علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هجدهم، ویژه نامه شماره۲، پاییز ۱۳۹۵

ارزیابی و پهنه بندی ریسک سیلاب سکونتگاه های انسانی در راستای توسعه پایدار با بهره گیری از Fuzzy AHP در محیط GIS و مدل DPSIR (مطالعه موردی : منطقه آبعلی)

مرتضی قبادی [۱]*

ghobadim93@gmail.com

معصومه احمدی پری [۲]

اسماعیل صالحی [۳]

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۸/۰۴ تاریخ پذیرش:۹۳/۱۲/۲۵

چکیده

زمینه و هدف: ارزیابی و پهنه بندی ریسک سیلاب در سکونتگاه های انسانی به دلیل توسعه آن ها در حاشیه رودخانه ها، بستر و حواشی دشت های سیلابی بدون شناخت و توجه به شرایط هیدرولوژیکی و دینامیکی رودخانه ها و قسمت های بالا دست حوضه که موجب افزایش خطر سیلاب و خسارات جانی، مالی و زیربنایی می شود، امری ضروری و مهم در راستای توسعه پایدار سکونتگاه های انسانی می باشد. هدف از تحقیق حاضر شناسایی علل سیلاب و پیش بینی دامنه خسارات ناشی از آن در محدوده منطقه آبعلی است.

روش بررسی: به منظور تحلیل عوامل تاثیر گذار بر سیلاب منطقه از مدل مفهومی DPSIR استفاده شده است. در تحلیل آسیب پذیری منطقه در برابر خطر سیلاب به روش DPSIR ، عوامل اجتماعی ، اقتصادی ، کالبدی و زیست محیطی به عنوان نیرو محرکه ها مورد بررسی قرار می گیرد و سپس با نقشه سازی نیرو محرکه ها و پهنه بندی منطقه ، سطح ریسک سیلاب منطقه تعیین می گردد. بدین منظور از روش Fuzzy AHP برای محاسبه وزن لایه ها و برای اجرای آن از برنامه نویسی در نرم افزار Matlab بهره گرفته شد و در نهایت براساس وزن های مستخرج از روش Fuzzy AHP، در محیط GIS پهنه بندی ریسک انجام گرفت.

یافته ها: نتایج نشان می دهد از مجموع کل مساحت منطقه مطالعاتی، حدود ۱۷۸۸ هکتار ریسک خیلی بالا، ۵۰۹۸ هکتار ریسک بالا، ۶۱۹۰/۷۵ هکتار ریسک متوسط و ۳۰۳۸/۷۵ هکتار ریسک پایین سیلاب دارند.

نتیجه گیری: : نتایج حاصل از تلفیق مدل‌های سیستم های پشتیبانی تصمیم گیری و سیستم اطلاعات جغرافیایی در تایید مطالعات پیشین، حاکی از کارایی بالای آن ها در تعیین مناطق با ریسک بالای سیلاب می باشد و ضرورت دارد در فرایند برنامه ریزی و آمایش به ویژه ارزیابی خطر این سطوح پهنه بندی شده مدنظر قرار گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: ریسک سیلاب ، سکونتگاه های انسانی، منطقه آبعلی ، مدل DPSIR، Fuzzy AHP .

۱*- (مسوول مکاتبات): استادیار گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، ایران.

۲- دانشجوی دکتری برنامه ریزی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، ایران.

۳- دانشیار گروه برنامه ریزی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، ایران.

J.Env. Sci. Tech., Vol 18, Special No.2, Autumn 2016

Flood Risk Assessment and Zoning of Human Settlements in line with Sustainable Development using Fuzzy AHP in GIS Envoronmnet and DPSIR Model (Case study: Abali)

Morteza Ghobadi [1]*
ghobadim93@gmail.com
Masumeh Ahmadipari [2]
Esmaeil Salehi [3]

Abstract

Background and Objective: Flood risk assessment and zoning in human settlements is an important activity in line with sustainable development of human settlements. The reason is that these settlements are developed alongside the rivers, and bed and margins of torrential plains ignoring the hydrological and dynamical conditions of rivers and upstraem river basins that can increase flood risk and life, financial, and sub-structural damages. This study aims to identify the flood reasons and predict the range of subsequent damages within Abali area.

Method: The conceptual model of DPSIR has been used to analyze the elements effective on the flood in the area. In DPSIR analysis of the area for its vulnerability against flood risk, societal, economic, spatial and environmental factors are considered asdriving forces. Then, the flood risk levele in the study area is determined by making plots for the driving forces and zoning the area. For this reason, Fuzzy AHP was used for calculation of layers weight and programming in MATLAB software was done to run it. Finally, risk zoning was carried out based on the weights extracted by Fuzzy AHP method in GIS environment.

Results: The results show that from the total area of the case study, about 1788 hectare has a very high risk, 5098 hectare has a high risk, 6190.75 hectare has an average risk, and 3038.75 hectare has a low risk of flood.

Conclusion: The results from integration of Decision Support Systems (DSS) models and GIS, as approved in previuos studies, indicate their high efficiency in identifying the areas with high flood risk. Therefore, it is essential to consider the zoning layers in planinig proceses, particularly rsik assessment.

Keywords: Flood risk, human settlements, Abali area, DPSIR model, fuzzy AHP.

1- Assistant Professor, Depatment of Environment, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Lorestan, Iran. * *(Corresponding Author)*
2- Ph.D. Student, Department of Environmental Planning, Graduate Faculty of Environment, University of Tehran, Iran.
3- Associate Professor, Department of Environmental Planning, Graduate Faculty of Environment, University of Tehran, Iran.

مقدمه

توسعه سکونتگاه های انسانی در حاشیه رودخانه‌ها، بستر و حواشی دشت های سیلابی بدون شناخت و توجه به شرایط هیدرولوژیکی و دینامیکی رودخانه ها و قسمت های بالا دست حوضه که موجب افزایش خطر سیلاب و خسارات جانی، مالی و زیربنایی ناشی از آن می شود، توسعه را با مشکل مواجه می سازد(۱). اکثر سکونتگاه های انسانی در خروجی حوضه ها بنا شده اند(۲) و افزایش سطوح نفوذ ناپذیر که ناشی از توسعه شهر ها و روستاها برخاک های نفوذ پذیر است، طبعاً از سطوح نفوذ پذیر حوضه که قادر به جذب بخشی از بارندگی است، کاسته و در نتیجه بر حجم کل رواناب می افزاید(۳). همچنین ایجاد تاسیسات صنعتی و پروژه های راه سازی و گردشگری بدون در نظر گرفتن ویژگی های ژئومورفولوژیک حوضه ها موجب تشدید سیلاب ها، افزایش آلودگی ها در قسمت پایاب، کاهش جریان های پایه و کاهش تغذیه آب های زیر زمینی می شود (۴). با توجه به این که در ایران نیز بعضاً توسعه سکونتگاه های انسانی در مناطق سیل خیز صورت گرفته و هرساله خسارات زیادی از این بابت به جان و مال مردم و اکوسیستم های طبیعی وارد می شود(۵)، بررسی مهار سیلاب و کاهش خسارت و تلفات آن به صورت محدود و پراکنده در سطح کشور در راستای دستیابی به توسعه پایدار امری ضروری است.

یکی از روش های مدیریتی مواجهه با سیل، پهنه بندی سیل می باشد(۶) ، نقشه های پهنه بندی سیل، اطلاعات ارزشمندی را در مورد طبیعت سیلاب ها ، اثرات آن بر اراضی دشت سیلاب ها و تعیین حریم رودخانه ها ارایه می دهد(۷). در نتیجه امکان ارسال هشدار های مناسب در مواقع خطر سیل و تسهیل عملیات امداد و نجات فراهم می شود (۸) . در پهنه بندی سیل به منظور کنترل سیلاب در کاربری و توسعه اراضی، مناطق سیل خیز به قسمت هایی با خطر پذیری های متفاوت تقسیم می شوند (۹). پهنه بندی ها برای مشخص شدن میزان خطر پذیری به سیلاب برای استفاده کنندگان محتمل، شناسایی نواحی برای بیمه خسارات سیل و ایجاد محدودیت های اجباری کاربری در مناطق خطر پذیر می باشد و بایستی قدرت لازم برای اعمال محدودیت های ناشی از آن وجود داشته باشد(۱۰). با تعیین مناطقی که ریسک بالای سیل دارند، می توان از توسعه در این مناطق جلوگیری کرد و یا در صورت نیاز به توسعه در این مناطق ، از ابتدا راهکارهای مدیریتی برای ساخت و ساز در این بخش ها لحاظ شود (۱۱).

