیان سیل بر اساس درجه‌بندی تخلیه سیل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در حوضه‌های آبریز» پرداخته و با استفاده از تصاویر لندست و مدل رقومی ارتفاعی، نقشه آبگیری سیل را بر اساس منحنی رتبه ارتفاع- تخلیه سیل برای دو رودخانه در ایندیانا آمریکا تهیه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که بین محدوده سیل گیر برآورد شده و محدوده سیل گیر واقعی برای سیل‌های بزرگ‌تر تطابق بیشتری وجود دارد. ایسوب[2] و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی با عنوان «کاربرد مدل HEC-RAS در تجزیه‌وتحلیل سیلاب» به تجزیه‌وتحلیل خطر سیلاب در حوضه اوزنا پرداختند. نتایج تحقیق این پژوهشگران نشان‌دهنده ریسک بالای سیلاب در این حوضه می‌باشد. نتایج شبیه‌سازی سیلاب این حوضه نشان داده که با رخداد سیلاب در محدوده موردمطالعه حدود ۱۴۷ ساختمان واقع در اطراف رودخانه با مخاطره مواجه خواهند بود. الخراچی[3] (۲۰۱۵) در پژوهشی با عنوان «شناسایی خطر سیل برق‌آسا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و ابزارهای GIS در شهر نجران عربستان سعودی» مخاطره سیلاب را در این شهر مورد ارزیابی قرار دادند. در این پژوهش از روش AHP در جهت وزن دهی به معیارهای (رواناب، نوع خاک، شیب، ناهمواری سطح، تراکم زهکشی و فاصله از کانال و کاربری اراضی) استفاده گردید و درنهایت با همپوشانی لایه‌ها پهنه‌های سیل‌خیز

1. Jung
2. Iosub
3. Al Kharachi

www.SID.ir

Archive of SID

شناسایی گردید. سومیا[1] و همکاران (۲۰۱۵) در مقاله‌ای با عنوان «پهنه‌بندی آسیب‌پذیری سیل شهر کوچین در ساحل جنوب غربی هند با استفاده از سنجش‌ازدور و GIS»، میزان آسیب‌پذیر شهر کوچین را از مخاطره سیلاب مورد ارزیابی قرار داده و به این نتیجه دست یافتند که در میان مناطق آسیب‌پذیر ازلحاظ سیل، مناطق با آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا جمعاً حدود ۸/۶ درصد از مساحت کل شهر را تشکیل می‌دهد. ختاک[2] و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی با عنوان «تهیه نقشه پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از مدل HEC-RAS و GIS (مطالعه موردی: رودخانه کابل)» به تهیه نقشه پهنه‌های سیلابی رودخانه کابل پرداخته و از طریق نقشه‌های پهنه‌ای سیلاب به شناسایی مناطق تحت تأثیر مخاطره سیلابی این رودخانه پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد، بیشترین محدوده تحت تأثیر مخاطره سیلاب زمین‌های کشاورزی اطراف رودخانه می‌باشد. ازمری[3] و همکاران (۲۰۱۸) در مقاله‌ای با عنوان «تجزیه‌وتحلیل آسیب‌پذیری فیزیکی در برابر جاری شدن سیل در حوضه کوچک کوهستانی آچه در استان آچه مالزی» به شناسایی پهنه‌های سیل‌خیز در این حوضه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و با بررسی پارامترهایی مانند دبی، شیب، شکل حوضه، سدسازی، تراکم زهکشی، فرسایش، ثبات شیب و حجم مخزن به شناسایی مناطق سیل‌خیز پرداخته و مناطق سیل‌خیز را بر اساس نقشه‌های سیلاب مشخص کردند. لشکری و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان «پهنه‌بندی سیلاب رودخانه زرینه‌رود با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-RAS در محیط GIS» به پهنه‌بندی سیلاب رودخانه زرینه‌رود پرداخته و به این نتیجه رسیدند که مناطق مسکونی حاشیه رودخانه چندان در معرض خطر سیل نیستند ولی گسترش فعالیت‌های سازه‌های و کشاورزی در سالیان اخیر باعث محدود گشتن حریم رودخانه شده و امکان نفوذ سیل در اراضی اطراف رودخانه بیشتر شده است. شیخ علیشاهی و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیقی با عنوان «پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی تحلیل رودخانه (مطالعه موردی: حوضه آبریز منشاد- استان یزد)» به پهنه‌بندی

1 sumia
2Khattak
3Azmeri

www.SID.ir

Archive of SID

سیل در حوضه آبریز منشاد یزد پرداختند. محققین در این پژوهش با استفاده از الحاقیه HEC-GeoRAS در نرم‌افزار ArcGIS، گستره سیلاب در اراضی حاشیه رودخانه برای سیلاب با دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سال محاسبه کردند. قبادی و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیقی با عنوان «ارزیابی و پهنه‌بندی ریسک سیلاب سکونتگاه‌های انسانی در راستای توسعه پایدار با بهره‌گیری از Fuzzy AHP در محیط GIS و مدل DPSIR مطالعه موردی: منطقه آبعلی» به ارزیابی و پهنه‌بندی ریسک سیلاب در منطقه آبعلی پرداخته و به این نتیجه رسیدند که از مجموع کل مساحت منطقه مطالعاتی، حدود ۱۷۸۸ هکتار در ریسک بالای سیلاب قرار دارند. کاظمی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان «پهنه‌بندی و مدیریت مخاطرات سیلاب در رودخانه سیمینه‌رود با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC - RAS » به پهنه‌بندی و مدیریت مخاطرات سیلاب در رودخانه سیمینه‌رود پرداختند. بر اساس نتایج مشاهده‌شده از پهنه‌های سیل گیر به این نتیجه رسیدند که در تمام محدوده حوضه با افزایش دوره بازگشت، وسعت اراضی در معرض خطر سیل افزایش می‌یابد. حاتمی نژاد و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان «پهنه‌بندی خطر سیل با استفاده از تحلیل چند معیاره و GIS مطالعه موردی: شهرستان ایذه» به پهنه‌بندی خطر سیل در شهرستان ایذه پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که حدود ۴۳ درصد از شهرستان در پهنه خطر خیلی زیاد، ۱۶/۱۴ درصد در پهنه خطر زیاد، ۱۲/۴۶ درصد در پهنه خطر متوسط، ۱۰/۹۱ درصد در پهنه خطر کم و ۸/۳ درصد خیلی کم ازلحاظ سیل‌خیزی قرار دارند. شریفی پیچون و پرنون (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی و تحلیل فضایی سیل گیری رودخانه قره‌سو با استفاده از منطق فازی در محیط GIS » به ارزیابی و تحلیل فضایی سیل‌گیری رودخانه قره‌سو پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که بیشترین میزان سیل گیری حوضه در بخش‌های شمال غربی و بالادست حوضه در حوالی شهر روانسر و همچنین کرمانشاه وجود دارد. راد و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان «پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در پایین‌دست حوزه آبخیز خرم‌آباد» به پهنه‌بندی سیل در پایین‌دست حوزه آبخیز خرم‌آباد پرداختند. نتایج حاصل از پهنه‌بندی

www.SID.ir

Archive of SID

نشان داد که پهنه سیل مربوط به دبی با دوره بازگشت دوساله با ۱۴۵ مترمکعب بر ثانیه مساختی برابر با ۸/۶ کیلومترمربع و پهنه سیل مربوط به دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله با ۵۵۳ مترمکعب بر ثانیه مساحتی برابر با ۱۰ کیلومترمربع در منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. رضایی مقدم و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی با عنوان «پهنه‌بندی و تحلیل مورفولوژیکی سیلاب‌های رودخانه قره‌سو با استفاده از مدل هیدرودینامیکی HEC-RAS از روستای پیرازمیان تا تلاقی رودخانه اهر چای» به پهنه‌بندی و تحلیل موفولوژیکی سیلاب‌های رودخانه قره‌سو پرداختند. نتایج پهنه‌بندی سیلاب نشان داده که با رخداد سیلابی با دوره بازگشت ۲۵ سال، مساحتی در حدود ۱۰۸۵ هکتار از اراضی کشاورزی و باغات حاشیه رودخانه قره‌سو به زیر آب‌رفته و خسارتی را برای کشاورزان این منطقه به وجود خواهد آورد. پناهی و همکاران (۱۳۹۸) در تحقیقی با عنوان «پهنه‌بندی مخاطره سیلاب به‌منظور تعیین حریم رودخانه‌ها» به پهنه‌بندی مخاطره سیلاب در رودخانه گاماسیاب پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که در دوره بازگشت ۲۵ ساله مساحتی در حدود ۲۳/۸۷ کیلومترمربع و در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله مساحتی در حدود ۴۲/۱ کیلومترمربع از اراضی کشاورزی، مناطق مسکونی و مراتع تحت مخاطره سیلاب قرار دارند. همچنین بر اساس نتایج به‌دست‌آمده میزان خسارت سیلاب ۱۰۰ ساله نسبت به سیلاب ۲۵ ساله به‌طور متوسط ۲۵/۶ درصد بیشتر است.

