

تعیین پتانسیل سیل خیزی با استفاده از روش تاپسیس (مطالعه موردی: استان مازندران، حوضه آبریز گلندرود)

رضا اسماعیلی*

استادیار، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، گروه جغرافیا، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران

عبسی جوکار سرهنگی

دانشیار، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، گروه جغرافیا، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران

پروین روشن نگو

کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۳۰

چکیده

عوامل مختلفی مانند مورفومتری حوضه، بارش، نوع خاک و پوشش گیاهی در پتانسیل سیل خیزی حوضه آبریز نقش دارند. پارامترهای مورفومتری حوضه واکنش هیدرولوژیک آن را کنترل می‌کنند. درک واکنش حوضه به بارش سنگین بر اساس شاخص‌های ژئومورفیک می‌تواند برای مطالعه‌ای خطر سیل در حوضه‌های بدون ایستگاه اندازه‌گیری مهم باشد. منطقه مورد مطالعه حوضه آبریز گلندرود است که در البرز شمالی، استان مازندران و جنوب شهر رویان قرار دارد. در این پژوهش حوضه گلندرود به ۱۲ زیر حوضه تقسیم شد. دوازده پارامتر شامل مساحت حوضه، تراکم زهکشی، ضریب فشردگی، نسبت گردی، نسبت تلاقی، نسبت مساحت، نسبت طول، شیب دامنه‌های حوضه، میانگین شیب رود، زمان تمرکز، میانگین بارش سالانه و شماره منحنی (CN) انتخاب شدند. برای کمی کردن پتانسیل وقوع سیل این پارامترها با تکنیک رتبه‌بندی بر اساس تشابه به حل ایده آل (تاپسیس) استفاده گردید. تکنیک تاپسیس یکی از روش‌های چند شاخصه تصمیم‌گیری است که به صورت گزینه‌هایی که از نظر شباهت از ایده آل منفی دورترین حالت و به ایده آل مثبت نزدیک‌ترین حالت را دارد، تعریف می‌شود. وزن هر پارامتر بر اساس روش آنتروپی شانون تعیین گردید. نتایج تحلیل تاپسیس نشان می‌دهد که زیر حوضه‌های ۱۲، ۱۰ و ۳ با ضریب نزدیکی ۰/۵۴۸، ۰/۴۸۶ و ۰/۴۶۲ به ترتیب رتبه‌های اول تا سوم را به دست آورده‌اند.

واژگان کلیدی: حوضه گلندرود، مازندران، تاپسیس، سیل، GIS.

مقدمه

یک حوضه آبریز به‌عنوان یک سیستم، اجزای مختلفی دارد که بارش و رواناب به ترتیب ورودی و خروجی این سیستم هستند. عوامل مختلفی مانند لیتولوژی، تکتونیک، توپوگرافی، خاک و پوشش گیاهی در ویژگی‌های حوضه نقش دارند.

ویژگی‌های مورفومتری حوضه زهکشی می‌توانند برای تشریح رفتار هیدرولوژیکی حوضه به کار روند (آنجیلیری ۲۰۱۲)؛ بنابراین هرگونه راه‌حل اصولی و چاره‌ساز را باید در روی زمین و به‌ویژه در حوضه‌های آبریز انجام داد و مناطق با پتانسیل بالای وقوع سیل را شناسایی نمود. اگرچه ویژگی‌های کانال رود و تخمین مقادیر دبی سیل روش‌های مطالعه مخصوص به خود را دارد، اما رواناب وارد شده به کانال رود از ویژگی‌های حوضه آبریز و نوع بارش منشأ می‌گیرند. در بسیاری از مطالعات تأثیر پارامترهای مختلف به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است اما در اینجا سعی شده است پارامترهای مختلف حوضه‌ای وزن دهی شده و در اولویت‌بندی نهایی نقش داده شوند. تاکنون روش‌های مختلفی برای تخمین سیل ناشی از بارش خاص مورد استفاده قرار گرفته است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

یکی از روش‌های رایج تخمین رواناب در حوضه، روش SCS است (ثروتی و بهزاد ۱۳۹۰، ملکی و همکاران ۱۳۹۱، ثروتی و همکاران ۱۳۹۲). در این روش مقدار شماره منحنی یا CN^۱ از پارامترهایی مانند ویژگی‌های هیدرولوژیک خاک، کاربری اراضی و پوشش گیاهی و بهره‌برداری از زمین استفاده استخراج می‌شود. در این روش به ویژگی‌های فیزیکی حوضه و مورفومتری آن‌ها توجه نشده است.

روش SCS با استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی HEC-HMS که توانایی تخمین دبی سیلاب را دارد، هم انجام می‌شود (ثقفیان و فراز جو ۱۳۸۶، سلیمانی و همکاران ۱۳۸۷، زهتابیان و همکاران ۱۳۸۸، سلیمانی سار دو و همکاران ۱۳۹۱، قشقایی زاده و همکاران ۱۳۹۱). در این مدل وجود ایستگاه‌های باران‌سنجی کافی و با دوره آماری مناسب ضروری است و مقدار دبی بر اساس CN و بارش قابل تخمین خواهد بود. در برخی از محاسباتی که از این نرم‌افزار صورت می‌گیرد مشاهده می‌شود که یک ایستگاه باران‌سنجی و هیدرومتری موجود در محل خروجی حوضه به‌عنوان مبنا در نظر گرفته می‌شود. از این‌رو، با توجه به گرادیان بارش و ارتفاع، برآورد دبی با خطای زیادی روبرو خواهد شد.

