GES	Journal of Geography and Environmental Studies, 12 (47), Autumn 2023 https://ges.iaun.iau.ir ISSN: 2008-7845 20.1001.1.20087845.1402.12.47.9.5

Research Article

Identification and Zoning of Flood-Prone Areas Using AHP - GIS (Case Study: Dayyer County, Bushehr Province)

Mohammad Doust, Adel
M.Sc Student, Department of Water Engineering, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.
Shamsnia, Seyed Amir (Corresponding Author)
Assistant Professor, Department of Water Engineering, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.
E-Mail: ashamsnia_82@yahoo.com

Abstract

Flood-prone areas are of great importance in order to control the resulting damages, store runoff and increase underground water reserves. In this regard, it is possible to use advanced spatial methods to identify flood-prone areas and use its results in urban management planning. The purpose of the present study is to identify flood prone areas and flood potential zoning of dayyer County in Bushehr province using hierarchical analysis in GIS environment. For this purpose, based on the most important effective factors in creating floods and their weighting, the Analytical Hierarchy (AHP) method was used. After preparing the weighted maps and analyzing the criteria, by overlapping the layers, a flood zoning map was prepared and presented in dayyer County. Based on the results, the extension of the northern and northeastern elevations to the east of dayyer County and the middle elevations of the city and its center have a high flood potential. The results showed that out of the total area of 2306 square kilometers of the studied area, 204 square kilometers are in the very low vulnerability category (8.8%), 563 square kilometers are in the low vulnerability category (24%), and 694 square kilometers are in the medium vulnerability category (5.5). 30 percent), 583 square kilometers are in the high vulnerability class (25.2 percent) and 262 square kilometers are in the very high vulnerability class (11.5 percent). Considering that more than 50% of the area of the region has a medium to high risk of flood potential and the areas with a very high risk also constitute a significant area of the region, Therefore, it is necessary that flood-prone areas be the focus of urban management planning.

Keywords: Flood, Zoning, Runoff, Analytic Hierarchy Process.

Citation: Mohammad Doust, A.; Shamsnia, S.A. (2023), Identification and Zoning of Flood-Prone Areas Using AHP - GIS (Case Study: Dayyer County, Bushehr Province), Journal of Geography and Environmental Studies, 12 (47), 152-167. Dor: 20.1001.1.20087845.1402.12.47.9.5

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author (s), with publication rights granded to Journal of Geography and Environmental Studies. This is an open – acsses article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

20.1001.1.20087845.1402.12.47.9.5

مقاله پژوهشی

شناسایی و پهنه بندی مناطق سیل خیز با استفاده از GIS-AHP (مطالعه موردی: شهرستان دیر، استان بوشهر)

عادل محمد دوست

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی منابع آب، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

سید امیر شمس نیا*

استادیار، گروه مهندسی آب، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

چکیده

شناخت مناطق سیل خیز با هدف کنترل خسارات ناشی از آن، ذخیره رواناب و افزایش ذخایر آب زیرزمینی از اهمیت بالایی برخوردار است. در این راستا می‌توان با استفاده از روش‌های پیشرفته مکانی، مناطق سیل‌خیز را شناسایی و نتایج آن را در برنامه‌ریزی‌های مدیریت شهری بکار برد. هدف از مطالعه حاضر شناسایی مناطق مستعد سیلاب و پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی شهرستان دیر در استان بوشهر با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی در محیط GIS است. بدین منظور براساس مهمترین عوامل موثر در ایجاد سیلاب از قبیل ارتفاع، شیب، فاصله از رودخانه، تراکم آبراهه، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، جهت شیب، رواناب و بارندگی و وزن‌دهی آنها، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده گردید. پس از تهیه نقشه‌های وزن‌دهی شده و تحلیل معیارها، با همپوشانی لایه‌هایی که به عنوان عوامل موثر در سیلاب ذکر گردید، نقشه پهنه‌بندی سیل در شهرستان دیر تهیه و ارایه گردید. براساس نتایج حاصله، امتداد ارتفاعات شمالی، شمال شرقی تا شرق شهرستان دیر و ارتفاعات میانی شهرستان و مرکز آن، پتانسیل سیل‌خیزی بالایی دارد. نتایج نشان داد از ۲۳۰۶ کیلومتر مربع کل مساحت منطقه مورد مطالعه، ۲۰۴ کیلومتر مربع در طبقه آسیب‌پذیری بسیار کم (۸/۸ درصد)، ۵۶۳ کیلومتر مربع در طبقه آسیب‌پذیری کم (۲۴ درصد)، ۶۹۴ کیلومتر مربع در طبقه آسیب‌پذیری متوسط (۳۰/۵ درصد)، ۵۸۳ کیلومتر مربع در طبقه آسیب‌پذیری زیاد (۲۵/۲ درصد) و ۲۶۲ کیلومتر مربع در طبقه آسیب پذیری بسیار زیاد (۱۱/۵ درصد) قرار دارد. با توجه به اینکه بیش از ۵۰ درصد مساحت منطقه دارای خطر پتانسیل سیل‌خیزی متوسط تا زیاد است و نواحی با خطر بسیار زیاد هم مساحت قابل توجهی از منطقه را تشکیل داده است، لذا ضروری است مناطق مستعد سیل، کانون توجه برنامه‌ریزی‌های کلان مدیریت شهری قرار گیرد.

کلمات کلیدی: سیل، پهنه‌بندی، رواناب، تحلیل سلسله‌مراتبی.

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۱۲/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۰۲

نویسنده مسئول: سیدامیر شمس‌نیا، استادیار، گروه مهندسی آب، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران. ashamsnia_82@yahoo.com

۱- مقدمه

روند رو به افزایش سیل در سال‌های اخیر حاکی از این است که اکثر مناطق کشور در معرض تهاجم سیلاب‌های ادواری و مخرب قرار دارند. از این نظر بسیاری از شهرها، روستاها، تأسیسات صنعتی و کشاورزی در معرض خطر سیل‌گیری قرار گرفته‌اند (نیکوکار، ۱۳۸۸). مخاطرات محیطی هر ساله خسارات فراوانی را در سراسر جهان به بار می‌آورد. سیل به عنوان یکی از مخاطرات طبیعی درنظر گرفته می‌شود که بیشتر کلان‌شهرهای جهان را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Nsangou et al., 2022). شواهد نشان می دهد که خسارت ناشی از سیل بیشتر از سایر سوانح طبیعی است (آزاده و زارع، ۱۳۹۵). نواحی اطراف رودخانه‌ها از مستعدترین مناطق برای زندگی و سکونت بشر بوده و ساکنین این مناطق همیشه مورد تهاجم سیلاب ناشی از افزایش ارتفاع آب هستند (رجبی و همکاران، ۱۳۹۷). سیلاب‌های اخیر در بسیاری از مناطق سبب خسارت‌های زیادی به بخش‌های کشاورزی، شیلات، مسکن و زیرساخت‌ها شده و به شدت وی فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی تاثیر گذاشته است (Guo et al., 2014). بررسی آمار و اطلاعات سیل‌های ایران از سال ۱۳۰۰ نشان می‌دهد که تعداد سیل‌ها همواره سیری صعودی داشته که این امر ناشی از ایجاد اختلال و بهم خوردن تعادل هیدرولوژیکی حوضه‌های آبخیز کشور است (احمدزاده و همکاران، ۱۳۹۴). رخداد و گسترش وقوع چنین سوانحی است که ضرورت انجام تحقیقات و سیع و جامع را مطرح می سازد. تعیین عرصه‌های مناسب پخش سیلاب از اهمیت بسیاری برخوردار است، چرا که یکی از روش‌های مناسب برای مهار و استفاده بهینه از سیلاب و تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌رود (یزدانی‌مقدم،۱۳۹۱). امروزه استفاده از علوم جدید به ویژه تکنیک‌های سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به برنامه‌ریزان کمک می‌کند تا ارزیابی سریعی از پتانسیل خطرات طبیعی از جمله سیل در کمترین زمان داشته باشند. در حال حاضر روش‌های مختلفی برای اولویت‌بندی و تعیین پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌های آبریز وجود دارد که استفاده از دیدگاه توزیعی مبتنی بر GIS از اقبال بیشتری در بین محققین برخوردار است (رحمانی و همکاران،۱۳۹۸). تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای شناسایی مناطق سیل‌خیز، تعیین گستره سیل، پهنه‌بندی مناطق سیل‌گیر و برآورد خسارات وارده در سطح وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد (بروشکه و همکاران، ۱۳۸۵). لذا در این خصوص بایستی جهت پیشگیری و مهار سیلاب، مناطق دارای پتانسیل بالا در تولید سیل و عوامل ایجاد آن شناسایی شود. در میان بلایای طبیعی، شناخت سیل به عنوان یکی از بزرگ‌ترین و رایجترین مخاطرات طبیعی که هر ساله خسارت‌های سنگینی را به جوامع مختلف تحمیل می‌کند، مورد توجه قرار می‌گیرد. وقوع سیلاب در نتیجه وضعیتی خاص، شدت زیاد بارندگی و یا معمولا تغییراتی است که در محیط جغرافیایی ایجاد گردیده و اغلب تشخیص ارتباط بین شاخص‌های وقوع آن دارای اهمیت است (Immitzer et al, 2012). در مطالعه‌ای ارزیابی خطر سیل در حوضه آبخیز تجی[1] اتیوپی، که مستعد سیل است، انجام شد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از GIS و روش سلسله مراتبی تحلیلی برای تهیه نقشه خطر سیل پردازش شد. براساس یافته‌های این مطالعه، تقریباً ۴۳/۲۸ و ۱۳/۰۹ درصد از مساحت منطقه به ترتیب در معرض خطر بالا و بسیار پرخطر قرار دارند (Hagos et al., 2022). درمطالعه دیگری با هدف شناسایی و نقشه‌برداری مناطق مستعد سیل در منطقه دگا داموت، شمال‌غربی اتیوپی، با استفاده از ادغام سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش تصمیم‌گیری چند معیاره، عوامل کنترل‌کننده سیل مانند ارتفاع، شیب، تجمع جریان، فاصله از رودخانه‌ها، بارندگی سالانه، تراکم زهکشی، شاخص رطوبت، توپوگرافی، کاربری و پوشش اراضی و نوع خاک وزن‌دهی و همپوشانی شدند. نتایج نشان می‌دهد که حدود ۸۶/۸۳ درصد از منطقه مورد مطالعه دارای حساسیت متوسط تا خیلی زیاد در برابر سیل و ۱۳/۱۷ درصد از منطقه مورد مطالعه حساسیت کم به سیل دارند (Negese el al., 2022). در مطالعه‌ای با استفاده از سنجش ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مناطق آسیب‌پذیرسیل در ناحیه مرکزی دهوک عراق