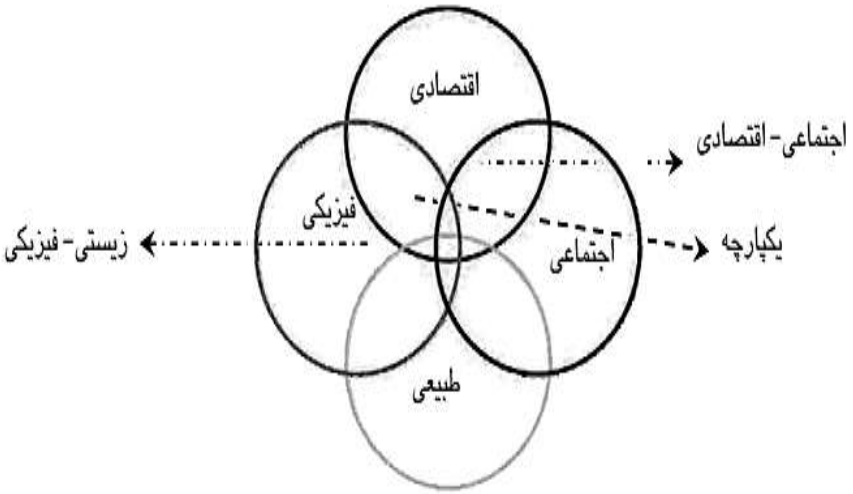
مبانی نظری

مفاهیم و تعاریف آسیب‌پذیری ازنظر تعداد بی‌شمار و ازنظر لغوی متفاوت‌اند ولی در ساده‌ترین و پرکاربردی‌ترین حالت به معنای «درجه زیان حاصل از یک پدیده بالقوه آسیب‌رسان» به‌کاررفته است. امروزه این توصیف آسیب‌پذیری، مفهومی محدود، فنی و به‌طور عمده فیزیکی از آن می‌باشد چراکه به شکل‌گیری نگرش‌های اجتماعی- ساختاری از دهه ۱۹۷۰ و نیز آغاز رویکرد ترکیبی به آن از دهه ۱۹۹۰ تغییر مهمی در مفهوم آسیب‌پذیری از تمرکز بر جبرگرایی محیطی، به سمت فرایندهای ریشه‌ای اجتماعی- اقتصادی و سپس مطالعه آن به‌عنوان خصیصه‌ای از سیستم‌های زوجی انسانی- محیطی

www.SID.ir

Archive of SID

ایجادشده است (رکن‌الدین افتخاری و همکاران، ۱۳۸۸: ۳۲). بنابراین دیگر تصورات سنتی مبتنی بر موقعیت فیزیکی، عناصر تحت ریسک و ایده‌های زیان فیزیکی برای پوشش دادن مفهوم آسیب‌پذیری به‌ویژه در مقیاس اجتماع کافی نیستند. در مقابل آسیب‌پذیری انواع، ابعاد و عوامل متعددی را مطابق شکل (۱) شامل می‌شود.



شکل شماره ۱. انواع، ابعاد و عوامل متعامل آسیب‌پذیری، منبع: (رکن‌الدین افتخاری و همکاران، ۱۳۸۸: ۳۵)

طبقه‌بندی‌های مختلفی از دیدگاه‌های آسیب‌پذیری ارائه‌شده است که درمجموع سه دیدگاه متمایز از هم در تبیین آسیب‌پذیری را می‌توان به شرح ذیل مشخص کرد:

دیدگاه زیستی فیزیکی (خطر محور و فن گرا): در بخش اعظم قرن بیستم دیدگاهی فن محور به آسیب‌پذیری غلبه داشت که به‌طور اساسی مبتنی بر پنداشت‌های مادی‌گرا، اثبات‌گرا، جبرگرا و تقلیل‌گرای مبتنی بر تجربه‌گرایی منطقی (فلسفه علمی) است (Trondheim R.J,2002:120). دیدگاه مذکور بر طبیعت خطر فیزیکی برحسب فراوانی یا احتمال، بزرگی، شدت، سرعت و شروع، توزیع فضایی و استمرار به‌عنوان مؤلفه‌های کلیدی آسیب‌پذیری، شیوه استقرار جوامع در معرض آن و درنتیجه عواقب آن برای واحد در معرض خطر، برحسب درجه آسیب محتمل و ایده‌های زیان فیزیکی تمرکز می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID

یعنی بیشتر روی مخاطرات طبیعی، زوال محیط زیستی –فیزیکی و آثار و زیان‌های مالی و جانی حاصل از آن‌ها بر ساکنان توجه می‌کند (Wisner B,2005:12). دیدگاه مذکور، حوادث جغرافیایی را علت عمده آسیب‌پذیری و بحران می‌داند، همچنین آثار بحرانی حوادث شدید را در کشورهای صنعتی به «رفتار قربانیان و اولیای امور مربوط به آن» و در کشورهای کمتر توسعه‌یافته به «کمبود اطلاعات و دانش یا رفتار سنتی و غیرعقلانی» نسبت می‌دهد (رکن‌الدین افتخاری و همکاران، ۱۳۸۸: ۳۶).

دیدگاه ساخت اجتماعی (اجتماعی و انسان‌محور): با ثبت و استدلال خوب و فزاینده رابطه بین فعالیت‌های انسان و آثار بحران‌ها در طول دهه ۱۹۷۰ و به‌ویژه ۱۹۸۰ و تحت تأثیر نظریه‌های توسعه وابستگی دهه ۱۹۷۰، آسیب‌پذیری تغییر مهمی را از تمرکز بر جبرگرایی محیطی مبتنی بر شوک‌های طبیعی به سمت فرایندهای ریشه‌ای اجتماعی- اقتصادی و سیاسی شاهد بود. درواقع، این مشاهدات که زیان‌های انسانی و مادی ناشی از مخاطرات طبیعی در طول قرن بیستم، بدون مشاهده مدرک قاطعی از افزایشی متناظر در فراوانی آن‌ها افزایش‌یافته است و اینکه پدیده‌هایی یکسان، عواقب بسیار متفاوتی را در بین جوامع و حتی در درون آن‌ها ایجاد کرده است، ضرورت ملاحظه بحران‌ها را از منظر وسیع‌تر اجتماعی و تاریخی برانگیخت. درنتیجه از سال ۱۹۷۵، شکافی بین دیدگاه زیستی- فیزیکی و تفسیر ساختاری بسیار جدیدتری- که منبعث از انسان شناسان و پژوهشگران توسعه دارای تجربه میدانی در کشورهای رو به توسعه بود، آشکار شد. دیدگاه اخیر با تمرکز بر سیستم و توانایی آن در رسیدگی و واکنش در برابر محرک بر ساخت اجتماعی آسیب‌پذیری یعنی وضعیتی ریشه‌دار در فرایندهای تاریخی، فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی که توانایی رسیدگی به بحران‌ها و پاسخ کافی به آن‌ها را محدود می‌کند، دلالت دارد. با این شناخت، درجه‌ای که مردم در برابر مخاطرات آسیب‌پذیرند، صرفاً به طبیعت یا نزدیکی به منبع خطر بستگی ندارد بلکه وابسته به شرایط اجتماعی نیز می‌باشد. در این صورت، جمعیت‌های مختلفی که تحت شرایط متفاوت اجتماعی، اقتصادی و نهادی زندگی می‌کنند از سطوح متفاوتی از آسیب‌پذیری برخوردارند (رکن‌الدین افتخاری و همکاران، ۱۳۸۸: ۳۶).

www.SID.ir

Archive of SID

دیدگاه ترکیبی (یکپارچگی و پایداری): از دهه ۹۰ به‌ویژه از اواخر آن بر اساس آثار پژوهشگرانی که آسیب‌پذیری را به‌عنوان «ریسک در معرض بودن» یا بالعکس به‌عنوان «ساخت اجتماعی» مفهوم‌سازی کرده‌اند، دیدگاه ترکیبی شکل می‌گیرد که تحلیل هردوی محرک و سیستم و تعامل آن‌ها را برای فهم آسیب‌پذیری در نظر می‌گیرد. مطابق این دیدگاه، درمجموع دو سطح از شناخت و پیشرفت در مفهوم و تحلیل آسیب‌پذیری، یعنی یکپارچگی و پایداری به شرح ذیل قابل‌تمایز است:

رویکرد یکپارچه سعی دارد که عوامل و ابعاد مختلف آسیب‌پذیری را به‌صورت توأم و هماهنگ مورد ملاحظه قرار دهد؛ به‌طوری‌که در اولین تلاش‌ها، کاتر و همکاران «مدل مخاطرات مکان» را که تحلیل سیستم و محرک را یکپارچه می‌کند، ارائه کردند. آن‌ها باهدف تولید یک نقشه نهایی از آسیب‌پذیری، آسیب‌پذیری زیستی- فیزیکی و اجتماعی را در محیط با هم ترکیب کردند (Cutter et al,2000:73). به‌زعم آن‌ها؛ درجه‌ای که مردم نسبت به مخاطرات آسیب‌پذیرند تنها وابسته به نزدیکی به منبع تهدید یا طبیعت فیزیکی خطر نیست بلکه عوامل اجتماعی نیز نقش مهمی را در تعیین آسیب‌پذیری بازی می‌کنند (رکن‌الدین افتخاری و همکاران،۱۳۸۸: ۴۴).

مخاطره سیلاب

مرکز کاهش بحران سازمان ملل واژه خطر یا مخاطره را این‌گونه تعریف می‌کند: خطر عبارت است از پدیده‌ای، ماده‌ای، یا فعالیتی خطرناک که ممکن است به انسان و مایملک او صدمه بزند، ناهنجاری‌های اجتماعی و یا اقتصادی تولید کند و یا سبب تخریب محیط شود. ازنظر سازمان بهداشت جهانی هر عاملی که به بهداشت محیطی انسان، جانوران و گیاهان آسیب رساند مخاطره محیطی نامیده می‌شود. سیلاب یکی از ویرانگرترین مخاطرات آب و هوایی است که جبران پیامدهای آن به‌ویژه در شهرها که جلوه‌های توسعه انسانی در آن‌ها چشمگیر است، هزینه‌های کلانی به بار می‌آورد. به‌هرروی، توسعه شهرنشینی به‌ویژه در حاشیه مسیل‌ها بر خسارت سیل در دهه‌های گذشته افزوده است (قهرودی تالی، ۱۳۹۱: ۲). در فرهنگ بین‌المللی، سیلاب به جریان آبی با دبی بالا گفته

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود که طی آن آب بالاآمده و زمینه‌ای اطراف را کـه معمـولاً زیـرآب نیسـتند غرقـاب می‌کند (قدسیان،۱۳۷۸: ۲۰). عوامل زیادی در وقوع سیلاب دخالت دارند. علاوه بر شرایط محیط طبیعی، فعالیت‌های انسـانی و عـدم برنامـه‌ریزی صـحیح نیـز باعـث ایجـاد و افـزایش فراوانی و حجم و همچنین خسارات مالی و جانی ناشی از سـیلاب می‌شـود. امـا پهنه‌بنـدی ریسک سیلاب درواقع به عملی گفته می‌شود که طـی آن حـوزه آبخیـز بـه سـطوح و یـا واحدهای همگن هیدرولوژیکی تقسیم می‌گردد و در آن حریم ریسـک سـیلاب مشـخص می‌گردد.

