Town & Country Planning *https://jtcp.ut.ac.ir/*
Vol. 12, No. 1, Spring & Summer 2020 *Print ISSN: 2008-7047*
Manuscript Type: Research Paper *Online ISSN: 2423-6268*
DOI: 10.22059/jtcp.2020.293947.670048

Evaluation of Flooding below Gadar Catchments based on Morphometric Parameters and Statistical Correlation

Mojtaba Yamani[1*], Mousa Abbasi[2]

1. Professor, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Ph.D. Student, Faculty of Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran

(Received: December 12, 2019; Accepted: January 27, 2020)

Abstract

Prioritizing sub-basins in terms of flooding potential has an important impact on catchment management. The purpose of prioritizing flood basins below basins is to provide a model to reduce flood hazards and evaluate the role of sub basins in peak discharge hydrograph of outflow from basin. In this study, flood potentials of sub-basins were determined based on 12 morphometric parameters and prioritization of Gadar sub-basins based on combined morphometric analysis method and statistical correlation. Initially, values of 12 morphometric parameters and index (Cv) were calculated and sub-basins were zoned for flood potential. Then, the relationship between the parameters and the effect weight of each were analyzed using Kendall's blend correlation and weighted sum analysis (WSA). Finally, Sub-Basin Prioritization Index (SWPI) was calculated based on WLS method for each sub-basin. In order to validate the results, past destructive flood location data in the Gadar catchment were used. The results showed that in the flood potential method based on 12 morphometric parameters calculated under Sheikhan tea and Sufian tea basins with high flood potential, sub-spring source basin with medium potential and Godard tea basins and Nalivan creek basins have They have little potential for flooding. In fact, 33.83% of Gadar basin area has high risk potential, 14.28% has moderate risk potential and 51.88% has low risk potential. The results of morphometric parameters and statistical correlation showed that sub-basins of Sheikh tea and Sufian tea with 24.1 and 21.10 priority sub-basins were identified respectively. Comparison of the results of the two methods with the morphometric and geomorphologic conditions of the sub-basins shows that the results obtained by relying on 12 morphometric parameters are more in line with the geomorphic conditions of the basin.

Keywords

Flood potential, Prioritization, Morphometric parameters, Statistical correlation analysis, Sub-basins gadar.

*** Corresponding Author, Email:** myamani@ut.ac.ir

آمایش سرزمین
دورهٔ ۱۲، شمارهٔ اول، بهار و تابستان ۱۳۹۹
صفحات ۲۲۴-۲۰۵ (پژوهشی)

Print ISSN: 2008-7047
Online ISSN: 2423-6268
http://jtcp.ut.ac.ir

ارزیابی سیل‌خیزی زیرحوضه‌های آبریز گادر بر اساس پارامترهای مورفومتری و همبستگی آماری

مجتبی یمانی[۱*]، موسی عباسی[۲]

۱. استاد، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. دانشجوی دکتری، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۰۷)

چکیده

اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر پتانسیل سیل‌خیزی تأثیری مهم در مدیریت حوضهٔ آبریز دارد. هدف اولویت‌بندی سیل‌خیزی در زیرحوضه‌ها ارائهٔ الگویی برای کاهش خطرات سیل و ارزیابی نقش زیرحوضه‌ها در دبی اوج هیدروگراف سیلاب خروجی از حوضه است. در پژوهش حاضر پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها بر اساس پارامترهای ۱۲گانهٔ مورفومتری و اولویت‌بندی زیرحوضه‌های آبریز گادر بر اساس روش ترکیبی آنالیز مورفومتریک و همبستگی آماری انجام گرفت. ابتدا، مقادیر ۱۲ پارامتر مورفومتری و شاخص Cv محاسبه شده، و زیرحوضه‌ها از نظر پتانسیل سیل‌خیزی پهنه‌بندی شدند. سپس، ارتباط بین پارامترها و تعیین وزن تأثیر هر یک با روش‌های همبستگی تاو کندال و آنالیز مجموع وزنی (WSA) تحلیل شد. در نهایت، شاخص اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها (SWPI) بر اساس روش ترکیب خطی وزنی (WLS) برای هر یک از زیرحوضه‌ها محاسبه شد. به‌منظور اعتبارسنجی نتایج داده‌های موقعیت سیل‌های مخرب گذشته در حوضهٔ آبریز گادر به‌کار گرفته شد. نتایج نشان داد در روش پتانسیل سیل‌خیزی که بر اساس ۱۲ پارامتر مورفومتری محاسبه‌شده، زیرحوضه‌های شیخان‌چای و صوفیان‌چای پتانسیل زیاد سیل‌خیزی، زیرحوضه چشمه‌دول، پتانسیل متوسط، و زیرحوضه‌های گدارچای و نهر نلیوان، پتانسیل کمی برای سیل‌خیزی دارند. در واقع، ۳۳٫۸۳ درصد مساحت حوضهٔ گادر دارای پتانسیل خطر زیاد، ۱۴٫۲۸ درصد دارای پتانسیل خطر متوسط، و ۵۱٫۸۸ درصد دارای پتانسیل خطر کم می‌باشند. نتایج پارامترهای مورفومتری و همبستگی آماری نشان داد به ترتیب، زیرحوضه‌های شیخان‌چای و صوفیان‌چای با مقادیر ۲۴٫۱ و ۲۱٫۱۰ اولویت‌دارترین زیرحوضه‌ها شناسایی شدند. مقایسهٔ نتایج دو روش با شرایط مورفومتری و ژئومورفولوژی زیرحوضه‌ها نشان می‌دهد نتایجی که با تکیه بر ۱۲ پارامتر مورفومتری حاصل شده است، تطبیق بیشتری با شرایط ژئومورفیک حوضه دارد.