پهنه بندی خطر سیلاب با هدف به کارگیری در برنامه‌ریزی و مدیریت در کنترل و مهار سیل تاکنون در منطقه مطالعاتی این تحقیق مورد توجه نبوده و در قالب طرح تحقیقاتی و مطالعاتی ، پژوهشی در این زمینه صورت نگرفته است. لذا به منظور شناسایی علل سیلاب و پیش بینی دامنه خسارات ناشی از آن در شرایط مختلف و توجیه اقتصادی و اجتماعی، برنامه های کنترل و مهار سیلاب، تجزیه و تحلیل عوامل تاثیر گذار بر سیلاب منطقه با مدل مفهومی DPSIR انجام می شود و سپس با شناسایی نیروهای محرکه و مکان دار کردن آن ها ، پهنه بندی خطر سیل تعیین می گردد.

برنامه محیط زیست سازمان ملل(UNEP) مدل مفهومی DPSIR را برای مطالعه و ارزیابی ساختار و عملکرد های طبیعی و انسانی ارائه داده است(۱۲). این مدل چارچوبی مفهومی برمبنای زنجیره علی- معلولی تحلیل داده ها است که اطلاعات محیط زیستی را از طریق شاخص های مختلف به هم مرتبط نموده، تقدم و تاخر آنها را مشخص کرده و پاسخ ها و راهکارهای مناسب قابل اجرا بر روی اجزای مختلف زنجیره را تبیین و ترسیم می نماید(۱۳) . ریسک سیلاب را می توان در قالب این مدل به صورت سیستماتیک ارزیابی کرد، این مدل بین نیروی های محرکه[1] ، فشارها[2]، وضعیت[3]، اثرات[4] و پاسخ ها ارتباط برقرار می‌کند(۱۴). در این مدل مفهومی، محرک ها، نیروهای انسانی و بیوفیزیکی هستند که تغییر را در فرایندها و الگوهای بیوفیزیکی و انسانی ایجاد می‌کنند، این نیرو محرکه ها خود منجر به بروز فشار هایی بر کیفیت محیط زیست می شوند. فشار شامل عوامل طبیعی و انسانی هستند که مستقیما بر وضعیت اکوسیستم تاثیر می گذارند و باعث بروز تغییرات مثبت و منفی در وضعیت محیط می شوند. آثار، تغییراتی در شرایط انسانی و اکولوژیکی هستند که در نتیجهٔ چنین تعاملات و تقابلاتی ایجاد می‌شوند. از این رو در تحلیل آسیب پذیری منطقه در برابر خطر سیلاب به روش DPSIR ، عوامل کالبدی ، اجتماعی ، اقتصادی و زیست محیطی به عنوان نیرو محرکه ها مورد بررسی قرار می گیرد و سپس با نقشه سازی نیرو محرکه ها و پهنه بندی منطقه ، سطح ریسک پذیری سیلاب منطقه تعیین می گردد.

Liang and Mohanty در سال ۱۹۹۸ در منطقه ماهاندای اوراسیای هندوستان، با استفاده از GIS، اقدام به پهنه‌بندی سیل کرده و مدیریت سیل بر اساس این نوع پهنه‌بندی را روش غیره سازه‌ای مفید در کنترل سیل معرفی کردند. Moniroll and Sado در سال ۲۰۰۰ با استفاده از داده های ماهواره‌ای و کاربرد GIS نقشه خطر سیل را با استفاده از مؤلفه‌های ضروری فراوانی سیل موثر، عمق سیل برای کشور بنگلادش تهیه کردند (۱۵).

Weichel و همکاران در سال ۲۰۰۵ یک سیستم مدیریت سیل را برای بخش استندال[5] در کشور آلمان طراحی کردند که در آن GIS به عنوان یک ابزار اصلی ارایه راهکار برای سیل به کار گرفته شد و سناریوهایی برای دوره بازگشت مختلف ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ ساله سیل در منطقه ارایه شد(۱۶). در مطالعه ای دیگر Omkazem and Sim King در سال ۲۰۰۵ با استفاده از عکس های هوایی و تصاویر ماهواره ای ADARSAT و Landsat-5 در دوره زمانی ۲۰۰۲و ۲۰۰۶ اقدام به پهنه بندی سیل در استان سوختای کشور تایلند کردند. آنها در مطالعه خود شهر را به چهار منطقه با آسیب پذیری خیلی زیاد ، زیاد ، متوسط و کم تقسیم بندی کردند که هر کدام از مناطق برنامه های خاص خود را برای مدیریت سیل داشت(۱۷).

1- Driving forces
2- Pressures
3- State
4- Impact
5- Stendal

Maantay and Maroko در سال ۲۰۰۹ بـه ارزیـابی ریسـک سـیلاب در محیط شهری نیویورک پرداختنـد. آن هـا مطالعـه خـود را بـر پایـه سیسـتم CEDS با تجزیه و تحلیل جمعیت و اثرات ۱۰۰ ساله سیل در شهر نیویورک در محیط GIS انجام دادند . شـهر نیویـورک را در سـه کـلاس طبقـه بنـدی کردنـد و بـرای هـر یـک از پهنـه ریسـک را محاسـبه نمودنـد(۱۸). Zoo و همکاران در سـال ۲۰۱۲ در مطالعـه ای بـه ارزیـابی ریسـک سـیل در چـین پرداختند. آن هـا بـرای ریسـک سـیلاب از روش فـازی و IIOSM اسـتفاده کردند(۱۹). Belmonte and García در سال ۲۰۱۲ نیز بـه پهنـه بنـدی خطر سیلاب پرداختند. آن ها با استفاده از تکنیک GIS و تلفیـق متغیرهـا و لایه های تاثیرگذار در خطر سیلاب، نقشه پهنه بندی خطـر سـیلاب را تهیـه کردند و مناطق را در محدوده مطالعـه در پـنج طبقـه از لحـاظ ریسـک قـرار دادند(۳).

ولیزاده (۱۳۸۶) در مطالعه ای تحت عنـوان « کـاربرد GIS در پهنـه بنـدی خطر سیلاب » به بررسی حوضه رود لیقوان پرداخت ، در ایـن مطالعـه ضـمن تهیه نقشه پهنه بندی سیل برای منطقه در محیط GIS، جریانات فرعـی نیـز با استفاده از روابط تجربی و نسبت مساحت‌هـا تعیـین شـدند. جهـت تعیـین حجم سیلاب با دوره بازگشت های مورد نظـر از طـول آمـاری موجـود و دوره های آماری در سال های آینده استفاده شد . با بررسـی دوره هـای بازگشـت، نتایج نشان داد که احتمال وقوع سیلاب های بزرگ در حوضـه مـورد مطالعـه بسیار زیاد است(۲۰).

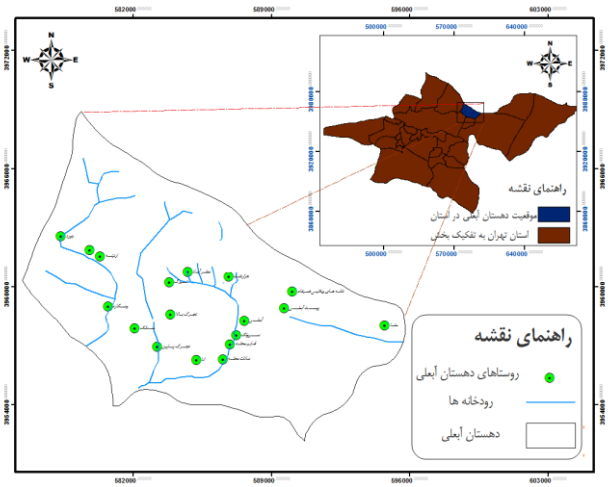
شعبانلو و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعه ای به پهنه بنـدی سـیلاب در شـبکه رودخانه های استان گلستان با استفاده از GIS پرداختند. آن ها با اسـتفاده از هیدروگراف های سیلاب با دوره های بازگشـت مختلـف کـه از مـدل HEC-HMS بدست آمد، پهنه بندی سیلاب برای رودخانه های منطقه طـرح را در محیط GIS انجام دادند. آن هـا مسـاحت خسـارت دیـده را براسـاس نتـایج حاصل از برنامه HEC-RAS به ازای دوره‌هـای بازگشـت مختلـف محاسـبه کردند(۲۱).