روش پژوهش

ازنظر روش‌شناسی هدف پـژوهش کـاربردی، بـا توجـه بـه موضـوع تحقیـق، ماهیـت روش تحقیق توصـیفی- تحلیـل فضـایی می‌باشـد. ابـزار گـردآوری داده‌هـا از طریـق بررسـی‌های کتابخانه‌ای و برداشت میدانی خواهد بود، ابتدا داده‌های دبی، بـارش و دمـا و نیـز نقشـه‌های پایه موردنیاز محدوده موردمطالعه از سازمان آب منطقه‌ای استان خوزستان، شرکت تمـاب، سازمان هواشناسی و سازمان جغرافیـایی تهیـه می‌گـردد. در گـام بعـدی از نرم‌افـزار ARC GIS برای تحلیل داده‌ها بهره‌گیری خواهـد شـد، به‌طوری‌کـه داده‌هـای گردآوری‌شـده در لایه‌های مختلف ساماندهی و در نرم‌افزار بارگذاری می‌شوند. در این پژوهش برای ارزیـابی و پهنه‌بنـدی سـیلاب در منطقـه خوزسـتان و شناسـایی میـزان آسـیب‌پذیری سـکونتگاه‌های شهری از مخاطره سـیلاب از داده‌هـا و روش‌هـای مختلفـی اسـتفاده گردیـد. از پارامترهـای مختلف اقلیمی، زمین‌شناسی، خاک‌شناسـی، هیـدرولوژی، شـیب زمـین، کـاربری اراضـی، شاخص پوشش گیاهی، تراکم جمعیت و ... در پهنه‌بنـدی سـیلاب اسـتفاده گردیـده اسـت. به‌منظور دسترسی به داده‌های اقلیمی از اطلاعات ۸ ایستگاه سینوپتیک که دارای طول دوره آماری بالای ۲۵ سال بودند، استفاده گردید. داده‌های اقلیمی مورداستفاده در ایـن پـژوهش شامل میانگین بارش و حداکثر بارش ۲۴ ساعته می‌باشد که در مقیاس زمانی روزانه و ماهانه از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید. همچنین به‌منظور تحلیـل رونـد تغییـرات میـزان دبی و وقوع سیلاب در حوضه‌های آبریز استان خوزستان، دبی حداکثر لحظـه‌ای سـیلاب و

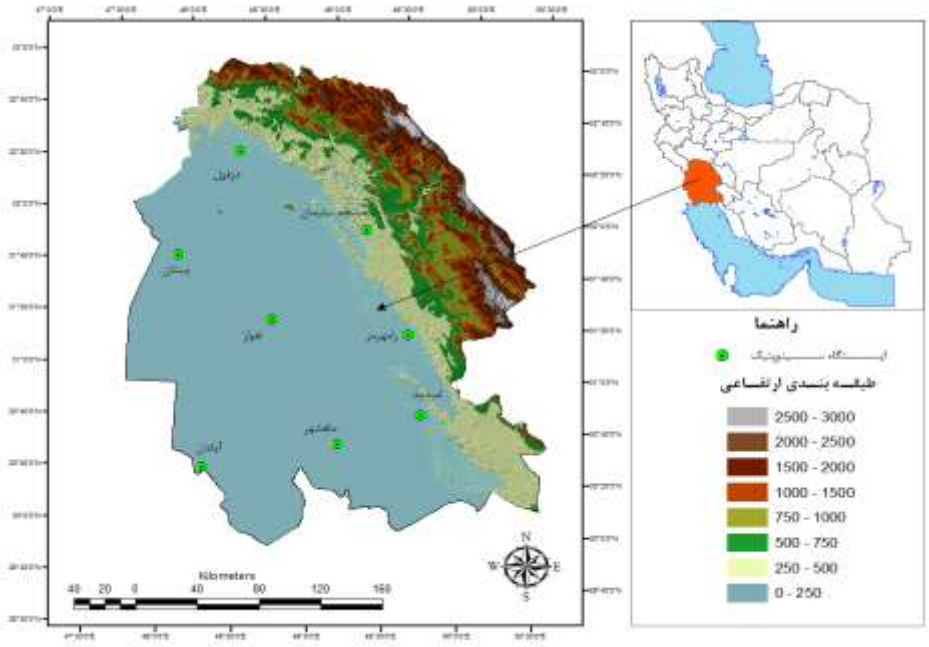
www.SID.ir

Archive of SID

میانگین دبی برحسب مترمکعب مربوط به ۲۰ ایستگاه هیدرومتری در طی دوره آماری (۱۳۹۵- ۱۳۵۰) از وزارت نیرو دریافت گردیده است. برای دسترسی به اطلاعات رقومی مربوط به شیب، جهت شیب، ارتفاع، شبکه رودخانه، زمین‌شناسی و ... از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و نقشه با مقیاس ۱۰۰۰۰۰: ۱ سازمان زمین‌شناسی استفاده گردیده است. همچنین از نقشه کاربری اراضی با مقیاس ۱۰۰۰۰۰: ۱ سازمان جنگل‌ها و مراتع برای تعیین عواملی مانند کاربری اراضی و ضریب CN خاک استفاده گردیده است. برای تعیین نقشه پوشش گیاهی از تصاویر ماهواره‌ای ETM لندست ۸ و برای ارزیابی الگوی تراکم جمعیت از آمار اطلاعات سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ استفاده‌شده است. استان خوزستان ازلحاظ موقعیت ریاضی در محدوده ۴۷ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی از خط استوا واقع‌شده است. مساحت آن بالغبر ۶۴۰۰۰ کیلومترمربع است. جلگه خوزستان سرزمین صاف و نسبتاً بی عارضه و تقریباً مستطیلی شکل می‌باشد ولی عرض آن از ۱۱۰ کیلومتر، در شمال به ۲۰۰ کیلومتر در جنوب متغیر است. ازلحاظ تقسیمات سیاسی از شهرستان‌های مختلف تشکیل‌شده است که شهر اهواز بزرگ‌ترین شهر و مرکز استان می‌باشد. موقعیت جغرافیایی و تقسیم‌بندی سیاسی استان خوزستان در شکل (۲) نشان داده‌شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره۲. موقعیت جغرافیایی و طبقه‌بندی ارتفاعی منطقه خوزستان

بحث و یافته‌ها

در ارزیابی و پهنه‌بندی سیلاب در منطقه خوزستان ابتدا تأثیر میزان تغییرات و تأثیر هر یک از پارامترها در منطقه موردمطالعه قرارگرفته و سپس برحسب نوع رابطه هر پارامتر با میزان سیل گیری در چارچوب مدل تحلیل سلسله مراتبی مقدار و وزن آن تعیین می‌شود. در این بخش به بررسی هر یک از پارامترهای مؤثر در پهنه‌بندی سیلاب پرداخته می‌شود.

عامل شیب با پدیده سیلاب رابطه معکوس دارد یعنی با کاهش مقدار شیب در حوضه‌های آبریز احتمال خطر سیلاب افزایش می‌یابد (قنواتی،۱۳۹۳: ۲۵). شیب زمین در منطقه خوزستان بین ۰ تا ۷۴ درجه متغیر می‌باشد. در بخش‌های جنوبی، غربی و مرکزی استان شیب عمدتاً کمتر از ۳ درصد می‌باشد و به سمت شمال و شمال شرق بر شیب زمین افزوده می‌شود (شکل ۴). بلندی یا ارتفاع یکی از معیارهای تأثیرگذار در وقوع سیلاب بوده و اهمیت بسزایی در فرایندهای هیدرولوژیکی برخوردار است، این امر به دلیل تأثیری است

www.SID.ir

Archive of SID

که بر بارش و دمای حوضه دارد. بخش‌هایی از منطقه که دارای ارتفاع بیشتر می‌باشد و بارش برف دارند در سیل‌خیزی نقش کمتری داشته، اما نواحی با ارتفاع کمتر و بارش باران اهمیت بیشتری در سیل‌خیزی حوضه دارند. در منطقه خوزستان ارتفاع از سطح آب‌های آزاد بین ۰ تا ۳۷۴۱ متر متغیر می‌باشد و از سمت جنوب غرب به شمال شرق بر میزان ارتفاع افزوده می‌شود (شکل ۵). میانگین بارش در استان خوزستان بین ۱۵۶ تا ۶۹۴ میلی‌متر متغیر می‌باشد ازآنجاکه تأثیر بارش بر سیل گیری کاملاً آشکار است. بر این اساس، رابطه بارش و سیل‌خیزی رابطه مستقیمی است و با افزایش بارش احتمال وقوع سیلاب افزایش می‌یابد (شکل ۶). یکی از پارامتر که می‌توان با بررسی آن به‌شدت بارش‌ها در یک منطقه پی برد، مقدار حداکثر بارش ۲۴ ساعته می‌باشد. حداکثر بارش ۲۴ ساعته با شدت سیلاب رابطه مستقیم دارد و هر چه مقدار آن بیشتر باشد حداکثر سیلاب محتمل و رواناب بیشتر خواهد شد. حداکثر بارش ۲۴ ساعته در منطقه خوزستان بین ۷۵ تا ۱۲۷ میلی‌متر متغیر می‌باشد. که بیشترین آن در مناطق شرقی و ایستگاه رامهرمز و کمترین آن در ایستگاه‌های شوشتر، بستان و بند ماهشهر اتفاق می‌افتد (شکل ۷).

www.SID.ir

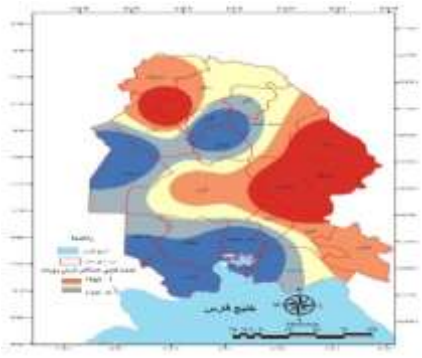
Archive of SID

شکل شماره۳. نقشه جهت شیب استان خوزستان

شکل شماره ٤. نقشه شیب استان خوزستان

شکل شماره ۵. نقشه طبقه‌بندی ارتفاع استان خوزستان

شکل شماره ٦. نقشه میانگین بارش استان خوزستان



شکل شماره۷. نقشه حداکثر بارش روزانه استان خوزستان

شکل شماره ۸ . نقشه فاصله از آبراهه استان خوزستان

www.SID.ir

Archive of SID

فاصله از آبراهه از دیگر پارامترهای مؤثر بر سیل گیری است. هر چه فاصله از آبراهه در حوضه افزایش یابد خطر سیلاب نیز کاهش می‌یابد و در مناطق نزدیک آبراهه بیشترین خطر سیلاب وجود دارد. در این تحقیق کمترین فاصله از آبراهه ۵۰۰ متر در نظر گرفته‌شده است. پس از تهیه نقشه این پارامتر، با توجه به رابطه معکوس فاصله از آبراهه با پدیده سیل گیری، مناطق نزدیک به آبراهه‌ها وزن عددی بیشتری را در تحلیل سلسله مراتبی به خود اختصاص می‌دهند و با افزایش فاصله از آبراهه وزن عددی نیز کاهش می‌یابد (شکل ۸).