روش دیگر، برآورد سیلاب بر اساس مورفومتری حوضه (اسلامی و ثقفیان ۱۳۸۷، جوکار سرهنگی و همکاران ۱۳۸۸، مقیمی و همکاران ۱۳۸۸، بزرگمهر ۱۳۸۹، رضایی مقدم و همکاران ۱۳۹۰، دیاکاکیس ۲۰۱۱، آنجیلیری ۲۰۱۲، باجابا و همکاران ۲۰۱۳) است. در این روش ارتباط بین مورفومتری حوضه‌ها و مقدار دبی ایستگاه‌های هیدرومتری منطقه با دوره بازگشت‌های مختلف با محاسبه رگرسیون چند متغیره انجام می‌شود. کمبود داده‌های دبی برای حوضه‌های کوچک قابلیت پیش‌بینی رگرسیون را برای زیر حوضه‌ها دچار تردید خواهد کرد.

از دیگر روش‌ها، جهت تعیین پهنه‌های خطر سیلاب، استفاده از روش‌های چند معیاره تصمیم‌گیری MCDM^۲ است. برخی از روش‌های MCDM که در مقالات مورد استفاده قرار گرفته‌اند عبارت‌اند از: روش^۳ ANP (لوی ۲۰۰۵)، روش^۴ AHP یا تحلیل سلسله مراتبی (سینها و همکاران ۲۰۰۸، قنوتی و همکاران ۱۳۹۰، ملکیان و همکاران ۱۳۹۱)، روش تاپسیس و تاپسیس فازی (لی و همکاران ۲۰۱۳، جون و همکاران ۲۰۱۳، لی و همکاران ۲۰۱۴، السیز کوئیچ ۲۰۱۵).

1 - Curve number

2 - Multi criteria decision making

3 - analytic network process (ANP)

4 - Analytical hierarchy process

ویژگی‌های خاک و ژئومورفولوژی حوضه‌ها، تولید رواناب را تحت تأثیر قرار می‌دهند به طوری که ویژگی‌های خاک مقدار نفوذ و ویژگی‌های ژئومورفولوژی کمی، مقدار بارش مازاد باقیمانده را تعیین می‌کنند (محمودی و همکاران، ۱۳۸۶). از این رو، شاخص‌های ژئومورفولوژیکی می‌توانند درک مناسبی از واکنش حوضه‌های آبریز فاقد ایستگاه‌های هیدرومتری و باران‌سنجی را نسبت به بهابازارهای شدید فراهم نمایند. هدف این مقاله تعیین پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌های آبریز و اولویت‌بندی زیر حوضه‌های فاقد داده‌های آماری جهت مدیریت و کنترل سیلاب است.

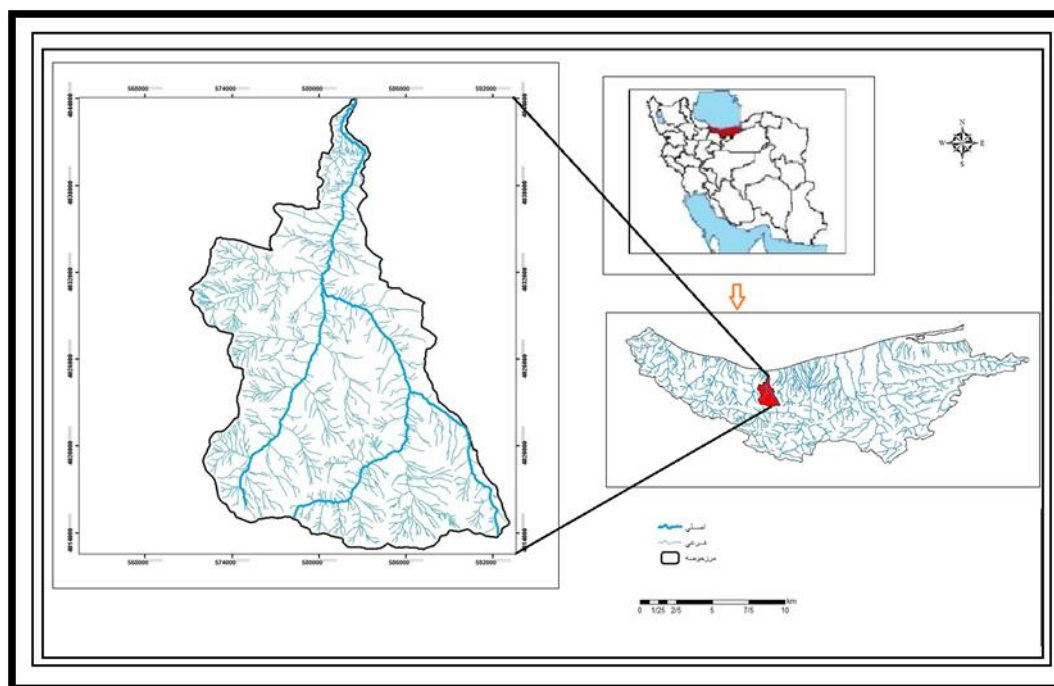
منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز گلندرود در استان مازندران و در جنوب شهر رویان از توابع شهرستان نور در دامنه‌های شمالی البرز مرکزی قرار گرفته است. این حوضه بین عرض‌های جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۴۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه و ۵۲ درجه و ۰۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه شرقی واقع شده است (شکل ۱). مساحت حوضه آبریز گلندرود تا خروجی منطقه مورد مطالعه ۳۴۴ کیلومتر مربع است. حداقل و حداکثر ارتفاع حوضه به ترتیب ۶۰ و ۳۵۸۰ متر از سطح دریا می‌باشد.

