جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره بیست و دوم، تابستان ۱۳۹۶

صص ۱۸۲- ۱۶۳

DOI: 10.22067/geo.v6i2.59833

پهنه‌بندی خطر سیلاب در حوضه آبریز گابریک

مسعود سیستانی بدوئی[۱] کارشناس ارشد مخاطرات طبیعی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

حسین نگارش- استاد ژئومورفولوژی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

صمد فتوحی- دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۸/۳ تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۲/۱۵

چکیده

مخاطرات سیلاب یکی از مهم‌ترین و پرحادثه‌ترین مخاطرات طبیعی ایران می‌باشد که در سال‌های اخیر تکرار و شدت وقوع آن بیشتر شده است. شدت این مخاطره در حوضه آبریز گابریک به دلیل موقعیت جغرافیایی، شرایط خاص اقلیمی، زمین‌شناسی و عوامل حوضه‌ای بیشتر بوده و همه‌ساله حجم عظیمی از جریان سیلاب باعث تخریب اماکن مسکونی، اراضی کشاورزی و خسارات جانی و مالی زیادی می‌گردد. منطقه مورد مطالعه، یکی از حوضه‌های آبریز سواحل جنوب شرق ایران واقع در شرق استان هرمزگان بوده که با هدف کاهش خسارات جانی و مالی ناشی از مخاطره سیلاب در سکونتگاه‌های موجود در حوضه، به صورت تجزیه‌وتحلیل آماری، پیمایش میدانی و سنجش‌ازدور اقدام به شناسایی و تهیه نقشه پهنه‌بندی مناطق سیل‌گیر گردیده است. در این تحقیق با استفاده از فنون مختلف، پارامترهای مؤثر در وقوع سیلاب شناسایی و با به‌کارگیری مدل AHP در سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه‌ای با دقت بالا تهیه شده است. نتایج حاصل از این پهنه‌بندی گویای آن است که مناطق با خطر بالا و بسیار بالا مجموعاً ۲۳/۴ درصد مساحت حوضه را تشکیل داده که نشان از سیلابی بودن پهنه‌های وسیعی از این حوضه به‌خصوص در مناطق پست نیمه جنوبی است که از دلایل اصلی این وضعیت، بارندگی‌های بسیار شدید لحظه‌ای، نفوذپذیری کم، فرسایش‌پذیری زیاد و شیب زیاد ارتفاعات می‌باشد؛ بنابراین به‌منظور کاهش و مهار این مخاطره و بهبود شرایط منطقه، اجرای طرح‌های آبخیزداری و احداث سد لازم و ضروری است.

کلیدواژه‌ها: حوضه آبریز گابریک، مخاطرات سیلاب، پهنه‌بندی، هرمزگان، زمین‌آمار، **GIS**.

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۹۸۷۲۶۷۴ Email: Masoud.Sistani.usb@Gmail.com

۱. مقدمه

یکی از پرحادثه‌ترین مخاطرات طبیعی دنیا، مخاطرات سیلاب می‌باشد که منشأ آب‌وهوایی- هیدرولوژیکی داشته و به وضعیتی گفته می‌شود که در آن جریان رودخانه و سطح آب به صورت غیر منتظره افزایش پیدا کرده و باعث خسارت مالی و جانی گردد (علیزاده، ۱۳۹۰: ۸۴۰). در سال‌های اخیر، وقوع و شدت این مخاطره بیشتر شده است، به‌گونه‌ای که بین سال‌های ۱۹۰۰ تا ۱۹۷۷ درحالی‌که به‌طور میانگین هر ۱۹ سال یک طغیان رودخانه‌ای رخ می‌داد، در ۲۰ سال اخیر این پدیده هر ۲ سال یک بار اتفاق می‌افتد. مخاطرات سیلاب، ۱۹٪ از کل مخاطرات را در جهان شامل می‌شود (اوزی، ۱۳۹۰: ۴۰۹- ۱۸۸) و هرساله بیش از ۲۰۰۰ نفر را از بین برده و به ۷۵ میلیون نفر از جمعیت جهان تأثیر می‌گذارد (محمدی، ۱۳۹۰: ۷۳). در ایران نیز مخاطرات سیل عمومیت داشته و ازآنجایی‌که این کشور دارای اقلیم‌خشک تا نیمه‌خشک بوده و بارش اندک و غالباً رگباری سالیانه آن از لحاظ زمانی و مکانی توزیع یکنواختی ندارد (پرنده خوزانی و لشکری،۱۳۸۹: ۶۷)، همه ساله شاهد وقوع این مخاطره با شدت مختلف خواهیم بود. به‌عنوان‌مثال سیلاب سال ۱۳۷۱ در بیش از ۱۱ استان کشور جاری شد و ۵۰۰ نفر کشته و یک میلیارد دلار خسارت برجای گذاشت (امیدوار، ۱۳۹۰: ۱۸۲)؛ بنابراین محققین به‌منظور کاهش و جلوگیری خسارات سیلاب، اقدام به پیش‌بینی و پهنه‌بندی آن در مناطق مختلف می‌نمایند. تحقیقات گسترده‌ای با روش‌های مختلف در رابطه با مخاطرات سیلاب انجام شده که به برخی از آن‌ها اشاره می‌گردد. استفان[1](۲۰۰۲) در حوضه رودخانه یلواستون ایالت مونتانای امریکا، به بررسی سیل‌های به وقوع پیوسته در سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ پرداخت و مناطق سیل‌خیز در این منطقه را پهنه‌بندی نمود. هادسون و کولدیتز[2](۲۰۰۳)، در حوضه رودخانه پانوکو مکزیک، با تلفیق اطلاعات سنجش‌ازدور و روش‌های ژئومورفولوژیکی، نقشه مخاطرات سیلاب را پهنه‌بندی نمودند. تارکن[3]و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی سیل‌خیزی یکی از حوضه‌های آبریز ورودی به دریاچه تانا در کشور اتیوپی نمودند. کاماراسا و سوریانو[4](۲۰۱۲) به ارزیابی هیدروژئومورفولوژیکی و مخاطرات سیلاب‌های ناگهانی حاصل بارش شدید در منطقه شهری والنسیا اقدام نمودند. تیلور[5]و همکاران (۲۰۱۳)، اثرات مخاطرات سیلاب در رودخانه تایمز لندن را بررسی کرده و آلودگی‌های ناشی از پخش سیلاب در مناطق مسکونی را پهنه‌بندی نمودند. ولپی[6]و همکاران (۲۰۱۳)، با استفاده از مقایسه تصاویر ماهواره‌ای لندست TM و سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه آب‌گرفتگی ناشی از پیشروی سیلاب در اطراف رودخانه