میزان تراکم زهکشی، یک شاخص مهم در تعیین سیلاب‌ها، بیلان آب در کل حوضه و به‌طورکلی در چگونگی فعالیت فرایندهای رواناب‌های سطحی است (یمانی و عنایتی، ۱۳۸۴). پارامتر تراکم زهکشی با پدیده سیلاب دارای رابطه مستقیم است و در مناطق با تراکم زهکشی بالا احتمال وقوع سیلاب بیشتر از مناطق کم تراکم ازلحاظ زهکشی می‌باشد (شکل ۹). در پیدایش و ایجاد رواناب نوع خاک و خصوصیات آن‌یکی از عوامل اصلی است که باید در محاسبات مربوط به آن در نظر گرفته شود. خاک‌هایی که بافت‌های ریز و نرم دارند مانند خاک‌های رسی و مارن و شیل باعث می‌شوند که آب‌ها به درون زمین نفوذ نکنند و سیلاب به وجود آید اما خاک‌های با بافت درشت باعث نفوذ آب شده و سیلاب کمتری تولید می‌کنند (شکل ۱۰). یکی از پارامترهای تأثیرگذار در سیل‌خیزی قدرت آبراهه در مسیر جریان و حمل رسوب می‌باشد. مورد و همکاران (۱۹۹۱) رابطه‌ای را برای محاسبه قدرت رودخانه (SPI) پیشنهاد نمودند، این مدل به‌طورکلی فرسایش خالص را در نواحی که نیمرخ به‌صورت محدب مماسی است و نیز شدت‌جریان بالا بوده و منطقه حالت محدب دارد، را پیش‌بینی می‌کند. در مناطق کوهستانی واقع در شمال شرق استان خوزستان به علت شیب زیاد بستر میزان قدرت آبراهه و شاخص SPI از مناطق جنوب غربی بیشتر است (شکل ۱۱). شاخص رطوبت توپوگرافی یکی دیگر از پارامترهای مؤثر بر سیلاب خیزی و پهنه‌بندی سیلاب می‌باشد. این شاخص ترکیبی از شاخص توپوگرافی با رطوبت خاک می‌باشد که برای توصیف الگوی فضایی رطوبت خاک استفاده می‌گردد (ویلسون و گالانت، ۲۰۰۰). در منطقه خوزستان بیشترین مقدار این شاخص در مناطق کم

www.SID.ir

Archive of SID

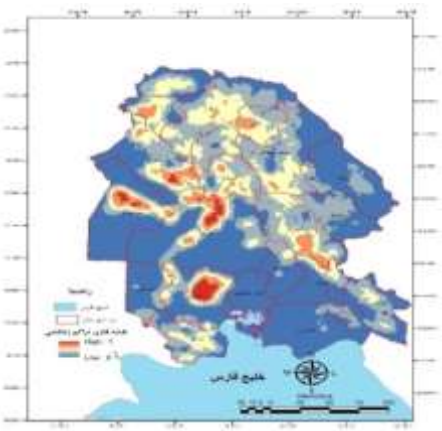
ارتفاع جلگه‌ای واقع در مرکز، جنوب و غرب می‌باشد. کمترین مقدار شاخص در مناطق کوهستانی واقع در شمال شرق مشاهده می‌گردد (شکل ۱۲).

سازندهای زمین‌شناسی یا توجه به نفوذپذیر بودن یا نبودنشان در هدایت و یا جذب آب‌های سطحی نقش اساسی دارند، از سوی دیگر میزان شدت سیل تأثیر اساسی در فرسایش‌پذیری سازندها دارد. جنس زمین منطقه مورد خوزستان با توجه به تشکیلات ژئومورفولوژی و سازندهای زمین‌شناسی به نواحی خیلی سست، سست، متوسط، سخت و خیلی سخت تقسیم‌بندی گردید. بیشترین بخش از وسعت خوزستان ازلحاظ زمین‌شناسی با مساحت ۳۷۴۴۲ کیلومترمربع مربوط به رسوبات آبرفتی جدید می‌باشد (شکل ۱۳). یکی از پارامترهای مهم و مؤثر در مخاطره سیلاب، کاربری اراضی است. در مناطق مرتفع شمال شرقی استان خوزستان بیشتر کاربری اراضی شامل جنگل بلوط و مراتع مرغوب استپی می‌باشد. در مناطق کوهپایه‌های واقع در شمال شرق و مرکز استان کاربری زمین را بیشتر مراتع، تپه‌های ماهوری و مخروط افکنه‌ها تشکیل می‌دهد. در مقابل در مناطق جلگه‌ای و کم ارتفاع واقع در جنوب و جنوب غرب استان کاربری‌های اراضی شامل زمین‌های کشاورزی آبی و دیم و تپه‌های شنی و دشت‌های شور می‌باشد (شکل ۱۴). به‌عنوان یکی از عمده‌ترین طبقات کاربری اراضی مؤثر در سیلاب، پوشش گیاهی نقش مهمی در قضاوت افراد در مورد پهنه‌بندی سیلاب دارد. سرسبزی بالا باعث کاهش بروز سیلاب در منطقه می‌شود. مقدار شاخص پوشش گیاهی در منطقه موردمطالعه بین ۰/۴۹- تا ۰/۶۰+ واقع‌شده است و مقادیر مثبت شاخص NDVI نشان‌دهنده تراکم پوشش گیاهی در استان خوزستان می‌باشد (شکل ۱۵). انسان خود از عوامل بسیار مؤثر در بروز سیل محسوب می‌شود. افزایش جمعیت و فقدان اطلاعات کافی باعث شده که حریم و بستر رودخانه‌ها و مجرای طبیعی سیلاب‌ها زیر کشت برود و رودخانه در هنگام طغیان نتواند آب مازاد را تخلیه کند و به‌صورت سیلاب خسارت هنگفتی را وارد سازد. انسان از طریق آتش زدن و بریدن درختان جنگلی نیز پوشش گیاهی را از بین می‌برد. عمده سکونتگاه‌های شهری و روستایی در منطقه خوزستان در حاشیه رودخانه‌ها و یا مناطق کوهستانی شمال شرق شکل گرفته‌اند

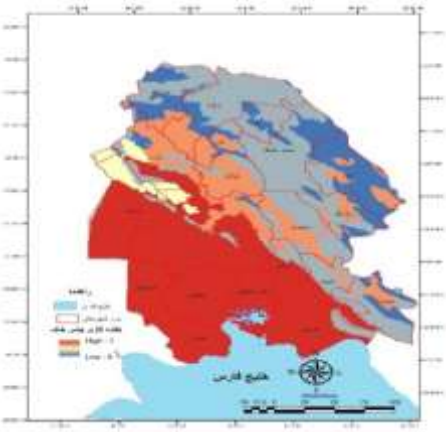
www.SID.ir

Archive of SID

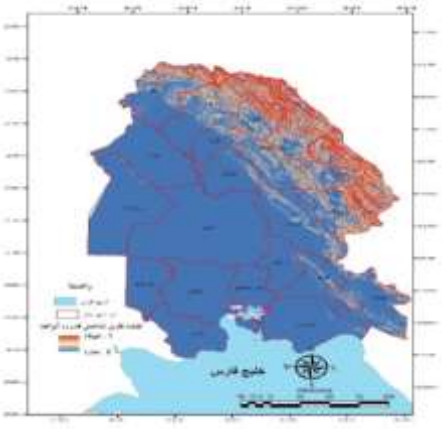
که آب‌وخاک کافی برای فعالیت‌های کشاورزی و دام‌پروری فراهم است. بنابراین در این مناطق احتمال وقوع سیلاب در اثر فعالیت‌های انسانی بیشتر از بقیه مناطق استان می‌باشد (شکل ۱۶).