افتخاری و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای به ارزیابی پهنه بنـدی روسـتاهای در معرض خطر سیلاب پرداختند. آنها به منظور پهنه بنـدی خطـر سـیلاب و تعیین ضریب خطر پذیری نقاط روستایی در حریم رودخانه گانگانرود از ماژول مـدل HEC-GeoRAS در محـیط GIS و بکـارگیری تصـاویر مـاهواره ای +ETM لندست، مدل رقـومی ارتفـاع ، مقطـع عرضـی در رودخانـه، مقـاطع طولی به همراه شیب متوسط هر مقطع استفاده کردند(۲۲).

امیر احمدی و همکاران (۱۳۹۰) جهت بررسی میزان خطر پـذیری سـیلاب و ارزیابی خسـارت وارده بـه شـهر سـبزوار بـه پهنـه بنـدی خطـر سـیلاب آن پرداختند ، پارامترهای خاص موضوع این تحقیق شامل: کاربری اراضی، تـراکم جمعیت، مسیل ها، طبقات شیب، تراکم مسکونی، ضریب CN، ضریب رواناب، فضای باز و قدمت ابنیه بود، وزن‌دهی برای لایـه هـای تاثیرگـذار بـر سـیلاب شهری با AHP صورت گرفت و تهیه نقشه پهنه بندی در محیط GIS انجـام یافت(۲۳).

منطقه مورد مطالعه

دهستان آبعلی در ۱۰۰ کیلومتری شمال شرقی شهر تهران واقـع شـده اسـت. ارتفاع متوسط منطقه مورد مطالعه ۱۸۰۰ متر از سـطح دریـا اسـت. براسـاس طبقه بندی اقلیمی دومارتن، اقلیم منطقه آبعلی از نوع نیمه خشـک محسـوب می شود. میانگین بارندگی سالانه در این ناحیه ۴۱۶ میلی متر و دمای سالانه آن ۸/۸ درجه سانتی گراد است. محدوده دهستان آبعلی در دامنه‌های جنـوبی البرز مرکزی و جنوب شرقی کوه دماوند در منطقه شهرستان دماوند واقع شده است و براساس نتایج سرشماری سال ۱۳۸۵ تعداد ۴۱۶۵ نفر در این دهستان ساکن هستند.



شکل ۱- موقعیت محدوده مطالعه

Figure 1- Case study

روش بررسی

در این پژوهش به منظور شناسایی علل سیلاب و پیش بینی دامنه خسارات ناشی از سیلاب در شرایط مختلف و توجیه اقتصادی و اجتماعی، برنامه های کنترل و مهار سیلاب، تجزیه و تحلیل عوامل تاثیر گذار بر سیلاب منطقه با مدل مفهومی DPSIR انجام می گیرد. مدل DPSIR از مخفف پنج کلمه نیروی های محرکه[1] ، فشارها[2]، وضعیت[3]، اثرات[4]، پاسخ ها[5] تشکیل شده است که به ترتیب زنجیره علت و معلول را بیان می کند (۲۴، ۲۵) این مدل چارچوب مفهومی برمبنای زنجیره علی- معلولی تحلیل داده ها است که اطلاعات محیط زیستی را از طریق شاخص های مختلف به هم مرتبط نموده، تقدم و تاخر آن ها را مشخص کرده و پاسخ ها و راهکارهای مناسب قابل اجرا بر روی اجزای مختلف زنجیره را تبیین و ترسیم می نماید. در تحقیق حاضر ریسک سیلاب در قالب این مدل ارزیابی شده است. از آنجائی که بیشتر تحقیقات کشور در حال حاضر بر مبنای روش های آکادمیک صورت می گیرد، مدل معرفی شده این قابلیت را دارد تا ابزاری جهت تصمیم سازی و تدوین برنامه ها باشد. در حقیقت این روش از علل به وجود آورنده پدیده تا اقدامات و سیاست های اتخاذ شده و حتی مورد نیاز را شناسایی و بررسی می کند(۲۶). در تحلیل آسیب پذیری منطقه در برابر خطر سیلاب به روش DPSIR ، عوامل اقتصادی ، اجتماعی ، کالبدی و زیست محیطی به عنوان نیرو محرکه ها مورد بررسی قرار می گیرد. با توجه به فقدان یک روش نهایی برای انجام تعیین و انتخاب عوامل و معیارهای موثر بر تحقیق و فقدان مبنای آماری برای نتیجه‌گیری ها، یک روش شناسی مرحله ای به روش دلفی برای انجام تحقیق ارایه شد. ابتدا خبرگان به دو گروه صاحب نظران دانشگاهی به تعداد ۹ نفر و کارشناسان خبره به تعداد ۹ تقسیم گردیدند. سپس از رویه تحقیقات دلفی برای تعیین عوامل و نیرومحرکه ها استفاده شد. این رویه، شامل سه گام کلی بود: ۱. طوفان فکری برای تعیین عوامل ، ۲. محدود ساختن لیست اصلی به مهم ترین موارد و ۳. تعیین اولویت مهم ترین عوامل. برای شناسایی خبرگان نیز از تکنیک گلوله برفی استفاده شد. سپس در ادامه با نقشه سازی نیرو محرکه ها و پهنه بندی منطقه ، سطح ریسک سیلاب منطقه تعیین می گردد. در این پژوهش، پردازش و تحلیل داده‌ها باتوجه به پارامترهای شیب، زمین شناسی، فاصله از رودخانه ها و مسیل‌ها، کاربری اراضی و تراکم جمعیت صورت گرفته است. پس از آماده‌سازی و تهیه لایه‌های اطلاعاتی ، برای تعیین وزن معیارها و همچنین کلاس‌های هر معیار از روش Fuzzy AHP استفاده گردید. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی(Fuzzy AHP) روش نسبتاً جدیدی است که توسط Larhon and Pedrich توسعه داده شد(۲۷، ۲۸) و AHP را برای حالتی که به محیط‌های فازی و مبهم منجر می‌شد بسط داد(۲۹). این مدل بر مبنای سه اصل تجزیه، مقایسهٔ دو دویی یا زوجی، اولویت بندی گزینه ها استوار است(۳۰ ، ۳۱). در تحقیق حاضر ، در ارزیابی وضعیت آسیب پذیری سیلاب محدوده مطالعه با این مدل، معیارهای اصلی که در بالاترین قسمت درخت تصمیم گیری (پس از هدف) قرار دارند، شامل نیرو محرکه های حاصل از مدل DPSIR می باشد. هر معیار با توجه به وضعیت منطقه، بررسی مستندات علمی و معتبر و نظر سنجی کارشناسی به زیر معیارها و یا شاخص هایی تقسیم گردید. بر مبنای اصل دوم، معیارها با استفاده از جدول وزن‌دهی دو به دو با عبارات زبانی تعریف شده در منطق فازی با هم مقایسه شدند و وزن آن ها با کمک نرم افزار Matlab تعیین گردید. در یک سطح، معیارها نسبت به یکدیگر سنجیده و در سطح دیگر شاخص‌های هر دسته از معیارها دو به دو نسبت به یکدیگر سنجیده می گردد. در نهایت هر یک از لایه ها براساس وزن‌های به دست آمده از روش Fuzzy AHP، در محیط GIS پهنه‌بندی می شوند. انعطاف پذیری، قاعده مند بودن محاسبات و امکان رتبه بندی نهایی گزینه ها با در نظر گرفتن عدم قطعیت از مزیت های اصلی AHP Fuzzy هستند(۳۲). گام های تحقیق در شکل ۲ آمده است.

1- Driving forces
2- Pressures
3- State
4- Impact
5- Responses

شکل ۲- فرایند تحقیق

Figure 2- The research process

یافته ها

پس از انجام مطالعات بر اساس فرایند تحقیق نتایج به شرح ذیل است:

تعریف و شناسایی نیرو محرکه‌های اثرگذار بر سیلاب محدوده مطالعه که در جدول ۱نیرو محرکه‌های اثر گذار بر کیفیت محیط زیست منطقه به تفکیک ابعاد بررسی نشان داده شده است. برای تعیین و انتخاب نیرو محرکه‌های اثرگذار بر سیلاب محدوده، ضمن بررسی و مطالعه مستندات علمی و معتبر و در نظر گرفتن شرایط منطقه، از نظر سنجی کارشناسی به روش دلفی از تعداد ۱۸ نفر کارشناسان اجرایی و صاحب نظران دانشگاهی استفاده شد.