چینه‌شناسی سازندهای حوضه عمدتاً رسوبی بوده و از دوران مزوزوئیک (تریاس) تا سنوزوئیک (نئوژن - کواترن) در آن وجود دارد. تقریباً ۷۱/۵٪ مساحت حوضه از سازند شمشک (ژوراسیک) تشکیل شده است که لیتولوژی آن از شیل، ماسه‌سنگ و رگه‌های زغالی است. بقیه مساحت حوضه از به ترتیب از سنگ‌های دوران کرتاسه، تریاس و سنوزوئیک تشکیل شده و شامل انواع سنگ‌آهک، دولومیت، ماسه‌سنگ، شیل و مارن می‌شوند.

میانگین بارش حوضه با استفاده از منحنی‌های هم‌بارش ۵۱۰ میلی‌متر محاسبه گردید که در قسمت‌های شمالی حوضه بیش از ۹۰۰ میلی‌متر و در قسمت‌های جنوبی حوضه به ۲۵۰ میلی‌متر می‌رسد. میانگین دبی رودخانه گلندرود با استفاده از روابط رگرسیونی حدود ۳/۲ مترمکعب در ثانیه تخمین زده شده است.

از کل مساحت حوضه آبریز گلندرود تقریباً ۵۵٪ زیر پوشش جنگل، ۳۵٪ تحت پوشش مراتع و ۱۰٪ در محدوده کاربری‌های انسانی (آبادی، زمین کشاورزی و...) قرار دارد.



شکل ۱: موقعیت حوضه آبریز گلندرود

داده و روش‌ها

در این پژوهش حوضه آبریز گلندرود به دوازده زیر حوضه تقسیم‌بندی گردید. پارامترهای مورفومتری حوضه شامل ضریب گردی، ضریب فشردگی، تراکم زهکشی، نسبت تلاقی، نسبت طول رود، نسبت مساحت (طبق روابط جدول ۱)، شیب کانال اصلی و شیب دامنه‌های حوضه با استفاده از داده‌های نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور و مدل ارتفاعی رقومی منطقه (DEM) محاسبه شدند.

نقشه CN حوضه با استفاده از نقشه‌ی گروه‌های هیدرولوژیک خاک، پوشش گیاهی و نوع بهره‌برداری تهیه گردید و مقدار میانگین وزنی CN برای هر زیر حوضه محاسبه گردید. به علت پراکندگی نامناسب و ناکافی بودن داده‌های بارش حداکثر ۲۴ ساعته، با استفاده از روابط رگرسیونی گرادیان میانگین بارش و ارتفاع محاسبه گردید و نقشه هم‌بارش حوضه تهیه و میانگین وزنی بارش برای هر زیر حوضه به دست آمد.

جهت وزن دهی هر پارامتر روش آنتروپی شانون مورد استفاده قرار گرفت. مراحل و روابط انجام این روش در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس روش آنتروپی هرچه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد، آن شاخص اهمیت بیشتری دارد (پور طاهری، ۱۳۸۹).

جدول ۱: روابط پارامترهای مورفومتری مورد استفاده

$C.C = \left(\frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}} \right)$	ضریب فشردگی حوضه
$R_c = \frac{4\pi A}{P^2}$	ضریب گردی
$D_d = \frac{\sum L_j}{A}$	تراکم زهکشی
$S = \frac{\Delta Z}{L}$	متوسط شیب کانال
$T_c = 0.0195 L^{0.77} S^{-0.385}$	زمان تمرکز کر پیچ
$R_c = \frac{N_u}{N_u + 1}$	نسبت تلاقی
$R_L = \frac{L_u}{L_u - 1}, L_u = \frac{L_u}{N_u}$	نسبت طول
$R_a = \frac{A_u}{A_u - 1}, A_u = \frac{A_u}{A_u - 1}$	نسبت مساحت

که P: محیط حوضه به کیلومتر، A: مساحت حوضه به کیلومترمربع، L_u : طول آبراهه به کیلومتر، S: شیب متوسط رودخانه و آبراهه اصلی، ΔZ : اختلاف ارتفاع بین نقطه شروع آبراهه اصلی و نقطه خروجی حوضه به کیلومتر، L: طول آبراهه اصلی به کیلومتر، T_c : زمان تمرکز به دقیقه، L_u : به متر، N_u : تعداد شبکه جریان در یک رتبه مشخص، $N_u + 1$: تعداد شبکه جریان در رتبه بالاتر، L_u : میانگین طول جریان تمام اجزای یک رتبه مشخص، L_u : کل طول جریان تمام اجزای یک رتبه مشخص، A_u : میانگین مساحت یک رتبه مشخص از حوضه