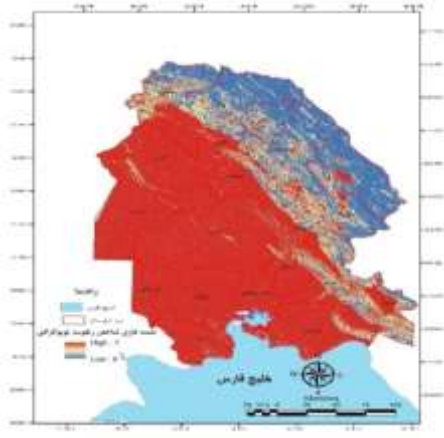
شکل شماره ۹. نقشه تراکم زهکشی استان خوزستان



شکل شماره ۱۰. نقشه جنس خاک استان خوزستان



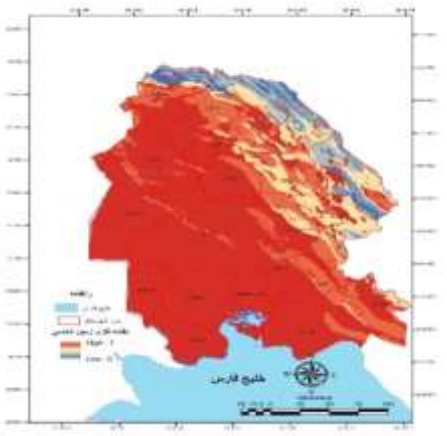
شکل شماره ۱۱. شاخص قدرت آبراهه استان خوزستان



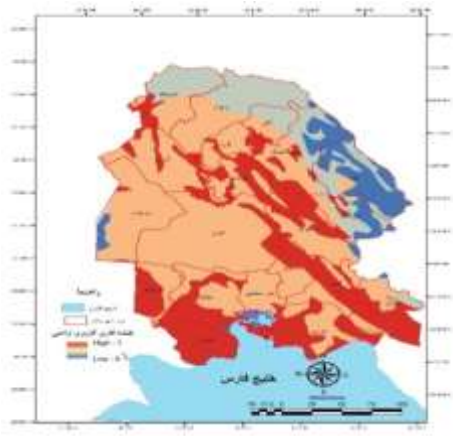
شکل شماره ۱۲. شاخص رطوبت توپوگرافی استان خوزستان

www.SID.ir

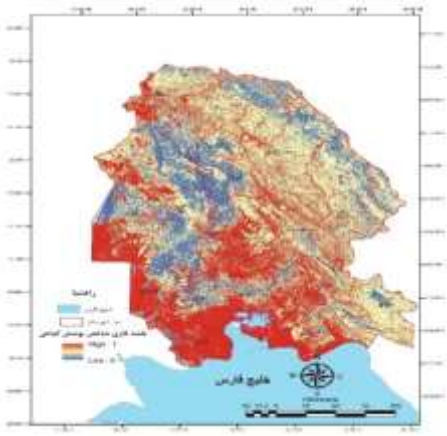
Archive of SID



شکل شماره ۱۳. نقشه زمین‌شناسی استان خوزستان



شکل شماره ۱٤. نقشه کاربری اراضی استان خوزستان



شکل شماره ۱۵. نقشه شاخص پوشش گیاهی استان خوزستان

شکل شماره ۱٦. نقشه تراکم انسانی استان خوزستان

استانداردسازی و وزن دهی

در فرایند پهنه‌بندی سیلاب در استان خوزستان نیز، وجود معیارهای مختلف و گاه متضاد برای تصمیم‌گیری، کاربرد روش‌های چند متغیره را الزامی می‌کند. برای اجرای پهنه‌بندی و ادغام نقشه‌ها، باید لایه‌های مؤثر در پهنه‌بندی را استانداردسازی کنیم. برای همسان‌سازی مقیاس‌های اندازه‌گیری و تبدیل آن‌ها به واحدهای قابل‌مقایسه از فرایند استانداردسازی معیارها استفاده می‌شود. در سیستم اطلاعات جغرافیایی برای استاندارد کردن معیارها چند رویکرد مختلف شامل روش‌های قطعی، احتمالاتی و فازی وجود دارد که در این پژوهش

www.SID.ir

Archive of SID

برای استانداردسازی لایه‌ها از روش گاما فازی استفاده‌شده است که نقش تعدیلی نسبت به نتیجه جمع و ضرب فازی دارد و حساسیت خیلی بالای عملگر ضرب فازی و حساسیت خیلی کم عملگر جمع فازی را تعدیل کرده و به واقعیت نزدیک‌تر می‌کند. استانداردسازی داده‌ها کلیه مقادیر و ارزش‌های لایه‌های نقشه‌های را به دامنه یکسانی مثلاً بین صفر تا یک یا صفر تا ۲۵۵ تبدیل می‌کند. در جدول (۱) توابع فازی برای استانداردسازی عوامل مؤثر در سیلاب نشان داده‌شده است.

جدول شماره ۱. توابع فازی برای استاندارسازی معیارها

لایه نقشه	حد آستانه		تابع عضویت	نوع تابع فازی	نام تابع فازی
	b یا d	a یا c			
شیب	۷۴	۰	$M_a(x)\begin{cases}1, x \le 10\\ \frac{1}{2}\left[1+\cos\left[\pi\frac{x-10}{40-10}\right]\right], 10 < x \le 40\\ 0, x > 40\end{cases}$	کاهشی	سیگمودیال
جهت شیب	۱۰	۰	$if(x)=\begin{cases}0.2, \text{شمالی}\\ 0.4, \text{غرب شمال و شرق شمال}\\ 0.6, \text{جنوب شرقی غربی و شرقی}\\ 0.8, \text{غربی جنوب}\\ 1, \text{جنوبی}\end{cases}$	کاربر پایه	کاربر پایه
ارتفاع	۳۷۴۱	۰	$M_a(x)\begin{cases}1, x \le 100\\ \frac{1}{2}\left[1+\cos\left[\pi\frac{x-100}{2000-100}\right]\right], 100 < x \le 2000\\ 0, x > 2000\end{cases}$	کاهشی	خطی

www.SID.ir

Archive of SID

بارش	۶۹۴	۱۵۶	$M_a(x)\begin{cases}1, x \le 600\\ \frac{1}{2}\left[1-\cos\left[\pi\frac{x-200}{600-200}\right]\right], 200 < x \le 600\\ 0, x > 200\end{cases}$	افزایشی	خطی	
حداکثر بارش روزانه	۱۲۷	۷۵	$M_a(x)\begin{cases}1, x \ge 110\\ \frac{1}{2}\left[1+\cos\left[\pi\frac{x-80}{110-80}\right]\right], 80 < x \le 110\\ 0, x < 80\end{cases}$	افزایشی	خطی	
فاصله از آبراهه	۲۰۰۰۰	۰	$M_a(x)\begin{cases}0, x \le 500\\ \frac{x-500}{5000-500}\ 500 < x \le 5000\\ 1, x > 5000\end{cases}$	کاهشی	خطی	
تراکم زهکشی	۰/۷۲	۰	$M_a(x)\begin{cases}1, x \ge 0.6\\ \frac{x-0.1}{0.6-0.1}\ 0.1 < x \le 0.6\\ 0, x < 0.1\end{cases}$	افزایشی	خطی	
نوع خاک	۹	۰	$if(x)=\begin{cases}0.2, A \text{ گروه}\\ 0.4, B \text{گروه}\\ 0.6, C \text{ گروه}\\ 0.8, \quad D \text{ گروه}\end{cases}$	کاربر پایه	کاربر پایه	
زمین‌شناسی	۱۸	۰	$if(x)=\begin{cases}0.2, \text{خیلی سست}\\ 0.4, \text{سست}\\ 0.6, \text{متوسط}\\ 0.8, \text{سخت}\\ , \text{خیلی سخت}\end{cases}$	کاربر پایه	کاربر پایه	

www.SID.ir

Archive of SID

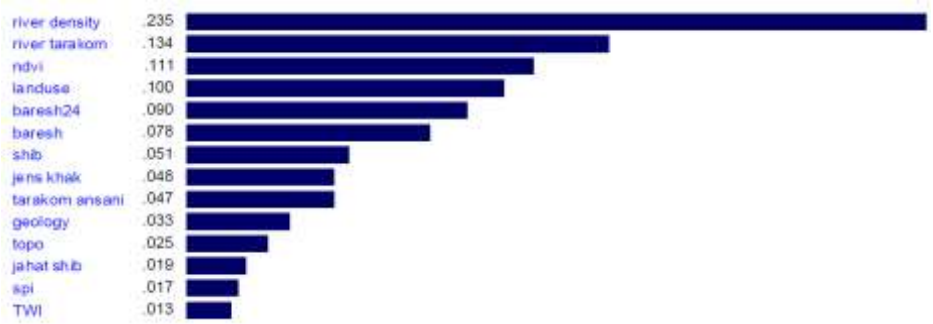
کاربری اراضی	۷	۰	$if(x)=\begin{cases} \text{مرتع و جنگل},0.2 \\ \text{زراعی آبی},0.4 \\ \text{زراعی دیم},0.6 \\ \text{تپه مخروط و افکنه},0.8 \\ \text{دشت شور و تپه شنی}, \end{cases}$	کاربر پایه	کاربر پایه
پوشش گیاهی	۰/۶۰	-۰/۴۹	$M_a(x)\begin{cases} 1, x \le -0.3 \\ \frac{1}{2}\left[1+\cos\left[\pi\frac{x-(-0.3)}{0.4-(-0.3)}\right]\right], -0.3 < x \le 0.4 \\ 0, x > 0.4 \end{cases}$	کاهشی	خطی
تراکم انسانی	۰/۴۹	۰	$M_a(x)\begin{cases} 1, x \ge 0.4 \\ \frac{x-0.1}{0.4-0.1}\ 0.1 < x \le 0.4 \\ 0, x < 0.1 \end{cases}$	افزایشی	افزایشی
قدرت آبراهه	۴۷۰۶	۰	$M_a(x)\begin{cases} 1, x \ge 4000 \\ \frac{1}{2}\left[1-\cos\left[\pi\frac{x-500)}{4000-500}\right]\right], 500 < x \le 4000 \\ 0, x < 500 \end{cases}$	افزایشی	خطی
رطوبت توپوگرافی	۱۳/۲	۶/۷	$M_a(x)\begin{cases} 1, x \ge 12 \\ \frac{1}{2}\left[1-\cos\left[\pi\frac{x-7)}{12-7}\right]\right], 7 < x \le 12 \\ 0, x < 7 \end{cases}$	افزایشی	خطی

در این مرحله به‌منظور وزن دهی و ارزیابی میزان تأثیرگذاری هر یک از عوامل مؤثر در پهنه‌بندی سیلاب در استان خوزستان، تعداد ۱۰۰ عدد پرسشنامه تهیه گردید و در اختیار متخصصان امر و کارشناسان مرتبط (کارشناسان اداره آبخیزداری و منابع طبیعی، وزارت نیرو و اساتید دانشگاه در رشته‌های مرتبط) قرار داده شد و از آن‌ها خواسته شد تا رابطه و

www.SID.ir

Archive of SID

میزان اثر هر یک از عوامل مؤثر در سیلاب را در رابطه با خطر سیلاب در استان خوزستان مورد ارزیابی قرار دهند. پس از تحلیل پرسشنامه، برای محاسبه وزن‌های نهایی هر معیار از مدل AHP و نرم‌افزار Expert choice11 استفاده گردید. وزن نسبی هر یک از عوامل تأثیرگذار در سیلاب در شکل (۱۷) نشان داده‌شده است. همان‌طوری که ملاحظه می‌گردد؛ در بین معیارهای تأثیرگذار در وقوع سیلاب خوزستان، فاصله از رودخانه، تراکم زهکشی و شاخص پوشش گیاهی به ترتیب با ۲۳/۵، ۱۳/۴ و ۱۱/۱ درصد بیشترین ارزش نسبی را در وقوع سیلاب دارند و در مقابل شاخص‌های TWI، SPI و جهت شیب به ترتیب با ۱/۳، ۱/۷ و ۱/۹ درصد کمترین ارزش نسبی را ازلحاظ تأثیرگذاری بر سیلاب در استان خوزستان دارا می‌باشند.