1. Teji

شناسایی گردید. ازتکنیک فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) برای وزن‌دهی به پارامترهای ارتفاع، شیب، فاصله از رودخانه، بارندگی، پوشش زمین کاربری، خاک، سازند، توپوگرافی، شاخص رطوبت، استفاده شد. در این تحقیق نقشه نهایی آسیب‌پذیری سیل تهیه و مناطق با حساسیت بالا شناسایی شد (M Amen et al., 2023). در پژوهشی برای پهنه‌بندی خطر سیلاب در محدودهٔ شهری ارومیه از تحلیل‌های چند معیارهٔ فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شده است. وزن‌دهی نهایی لایه‌ها با استفاده از نرم‌افزار Expert choice انجام گرفت و خروجی آن به حالت فازی اعمال شد. نقشهٔ خطر سیل شهری نشان می‌دهد مناطق مرکزی شهر پتانسیل بیشتری نسبت به سایر مناطق شهر برای سیل‌خیزی دارد (محمودزاده و همکاران، ۱۳۹۶). در پژوهشی دیگر که به منظور بررسی پتانسیل سیل‌خیزی حوزه آبخیزکشف‌رود مشهد برای برنامه‌ریزی‌های آینده و حل مشکلاتی مثل کنترل و مهار سیلاب‌ها و مدیریت سیلاب شهری و مسایل مرتبط با آن صورت پذیرفت، به سهولت می‌توان با توجه به محاسباتی که براساس نوع کاربری اراضی و شرایط نفوذپذیری و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک انجام گرفت، مناطق با پتانسیل سیل‌خیزی خیلی زیاد تا خیلی کم را براساس دبی حداکثر لحظه‌ای سیلاب تشخیص داد (اعظمی‌راد و همکاران،۱۳۹۷). در تحقیق دیگری جهت پهنه‌بندی خطر سیلاب از هشت معیار تاثیرگذار استفاده شد. با استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) لایه‌های اطلاعاتی موجود وزن‌دهی شده و سپس با استفاده مقایسه زوجی دو به دو مقایسه شدند. در نهایت مدل نهایی پهنه‌بندی مناطق مستعد سیل‌خیزی شهرستان در پنج طبقه از مناطق خیلی پرخطر تا مناطق خیلی کم‌خطر طبقه‌بندی شدند (جواهری، ۱۳۹۸). در همین راستا درپژوهشی با استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی، منطق فازی و تلفیق آن با امکانات سیستم اطلاعات جغرافیایی، پدیده سیلاب در شهر لامِرد در جنوب استان فارس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و براساس نتایج حاصل از پژوهش بخش مهمی از شهر لامرد و حومه آن مستعد خطر سیلاب می‌باشند و حداقل نزدیک نیمی از محدوده در وضعیت هشدار قرار داشته و شرایط سیل‌خیزی بسیار مهیا است (غلامی و همکاران، ۱۳۹۸). در تحقیقی با هدف بررسی عوامل موثر در وقوع سیل و تعیین نقاط با پتانسیل سیل‌خیزی زیاد، تلفیق روش AHP و GIS در حوضه آبخیز سرند چای انجام شد. با توجه به نقشه نهایی بدست آمده، پهنه‌های با پتانسیل سیل‌خیزی خیلی زیاد و زیاد، در اطراف رودخانه و در بالا دست و پایین دست حوضه آبخیز واقع گردیده بودند (عبادی اقدم و ثاقبیان، ۱۳۹۸). در مطالعه‌ای جهت تحلیل پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبریز قره سو در استان کرمانشاه از روش AHP و عوامل و عناصر اقلیمی و فیزیکی حوزه استفاده شد و با تجزیه و تحلیل آنها، مناطق حوزه مورد مطالعه را از لحاظ حساسیت به سیل، شناسایی و طبقه‌بندی نمودند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۹). در تحقیقی دیگر که بر روی حوضه های آبخیز سه هزار و دو هزار (چشمه کیله) واقع درتنکابن انجام گرفت، اقدام به پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی در مناطق همگن هیدرولوژیک حوضه‌گردیده که نشان می‌دهد بیشترین مساحت از منطقه مطالعاتی در طبقه سیل خیزی متوسط قرار دارد و پارامترهای مساحت، طول آبراههٔ اصلی، تراکم شبکه زهکشی، نسبت انشعاب، ضریب شکل هورتن، زمان تمرکز، درصد اراضی جنگل، درصد اراضی مرتع، بارش و درصد اراضی با نفوذپذیری زیاد، همبستگی بالایی با پتانسیل سیل‌خیزی دارند (کیا و همکاران، ۱۳۹۹). در پژوهشی مناطق مستعد وقوع سیلاب در حوضه آبخیز شهر شیراز مورد مطالعه قرار گرفت. براساس این تحقیق که با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی[1] و مدل تاپسیس[2] صورت گرفته است، مناطق آسیب‌پذیر نسبت به سیلاب شناسایی شد (عبدالعظیمی و همکاران، ۱۳۹۹). در تحقیقی که در خصوص عوامل سیل‌خیزی شهر ایلام صورت گرفته، نتایج نشان داد که پهنه نهایی سیل خیزی در عین پراکنده بودن در شمال و شمال غرب محدوده مورد مطالعه به دلیل دارا بودن بیشترین درصد شیب و سطوح بالای نفوذناپذیری به لحاظ زمین‌شناسی و نوع کاربری اراضی بوده و در شرایط خاص ارتفاعی و فاصله کم