1 Stephan
2 Hudson and Colditz
3 Tarekegn
4 Camarasa and Soriano
5 Taylor
6 Volpi

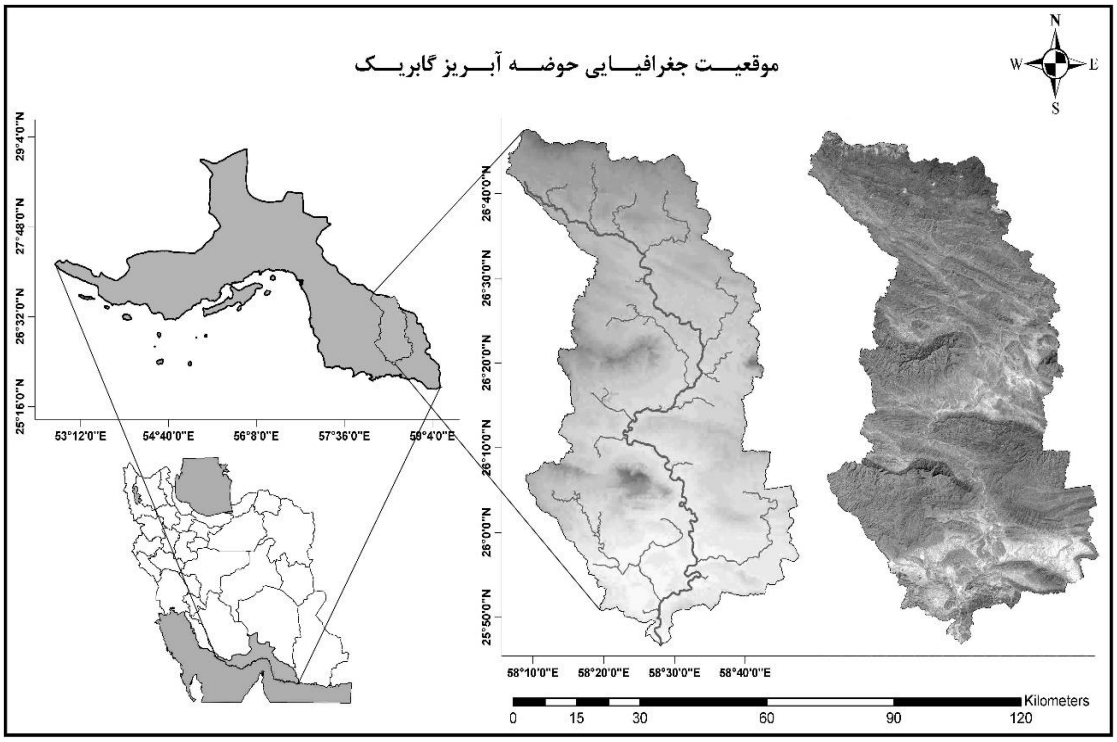
جیمز داکوتای جنوبی را بررسی کردند. آلتین[1](۲۰۱۴)، نقشه پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبریز Yesilirmak واقع در استان Tokat کشور ترکیه را تهیه نمود. محققین دیگری همچون وایلن و وو[2](۱۹۸۳)، هس و استامی[3](۱۹۹۳)، یو[4] و همکاران (۱۹۹۹)، فیورنتینو[5] و همکاران (۲۰۰۷)، لوکزی[6] و همکاران (۲۰۰۹)، ویجالانین[7] و همکاران (۲۰۱۰)، المقد[8] و همکاران (۲۰۱۰)، بالیکا[9] و همکاران (۲۰۱۳)، موری[10] و همکاران (۲۰۱۳) نیز در این زمینه به بررسی مخاطرات سیلاب پرداخته‌اند. در ایران نیز محققینی همچون خالقی (۱۳۷۵: ۱-۱۸۱) به بررسی هیدرولوژی و سیل خیزی آب‌های سطحی حوضه حنیفقان در استان فارس، علیزاده و همکاران (۱۳۸۱: ۲۷۰-۲۷۶) به پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبریز رودخانه اترک مابین شهرستان‌های گنبدکاووس، گرگان و بندرترکمن، محمودی (۱۳۸۳: ۱-۹۵) به تحلیل سیل‌خیزی حوضه آبریز سیمینه رود در استان آذربایجان غربی، بهشتی بایگی (۱۳۸۴: ۱-۱۶۵) به بررسی سیل‌خیزی حوضه آبریز شصت دره در شهرستان تربت حیدریه، صدقی و همکاران (۱۳۸۵: ۸۰۴-۸۱۱) به شناخت سیلاب‌های حوضه آبریز میانی کارون، فرمانیان (۱۳۸۵: ۱-۱۷۰) به بررسی هیدروژئومورفولوژی و سیل‌خیزی حوضه آبریز چمرود واقع در جنوب غربی شهرستان کاشان، ویسی (۱۳۸۷: ۱-۱۸۲) به روند تغییرات بارش مؤثر در ایجاد سیل در حوضه آبریز راوند اسلام آباد استان کرمانشاه، درخشان (۱۳۸۹: ۵۱-۶۳) به مطالعه پتانسیل سیل خیزی حوضه آبریز کسیلیان در شهرستان سواد کوه استان مازندران، فیض‌اله‌پور و افشاری (۱۳۸۹: ۱-۸) به بررسی توزیع احتمالاتی و دوره برگشت سیلاب در حوضه آبریز کمال چای واقع در دامنه جنوبی کوه سبلان، اسحقی (۱۳۹۱: ۱-۱۰۳) به تحلیل سیل‌های حوضه آبریز رودخانه هلیل رود در استان کرمان، عزتیان و دانش‌آموز (۱۳۹۱: ۱۱۳-۱۴۰) به بررسی خصوصیات هیدروژئومورفولوژی حوضه آبریز خیرآباد و قنواتی (۱۳۹۳: ۱۳۱- ۱۱۳) به پهنه‌بندی خطرسیلاب درشهر کرج پرداختند. درحوضه آبریز گابریک نیز، مهندسان مشاور ستیران (۱۳۷۰) بررسی‌های اولیه حوضه و مهندسین مشاور جامع ایران (۱۳۸۸) مطالعات آبخیزداری آنرا انجام دادند. در این زمینه پژوهش‌های بسیاری انجام گرفته است. اما استفاده از تجربیات این محققین باعث شده که در این تحقیق به‌گونه‌ای گسترده‌تر، عوامل مؤثر ایجاد مخاطرات سیلاب به صورت میدانی و

1 Altin
2 Waylen and Woo
3 Hess and Stamy
4 Yue
5 Fiorentino
6 Loczy
7 Veijalainen
8 El-Magd
9 Balica
10 Mouri

سنجش‌ازدور توسط محققین شناسایی و برای اولین بار در حوضه آبریز گابریک به کار گرفته شود کـه نتیجـه آن تهیه نقشه نهایی خطر سیلاب با دقت بسیار بالا بوده که با واقعیت همخوانی داشته است.

۲. منطقه مورد مطالعه

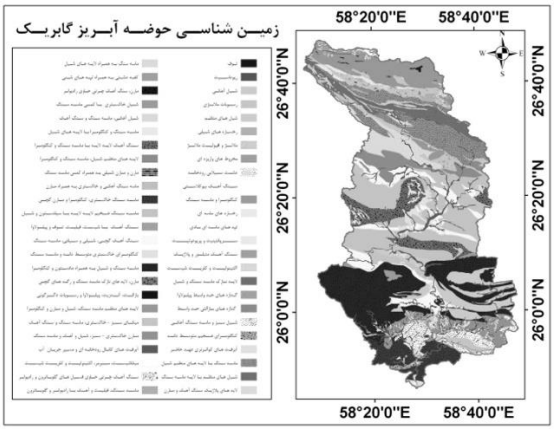
حوضه آبریزگابریک یکی از حوضه‌های آبریز پنج گانه سواحل جنوب‌شرقی ایران می‌باشد که با مسـاحت حدود ۴۴۰۴ کیلومتر مربع و محیط ۴۷۱ کیلومتر، بین″۴۵ ′۰۶ °۵۸ تا ″۴۸ ′۴۷ °۵۸ طول‌شـرقی و ″۲۷ ′۴۶ °۲۵ تا″۳۴ ′۴۷ °۲۶ عرض‌شمالی قرار دارد. این حوضه در جنوب‌شرق استان هرمزگان و واقـع در محـدوده شهرستان جاسک می‌باشد. حوضه مورد مطالعه از زیر حوضه‌های آبریز بندرعباس- سـدیچ بـوده و خروجـی رودخانه آن در ۷۰ کیلومتری شرق شهرستان جاسک به دریای عمان می‌ریزد و از شمال بـه رشـته کـوه‌هـای بشاگرد، از جنوب به دریای عمان، از شرق به حوضه آبریز سدیچ و از غرب به حوضه آبریز جگـین محـدود می‌گردد (شکل ۱).



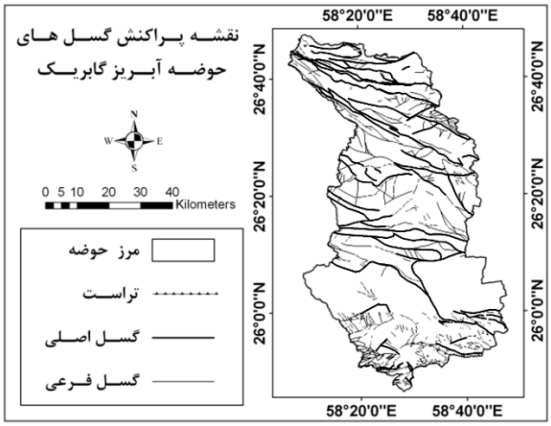
شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه واقع در زون مکران و متعلـق بـه دوران‌هـای دوم و سـوم زمـین‌شناسـی بـوده کـه از مجموعه رخساره‌های آمیزه رنگین، فلیش و مولاس تشـکیل شـده (مریـدی فریمـانی، ۱۳۸۷: ۶۱۰) و بسـیار

فرسایش‌پذیر و با نفوذپذیری کمی می‌باشد. همچنین گسل‌های بسیار زیاد و بی‌نظم که پیدایش ناهمواری‌های مکران نقش داشته (علایی طالقانی، ۱۳۹۰: ۲۰۹) و با تراکم بسیار زیادی وجود دارد (زارع، ۱۳۸۸: ۳۹). مجموع عوامل زمین‌شناسی و تکتونیکی موجود در منطقه و درنتیجه رخنمون بیشتر لایه‌های فرسایش‌پذیر و نفوذ ناپذیر به همراه شرایط ویژه بارشی باعث شده است که این حوضه به یکی از حوضه‌های با خطر بسیار بالای سیلاب تبدیل گردد (شکل‌های ۲ و ۳).