شکل شماره ۱۷. وزن استخراج‌شده از طریق روش بردار ویژه برای هر معیار

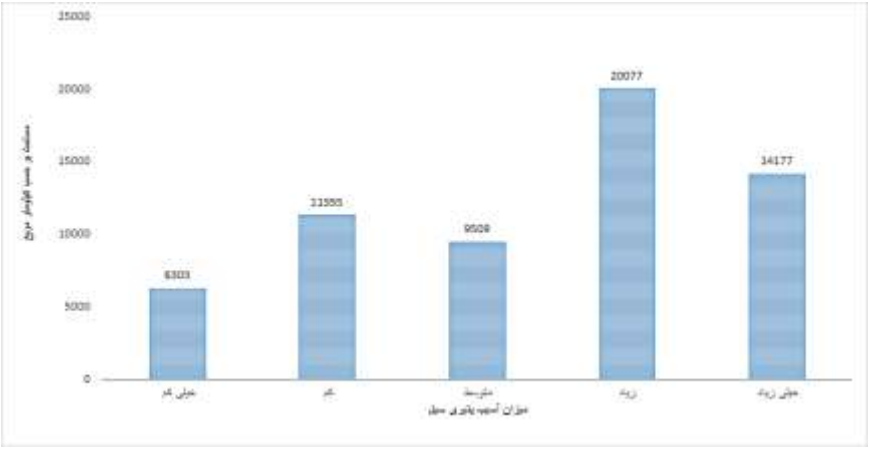
نقشه پهنه‌بندی سیلاب خوزستان

بعد از به دست آوردن وزن‌های نهایی هر یک از معیارهای تأثیرگذار در سیلاب استان خوزستان در نرم‌افزار Expert choice، مقادیر به‌دست‌آمده مربوط به هر لایه در نرم‌افزار Arc GIS اعمال شد. بدین منظور از ابزار Raster Calculator و مدل همپوشانی ریاضی به روش اشتراکی استفاده گردید. درنهایت نقشه نهایی پهنه‌بندی سیلاب در استان خوزستان در پنج طبقه با عنوان خطر بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم تقسیم‌بندی شد. منطقه خوزستان ازلحاظ میزان آسیب‌پذیری در برابر سیل به پنج ناحیه آسیب‌پذیری خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم تقسیم می‌گردد. مناطق با آسیب‌پذیری خیلی زیاد با وسعت

www.SID.ir

Archive of SID

۱۴۱۷۷ کیلومترمربع در حدود ۲۳ درصد استان خوزستان را در برمی‌گیرد که این مناطق عمدتاً در نواحی کم ارتفاع نزدیک رودخانه‌های کارون، کرخه، دز، جراحی و هندیجان واقع‌شده‌اند. مناطق با آسیب‌پذیری زیاد با وسعت ۲۰۰۷۷ کیلومترمربع در حدود ۳۲/۷ درصد مساحت استان را شامل می‌گردد که این مناطق نیز عمدتاً در مناطق کم ارتفاع حاشیه رودخانه‌ها قرار دارند. مناطق با آسیب‌پذیری متوسط ازلحاظ سیل‌خیزی در حدود ۹۵۰۹ کیلومترمربع و ۱۵/۵ درصد از مساحت استان خوزستان را شامل می‌گردد. درنهایت مناطق با آسیب‌پذیری کم و خیلی کم به ترتیب با ۱۱۳۵۵ و ۶۳۰۳ کیلومترمربع در حدود ۱۸/۵ و ۱۰/۳ درصد از وسعت استان خوزستان را شامل می‌گردد که عمدتاً در مناطق کوهستانی و مرتفع شمال و شمال شرق واقع‌شده‌اند (شکل ۱۸).



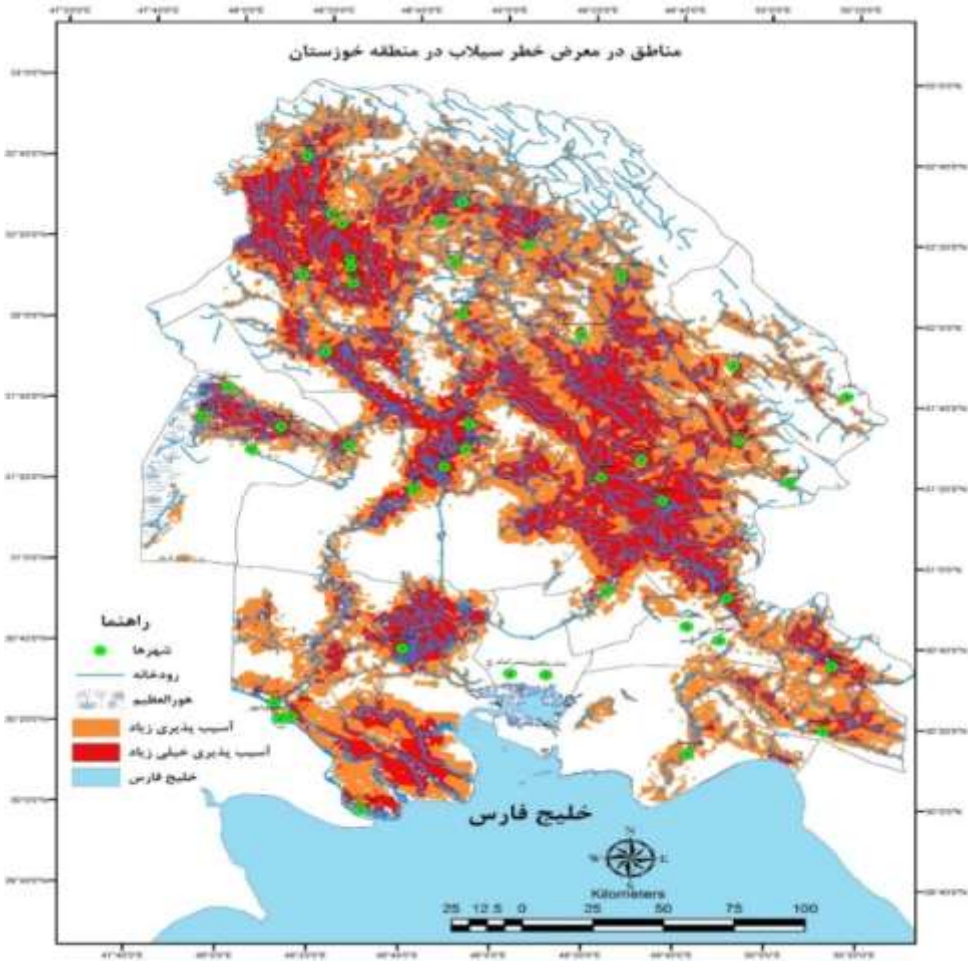
شکل شماره ۱۸. مساحت مربوط به هر یک از طبقات آسیب‌پذیری سیل در خوزستان

واقع‌شدن بیشتر شهرهای استان در حاشیه رودخانه و عدم رعایت فاصله مناسب از حریم رودخانه‌ها باعث گردیده که بیشتر شهرهای استان در مناطق با ریسک بالای سیلاب خیزی قرار گیرد. در شکل (۱۹) موقعیت جغرافیایی شهرهای استان خوزستان در نقشه پهنه‌بندی سیلاب مشاهده می‌گردد. از بین حدود ۳۷ شهر مهم که در این استان واقع‌شده است؛ ۱۸ شهر در مناطق با آسیب‌پذیری خیلی زیاد ازنظر سیلاب و ۱۲ شهر در مناطق با آسیب‌پذیری

www.SID.ir

Archive of SID

زیاد ازنظر سیلاب واقع‌شده است. یعنی در حالت کلی ۸۰ درصد شهرهای استان خوزستان در پهنه‌های با آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد ازلحاظ سیلاب قرار دارند.



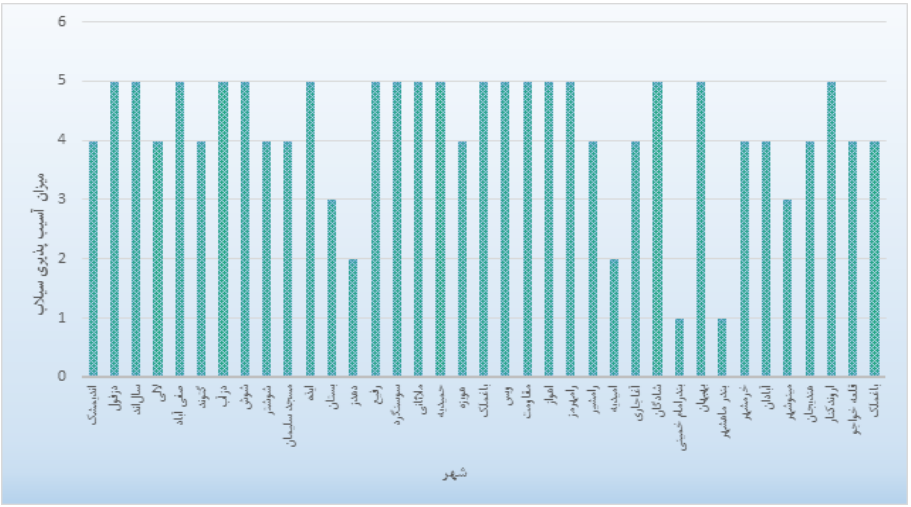
شکل شماره ۱۹. موقعیت شهرهای استان خوزستان در نقشه پهنه‌بندی سیلاب

در شکل (۲۰) میزان آسیب‌پذیری شهرهای استان خوزستان ازلحاظ میزان آسیب‌پذیری در برابر سیلاب با اعداد ۱ تا ۵ مشخص‌شده است که عدد ۶ نشان‌دهنده آسیب‌پذیری خیلی زیاد و عدد ۱ نشان‌دهنده آسیب‌پذیری خیلی کم می‌باشد. به‌عنوان نمونه به شهرهای بزرگ

www.SID.ir

Archive of SID

اهواز، دزفول، شوش، ایذه و رامهرمز می‌توان اشاره کرد که در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد سیلاب قرار دارند.



