مجله علمی و تکنولوژی
سال ۱۵، شماره ۲
صفحه ۱۰۰-۱۲۰
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۰

# ارزیابی آسیب پذیری شهر غزنی در برابر خطر سیلاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش تحلیل سلسله مراتبی

[redacted]

**خلاصه**

[redacted]

**اصطلاحات کلیدی:** پژوهه، تحلیل سلسله مراتبی، خطرسیلاب، سیستم اطلاعات جغرافیایی، شهر غزنی.

---

۱۰ نویسنده مسئول

۱. Geographic Information System
۲. Analytical Hierarchy Process

## ۱. مقدمه

سیلاب ناشی از تداوم تردد و سنگین‌ترین رویداد های طبیعی است. خسارات وارد شده از این رویداد ها در اغلب کشورهای جهان سالانه میلیاردها دلار برآورد می‌شود. [۱۲] این امر در کشور ما نیز متداول است و در اغلب سال های گذشته سیلاب های مهم و پرخسارتی [۲۵] میلیون نفر از ساکنان مناطق مختلف کشور را تحت تاثیر قرار داده است. [۱۹] این در حالیست که سیلاب های بزرگ می‌تواند خسارتی بیش از ۱۰۰ میلیون دلار را متوجه اقتصاد کشور نماید. این میزان در سال های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ در ایالت های غربی آمریکا، کشورهای اروپا، استرالیا، چین، پاکستان، بنگلادش، هند، مکزیک و برزیل دیده شده و در نتیجه آن هفت رکورد سیلاب‌های مهم در تاریخ های مختلف را شکسته است و خسارات زیادی نیز به بار آورده است. [۱۵]

به تناسب گسترش توسعه شهری بافت فعال شهری و مراکز کشور با نواحی مرزی نیز با مفهوم در جهت شهرهای پایین دست مناطق فعال و عمیق جلوه می‌کند. مناطقی هستند که در آن رودخانه‌های بازدهی شدیدی وجود دارد که در سی سال گذشته ۱ تا ۲.۵ قسمت افزایش یافته است. [۲۱] این دبی‌ها عمدتاً به صورت آب فرسایشی سطح دهنده جاده‌ها و پارک‌ها و پرورش در مناطق وسیع و پایین دشت‌ها ظاهر می‌شوند که در نوع خود خسارت‌های از جمله را می‌توانند ایجاد کنند و پرورش گل باشند. تأثیر افزایش سطوح غیر نفوذپذیر بر رسوبات جریان سطحی در قلمرو مرحله مختلفی شده است. در مرحله اول این پوشش طبیعی زمین جریان سطحی حاصل از بارندگی را کاهش داده و مشکلی آب سطحی را تغذیه از آب های زیر زمینی افزایش و تبخیر می‌دهد. در مراحل بعدی با ایجاد سطوح غیر نفوذپذیر و ساخت سیستم‌های زهکشی، جریان سطحی به میزان بسیار زیاد افزایش و به مقصد خود آب به زمین به صورت قابل توجهی کاهش می‌یابد. سیلاب‌های که در شهرستان‌های زیادی از آب سطحی و تغذیه آب زیرزمینی آب شهری و تغذیه پذیری آب‌ها شده است سیلاب های شهری است. سیلاب‌ها زیان‌ها و خسارت های اقتصادی می‌باشد. [۲۱]

در چنین نقطه از آغاز افزایش جمعیت و رشد شهر نشینی به خصوص در شهرهای بزرگ کنونی، سبب شده است که شهرها با مشکلات زیادی در نظر داشته باشند. این مشکلات در نظر داشته باشند و عدم رعایت ضوابط و معیارهای ساختمانی توسعه بدون کنترل سیمای شهری و در نظر داشته میزان جریان سطحی حاصل از بارندگی در سطوح غیر قابل نفوذ، تغییر پیدا کرده است که افزایش حجم و میزان سطحی حاصل از بارندگی های شدید بوده‌است. [۱۰] در نظر داشته رژیم آبی آبخوان و پوشش گیاهی نیز به شدت تحت تاثیر قرار گرفته و به ساختمان های گذشته و غیر قابل نفوذ شده مسیرها و جریان های آب تغییر کرده و در مسیل سطحی، کانال و مجتمع های انتقال ساخته شده است. [۲]

نمونه‌ای از سیلاب‌های شدید که منجر به خسارات جانی و مالی زیادی شده است سیلاب های شهری است که در سال ۱۳۸۰ وقوع سیلاب در این شهرها شدت و تکرار یافته و تشدید شده و تغییر کاربری اراضی نیز شدید شده است. سیلاب های شهری و کانال های سرپوشیده و زیر سطح های تهیه پذیرد و کاربری اراضی تحقیقات رفتارهای ترجیحی و هیدرولیکی کاملاً متفاوت نسبت به جوانب های طبیعی از خود نیز نمونه‌ها. این پدیده پیامد های چشمگیر اقتصادی و هیدرولیکی کاملاً متفاوت نسبت به جوانب های طبیعی از خود نیز نمونه‌ها. این پدیده پیامد های چشمگیر اقتصادی و چشم انداز مناطقی را در سطح شهر ایجاد می‌کند که آثار این رفتار طبیعی قابل دیدن از حالت پیش سبب ایجاد نوسانی و حاصل خواهد شد. [۱۶] این های زیر ساختی شده است.

بصورت کلی افزایش شدت بارش در واحد سطح شهری و مساحت شهرها باعث افزایش حجم و دبی رواناب سطحی از حجم بالای حجم‌های زیر سیلاب های کنونی است. [۱۲] امروزه شهر برای مدیریت این پدیده دیگر از واژه‌ای مختلف مدیریت و مهار سیلاب‌ها استفاده می‌کنند. چرا که می‌توان با یک پدیده‌ای طبیعی که در آن از طبیعت است، مقابله کرد. [۱۹]

## ۲. هدف تحقیق

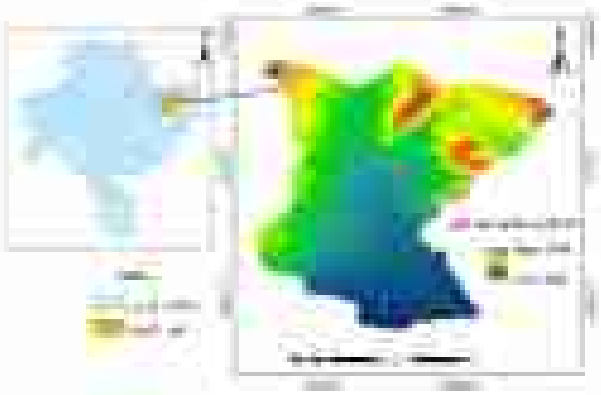
هدف از این تحقیق شناسایی و مشخص کردن مناطق آسیب پذیری سیلاب در مراکز شهرهای و ارائه‌ی میزان آسیب پذیری شهرهای در برابر سیلاب با در نظر داشتن پارامترهای تاثیر گذار می‌باشد.