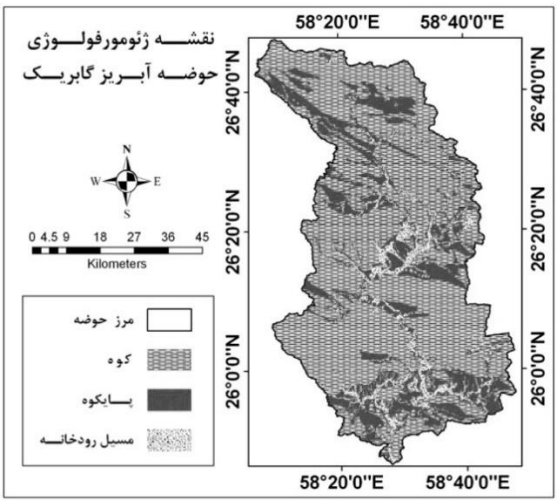


شکل ۲ نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

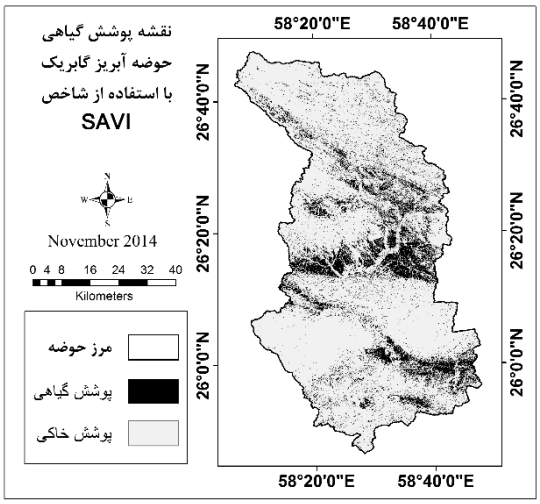


شکل ۳ گسل‌های موجود در منطقه مورد مطالعه

چهره ظاهری ناهمواری‌های مکران، از لحاظ شکل ناهمواری و ارتباط آن با جنس سنگ‌های آن متفاوت بوده (علایی طالقانی، ۱۳۹۰: ۲۱۱– ۲۰۸) و باعث برهم زدگی شدیدی در ارتفاعات شده است. علاوه بر نیروهای درونی، عوامل اقلیمی نیز نقش بسیار مهمی در زمینه نوع و میزان فرسایش ایفا کرده‌اند. بر این اساس در حوضه آبریز گابریک شاهد اشکال ژئومورفولوژی متنوع حاصلاز دینامیک درونی و بیرونی خواهیم بود (شکل ۴). از آن جایی که میزان پوشش‌گیاهی درهر منطقه نیز به شرایط اقلیمی، موقعیت جغرافیایی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بستگی دارد، حوضه آبریز گابریک بر اساس تقسیمات اکولوژیکی Henry Pabo در مناطق رویشی نیمه بیابانی و استپی ناحیه ایران و توران قرار گرفته و به دلیل اقلیم فراخشک منطقه و همچنین خشک‌سالی‌های دوره‌ای مکرر و عدم حاصل‌خیزی خاک، دارای پوشش گیاهی ضعیف و بسیار کم می‌باشد که این میزان به دلیل نوسانات آب و هوایی درحال کاهش چشم‌گیر است (گزارش پوشش‌گیاهی مهندسین مشاورجامع ایران، ۱۳۸۸: ۳۲)(شکل ۵).



شکل ۴ نقشه ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه



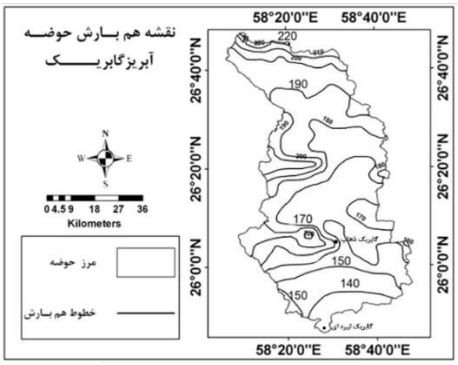
شکل ۵ پوشش گیاهی حوضه باشاخص SAVI

حوضه آبریز گابریک واقع در زون مکران به دلیل عرض پایین جغرافیایی، مجاورت با دریای عمان و رطوبت بسیار زیاد، کمبود ابر و وزش‌های گرم جنوبی در طبقه‌بندی اقلیمی بسیار گرم، کم بارش و بسیار مرطوب قرار می‌گیرد. سیستم‌های بارش‌زای این منطقه را سامانه‌های بارشی بادهای غربی و کم فشار سودانی در فصول سرد سال و سامانه مونسون هند و کم فشار گنگ در تابستان شامل می‌شوند. اقلیم این منطقه طبق روش کوپن اقلیم گرم و خشک بیابانی عرض‌های پایین، بر اساس روش دمارتن اقلیم خشک، با استفاده از روش ایوانف اقلیم صحرایی قرار گرفته است (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۲۱۷–۸۸). متوسط تبخیر و تعرق پتانسیل حوضه آبریز گابریک به روش پنمن– مانتیس معادل ۲۴۵۳ میلی‌متر، میزان تبخیر از تشت تبخیر ۳۳۰۳/۳ میلیمتر و رطوبت نسبی آن نیز ۶۳ درصد برآورد گردیده است (گزارش هواشناسی مهندسین مشاور جامع ایران، ۱۳۸۸: ۱). برطبق محاسبات زمین آمار نیز میانگین دما، بارشو تبخیر سالانه حوضه به ترتیب ۲۷/۷ درجه سلسیوس، ۱۲۲/۳۹ میلی‌متر، و ۳۲۷۳ میلیمتر می‌باشد. به دلیل شرایط آب و هوایی منطقه نیز، در اکثر مواقع بارندگی به صورت رگباری شدید و کوتاه مدت نزول می‌نماید (شکل ۶).

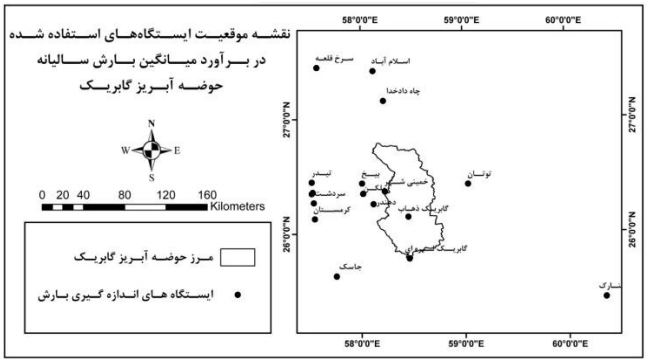
۳. مواد و روش‌ها

روش انجام تحقیق در این پژوهش به صورت تجزیه‌وتحلیل آماری، پیمایش میدانی و سنجش‌ازدور می‌باشد. به‌منظور پهنه‌بندی مخاطره سیلاب در حوضه آبریز گابریک از داده‌های مختلفی استفاده شده است. نقشه‌های توپوگرافی مورد استفاده در این تحقیق شامل ۴۲ سری نقشه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ پوشش سراسری ایران بوده که توسط سازمان نقشه‌برداری کشور جهت مشخص کردن محدوده دقیق و ساخت DEM برای تعیین میزان شیب حوضه تهیه شده‌اند. جهت تهیه نقشه زمین‌شناسی حوضه به صورت رقومی و بررسی

سازندهای موجود، از نقشه‌های زمین‌شناسی تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور استفاده شده که در محیط نرم افزار ArcGIS 10 تهیه و ترسیمشده است. میزان فرسایش‌پذیری و نفوذپذیری سازندها نیز طبق دستورالعمل طرح مطالعه زمین‌شناسی مهندسین مشاور جامع ایران تعیین شده است. برای تحلیل و بررسی میزان پوشش‌گیاهی حوضه آبریز گابریک، از تصاویر ETM ماهواره لندست ۸ که درماه نوامبر سال ۲۰۱۴ تهیه گردیده، استفاده شده است. به‌منظور محاسبات خصوصیات اقلیمی حوضه آبریز گابریک نیز از آمار ایستگاه‌های موجود در داخل حوضه شامل ایستگاه‌های کلیماتولوژی گابریک لیره‌ای و یکدار با دوره آماری ۲۰ ساله و ایستگاه‌های مجاور آن شامل ایستگاه‌های سینوپتیک جاسک و میناب بادوره آماری ۳۰ ساله، ایستگاه‌های کلیماتولوژی توتان، دهندر، بیخ، چاه دادخدا، خمینی شهر، تیدر و کرمستان با دوره آماری ۲۰ ساله استفاده شده است (شکل ۷). پس از مورد آزمون قرار دادن داده‌های ایستگاه‌های اطراف و همگن بودن تقریبی ایستگاه‌های جلگه ساحلی، با استفاده از روش‌های زمین آمار، نقشه‌های مورد نظر تهیه شده و نتایج صحت سنجی نشان داد که مقادیر برآورد شده با مقادیر واقعی دارای اختلاف ناچیزی بوده است.



شکل ۶ بارش سالیانه حوضه



شکل ۷ ایستگاه‌های مورد استفاده در برآورد بارش سالیانه

به صورت میدانی نیز، تراس‌های آبرفتی منطقه مورد مطالعه توسط نگارندگان شناسایی و ارتفاع آن‌ها با دستگاه GPS اندازه‌گیری شده و برای مراحل بعد ثبت گردیده است.