شکل شماره ۲۰. میزان آسیب‌پذیری شهرهای استان خوزستان از سیلاب

پژوهش حاضر به دنبال پاسخ‌گویی به سؤالات زیر بود که نتایج حاصل از آن به‌صورت زیر می‌باشد:

- آیا می‌توان مناطق ایمن به لحاظ خطر سیل‌خیزی با دوره‌های بازگشت مختلف را برای توسعه سکونتگاه‌های شهری در مناطق مرزی استان خوزستان را شناسایی نمود؟

در این پژوهش با استفاده از روش AHP فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی مناطق ایمن ازلحاظ سیل‌خیزی در استان خوزستان شناسایی گردید. مناطق با آسیب‌پذیری کم و خیلی کم ازلحاظ سیل‌خیزی به ترتیب با ۱۱۳۵۵ و ۶۳۰۳ کیلومترمربع در حدود ۱۸/۵ و ۱۰/۳ درصد از وسعت استان خوزستان را شامل می‌گردد که این مناطق عمدتاً در مناطق کوهستانی و مرتفع شمال و شمال شرق و مناطق بافاصله دور از شبکه‌های آبراهه‌ای در جنوب غرب استان واقع‌شده‌اند.

- عوامل مؤثر در ایجاد و بروز سیلاب در منطقه خوزستان کدام عوامل هستند؟

www.SID.ir

Archive of SID

در این پژوهش بعد از مطالعه پیشینه تحقیق و نیز مصاحبه با خبرگان تعداد ۱۴ پارامتر مؤثر در بروز سیلاب در خوزستان شناسایی گردید. در بین معیارهای تأثیرگذار در وقوع سیلاب خوزستان، فاصله از رودخانه، تراکم زهکشی و شاخص پوشش گیاهی به ترتیب با ۲۳/۵، ۱۳/۴ و ۱۱/۱ درصد بیشترین ارزش نسبی را در وقوع سیلاب دارند.

- آیا در مکان گزینی سکونتگاه‌های شهری خوزستان، مخاطرات سیلاب مدنظر قرارگرفته است؟

نتایج حاصل نشان داد که واقع‌شدن بیشتر شهرهای استان در حاشیه رودخانه و عدم رعایت فاصله مناسب از حریم رودخانه‌ها باعث گردیده که بیشتر شهرهای استان در مناطق با ریسک بالای سیلاب خیزی قرار گیرند. از بین حدود ۳۷ شهر مهم که در این استان واقع‌شده است؛ ۱۸ شهر در مناطق با آسیب‌پذیری خیلی زیاد ازنظر سیلاب و ۱۲ شهر در مناطق با آسیب‌پذیری زیاد ازنظر سیلاب واقع‌شده است. یعنی در حالت کلی ۸۰ درصد شهرهای استان خوزستان در پهنه‌های با آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد ازلحاظ سیلاب قرار دارند که نشان‌دهنده این است که در مکان گزینی سکونتگاه‌های شهری خوزستان مخاطرات سیلاب مدنظر قرار نگرفته است.

نتیجه‌گیری

سیل در ایران به‌عنوان یک بلای طبیعی، سالیانه خسارات فراوانی به کشور وارد می‌سازد. بر اساس یک برآورد اولیه، سالیانه میلیاردها ریال خسارت‌های مالی از طریق سیل بر کشور تحمیل می‌شود، نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب در مطالعات مدیریت سیلاب کاربرد وسیعی دارد. امروزه این نقشه‌ها یکی از اطلاعات‌پایه و مهم در مطالعات طرح‌های عمرانی در دنیا محسوب شده و قبل از هرگونه سرمایه‌گذاری و یا اجرای طرح‌های توسعه، بررسی آن در دستور کار سازمان‌های ذی‌ربط قرار دارد نقشه‌های پهنه‌بندی در سیستم‌های هشدار و عملیات امداد و نجات می‌تواند کارساز باشد (حاتمی نژاد و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۴۹). این نقشه‌ها که با توجه به ریسک‌پذیری هر منطقه بارنگ‌های مختلف از یکدیگر متمایز خواهند شد این امکان را به مسئولین می‌دهد تا نسبت به برنامه‌ریزی عملیات امداد و نجات

www.SID.ir

Archive of SID

و ارسال هشدارهای مناسب در فرصت کوتاهی اقدام نمایند. همچنین مردم عادی می‌توانند در صورت وجود چنین نقشه‌هایی، پس از دریافت علائم هشدار درزمان کوتاه خود را به مناطق با خطر ریسک پایین‌تر برسانند و جاده‌های دسترسی مطمئن را بدون احتمال قطع بودن، جهت مسیریابی کوتاه و مطمئن به نقاط امن شناسایی نمایند با به‌کارگیری فناوری‌های نوین مانند مدل‌های تصمیم‌گیری گروهی و GIS، این نقشه‌ها قابلیت اجرایی می‌نماید. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی باقابلیت آماده‌سازی، اصلاح و تغییر، و تحلیل داده‌های مکانی بر اساس هدف و نیاز مسئله و دادن خروجی به نرم‌افزارهای دیگر نقش عمدهای را در آنالیزهای پژوهش حاضر داشته است. همچنین ماهیت مبهم و غیرقطعی پارامترهای اثرگذار در پژوهش حاضر با به‌کارگیری مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی پیاده‌سازی گردید که نتایج به‌دست‌آمده بر اساس واقعیت موجود، مشاهدات و نظرات کارشناسان مورد ارزیابی قرار گرفت تا به نتایج دقیق‌تر و مستندتری به‌منظور تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی پیش از وقوع بحران دست‌یابیم.

در این پژوهش به ارزیابی و پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های شهری استان خوزستان از مخاطره سیلاب پرداخته شد. با توجه به وجود شرایط خاص ژئومورفولوژیکی و هیدرولوژیکی در منطقه خوزستان و جریان رودخانه‌های پرآبی مانند کارون، کرخه، دز و ... و گسترش و رشد فیزیکی شهرها، ضرورت بررسی میزان آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های شهری از مخاطرات طبیعی مخصوصاً سیلاب در این منطقه از اهمیت زیادی برخوردار است. نتایج حاصل از پهنه‌بندی سیلاب نشان داد که منطقه خوزستان ازلحاظ میزان آسیب‌پذیری در برابر سیل به پنج ناحیه آسیب‌پذیری خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم تقسیم می‌گردد. مناطق با آسیب‌پذیری خیلی زیاد با وسعت ۱۴۱۷۷ کیلومترمربع در حدود ۲۳ درصد، مناطق با آسیب‌پذیری زیاد با وسعت ۲۰۰۷۷ کیلومترمربع در حدود ۳۲/۷ درصد، مناطق با آسیب‌پذیری متوسط ازلحاظ سیل‌خیزی در حدود ۹۵۰۹ کیلومترمربع و ۱۵/۵ درصد و مناطق با آسیب‌پذیری کم و خیلی کم به ترتیب با ۱۱۳۵۵ و ۶۳۰۳ کیلومترمربع در حدود ۱۸/۵ و ۱۰/۳ درصد از وسعت استان خوزستان را شامل می‌گردند. با

www.SID.ir

Archive of SID

توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، به‌منظور مدیریت بهینه بحران در سکونتگاه‌های شهری خوزستان پیشنهادهایی به‌صورت زیر ارائه می‌گردد:

- تدوین سند جامع آمایش سرزمینی کشور و توجه ویژه به مخاطرات زیست‌محیطی مانند سیلاب، خشک‌سالی، زلزله و ...
- ضرورت انجام مطالعات مشابه همین تحقیق در بقیه مناطق کشور با تأکید بر سکونتگاه‌های مرزی.
- تشکیل کارگروهی تحت عنوان کارگروه "مخاطرات محیطی و مدیریت بحران" در پژوهشکده تحقیقات و مطالعات ناجا.

تشکر و قدردانی

بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

منابع

۱) امینی، داوود (۱۳۹۰) کاربردهای نظامی GIS با تأکید بر نرم‌افزار Global Mapper ، چاپ اول، تهران: انتشارات دانشگاه افسری امام علی (ع).

۲) احمدزاده، حسن؛ سعیدآبادی، سعید؛ نوری، الهه (۱۳۹۴) بررسی و پهنه‌بندی مناطق مستعد به وقوع سیل با تأکید بر سیلاب شهری (مطالعه موردی: شهر ماکو)، نشریه هیدروژئومورفولوژی، دوره ۱، شماره ۲، صص. ۲۳-۱.

۳) پناهی، رؤیا؛ حسین زاده، محمدمهدی؛ خالقی، سمیه (۱۳۹۸) پهنه‌بندی مخاطره سیلاب به‌منظور تعیین حریم رودخانه‌ها، مجله اکو هیدرولوژی، دوره ۶، شماره ۲، صص. ۵۶۷-۵۵۳.

۴) حاتمی‌نژاد، حسین؛ آتش‌افروز، نسرین؛ آروین، محمود (۱۳۹۶) پهنه‌بندی خطر سیل با استفاده از تحلیل چندمعیاره و GIS مطالعه موردی: شهرستان ایذه، فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، دوره ۷، شماره ۲، صص. ۵۷-۴۴.

۵) راد، مژگان؛ وفاخواه، مهدی؛ غلامعلی فرد، مهدی (۱۳۹۷) پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در پایین‌دست حوزه آبخیز خرم‌آباد، مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۷، شماره ۱۶، صص. ۲۲۶-۲۱۱.

www.SID.ir

Archive of SID

۶) رضایی مقدم، محمدحسین؛ یاسی، مهدی؛ نیکجو، محمدرضا؛ رحیمی، مسعود (۱۳۹۷) پهنه‌بندی و تحلیل مورفولوژیکی سیلاب‌های رودخانه قره‌سو با استفاده از مدل هیدرودینامیکی HEC-RAS از روستای پیرازمیان تا تلاقی رودخانه اهر چای، جغرافیا و مخاطرات محیطی، دوره ۷، شماره ۱، صص. ۱۵-۱.