جدول۱- زیر سیستم های مطالعاتی و لیست نیرومحرکه‌های اثرگذار بر کیفیت محیط زیست منطقه

Table 1- Subsystems and list of driving forces affecting the quality of the environment

ابعاد (زیر سیستم‌ها)	نقشه‌سازی نیرو محرکه ها برای تلفیق	اهمیت یا ضرورت توجه
وضعیت اکولوژیک	هیدرولوژی و ژئومورفولوژی	• ملاحظات راهبردی برنامه ریزی از نظر اولویت بندی طرح جهت‌گیری‌های راهبردی در مدیریت سیلاب
وضعیت کاربری ها	کاربری اراضی	• گسترش مناطق نفوذ ناپذیر • ملاحظات فنی متناسب باساختار • ملاحظات اعمال اولویت اجرایی
وضعیت اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی	تراکم جمعیت، مهاجرت، اشتغال	• نیاز به تجهیز و توانمند سازی و درک میزان مشارکت و آگاهی

پهنه بندی اولیه نیرو محرکه های اثرگذار بر آسیب پذیری سکونتگاه های منطقه آبعلی در برابر سیلاب:

در تحلیل آسیب پذیری به روش DPSIR ، عوامل کالبدی ، اجتماعی ، اقتصادی و زیست محیطی به عنوان نیرو محرکه ها مورد بررسی قرار می گیرد که در این پژوهش، پردازش و تحلیل داده‌ها باتوجه به پارامترهای شیب، زمین شناسی، فاصله از رودخانه ها و مسیل‌ها، کاربری اراضی و تراکم جمعیت صورت گرفته است. پس از آماده‌سازی و تهیه لایه‌های اطلاعاتی براساس شکل ۴، برای تعیین وزن معیارها و همچنین کلاس‌های هر معیار از روش Fuzzy AHP استفاده گردید. محاسبه وزن‌ها از طریق برنامه‌نویسی در نرم‌افزار Matlab انجام گرفت. برای پیاده‌سازی روش Fuzzy AHP، معیارها با توجه به سطح بالاتر به صورت دو به دو مقایسه می‌شوند. از آن جا که در این روش برای انجام مقایسات به طور معمول از دانش متخصصان بهره گرفته می-شود، انتخاب متخصصان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این تحقیق خبرگان به دو گروه صاحب نظران دانشگاهی به تعداد ۹ نفر و کارشناسان

خبره به تعداد نفر تقسیم شده بودند. برای شناسایی خبرگان نیز از تکنیک گلوله برفی استفاده شد و ترکیب افراد به گونه ای بود که همه افراد از محدوده شهرستان تهران ، انتخاب شده بودند و آشنایی کامل با محدوده مورد مطالعه داشتند با توجه به این که از روش گلوله برفی استفاده شد، سعی گردید که با پیشنهاد افراد معرفی شده برای تکمیل گروه کارشناسان انتخاب افراد بر اساس شناسایی و فعالیت پژوهشی در مورد منطقه باشد. سپس در ادامه تحقیق براساس روش چانگ برای بیان ارجحیت یک معیار بر معیار دیگر (یا یک کلاس بر کلاس دیگر) از عبارت‌های زبانی استفاده شد و ماتریس مقایسات زوجی تشکیل گردید.

در مرحله بعد، اقدام به نرمال‌سازی ماتریس اعداد فازی شد، از میانگین هندسی (براساس روش چانگ) به منظور محاسبه وزن‌ها استفاده گردید (در روش میانگین هندسی از قواعد ضرب فازی پیروی می‌کند که با ضرب معمولی متفاوت است). نهایتاً اوزان فازی هر یک از معیارها با استفاده از روش مرکز سطح به یک کمیت کلاسیک تبدیل شدند و به این ترتیب اوزان دیفازی سازی شده آماده به کارگیری در محیط GIS گردید. لازم به ذکر است که به‌دلیل فراوانی جداول وزن کلاس‌های هر معیار و تشابه موضوعی این جداول از نمایش همه این جداول خودداری به عمل آمد و به عنوان نمونه، تنها به جداول ماتریس اعداد فازی کلاس‌های شیب و جداول ماتریس اعداد فازی پارامترها به همراه وزن نهایی (جدول ۲و۳) بسنده شد.

جدول ۲- ماتریس اعداد فازی کلاس‌های شیب به همراه اوزان دیفازی شده آن ها

Table 2- Matrix fuzzy numbers for Slope

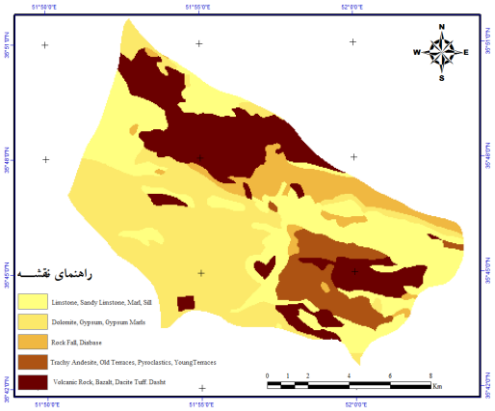
پارامتر شیب	شیب کم تر از ۵ درصد	شیب ۵-۱۰ درصد	شیب ۱۰-۲۰ درصد	شیب بیشتر از ۲۰درصد	اوزان دیفازی شده
شیب کم تر از ۵ درصد	(۱، ۱، ۱)	(۱/۵ ،۱/۱،۳)	(۱/۷ ،۱/۱،۵/۳)	(۱/۹ ،۱/۱،۹/۷)	۰/۰۵۲
شیب ۵-۱۰ درصد	(۱، ۳، ۵)	(۱، ۱، ۱)	(۱/۵ ،۱/۱،۳)	(۱/۷ ،۱/۱،۵/۳)	۰/۱۲۶
شیب ۱۰-۲۰درصد	(۳، ۵، ۷)	(۱، ۳، ۵)	(۱، ۱، ۱)	(۱/۵ ،۱/۱،۳)	۰/۳۱۲
شیب بیش تر از ۲۰ درصد	(۷، ۹، ۹)	(۳، ۵، ۷)	(۱، ۳، ۵)	(۱، ۱، ۱)	۰/۵۱

جدول ۳- ماتریس اعداد فازی معیارها به همراه اوزان دیفازی شده آن ها

Table 3- Matrix fuzzy numbers for indexes

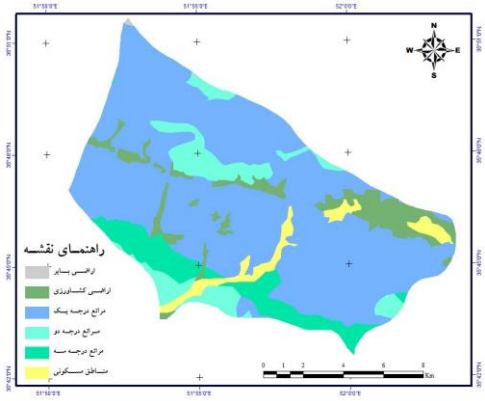
معیارها	فاصله از رودخانه و مسیل‌ها	شیب	تراکم جمعیت	کاربری اراضی	زمین شناسی	وزن نهایی
فاصله از رودخانه و مسیل‌ها	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۳)	(۱، ۳، ۵)	(۵، ۷، ۹)	(۳، ۵، ۷)	۰/۴۳۵
شیب	(۱/۳ ،۱،۱)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۳)	(۳، ۵، ۷)	(۱، ۳، ۵)	۰/۲۵۷
تراکم جمعیت	(۱/۵ ،۱/۱،۳)	(۱/۳ ،۱،۱)	(۱، ۱، ۱)	(۳، ۵، ۷)	(۱، ۳، ۵)	۰/۱۸۲
کاربری اراضی	(۱/۹ ،۱/۱،۷/۵)	(۱/۷ ،۱/۱،۵/۳)	(۱/۷ ،۱/۱،۵/۳)	(۱، ۱، ۱)	(۱/۳ ،۱،۱)	۰/۰۴۶
زمین شناسی	(۱/۷ ،۱/۱،۵/۳)	(۱/۵ ،۱/۱،۳)	(۱/۵ ،۱/۱،۳)	(۱، ۱، ۳)	(۱، ۱، ۱)	۰/۰۸

در گام بعدی، هر یک از لایه ها براساس وزن‌های به دست آمده از روش Fuzzy AHP، در محیط GIS پهنه‌بندی گردید، شکل های ۳، ۴، ۵ ، ۶ و ۷ نقشه های وزنی هر یک از پارامترهای ورودی را نشان می دهد.