واژگان کلیدی

اولویت‌بندی، آنالیز همبستگی آماری، پارامترهای مورفومتری، پتانسیل سیل‌خیزی، زیرحوضه‌های گادر.

* نویسندهٔ مسئول، رایانامه: myamani@ut.ac.ir

مقدمه

مفهوم مورفومتری دربرگیرندهٔ اندازه‌گیری و تحلیل عددی سطح زمین، شکل، ابعاد و فرم اراضی است (Strahler, 1964: 3). در زمینهٔ سیل‌خیزی، مورفومتری حوضه دربرگیرندهٔ شاخص‌های کمّی و توصیف‌کنندهٔ خصوصیات فیزیکی حوضه است که الگو و ویژگی‌های کمی سیل مانند مقدار، زمان وقوع، زمان تأخیر و هیدروگراف جریان را کنترل می‌کند. توسعهٔ نامتعارف شهرها به‌واسطهٔ افزایش جمعیت و به دنبال آن تغییر کاربری اراضی به به‌هم‌خوردن تعادل هیدرولوژیکی و افزایش سیل‌خیزی حوضه‌ها منجر شده است. زیرحوضه‌های آبریز از لحاظ پتانسیل فرسایش خاک، تولید رسوب و تشکیل جریان‌های سطحی متفاوت‌اند و به تبع آن، هدررفت منابع آب و خاک در آن‌ها نیز متفاوت خواهد بود (Chowdary, 2013: 5). به‌طور کلی، در سطح حوضهٔ آبخیز مسائل و مشکلات متعددی وجود دارد که با فرسایش خاک و وقوع سیلاب ارتباط دارند و برای مهار هر یک از خطرهای مزبور، مدل‌ها و روش‌های مختلفی طراحی شده است. از طرف دیگر، محدودیت بودجه‌های مدیریت منابع طبیعی موجب اجرانشدن پروژه‌های اجرایی در همهٔ زیرحوضه‌ها می‌شود؛ بنابراین، اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها به‌منظور بهبود مدیریت حوضه‌های آبریز ضرورت می‌یابد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۰: ۶). زهتابیان و همکاران (۱۳۸۸) بیان کردند به دلیل وسعت زیاد حوضه‌های آبریز و محدودیت‌های اقتصادی و اجرایی احیای همهٔ زیرحوضه‌ها یک حوضه در یک پروژهٔ هم‌زمان نه‌تنها عملی نیست، بلکه ممکن است اثرهای معکوس داشته باشد. بر این اساس، اولویت‌بندی زیرحوضه‌های آبریز تأثیر اساسی در مدیریت راهبردی و همه‌جانبهٔ حوضه‌های آبریز کشور خواهد داشت. روش آنالیز مورفومتریک و همبستگی آماری نسبت به روش‌های مرسوم اولویت‌بندی حوضه‌های آبخیز مانند روش‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) این مزیت را دارند که خطای ناشی از نظر کارشناسی در فرایند تعیین اولویت‌ها هیچ تأثیری ندارد. روش‌های AHP و FAHP بر پایهٔ مقایسه‌های زوجی انجام‌گرفته توسط کارشناسان به دلیل کامل‌نبودن تحقیقات در زمینهٔ اهمیت عوامل مؤثر فاقد مستندات علمی است. در حالی که در روش آنالیز مورفومتریک و همبستگی آماری، اولویت‌بندی بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده از لایه‌های رقومی عوامل تأثیرگذار حوضه‌های آبخیز و ایجاد رابطهٔ