پهنه‌بندی مخاطرات سیلاب در حوضه آبریز گابریک با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام گرفته است. در تهیه این نقشه ابتدا معیارهای مؤثر در ایجاد سیلاب شناسایی شده و لایه‌های آن بر اساس نظر کارشناسان حفاظت خاک و آبخیزداری استان هرمزگان طبقه بندی و آماده گردیده که هر کدام از این لایه‌ها با توجه به ویژگی و درجه تأثیری که در سیلاب خواهند داشت، به قسمت‌های مختلف وزن‌دهی شده‌اند. سپس لایه‌های فوق با استفاده از فرآیند تحلیل ساسله مراتبی AHP در نرم افزار Expert Choice وزن دهی و در نرم افزار GIS با یکدیگر ترکیب شده و نقشه نهایی تهیه شده است. همچنین پتانسیل سیل‌خیزی هر یک از

زیرحوضه‌های آبریز گابریک با استفاده از دستور ZonalStatistics تعیین و مشخص شده است. در آماده سازی این لایه‌ها از روش‌های مختلفی همچون فنون زمین آمار و نرم افزار +GSدر این زمینه برای انتخاب بهترین نوع گشتاور و محاسبات تغییرات همسانگردی و ناهمسانگردی جهت درون‌یابی پارامترهای اقلیمی و افزودن دیگر عوامل مانند ارتفاع وجهت شیب باروش Simple Cokriging و همچنین شاخص SAVI برای بررسی پوشش‌گیاهی حوضه با نرم افزار ENVI استفاده شده است. دوره بازگشت سیلاب‌های حوضه نیز با استفاده از روش‌های مختلف و به کار بردن نرم افزار SMADA محاسبه شده است. ازآنجایی‌که تاکنون محققی اقدام به پهنه‌بندی خطر سیلاب در حوضه آبریز گابریک نکرده است نویسندگان مقاله با استفاده از اطلاعات دقیق و مشاهدات میدانی و سنجش‌ازدور، محدوده‌های پخش سیلاب را مشاهده و مشخص نموده‌اند که نقشه نهایی با واقعیت همخوانی بسیاری دارد.

۴. بحث و نتایج

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌هایی که در زمینه بررسی حوضه‌های آبریز در جهت کاهش مخاطرات سیلاب مورد تحلیل قرار می‌گیرد، پیش‌بینی سیلاب و تعیین دوره بازگشت آن‌ها در دوره زمانی مختلف می‌باشد. در حوضه آبریز گابریک به دلیل رژیم طغیانی و بسیار نامنظمی که دارد این کار ضروری بوده و برای این منظور اقدام به محاسبه آن گردیده است. بدین منظور از چند روش مختلف برای پیش‌بینی سیلاب از جمله روش گمبل، پیرسون تیپ ۳، لوگ پیرسون تیپ ۳، و سری‌های جزئی استفاده شده است.

در روش‌های گمبل، پیرسون تیپ ۳، لوگ پیرسون تیپ ۳، بیشترین میزان دبی لحظه‌ای رودخانه گابریک در هر سال برداشت شده و دوره بازگشت آن‌ها مورد محاسبه قرار گرفته است. (جدول ۱)

جدول ۱ پیش‌بینی دبی سیلاب در حوض آبریز گابریک با دوره بازگشت مختلف

نوع روش پیش‌بینی	دوره بازگشت دبی سیلاب به متر مکعب در ثانیه							
	۱ ساله	۲ ساله	۵ ساله	۱۰ ساله	۲۵ ساله	۵۰ ساله	۱۰۰ ساله	۲۰۰ ساله
گمبل	۱۴/۸۷	۲۲۳/۲۱	۴۷۵/۰۶	۶۴۱/۸۰	۸۵۲/۴۹	۱۰۰۸/۷۹	۱۱۶۳/۹۳	۱۳۱۸/۵۱
پیرسون تیپ ۳	۱۱۲/۶۸	۲۰۵/۲۲	۴۳۶/۰۹	۵۹۱/۶۱	۷۶۸/۷۵	۹۳۰/۰۳	۱۰۷۱/۱۲	۱۲۱۰/۸۲
لگاریتم پیرسون تیپ ۳	۸۰/۵۴	۱۵۸/۱۰	۵۲۸/۷۷	۷۹۱/۶۳	۷۰۶/۷	۱۲۰۲/۲۵	۱۳۰۰/۷۰	۱۳۶۵/۱۶

در روش سری‌های جزئی نیز با توجه به وضعیت سیل‌خیزی حوضه، دبی بالاتر از ۸۰ مترمکعب در ثانیه در طول دوره آماری برداشت شده و به پیش بینی آن با دوره بازگشت مختلف اقدام شده است. جدول (۲) نتایج این محاسبات را نشان داده است.

جدول ۲ پیش بینی احتمال وقوع سیلاب‌های با دبی بیشتر از ۸۰ متر مکعب در ثانیه برای دوره بازگشت مختلف با روش سری‌های جزئی

دوره بازگشت سیلاب	۱ ساله	۲ ساله	۵ ساله	۱۰ ساله	۲۵ ساله	۵۰ ساله	۱۰۰ ساله
سیلاب پیش بینی شده به متر مکعب	۳۲۷/۱۱	۴۴۵/۳۴	۶۰۱/۶۱	۷۱۹/۸۳	۸۷۶/۱۲	۹۹۴/۳۴	۱۱۱۲/۵۶
درصد احتمال وقوع سیلاب	۹۹/۹۹	۵۰	۲۰	۱۰	۴	۲	۱
لگاریتم نپرین دوره بازگشت	۰	۰/۶۹۳	۱/۶۰۹	۲/۳۰۲	۳/۲۱۸	۳/۹۱۲	۴/۶۰۵
ضریب تناوب	۰	۱۱۸/۲۲	۲۷۴/۵	۳۹۲/۷۲	۵۴۹	۶۶۷/۲۳	۷۸۵/۴۵
$Q_0 = ۸۳/۱۶$	$\beta.Ln\lambda(f) = ۲۴۳/۹۵$		$\beta = ۱۷۰/۵۶$		$\lambda(f) = ۴/۱۸$		
$N = ۱$	$Ln\lambda(f) = ۱/۴۳$		$M = ۴۶$		$\overline{Q} = ۴۲۵/۵۱$		

بنابراین محاسبات فوق نشان می‌دهد که وقوع سیلاب با شدت زیاد در دوره بازگشت کوتاه مدت رخ می‌دهد و این اعداد بیانگر سیل‌خیز بودن حوضه آبریز گابریک می‌باشد که لزوم مشخص نمودن پهنه‌های پرحادثه در این زمینه لازم و ضروری می‌باشد. در پهنه‌بندی مناطق سیل‌خیز حوضه آبریز گابریک، عوامل مهم و مؤثری بکار گرفته شده است. از عوامل اقلیمی مهم در این زمینه میزان بارندگی بوده که در افزایش شدت جریان سیلاب بسیار تأثیرگذار خواهد بود. براین اساس، میانگین بارش سالیانه حوضه آبریز گابریک با استفاده آر فنون زمین آمار ۱۷۳/۶ میلی‌متر برآورد گردیده است. بر طبق محاسبات فوق، حداقل و حداکثر بارش حوضه ۱۵۵ و ۲۹۹/۲ میلی‌متر برآورد شده که برای ترکیب در نقشه پهنه‌بندی سیلاب، به پنج طبقه تقسیم‌بندی شده است. میزان خطا در نقشه درون‌یابی شده پایین بوده به‌گونه‌ای که در ایستگاه‌های گابریک لیره‌ای و ذهاب میزان بارش سالیانه به ترتیب ۱۰۰/۶ میلی‌متر و ۱۶۸/۸ میلی‌متر ثبت شده و این میزان در نقشه‌های درون‌یابی شده در مکان ایستگاه به ترتیب ۱۲۴/۳ و ۱۸۰ میلی‌متر محاسبه گردیده است.

یکی دیگر از معیارهای بسیار مهم و مؤثر در کنترل و مهار سیلاب، پوشش‌گیاهی و نحوه توزیع و تراکم آن در سطح حوضه می‌باشد. پوشش‌گیاهی باعث کاهش فرسایش، تثبیت، افزایش تخلخل و نفوذپذیری خاک می‌گردد. حوضه آبریز گابریک به دلیل شرایط اقلیمی و زمین‌شناسی، دارای پوشش گیاهی بسیار کمی بوده که در سال‌های اخیر نیز به دلیل نوسانات آب و هوایی، این میزان در حال کاهش می‌باشد. بنابراین از دلایل اصلی افزایش شدت سیلاب در سطح حوضه آبریز گابریک، کاهش پوشش‌گیاهی بوده است. بدین منظور پوشش‌گیاهی حوضه با استفاده از شاخص SAVI(هوت[1] ۱۹۸۸: ۲۹۹) از لحاظ وجود و تراکم به قسمت‌های پنجگانه تقسیم بندی شده است.

شیب زمین نیز یکی مهم‌ترین و اصلی‌ترین عوامل برای ایجاد وقوع سیلاب در سطح حوضه‌های آبریز می‌باشد. این ویژگی در افزایش میزان رواناب و سرعت جریان و افزایش فرسایش رودخانه‌ای و کاهش

1 Huete

میزان نفوذپذیری نقش مؤثری ایفا می‌نماید. میزان شیب در سطح حوضه آبریز گابریک بالا بوده و برابر با ۱۹/۶ درصد است که در افزایش این میزان، ارتفاعات شمالی و داخلی حوضه نقش مؤثری را ایفا کرده است. ازآنجایی‌که رواناب از شیب ارتفاعات به سمت دشت سیلابی رودخانه تجمع می‌یابد، بنابراین شیب‌های با درصد کم بیشرین تأثیر را در سیل‌خیزی خواهند داشت که در نقشه شیب مشخص شده است.