جدول ۲: مراحل محاسبه اوزان از روش آنتروپی شانون (مؤمنی، ۱۳۹۲)

$P_{ij} = a_{ij} / \sum_{i=1}^m a_{ij}$	گام اول: محاسبه P_{ij}
$E_j = -K \sum_{i=1}^m [P_{ij} \ln P_{ij}]$, $K = \frac{1}{\ln(m)}$	گام دوم: محاسبه مقدار آنتروپی (E_j)
$d_j = 1 - E_j$	گام سوم: محاسبه مقدار عدم اطمینان (d_j)
$W_j = d_j / \sum_{i=1}^n d_j$	گام چهارم: محاسبه وزن ها (W_j)

m: تعداد گزینه‌هاست.

یکی از معروف‌ترین مدل تصمیم‌گیری چند شاخصه مدل تاپسیس^۱ (TOPSIS) است که توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد گردید و تاکنون مقالات متعددی با استفاده از این روش و در علوم مختلف که با مدیریت در ارتباط هستند به چاپ رسیده است که به برخی از آن‌ها در پیشینه پژوهش اشاره گردید. در روش تاپسیس، ماتریس $n \times m$ تصمیم‌گیری که m گزینه و n معیار دارد، ارزیابی می‌شود و فرض بر این است که هر شاخص و معیار در ماتریس تصمیم‌گیری مطلوبیت افزایشی یا کاهش‌ی یکنواخت دارد (پور طاهری، ۱۳۸۹). در این پژوهش زیر حوضه‌ها به‌عنوان گزینه‌ها و پارامترهای مؤثر در وقوع سیل به‌عنوان معیار شناخته می‌شوند. تکنیک تاپسیس به‌عنوان گزینه‌ای تعریف می‌شود که از نظر شباهت، دورترین حالت را از ایده آل منفی و نزدیک‌ترین حالت را با ایده آل مثبت دارد (جون، ۲۰۱۳).

روش تاپسیس طی مراحل زیر انجام گرفته است (مؤمنی ۱۳۹۲):

- ۱- بی مقیاس سازی و از بین بردن تأثیر واحد به روش نورم؛
- ۲- به دست آوردن وزن هر یک از معیارها با استفاده از روش وزن دهی آنتروپی شانون؛
- ۳- ضرب هریک از این وزن‌ها به ماتریس بی مقیاس شده که در نتیجه آن ماتریس بی مقیاس موزون به دست می‌آید. از طریق معادله زیر:

$$V = N \times W_{n \times n}$$

که ماتریس بی مقیاس شده به ماتریس قطری وزن‌ها ضرب می‌گردد.

۴- تعیین راه‌حل ایده آل مثبت و منفی از طریق رابطه زیر:

$$[\text{بردار بهترین مقادیر هر شاخص ماتریس } V] = \text{راه‌حل ایده آل مثبت } (v_j^+);$$

$$[\text{بردار بدترین مقادیر هر شاخص ماتریس } V] = \text{راه‌حل ایده آل منفی } (v_j^-);$$

بهترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت، بزرگ‌ترین مقادیر و برای منفی کوچک‌ترین مقادیر است؛ و بدترین بردار برای شاخص‌های مثبت کوچک‌ترین مقدار و برای شاخص‌های منفی بزرگ‌ترین مقدار است.

۵- محاسبه فاصله هر گزینه از ایده آل مثبت و منفی طبق رابطه زیر:

$$dj^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

$$dj^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

۶- تعیین نزدیکی نسبی یک گزینه به راه‌حل ایده آل از طریق رابطه زیر:

$$CL^* = \frac{d_j^-}{d_j^- + d_j^+}$$

۷- رتبه‌بندی گزینه‌ها.

نتایج

حوضه آبریز گلندرود به دوازده زیر حوضه تقسیم‌بندی شد و شرایط حوضه‌های مستقل و جمع‌کننده هم در محاسبات در نظر گرفته شد. منظور از حوضه‌های جمع‌کننده، حوضه‌هایی هستند که در محل تلاقی دو یا چند زیر حوضه دیگر قرار گرفته‌اند و بسیاری از پارامترهای تأثیرگذار در رواناب آن‌ها از حوضه‌های بالادست منشأ می‌گیرد. پارامترهای مشارکت‌کننده در این روش هم دوازده معیار بوده که برخی از آن‌ها مانند مساحت حوضه، تراکم زهکشی، ضریب گردی، ضریب فشردگی، متوسط شیب کانال، متوسط شیب دامنه‌ها، نسبت تلاقی، نسبت طول شبکه، نسبت مساحت حوضه به‌عنوان پارامترهای مورفومتری حوضه در نظر گرفته شده و مقادیر محاسبه شده آن‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است. دو پارامتر دیگر، مقدار بارش و CN هستند. مقادیر CN نشان‌دهنده ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی و میزان نفوذپذیری و تولید رواناب است.