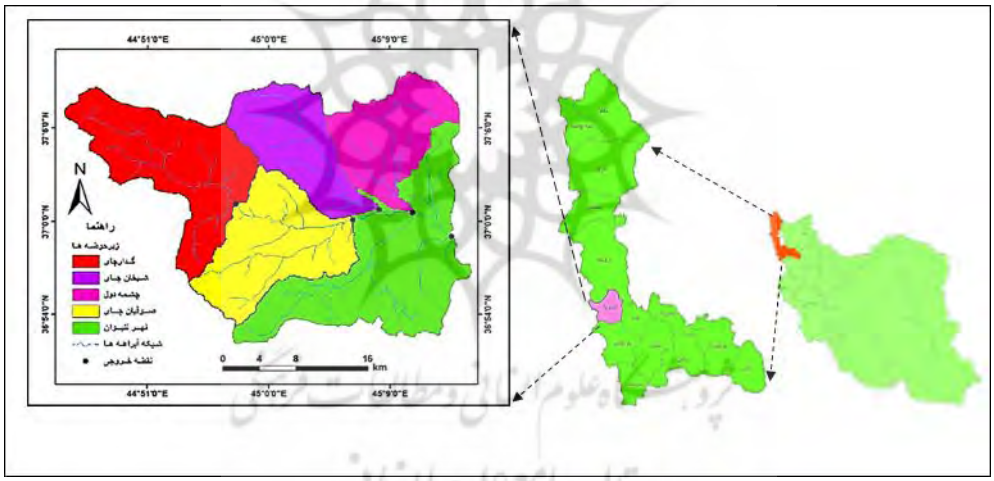
همبستگی بین پارامترها انجام می‌گیرد (Aher, 2014: 5). ارزیابی مورفومتریک به برآورد اولیهٔ هیدرولوژیکی صحیح برای پیش‌بینی درست رفتار تقریبی حوضهٔ آبریز با درنظرگرفتن شرایط ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی کمک می‌کند (Angillieri, 2008: 6). پاسخ هیدرولوژیکی حوضهٔ رودخانه با خصوصیات فیزیوگرافی حوضهٔ زهکشی، مانند اندازه، شکل، شیب، تراکم زهکشی و طول جریان‌ها ارتباط دارد (KumaR, 2015: 7). به‌کارگیری پارامترهای مورفومتری در مطالعات مخاطرهٔ سیل و تهیهٔ نقشهٔ پهنه‌بندی با استفاده از آن یک روش مفید، کارآمد و کم‌هزینه در مدیریت حوضه‌های آبخیز است، زیرا نقشه‌های پهنه‌بندی خطر سیل که به‌راحتی قابل استفاده است، باعث کاهش آثار زیان‌بار سیل می‌شوند (Bapalu & Sinha, 2005: 6). مطالعات زیادی در زمینهٔ شناخت خصوصیات مورفومتریک حوضه و ارتباط آن با سیل‌خیزی انجام گرفته است. باجابا و همکاران (۲۰۱۴) با ارزیابی ۲۵ پارامتر مورفومتری، حوضهٔ ال لیته عربستان را به سه پهنه با خطر کم، متوسط و زیاد تقسیم‌بندی کردند. سمسون و همکاران (۲۰۱۶) با به‌کارگیری پارامترهای مورفومتریک، نقشهٔ پهنه‌بندی خطر سیل در حوضهٔ اوو نیجریه را تهیه کردند و بیشتر مساحت حوضهٔ در پهنه با پتانسیل زیاد خطر قرار دارند. ابوزید و منصور (۲۰۱۸) با به‌کارگیری پارامترهای مورفومتری حوضهٔ داهاب در مصر را به پنج پهنه‌ای خطر سیل تقسیم کردند، و مناطق پرخطر توپوگرافی ناهموار و لیتولوژی نفوذناپذیر داشته‌اند. رحمتی و همکاران (۱۳۹۴) اولویت‌بندی سیل‌خیزی زیرحوضه‌های آبخیز استان گلستان بر اساس آنالیز مورفومتریک و همبستگی آماری را پژوهش کردند. نتایج نشان داد روش نوین اولویت‌بندی قادر به تعیین اولویت ترتیبی همهٔ زیرحوضه‌ها نبود، اما توانست زیرحوضه‌های با بیشترین اولویت، یعنی زیرحوضه‌های شماره‌های ۳، ۱۶ و ۹ را اولویت‌دارترین زیرحوضه‌ها برای اجرای اقدامات آبخیزداری شناسایی کند. نیری و همکاران (۱۳۹۵) حوضهٔ سطح استان کردستان را بر اساس پارامترهای مورفومتریک به دو دسته تقسیم کردند که حوضه‌های شرقی استان به علت شرایط توپوگرافی، لیتولوژی و پوشش گیاهی سیل‌خیزتر از حوضه‌های پربارش غرب استان می‌باشند. شیرانی و چاوشی (۱۳۹۶) پهنه‌بندی سیل‌خیزی حوضهٔ زهره جراحی با استفاده از پارامترهای مورفومتریک و مدل ترکیبی نوین تاپسیس- رگرسیون چندمتغیرهٔ خطی با تأکید بر تحلیل‌های کمّی ژئومورفومتریک را مطالعه کردند. نتایج نشان داد مدل ترکیبی