## ۳- پیشینه تحقیق

سیل در بیابان‌های جهان وسیع‌ترین فاجعه و عامل بیشترین تخریب‌ها و مرگ و میر است [۱۵]. در افغانستان نیز عوامل زیادی به وقوع بارندگی‌های شدید سیل‌آسا می‌انجامد و عوامل متعددی سبب‌ساز این پدیده‌اند که تأثیر عوامل مرتبط بر یکدیگر آن را خطرناک‌تر می‌سازد. اگر امکان پذیرش احتمالی در برابر سیلاب‌های ویرانگر و زیان‌آور وجود نداشته باشد، سیل هم نمی‌تواند فاجعه‌آفرین باشد. نظریه مطالعات که تا حال انجام داده شده است همگی بیانگر این مهم است که مناطق که دارای احتمال بیشتر خطر سیل در شهر هرات هستند مورد مطالعه است. همچنان با توجه به این موضوع تحقیقات صورت گرفته است که چگونگی حل [نامشخص] این [نامشخص] در این زمینه صورت گرفته است. بطور مثال زرین و همکاران در تحقیق خود بیان نموده که با استفاده از نقشه‌های احتمال وقوع سیل و معیارهای مناطق با که دارای احتمال بیشتر خطر است را می‌توان شناسایی کرد [۱] از وقوع حتمی سیلاب پیش‌بینی نمود [۱۱]. رحمتی و همکاران در تحقیق خود از مدل انعطاف‌پذیر است فازیکرینی و سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت تهیه نقشه خطر سیلاب در حوزه آبریز سرخه استفاده نمودند که یافته‌های این تحقیق را مدیریت و کنترل بهتر خطر سیلاب در حوزه آبریز مورد مواجهه کند [۱۵]. آبریزی خطر است بخاری سیلاب به معنای بررسی و ارزیابی میزان آسیب‌پذیری و قابلیت منطقه با خطر سیلاب در یک منطقه مشخص است. این تحقیق به منظور شناسایی ساحات خطر آسیب‌پذیر سیلاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی انجام یافته است. در این تحقیق ابتدا خطر سیلاب بررسی گردیده است که تحلیل بررسی مشخصه‌های بارندگی بین سال‌های (۲۰۱۰ الی ۲۰۲۲)، تهیه نقشه ارتفاع، توپوگرافی، شاخص رطوبت توپوگرافی، شاخص قدرت جریان و فاصله از رودخانه و از آن جمله‌اند. ارزیابی می‌باشد توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی پارامترهای ارزیابی شده وضع گردیده و نقشه نهایی خطر سیلاب حاصل شده استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در خصوص گیت‌های حیاتی باشد آگاهی مسئولین گردد تا برنامه در آینده میزان آمادگی و قابلیت منطقه با خطر سیلاب را افزایش یابد.

## ۴- منطقه مورد مطالعه

ولایت هرات در جنوب غرب افغانستان موقعیت دارد و شهر هرات در شمال ولایت هرات بین ۳۴ درجه و ۹ دقیقه و ۳۵ ثانیه تا ۳۴ درجه و ۱۲ دقیقه و ۱۵ ثانیه عرض البلد شمالی و ۶۲ درجه و ۲۲ دقیقه و ۱۶ ثانیه تا ۶۲ درجه و ۲۵ دقیقه و ۵۶ ثانیه طول البلد شرقی قرار گرفته است (شکل ۱). این شهر در وادی خوبیان، پوشت افغانستان قدیمی، پوشت سیاست شهرآرای تقریباً ۴۵۰ کیلومتر مربع است و با جمعیت تقریبی [نامشخص] نفر در ارتفاع ۹۲۵ متری از سطح بحر قرار دارد. فاصله آن از پایتخت ۶۲۵ کیلومتر است. دریای هری از ارتفاعات پوشت کوه گرفته و پس از عبور از شهر هرات در دامنه‌های غرب به آب استفاده عامی می‌رساند. شهر هرات دارای آب و هوای نیمه صحرایی و کوهستانی می‌باشد.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

## ۲- مواد و روش تحقیق

### ۲-۱- داده‌های مورد استفاده

[illegible] این مرحله از انجام پروژه، داده‌های سیستم[1] [illegible] استخراج و سنجش از دور جمع آوری شدند به نحوی که بیشترین تطابق زمانی را به خود اختصاص می‌دهد. در این تحقیق از هفت عامل قارچی موثر در وقوع سیلاب از جمله بارندگی، شیب، ارتفاع، پوشش زمین، خاک، بافت و ... استفاده شد. [illegible] داده‌ها از سازمان [illegible] و [illegible] تهیه شده است. برای آموزش مدل، نقشه‌های مختلف عامل مورد نظر در منطقه مورد مطالعه تهیه گردید و این نقشه‌ها به صورت لایه‌های مختلف در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.3 و ArcMap و ArcCatalog و ... ذخیره شدند. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق به شرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱- اطلاعات داده‌های ورودی مورد استفاده در این تحقیق

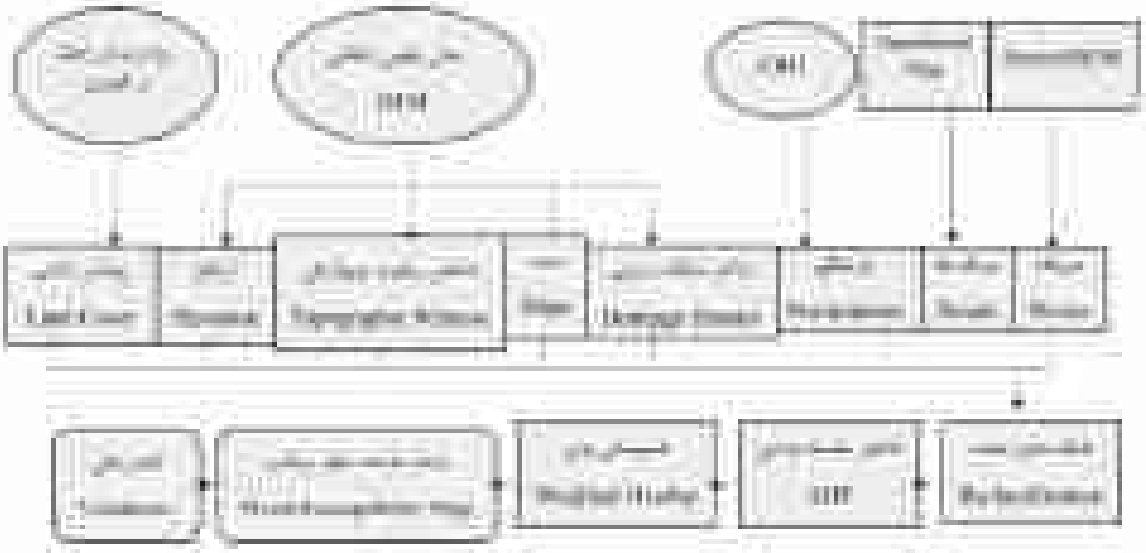
| داده | نوع | وضوح/مقیاس | تاریخ تهیه داده | تاریخ دانلود | منبع |
|---|---|---|---|---|---|
| مدل رقومی ارتفاع (Digital Elevation Model) | raster | ۱۰ متر | ۲۰۱۶ | ۲۰۲۲ | https://earthexplorer.usgs.gov/ |
| بارندگی (Precipitation) | raster | ۱۰ کیلومتر | ۲۰۱۶ | ۲۰۲۲ | https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-land-monthly-means?tab=overview |
| پوشش زمین (Land Cover) | raster | ۱۰ متر | ۲۰۱۶ | ۲۰۲۲ | https://land.copernicus.eu/global/products/lc |
| سیلاب (Floods) | raster | - | ۲۰۱۶ | ۲۰۲۲ | https://www.gdacs.org/flooddetection/default.aspx |
| رودخانه (Rivers) | vector | - | ۲۰۱۶ | ۲۰۲۲ | https://www.hydrosheds.org/products/hydrorivers |