جدول ۳: پارامترهای مؤثر در سیل خیزی حوضه مورد مطالعه

ماتریس	مساحت حوضه	تراکم زهکشی	ضریب گردی	ضریب فشردگی	متوسط شیب حوضه	متوسط شیب کانال	زمان تمرکز	نسبت طول	نسبت تلاقی	نسبت مساحت	بارش	CN
۱	۲۸/۲۵	۲/۴۹	۰/۴۹	۱/۴۱	۴۰/۳۳	۰/۱۹	۳۳/۸۲	۱/۶۶	۳/۶۷	۶/۱	۳۳۱/۱۴	۷۷/۸۷
۲	۳۶/۳۶	۲/۸۲	۰/۳۹	۱/۵۸	۴۱/۱۸	۰/۱۵	۴۵/۴۶	۲/۲۵	۵	۷/۳۶	۳۳۹/۵	۸۱/۳۷
۳	۷۴/۹۱	۲/۶۷	۰/۴۸	۱/۴۳	۴۶/۸۷	۰/۰۴۹	۳۲/۲۳	۴/۰۶	۸/۳۳	۹/۰۳	۶۰۶/۸۷	۸۲/۷۸
۴	۲۵/۹۱	۲/۲۵	۰/۲۵	۱/۹۹	۳۵/۱۳	۰/۱۵	۶۱/۱۹	۳/۹۹	۳/۹۳	۵/۸۴	۳۶۵/۵۴	۷۵/۷۶
۵	۱۴۰/۵۲	۲/۵۷	۰/۴۱	۱/۵۵	۴۰/۴۹	۰/۰۶۷	۷۰/۳۲	۳/۱۴	۳/۵	۴/۶۸	۴۳۰/۶۷	۷۹/۰۸
۶	۱۴/۶۸	۱/۸۵	۰/۴۱	۱/۵۴	۳۶/۷۷	۰/۲۲	۳۴/۱۲	۳/۱۵	۴/۵	۵/۹۵	۵۰۳/۹۱	۷۲/۴۷
۷	۳۵/۲۸	۲/۵۱	۰/۴۸	۱/۴	۳۹/۰۷	۰/۱۷	۴۰/۳۶	۲/۴۱	۴/۶۲	۵/۰۲	۴۱۵/۵۴	۸۰/۵۸
۸	۱۲/۵۲	۲/۹۶	۰/۳۹	۱/۶	۳۰/۵۹	۰/۱۶	۳۶/۵۵	۳/۴۱	۴	۳/۲۵	۵۱۵/۱۸	۷۴/۳۶
۹	۷۷/۱۹	۲/۲۶	۰/۳۶	۱/۶	۳۷/۰۶	۰/۰۷	۴۶	۲/۰۱	۳/۶۴	۴/۳۸	۴۶۲	۷۹/۲۵
۱۰	۲۵۹/۳۹	۲/۴۸	۰/۳	۱/۸	۴۴/۸۲	۰/۰۵۲	۷۷/۵	۴/۸۴	۳/۷۸	۵/۴۸	۴۹۸/۳۷	۶۴/۹۷
۱۱	۳۴/۱۵	۳/۱۱	۰/۴۲	۱/۵۳	۳۷/۹۴	۰/۱۵	۵۲/۱	۲/۱	۳/۶۲	۴/۶	۵۷۸/۶۵	۷۳/۷۳
۱۲	۳۴۳/۸۷	۲/۴	۰/۲۲	۲/۱۱	۳۷/۹	۰/۰۳۵	۱۲۲/۵۴	۱/۸۴	۵/۵۷	۳/۶	۷۴۸/۱۹	۷۵/۷۳
نوع معیار	مثبت	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
وزن معیار	۰/۰۶۷	۰/۰۸۵	۰/۰۸۵	۰/۰۸۵	۰/۰۸۵	۰/۰۸۲	۰/۰۸۳	۰/۰۸۴	۰/۰۸۴	۰/۰۸۴	۰/۰۸۵	۰/۰۸۵

از پارامترهای فوق زمان تمرکز و ضریب فشردگی تأثیر منفی داشته یعنی با افزایش آن‌ها سیل خیزی کمتر و سایر پارامترها تأثیر مثبت دارند یعنی با افزایش آن‌ها سیل خیزی و تولید رواناب هم افزایش می‌یابد. وزن هر معیار هم که با روش آنتروپی شانون محاسبه گردید در جدول ۳ مشاهده می‌شود. بر این اساس وزن بیشتر پارامترها به جز مساحت حوضه (۰/۰۶۷)، بسیار به هم نزدیک بوده و بین ۰/۰۸۲ تا ۰/۰۸۵ متغیر است.