دقت بالایی در شناسایی زیرحوضه‌های با پتانسیل سیل‌خیزی بالا دارد، به‌طوری که در زیرحوضه‌های صیدون، امامزاده جعفر و تخت دراز بیشترین تعداد سیلاب رخ داده است که این موضوع بیان‌کنندهٔ کارایی بالای مدل، همچنین، تأثیر زیاد وضعیت مورفومتریک زیرحوضه‌ها روی پتانسیل سیل‌خیزی آن‌ها است. پروین (۱۳۹۸) ارزیابی پتانسیل سیل‌خیزی حوضهٔ سرپل ذهاب با روش تحلیل پارامترهای مورفومتریک را بررسی کردند. در روش اول با به‌کارگیری ۹ پارامتر مورفومتری تأثیرگذار بر سیل، درجهٔ خطر سیل‌خیزی برای حوضهٔ سرپل ذهاب و زیرحوضه‌های آن محاسبه شد. در روش دوم، مقادیر ۱۲ پارامتر مورفومتری و شاخص Cv محاسبه شده و حوضهٔ سرپل ذهاب و زیرحوضه‌های آن از نظر پتانسیل سیل‌خیزی پهنه‌بندی شد. نتایج نشان داد روش دوم، به علت به‌کارگیری تعداد بیشتر پارامترهای مورفومتری و تأکید بر پارامترهای مرتبط با شکل حوضه، کارایی مطلوب‌تری نسبت به روش اول دارد. با توجه به اینکه سکونتگاه‌های زیادی در حاشیهٔ رودخانه اصلی و شاخه‌های فرعی احداث شده است، بنابراین،همواره این سکونتگاه‌ها در معرض سیل به ویژه در فصل بهار، هستند و از آنجا که بسیاری از منازل مسکونی و زمین‌های کشاورزی در فاصلهٔ کمی از رودخانه قرار گرفته‌اند، توجه جدی به مدیریت سیلاب را می‌طلبد. این سیلاب‌ها در گذشته موجب تغییرات عمده‌ای در داخل حوضهٔ آبخیز و بستر اصلی و دگرگونی چشم‌انداز سیستم آبرفتی یعنی مورفولوژی کانال اصلی و کانال‌های فرعی و دشت‌های آبرفتی شده است. بنابراین، اولویت‌بندی و پهنه‌بندی خطر سیل در این حوضه ضروری است. هدف پژوهش حاضر اولویت‌بندی زیرحوضه‌های گادر بر اساس روش نوین ترکیبی آنالیز مورفومتری و همبستگی آماری و پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌های گادر با به‌کارگیری پارامترهای مورفومتری است.

موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه

حوضهٔ آبریز رودخانهٔ گادر در شمال غرب کشور و در جنوب استان آذربایجان غربی قرار گرفته است. رودخانهٔ گادر از رودخانه‌های مرزی غرب کشور است که یکی از پرآب‌ترین زیرحوضه‌های حوضهٔ آبریز دریاچهٔ ارومیهٔ است. حوضهٔ آبریز رودخانهٔ گادر از دو رشته‌کوه تقریباً موازی با هم تشکیل شده است که رودخانه در همین راستا در جریان است. رشته‌کوه‌های بخش غربی در مرز

ایران و عراق واقع شده‌اند و رشته‌کوه‌های بخش شرقی به‌عنوان خط تقسیم مرز حوضهٔ گادر با حوضهٔ زرینه‌رود و اشنویه می‌باشند. این منطقه از دیدگاه تقسیمات واحدهای ساختمانی – رسوبی ایران از نظر اشتوکلین بخشی از کمربند دگرگونی افیولیتی زون سنندج – سیرجان است. مساحت این حوضه برابر با ۹۰۵٫۷۹ کیلومترمربع و محیط آن برابر با ۴۷۳٫۹۷ کیلومتر است. بیشترین ارتفاع محدودهٔ کوه دالامپر با ارتفاع ۳۴۵۱ متر است. از سایر کوه‌ها و ارتفاعات منطقه می‌توان به کوه کیله شین، بز سینا و برده زرد اشاره کرد. حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ گادر و زهکش اصلی آن از ارتفاعات شمال و غرب اشنویه سرچشمه گرفته است و پس از طی‌کردن ارتفاعات وارد دشت آبرفتی اشنویه شده، که با عبور از این دشت حاصلخیز وارد رودخانهٔ اشنویه شده و در نهایت، به دریاچهٔ ارومیه منتهی می‌شود. حوضهٔ گادر پنج زیرحوضه دارد، زیرحوضه‌های چشمه‌دول، گدارچای، نهر نلیوان، شیخان‌چای و صوفیان‌چای (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی حوضهٔ آبریز گادر و زیرحوضه‌های آن

مواد و روش‌ها

از آنجا که واحدهای هیدرولوژیک مبنای بررسی پارامترهای مورفومتریک برای اولویت‌بندی نقشهٔ سیل‌خیزی هستند، ابتدا ، با به‌کارگیری شبکهٔ آبراهه‌ای و منحنی‌های تراز ارتفاع، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و داده‌های رقومی ارتفاعی مرز واحدهای هیدرولوژیک تفکیک شد. سپس، چون

پارامترهای مورفولوژیکی حوضهٔ آبریز در فرایندهای فرسایش خاک و تشکیل رواناب تأثیر متفاوتی دارند، اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها با روشی نوین و بر اساس تفاوت اهمیت پارامترهای مورفولوژیکی و آنالیز همبستگی آماری بین آن‌ها انجام گرفت. مقدار پارامترهای مورفومتریک برای همهٔ زیرحوضه‌ها در نرم‌افزار GIS محاسبه شد. سپس، همبستگی آماری پارامترهای مورفومتری بر اساس روش تاو کندال[1] در SPSS بررسی شد. بر اساس ماتریس همبستگی به‌دست‌آمده، می‌توان ارتباط بین پارامترها را تحلیل کرد و برای هر یک از پارامترها، وزن نسبی بدون دخالت تصمیم‌گیرندگان (مدیران) تعریف کرد. بر اساس ضرایب ماتریس همبستگی وزن هر یک از پارامترهای مورفومتری با روش آنالیز مجموع وزنی[2](WSA) تعیین شد. بر اساس رابطهٔ ۱ وزن تأثیر (Wi) یک پارامتر عبارت است از نسبت مجموع ضرایب همبستگی آن پارامتر و مجموع کل ضرایب ماتریس همبستگی. بنابراین، وزن تأثیر (W) برای همهٔ پارامترها محاسبه شد (پروین، ۱۳۹۸: ۵).

$$W_i = \frac{\sum C_i}{\sum T} \qquad (۱)$$

که در آن ∑Ci و ∑T به ترتیب، مجموع ضرایب همبستگی پارامتر iام و مجموع کل ضرایب ماتریس همبستگی است. به‌منظور تعیین شاخص اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها (SPWI) روش ترکیب خطی وزنی (WLC) به‌کار گرفته شد. وزن‌های به‌دست‌آمده برای پارامترهای مورفومتری به‌عنوان متغیرهای ورودی شاخص اولویت‌بندی به‌کار گرفته شد و در نهایت، شاخص SPWI در نرم‌افزار GIS برای هر یک از زیرحوضه‌ها بر اساس رابطهٔ ۲ محاسبه شد (پروین، ۱۳۹۸: ۵).