### ۲-۲- روش تحقیق

روش مورد استفاده جهت شناسایی نمودن مناطق آسیب پذیر خطر سیلاب در شکل ۲ نشان داده شده است. در مرحله اول تهیه، تجزیه و تحلیل و طبقه بندی بعضی از پارامترهای موثر در وقوع سیلاب برای ایجاد طبقات مورد موضوعی در نرم افزار ArcGIS 10.8.2 می باشد. در مرحله دوم ورود اطلاعات مشخصات جهت تعیین وزن پارامترهای موثر استفاده شده است. در این مرحله وجود نقشه های تولید شده با استفاده از مدل تحلیل تصمیم گیری چند معیاره سلسله مراتبی در AHP برای بدست آوردن نقشه آسیب پذیری خطر سیلاب وارد می شود. در انتهای نقشه بدست آمده توسط AHP به کاربر نهایی داده ها و پیش بینی های سیلاب منطقه مورد مطالعه ارائه می گردد.

---

[1] - Copernicus Browser.net



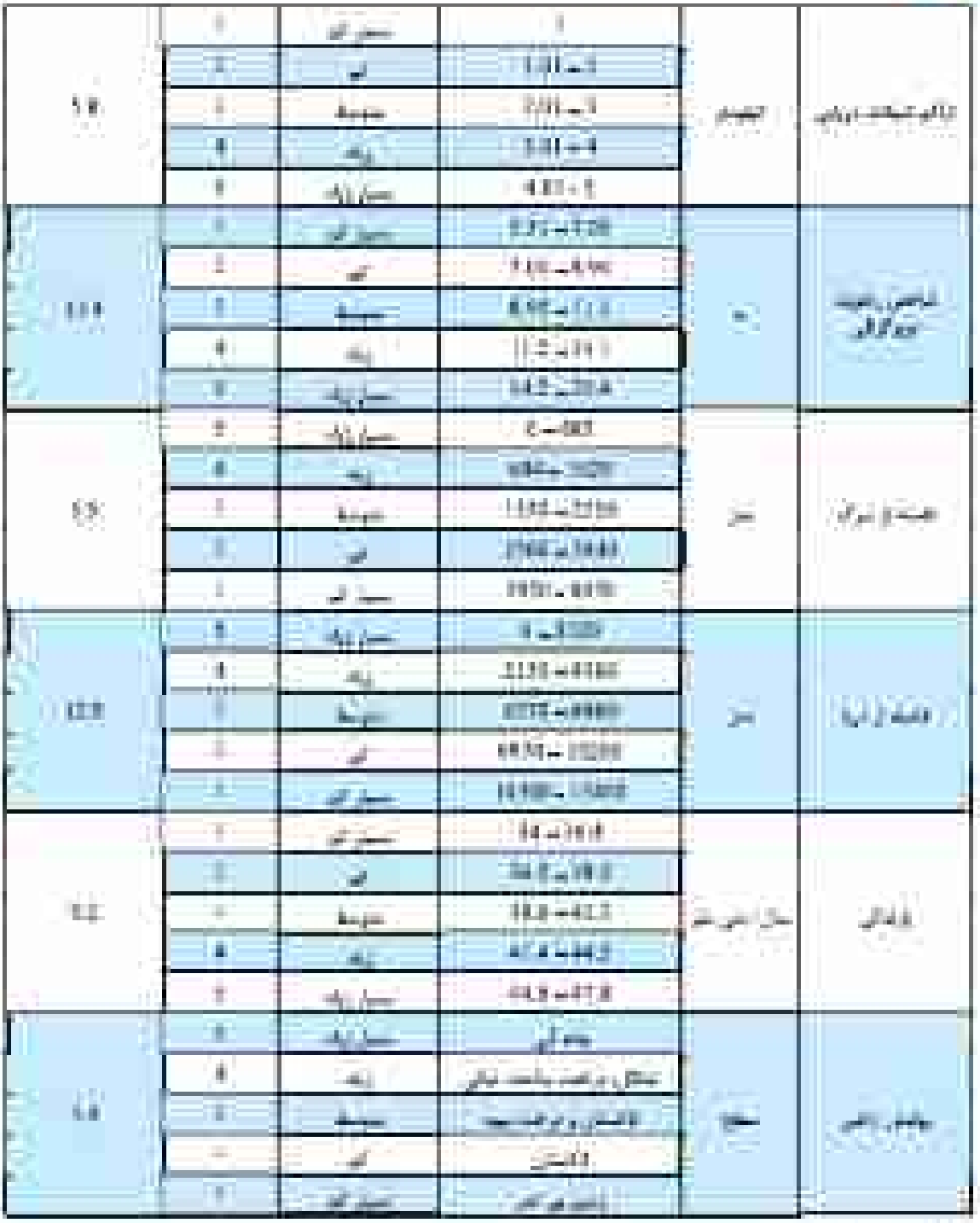
شکل (۲): روش تحقیق در تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر سیلاب در شهرکرد