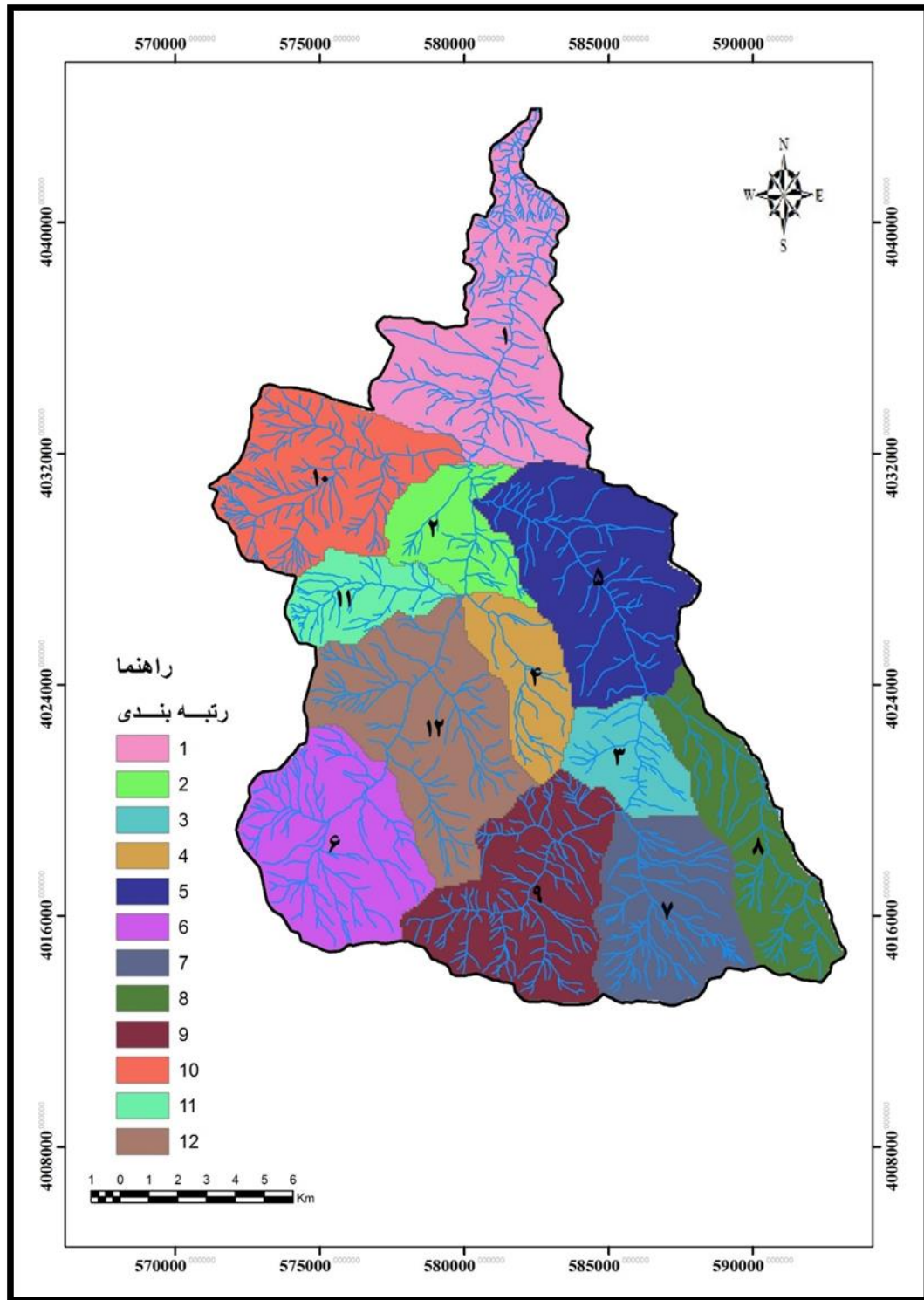
نتیجه نهایی روش تاپسیس در جدول ۴ نشان داده شده است. بر این اساس ضریب نزدیکی بالاتر به معنی پتانسیل سیل خیزی بیشتر است که در حوضه مورد مطالعه زیر حوضه‌های ۱۲، ۱۰ و ۳ به ترتیب با ضرایب نزدیکی ۰/۵۴۸، ۰/۴۸۶ و ۰/۴۶۲ بالاترین رتبه‌ها را از نظر پتانسیل سیل خیزی در حوضه دارا هستند. این سه زیر حوضه، به صورت جمع کننده بوده و با اتصال زیر حوضه‌های موازی هم هم‌زمان بیشترین رواناب را در کانال رود خواهند داشت. شکل ۲ نقشه زیر حوضه‌های منطقه مورد مطالعه را از نظر پتانسیل سیل خیزی نشان می‌دهد.

جدول ۴: محاسبه ضریب نزدیکی و رتبه‌بندی زیر حوضه‌ها از نظر سیل خیزی در حوضه گلندرود

رتبه‌بندی	ضریب نزدیکی	زیر حوضه‌ها
۷	۰/۳۳۹۴	۱
۹	۰/۳۳۴۹	۲
۳	۰/۴۶۲۲	۳
۸	۰/۳۳۹۳	۴
۵	۰/۳۵۹۷	۵
۴	۰/۳۸۸۷	۶
۶	۰/۳۳۹۷	۷
۱۱	۰/۲۹۸۵	۸
۱۲	۰/۲۳۶۱	۹
۲	۰/۴۸۶۱	۱۰
۱۰	۰/۳۱۱۰	۱۱
۱	۰/۵۴۷۸	۱۲