1. GIS
2. TOPSIS

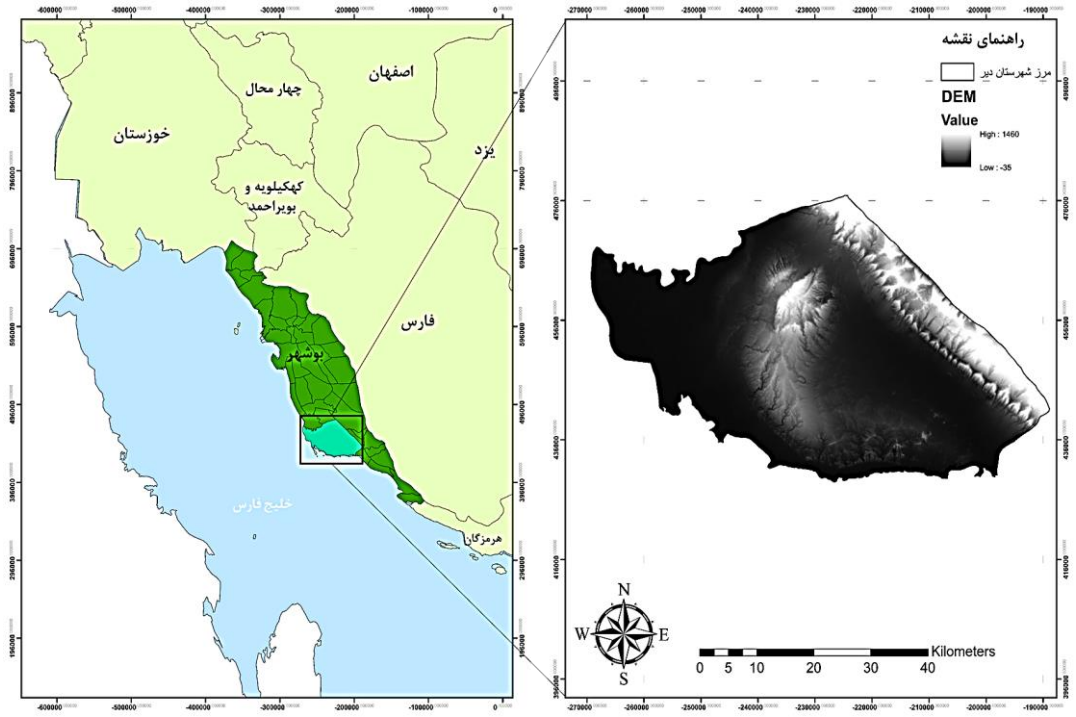
از آبراهه‌ها قرار دارند (زیاری و همکاران،۱۴۰۰). در پژوهشی پهنه‌های خطر وقوع سیلاب در حوضه آبخیز قطورچای با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) تعیین گردید. سپس با استفاده از GIS، تصاویر ماهواره‌ای، داده‌های ایستگاه سینوپتیک، فرآیند تحلیل شبکه و روش تلفیق لایه‌ها، پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبخیز قطورچای مدل سازی شده است. نتایج به‌دست آمده بیانگر این واقعیت است که بخشی از حوضه تحت‌تأثیر خطر وقوع سیلاب با پتانسیل بسیار بالا قرار دارد، که به‌طور عمده در پایین‌دست حوضه واقع شده است. بدین سبب شبکه‌های رتبه ۳ و ۴ به‌عنوان پهنه‌های سیل‌خیز و نواحی هدایت کننده سیلاب به نواحی پایین‌دست می‌باشند (اسفندیاری درآباد و همکاران، ۱۴۰۰). در نهایت پس از جمع‌بندی تحقیقات مختلف و بررسی همسوی آنها، می‌توان با توجه به سیل‌خیزی مناطق و با مهار و کنترل سیلاب در جهت برنامه‌ریزی شهری و جلوگیری از خسارات وارده اقدام نمود. از این رو هدف از تحقیق حاضر کلاس‌بندی و مشخص نمودن پهنه‌های مستعد سیل در شهرستان دیر، استان بوشهر است. با توجه به بیلان منفی سفره آبهای زیرزمینی، شناسایی مناطق سیل‌خیز و جانمایی طرح‌های پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی می‌تواند در راستای اهداف برنامه‌ریزی شهری، موجب جلوگیری از وارد آمدن خسارت و بهره‌برداری بهینه از منابع آب شود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقهٔ مورد مطالعه

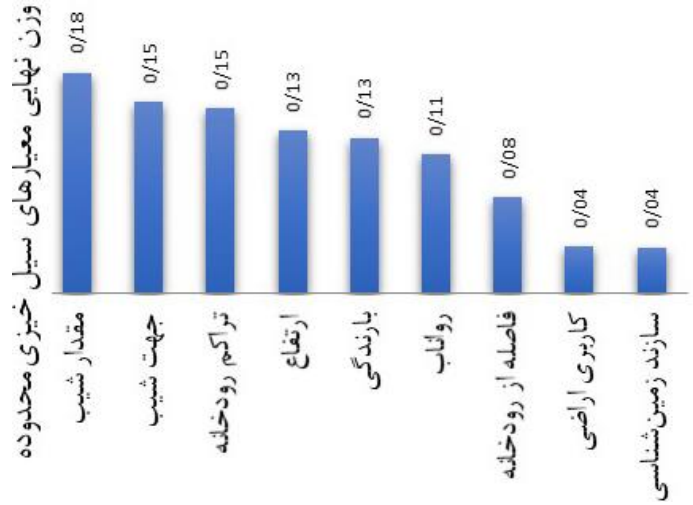
منطقه مورد مطالعه محدوده شهرستان دیر از توابع استان بوشهر است که در محدوده جغرافیایی"52°06'4 تا "51°12'18 طول شرقی و "28°23'42 تا "27°46'25 عرض شمالی واقع شده است. این شهرستان در جنوب شرق استان بوشهر و در همسایگی شهرستان دشتی، شهرستان کنگان و شهرستان جم واقع شده است و خلیج فارس مرز جنوبی آن را تشکیل می‌دهد. دیر با ۲۱۵۸ کیلومتر مربع مساحت و اشغال ۹/۳٪ از خاک استان بوشهر، سومین شهرستان به لحاظ وسعت است. شهرستان دیر از شمال توسط ارتفاعات کوه نمک و از غرب و جنوب به وسیله کوه درنگ و دریا محصور گشته است. اراضی محصور بین ارتفاعات دوکوه به صورت دشتهای کم شیب و آبرفتی دارای پتانسیل لازم به جهت توسعه کشاورزی می‌باشند. میزان بارندگی در شهرستان بسیار کم و میزان متوسط سالانه آن ۲۱۵ میلی‌متر، که عمدتا در فصل زمستان است و حداکثر میانگین دما ۴۷ درجه سانتی گراد و حداقل میانگین دمای سالانه۲۲ درجه سانتی گراد است و این منطقه دارای اقلیم خشک بیابانی گرم است و اغلب کاربری اراضی، بایر یا بایر با پوشش فقیر است. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی شهرستان دیر را نشان می‌دهد.

جهت جمع آوری اطلاعات ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای و سپس مطالعات میدانی انجام شد. از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌منظور تحلیل داده‌ها و وزن‌دهی معیارهایی از قبیل ارتفاع، شیب، فاصله از رودخانه، تراکم آبراهه، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، جهت شیب، رواناب و بارندگی که قسمت اصلی پژوهش را تشکیل می‌دهد، استفاده شده است. جهت محاسبه وزن و ضریب اهمیت هر یک از معیارهای پژوهش نیز از روش AHP استفاده گردید که در آن از اعداد برای بیان میزان ارجحیت معیارها نسبت به یکدیگر استفاده شده است. عوامل زیادی از جمله بارندگی، کاربری اراضی، شیب زمین، خاک‌شناسی و غیره بر وقوع سیل در حوزه‌های آبخیز تأثیرگذارند (Greenwood et al., 2014). این متغیرها با رجوع به نقشه‌های زمین‌شناسی، تصاویر ماهواره‌ای و ارتباط با سایر دستگاهها و ادارات از قبیل سازمان منابع آب، سازمان جهاد کشاورزی، اداره کل محیط زیست، اداره کل منابع طبیعی، اداره کل هواشناسی و سایر ارگانهای مرتبط در اختیار قرار گرفته شد که با توجه به موضوع و هدف تحقیق از پرسشنامه و نظرات کارشناسان (۱۰نفر از کارشناسان حوزه‌های جهاد کشاورزی، منابع طبیعی، آبخیزداری و منابع آب) استفاده و سپس به صورت مستقل، ماتریس مقایسه زوجی تکمیل شد.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی محدوده شهرستان مورد مطالعه

روش‌های مختلفی در محاسبه وزن معیارها در تحلیل سلسله‌مراتبی AHP وجود دارد که در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار Choice Expert محاسبات انجام گرفت و درنهایت با میانگین وزنی پرسشنامه‌ها، وزن نهایی معیارها محاسبه شد. همچنین میزان نرخ ناسازگاری در تمامی پرسشنامه‌ها کمتر از ۰/۱ بوده است. وزن نهایی معیارهای مورد بررسی در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل (۲): وزن نهایی معیارهای موثر بر سیلخیزی در منطقه دیر استان بوشهر

پس از محاسبه و برآورد درجات اهمیت، از نرم‌افزار به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم، استفاده گردید که در این رابطه، از توابع تبدیل پلی‌گون به نقطه، خط به نقطه، وکتور به رستر، کرنل، فاصله اقلیدسی، طبقه‌بندی مجدد و همچنین توابع زیرمجموعه اسکالر بهره گرفته شد. از نرم‌افزارهای Google earth و بخش سه بعدی سازی نرم‌افزار GIS (Arc Scene) نیز جهت تحلیل و درک بهتر نتایج، استفاده گردید. براساس محاسبات انجام شده، تمامی معیارها از کلاس ۱ الی ۹ طبقه‌بندی مجدد شدند. هرچه

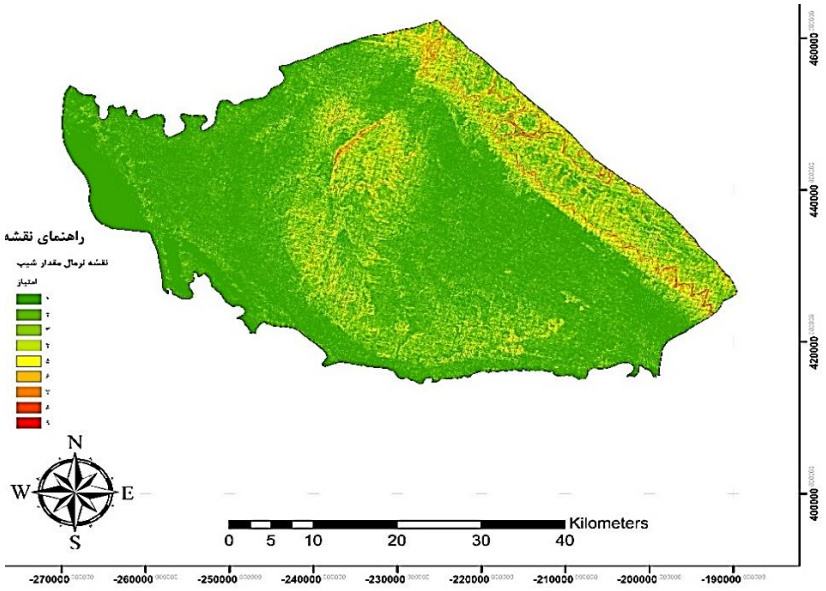
ارزش لایه اطلاعاتی به ۹ نزدیک‌تر باشد، پتانسیل بیشتری برای سیل‌خیزی وجود دارد و بالعکس. بعد از تهیه نقشه‌های وزن‌دهی شده و تحلیل معیارها، در مرحله نهایی با همپو شانی لایه‌ها و با توجه به تمامی معیارهای بیان شده، اقدام به همپو شانی نقشه‌های تولید شده در محیط نرم‌افزار GIS گردید و نقشه نهایی سیل‌خیزی ارائه شد.

۳- نتایج و بحث

با توجه به موارد ذکر شده و محاسبات انجام گرفته در منطقه مورد مطالعه و با بررسی شرایط محیطی، نقشه‌های میزان شیب، جهت شیب، تراکم رودخانه‌ای، ارتفاع، بارندگی، رواناب، فاصله از رودخانه، کاربری اراضی و سازندهای زمین‌شناسی به ترتیب در شکل‌های (۳الی ۱۱) نمایش داده شده است.

میزان شیب

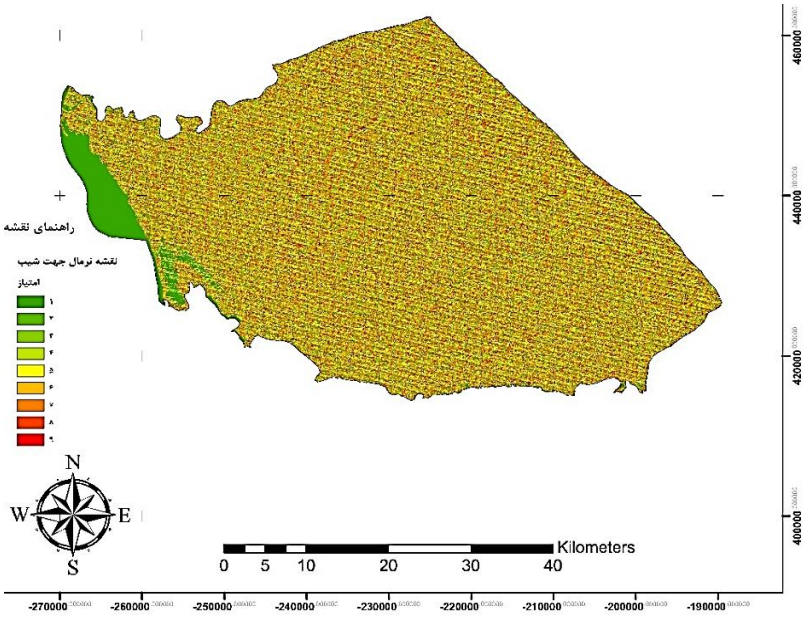
معیار میزان شیب نقش زیادی در هدایت و سکون آبهای سطحی دارد. بدین ترتیب با افزایش و کاهش میزان شیب در یک محل، می‌توان محل جمع شدن یا حرکت رواناب‌ها را تعیین نمود. شیب، تاثیر مستقیم بر میزان رواناب و سرعت نفوذ آب در خاک دارد. در شهرستان دیر بیشترین میزان شیب در ارتفاعات شرقی و مرکزی محدوده مورد مطالعه است که ناشی از ارتفاعات کوه نمک و کوهپایه‌های زاگرس در نواحی شمالی و شرقی آن است و جنوب و نواحی مرکزی نیز به وسیله کوه درنگ دارای شیب است. نتایج حاصل از مقادیر شیب در منطقه مورد مطالعه در شکل (۳) نشان داده شده است.



شکل (۳): نقشه رتبه‌بندی میزان شیب شهرستان

جهت شیب

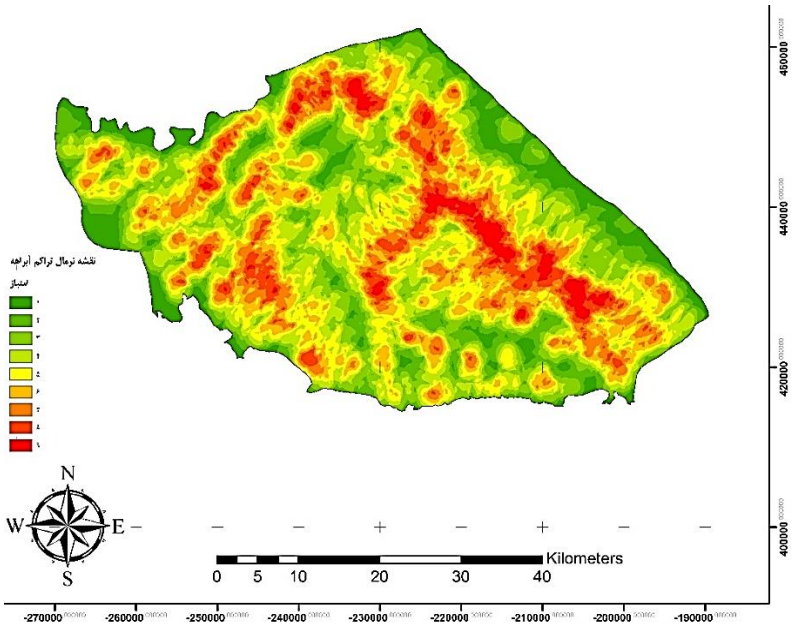
نتایج بدست آمده در خصوص شیب منطقه را می‌توان در دو دسته عمده بررسی نمود. دسته اول نواحی و قطعات کوچک تحت تاثیر خصوصیات محیطی و شرایط توپوگرافی که در جهات مختلف دارای شیب بوده و عمدتا از سمت شمال به جنوب می‌توان ملاحظه نمود. دسته دوم شیب عمومی منطقه است که در دو ناحیه از ارتفاعات جنوب شرقی تا شمال (حد فاصل روستای لمبدان تا جاشک) و نیز محدوده شمال غربی از ارتفاعات روستای کناری شروع گردیده و در امتداد خط ساحلی کشیده شده و نهایتا تا بندر دیر گسترش یافته است و در نهایت به رودخانه‌های فصلی بر دستان و رودخانه مند می‌رسد. با توجه به جهت و میزان شیب محدوده مورد نظر، به ۹ کلاس تقسیم‌بندی گردید که در شکل (۴) قابل مشاهده است.



شکل (۴): نقشه رتبه‌بندی جهت شیب در شهرستان

تراکم زهکشی

نقشه تراکم شبکه زهکشی با استفاده از نقشه ارتفاعی محدوده و استخراج آبراهه‌ها ایجاد و کلاس‌بندی شده است (شکل ۵). در این طبقه‌بندی بیشترین امتیاز و تراکم رودخانه و آبراهه‌ها در دامنه‌های ارتفاعات شرقی به صورت نواری تا شمال شرقی و بخش مرکزی ارتفاعات کوه درنگ، در شهرستان دیر را تشکیل می‌دهد.



شکل (۵): نقشه رتبه‌بندی تراکم رودخانه در شهرستان

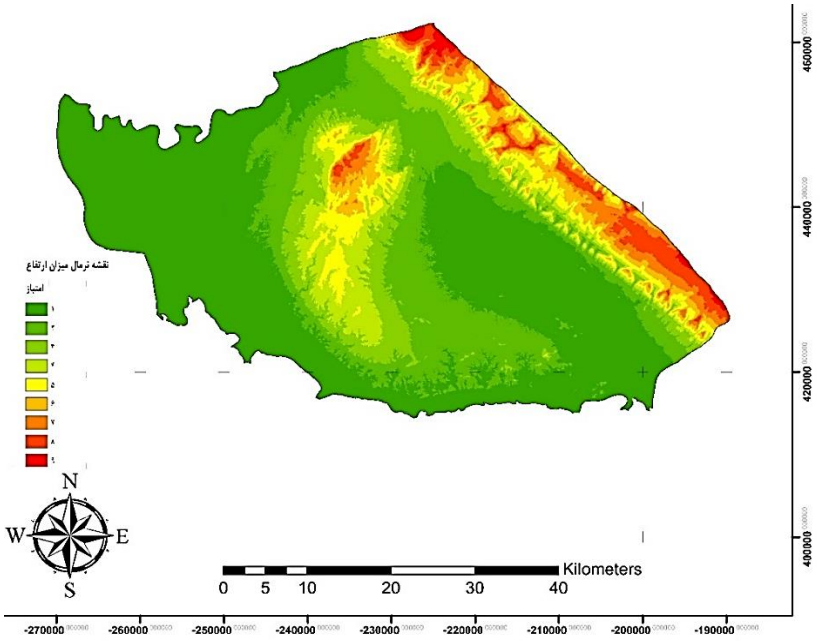
ارتفاع

عامل ارتفاع با تأثیر روی مقدار و نوع بارندگی، میزان تبخیر تعرق و و ضعیت پو شش گیاهی بر روی رواناب تأثیر گذار ا ست. با توجه به بررسی نقشه ارتفاعی محدوده شهرستان دیر، بخش شرقی تا شمال محدوده، توسط ارتفاعات محصور شده و در قسمت مرکزی شهرستان نیز سطوح ارتفاعی واقع شده است. سطوح ارتفاعی محدوده شهرستان از ۳۵- متر در غرب و جنوب غربی که

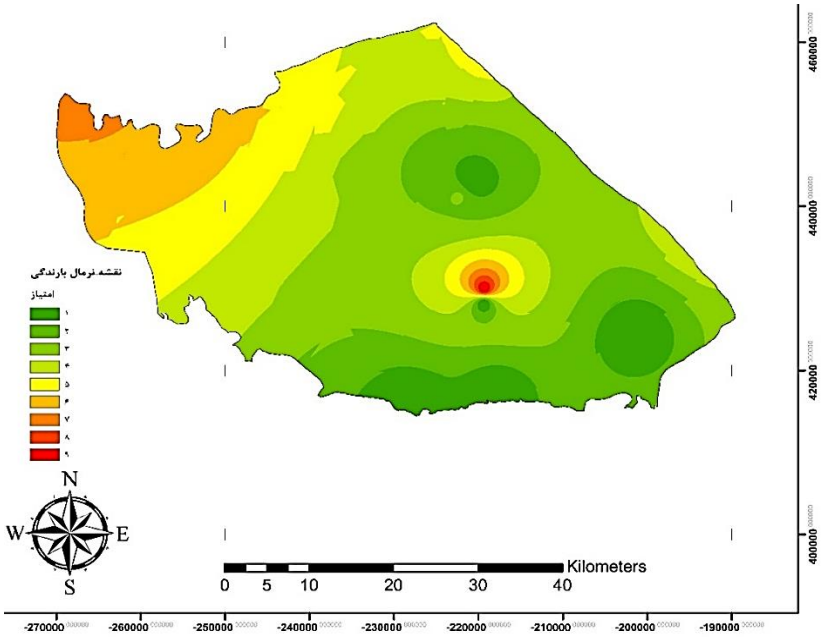
مشمول دریا و سواحل است تا ۱۴۶۰ متر در شرق و امتدادآن تا شمال ادامه دارد. همان طور که در نقشه ارتفاعی نشان داده شده است (شکل ۶)، بیشتر اراضی منطقه مورد مطالعه در سطوح ارتفاعی ۱۰۰۰-۰ متر از سطح دریا قرار دارند. با توجه به نیاز تخلیه آب‌های سطحی به خصوص در مواقع سیلاب تقسیم‌بندی گروه‌های ارتفاعی انجام گرفت.

بارندگی

نقشه میزان بارندگی براساس داده‌های ایستگاه هواشناسی و میزان بارندگی روزانه شهرستان دیر با استفاده از روش وزن‌دهی معکوس فاصله (IDW) تهیه گردید و پس از رتبه‌بندی بارندگی‌های رخ داده در محدوده شهرستان، در طبقات ۹ گانه ارایه شد (شکل ۷). بیشترین بارش‌های شهرستانی در دوره‌های مختلف، در قسمتهای جنوب و جنوب شرقی و نیز در قسمت‌های شمالی و شمال شرقی رخ داده است. نتایج نشان داد کمترین بارش‌ها مربوط به مرز شمال غربی و هم مرز با شهرستان دشتی رخ داده است.



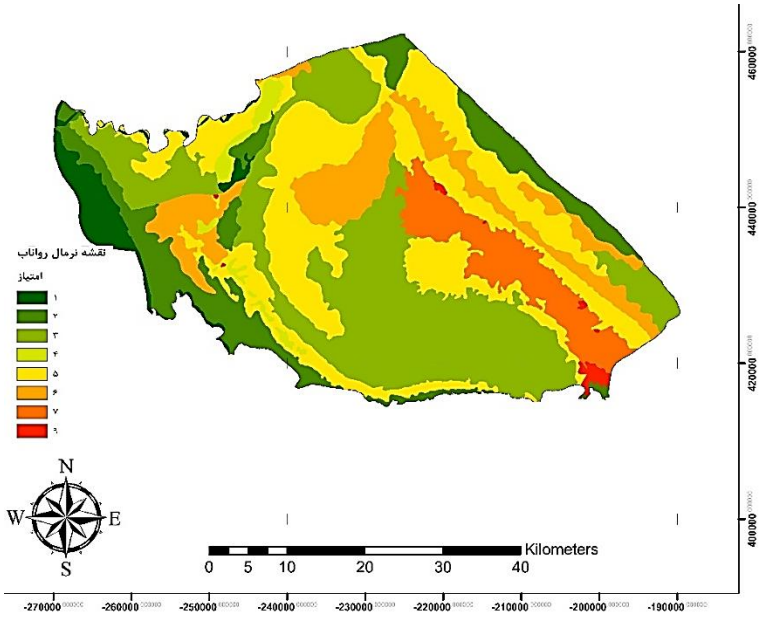
شکل (۶): نقشه رتبه‌بندی میزان ارتفاع در شهرستان



شکل (۷): نقشه رتبه‌بندی میزان بارندگی در شهرستان

رواناب

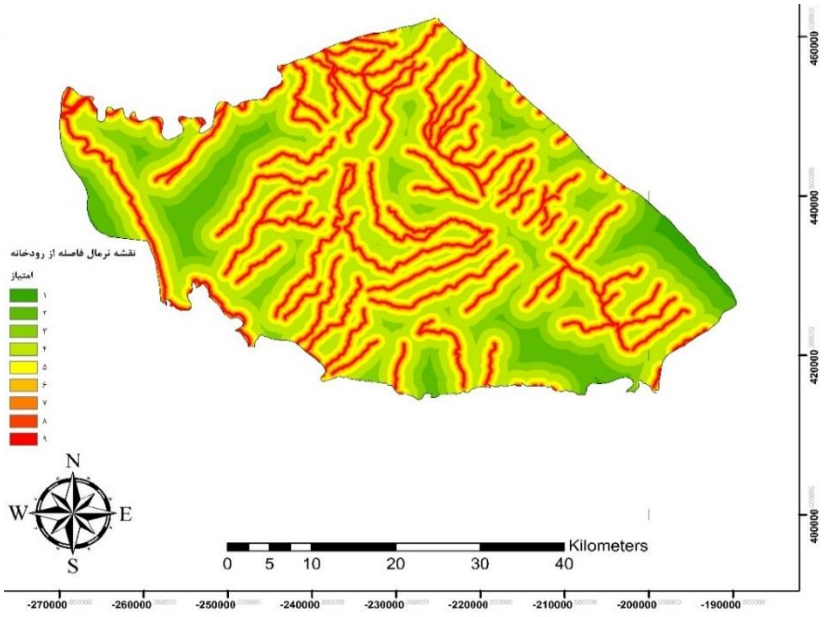
نقشه رواناب با استفاده از روش اداره حفاظت خاک آمریکا (SCS) تهیه و تنظیم شده است (شکل ۸). در این راستا با توجه به میزان رواناب، حوزه نیز به ۹ کلاس تقسیم گردید و نتایج نشان داد که بیشترین میزان رواناب مربوط به محدوده‌های کوهپایه‌ای شرق تا شمال شرقی حوزه و در حد فاصل روستاهای لمبدان تا کوه جاشک است. بیشترین حجم رواناب حوزه در امتداد رودخانه فصلی بردستان و منتهی به جنوب شهرستان دیر است که در نهایت در محل خور بردستان به دریا سرازیر می‌شود.