## ۶. تهیه نقشه های موضوعی و تحلیل عوامل وقوع سیلاب

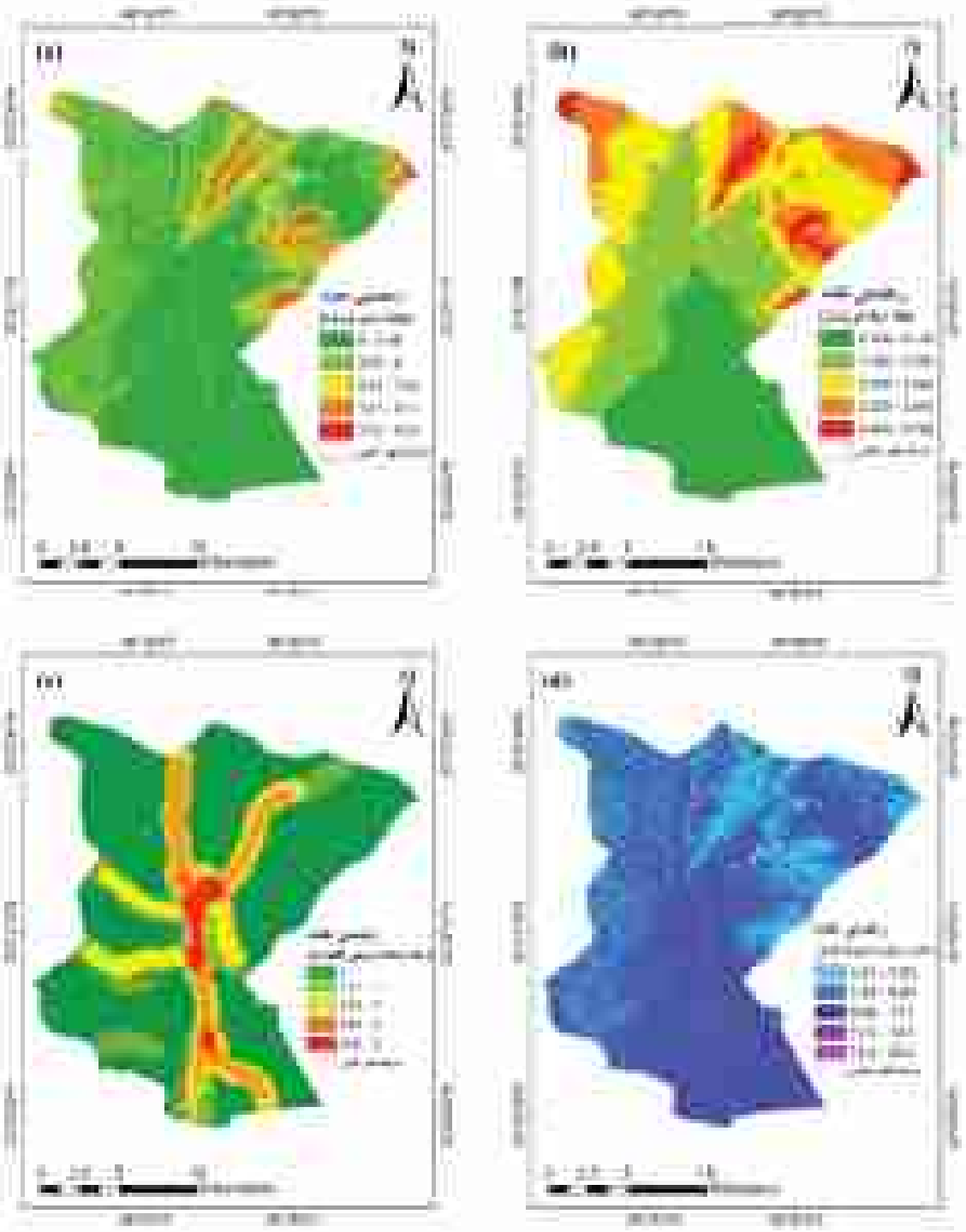
وقوع سیل به شرایط توپوگرافی یک منطقه بستگی دارد (۱۸). تهیه لایه‌های اثر عوامل با استفاده از تکنیک های سنجش از دور امکان کلی از حساسیت به سیل را در سطوح مختلف ارائه دهد. در این مطالعه مجموعاً هفت عوامل موثر برای تهیه نقشه حساسیت پذیری سیل در شهرکرد با نظر گیری سیستم اطلاعات جغرافیایی و پیرامه تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است که در بخش های قبلی مطالعه می باشد.

جدول (۲): وزن هر یک از عوامل مؤثر در تهیه نقشه پهنه‌بندی پذیرش سیل در شهرکرد

| پارامترهای تحلیل عوامل | واحد | محدوده | رتبه بندی | وزن عامل (٪) |
|---|---|---|---|---|
| ارتفاع | متر | ۱۷۳۰-۱۸۰۰ | ۱ | ۱۸.۱ |
| | | ۱۸۰۰-۱۸۷۰ | ۲ | |
| | | ۱۸۷۰-۱۹۴۰ | ۳ | |
| | | ۱۹۴۰-۲۰۱۰ | ۴ | |
| | | ۲۰۱۰-۲۰۸۰ | ۵ | |
| شیب | درصد | ۰-۲ | ۵ | ۲۸.۱ |
| | | ۲-۵ | ۴ | |
| | | ۵-۱۰ | ۳ | |
| | | ۱۰-۱۵ | ۲ | |
| | | ۱۵-۲۵ | ۱ | |
| فاصله از رودخانه | متر | ۰-۱۰۰ | ۵ | ۱۸.۱ |
| | | ۱۰۰-۲۰۰ | ۴ | |
| | | ۲۰۰-۳۰۰ | ۳ | |
| | | ۳۰۰-۴۰۰ | ۲ | |
| | | ۴۰۰-۵۰۰ | ۱ | |
| بارش | میلیمتر | ۲۴۰-۲۶۰ | ۱ | ۱۸.۱ |
| | | ۲۶۰-۲۸۰ | ۲ | |
| | | ۲۸۰-۳۰۰ | ۳ | |
| | | ۳۰۰-۳۲۰ | ۴ | |
| | | ۳۲۰-۳۴۰ | ۵ | |
| کاربری اراضی | | مسکونی | ۱ | ۱۶.۷ |
| | | کشاورزی | ۲ | |
| | | مرتع | ۳ | |
| | | باغ | ۴ | |
| | | بایر | ۵ | |



[illegible] سیلاب [illegible] [illegible] [illegible]



### ۴-۵ فاصله از سرگل

فاصله از سرگل برای دالر از عوامل مهم در تعیین مکان های مستعد به سیل است. سیلاب ها در پائین دست رودخانه ها که دارای شیب کم هستند به این علت که آب زیادی را در خود جای می دهند، خطر کمتری دارند. به همین جهت عوامل انسانی را تشویق می کنند که در این مناطق به فعالیت بپردازند. بنابراین مناطق نزدیک به سرگل از نظر سیل خیز بودن بسیار حساس هستند. در این مطالعه فاصله از سرگل به پنج طبقه تقسیم بندی شده است (شکل ۷). همچنین پیکسل های (۱) برای مناطقی که نزدیک به سرگل است و اهمیت کمتر (۱) برای مناطقی که دورتر از سرگل است اختصاص داده شده است (جدول ۴).

### ۴-۶ فاصله از دریا

شدت و وسعت یک سیل در یک منطقه در درجه اول به فاصله دریا و ارتفاع بستگی دارد. بطور کلی فاصله از دریا به صورت گسترده به طول رودخانه است. از این رو سیل در مناطق نزدیک به دریا به دلیل شیب کم از این رو مکان های نزدیک به دریا از نظر خسارات سیل آسیب پذیر هستند. فاصله اقلیدسی از دریا به پنج طبقه تقسیم بندی شده است (شکل ۸). همچنین پیکسل (۱) برای مناطقی که نزدیک به دریا است و اهمیت کمتر (۵) برای مناطقی که دورتر از دریا است اختصاص داده شده است (جدول ۴).

### ۴-۷ زمین‌شناسی (Geology)

زمین‌شناسی بیشترین تأثیر را بر وقوع سیلاب در میان عوامل مختلف طبیعی دارد. زیرا به عنوان منبع اصلی برای جریان سطحی در نظر گرفته می شود [۱۲]. سیلاب ناگهانی عموماً به دلیل فزایش جریان آب سطحی در نتیجه بارندگی های شدید سیل آسا در یک منطقه کوچک ایجاد می شود. پس رودخانه های ناگهانی سیل با میزان بارندگی مشخص است. در این مطالعه از ایستگاه بارندگی سیل های (۱۱ ، ۲ و ۱۲-۱۰) در محیط ArcGIS و ابزار درون یابی میانگین فاصله وزنی (Inverse Distance Weighted) برای تهیه نقشه بارندگی استفاده گردیده است. بعداً نقشه به پنج منطقه طبقه بندی شده است (شکل ۹). بیشترین اهمیت (۵) برای مناطقی که میزان بارندگی سالانه آن بیش از ۲۲۰ میلی متر است و کمترین اهمیت (۱) برای مناطقی که میزان بارندگی سالانه آن بین ۲۲۰ و ۲۴۰ میلی متر است اختصاص داده شده است (جدول ۴).

### ۴-۸ پوشش اراضی

پوشش اراضی یک عامل کلیدی در تعیین مناطق مستعد سیل است زیرا تأثیر مهم بر پدیده های هیدرولوژیکی مختلف مانند تبخیر، جریان سطحی، نفوذ و غیره دارد [۱۲]. تغییرات در پوشش اراضی منبع نامناسبی در پاسخ سیل خیزی حوضه های آبخیز دارد. پوشش اراضی یک عامل مؤثر دائم کنار در بقی با شدت نفوذ سیلاب است. اراضی دارای پوشش گیاهی متفاوتی نسبت به اراضی بدون پوشش گیاهی داشت. میزان پوشش اراضی از واردات رواناب و آبدهی که با استفاده از اصلاح بهتر می شود تهیه گردیده است. نقشه بندی رقمی ماهواره‌ای با در نظر گرفتن پنج ویژگی پوشش اراضی انجام شد که عبارتند از: بیشه آبی، جنگل، مرتع، ساخت مصنوعی، دشت و زمین بی آب (شکل ۱۰). بیشترین اهمیت (۵) برای مناطقی که دارای پوشش آبی هستند اختصاص داده شده است (جدول ۴).

شکل ۴. نقشه‌های میانگین طول دوره خشک (الف)، حداکثر تعداد روزهای پیاپی بدون بارش (ب)، بیشینه بارش ۵ روزه (ج) و بارش سالانه (د)

۴- پژوهه تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

AHP (Analytical Hierarchy Process) یکی از مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است که به طور گسترده در مسائل تصمیم‌گیری شهری در [۱۱] استفاده می‌شود. مهمترین [۱۱] برای اولین بار توسط دانشمند بنام اساعلی پیشنهاد شده بود استفاده گسترده از [۱۱] به دلیل سادگی آن و قدرت بالا و پیاده‌سازی پیچیده می‌باشد. هدف نهایی این مدل تعیین اهمیت نسبی هر یک از معیارهای ارزیابی و گزینه‌ها با توجه به هدف کلی می‌باشد. این مدل به طور گسترده و موفقانه در مطالعات مختلف حوزه علمی استفاده می‌شود. این تکنیک برنامه‌ریزی به شکل گسترده است تجزیه و تحلیل سیستم مجموعه روش و به دست آوردن اولویت‌ها اساسی درون اصل حل [۱۱] برپایه مقایسه زوجی با مقایسه دو به دویی است که قضاوت را استفاده ساده و مستقل پیچیده را به دقت حل می‌کند [۷] [۱۰] [۱۱] فضیلت این مدل برنامه‌ای مانند افراد متخصص انجام می‌شود و سپس درون نگرانی ایجاد یک ساختار سلسله‌مراتبی است که مسئله را به سلسله مراتبی اصلی معیارها و زیرمعیارها تجزیه و تحلیل می‌کند. در این مطالعه ارزیابی ساختار کیفیت راه‌روی شهر تهران سیاست به عنوان هدف در نظر گرفته شده است و عوامل مؤثری که در بخش قبلی توضیح داده شده‌اند به عنوان معیارها استفاده می‌شوند. پژوهه مقایسه زوجی با استفاده از مدل [۱۱] بر این اوزان به صورت نظام‌مند مرکزهای ارزیابی تعیین کرد.

• ایجاد ماتریس مقایسه زوجی: در این مرحله برای هر جفت از عوامل یا معیارهای مورد بررسی یک ماتریس مقایسه زوجی ایجاد می‌شود. این مقایسه‌ها توسط افراد متخصص یا استفاده از اعداد ۱ تا ۹ (یا معکوس) برای نشان دادن برتری نسبی انجام می‌شود (جدول ۲). هر خانه در ماتریس نشان‌دهنده اهمیت یک عامل است به عامل دیگر است [۱۱]. ماتریس مقایسه زوجی برای عوامل تأثیر گذار در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. مقیاس اهمیت عوامل

| اهمیت | تعریف اهمیت نسبی |
|---|---|
| ۱ | به اندازه یکسان مهم |
| ۳ | [illegible] |
| ۵ | [illegible] |
| ۷ | [illegible] |
| ۹ | [illegible] |
| ۲،۴،۶،۸ | [illegible] |

جدول ۳. ماتریس مقایسه زوجی و اوزان [illegible] عوامل

| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | ۱ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۰.۵۹۵ |
| [illegible] | ۰.۲۵ | ۱ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۰.۲۲۲ |
| [illegible] | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۱ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۰.۱۰۱ |
| [illegible] | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۱ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۰.۰۵۵ |
| [illegible] | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۱ | ۴ | ۴ | ۴ | ۰.۰۲۵ |
| [illegible] | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۱ | ۴ | ۴ | ۰.۰۱۲ |
| [illegible] | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۱ | ۴ | ۰.۰۰۶ |
| [illegible] | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۵ | ۱ | ۰.۰۰۳ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

**تحلیل حساسیت وزن یا راهبردها:** در این مرحله ابتدا مجموع هر ستون در ماتریس مقایسه زوجی محاسبه می‌شود. سپس هر مجموع به مجموع ستون مربوطه تقسیم شده و نتیجه ماتریس مقایسه زوجی نرمال شده را نشان می‌دهد. نهایتا وزن هر معیار از ماتریس نرمال شده محاسبه می‌شود و نتایج وزن هر معیار را ارائه می‌دهد (جدول ۳).

**شاخص ناسازگاری (نسبت سازگاری):** در این مرحله نسبت سازگاری (CR) برای تعیین یا نبودن سازگاری محاسبه می‌شود و زمانی می‌توان گفت که ماتریس مقایسه زوجی سازگار است یا خیر. شاخص نسبت سازگاری توسط فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad (1)$$

که در آن

CI شاخص سازگاری و RI شاخص تصادفی است که از جدول ۴ و براساس تعداد معیارها (n) به دست می‌آید.

جدول ۴- شاخص تصادفی (RI) توسط ساعتی

| n | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RI | | | ۰.۵۸ | ۰.۹ | ۱.۱۲ | ۱.۲۴ | ۱.۳۲ | ۱.۴۱ | ۱.۴۵ | ۱.۴۹ |

شاخص سازگاری توسط فرمول زیر محاسبه می‌شود

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \qquad (2)$$

در فرمول فوق $\lambda_{max}$ برابر با مجموع حاصلضرب مجموع ستون‌ها در بردار وزن معیارها است. مقدار CR نشان می‌دهد که آیا ضرایب ماتریس تا چه حد سازگار هستند. اگر نسبت سازگاری CR < 0.1 باشد ماتریس مقایسه سازگار است و نیاز به بازنگری در مقایسه زوجی ندارد. اگر نسبت سازگاری CR > 0.1 باشد ماتریس مقایسه سازگار نیست و نیاز به بازنگری دارد. اگر نسبت سازگاری CR < 0.1 باشد ماتریس مقایسه سازگار است و سازگاری می‌کند در مقایسه حاضر نسبت سازگاری ۰.۰۹ است که نشان دهنده درست بودن مقایسه زوجی عوامل می‌باشد.

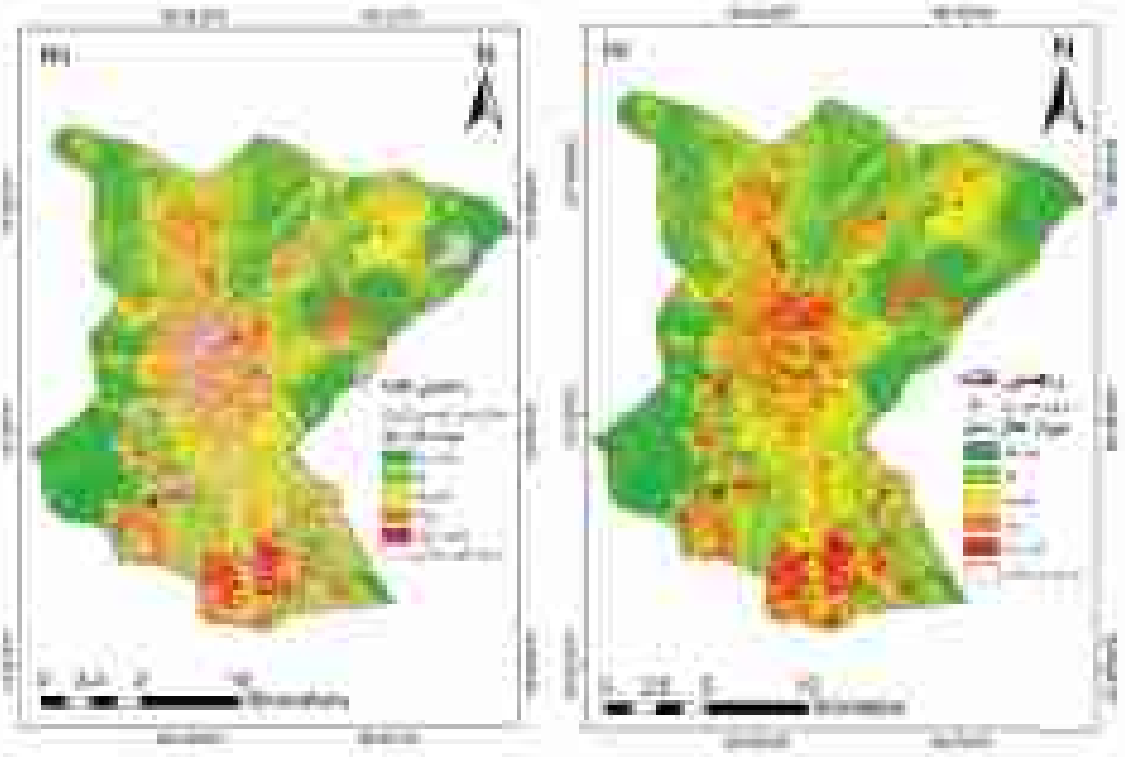
## ۵- تهیه نقشه ساعات خطر آسیب پذیر سیلاب

مدل AHP در GIS برای تولید نقشه خطر سیلاب در حوزه آبخیز مورد مطالعه استفاده شده است. نقشه‌های طبقه بندی شده عوامل تأثیر گذار در وقوع سیلاب در شکل ۳ و ۴ نشان داده شده است. پارامترهای زمینه به هر شکل از عوامل به استفاده از یک مقیاس از ۱ تا ۹ در جدول ۵ نشان داده شده است. عوامل طبقه بندی شده و شاخص وزن های محاسبه شده برای عوامل مرتبط در معادله (۳) جهت تهیه نقشه خطر سیلاب استفاده شده است.

$$FST = \sum_{i=1}^{n} (R_i \times W_i) \qquad (3)$$

در این معادله FST نمایانگر شاخص حساسیت به سیل است، $R_i$ معیار تشکیل عوامل طبقه بندی شده است و $W_i$ نشان دهنده وزن هر عامل است که از جدول AHP به دست آمده است.

...شاخص نقشه FSI (Flood Susceptibility Index) ساخته شد. در مطالعه به روش ساده خطر تقسیم‌بندی خطر سیلاب که به سه طبقه زیاد، متوسط و زیاد تقسیم‌بندی شده است.



...شکل ۱۰- ساختار خطر آسیب‌پذیری سیلاب در شهر قزوین (الف) نقشه نهایی و (ب) نقشه طبقه‌بندی شده به ۳ طبقه خطر و ۱۰ تاریخ‌های تاریخی

## ارزیابی ساختمان مستعد خطر سیلاب

در نقشه مناطق ارزیابی ساختمان مستعد به سیل شهر قزوین مورد مطالعه قرار گرفتند. در نتیجه نقشه مناطق آسیب‌پذیری سیل شهر قزوین به ۳ طبقه خطر سیل کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد تقسیم‌بندی گردید. شکل ۱۱ براساس نتایج پیشنهاد است ساختمان بسیار زیاد و زیاد مستعد به سیل به ترتیب ۲۵٪ و ۲۲٪ مساحت منطقه مورد مطالعه را پوشش می‌دهند که در مرکز، شمال و جنوب شهر قزوین قرار دارند. در مقابله ساختمان متوسط، کم و بسیار کم مستعد به سیل به ترتیب ۲۰٪ و ۱۰٪ مساحت منطقه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند (جدول ۶).

جدول ۴- تعریف سناریوهای تغییر ساختار جمعیت در منطقه مورد مطالعه

| سناریو | ساختار جمعیت | جمعیت |
|---|---|---|
| سناریو ۱ | ۲۱٫۵ | ۱۰۰ |
| سناریو ۲ | ۲۵٫۵ | ۱۲۰ |
| سناریو ۳ | ۲۹٫۵ | ۱۴۰ |
| سناریو ۴ | ۳۳٫۵ | ۱۶۰ |
| سناریو ۵ | ۳۷٫۵ | ۱۸۰ |
| سناریو ۶ | ۴۱٫۵ | ۲۰۰ |

**نتیجه‌گیری**

نقشه برداری خطر آسیب پذیری سیلاب که از روش ضمنی گیری چند معیاره به دست آمده است، برای انتخاب بهترین از روش‌های سیلاب که در طی سال‌های متمادی رخ داده‌اند مورد استفاده قرار گرفت. مجموعاً ۲۲ نقطه که نشان دهنده روش‌های سیلاب است برای انتخاب استفاده شده است. همان‌گونه در شکل ۵ دیده می‌شود بیشتر نقاط سیلاب در مرکز و جنوب شهرهای اطراف قشلاق است. براساس نتایج بدست آمده ۷ نقطه در محدوده خطر آسیب پذیری بسیار زیاد، ۴ نقطه در محدوده خطر آسیب پذیری زیاد و ۳ نقطه در محدوده خطر آسیب پذیری متوسط قرار دارند. بطور کلی نقشه خطر آسیب پذیری سیل نتایج واقع گرایانه‌ای را نشان می‌دهد که بسیار نزدیک به سیل‌های که در گذشته رخ داده‌است، تطبیق دارد.

**نتیجه گیری**

سیلاب یکی از خطرناک‌ترین پدیده‌های طبیعی است که هر سال به وقوع می‌پیوندد و تهدیدی به خطرناک انواع خسارت‌های مالی و زیانهای انسانی ها دارد. با این توجه نقشه‌ساختار مستعد به سیل یک گام مهمی در شناسایی مناطق پرخطر است. شناسایی مناطق اطلاعات اجتماعی و ساختمان از می با عمل تصمیم گیری درجه مهمی دارد. تحلیل سلسله مراتبی یکپارچه مورد استفاده قرار گرفت تا نقشه ساخت آسیب پذیر شهرهایی در برابر خطر سیلاب تهیه گردد. سال ۱۳۸۸ برای مدل انواع مسائل مورد استفاده قرار می گیرد و به طور گسترده‌ای برای حل مسائل مربوط به مدیریت طبیعی استفاده می شود. این مدل قادر است اطلاعات زیادی از دیدگاه متعدد و به راحتی می تواند بین مربوط به موضوعاتی مختلف را محاسبه کند.

در مطالعه حاضر هفت پارامتر سیلاب شامل ارتفاع، شیب، کاربری، فاصله از رودخانه، فاصله از گسل، بارش و بافت خاک به عنوان پارامترهای مؤثر در تهیه نقشه پتانسیل خطر آسیب پذیری سیلاب در محدوده مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. در این روش مراحل مختلفی صورت گرفته است که شامل تهیه، تجزیه و تحلیل لایه‌های مورد استفاده در این روش می‌باشد. در این مطالعه از روش مقایسه زوجی، محاسبه وزن هر یک از پارامترها و تهیه نقشه خطر سیلاب می باشد. نقشه خطر سیلاب به پنج منطقه بر خطر تقسیم شد. نتایج نشان می دهد که ۱۱٪ از مساحت در منطقه خطر بسیار کم و ۱۹٪ از مساحت در منطقه خطر بسیار زیاد قرار گرفته است. همچنان نتایج نشان می دهد که تکنیک تحلیل تصمیم گیری چند معیاره (MCDA) (سیلابی در ۲۵٪ بسیار حساسیت برای فاکتورهای و ساختاری تأثیر مناطق پرخطر سیل است. این نقشه خطر سیل می تواند به تصمیم گیران و کشاورزان در برنامه ریزی بهتر شهری و توسعه زیرساخت ها کمک کند و برای مسئولان در مدیریت بحران مفید باشد.

## ۷- پیشنهادات

۱- برای شناسایی شهرهای پیشنهاد می گردد که از ساخت و ساز و فعالیتهای مسکونی در مناطق با خطر زیاد و بسیار زیاد سیلاب ها جلوگیری نمایند تا به این ترتیب سیل سیل خسارات ناشی از سیلاب را کاهش داد.

۲- پیشنهاد شده است که نقشه های پهنه بندی سیلاب تهیه گردد که در آن مناطق با خطر زیاد و بسیار زیاد مشخص باشد. قبل از هر گونه ساخت و ساز در این مناطق پیشنهاد می گردد که بررسی و تحلیل سیلاب جهت مشخص کردن حداقل ارتفاع مجاز ساخت و ساز انجام شود.

۳- از کانال های مرتبط با رودخانه در مناطق با خطر سیلاب به خوبی نگهداری و لایروبی صورت پذیرد.

۴- برای جلوگیری از خسارات ناشی از سیلاب در مناطق که در مناطق با خطر سیلاب قرار دارند استفاده از سیستم های هشدار سیل و آماده سازی مناطق در معرض خطر سیلاب پیشنهاد می گردد.

۵- برای کاهش خسارات ناشی از سیلاب پیشنهاد می گردد که از شاخص های ساخت که دارای استعداد بیشتر خطر سیلاب در شهرهای دیگر هستند جلوگیری شود.

## ۸- منابع


[۱] زرین، صائمه و زرین، بهرنگ، حیدری، ا. (۱۳۹۰). پهنه بندی خطر سیلاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز گرگانرود). پژوهش های حفاظت آب و خاک، ۱۸(۳)، ۱۵۵-۱۷۰.

[۲] مهدوی، امیر، سلمان پور، فرزانه. طبیعت های خطر (۱۳۹۰). ارزیابی آسیب پذیری مناطق شهری در برابر خطر سیل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و منطق فازی (مطالعه موردی: منطقه ۲ تهران).

[۳] هاشمی، اسدی، حسن، فاریابی، میثاق، طاهری، سرابندی (۱۳۹۹). ماکزیابی منطق حاکمیت برای طرح پهنه سیلاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به روش تحلیل شبکه تراکمی (ANP) (مطالعه موردی: شبکه سرکری طرح آبخا). مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۴(۴۸)، ۱۱-۲۰.

[۴] Abdalla, R., & Elgy, E. (2021). GIS-based multi-criteria analysis for flood prone areas mapping in the metropolitan Area (Ghyrb Area, Tripoli, Libya). Geomatics, Natural Hazards and Risk, 12(1), 2087-2116.

[۵] Bredow, J., & Fidelis, J. (2014). Flooded Drought—The Afghan Water Paradox. Center for Policy and Human Development.

[۶] Hasanat, I. Q., Hilal, S. N., Baby, H. M., Sarwyoki, I., Rad, M., Ibrahim, A., ... & Aljaa, I. Y. (2019). Flood risk assessment and mapping in Al-Aqiq district using multi-criteria analysis (AHP) model and geoinformation techniques, case of Yemen. Environmental Disaster, 5, 1-13.

[۷] Hasanian, S., Sadat, S., Seidai, M., Saeai, A., Rafiei, A., Mazaheri, A., & Ulaiq, M. (2018). Application of the GIS-based multi-criteria decision analysis and analytical hierarchy process (AHP) in the flood susceptibility mapping (Tehran). Environmental Earth Sciences, 78, 1-14.

[۸] IFRC. (2019). 'Climate change increasing hardship in Afghanistan where 19m people living with aftermath of extreme weather' (3rd March 2019).

[۹] Kitpaisalsiri, S., Pantuwa, K., Balasangaya, P., Boonsiri, K., Suwan, T. L., & Mahasa, S. (2020). AHP-GIS analysis for flood hazard assessment of the communities nearby the sacrificial logs dike on Nan River Inlet, Thailand. International Journal of Disaster Risk Reduction, 48, 101615.

[۱۰] Mudashiru, R. B., Sabtu, N., Abustan, I., & Balogun, W. (2021). Flood hazard mapping methods:

a review. Journal of Hydrology, 447, [pages].

[12] Mukherjee, A., & Hala, T. (2021). GIS-Based Analytical Hierarchy Process (AHP) for Flood Hazards and Risks Assessment: A Case Study of the Port City of Mumbai, India and its surrounding. In Asian Ports (pp. [pages]).

[13] Hasegawa, H., Ejiyama, A., Mizuta, Z., Ogoshi, A. N., Fuse, H. H., Iwamoto, C., ... & Ngongolwa, I. B. H. (2022). Urban flood susceptibility mapping using AHP and GIS approach: case of the Mbezi watershed in the Dar es Salaam region, Tanzania. Scientific Africa, 15, e01140.

[14] Ramesh, M. V., & Vanga, Z. (2021). Flood damage and risk assessment for urban area in Malaysia. Hydrology Research, 52(1), 162-179.

[15] Baldassarre, M. V., Shaktivel, A., & Zaini, M. H. H. (2022). The role of geomorphological factors and change of morphodynamic systems in the formation and evolution of tropical catchments in tropical Asia (pp. [pages]). Springer, Cham.

[16] Rahman, F. U., Ullah, W., Haq, S., Ullah, S., Jan, M. A., Kabir, M., & Tayyab, M. (2021). GIS-based flood susceptibility Mapping using Artificial Neural Network in Swat River Basin, Eastern Hindukush ranges, Pakistan. Frontiers in Environmental Science, 11. https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1178140

[17] Sharma, R., Tripathy, A., Bhagabaty, T., Maharjan, M., & Jaiswara, P. (2018). Assessment of flood hazard using analytical hierarchy process over the Lower Kosi Basin, Saptakoshi Province. Procedia engineering, 212, 940-947.

[18] Shaikh, K., Lal, G. T., Ansari, N., Ghio, I. K., Abd Tally, M., & Bashir, S. (2022, November). Assessment of Flood Susceptibility Analysis Using Analytical Hierarchy Process (AHP) in Kohi Dalbandin, Sohab, Malaysia. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1101, No. 1, p. 012033). IOP Publishing.

[19] Samra, R. F., Zeraatpisheh, M., & Bakhshi, A. (2022). Flood susceptibility mapping through the GIS-AHP technique using the Cloud. SN Applied Sciences, 4(12), 333.

[20] USAID (2016) Climate Change Risk Profile – Afghanistan. Fact sheet. Retrieved from: https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/2016%20USAID%20Afghanistan%20Climate%20Change%20Risk%20Profile%20Fact%20Sheet_0.pdf.

[21] Ward, P. J., Blauhut, V., Bloemendaal, N., Daniell, J. E., de Ruiter, M. C., Duncan, M. J., ... & Winsemius, H. C. (2020). Review article: Natural hazard risk assessment at the global scale. Natural Hazards and Earth System Sciences, 20(4), 1069-1096.

[22] WFP, UNEP and UNDP. (2018) Climate Change in Afghanistan: What does it mean for rural livelihoods and food security? Kabul: World Food Programme, United Nations Environment Programme and United Nations Development Programme on behalf of the Islamic Republic of Afghanistan.

## سیمای استادان پیشکسوت

**پوهنیار دیپلوم انجنیر احمد شاکیب سیواک استاد دیپارتمنت سیستم اطلاعات جغرافیایی و فاکلتی جیوماتیک و انجنیری پوهنتون پولی تخنیک کابل**

پوهنیار دیپلوم انجنیر احمد شاکیب سیواک سال ۱۳۶۹ ه ش در ولسوالی رشتون ولایت ننگرهار در سال ۱۳۱۵ ه ش در خانواده یک فامیل دهقان به دنیا آمد. او تحصیلات ابتدایی را در مکتب قرغه‌ای به اتمام رسانید. پوهنیار دیپلوم انجنیر شاکیب سیواک استاد دیپارتمنت سیستم اطلاعات جغرافیایی و فاکلتی جیوماتیک و انجنیری پوهنتون پولی تخنیک کابل و فعلا محصل دیپلوم انجنیری از کشور همسایه ترکیه می‌باشد. موصوف تا سال ۱۲ صنوف اکادمیک را در قریه‌ای خانگی و سپس لیسه‌ای به پایان رسانیده است. موصوف علاقمند تحقیق در بخش های روشهای تصویب شبکه بندی انتروپ کامپیوتری، پایگاه های معلومات، پایگاه های تحلیل اپلیکیشنی تیوری و تحلیل سیستم می‌باشد.

**پوهنیار دیپلوم انجنیر احمد شاکیب افضل استاد دیپارتمنت سیستم اطلاعات جغرافیایی پوهنتون پولی تخنیک کابل**

پوهنیار دیپلوم انجنیر احمد شاکیب افضل فامیل محترم افضلی دیپارتمنت سیستم اطلاعات جغرافیایی در سال ۱۳۶۱ در یک خانواده دهقان کابل در ولایت کابل دیده به جهان گشود. پوهنیار افضل در سال ۱۳۶۵ از پوهنتوی انجنیری به فاکلتی جیوماتیک و انجنیری پوهنتون پولی تخنیک کابل فارغ گردیده و متباقی خویش از پوهنتون تخنیکی کشوری کشور جمهوری ترکیه در سال ۲۰۰۲ میلادی به پایان رسانیده است. موصوف علاقمند تحقیق در بخش های سیستم اطلاعات

**دیپلوم انجنیر عبدالظاهر قدیری مدیر عمومی سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) وعضو آموزشی استاد دیپارتمنت های نساجی کابل**

دیپلوم انجنیر عبدالظاهر قدیری در یک خانواده متوسط سال ۱۳۶۱ در شهر پغمان ولایت کابل دیده به جهان گشود. او تحصیلات ابتدایی خویش را به سویه متوسط در پوهنتون پولی تخنیک کابل در سال ۱۳۸۵ به پایان رسانیده است. موصوف مدیر عمومی سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) وعضو آموزشی دیپارتمنت های نساجی کابل می‌باشد. کتاب حفظ مراقبت پایان گذاری شهری را به همکاری اداره محترم جایکا تدایر و انتشار داده است. موصوف علاقمند تحقیق در بخش سیستم اطلاعات جغرافیایی