نتیجه‌گیری

عوامل متعددی در وقوع سیل نقش دارند و روش‌های مختلفی جهت بررسی سیل‌خیزی حوضه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مقاله، با وزن دهی پارامترهای ژئومورفولوژیکی، بارش و شماره منحنی (CN) که در وقوع سیلاب مؤثر هستند و استفاده از تکنیک تاپسیس پتانسیل سیل‌خیزی زیر حوضه‌های فاقد داده بارش و رواناب مشخص گردید. تعیین پتانسیل سیل‌خیزی مرحله‌ی قبل از اجرای پروژه‌های مرتبط با کنترل سیل و فرسایش است. در مراحل تکمیلی و عملیاتی، برداشت‌های میدانی و تخمین دبی سیل با تکنیک‌های مختلف ژئومورفیک قابل انجام است.



شکل ۲: پتانسیل سیل خیزی حوضه گلدرود بر اساس روش تاپسیس

از این رو با شناسایی مناطق با پتانسیل بیشتر، تمرکز عملیاتی بیشتری در روی زمین انجام خواهد شد. به جای اینکه فقط از داده‌های آماری و مدل‌های غیرقطعی استفاده گشود.

در این روش تأثیرگذاری پارامترهای مختلف به صورت یکجا در محاسبات نقش داده شده است و امکان دخالت دادن سایر متغیرها مانند عوامل اقتصادی و اجتماعی هم امکان پذیر است. در صورت وجود داده‌های بارش و دبی در برخی حوضه‌ها می‌توان کار آبی این روش در تعیین پتانسیل سیل خیزی حوضه‌ها مورد بررسی قرارداد.

منابع

- ۱- اسلامی، علیرضا و بهرام ثقفیان (۱۳۸۷): نقش عوامل مورفومتری و اقلیمی حوزه در تولید جریان‌های سیلابی (مطالعه موردی حوزه‌های آبخیز ناحیه غربی خزر): پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۸، صص ۱۵۷-۱۴۹.
- ۲- بزرگمهر، کیا (۱۳۸۹): بررسی استفاده از متغیرهای مورفومتری حوزه‌های آبریز در تحلیل منطقه‌ای سیلاب (مطالعه موردی: حوزه‌های آبریز سرد آب رود، چالوس و کورکورسر)، فصل‌نامه علوم و فنون منابع طبیعی، سال پنجم، شماره چهارم، صص ۹۸-۸۹.
- ۳- پور طاهری، مهدی (۱۳۸۹): کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در جغرافیا، انتشارات سمت، چاپ اول، صص ۲۲۳.
- ۴- ثروتی، محمدرضا و اردوان بهزاد (۱۳۹۰): برآورد پتانسیل سیلاب با تأکید بر ویژگی‌های ژئومورفولوژیک در دو حوضه آبخیز زلیکی و فیره رود با استفاده از روش SCS، فصل‌نامه جغرافیایی سرزمین، سال هشتم، شماره ۳۰، صص ۳۳-۴۷.
- ۵- ثروتی، محمدرضا، محمود احمدی، کاظم نصرتی و مهدی مزیانی (۱۳۹۲): پهنه‌بندی پتانسیل سیل خیزی حوزه آبخیز سراب دره شهر، فصل‌نامه جغرافیا (انجمن جغرافیایی ایران)، سال یازدهم، شماره ۳۶، صص ۷۷-۵۵.
- ۶- ثقفیان، بهرام و حسن فراز جو (۱۳۸۶): تعیین مناطق مولد سیل و اولویت‌بندی سیل خیزی واحدهای هیدرولوژیک حوزه سد گلستان، علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال اول، شماره ۱، صص ۱-۱۱.
- ۷- جوکار سرهنگی، عیسی، ابوالقاسم امیر احمدی و اسحاق نیکزاد (۱۳۸۷): مدل‌سازی برآورد سیلاب حوضه‌های آبی دامنه‌های شمالی البرز مرکزی با استفاده از ویژگی‌های ژئومورفولوژی کمی و مورفومتری و به‌کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۴، شماره ۲۹، صص ۱۶۲-۱۴۱.
- ۸- رضایی‌مقدم، محمدحسین، صیاد اصغری و مهدی فیض‌پور (۱۳۹۰): مدل‌سازی جریان سیلاب حوضه آبریز رودخانه جاجرد با استفاده از رگرسیون چند متغیره، فصل‌نامه جغرافیا (انجمن جغرافیایی ایران)، سال نهم، شماره ۳۰، صص ۱۷۶-۱۶۳.
- ۹- زهتابیان، غلامرضا، جمال قدوسی، حسن احمدی و مجتبی خلیل زاده (۱۳۸۸): بررسی اولویت پتانسیل سیل خیزی زیر حوزه‌های آبخیز و تعیین مناطق مولد سیل در آن (مطالعه موردی: حوزه آبخیز مارمه - استان فارس)، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی سال دوم، شماره ۶، صص ۱-۱۳.
- ۱۰- سلیمانی، کریم، محمد بشیر گنبد، سید رمضان موسوی و شهرام خلیقی (۱۳۸۷): پتانسیل تولید سیل در حوضه‌های آبخیز با استفاده از مدل HEC-HMS در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی حوضه معرف کسلیان)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۵، صص ۶۰-۵۱.
- ۱۱- سلیمانی ساردو، فرشاد، سعید سلطانی کوپایی و علی سلاجقه (۱۳۹۱): مکان‌یابی مناطق مؤثر بر دبی اوج سیلاب با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS در حوزه سد جیرفت، پژوهش‌های آبخیزداری، شماره ۹۵، صص ۳۲-۴۴.
- ۱۲- قشقایی زاده، نسیم، احمد نوحه‌گر و ارشک حلی‌ساز (۱۳۹۱): تعیین مناطق مولد سیل و اولویت‌بندی زیر حوزه‌ها از لحاظ سیل خیزی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز جاماش استان هرمزگان)، اولین همایش سرا سری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، صص ۱-۱۰.
- ۱۳- قنواتی، عزت‌ا...، امیر کرم و مرضیه آقا علیخانی (۱۳۹۰): کار آبی روش تحلیل سلسله مراتبی در مطالعات سیل خیزی، فصل‌نامه جغرافیا (انجمن جغرافیایی ایران)، سال نهم، شماره ۳۱، صص ۲۷۵-۲۵۵.