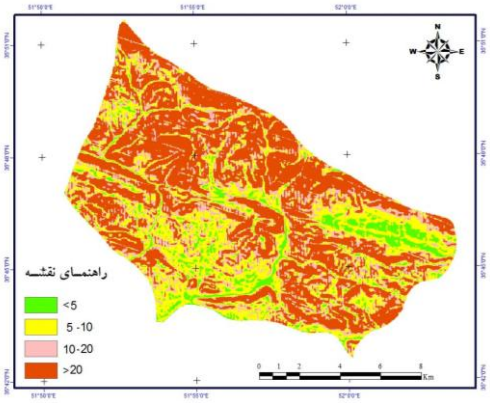
شکل ۳- نقشه ژئولوژی

Figure 3- Geology Map



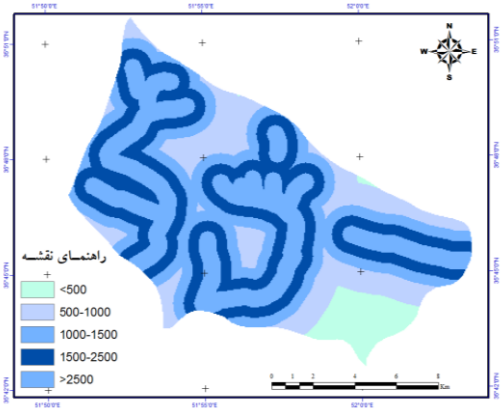
شکل۴- نقشه کابری اراضی

Figure 4- Map of land users



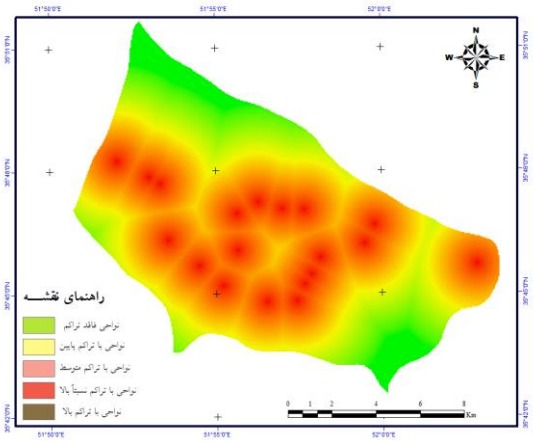
شکل۵- نقشه شیب

Figure 5- Slope map



شکل۶- نقشه فاصله از رودخانه

Figure 6- Map of River



شکل۷- نقشه تراکم جمعیت

Figure 7- Population density map

در تحقیق حاضر سه منبع اصلی داده به منظور فراهم کردن لایه های اطلاعاتی عبارتند از: مدل رقومی ارتفاع(DEM) (با دقت ۱۰ متر، سازمان نقشه برداری کشور) به منظور فراهم کردن لایه های شیب منطقهٔ مورد مطالعه؛ تصویر ماهواره های سنجنده TM ماهواره لندست (تابستان ۲۰۱۱) به منظور استخراج کاربری اراضی، فایل رقومی شبکه آب راهه ها و پراکنش و توزیع نقاط سکونتگاهی در سطح منطقه. طبقه بندی لایه ها با توجه به شرایط حاکم بر منطقه و نظر کارشناسی انجام یافت. نقشه شیب با استفاده از مدل رقومی ارتفاع تهیه و به چهار محدوده طبقه بندی شد. طبقه بندی لایه های اطلاعاتی در این گونه مطالعات بر اساس نظر کارشناسی است. ۴۶ ٪ از مساحت منطقه دارای شیب بالای ۲۰ ٪ است که نواحی مرتفع تر را شامل

می شود و ۲۳ ٪ آن را نواحی با شیب کمتر از ۵ ٪ تشکیل می دهند که تقریبا در اطراف سکونتگاه های انسانی قرار دارند. برای تهیه نقشهٔ کاربری زمین از نقشه های سال ۱۳۸۵ کاربری زمین که سازمان جنگل ها و مراتع آن را منتشرکرده است استفاده شد. از لحاظ چینه شناسی حدود ۵۲ ٪ از این منطقه دربرگیرنده سازندهای گچی و آهکی است. از نظر کاربری بیش از ۶۰ ٪ منطقه را کاربری های مرتعی به خود اختصاص داده اند. با نظر کارشناسی برای رودخانه ها و مراکز جمعیتی نقشه های طبقه بندی گردید. بیش ترین تراکم جمعیتی منطقه در اطراف رودخانه ها واقع شده است.

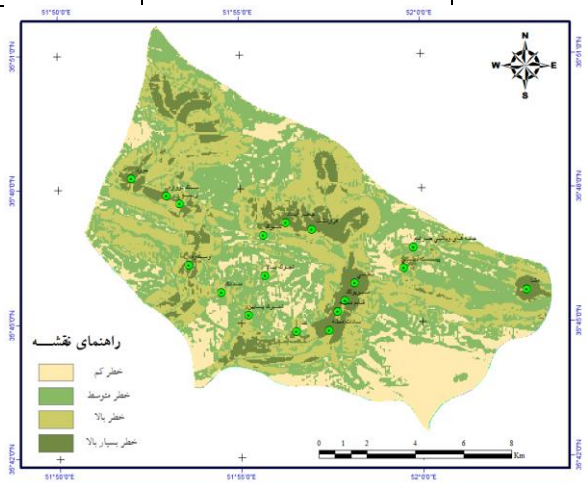
پهنه بندی نهایی خطر سیلاب در سکونتگاه های دهستان آبعلی

با رویهم اندازی نقشه‌های حاصل از نیرو محرکه‌ها با پهنه بندی اولیه، پهنه بندی نهایی ریسک سیلاب تولید شده است. بدین منظور وزن معیارها در لایه های مربوط ضرب و همراه با آن عملیات تلفیق لایه ها صورت گرفت و بدین ترتیب نقشه نهایی رستری در چهار کلاس (از خطر خیلی زیاد تا خطر کم) حاصل شد که گویای حساسیت و میزان ریسک سیلاب در نقاط روستایی منطقه که در هر چهار پهنه به عنوان روستاهای حادثه خیز از درجه روستاهای باخطر خیلی بالا، بالا، متوسط و پایین می باشند. بر پایه نقشه زون‌بندی نهایی، از مجموع کل مساحت منطقه مطالعاتی، حدود ۱۷۸۸ هکتار دارای ریسک خیلی بالا، ۵۰۹۸ هکتار ریسک بالا، ۶۱۹۰/۷۵ هکتار ریسک متوسط و ۳۰۳۸/۷۵ هکتار ریسک پایین سیلاب را نشان می دهد. در جدول ۵ مساحت این چهار کلاس برحسب هکتار و درصد نشان داده شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بیش تر مناطق دارای ریسک خیلی بالا و بالای سیلاب، مناطقی هستند که همگی در اطراف سرشاخه های اصلی و در فاصله کم تری از بستر اصلی رودخانه قرار دارند. همان گونه که مشاهده می گردد، غالب نقاط روستایی به ویژه روستاهای پرجمعیت منطقه مورد مطالعه در معرض خطر سیل گیری بیش تری نسبت به سایر روستاها هستند، زیرا که آب حاصل از بارش‌های شدید در سرشاخه‌ها اندک بوده و در قسمت پایین دست رودخانه ها که محل اتصال سرشاخه های فرعی به سرشاخه اصلی است حجم، سرعت و شدت آب افزایش می یابد و همین امر دلیل اصلی آسیب پذیر بودن روستاهای اطراف سرشاخه های اصلی این منطقه است. شکل ۸ اولویت بندی بخش‌های مختلف منطقه مطالعاتی را از نظر ریسک سیلاب نشان می-دهد. نتایج حاصل از این روش با استفاده از کنترل زمینی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت که حاکی از برآورده شدن و رضایت بخش بودن به کارگیری روش‌های FMCDM در تلفیق با GIS در امر شناسایی مناطق دارای ریسک بالای سیلاب می باشد.

جدول۵- مساحت کلاس‌ها از ریسک خیلی بالا تا پایین بر حسب هکتار و درصد

Table 5- Area classes of risk in terms of hectares and percentages

کلاس های ریسک	مساحت	
	هکتار	درصد
خیلی بالا	۱۷۸۸	۱۱/۱
بالا	۵۰۹۸	۳۱/۶۳
متوسط	۶۱۹۰/۷۵	۳۸/۴۱
پایین	۳۰۳۸/۷۵	۱۸/۸۵
جمع	۱۶۱۱۵/۵	۱۰۰

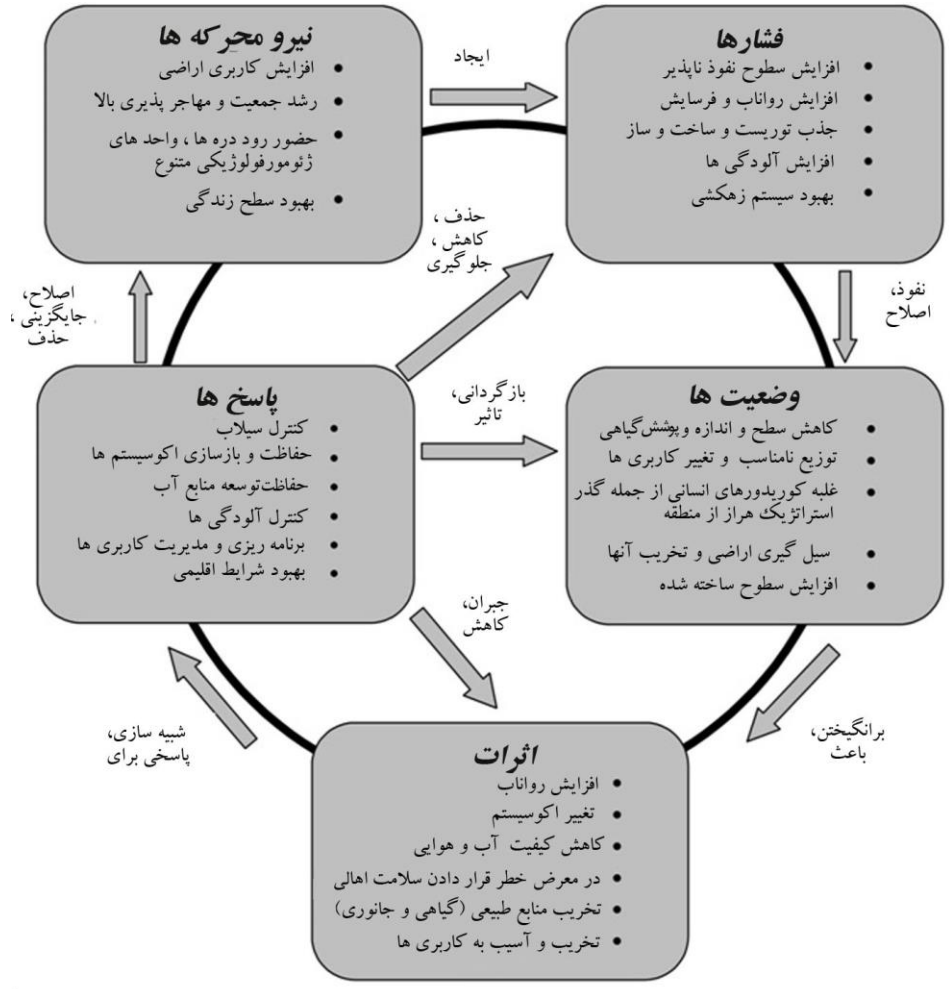


شکل ۸- قشه پهنه بندی ریسک سیلاب دهستان آبعلی

Figure 8- Flood risk zoning map for abali area

همان طور که پیش تر اشاره شد بر اساس مـدل مفهـومی DPSIR، محـرک ها، نیروهای انسانی و بیوفیزیکی هستند که تغییـر را در فراینـدها و الگوهـای بیوفیزیکی و انسانی ایجاد می‌کننـد. در منطقـه مـورد بررسـی از نظـر عوامـل فیزیکی حضور این منطقـه در پـایین دسـت، حضـور رود- دره‌هـا، واحـدهای ژئومورفولوژی متنوع ، گسترش کاربرد اراضی و افزایش سطوح نفوذ ناپذیر بـه عنوان نیرو محرک‌های فیزیکی شناخته می شوند، چراکه وضـعیت سـاختاری سرزمین در این منطقه از لحاظ وجود پوشش رودکناری، اقلـیم نیمـه خشـک تحت تاثیر عوامل یاده شده است.

عوامـل جمعیتـی ماننـد تـراکم ناخـالص جمعیـت، جمعیـت پـذیری (بخاطر تحت تاثیر قراردادن روند ساخت و ساز) و سطح تحصـیلات و اشـتغال به خاطر تأثیر داشتن در میزان مشارکت و آگاهی در ارتقـای کیفیـت محـیط زیست به عنوان نیرو محرکه انتخاب شده اند. این نیرو محرکه ها خـود منجـر به بروز فشارهایی بر کیفیت محیط زیست مـی شـوند. فشـارها شـامل عوامـل طبیعی و انسانی هستند که مستقیما بر وضعیت اکوسیستم تاثیر می گذارند و باعث بروز تغییرات مثبت و منفی در وضعیت محیط می شوند. آثار، تغییراتـی در شرایط انسانی و اکولوژیکی هستند که در نتیجهٔ چنین تعاملات و تقـابلاتی ایجاد می‌شوند. با توجه به خصوصیات این منطقه، مدل DPSIR در شـکل ۹ قابل ترسیم شده است.



شکل۹- درک خصوصیات منطقه بر اساس مدل DPSIR

Figure 9- Regional characteristics based on DPSIR model

با توجه به خصوصیات منطقه برای مدیریت ریسک سیلاب و دسـتیابی بـه راه حل های منطقی جهت کاهش آسیب های ناشی از سیلاب و همچنین کاستن از گسترش سیلاب در محدوده دهستان آبعلی سه مرحله برای فرایند مدیریت ریسک سیلاب به شرح زیر می توان در نظر گرفت:

۱-فعالیت های قبل از وقوع سیلاب : شامل تحلیل گزینه های مختلف (سازه ای و غیره سازه ای) برای اجرا، همراه با حداقل کـردن خسـارات مستقیم و غیر مستقیم سیل می باشد ، کلیه مطالعـات در جهـت کـم کردن خسارات سیلاب پیش از وقوع آن در ایـن قسـمت مـی بایسـت دیده شود.

۲-فعالیت های حین وقوع سیلاب: شامل ارزیـابی منطقـی از وضـعیت سیلاب در زمان وقوع سیلاب و مدیریت کوتـاه مـدت بهـره بـرداری از تاسیسات کنترل سیلاب می باشد، در این فراینـد ، پتانسـیل حـوادثی

که می تواند سیلاب را از حالت عادی خارج نماید ارزیابی شده و راه حل و ابزار مناسب برای مقابله با آن ارائه می شود که در عمل به معنای برنامه ریزی برای مدیریت بحران می باشد . با این ارزیابی، تصمیم گیران نحوه عمل در این شرایط را می دانند و تصمیم برای تخلیه محل و اسکان مجدد را انجام می دهند. از اینرو پهنه بندی ریسک سیلاب به صورت مکانمند مفید و ضروری می باشد.

۳-فعالیت های بعد از وقوع سیلاب: شامل تصمیم گیری های مختلفی است که وضعیت عادی را به منطقه سیل زده باز می گردانند . در این مرحله اصل مهم، برآورد و ارزیابی توان بخشی خسارت سیل و تدارک کمک و همراهی با آسیب دیدگان سیلاب می باشد.