۷) رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا؛ قدیری، محمود؛ پرهیزکار، اکبر؛ شایان، سیاوش (۱۳۸۸) تحلیلی بر دیدگاه‌های نظری آسیب‌پذیری جامعه نسبت به مخاطرات طبیعی، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره ۱۳، شماره ۱، صص.۲۹-۶۲.

۸) قبادی، مرتضی؛ احمدی پری، معصومه؛ صالحی، اسماعیل (۱۳۹۵) ارزیابی و پهنه‌بندی ریسک سیلاب سکونتگاه‌های انسانی در راستای توسعه پایدار با بهره‌گیری از Fuzzy AHP در محیط GIS و مدل DPSIR مطالعه موردی: منطقه آبعلی، فصلنامه علوم و فنّاوری محیط‌زیست، دوره ۱۸ شماره ۲، صص.۳۶۳-۳۵۱.

۹) قهرودی تالی، منیژه؛ مجیدی هروی، آنیتا؛ عبدلی، اسماعیل (۱۳۹۵) آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب شهری (مطالعه موردی: تهران، درکه تا کن)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال ۵، شماره ۱۷، صص. ۳۵-۲۱.

۱۰) قدسیان، مسعود (۱۳۷۸) مهار سیلاب و مهندسی زهکشی، چاپ اول، تهران: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

۱۱) قنبر زاده، هادی؛ بهنیافر، ابوالفضل؛ ثروتی، محمدرضا؛ موسوی، مهدی؛ نورمحمدی، علی‌محمد (۱۳۹۴) نقش متغیرهای ژئومورفیکی رودخانه‌ای در مخاطرات سیلاب شهرهای کوهستانی مطالعه موردی: شهر طرقبه، استان خراسان رضوی، فصلنامه آمایش محیط، دوره ۸، شماره ۳۱، صص.۹۸- ۷۷.

۱۲) شیخ علیشاهی، نجمه؛ جمالی، علی‌اکبر؛ حسن‌زاده نفوتی، محمد (۱۳۹۵) پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی تحلیل رودخانه (مطالعه موردی: حوضه آبریز منشاد- استان یزد، فضای جغرافیایی، دوره ۱۶، شماره ۵۳، صص.۹۶-۷۷.

۱۳) شیرمرد، حجت؛ حرودی، عباس؛ عادلی، امیر (۱۳۹۴) روش تحلیل سلسله مراتبی فازی در سامانه اطلاعات مکانی به‌منظور تعیین نقاط بهینه حفاری در کانسار مس پرفیری نیسیان، فصلنامه اطلاعات جغرافیایی، دوره ۸۴، شماره ۱۹، صص.۱۰۰- ۹۱.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۴) لشکری، حسن؛ رشیدی، علی؛ رضایی، علی (۱۳۹۲) پهنه‌بندی سیلاب رودخانه زرینه‌رود با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-RAS در محیط GIS، فصلنامه پژوهش‌های دانش زمین، دوره ۴ شماره ۱، صص. ۶۸-۵۱.

۱۵) صادق لو، طاهره و سجاسی قیداری، حمدالله (۱۳۹۳) راهبردهای مدیریت مخاطره سیل در مناطق روستایی با مدل TOPSIS، مطالعه موردی: حوضه آبریز قره چای رامیان، جغرافیا و مخاطرات محیطی، دوره ۳، شماره ۱۲، صص. ۱۲۸-۱۰۵.

۱۶) مختاری هشی، حسین و رحیمی، داریوش (۱۳۹۵) پهنه‌بندی خطر سیل در مراکز انسانی و اقتصادی استان خراسان جنوبی با استفاده از منطق فازی، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دوره ۲۷، شماره ۱، صص. ۲۱۶-۱۹۹.

۱۷) کاظمی، آفاق؛ رضایی مقدم، محمدحسین؛ نیکجو، محمدرضا؛ حجازی, میر اسدالله؛ خضری، سعید (۱۳۹۵) پهنه‌بندی و مدیریت مخاطرات سیلاب در رودخانه سیمینه‌رود با استفاده از مدل هیدرولیکی .HEC- RAS ، مدیریت مخاطرات محیطی، دوره ۳، شماره ۴، صص. ۳۹۳-۳۷۹.

۱۸) عیسوی، وحید؛ کرمی، جلال؛ علی‌محمدی، عباس؛ نیک نژاد، سید علی (۱۳۹۱) مقایسه دو روش Fuzzy, AHP در مکان‌یابی اولیه سدهای زیرزمینی در منطقه طالقان. علوم زمین، سال ۲۲، شماره ۲۵، صص.۹۴-۸۷.

۱۹) محمد شریفی، پیچون و پرنون، فاطمه (۱۳۹۷) ارزیابی و تحلیل فضایی سیل گیری رودخانه قره‌سو با استفاده از منطق فازی در محیط GIS ، مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۷، شماره ۱۵، صص. ۳۰-۱۷.

۱۲ موسوی، سید محمد؛ روستائی، شهرام؛ رستم‌زاده، هاشم (۱۳۹۷) ارزیابی منطقه‌ای مخاطره سیل در مقیاس زیر حوضه با استفاده از سنجش‌ازدور و مدل منطق فازی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز مرند)، مجله اکو هیدرولوژی، دوره ۵، شماره ۳، صص. ۸۴۰-۸۲۹.

۲۱) محمود زاده، حسن؛ یاری، فاطمه؛ واحدی، علی (۱۳۹۶) کاربرد تکنیک‌های دورسنجی و GIS برای پهنه‌بندی خطر سیلاب در شهر ارومیه با رویکرد تحلیل چندمعیاره، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۴۹، شماره ۴، صص. ۷۳۰-۷۱۹.

www.SID.ir

Archive of SID

۲۲) محمدنژاد، محمد؛ مختاری، لیلا؛ بهنیافر، ابوالفضل (۱۳۹۸) پهنه‌بندی مخاطره سیلاب در حوضه رودخانه کلات (زیر حوضه منتهی به شهر کلات). پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، دوره ۸، شماره ۳، صص. ۲۲۱-۲۰۳.

23) Azmeri, Azmer. & Isa, Amir H. (2018) An analysis of physical vulnerability to flash floods in the small mountainous watershed of Aceh Besar Regency, Aceh province, Indonesia. Jàmbá, Journal of Disaster Risk Studies, Vol.10, No.1, pp.1-6.
24) Chang, LF. & Lin CH, Su MD. (2008) Application of geographic weighted regression to establish flood-damage functions reflecting spatial variation, Water study. Vol.34, No.2, pp.16-29.
25) Cutter, S. L. & Mitchell, J.T. & Scott, M.S. (2000) Revealing the vulnerability of peopleand places: A case study of Georgetown County, South Carolina, Annals of the Association of American Geographers, No.90, pp.1-12.
26) Iosub, M. & Minea, I. & Hapciuc, O. & Romanescu, G. H. (2015) The use of HEC-RAS modelling in flood risk analysis. Aerul si Apa, Componente ale Mediului, Vol.8, No.1, pp.300-315.
27) Ismail, Elkhrachy. (2015). Flash Flood Hazard Mapping Using Satellite Images and GIS Tools: A case study of Najran City, Kingdom of Saudi Arabia (KSA),The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, Vol.18, No.2, pp.261-278.
28) Jung, Younghun. & Kim, Dongguan, Kim. & Dongwook, Munmo, Kim. & Lee, Seung Oh. (2014) Simplified Flood Inundation Mapping Based On Flood Elevation-Discharge Rating Curves Using Satellite Images in Gauged Watersheds, Water, Vol.6, No.5, pp.1280-1299.
29) Jonkman, S.N. & Dawson, R.J. (2012) Issues and Challenges in Flood Risk Management-Editorial for the Special Issue on Flood Risk Management, Water, Vol.4, No.4, pp.785-792.
30) Khan, S.I. & Hong, T. & Wang, J. & Yilmaz, K.K. & Gourley, J.J. & Adler, R.F. & Brakenridge, G.R. & Policelli, F. & Habib, S. & Irwin, D. (2011) Satellite Remote Sensing and Hydrologic Modeling for Flood Inundation Mapping in Lake Victoria Basin:Implications for Hydrologic Prediction in Ungauged Basins, IEEE Trans. Geosci Remote Sens, Vol.49, No.1, pp.85-95.

www.SID.ir

Archive of SID

31) Khattak, M. S. & Anwar, F. & Saeed, T. U. & Sharif, M. & Sheraz, K. & Ahmed, A. (2016) Flood plain mapping using HEC-RAS and ArcGIS: a case study of Kabul River, Arabian Journal for Science and Engineering, Vol.41, No.4, pp.1375-1390.
32) Sowmya, K. & John, C. & Shrivasthava, N. (2015) Urban flood vulnerability zoning of Cochin City, southwest coast of India, using remote sensing and GIS Natural Hazards, Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards, Vol.75, No.2, pp.1271-1276.
33) Trondheim R.J. (2002) Reducing disaster vulnerability through local knowledge and capacity (The case of earthquake prone rural communities in India and Nepal), PhD Thesis, Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Architecture and Fine Art, Department of Town and Regional Planning.
34) Wanders, N. & Bierkens, M.F. & de Jong, S.M. & de Roo, A. & Karssenberg, D. (2013) The benefits of using remotely sensed soil moisture in parameter identification of large-scale hydrological models, In: EGU General Assembly Conference Abstracts, Vol.15, No.2, pp.102-115.
35) Wisner B. (2005) Tracking vulnerability: History, use, potential and limitations of a concept; Invited Keynote Address, SIDA & Stockholm University, Research Conference.
36) Zou, Q. & Zhou, J. & Zhou, C. & Song, L. & Guo, J. (2013) Comprehensive flood risk assessment based on set pair analysis-variable fuzzy sets model and fuzzy AHP, Stoch. Environ. Res. Risk Assess. Vol.27, No.3, pp.525-546.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir