

## مقدمه

مخاطرات طبیعی بخشی از رخدادهای اجتناب‌ناپذیر است و نمی‌توان کاملاً کنترل کرد. برخی از این حوادث ممکن است محیط بوم‌شناختی را نیز تغییر دهد از این رو شناخت مخاطرات راهی برای مقابله با این حوادث است. سیلاب از جمله بلایای طبیعی شناخته شده می‌باشد که طبق گزارش جهانی برنامه عمران سازمان ملل در مورد خطر بلایای طبیعی، سیلاب همراه با زلزله و خشکسالی بالاترین رتبه را از لحاظ خسارت مالی و جانی به همراه دارد [۳]. با توجه به اینکه سیلاب به عنوان مهیب‌ترین بلای طبیعی در جهان محسوب می‌گردد، شناخت هرچه بیشتر آن از نقطه نظرهای مختلف هیدرومئولوژی، امکان شناسایی نقاط ساماندهی و پایین آوردن نرخ رشد خسارات سیل را فراهم می‌آورد.

مدیریت ریسک سیلاب با مواردی نظیر تجزیه و تحلیل، مدیریت و کاهش اثرات اجتماعی خسارت سیل سر و کار دارد، که با توجه به تمام فرایندهای فیزیکی، زیست‌محیطی و اجتماعی می‌باشد. اقدامات ضروری فقط در مناطقی انجام می‌شود که در آن خطر بالقوه سیل وجود داشته باشد یا مناطقی که امکان وقوع سیل پیش‌بینی شده باشد. زمانی که برای یک حوزه آبخیز ارزیابی خطر سیل خیزی انجام شود، می‌توان با شناسایی مناطق آسیب‌پذیر و منابع ارزشمند داده‌ها را اولویت‌بندی کرد، و ارتباط فعالیت‌های انسانی را با اثرات بالقوه بیان کرد. اندازه و تکرار رویداد سیلاب در هر منطقه، بستگی به عوامل متعددی دارد. ویژگی‌های فیزیکی حوزه آبریز مانند: شکل، شیب و شبکه‌ای آبراهه‌ای همراه با ویژگی‌های هیدرومئولوژیکی در بروز و تشدید سیلاب یا کاهش و افزایش میزان خسارت‌های ناشی از آن دخالت دارند. شناخت رتبه‌بندی این عوامل در هر منطقه‌ای، از اصول اولیه‌ی مهار سیلاب و کاهش خطرات آن است [۸].

با توجه به این که در اغلب حوزه‌های آبخیز کشور، وقوع سیل و خسارات ناشی از آن روند افزایشی دارد، تعیین مناطق مولد سیل و اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها از نظر پتانسیل سیل‌خیزی می‌تواند در مدیریت بهتر آبخیزها موثر باشد [۱۰]. در این رابطه تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره راهکار مناسبی برای حل این گونه مسائل است. تصمیم‌گیری با لحاظ کردن چندین معیار که هریک از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند، تنها با به کارگیری مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ممکن می‌شود. در این روش‌ها از شاخص‌های مختلف متناسب با نوع رتبه‌بندی، استفاده می‌شود. بنابراین می‌توان با در نظر گرفتن عوامل مختلف هیدروکلیماتولوژی و مورفومتری به

## پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوزه آبخیز قورچای رامیان

مرضیه نیکجوی<sup>۱</sup>، حامد روحانی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۸

## چکیده

مدیریت ریسک سیلاب با مواردی نظیر تجزیه و تحلیل، مدیریت و کاهش اثرات اجتماعی سیل سر و کار دارد. حوزه آبخیز قورچای به علت وقوع سیل‌های متعدد در آن، برای این تحقیق انتخاب شد. هدف از این پژوهش شناسایی عوامل موثر در پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی و اولویت‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوزه‌ها به روش تحلیل سلسله مراتبی است. به‌طوری که کاستی‌های ناشی از ذهنی بودن و توجه‌گزینی کارشناسان را در این زمینه کاهش داده، یکپارچه سازی اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها را با لحاظ کردن وزن هر شاخص در دست‌یابی به اهداف فراهم کند. تحلیل وزن‌های نهایی حاصل از رویکرد AHP، نشان داد که معیار هیدروکلیماتولوژی با وزن ۰/۶۵ نسبت به معیار مورفومتری اهمیت بیشتری در حوزه آبخیز مورد تحقیق دارد و زیرمعیار شدت بارش برابر با زمان تمرکز مهم‌ترین عامل در این معیار است. بر اساس رتبه‌بندی نهایی حدوداً ۲۷ درصد از سطح حوزه، پتانسیل سیل‌خیزی بسیار زیاد دارند که بیشتر در نواحی کوهستانی و بالادست حوزه واقع شده‌اند، که این امر به دلیل وزن بالای دو زیرمعیار شدت بارش برابر با زمان تمرکز و بارش با دوره بازگشت ۲۵ ساله نسبت به زیرحوزه‌های دیگر است. روش پیشنهادی در این تحقیق، علاوه بر بالا بردن دقت شناسایی نواحی دارای پتانسیل سیل‌خیزی بالا در فهم فرایندهای موثر در حوزه کمک خواهد کرد.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی، قورچای، AHP، سیل‌خیزی، چندمعیاره.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه گنبد کاووس، نویسنده مسئول:  
 nikjoi.marzi@gmail.com

۲- استادیار دانشگاه گنبد کاووس: rouhani.hamed@yahoo.com

عنوان معیار، زیرحوزه‌های مختلف به عنوان گزینه‌ها و استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، به ارزیابی پتانسیل سیل‌خیزی و رتبه‌بندی زیرحوزه‌ها اقدام کرد. از جمله تحقیقاتی که تا کنون در این زمینه صورت گرفته می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

خسروشاهی و ثقفیان [۴] با بهره‌گیری از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS و کاربرد روش ابداعی تکرار حذف انفرادی زیرحوزه‌ها در هر بار اجرای مدل، در حوزه آبخیز دماوند، اقدام به محاسبه دبی خروجی کل حوزه پس از روندیابی سیل در آبراهه‌های اصلی بدون زیرحوزه مورد نظر نمودند. بدین ترتیب میزان تاثیر هر یک از زیرحوزه‌ها در تولید سیل خروجی بدست آمد. امیدوار و همکاران [۱] با در نظر گرفتن ۲۸ پارامتر ژئومتری، فیزیوگرافی، نفوذپذیری و اقلیمی با روش تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای به پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی در حوزه‌ی آبخیز کنجانچم استان ایلام اقدام کردند. پارامترها در قالب ۵ عامل اصلی (شکل، آبراهه، شیب، زهکشی و رواناب) خلاصه‌سازی شدند و با استفاده از تحلیل خوشه‌ای زیرحوزه‌ها به ۴ منطقه همگن از لحاظ سیل‌خیزی گروه‌بندی شدند. زهتابیان و همکاران [۱۰]، با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS زیرحوزه‌های حوزه آبخیز مارمه را از نظر سیل‌خیزی اولویت‌بندی و مناطق مولد سیل را شناسایی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که سهم زیرحوزه‌ها در پتانسیل سیل‌خیزی کل حوضه، تنها تحت تاثیر مساحت آن‌ها نیست و عواملی چون موقعیت مکانی زیرحوزه‌ها و روندیابی سیل در رودخانه اصلی نیز در رژیم سیلابی حوزه تاثیر مهمی دارند. ملکیان و همکاران [۱۴]، پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوزه‌ی آبخیز اخترباد را با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی انجام دادند. براساس نتایج به‌دست آمده، پهنه‌های با خطر سیل‌خیزی زیاد در شمال و جنوب حوزه قرار دارند و مناطق با خطر کم، در آبراهه‌ها و قسمت‌های مرکزی حوزه واقع شده‌اند.

ویلت و شارد [۲۵]، برای بررسی امکان استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی<sup>۱</sup> (AHP) در پروژه‌های کنترل سیلاب رودخانه‌ی گرند<sup>۲</sup> و تار<sup>۳</sup> در اوکلاهامای آمریکا، مناطق مستعد سیلاب را شناسایی کردند. تودینی [۲۳]، برای دست‌یابی به نقشه‌ی پیش‌بینی و مدیریت خطر سیلاب از سیستم عملکردی تصمیم‌استفاده کرد. وانگ و همکاران [۲۴]، برای به‌دست آوردن نقشه‌ی وسعت سیلاب در سواحل سیلابی با استفاده از تصاویر لندست TM و داده‌های مدل رقومی ارتفاعی در کارولینای شمالی، مناطق با پتانسیل سیل‌خیزی بالا را شناسایی کردند. سینها و همکاران [۲۲]، با استفاده از مدل AHP در رودخانه‌ای واقع در شرق هندوستان، به تهیه‌ی نقشه‌ی خطر سیلاب با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی ژئومورفولوژی، کاربری اراضی، توپوگرافی و تراکم جمعیت اقدام کردند. کوک و همکاران [۱۶]، با دو مدل HEC-RAS و FESWMS، ویژگی‌های

توپوگرافی و ژئومتریک رودخانه‌های استرودز<sup>۴</sup> در کارولینای شمالی و برزس<sup>۵</sup> در تگزاس آمریکا را مقایسه و تاثیر هر یک از این عوامل را در نقشه‌ی پهنه‌بندی سیلاب تعیین کردند. کین و همکاران [۲۰]، در بزرگراه‌های منطقه‌ی فیولینگ<sup>۶</sup> چین با توجه به معیارهای زمین‌شناسی، شدت بارش، فراوانی سیلاب، ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی، به پهنه‌بندی خطر سیلاب با استفاده از مدل AHP پرداختند.

برآورد سیل‌خیزی و تعیین خطر ناشی از سیل در نواحی تحت بررسی خسارات سیل در ایران نشان می‌دهد که خسارات محسوس و مستقیم ناشی از سیل از ۱۲۰ میلیارد ریال در دهه ۴۰ به ۱۵۰۰ میلیارد ریال در دهه ۸۰ رشد داشته [۱۲]. لزوم توجه به انتخاب مناطق مولد سیل به هیچ وجه امر تازه‌ای در برنامه‌ریزی و مدیریت حوزه آبخیز نیست و تاکید بیش از حد آن در دهه اخیر ناشی از افزایش وقوع سیل و خسارت آن در اغلب حوزه‌های آبخیز کشور می‌باشد و اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها از نظر پتانسیل سیل‌خیزی می‌تواند در مدیریت بهتر آبخیزها موثر باشد. در منطقه مورد مطالعه سیل هر ساله باعث خسارت‌های جانی و مالی فراوانی می‌شود. بارش متمرکز در مناطق با شیب زیاد و دره‌های عمیق که مستعد خطرات سیل هستند، باعث فرسایش خاک می‌شوند. در تحقیق حاضر نیز به همین منظور ابتدا عوامل موثر بر پتانسیل سیل‌خیزی رتبه‌بندی شد، سپس پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی برای زیرحوزه‌های حوزه آبخیز قورچای رامیان انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مطالعاتی

در این پژوهش پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی با استفاده از روش AHP در حوزه رودخانه قره‌چای در حوزه آبخیز قورچای انجام شد. منطقه مورد مطالعه از زیر شاخه‌های رودخانه گرگانرود در جنوب شرقی استان گلستان می‌باشد. این حوزه در طول جغرافیایی ۲۴° ۲۵' تا ۲۵° ۵۵' و ۴۷° ۱۶' تا ۵۵° ۵۵' شرقی و عرض جغرافیایی ۲۶° ۴۸' تا ۳۷° ۰۵' و ۳۷° ۰۳' شمالی است و مساحت کل آن بالغ بر ۲۴۸/۱۶ کیلومتر مربع می‌باشد (شکل ۱).

رودخانه قره‌چای در محدوده مطالعاتی دارای ۳۵/۸ کیلومتر طول می‌باشد و از قسمت‌های کوهستانی جنوب حوزه سرچشمه گرفته و از شمال حوزه خارج می‌گردد. شهرستان رامیان در محل خروجی حوزه قرار داشته و تنها شهر مهم منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

### روش تحقیق

تحقیق حاضر به لحاظ رویکرد، کمی - کیفی و به لحاظ هدف، تحقیقی کاربردی می‌باشد که به روش پیمایشی انجام شد. اطلاعات محیطی به صورت میدانی و با استفاده از پرسشنامه‌ای که براساس پیشینه و اهداف پژوهش تدوین گردیده بود و مورد تایید متخصصان

4- Strouds

5- Brazos

6- Fulming

1- Analytic Hierarchy Process

2- Grand

3- Tar

## جدول ۱- درخت سلسله مراتبی عوامل موثر در بروز سیل

| معیار | مورفومتری                  | هیدروکلیماتولوژی    |
|-------|----------------------------|---------------------|
|       | مساحت                      | ضریب رواناب         |
|       | شکل حوزه                   | زمان تمرکز          |
|       | تراکم زهکشی                | بارش با دوره بازگشت |
|       |                            | ۲۵ ساله             |
|       | شیب متوسط وزنی آبراهه اصلی | شدت بارش برابر با   |
|       | ارتفاع متوسط وزنی          | زمان تمرکز          |
|       | شیب متوسط وزنی زیر حوزه    | دبی حداکثر          |
|       | ---                        | ---                 |

دوم دربرگیرنده‌ی معیارهای اساسی تاثیرگذار روی وقوع سیل است که در این تحقیق دو معیار مورفومتری و هیدروکلیماتولوژی در نظر گرفته شد. سطح سوم زیرمعیارهایی که روی هر معیار تاثیر دارند (جدول ۱). سطح چهارم شاخص‌ها هستند که در اینجا زیر معیارها را به سه کلاس تقسیم کردیم و به عنوان شاخص در نظر گرفتیم. و سطح آخر گزینه‌های تصمیم است، که شامل ۱۶ زیرحوزه می‌باشد. لازم به ذکر است که زیرحوزه‌های میانه (۴ زیرحوزه) در این تحقیق در نظر گرفته نشد.

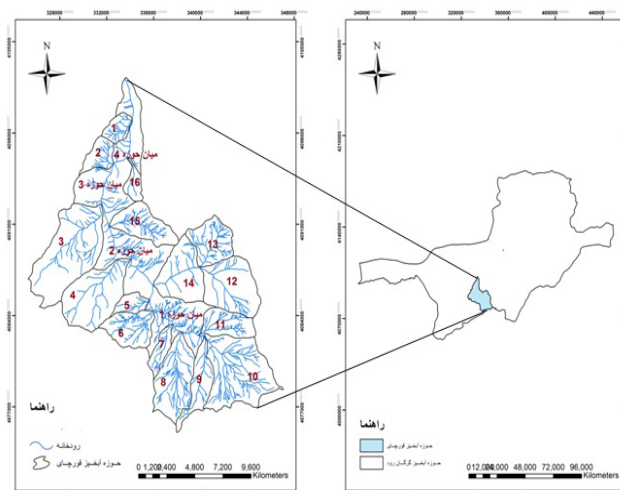
سپس براساس ساختار تعیین شده ماتریس‌های مقایسه زوجی معیارها مشخص شد و طی پرسشنامه‌هایی براساس نظرات ۱۲ کارشناس (اساتید دانشگاه، کارشناسان منابع طبیعی در تخصص‌های مختلف مرتبط با موضوع تحقیق) و براساس ارزش‌گذاری نه گزینه‌ای ساعتی تکمیل شد. پس از جمع‌آوری، تصحیح، و تعدیل قضاوت‌ها و سلاقی شخصی کارشناسان در وزن‌دهی معیارها، براساس میزان ناسازگاری قضاوت‌ها (کمتر از ۰/۱) با استفاده از محاسبه میانگین هندسی برای هر آرایه، ماتریس مقایسات زوجی معیارها و زیرمعیارها حاصل شد.

## نتایج

ماتریس مقایسات زوجی معیارها و زیرمعیارها با استفاده از محاسبات میانگین هندسی محاسبه شد که در جدول شماره (۲) نمونه‌ای از آن ارائه شده است. پس از نرمالیزه کردن ماتریس مقیاس زوجی و محاسبات میانگین حسابی هر سطر، وزن معیارها و زیر معیارها به دست آورده شد. سپس وزن نسبی هر شاخص که برابر با میانگین حسابی هر سطر محاسبه شد (جدول ۳).

وزن زیرمعیارهای بخش معیار هیدروکلیماتولوژی نیز به همین روش محاسبه شد. مطابق جدول شماره (۳) از میانگین آرای کارشناسان چنین استنباط می‌شود که زیر معیارهای شیب متوسط وزنی زیرحوزه و شیب متوسط وزنی آبراهه اصلی از اهمیت بیشتری نسبت به چهار زیر معیار دیگر از بعد مورفومتری در منطقه مورد مطالعه برخوردار هستند.

همچنین وزن نسبی زیرمعیارهای بخش هیدروکلیماتولوژی در



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز قورچای در حوزه آبخیز گرگانرود

و اولویت‌بندی زیرحوزه‌های حوزه آبخیز قورچای رامیان از نظر پتانسیل سیل‌خیزی است، یافته‌های پرسشنامه با استفاده از رویکرد AHP، که یک روش تصمیم‌گیری گروهی در محیط‌های پیچیده می‌باشد، مورد ارزیابی و پردازش قرار گرفت. روش AHP یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمنظوره است که در سال ۱۹۸۰ ابداع گردید [۲۱]. این رویکرد هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبروست، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ترکیب معیارهای کیفی همراه با معیارهای کمی را به‌طور همزمان امکان‌پذیر می‌سازد. این رویکرد، مسائل پیچیده را براساس آثار متقابل آنها مورد بررسی قرار می‌دهد و آنها را به شکلی ساده تبدیل کرده، به حل آن می‌پردازد [۱۹]. اساس AHP بر مقایسه‌های زوجی یا دویه‌دویی آلترناتیوها و معیارهای تصمیم‌گیری است [۱۱]. برای چنین مقایسه‌ای نیاز به جمع‌آوری اطلاعات از تصمیم‌گیرندگان است. این امر به تصمیم‌گیرنده این امکان را می‌دهد که فارغ از هرگونه نفوذ و مزاحمت خارجی تنها روی مقایسه دو معیار یا گزینه تمرکز کند. علاوه بر این مقایسه دویه‌دویی، به دلیل اینکه پاسخ‌دهنده فقط دو عامل را نسبت به هم می‌سنجد و به عوامل دیگر توجه ندارد، اطلاعات ارزشمندی را برای مسئله مورد بررسی فراهم می‌آورد و فرآیند تصمیم‌گیری را منطقی می‌سازد [۱۳]. در این روش ضریب کلی وزن برای هر گزینه با توجه به هدف اصلی به دست می‌آید. گزینه‌ای که دارای بیشترین وزن است، باید به عنوان بهترین گزینه انتخاب شود. در این تحقیق برای اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها از رویکرد AHP و از نرم‌افزار Expert Choic ۱۱ به منظور انجام مقایسه‌های زوجی، تولید سلسله‌مراتبی، محاسبه‌ی اوزان و میزان ناسازگاری استفاده شد. با مطالعه مقالات و پایان‌نامه‌های مختلف و بررسی ادبیات پژوهش، معیارها و زیرمعیارها تعیین شد سطح اول شامل هدف اصلی، اولویت‌بندی زیرحوزه‌های حوزه آبخیز قورچای رامیان از لحاظ پتانسیل سیل‌خیزی است. سطح

جدول ۲- جدول مقایسات زوجی زیر معیارهای مورفومتری

| شیب متوسط وزنی زیر حوزه | ارتفاع متوسط وزنی | شیب متوسط وزنی آبراهه اصلی | تراکم زهکشی | شکل حوزه | مساحت |
|-------------------------|-------------------|----------------------------|-------------|----------|-------|
| ۰/۴                     | ۴/۴               | ۰/۳                        | ۰/۴         | ۰/۳      | ۱/۰   |
| ۰/۷                     | ۳/۸               | ۰/۵                        | ۰/۳         | ۱/۰      | ۳/۰   |
| ۰/۵                     | ۳/۶               | ۱/۰                        | ۱/۰         | ۳/۰      | ۲/۸   |
| ۰/۴                     | ۵/۲               | ۱/۰                        | ۱/۰         | ۲/۱      | ۲/۹   |
| ۰/۲                     | ۱/۰               | ۰/۲                        | ۰/۳         | ۰/۳      | ۰/۲   |
| ۱/۰                     | ۵/۵               | ۲/۳                        | ۱/۹         | ۱/۴      | ۲/۴   |

جدول ۳- وزن زیر معیارهای مورفومتری

| وزن زیر معیار | زیر معیار                  |
|---------------|----------------------------|
| ۰/۰۸۳         | مساحت                      |
| ۰/۱۳۶         | شکل حوزه                   |
| ۰/۱۹۸         | تراکم زهکشی                |
| ۰/۲۲۳         | شیب متوسط وزنی آبراهه اصلی |
| ۰/۰۴۱         | ارتفاع متوسط وزنی          |
| ۰/۳۱۸         | شیب متوسط وزنی زیر حوزه    |

جدول ۴- وزن زیر معیارهای، معیار هیدروکلیماتولوژی

| وزن زیر معیار | زیر معیار                    |
|---------------|------------------------------|
| ۰/۱۲۵         | ضریب رواناب                  |
| ۰/۱۵۸         | زمان تمرکز                   |
| ۰/۲۳۳         | بارش با دوره بازگشت ۲۵ ساله  |
| ۰/۳۵۶         | شدت بارش برابر با زمان تمرکز |
| ۰/۱۲۸         | دبی حداکثر                   |

جدول ۵- وزن نهایی برای هر کدام از معیارها و زیر معیارها

| وزن شاخص (کلاس) |      |      | زیر معیار                    | وزن   | معیار            |
|-----------------|------|------|------------------------------|-------|------------------|
| ۳               | ۲    | ۱    |                              |       |                  |
| ۰/۵۶            | ۰/۳۳ | ۰/۱۱ | مساحت                        | ۰/۳۵۰ | مورفومتری        |
| ۰/۱۱            | ۰/۳۳ | ۰/۵۶ | شکل حوزه                     |       |                  |
| ۰/۵۶            | ۰/۳۳ | ۰/۱۱ | تراکم زهکشی                  |       |                  |
| ۰/۵۶            | ۰/۳۳ | ۰/۱۱ | شیب متوسط وزنی آبراهه اصلی   |       |                  |
| ۰/۵۶            | ۰/۳۳ | ۰/۱۱ | ارتفاع متوسط وزنی            |       |                  |
| ۰/۵۶            | ۰/۳۳ | ۰/۱۱ | شیب متوسط وزنی               |       |                  |
|                 |      |      | زیر حوزه                     | ۰/۶۵۰ | هیدروکلیماتولوژی |
| ۰/۵۶            | ۰/۳۳ | ۰/۱۱ | ضریب رواناب                  |       |                  |
| ۰/۱۱            | ۰/۳۳ | ۰/۵۶ | زمان تمرکز                   |       |                  |
| ۰/۵۶            | ۰/۳۳ | ۰/۱۱ | بارش با دوره بازگشت ۲۵ ساله  |       |                  |
| ۰/۵۶            | ۰/۳۳ | ۰/۱۱ | شدت بارش برابر با زمان تمرکز |       |                  |
| ۰/۵۶            | ۰/۳۳ | ۰/۱۱ | دبی حداکثر                   |       |                  |

جدول شماره (۴) بیانگر اهمیت بیشتر شدت بارش برابر با زمان تمرکز (۰/۳۵۶) از بین پنج زیر معیار انتخابی از بعد هیدروکلیماتولوژی می باشد.

وزن دهی شاخص ها به صورت مستقیم توسط کارشناسان انجام شد. با محاسبه میانگین وزنی داده های مربوط به زیر معیارهای هر معیار و شاخص های آن، ماتریس بی مقیاس شده نهایی برای معیارها حاصل می شود (جدول ۵). نتایج حاصل از تلفیق دیدگاه های کارشناسان در مورد عوامل موثر در سیل خیزی حوزه حاکمی از این مطلب است که از بین عوامل موثر در وقوع سیل شدت بارش برابر با زمان تمرکز با وزن ۰/۳۵۶ و شیب متوسط وزنی کل زیر حوزه ها با وزن ۰/۳۱۸ بیشترین تاثیر را در سیل خیزی حوزه دارد. سپس مدل سازی فضایی و پهنه بندی زیر حوزه ها با استفاده از GIS انجام شد. توانایی GIS در تلفیق داده ها برای مدل سازی، مکان یابی و تعیین تناسب اراضی، از طریق ارزش گذاری پهنه ی سرزمین آن را به سیستمی ویژه و انحصاری تبدیل می کند [۱۴]. پس از آماده سازی لایه های اطلاعاتی، با توجه به میزان اهمیت، از ابزار تحلیل گر فضایی برای همپوشانی ریاضی لایه ها استفاده شد و از این طریق لایه ی پتانسیل وقوع سیلاب در سطح حوزه ی آبخیز به دست آمد. نتایج حاصل از اولویت بندی زیر حوزه ها در شکل ۲ ارائه شده است.

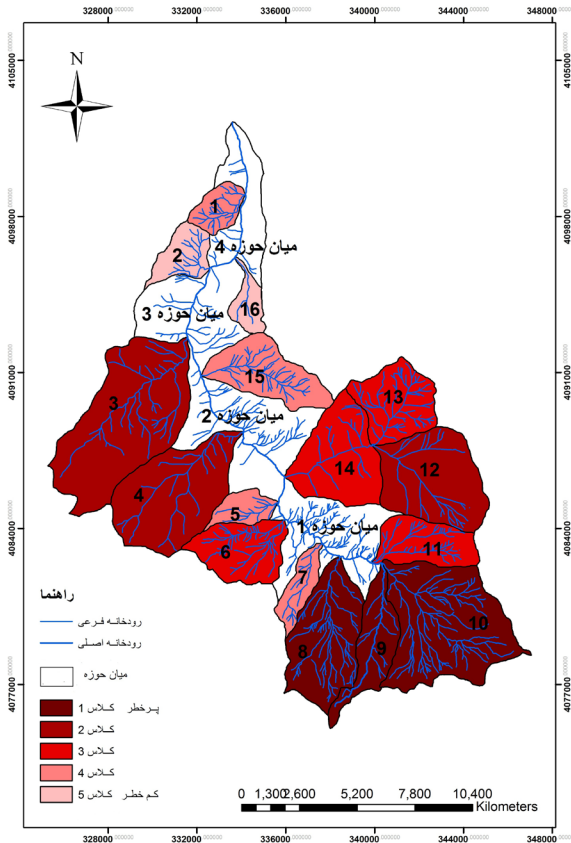
بر این اساس بیشترین وزن محاسبه شده در زیر حوزه شماره ۱۰ و ۹ به ترتیب با وزن نهایی ۳۰/۳۴ و ۲۹/۹۰ بیانگر بیشترین پتانسیل در ایجاد سیل به عنوان زیر حوزه هایی که اولویت عملیات

مدیریت سیل در حوزه آبخیز مورد تحقیق در آنها پیشنهاد می‌شود و زیر حوزه‌های ۲ و ۱۶ به ترتیب با وزن ۴/۳۹ و ۶/۰۶ دارای درجه اهمیت بسیار کم در پتانسیل ایجاد سیل در حوضه مذکور می‌باشند.

### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در حوزه آبخیز با پدیده‌هایی مواجه هستیم که عوامل موثر متعدد، پیچیده و غالباً کیفی چون شرایط آب و هوایی، فیزیوگرافی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی و جوامع گیاهی و جانوری در رویداد آنها مؤثرند، تصمیم‌گیری در مورد مدیریت حوضه آبخیز به علت نقش متفاوت هر کدام از پارامترها بر پدیده مورد نظر بسیار مشکل است. در مدیریت حوزه‌های آبخیز باید در انتخاب بهترین طرح برای حوزه همه این عوامل در تصمیم‌گیری دخالت داده شود و چه بسا با نادیده گرفتن عوامل متعدد در بررسی‌های کارشناسی، اولویت‌های برنامه را با تغییرات اساسی مواجه کنند. در چنین شرایطی با تصمیم‌گیری‌هایی مواجه خواهیم بود که تحت تأثیر معیارهای متعددی هستند. از طرف دیگر برای کاهش سیل نمی‌توان عوامل مورفومتریکی و هیدروکلیماتولوژی را تغییر داد و وسعت زیاد حوزه‌های آبخیز کشور و محدودیت‌های اقتصادی، زمانی و فقدان اطلاعات و آمار درست باعث عدم اجرای به موقع زمانی و مکانی عملیات آبخیزداری شده که بعضاً نتایج معکوس با اهداف اولیه طرح داشته که باعث افزایش تصاعدی خسارت‌ها شده است [۶]. امروزه توسعه فناوری و علوم، جهان را با تحولات وسیع روبه رو کرده و بسیاری از روش‌های سنتی را متحول ساخته است. رویکرد تجزیه تحلیل سلسله‌مراتبی دارای یک ساختار رده‌ای به منظور ساده‌سازی یک فرایند پیچیده تصمیم به صورت رده‌های اهداف، معیارها، زیر معیارها برای مشارکت گروهی در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه ایجاد می‌کند. پژوهش حاضر با هدف اولویت‌بندی عوامل مورفومتری و هیدروکلیماتولوژی مهم موثر در ایجاد سیل و اولویت‌بندی زیر حوزه‌های آبخیز قورچای از لحاظ پتانسیل خطر وقوع سیلاب می‌باشد. تحلیل وزن‌های نهایی حاصل از رویکرد AHP، نشان داد که معیار هیدروکلیماتولوژی با وزن ۰/۶۵ نسبت به معیار مورفومتری اهمیت بیشتری در حوضه آبخیز مورد تحقیق دارد و زیرمعیار شدت بارش برابر با زمان تمرکز مهمترین عامل در این معیار است. این رتبه‌بندی نشان دهنده این است که متخصصین شرکت کننده در نظرسنجی، به معیارهای هیدروکلیماتولوژی توجه بیشتر نشان داده‌اند. بین عوامل موثر در وقوع سیل از بعد مورفومتری، شیب متوسط وزنی زیرحوضه و شیب متوسط وزنی آبراهه اصلی مهمترین عوامل پتانسیل سیل خیزی حوزه مورد تحقیق تعیین شدند.

براساس رتبه بندی نهایی پتانسیل سیل خیزی زیرحوضه‌ها توسط مدل سلسله مراتبی، رتبه اول تا سوم به ترتیب به زیرحوضه‌های شماره ۹، ۱۰ و ۸ اختصاص یافته‌اند که پتانسیل بسیار زیادی در تولید رواناب دارند، که این امر به دلیل وزن بالای دو زیرمعیار شدت



شکل ۲- نقشه پهنه‌بندی پتانسیل سیل خیزی حوزه آبخیز قورچای رامیان

بارش برابر زمان تمرکز و بارش با دوره بازگشت ۲۵ ساله نسبت به زیرحوضه‌های دیگر است. این سه زیر حوزه با پوشش حدود ۲۶/۵ درصد کل مساحت حوزه در نواحی کوهستانی و بالادست حوزه واقع شده‌اند که توان زیادی در تولید رواناب دارند، بنابراین اولویت اول برای اجرای اقدامات حفاظتی می‌باشند. اگرچه بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که عملیات آبخیزداری در حوزه‌های آبخیز بدون توجه به تأثیر مکانی (اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها)، انجام می‌شود لیکن در صورت اولویت‌بندی زیر حوزه‌ها، حجم عملیات سازه‌ای و غیر سازه‌ای و در نتیجه هزینه‌های سرسام آور حاصل از آن در حوزه‌های آبخیز به میزان قابل توجهی کاهش خواهد یافت [۱۶]. نتایج تحقیق نشان داد که زیر حوزه‌های شماره ۲ و ۱۶ آخرین رتبه در پتانسیل سیل خیزی دارند که در این پهنه‌ها با کاهش شیب و افزایش زمان تمرکز در نتیجه آن افزایش نفوذپذیری، سرعت جریان آب کم شده و توان تولید رواناب کمتری را از خود نشان می‌دهند. بررسی‌های انجام شده در این تحقیق و همچنین مقایسه کلی نشان می‌دهد استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با در نظر گرفتن فاکتورهای متنوع در امر تعیین پتانسیل خطر سیل نتایج مناسب‌تری را به دنبال خواهد داشت.

نتایج این تحقیق نیز همانند تحقیقات چانگ و لی [۱۵]، جان و همکاران [۱۷]، لوی [۱۸]، دستورانی و همکاران [۷]، بختیاری‌فر

و همکاران [۲] و خلقی [۵] که استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره را برای اولویت‌بندی مناسب و مفید می‌دانند در یک راستا می‌باشد. لذا بدیهی است اتخاذ رویکردهایی که زمینه مشارکت نخبگان متخصص در آن امر را در تدوین برنامه فراهم می‌کند، می‌تواند در نهایت تحقق اهداف تحقیق را در فرایند توسعه ممکن‌تر سازد.

## منابع

- ۱- امیدوار، ک. کیان‌فر، آ. (۱۳۸۹). پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌ی آبریز کنجانچم، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره‌ی ۴۱، شماره‌ی ۷۲، صص. ۷۳-۹۰.
- ۲- بختیاری‌فر، م. مسگری، م. س. کریمی، م. (۱۳۸۷). مدل‌سازی تعیین میزان مناسب کابری اراضی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی، همایش ژئوماتیک ۸۷، تهران، سازمان نقشه‌برداری کشور.
- ۳- بهشتی‌راد، م. فیض‌نیا، س. سلاجقه، ع. احمدی، ح. (۱۳۸۸). بررسی کارایی مدل پهنه‌بندی خطر زمین لغزش فاکتور اطمینان (CF) مطالعه موردی حوزه آبخیز معلم کلایه، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال دوم، شماره ۵، صص ۱۹-۲۸.
- ۴- خسرو شاهی، م. ثقفیان، ب. (۱۳۸۱). نقش روندیابی رودخانه در شناسایی و تفکیک مناطق سیل‌خیز در حوضه‌های آبخیز، ششمین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران. اهواز.
- ۵- خلقی، م. (۱۳۸۱). استفاده از روش MCDM برای اولویت‌بندی ساختارهای کنترل سیل. مجله منابع طبیعی، مرتع و آبخیزداری، ۵۵ (۴): صص ۴۷۹-۴۹۰.
- ۶- دهقانی، م. قاسمی، ح. ملکیان، آ. (۱۳۹۱). آواویت‌بندی مکانی عملیات کاهش سیل و کنترل فرسایش با استفاده از روش منطق فازی (مطالعه موردی: حوزه‌ی آبخیز فورگ)، نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، دوره‌ی ۶۶، شماره‌ی ۱.
- ۷- دستورانی، م. ت. کریمیان، ع. ا. براهیمی، م. ر. رستم، م. ح. (۱۳۹۱). مروری بر روش تاپسیس (TOPSIS) و کاربرد آن در ارزیابی توان اکولوژیکی حوزه‌ها به منظور مدیریت جامع آبخیز، مجموعه مقالات هشتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری دانشگاه لرستان.
- ۸- رضوی، ا. (۱۳۸۷). اصول تعیین حریم منابع آب، چاپ اول، انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق. تهران.
- ۹- روغنی، م. طباطبایی، س. م. ر. شادفر، ص. (۱۳۹۰). ارزیابی عملیات آبخیزداری و معرفی روشی در تعیین سازه‌های کنترل سیل، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال چهارم، شماره ۱۳، صص ۵۱-۶۰.
- ۱۰- زهتابیان، غ. ر. قدوسی، ج. احمدی، ح. خلیلی‌زاده، م. (۱۳۸۸). بررسی اولویت پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌های آبخیز و تعیین مناطق مولد سیل در آن (مطالعه موردی: حوزه آبخیز مارمه-