بحث و نتیجه گیری

سیلاب یک پدیده طبیعی است و هر رودخانه‌ای مستعد این رویداد است. آنچه که این پدیده را از حالت طبیعی خارج و به صورت سانحه در می آورد، دخالت و دست اندازی انسان در طبیعت است. از آنجا که تصمیم گیری به منظور اتخاذ تدابیر محافظت کننده در برابر سیل بسیاری از تصمیم گیران و مدیران را درگیر خود نموده است، چرا که مسئله سیل به همراه خود معیارها و پیچیدگی های بسیار دارد. از سوی دیگر، شناسایی پهنه های پرخطر سیلاب، در برنامه ریزی کاربری اراضی و توسعه، مدیریت سیلاب و رویکردهای پایداری است و رویکرد بر مبنای ریسک باید در تمام سطوح برنامه‌ریزی در مناطق مستعد سیل در نظر گرفته شود. از اینرو، این پژوهش به شناسایی علل سیلاب و پیش بینی دامنه خسارات ناشی از سیلاب در شرایط مختلف و توجیه اقتصادی و اجتماعی، برنامه های کنترل و مهار سیلاب، تجزیه و تحلیل عوامل تاثیر گذار بر سیلاب منطقه آبعلی با مدل مفهومی DPSIR پرداخته است. در تحلیل آسیب پذیری منطقه در برابر خطر سیلاب به روش DPSIR، عوامل کالبدی ، اجتماعی ، اقتصادی و زیست محیطی به عنوان نیرو محرکه ها مورد بررسی قرار می گیرد و سپس با نقشه سازی نیرو محرکه ها و پهنه بندی منطقه با استفاده از Fuzzy AHP با برنامه نویسی در محیط نرم افزار Matlab، سطح ریسک پذیری سیلاب منطقه تعیین می گردد. نتایج حاصل از تلفیق مدل‌های سیستم های پشتیبانی تصمیم گیری و سیستم اطلاعات جغرافیایی در تایید مطالعات پیشین، حاکی از کارایی بالای آنها در تعیین مناطق با ریسک بالای سیلاب می باشد و دوم اینکه حدود ۸ روستا منطقه در پهنه های با ریسک بسیار بالا، ۳ روستا در پهنه های با ریسک بالا و ۷ روستا در پهنه های با ریسک متوسط قرار دارند و نوعی سطح بندی خطر سیل را بازگو می کند که ضرورت دارد در فرایند مدیریت و آمایش بویژه مدیریت خطر این سطوح مدنظر قرار گرفته و برنامه راهبردی ویژه افزون بر راهبرد مشترک اتخاذ گردد و در میان لزوم بکارگیری مدیریت سیلاب با اولویت روستا در پهنه های با خطر بالا احساس می گردد.

در مقایسه مطالعات انجام شده برای ارزیابی و پهنه بندی ریسک سیلاب، مطالعات لیانگ و موهانتی (۱۹۹۸)، مونیرول و سادو(۲۰۰۰) و ویچل و همکاران (۲۰۰۵) تنها با استفاده از GIS، اقدام به پهنه‌بندی سیل کرده و مدیریت سیل بر اساس این نوع پهنه‌بندی را روش غیره سازه‌ای مفید در کنترل سیل معرفی کردند. اومکاظم و سیم کینگ(۲۰۰۵) و ماروکو و مانتای (۲۰۰۹) هم به ارزیابی ریسک در محیط GIS پرداختند. Zoo و همکاران (۲۰۱۲) و بل مونته و گارسیا (۲۰۱۲) در مطالعات جدیدتر به ارزیابی و پهنه بندی خطر سیلاب پرداختند. آنها برای ریسک سیلاب در نظر گرفتن روش فازی را مفید معرفی کردند. در ایران نیز ولیزاده (۱۳۸۶) در مطالعه ای کاربرد GIS در پهنه بندی خطر سیلاب را مطرح می کند، در این مطالعه ضمن تهیه نقشه پهنه بندی سیل برای منطقه در محیط GIS، جریانات فرعی نیز با استفاده از روابط تجربی و نسبت مساحت‌ها تعیین شدند و نشان دادند که احتمال وقوع سیلاب های بزرگ در حوضه مورد مطالعه بسیار زیاد است. شعبانلو و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعه ای دیگر به پهنه بندی سیلاب در شبکه رودخانه های استان گلستان با استفاده از GIS پرداختند. آنها نیز پهنه بندی سیلاب برای رودخانه های منطقه طرح را در محیط GIS انجام دادند و آنها مساحت خسارت دیده را براساس نتایج حاصل از برنامه HEC-RAS به ازای دوره‌های بازگشت مختلف محاسبه کردند.

افتخاری و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای به ارزیابی پهنه بندی روستاهای در معرض خطر سیلاب پرداختند. آنها از ماژول مدل HEC-GeoRAS در محیط GIS و بکارگیری تصاویر ماهواره ای +ETM لندست، مدل رقومی ارتفاع ، مقطع عرضی در رودخانه، مقاطع طولی به همراه شیب متوسط هر مقطع استفاده کردند امیر احمدی و همکاران (۱۳۹۰) جهت بررسی میزان خطر پذیری سیلاب و ارزیابی خسارت وارده به شهر سبزوار به پهنه بندی خطر سیلاب آن پرداختند ، پارامترهای خاص موضوع این تحقیق شامل؛ کاربری اراضی، تراکم جمعیت، مسیل ها، طبقات شیب، تراکم مسکونی، ضریب CN، ضریب رواناب، فضای باز و قدمت ابنیه بود، وزن‌دهی برای لایه های تاثیرگذار بر سیلاب شهری با AHP صورت گرفت و تهیه نقشه پهنه بندی در محیط GIS انجام شد.

نکته قابل متمایز این است که اکثر قریب به اتفاق این مطالعات عمدتا تنها از سیستم اطلاعات جغرافیایی به همراه معیارهای اقتصادی-اجتماعی و هیدرولوژی استفاده کرده اند و کم تر از شاخص های محیط زیستی استفاده نموده اند، ولی در پژوهش حاضر برای ارزیابی و پهنه بندی ریسک سیلاب منطقه به منظور شناسایی علل سیلاب و پیش بینی دامنه خسارات ناشی از سیلاب در شرایط مختلف و توجیه اقتصادی و اجتماعی، برنامه های کنترل و مهار سیلاب، تجزیه و تحلیل عوامل تاثیر گذار بر سیلاب منطقه با مدل مفهومی DPSIR انجام می شود و از مجموعه عوامل اقتصادی ، اجتماعی ، کالبدی و زیست محیطی به عنوان نیرو محرکه های اثر گذار بر ریسک سیلاب استفاده گردید. همچنین از روش FAHP که یکی از روش های تصمیم گیری چندمعیاره است به دلیل فازی بودن، وضوح و سادگی برای تعیین اهمیت عوامل و معیارها استفاده شد.

نتایج حاصل از این پژوهش، نشان از کارایی سیستم های تصمیم گیری چند معیاره فازی به ویژه روش FAHP در محیط GIS و مدل DPSIR را در

ارزیابی و پهنه بندی ریسک خطر سیلاب مطرح می کنـد. کـار حاضـر روش ابتکاری را برای مطالعات ارزیابی و پهنه بندی ریسک سـیلاب پیشـنهاد مـی کند و از این طریق پشتیبانی های لازم را برای تصمیم گیرنـدگان و مـدیران محیط زیست به عمل می آورد. سرانجام این رویکرد پیشنهادی می تواند به عنوان گامی اساسی برای تحقیقات آتی برای استفاده عملی از این روش ها در ارزیابی ریسک سیلاب باشد. برای برنامه ریزی مطلوب و بهینه از جنبه هـای محیط زیستی و همچنین از لحاظ مسایل مربوط به ارزیابی ریسک سیلاب بـا توجه به کلیه مطالعات و بررسی های انجام یافته، پیشنهادهایی به شرح ذیل ارایه می شود:

- از آن جا که بیش تر تحقیقات کشور در حال حاضر بـر مبنـای روش های آکادمیک صورت می گیرد، مدل معرفی شده در ایـن تحقیـق ایـن قابلیت را دارد تا ابزاری جهت کمک به تصمیم سـازی و تـدوین برنامـه های مدیریت ریسک سیلاب باشد. در حقیقت این روش از علل به وجود آورنده پدیده تا اقدامات و سیاست های اتخاذ شده و حتی مـورد نیـاز را شناسایی و بررسی می کند.