SPWI: W1RR + W2F+ W3F+ W4D+ W5Re+ W6Rn+ W7Rb+ W8Dt+ W9C+ W10RC+ W11K+ W12Rf (۲)

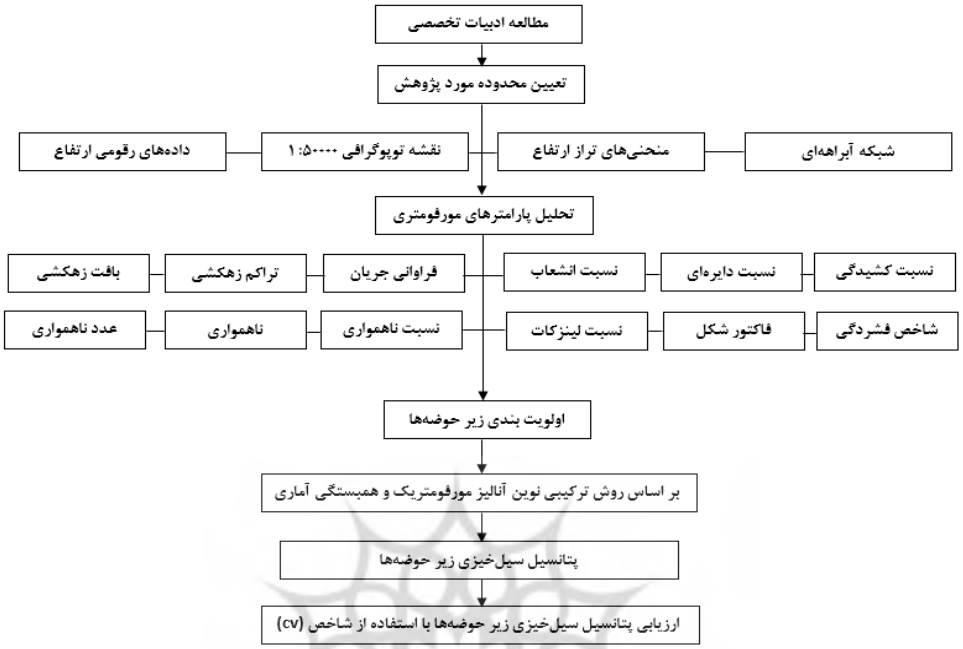
که در آن پارامتر W1 تا W12 وزن تأثیر حاصل هر یک از پارامترهای مورفومتریک، RR نسبت ناهمواری، F فراوانی جریان، D تراکم زهکشی، Rn عدد ناهمواری، Rb نسبت انشعاب، Re نسبت کشیدگی، Dt بافت زهکشی، C شاخص فشردگی، F فاکتور شکل، RC نسبت دایره‌ای، K نسبت

1. Kendall’s tau
2. WSA: Weighted Sum Analysis

لینزکات و Rf ناهمواری است. هرچه مقدار این شاخص در یک زیرحوضه بیشتر باشد، آن زیرحوضه اولویت بیشتری برای اجرای طرح‌های مدیریتی خواهد داشت (جدول ۱). در ادامه، جهت پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها دوازده پارامتر نسبت انشعاب، فراوانی آبراهه، تراکم زهکشی، بافت زهکشی، شاخص فشردگی، فاکتور شکل، نسبت دایره‌ای، نسبت کشیدگی، نسبت لینزکات، ناهمواری حوضه، عدد ناهمواری و نسبت ناهمواری که دارای نسبت مستقیمی با رواناب هستند برای پنج زیرحوضه با توجه به جدول ۲ محاسبه شد. برای مقادیر حاصل از هر یک از پارامترها دوازده‌گانه در هر زیرحوضه‌ها امتیاز تعیین شد. امتیاز تعیین‌شده بر اساس تعداد کل زیرحوضه‌ها بوده است، و از آنجا که تعداد پنج زیرحوضه در این مطالعه وجود داشت، هر پارامتر امتیاز بین ۱ تا ۵ را به خود اختصاص داد. مقادیر بالا که دارای تأثیر بیشتری در سیل‌خیزی بود، بیشترین امتیاز، و مقادیر کمتر نیز کمترین امتیاز را به خود اختصاص می‌دهند (Altaf, 2014: 6). در ادامه، شاخص Cv که حاصل میانگین ۱۲ پارامتر مورفومتری است، محاسبه شد و بر اساس نتایج آن زیرحوضه‌ها به پهنه با پتانسیل خطر زیاد تا کم سیل‌خیزی دسته‌بندی می‌شود. فلوچارت کلی پژوهش در شکل ۲ بیان شده است.