- ۱۴- محمودی، فرج...، مجتبی یمانی و شهرام بهرامی (۱۳۸۶): ارزیابی مدل هیدرو گراف واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیکی (GIUH) در حوضه آب خیز کنگیر(ایوان غرب)، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۰، صص ۱۴-۱.
- ۱۵- مقیمی، علی، سید رضا موسوی حرمی، احمد معتمد و حسن احمدی(۱۳۸۸): بررسی تأثیر متغیرهای مورفومتری حوضه بر روی دبی حداکثر سیل در حوضه آبریز رودخانه چالوس با استفاده از روش‌های آماری و مدل‌های ریاضی، فصل‌نامه علمی پژوهشی زمین و منابع واحد لاهیجان، سال دوم، شماره اول، صص ۸۰-۶۵.
- ۱۶- ملکی، امجد، همایون حصادی و نوشین پیروزی نژاد (۱۳۹۲): برآورد مقادیر سیلاب و ارائه مدل سیل‌خیزی در حوضه آبخیز راز آور، جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۷، شماره ۴۶، صص ۲۳۹-۲۲۳.
- ۱۷- ملکیان، آرش، اصغر افتادگان خوزانی و غدیر عشورنژاد (۱۳۹۱): پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوزه‌ی آبخیز اختراآباد با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۴۴، شماره ۴، صص ۱۵۲-۱۳۱.
- ۱۸- مؤمنی، منصور(۱۳۹۲): مباحث نوین پژوهش در عملیات، ناشر: مؤلف، چاپ پنجم، ص ۳۴۲.

- 19- Angillieri, M.Y.E. (2012): Morphometric Characterization of The Carrizal Basin Applied to The Evaluation of Flash Floods Hazard, San Juan, Argentina, Quaternary International, 253, 74-79.
- 20- Bajabaa, S. Masoud, M. and Al-Amri, N. (2013): Flash Flood Hazard Mapping Based on Quantitative Hydrology, Geomorphology and GIS Techniques (Case Study of Wadi Al Lith, Saudi Arabia), Arab J Geosci, DOI 10.1007/s12517-013-0941-2.
- 21- Diakakis, M. (2011): A Method For Flood Hazard Mapping Based on Basin Morphometry: Application in Two Catchments in Greece, Nat Hazards, 56, 803-814.
- 22- Jun, K.S. Chung, E.S. Kim, Y.G. and Kim, Y. (2013): A Fuzzy Multi-Criteria Approach to Flood Risk Vulnerability in South Korea By Considering Climate Change Impacts, Expert Systems with Applications, 40, 1003-1013.
- 23- Lee, G. Jun, K.S. and Chung, E.S. (2013): Integrated Multi-Criteria Flood Vulnerability Approach Using Fuzzy TOPSIS and Delphi Technique, Nat. Hazards Earth Syst. Sci. No.13, p.1293-1312.
- 24- Lee, G. Jun, K.S. and Chung, E.S. (2014): Group Decision-Making Approach For Flood Vulnerability Identification Using The Fuzzy VIKOR Method, Nat. Hazards Earth Syst. Discuss. 2, 6141-6171. Doi: 10.5194/nhessd-2-6141-2014.
- 25- Levy, J.K. (2005): Multiple Criteria Decision Making and Decision Support Systems For Flood Risk Management, Stoch Environ Res Risk Assess, 19: 438-447, DOI 10.1007/s00477-005-0009-2.
- 26- Sinha, R. Bapalu, G.V. Singh, L.K. and Rath, B. (2008): Flood Risk Analysis in The Kosi River Basin, North Bihar using Multi-Parametric Approach of Analytical Hierarchy Process (AHP), J. Indian Soc. Remote Sens. 36:335-349.
- 27- Walczykiewicz, T. (2015): Multi-Criteria Analysis For Selection of Activity Options Limiting Flood Risk, Water Resources, Vol. 42, No. 1, pp. 124-132.