شکل (۸): نقشه رتبه‌بندی میزان رواناب در شهرستان

فاصله از رودخانه

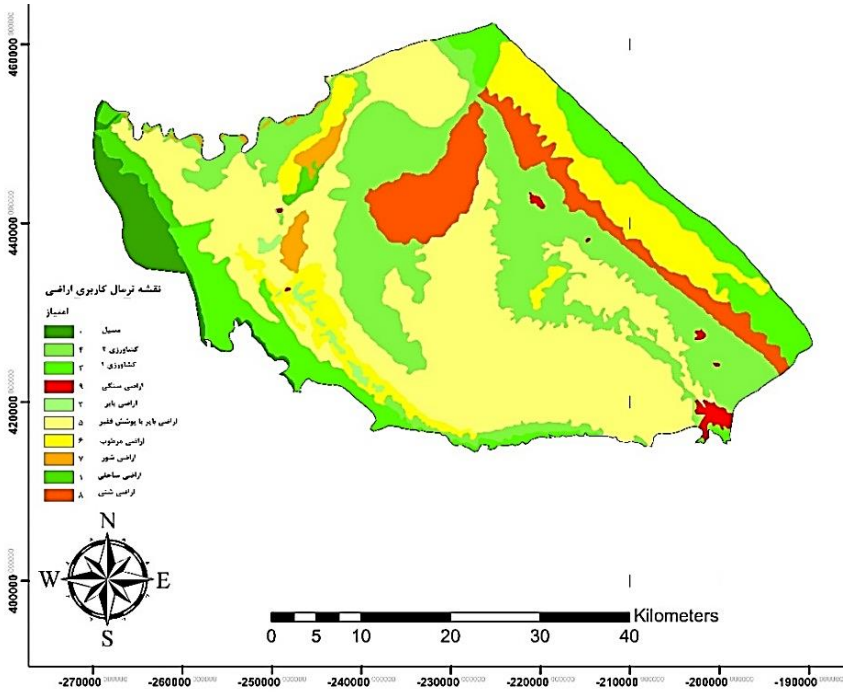
رودخانه‌ها و آبراهه‌ها به عنوان بسترعبور آب‌های ناشی از بارندگی، عوامل مهمی هستند که شناسایی تراکم و میزان فاصله آنها از ساخت و سازها، می‌تواند در پیش‌بینی و کاهش خسارات ناشی از سیلاب‌ها مؤثر باشد. در شمال محدوده شهرستان دیر رودخانه دائمی مند به خلیج فارس می‌ریزد و به نوعی زهکشی و هادی آبراهه‌های فرعی از نواحی بخش بردخون و در حد فاصل روستاهای کناری تا بردخون نو در قسمت شمال شهرستان دیر است و در نهایت به دریا تخلیه می شود. این در حالی است که آبراهه‌های دیگر از ارتفاعات شرقی و مرکزی شهرستان دیر سرچشمه می‌گیرند و به همراه سایر آبراهه‌های بخش مرکزی شهرستان به یکدیگر پیوسته و در نهایت تمامی سیلابها و آورد رودخانه‌های فصلی شهرستان به دریا منتهی می‌شود. در این خصوص شهرستان دیر با توجه به فاصله از آبراهه‌ها و مسیل‌های موجود به ۹ کلاس طبقه‌بندی گردید که در شکل (۹) نشان داده شده است.



شکل (۹): نقشه رتبه‌بندی فاصله از رودخانه در شهرستان

کاربری اراضی

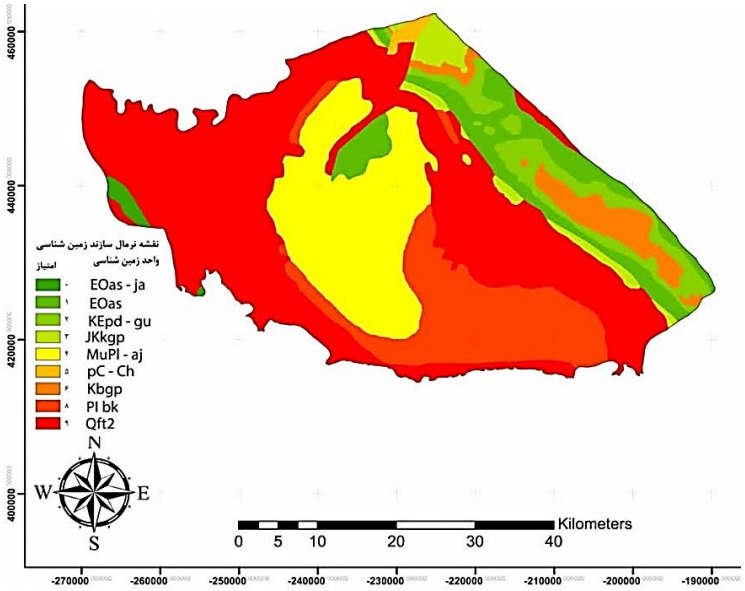
معیار کاربری اراضی که بیانگر نوع استفاده از سطح زمین است، می‌تواند عامل مهم تأثیرگذار در کند یا تند شدن شدت سیلاب باشد. بدین منظور برای تعیین مناطق نفوذپذیر و نفوذناپذیر لازم است که اطلاعات کاربری اراضی شهرستان دیر ونقشه مربوطه آن تهیه شود (شکل ۱۰). کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه شامل اراضی شهری، بایر، کشاورزی، جنگلی، ساحلی، سنگلاخ و دریا است. در شهرستان دیر کشت غالب اراضی آبی، گوجه فرنگی است و این مزارع در امتداد کوهپایه‌ها از شرق تا شمال شرقی و از شمال تا شمال غربی گسترانیده شده است. سایر اراضی کشاورزی دارای کشت دیم و اغلب گندم است که عمده اراضی کشاورزی شهرستان را شامل می‌شود. محدوده اراضی شهری و جنگلی به صورت مشخص و محدود است که بیشترین میزان نفوذناپذیری مربوط به اراضی شهری و تغییر کاربری‌ها در قسمت‌های غربی و جنوب غربی شهرستان دیر است و تمامی نواحی ارتفاعات شرق تا شمال شرق وکوه‌های درنگ در مرکز، جزو نواحی سنگلاخی محسوب می‌شود. سواحل نیز در جنوب شهرستان از محل خور بردستان در جنوب شرقی تا محل تخلیه رودخانه مند به دریا، در شمال غربی قرار دارد. طبقه‌بندی نوع کاربری اراضی در شکل شماره (۱۰) نشان داده شده است.



شکل (۱۰): نقشه رتبه‌بندی کاربری اراضی در شهرستان

سازند زمین‌شناسی

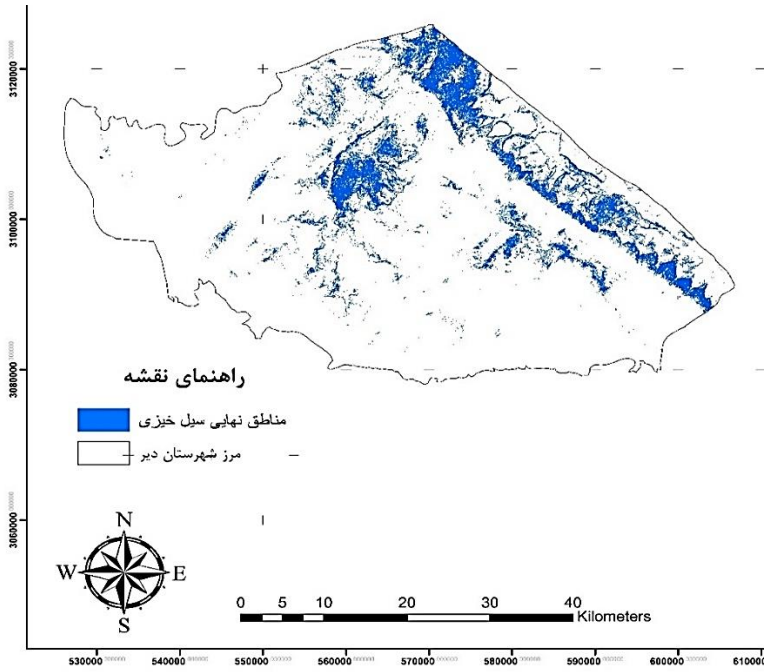
سازندهای زمین‌شناسی و پهنه‌های خاک با توجه به نفوذپذیری در هدایت یا جذب آب‌های سطحی نقشی اساسی دارند. فرسایش پذیری، الگوی زهکشی، تراکم و درنهایت رواناب سطحی، متاثر از وضعیت زمین‌شناسی هر حوزه است. از سوی دیگر، سیل در فرسایش پذیری سازندها موثر است. با حصول به اینکه واحدهای زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه شامل سازندهای گروه خامی، سازندهای گروه بنگستان، سازند پابده–گورپی، سازند آسماری–جهرم، سازند گچساران، سازند میشان، سازند آغاجاری، سازند بختیاری و نهشته‌های کواترنر است، براساس میزان نفوذپذیری هر کدام اقدام به کلاس‌بندی و طبقه‌بندی و در نهایت نرمال سازی نقشه سازندهای شهرستان گردید که در ۹ گروه دسته‌بندی گردید و در شکل (۱۱) نشان داده شده است.