نوع کاربری اراضی در سطح این حوضه نیز در میزان جریان سیلاب تأثیر زیادی دارد، به‌طوری که چون بین زمین‌های دارای پوشش گیاهی، زمین‌های لخت و عریان و دشت سیلابی رودخانه تفاوت زیادی در میزان جریان آب وجود دارد برای این منظور کاربری اراضی حوضه در میزان و شدت سیل خیزی به کار گرفته شده است. بنابراین تأثیر این دو عامل در پهنه‌بندی مخاطرات سیلاب لحاظ گردیده است. نوع ساختار زمین‌شناسی و وجود سازندهای مختلف آن نیز نقش تعیین کننده‌ای در میزان نفوذپذیری و فرسایش‌پذیری حوضه‌ها ایفا می‌نماید. در حوضه آبریز گابریک به دلیل کثرت رخساره‌های فلیش، مولاس، مارن، کنگلومرا و ماسه سنگ، نفوذپذیری کم و فرسایش‌پذیری زیادی حاکم بوده و این ویژگی‌ها، توان سیل خیزی حوضه را به صورت چشمگیری افزایش داده است. بر این اساس با توجه به سازندهای زمین‌شناسی موجود در منطقه، میزان نفوذپذیری و فرسایش‌پذیری حوضه آبریز گابریک شناسایی و طبقه‌بندی شده است.

به دلیل افزایش ناگهانی جریان رودخانه گابریک پس از وقوع بارندگی‌های شدید در منطقه، محدوده رودخانه و دشت سیلابی آن از خطرناکترین مناطق حوضه می‌باشند. بدین منظور محدوده دشت سیلابی حوضه و همچنین تراکم شبکه زهکشی حوضه به عنوان دو لایه مختلف برای پهنه‌بندی خطر سیلاب تهیه گردیده‌اند. بنابراین با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، تراکم شبکه زهکشی به پنج قسمت و دشت سیلابی رودخانه به عنوان منطقه پرخطر تقسیم بندی شده است. ازآنجایی‌که به دلیل نوسانات اقلیمی، تغییرات بارندگی و شرایط هیدرولوژیکی ناشی از آن در دوره‌های گذشته زمین‌شناسی، تراس‌های آبرفتی متمایز و با اختلاف ارتفاع بسیار زیادی در حوضه آبریز گابریک بوجود آمده است، هر تراس آبرفتی نشانه وضعیت سیلاب در یک دوره می‌باشد که هرچه از تراس آبرفتی قدیم به سمت تراس آبرفتی جدید پیشروی گردد، دوره بازگشت و مخاطرات سیلاب در آن افزایش و شدت عمل فرسایش به دلیل رخنمون سازندهای سست، منفصل و ریزدانه‌ای همچون شیل و مارن افزایش خواهد یافت. بنابراین به صورت میدانی تراس‌های آبرفتی رودخانه گابریک توسط نگارندگان بازدید و شناسایی شده و پس از بررسی‌های مربوطه، ارتفاع آن‌ها با GPS ثبت شده و سپس نقشه محدوده آن‌ها با استفاده از لایه رقومی ارتفاعی DEM حوضه، طبقه‌بندی گردیده است.

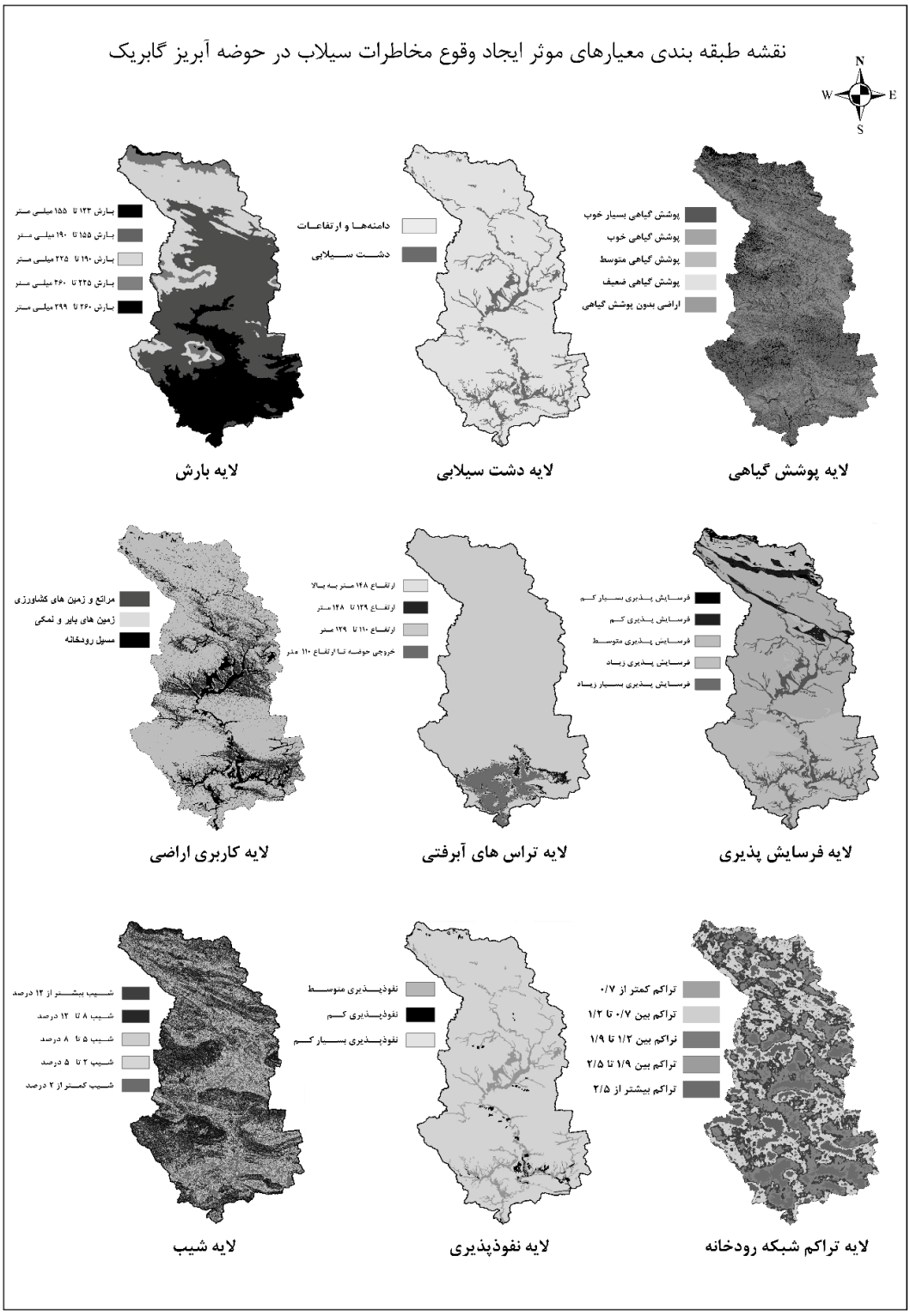
به‌منظور ترکیب لایه‌های مورد نظر جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر سیلاب در حوضه آبریز گابریک، هر کدام ازاین معیارهابه قسمت‌های مختلف و با ارزش متفاوت تقسیم‌بندی و وزن‌دهی شده‌اند. وزن‌دهی انجام گرفته لایه‌ها در این تحقیق بر اساس نظر کارشناسان حفاظت خاک و آبخیزداری استان هرمزگان انجام گرفته و این فرآیند با استفاده از توزیع پرسشنامه و دریافت نظرات کارشناسان مربوطه انجام شده است. لایه‌های به دست آمده، با قدرت تفکیک مکانی ۵۰ متردر نظر گرفته شده است که در تهیه نقشه نهایی از دقت نسبتاً بالایی برخوردار هستند. نحوه طبقه‌بندی این معیارها و همچنین ارزش وزنی آنها برای ترکیب و تهیه نقشه نهایی با استفاده از روش سلسله مراتبی در جدول (۳) آورده شده است.

در (شکل ۸) نیز نحوه طبقه‌بندی معیارهای نه گانه و گسترش وزنی آن‌ها در سطح حوضه آبریز گابریک نشان داده شده است.