جدول ۱. پارامترهای مورفومتریک مورد بررسی

پارامتر	فرمول	منبع
نسبت ناهمواری (Relief ratio)	Rr=(Rf/LB) 100	شوم (۱۹۵۶)
فراوانی جریان(Stream frequency)	F=Nu /A	هورتن (۱۹۳۲)
تراکم زهکشی (Drainage density)	D=Lu/A	هورتن (۱۹۳۲)
عدد ناهمواری (Ruggedness number)	Rn = Rf*D	میلتون (۱۹۵۷)
نسبت انشعاب (Bifurcation ratio)	Rb=Nu/Nu+1	هورتن (۱۹۴۵)
بافت زهکشی (Drainage texture)	Dt = Nu /P	هورتن (۱۹۴۵)
شاخص فشردگی (Compactness index)	c = P/2vpA	گراویلیوس (۱۹۱۴)
فاکتور شکل (Form factor)	$F = A/L^2$	هورتن (۱۹۳۲)
نسبت دایره‌ای (Circularity ratio)	Rc = 4A/P2	میلر (۱۹۵۳)
نسبت کشیدگی (Elongation ratio)	Re=1.128(NA / Lb)	شوم (۱۹۵۶)
نسبت لینزکات (Lemniscate ratio)	K = 12/4A	چورلی و همکاران (۱۹۵۷)
ناهمواری (Relief)	Rf= Hmox - Hmin	استرالر (۱۹۵۷)



شکل ۲. فلوچارت کلی پژوهش

جدول ۲. نتایج محاسبات آنالیز مورفومتری زیرحوضه‌ها

پارامتر	چشمه‌دول	گدارچای	نهر نلیوان	شیخان‌چای	صوفیان‌چای
نسبت کشیدگی	۰٫۵۶	۰٫۹۶	۰٫۹۱	۰٫۵۸	۰٫۶۳
نسبت دایره‌ای	۰٫۳۱	۰٫۱۵	۰٫۲۵	۰٫۳۲	۰٫۳۳
نسبت انشعاب	۲٫۱۳	۱٫۸۹	۱٫۸۸	۲٫۴۲	۶٫۴
فراوانی جریان (کیلومترمربع)	۲٫۱۷	۰٫۹۷	۱٫۲۳	۲٫۴۶	۱٫۳۱
تراکم زهکشی (کیلومتر / کیلومترمربع	۱٫۲۸	۰٫۸۶	۰٫۸۲	۱٫۲۳	۱٫۰۹
بافت زهکشی	۳٫۹	۱٫۷۸	۲٫۵	۴٫۵	۲٫۷۷
شاخص فشردگی	۱٫۷۷	۲٫۴۹	۱٫۹۷	۲	۱٫۷۵
فاکتور شکل	۰٫۵۸	۰٫۶۰	۰٫۳۵	۰٫۳۲	۰٫۶۸
نسبت لینزکات	۰٫۰۲۳	۰٫۰۱۱	۰٫۰۲۴	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۴
نسبت ناهمواری	۴٫۲۱	۵٫۱۷	۲٫۲۳	۵٫۰۹	۳٫۴۲
ناهمواری (متر)	۱۴۰۰	۱۹۰۰	۲۰۰۰	۲۱۰۰	۱۸۰۰
عدد ناهمواری	۱٫۷۹	۱٫۷۲	۱٫۶۴	۲٫۵۸	۱٫۹۶

یافته‌ها

اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها بر اساس روش ترکیبی آنالیز مورفومتریک و همبستگی آماری