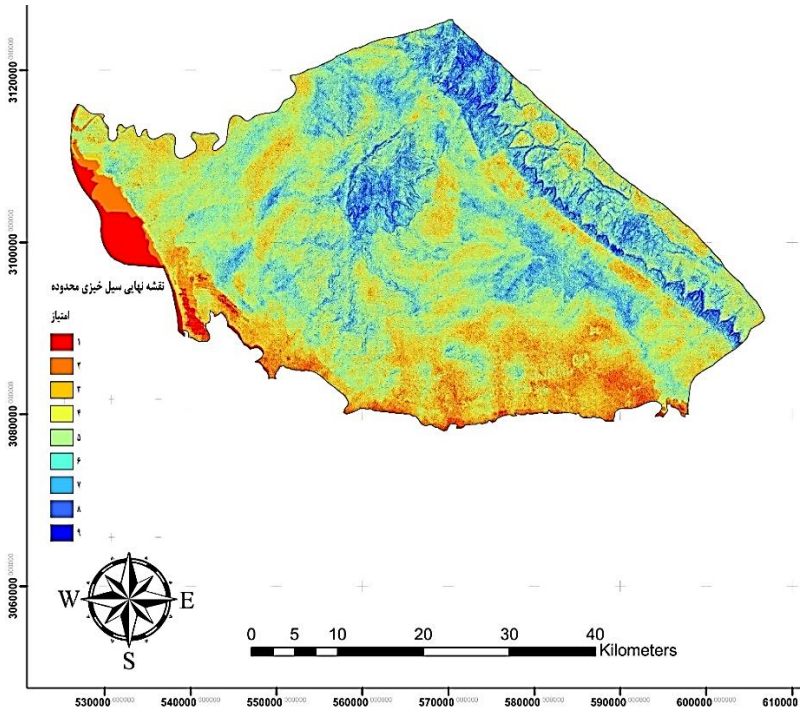
شکل (۱۱): نقشه کلاس‌بندی سازند زمین‌شناسی در شهرستان

پهنه‌بندی نقشه نهایی سیل‌خیزی

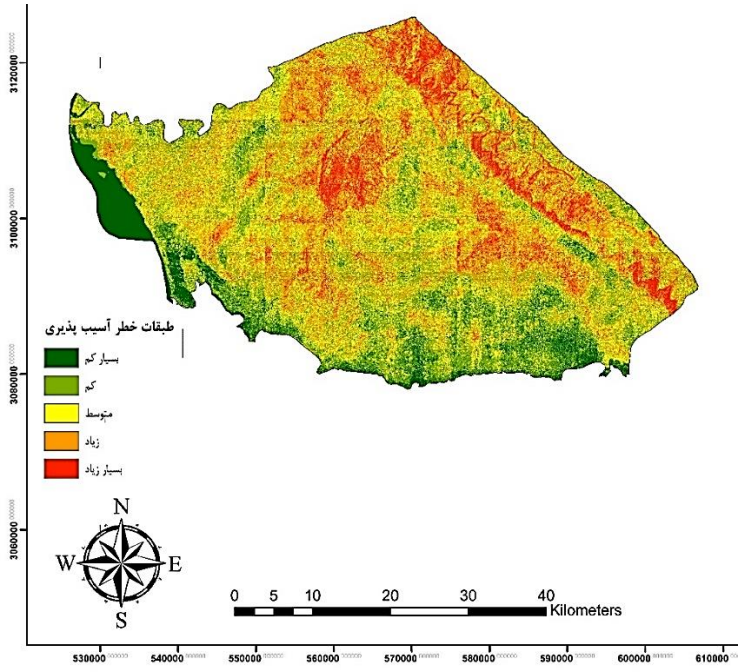
باتوجه به تمامی معیارهای بیان شده نقشه نهایی سیل‌خیزی ارائه شد (شکل ۱۲). در این راستا محدوده شهرستان باتوجه به پهنه های سیل‌خیز قابل مشاهده است و با رجوع به نقشه نهایی مذکور و بررسی اطلاعات، در ۹ گروه طبقه‌بندی گردید. جزییات نقشه سیل‌خیزی شهرستان دیر در شکل‌های (۱۳ و ۱۴) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود امتداد ارتفاعات شمالی، شمال شرقی تا شرق شهرستان دیر و ارتفاعات میانی شهرستان و مرکز آن، پتانسیل سیل‌خیزی بالایی دارد.



شکل (۱۲): نقشه سیل‌خیزی محدوده شهرستان دیر



شکل (۱۳): نقشه کلاس‌بندی سیل‌خیزی محدوده شهرستان دیر



شکل (۱۴): نقشه طبقات نهایی آسیب‌پذیری سیل‌خیزی در شهرستان دیر

۴- نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاصله امتداد ارتفاعات شمالی، شمال شرقی تا شرق شهرستان دیر و ارتفاعات میانی شهرستان و مرکز آن، پتانسیل سیل خیزی بالایی دارد. نتایج نشان می‌دهد از ۲۳۰۶ کیلومترمربع کل مساحت منطقه مورد مطالعه، ۲۰۴ کیلومترمربع در طبقه آسیب‌پذیری بسیار کم (۸/۸درصد)، ۵۶۳ کیلومترمربع در طبقه آسیب‌پذیری کم (۲۴درصد)، ۶۹۴ کیلومترمربع در طبقه آسیب‌پذیری متوسط (۳۰/۵ درصد)، ۵۸۳ کیلومتر مربع در طبقه آسیب‌پذیری زیاد (۲۵/۲ درصد) و ۲۶۲ کیلومترمربع در طبقه آسیب‌پذیری بسیار زیاد (۱۱/۵ درصد) قرار دارد. در پژوهشی که به منظور پهنه‌بندی خطر سیلاب با استفاده از فنون چندمعیاری فازی انجام گرفته، از روش AHP استفاده شده و براساس نتایج این روش مناطق خطرپذیر سیلاب تعیین گردید (موسوی و همکاران، ۱۳۹۵). مشابه تحقیق حاضر نیز در پژوهش دیگری پتانسیل سیل‌خیزی بررسی و مناطق مستعد سیلاب با استفاده از نقشه‌های GIS ارایه و بررسی شده است (Gigović et al., 2017). در پژوهش حاضر نیز لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS تهیه شده و با استفاده از مدل AHP مناطق سیل‌خیز شناسایی شده است. همان طورکه نقشه‌ها و بررسی‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهد، بیش از ۵۰ درصد مساحت منطقه دارای خطر متوسط تا زیاد نسبت به سیل است. نواحی با خطر بسیار زیاد هم مساحت قابل توجهی از منطقه را تشکیل داده است و لازم است کانون توجه برنامه‌ریزی‌های کلان مدیریت شهری و حوادث طبیعی قرارگیرد.

پس از تعیین نواحی آسیب‌پذیر، بازدید میدانی نیز صورت گرفت تا نتایج حاصله با واقعیت موجود نیز مورد سنجش قرار گیرد. همچنین به برخی محدودیت‌ها شامل عدم وجود مطالعات و اطلاعات کافی، بالابودن سطح آب زیرزمینی و باتلاقی بودن برخی از اراضی، کیفیت نامناسب آب در برخی از آبراهه‌های فصلی و دائمی و توپوگرافی خاص منطقه که دارای اراضی کم‌شیب و ناهمواری و دره‌ها است، می توان اشاره نمود.

لذا با توجه به موارد ذکر گردیده پیشنهاد می‌شود:

در برخی نواحی با توجه به بیلان منفی سفره آب زیرزمینی و وضعیت اراضی در خصوص ایجاد طرحهای پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی، برنامه‌ریزی و اقدام لازم صورت پذیرد.

نسبت به مقاوم سازی برخی تاسیسات احداث شده و جانمایی آنها از لحاظ مقاوم بودن به سیلاب و دوره بازگشت آن، بازنگری صورت پذیرد.

جلوگیری از مسدود کردن مسیر رودخانه‌های فصلی و سیلاب‌ها به‌واسطه توسعه اراضی کشاورزی.