جدول ۳ طبقه‌بندی معیارهای مؤثرایجاد وقوع مخاطره سیلاب در حوضه آبریز گابریک با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP

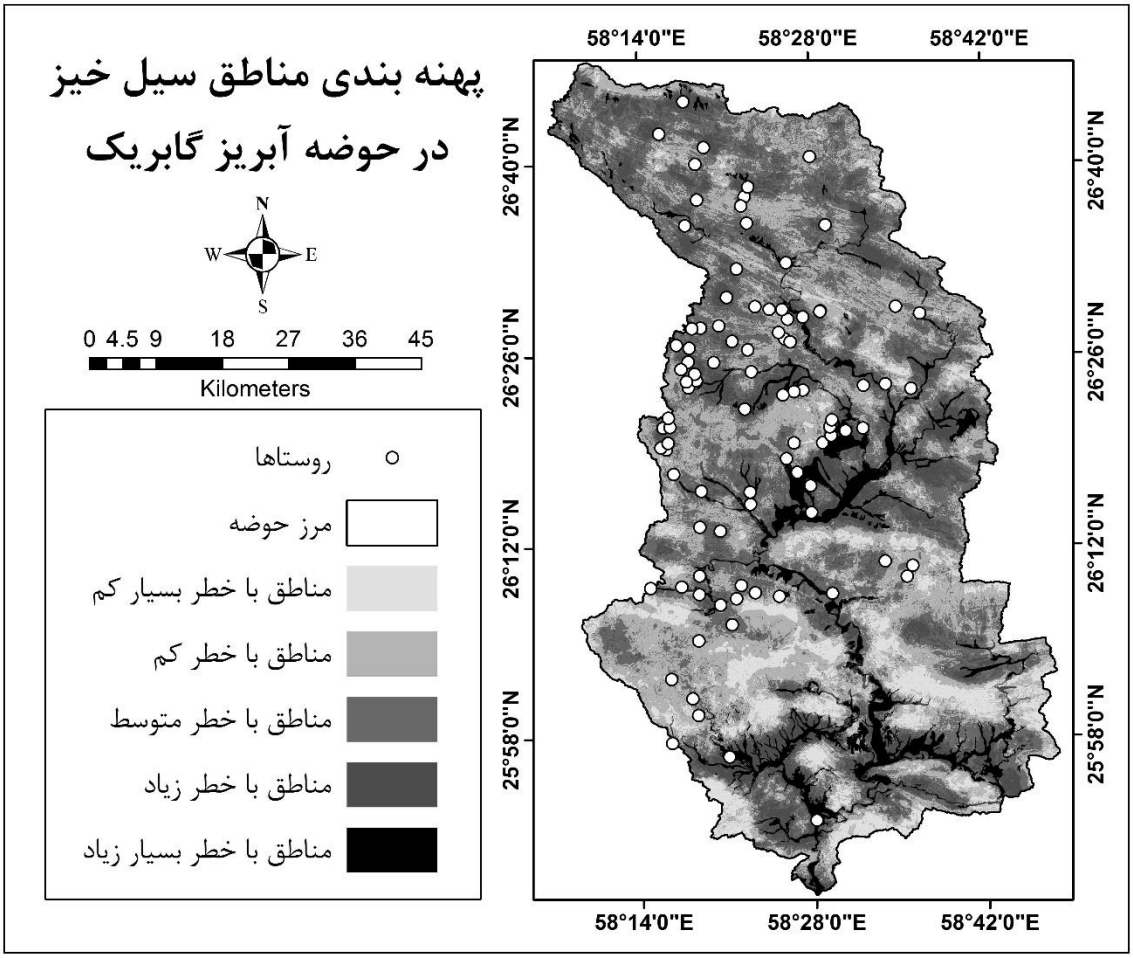
ردیف	معیارها	تقسیم بندی معیارها	ارزش مکانی	ارزش وزنی
۱	**بارندگی (وزن معیار: ۰/۱۳۳)**	۲۶۰ تا ۲۹۹/۲ میلی‌متر	خطر بسیار زیاد	۵
		۲۲۵ تا ۲۶۰ میلی‌متر	خطر زیاد	۴
		۱۹۰ تا ۲۲۵ میلی‌متر	خطر متوسط	۳
		۱۵۵ تا ۱۹۰ میلی‌متر	خطر کم	۲
		۱۲۳/۶ تا ۱۵۵ میلی‌متر	خطر بسیار کم	۱
۲	**پوشش‌گیاهی (وزن معیار: ۰/۰۴۹)**	بدون پوشش‌گیاهی	خطر بسیار زیاد	۵
		بسیار ضعیف	خطر زیاد	۴
		متوسط	خطر متوسط	۳
		متراکم	خطر کم	۲
		بسیار متراکم	خطر بسیار کم	۱
۳	**شیب (وزن معیار: ۰/۰۸۱)**	کمتر از ۲ درصد	خطر بسیار زیاد	۵
		۲ تا ۵ درصد	خطر زیاد	۴
		۵ تا ۸ درصد	خطر متوسط	۳
		۸ تا ۱۲ درصد	خطر کم	۲
		بیشتر از ۱۲ درصد	خطر بسیار کم	۱

۴	**نفوذپذیری (وزن معیار: ۰/۰۸۷)**	بسیارکم	خطر بسیار زیاد	۵
		کم	خطر زیاد	۴
		متوسط	خطر متوسط	۳
۵	**فرسایش پذیری (وزن معیار: ۰/۱۱۴)**	بسیار زیاد	خطر بسیار زیاد	۵
		زیاد	خطر زیاد	۴
		متوسط	خطر متوسط	۳
		کم	خطر کم	۲
		بسیار کم	خطر بسیار کم	۱
۶	**تراکم شبکه رودخانه (وزن معیار: ۰/۲۰۲)**	تراکم بیشتر از ۲/۵	خطر بسیار زیاد	۵
		تراکم ۱/۹ تا ۲/۵	خطر زیاد	۴
		تراکم ۱/۲ تا ۱/۹	خطر متوسط	۳
		تراکم ۰/۷ تا ۱/۲	خطر کم	۲
		تراکم کمتر از ۰/۷	خطر بسیار کم	۱
۷	**دشت سیلابی (وزن معیار: ۰/۲۵۲)**	محدوده دشت سیلابی	خطر بسیار زیاد	۵
		محدوده خارج از دشت سیلابی	خطر بسیار کم	۱
۸	**تراس‌های آبرفتی (وزن معیار: ۰/۰۶۵)**	رودخانه عهد حاضر تا ارتفاع ۱۱۰ متر	خطر بسیار زیاد	۵
		ارتفاع ۱۱۰ تا ۱۲۹ متر	خطر زیاد	۴
		ارتفاع ۱۲۹ تا ۱۴۸ متر	خطر متوسط	۳
		ارتفاع بیشتر از ۱۴۹ متر	خطر کم	۲
۹	**کاربری اراضی (وزن معیار: ۰/۰۱۷)**	مسیل رودخانه	خطر بسیار زیاد	۵
		زمین‌های بایر و نمکی	خطر زیاد	۴
		مراتع و زمین‌های کشاورزی	خطر متوسط	۳



شکل ۸ نقشه طبقه‌بندی معیارهای مؤثر ایجاد وقوع مخاطره سیلاب در حوضه آبریز گابریک

همان‌گونه که در این معیارها مشخص می‌شود، بیشتر قسمت‌های حوضه آبریز گابریک دارای شیب زیاد، نفوذپذیری کم، فرسایش‌پذیری زیاد و پوشش گیاهی اندک می‌باشد که از مهم‌ترین عوامل فیزیکی در وقوع مخاطره سیلاب می‌باشند. ارزش وزنی این معیارها با دستور Raster Calculator ترکیب شده و نقشه نهایی مناطق مستعد سیل خیز در حوضه آبریز گابریک تهیه شده است (شکل ۹).