- استان فارس)، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال ۲، شماره ۶، صص. ۱۳-۱.
- ۱۱- قدسی پور، س. ح. (۱۳۸۸). مباحثی در تصمیم‌گیری چندمعیاره، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه امیر کبیر، ۲۲۰ صفحه.
  - ۱۲- مهدوی، محمد. (۱۳۷۱)، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
  - ۱۳- معصوم‌زاد، س. م. تراب‌زاده، ا. (۱۳۸۳). رتبه‌بندی تولیدات صنعتی کشور به روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، پژوهشنامه بازرگانی، سال هشتم، شماره ۳۰، صص ۶۹-۸۴.
  - ۱۴- ملکیان، آ. افتادگان خوزانی، ا. عشورنژاد، غ. (۱۳۹۱). پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوزه‌ی آبخیز اخترباد با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، پژوهشهای جغرافیای طبیعی، سال ۴۴، شماره‌ی ۴، صص ۱۳۱-۱۵۲.
- 15- Chung, E.S. Lee, K.S. 2009. Prioritization of water management for sustainability using hydrologic simulation model and multicriteria decision making techniques. Journal of Environmental Management. 90 (3): 1502-1511.
- 16- Cook, A. Venkatesh, M. 2009. Effect of topographic data, geometric configuration and modeling approach on flood inundation mapping. Journal of Hydrology. 337: 131-142.
- 17- John, R. Harrauld, Irmak Renda-Tanali, Greg L. Shaw, Claire B. Rubin, Sarp Yeletaysi, 2006. Review of risk based prioritization. Decision making methodologies for dams. The george washington university institute for crisis, disaster, and risk management. 31pp.
- 18- Levy, J.K. 2005. Multiple criteria decision making and decision support systems for flood risk management. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. 19 (6): 438-447.
- 19- Pohekar. S.D. Ramachandran, M. 2004. Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning. Renewable and sustainable energy reviews. 8(4): 365-381.
- 20- Qin, Q. Tang, H. Chen, H. 2011. Zoning of highway flood-triggering environment for highway in fuling district. Chongqing. Journal of the International Society for Optical Engineering. No. 8205. PP 820530-8.
- 21- Saaty, T.L. 1980. The Analytic Hierarchy

24- Wang, Y. Colby, J. Mulcahy, K. 2002. An efficient method for mapping flood extent in a coastal floodplain using landsat TM and DEM data. *International Journal of Remote Sensing*. 23: 3681-3696.

25- Willett, K. Sharda, R. 1991. Using the analytic hierarchy process in water resources planning. Selection of flood control projects. *Journal of Socio-Economic Planning Sciences*. 25: 103-112.

Process. New York. Ny: Mc Graw-Hill.

22- Sinha, R. Bapalu, G. Singh, L. Rath, B. 2008. Flood risk analysis in the kosi river basin. North bihar using multi-parametric approach of analytical hierarchy process (AHP). *Journal of Indian Soc. Remote Sens*. 36: 335-349.

23- Todini, E. 1999. An operational decision support system for flood risk mapping, forecasting and management. *Journal of Urban Water*. 1: 131-143.

*Abstract***Zoning of flood potential in Gorchay Ramian watershed**M. Nikjoiy<sup>1\*</sup> and H. Rouhani<sup>2</sup>

Received: 2015/02/23 Accepted: 2015/11/29

Flood risk management deals with cases such as; analysis, management and declining the social impact of flooding. Gorchay Ramian watershed due to the countless floods was selected for this study. The purpose of this research was identifying factors, which affect zoning of flooding potential and flooding potential prioritization of sub-basins by using AHP method. As deficiencies caused because of being subjective and selective attention of experts in this field have been plunged, also integrating sub-basins prioritization with respect to the weight of each indicator in achieving the objectives can be provided. Analyzing the final weight from AHP approach has shown that, hydrometeorological criterion with weight of 0.65 compare to morphometric criterion is more important in this study area and rainfall intensity for the time of concentration sub-criterion was the most important of these criteria. Based on the final ranking, flooding potential zone constitute almost 27 percent portion of the catchment, which most of them are situated in mountainous and upland areas, this is due to the high weight of two sub-criteria of rainfall intensity for the time of concentration and precipitation with return period of 25 years in comparison with other sub-basins. The proposed method in this study, in addition to improving the accuracy of identifying flooding potential areas, can help in understanding the processes involved in catchment.

**Keywords: : Zoning, Gorcha, AHP, Flooding potential, Multi-Criteria**

---

1. M.Sc. Student, University of Gonbad Kavous \*(Corresponding author: Nikjoi.marzi@gmail.com)

2. Assistant Professor, University of Gonbad Kavous