لایروبی سدها و طرح‌های احداث شده قبلی به منظور به حداکثر رسانیدن ظرفیت آبگیری و بهره‌برداری بهینه از طرحها.

جلوگیری از تخریب اراضی کشاورزی و تبدیل آن به مناطق شهری و باغ شهری و کاهش نفوذپذیری و ایجاد سیلاب.

منابع

۱. احمدزاده، حسن؛ سعیدآبادی، رشید؛ نوری، الهه (۱۳۹۴). بررسی و پهنه‌بندی مناطق مستعد به وقوع سیل با تاکید بر سیلاب‌های شهری (مطالعه موردی: شهر ماکو). *نشریه هیدروژیومورفولوژی*. ۱ (۲)، ۲۴-۱,

۲. آزاده، سیدر ضا؛ زارع، ملیحه (۱۳۹۵). تحلیل توان‌ها و محدودیت‌های محیطی با تحلیلی بر لرزه‌خیزی و نحوه ا ستقرار مراکز جمعیتی استان زنجان. *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*. ۱۱ (۳۵)، ۱۴۱-۱۳۱,

۳. ا سفندیاری درآباد، فریبا و دیگران (۱۴۰۰). پهنه‌بندی پتانسیل خطر وقوع سیلاب حو ضه آبخیز قطورچای با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ANP و WLC. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*. ۸ (۲)، ۱۵۰-۱۳۵.

۴. اعظمی‌راد، محمود؛ قهرمان، بیژن؛ اسماعیلی، کاظم (۱۳۹۷). بررسی پتانسیل سیل‌خیزی حوزه آبخیز کشف‌رود مشهد بر اساس روش SCS درمحیط GIS. *پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز*. ۹ (۱۷)، ۳۸-۲۶.

۵. بروشکه، ابراهیم و دیگران (۱۳۸۵). بررسی پدیده سیل و پهنه‌بندی آن با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ((مطالعه موردی حوضه آبخیز سد بارون)). *هفتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه*، اهواز.

۶. جواهری، سامان (۱۳۹۹). پهنه‌بندی مناطق مستعد سیل‌خیزی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان کامیاران). *جغرافیا و روابط انسانی*. ۲ (۴)، ۲۲۹-۲۱۶,

۷. رجبی، علی‌محمد؛ رجایی، طاهر؛ فلاح‌تفتی، علی (۱۳۹۷). پهنه‌بندی سیلاب رودخانه چالوس با تلفیق مدل HEC-RAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی. *نشریه انجمن زمین‌شناسی مهندسی ایران*. ۱۱ (۲)، ۶۰-۴۵,

۸. رحمانی، شیما؛ عزیزیان، ا صغر؛ صمدی، امیر (۱۳۹۸). رو شی نوین برای پهنه‌بندی خطر سیل‌خیزی در بستر GIS (مطالعه موردی: حوضه‌های آبریز استان مازندران). *تحقیقات منابع آب ایران*. ۱۵ (۳)، ۳۴۳-۳۳۸.

۹. زیاری، کرامت‌اله؛ رجایی، سیدعباس؛ داراب‌خانی، ر سول (۱۴۰۰). پهنه‌بندی ظرفیت سیل‌خیزی با ا ستفاده از تحلیل سلسه‌مراتبی و منطق فازی در محیط GIS نمونه موردی: شهر ایلام. *مدیریت بحران*. ۱۰ (۱۱)، ۳۰-۲۱.

۱۰. عبادی‌اقدم، سمانه؛ ثاقبیان، سیدمهدی (۱۳۹۸). پهنه‌بندی خطر سیلاب با استفاده از GIS و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز سرندچای). *دومین همایش تدبیر معماری، شهرسازی، عمران و جغرافیا در توسعه پایدار*. مشهد.

۱۱. عبدالعظیمی، هادی و دیگران (۱۳۹۹). شناسایی مناطق سیل‌خیز شهر شیراز با استفاده از TOPSIS-GIS. *نشریه هیدروژئومورفولوژی*. ۷ (۲۵)، ۱۵۹-۱۳۹.

۱۲. غلامی، مهدی؛ احمدی، مهدی (۱۳۹۸). ریز پهنه‌بندی خطر سیلاب در شهر لامِرد با استفاده از AHP, GIS و منطق فازی. *مخاطرات محیط طبیعی*. ۸ (۲۰)، ۱۱۴-۱۰۱.

۱۳.کیا، احمد؛ خالدی، شهریار؛ جانبازقبادی، غلامر ضا (۱۳۹۹). تعیین عوامل موثر در پتانسیل سیل‌خیزی مناطق همگن هیدرولوژیک. مطالعه موردی: حوضه‌های آبخیز سه هزار و دوهزار (چشمه کیله) تنکابن. *نشریه آمایش جغرافیایی فضا*. ۱۰ (۳۸)، ۲۵۸-۲۳۵.

۱۴. محمدی، غلامرضا؛ برنا، رضا؛ اسدیان، فریده (۱۳۹۹). تحلیل پتانسیل سیل‌خیزی حوضهٔ آبریز قره‌سو در استان کرمانشاه. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. ۹ (۴)، ۲۳-۱.

۱۵. محمودزاده، 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 (پژوهش‌های جغرافیایی). ۴۹ (۴)، ۷۳۰-۷۱۹.

۱۶. موسوی، سیده معصومه و دیگران (۱۳۹۵). ارزیابی و پهنه‌بندی خطر سیل‌خیزی با استفاده از منطق فازی TOPSIS در محیط GIS (مطالعه موردی: حوضه‌ی آبخیز شهر باغملک). مخاطرات محیط طبیعی. ۵ (۱۰)، ۹۸-۷۹.

۱۷. نیکوکار، مهناز (۱۳۸۸). ارزیابی اثر عملیات آبخیزداری بر سیلاب و اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر سیل‌خیزی با استفاده از مدل ریاضی HEC-HMS. *پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران*. گرگان.

۱۸. یزدانی‌مقدم، یعقوب (۱۳۹۱). *مکانیابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب با رهیافت AHP و سیستم اطلاعات جغرافیایی در دشت کاشان*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه کاشان.

19. Gigović, L. et al (2017). Application of GIS-interval rough AHP methodology for flood hazard mapping in urban areas, *Water Journal*. 9 (6),1-26.

20 Green wood, J.B. et al (2014). Bayesian scrutiny of simple rainfall–runoff models used in forest water management. *Journal of Hydrology*. 512 (2014), 344-365. DOI:10.1016/j.jhydrol.2014.01.074

21 Guo, L.E.; Ren, H.X. & Zhang, Q.Z. (2014). Integrated risk assessment of flood disaster based on improved set pair analysis and the variable fuzzy set theory in central Liaoning Province, China. *Journal Hazards*. 74 (2), 965-947. DOI:10.1007/s11069-014-1238-9

22. Hagos, Y.; Andualem, T. & Yibeltal, M. (2022). Assessment of Agricultural L and Suitability for Surface Irrigation Using Geospatial Techniques in the Lower Omo Gibe Basin, Ethiopia. *Water Journal*. 14 (23), 38-87. DOI:10.3390/w14233887.

23. Immitzer, M.; Atzberger, C. & Koukal, T. (2012). Tree species classification with random forest using very high spatial resolution 8-band world view-2 satellite data. *Remote Sensing Journal*. 4 (9), 2661–2693. DOI:10.3390/rs4092661.

24 M Amen, A.R. et al (2023). Mapping of flood-prone areas utilizing GIS techniques and remote sensing: A case study of Duhok, Kurdistan region of Iraq. *Remote Sensing*. 15 (4), 1102. https://doi.org/10.3390/rs15041102.

25 Negese, A. et al (2022). Potential flood-prone area identification and mapping using GIS-based multi-criteria decision-making and analytical hierarchy process in Dega Damot district, northwestern Ethiopia. *Applied Water Science*. 12, 255. DOI:10.1007/s13201-022-01772-7.

26- Nsangou, D. et al (2022). Urban flood susceptibility modelling using AHP and GIS approach: Case of the Mfoundi watershed at Yaoundé in the South-Cameroon plateau. *Scientific African*. 15 (2022), e01043. DOI:10.1016/j.sciaf.2021.e01043.

نحوه ارجاع به مقاله:

محمددوست، عادل؛ شمس‌نیا، سید امیر (۱۴۰۲)، شناسایی و پهنه بندی مناطق سیل خیز با استفاده از GIS-AHP (مطالعه موردی: شهرستان دیر، استان بوشهر)، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۱۲ (۴۷)، ۱۶۷-۱۵۲، Dor: 20.1001.1.20087845.1402.12.47.9.5

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author (s), with publication rights granded to Journal of Geography and Environmental Studies. This is an open – acsses article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.