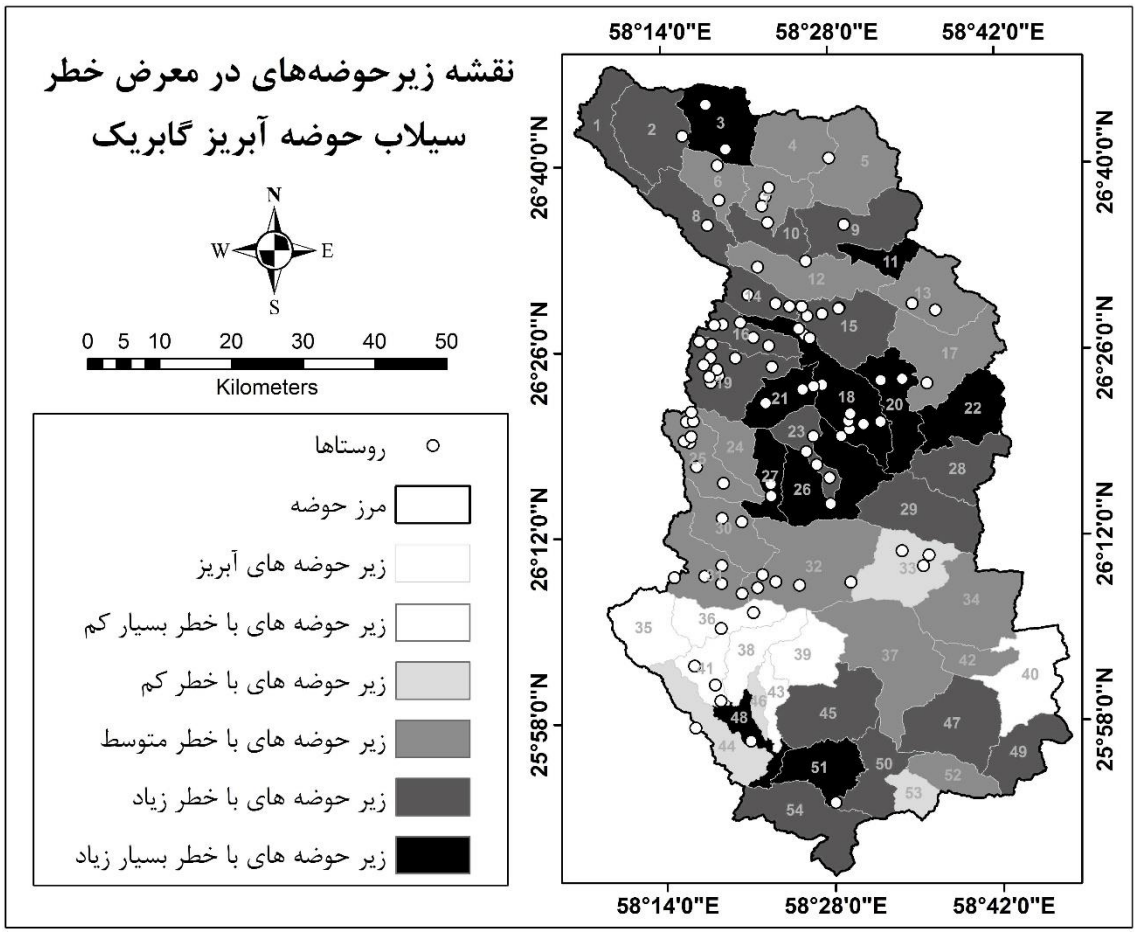


شکل ۹ نقشه پهنه‌بندی مناطق سیل‌خیز

در این پهنه‌بندی مناطق با خطر بسیار زیاد ۸/۴ درصد، مناطق با خطر زیاد ۱۵ درصد، مناطق با خطر متوسط ۳۴/۷ درصد، مناطق با خطر کم ۳۲/۸ درصد و مناطق با خطر بسیار کم ۹/۱ درصد مساحت حوضه را تشکیل می‌دهند. با توجه به استقرار روستاها در نقشه نیز مشخص می‌شود که از مجموع ۹۴ روستا در حوضه، ۱۰ روستا در پهنه‌های سیلابی با خطر بسیار زیاد، ۱۹ روستا در پهنه‌های با خطر زیاد، ۳۸ روستا در پهنه‌های با خطر متوسط، ۲۶ روستا در پهنه‌های با خطر کم و یک روستا در پهنه با خطر بسیار کم قرار گرفته است که دلیل این پراکنش، وابستگی به منابع آب رودخانه است. بنابراین نتایج نشان می‌دهد که با وقوع

بارندگی در سطح حوضه آبریز گابریک، عوامل تشدید کننده سیلاب به‌گونه‌ای مؤثر عمل نموده و باعث گردند تا این حوضه از پتانسیل سیل‌خیزی بالایی برخوردار باشد.

به دلیل بزرگ و وسیع بودن حوضه آبریز گابریک، اقدام به بررسی سیل خیزی زیرحوضه‌های آن می‌گردد. به‌طور کلی ۵۴ زیرحوضه در این منطقه وجود دارد که هر یک دارای وضعیت سیل خیزی متفاوتی می‌باشند. بنابراین برای شناخت زیر حوضه‌های در معرض خطر بسیار بالا، بالا، متوسط، کم و بسیار کم سیلاب در حوضه آبریز گابریک، اقدام به شناسایی آن‌ها می‌گردد. برای این منظور با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و بررسی نقشه سیل‌خیزی حوضه با روش Zonal Statistics این شناسایی انجام گرفته است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ نقشه زیرحوضه‌های در معرض خطرسیلاب

نتایج محاسبات نشان می‌دهد در این حوضه، ۱۰ زیر حوضه در معرض خطر بسیار بالا، ۱۷ زیر حوضه در معرض خطر بالا، ۱۶ زیر حوضه در معرض خطر متوسط، ۴ زیر حوضه در معرض خطر کم و ۷ زیر

حوضه در معرض خطر بسیار کم مخاطره سیلاب قرار دارند. لازم به ذکر است که زیر حوضه‌هایی که خطر سیلاب در آن‌ها کم می‌باشد، غالباً ارتفاعات داخلی را شامل می‌شوند که شرایط مناسبی برای سکونت نمی‌باشند. بنابراین با بررسی‌های انجام گرفته، در مجموع مخاطره سیلاب مهم‌ترین و اصلی‌ترین مخاطره طبیعی در حوضه آبریز گابریک به شمار می‌رود که حاصل از شرایط خاص آن در این قسمت از کشور می‌باشد.

۵. نتیجه‌گیری

آنچه که در این تحقیق مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است، شناسایی علل سیل‌خیزی و پهنه‌بندی مخاطرات سیلاب در حوضه آبریز گابریک می‌باشد. مطالعات و تحقیقات گسترده‌ای در زمینه شناخت شرایط طبیعی این حوضه و بررسی و تحلیل رسوبات تراس‌های آبرفتی آن به صورت میدانی (سیستانی بدوئی و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۵۳) و سنجش‌ازدور توسط نگارندگان انجام شده است که تأثیر عوامل مختلف اقلیمی، حوضه‌ای و فیزیکی را در افزایش شدت سیل‌خیزی حوضه نشان می‌دهد. ازآنجایی‌که طبق آمار اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان هرمزگان ۹۴ روستا در این حوضه وجود داشته و طبق سرشماری عمومی نفوس و مسکن استان هرمزگان نیز در سال ۱۳۹۰، مجموع جمعیت آن ۵۹۲۶ نفر بودهکه این میزان غالباً در نزدیکی رودخانه اصلی و دشت سیلابی آن سکونت و به فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری می‌پردازند، بنابراین جهت شناسایی مناطق پرخطر و کاهش خسارات جانی و مالی ناشی از جریان سیلاب، اقدام به تهیه نقشه خطر سیل گرفتگی در این حوضه شده است. در این کار به‌گونه‌ای جدید، عوامل و معیارهای مؤثر در وقوع سیلاب شامل بارندگی سالیانه، پوشش‌گیاهی حوضه، شیب حوضه، نفوذپذیری زمین، فرسایش‌پذیری سازندهای زمین‌شناسی، تراکم شبکه زهکشی حوضه، محدوده دشت سیلابی، شناسایی تراس‌های آبرفتی موجود در حوضه و کاربری اراضی شناسایی شده و با توجه به تأثیرشان در شدت و ضعف مخاطره سیلاب، طبق نتایج پرسشنامه توزیع شده توسط کارکنان حفاظت خاک و آبخیزداری استان هرمزگان، طبقه‌بندی شده است. در تهیه هر کدام از معیارهای فوق نیز از داده‌های مختلف و دقیقی استفاده شده که با فنونی همچون زمین آمار و سنجش‌ازدور، پردازش و ترکیب شده و نقشه نهایی پهنه‌بندی مخاطرات سیلاب را در این حوضه تهیه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که روش تحلیل سلسله مراتبی به دلیل تصمیم‌گیری چند شاخصی و مقایسه زوجی توانسته در اولویت‌بندی عوامل مربوطه در تهیه نقشه نهایی خطر سیلاب کارآمد باشد که نتایج کار دیگر محققین نیز این گفته را اثبات می‌نماید. در نقشه پهنه‌بندی سیلاب، وضعیت شدید سیل‌خیزی آن به وضوح مشخصاست، به‌گونه‌ای که از کل مساحت حوضه، مناطق با خطر بسیار زیاد ۸/۴ درصد، مناطق با خطر زیاد ۱۵ درصد، مناطق با خطر متوسط ۳۴/۷ درصد، مناطق با خطر کم ۳۲/۸ درصد و

مناطق با خطر بسیار کم ۹/۱ درصد مساحت حوضه را تشکیل می‌دهد. مناطق با خطر بسیار کم سیلاب غالباً در ارتفاعات حوضه قرار داشته و از این حیث شرایط مناسبی را برای زندگی و نیاز به منابع آب ارائه نمی‌نماید. اکثر زیرحوضه‌های موجود در حوضه نیز با استفاده از بررسی آمار ناحیه‌ای دارای خطر زیاد سیلاب بوده‌اند که شرایط شدید این مخاطره رانشان می‌دهند. به‌طورکلی می‌توان گفت عوامل مختلف اقلیمی، فیزیکی و حوضه‌ای دست به دست یکدیگر داده و حوضه آبریز گابریک را به یکی از حوضه‌های با سیل‌خیزی بسیار شدید در کشور درآورده است. ازآنجایی‌که تمامی راه‌های ارتباطی حوضه، مسیل رودخانه در زمان کم آبی و خشک شدن رودخانه است، وقوع سیلاب باعث مسدود شدن تردد گردیده و مشکلات بسیاری را برای جمعیت ساکن روستایی پدید می‌آورد. این مشکلات در زمان وقوع سیلاب‌های بسیار شدید با دوره بازگشت بالا شدت یافته و منجر به وقوع خسارت‌های زیادی می‌شود. بنابراین به‌منظور بهبود وضعیت موجود و کاهش خسارات جانی و مالی ناشی از آن، اطلاع رسانی و آموزش همگانی در مواقع بروز سیلاب، آگاه‌سازی مردم روستاهای حوضه در زمینه مناطق پرحادثه، جلوگیری از ساخت و ساز در حریم رودخانه و اجرای طرح‌های آبخیزداری و ساخت سدپیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از استانداری، اداره کل منابع طبیعی وآبخیزداری و سازمان آب‌منطقه‌ای استان هرمزگان به پاس ارائه اطلاعات و نیز از اهالی محترم روستای پرکوه به دلیل همکاری در بازدید میدانی صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایند.

کتابنامه

اسحقی، فاطمه؛ ۱۳۹۱. هیدرواقلیم و سیل خیزی حوضه آبریز هلیل رود و اثرات آن بر کشاورزی منطقه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی. استاد راهنما دکتر غلامرضا نوری. دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی. دانشگاه سیستان و بلوچستان.