- به دلیـل دقـت، سـرعت و عملیـاتی بـودن سیسـتم هـای اطلاعـات جغرافیایی، مطالعه و پژوهش در زمینـهٔ ارزیـابی و پهنـه بنـدی ریسـک سیلاب بدون استفاده از این سیستم ها، بررسی سنتی، زمان بر و صرفاً نظری خواهد بود.

- به منظور افزایش کارایی و غنا بخشـیدن بـه مطالعـات کـاربردی در زمینهٔ ارزیابی و مدیریت ریسک سیلاب، پیشنهاد می شـود کـه از روش های جدید سیستم های تصمیم گیری چند معیاره از جملـه ANP ، PROMETHEE II،ELECTERE ، و ... استفاده شود.

-سعی شود که از روش های پیکسل پایه برای مطالعات ارزیابی و پهنـه بندی ریسک سیلاب و سایر کارهای مشابه استفاده شود.

-به دلیل واقع شدن و نزدیکی رودخانه و نواحی سیل خیز به سـکونتگاه های انسانی، از مسئولان ذی ربط تقاضا می شود تا از گسترش و نفـوذ شهرنشینی در مناطق سیل خیز جلوگیری کننـد و بـرای منـاطقی کـه احتمال ریسک بالای سیلاب دارند، حتمـا برنامـه هـای کنتـرل و مهـار سیلاب در نظر گرفته شود.

منابع

1- ریسـک مدیریت و م؛ ۱۳۸۷ ، بررسی زراعتی، ح؛ سبکبار، فرجی ، مجلـهGISتکنیـک از اسـتفاده بـا منطقه کاشـان در سیلاب شماره ۶۶، سپهر،

2- Associated Programme on Flood Management (APFM), 2008, URBAN FLOOD RISK MANAGEMENT: A Tool for Integrated Flood Management. World Meteorological Organization (WMO).PP 44.

3- Belmonte, C, García,S, 2012, Flood risk assessment and mapping in peri-urban Mediterranean environments using hydrogeomorphology. Application to ephemeral streams in the Valencia region (eastern Spain), Landscape and Urban Planning 104(5), 189– 200.

4- Samuels,P,2004, A European perspective on current challenges in the analysis of inland flood risks, in: Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Flood Risk Management: Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures, Springer, pp. 21–34.

5- با سیلاب ای مدیریت سازه های جعفری ، تیمور ، ۱۳۸۷، روش روستایی، مجلـه در مناطق های ژئومورفولوژیک قابلیت به توجه دوم . ۲۷-۳۵ . و هشتاد شماره یکم، و بیست سپهر ، دوره

6- Maantay,J, Maroko ,A , 2009, Mapping urban risk: Flood hazards, race, & environmen tal justice in New York, Applied Geography 29(3). 111–124.

7- Bheshem, R & Serwan, M, 2008.Developing a GIS based integrated approach to flood management in Trinidad, West Indies. Environmental Management 88,1131-1140.

8- Plate,E, 2002, Flood risk and flood management, Journal of Hydrology ,267(8). 2–11.

۹- شـعبانلو، س، صـدیقی، ح، ثقفیـان، ب ، موسـوی ، ح ، ۱۳۸۷ ، پهنه بندی سیلاب در شبکه رودخانـه هـای اسـتان گلسـتان بـا استفاده از GIS ، مجله پژوهش آب ایـران ، سـال دوم ، شـماره سوم ، ۲۲-۱۱ .

10- Wei, C & Hsu,N, 2008. Multireservoir real-time operations for flood control using balanced water level index method. Environmental Management 88,1624-1639.

11- Jonkman, S.N., 2005. Global Perspectives on Loss of Human Life Caused by Floods. Natural Hazards 34:151-175.

12- Tscherning,K , Helming,K, Sieber,S ,Paloma,G .2012. Does research applying the DPSIR framework support decision making?, Land Use Policy . 29(7) . 102– 110.

13- Bell,S .2012. DPSIR = A Problem Structuring Method?. European Journal of Operational Research. 222(11) .350–360.

14- Skoulikidis, N .2009. The environmental state of rivers in the Balkans:A review within the DPSIR framework. Science of the Total Environment. 407(5).2501 –2516.

15- Liang, s and Mohanty ,A, 1997. Optimization of GIS-based Flood Hazard Zoninig. Journal of Chinese Soil and Water Conservation 28(1),PP.11-20.

16- Sommer, T., Karpf, C., Ettrich, N., Haase, D., Weichel, T., Peetz, J. V., ... & Ullrich, K. (2009). Coupled modelling of subsurface water flux for an integrated flood risk management. Natural Hazards and Earth System Science, 9(4), 1277-1290.

17- Weichel, T., Pappenberger, F., & Schulz, K. (2007). Sensitivity and uncertainty in flood inundation modelling? concept of an analysis framework. Advances in Geosciences, 11, 31-36.

18- Maantay, J., & Maroko, A. (2009). Mapping urban risk: Flood hazards, race, & environmental justice in New York. Applied Geography, 29(1), 111-124.

19- Camarasa-Belmonte, A. M., & Soriano-García, J. (2012). Flood risk assessment and mapping in peri-urban Mediterranean environments using hydrogeomorphology. Application to ephemeral streams in the Valencia region (eastern Spain). Landscape and Urban Planning, 104(2), 189-200.

۲۰- ولیزاده ، خ، ۱۳۸۶، کاربرد GIS در پهنه بندی خطر سیلاب، مجله فضای جغرافیایی، ش ۲۰، صص ۱۶۹-۱۵۳.

۲۱- شعبانلو ، سعید ، صدیقی ، حسن ، ثقفیان ، بهرام ، موسوی ، حبیب ، ۱۳۸۷ ، پهنه بندی سیلاب در شبکه رودخانه های استان گلستان با استفاده از GIS ، مجله پژوهش آب ایران ، سال دوم ، شماره سوم ، ۲۲-۱۱.

۲۲- افتخاری ، ر، صادقلو ، ط ، احمد آبادی ، ع ، سجاسی ، ح ، ۱۳۸۸، ارزیابی پهنه بندی روستاهای در معرض خطر سیلاب با استفاده از مدل HEC-GeoRAS در محیط GIS . مجله توسعه روستایی، دوره اول، شماره ۱، صص ۱۸۲-۱۵۶.

۲۳- امیر احمدی ، ا ، بهنیافر ، ا، ابراهیمی ، م،۱۳۹۰ ، ریز پهنه بندی خطر سیلاب در محدوده شهر سبزوار در راستای توسعه پایدار شهری ، مجله آمایش محیط ، ۱ -۱۶ .

24- Maxim, L, Joachim, H, Connor, M. 2009. An analysis of risk s for biodiversity under the DPSIR framework. Ecological Economics. 69(8), 12– 23.

25- Kristensen, P. (2004). The DPSIR framework. National Environmental Research Institute, Denmark, 10.

26- Karen, A, Bianet, J, Kaneko, Sh, Fujikura, R.2012. Urbanization and subsurface environmental issues: An attempt at DPSIR model application in Asian cities. SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT .407(6) .3089 – 3104.

27- Kahraman, C., Cebeci, U., & Ulukan, Z. (2003). Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. Logistics Information Management, 16(6), 382-394.

۲۸- خسروانجم داود، الهی شعبان، چاوشینی رسول، شایان علی، (۱۳۹۰)، نقش فنآوری اطلاعات در طراحی و پیاده سازی مدیریت دانش در مخابرات با تکنیک AHP فازی، مجله مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، شماره ۱۷، ۷۱-۵۹.

29- Leung, L. C., & Cao, D. (2000). On consistency and ranking of alternatives in fuzzy AHP. European Journal of Operational Research, 124(1), 102-113.

۳۰- عطائی، محمد، (۱۳۸۹)، تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، چاپ اول، شاهرود.

۳۱- عالم تبریز، اکبر، باقرزاده آذر، محمد، (۱۳۸۸)، تلفیق AHP فازی و TOPSIS تعدیل شده برای گزینش تأمین کننده راهبردی، پژوهش‌های مدیریت، دوره۲، شماره ۳، ۱۸۱-۱۴۹.

32- Kuo, R. J., Chi, S. C., & Kao, S. S. (2002). A decision support system for selecting convenience store location through integration of fuzzy AHP and artificial neural network. Computers in Industry, 47(2), 199-214.