امیدوار، کمال؛ ۱۳۹۰. مخاطرات طبیعی. چاپ دوم. یزد: انتشارات دانشگاه یزد. ۳۱۶ صفحه.

اوزی، رمضان؛ ۱۳۹۰. جغرافیای مخاطرات (مخاطرات طبیعی و انسانی). چاپ اول. تبریز: انتشارات دانشگاه تبریز. ۴۷۰ صفحه.

بهشتی بایگی، بی‌بی زهرا؛ ۱۳۸۴)، هیدرواقلیم و سیل خیزی حوضه آبریز شصت دره تربت حیدریه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی. استاد راهنما دکتر حسین نگارش. دانشکده جغرافیا. دانشگاه سیستان و بلوچستان.

پرنده خوزانی، اکرم. لشکری، حسن؛ ۱۳۸۹. بررسی سینوپتیکی سیستم‌های سیل‌زا در جنوب ایران. فصلنامه تحقیقات منابع آب ایران. شماره ۲. ۷۳- ۶۶. تهران.

خالقی، محمدعلی؛ ۱۳۷۵. هیدرولوژی آب‌های سطحی حوضه حنیفقان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی. استاد راهنما دکتر حسنعلی غیور. دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه ریزی. دانشگاه اصفهان.

درخشان، شهرام؛ ۱۳۸۹. مطالعه پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبریز کسیلیان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. شماره ۱۶. ۶۳- ۵۱. تهران.

زارع، مهدی؛ ۱۳۸۸. مبانی تحلیل خطر زمین لرزه. چاپ دوم. تهران: انتشارات پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.۱۴۲ صفحه.

سیستانی بدوئی، مسعود. نگارش، حسین. فتوحی، صمد؛ ۱۳۹۳. گرانولومتری رسوبات تراس‌های آبرفتی رودخانه گابریک و تحلیل رابطه سازندهای زمین‌شناسی با سیل‌خیزی حوضه. چاپ در مجموع چکیده مقالات سی و سومین گردهمایی ملی علوم زمین. تهران.۸-۱.

صدقی، حسین. بهنیا، عبدالکریم. دماوندی نژاد، احود؛ ۱۳۸۵. تحلیل سیلاب‌های حوضه آبریز میانی کارون. مجموع مقالات اولین همایش منطقه‌ای بهره برداری از منابع آب حوضه‌های کارون و زاینده رود. شهرکرد. ۸۱۱- ۸۰۴.

عزتیان، ویکتوریا. دانش آموز، ذبیح الله؛ ۱۳۹۱. بررسی خصوصیات هیدروژئومورفولوژی حوضه آبریز خیرآباد. فصلنامه آمایش سرزمین. شماره ۲. ۱۴۰- ۱۱۳. تهران.

علایی طالقانی، محمود؛ ۱۳۹۰. ژئومورفولوژی ایران. تهران: نشر قومس. ۳۶۰ صفحه.

علیزاده، امین. کمالی، غلامعلی. اکبری، ابوالقاسم؛ ۱۳۸۱. پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی در حوضه اترک. چاپ در مجموع مقالات اولین همایش علمی تحقیقی مدیریت امداد و نجات. تهران. ۲۷۶- ۲۷۰.

علیزاده، امین؛ ۱۳۹۰. اصول هیدرولوژی کاربردی. چاپ هفدهم. مشهد: انتشارات دانشگاه امام رضا. ۹۲۸ صفحه.

فرمانیان، محمد؛ ۱۳۸۵. هیدروژئومورفولوژی حوضه آبریز چمرود (کاشان) با تأکید بر سیل خیزی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی. استادراهنما دکتر محمود لاجوردی. دانشکده علوم زمین (گروه جغرافیا). دانشگاه شهید بهشتی.

فیض‌اله پور، مهدی. صدر افشاری، سحر؛ ۱۳۸۹. بررسی توزیع احتمالاتی و دوره برگشت سیلاب در حوضه‌های جنوبی دامنه کوه سبلان. نخستین همایش ملی بررسی دستاوردهای پژوهشگران علوم زمین ایران، تهران، ۸- ۱.

قنواتی، عزت الله؛ ۱۳۹۲. پهنه‌بندی خطر سیلاب شهر کرج با استفاده از منطق فازی. مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی. شماره هشتم. ۲۹-۴۲. مشهد.

محمدی، حسین؛ ۱۳۹۰. مخاطرات جوی. چاپ دوم تهران: انتشارات دانشگاه تهران. ۲۳۰ صفحه.

محمودی، لقمان؛ ۱۳۸۳. بررسی و مطالعه هیدرواقلیم حوضه آبریز سیمینه رود با تأکید بر سیل خیزی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی. استاد راهنما دکتر محمد سلیقه. دانشکده جغرافیا. دانشگاه سیستان و بلوچستان.

مریدی فریمانی، علی اصغر؛ ۱۳۷۸. بررسی آشفتگی‌های راستای تنش‌های محلی در زون مکران. چاپ در مجموعه مقالات سومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران. شیراز. ۶۱۲-۶۱۰.

مسعودیان، ابوالفضل؛ ۱۳۹۰. آب و هوای ایران. چاپ اول، مشهد: انتشارات شریعه توس. ۲۸۸ صفحه.

مهندسان مشاور ستیران؛ ۱۳۷۰. شناخت و مطالعه اولیه حوضه‌های آبریز رودخانه‌های جگین، گابریک و سدیچ. شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان هرمزگان.

مهندسین مشاور جامع ایران؛ ۱۳۸۸. مطالعات توجیهی آبخیزداری حوضه آبریز گابریک. سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری استان هرمزگان.

ویسی، جلیل؛ ۱۳۸۷)، بررسی روند تغییرات بارش مؤثر در سیل خیزی (مطالعه موردی حوضه آبریز رودخانه راوند اسلام آباد غرب). پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی. استاد راهنما دکتر حسین نگارش. دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. دانشگاه سیستان و بلوچستان.

Altin, T.B. (2014). The flood fisk of the yesilırmak basin (upper course), Turkey. *Social and Behavioral Sciences*, 120, 460–467.

Balica, S.F., Popescu. I., Beevers. L., & Wright. N. G. (2013). Parametric and physically based modelling techniques for flood risk and vulnerability assessment: A comparison. *Environmental Modelling andSoftware, 41*, 84–92.

Camarasa, B.A.M., & Soriano, J.G. (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*, 189–200.

El-Magd, I.A., Hermas. E., &Bastawesy,M. E. (2010). GIS-modelling of the spatial variability of flash flood hazard in abudabbab catchment, red Sea Region, Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences, 13*, 81–88.

Fiorentino, M., Manfreda, S., &Iacobellis, V. (2007). Peak runoff contributing area as hydrological signature of the probability distribution of floods. *Advances in Water Resources, 30*, 2123-2134.

Hudson, P.F., &Colditz, R.R. (2003). Flood delineation in a large complex alluvial valley, lower panuco basin, mexico. *Journal of Hydrology*, *280*, 229-236.

Huete, A.R. (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment, 25*, 295-309.

Loczy, D., Kis. E., & Schweitzer. F. (2009). Localflood hazards assessed from channel morphometry along the tisza river in hungary. *Geomorphology, 113*, 200-209.

Mouri, G., Minoshima, D., Golosov, V., Chalov, S., Seto, S., …&Oki, T. (2013). Probability assessment of flood and sediment disaster in Japan using the total runoff-integrating pathways model. *Journal of Disaster Risk Reduction, 3*, 31-43.

Stamey T.C., &Hess, G.(1993). *Techniques for estimating magnitude and frequency of floods in rural basins in georgia*Water-Resources Investigations Reports, Georgia Department of Transportation, 1-75.

Stephan, R. (2002). Hydrologic investigation by the US geological survey following the 1996 and 1997 floods in the upper yellowstone river, American Water Resources Association 19th Annual Montana, Montana, Section one, 1-18.

Tarekegn, T.H., Haile. A. T., Rientjes. T., Reggiani. P., & Alkema. D. (2010). Assessment of an ASTER-generated DEM for 2D hydrodynamic flood modeling. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 12*, 457-465.

Taylor, J., Biddulph. P., Davies. M., & Lai. K. M. (2013). Predicting the microbial exposure risks in urbanfloods using GIS, building simulation, and microbial models. *Environment International, 51*, 182-195.

Veijalainen, N., Lotsari, E., Alho, P., Vehvilainen, B., &Kayhko, J. (2010). National scale assessment of climate change impacts on flooding in finland. *Journal of Hydrology, 391*, 333-350.

Volpi, M., Petropoulos. G. P., &Kanevski. M. (2013). Flooding extent cartography with landsat TM imagery and regularized kernel Fisher's discriminant analysis. *Computers andGeosciences, 57*, 24-31.

Waylen, P., & Woo, M.K. (1983). Annual floods in southwestern british Columbia.*Journal of Hydrology, 62*, 95-105.

Yue, S., Ouarda, T.B.M.J., Bobee, P., Legendre, P., &Bruneau, P. (1999). The gumbel mixed model for flood frequency analysis. *Journal of Hydrology, 226*, 88-110.