همهٔ متغیرهای دوازده‌گانه شامل نسبت کشیدگی نسبت دایره‌ای، نسبت انشعاب، فراوانی جریان، تراکم زهکشی، بافت زهکشی، شاخص فشردگی، فاکتور شکل، نسبت لینزکات، نسبت ناهمواری، ناهمواری و عدد ناهمواری برای همهٔ زیرحوضه‌ها در جدول ۲ محاسبه شد و برای به‌کارگیری رابطهٔ بین پارامترهای مورفومتری، روش همبستگی تاو کندال به‌کار گرفته شد. نتایج این همبستگی آماری در جدول ۳ نشان داده شده است و سپس، وزن تأثیر (Wi) هر یک از پارامترها بر اساس روش آنالیز مجموع وزنی به دست آمد. بر اساس جدول ۴ شاخص عدد ناهمواری ۰٫۲۰ و تراکم زهکشی ۰٫۱۳ است که آنالیز وزنی سایر پارامترها در جدول ۴ بیان شده است.

جدول ۳. ماتریس همبستگی خصوصیات مورفومتری زیرحوضه‌ها

	نسبت کشیدگی	نسبت دایره‌ای	نسبت انشعاب	فراوانی جریان	تراکم زهکشی	بافت زهکشی	شاخص فشردگی	فاکتور شکل	نسبت لینزکات	نسبت ناهمواری	ناهمواری	عدد ناهمواری
نسبت کشیدگی	۱	−۰٫۴	−۰٫۲	−۰٫۸	−۰٫۸	−۰٫۸	۰٫۴	۰٫۲	−۰٫۲	۰	۰٫۲	−۰٫۴
نسبت دایره‌ای	−۰٫۴	۱	۰٫۸	۰٫۶	۰٫۲	۰٫۶	−۰٫۶	۰	۰	−۰٫۲	۰	۰٫۶
نسبت انشعاب	−۰٫۲	۰٫۸	۱	۰٫۴	۰٫۴	۰٫۴	−۰٫۴	۰٫۲	−۰٫۲	۰	−۰٫۲	۰٫۸
فراوانی جریان	−۰٫۸	۰٫۶	۰٫۴	۱	۰٫۶	۱	−۰٫۲	−۰٫۴	۰	۰٫۲	۰	۰٫۶
تراکم زهکشی	−۰٫۸	۰٫۲	۰٫۴	۰٫۶	۱	۰٫۶	−۰٫۲	۰	۰	۰٫۲	−۰٫۴	۰٫۶
بافت زهکشی	−۰٫۸	۰٫۶	۰٫۴	۱	۰٫۶	۱	−۰٫۲	−۰٫۴	۰	۰٫۲	۰	۰٫۶
شاخص فشردگی	۰٫۴	−۰٫۶	−۰٫۴	−۰٫۲	−۰٫۲	−۰٫۲	۱	−۰٫۴	−۰٫۴	۰٫۶	۰٫۴	−۰٫۲
فاکتور شکل	۰٫۲	۰	۰٫۲	−۰٫۴	۰	−۰٫۴	−۰٫۴	۱	−۰٫۲	۰	−۰٫۶	۰
نسبت لینزکات	−۰٫۲	۰	−۰٫۲	۰	۰	۰	−۰٫۴	−۰٫۲	۱	−۰٫۸	−۰٫۲	−۰٫۴
نسبت ناهمواری	۰	−۰٫۶	۰	۰٫۲	۰٫۲	۰٫۲	۰٫۶	۰	−۰٫۸	۱	۰	۰٫۲
ناهمواری	۰٫۲	۰	−۰٫۲	۰	−۰٫۴	۰	۰٫۴	−۰٫۶	−۰٫۲	۰	۱	۰
عدد ناهمواری	۰٫۴	۰٫۶	۰٫۸	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۶	−۰٫۲	۰	−۰٫۴	۰٫۲	۰	۱
مجموع همبستگی‌ها	−۱٫۱	۲٫۶	۳٫۶	۳٫۲	۲٫۲	۳	−۰٫۴	−۰٫۶	−۱٫۴	۱٫۴	۰٫۰۲	۳٫۲
مجموع کل	۱۵۹	۱۵۹	۱۵۹	۱۵۹	۱۵۹	۱۵۹	۱۵۹	۱۵۹	۱۵۹	۱۵۹	۱۵۹	۱۵۹

جدول ٤. وزن تأثیر (WJ) به‌دست‌آمده برای همهٔ پارامترهای مورفومتری

پارامتر	عدد ناهمواری	ناهمواری	نسبت ناهمواری	نسبت لیتزکات	فاکتور شکل	شاخص فشردگی	بافت زهکشی	تراکم زهکشی	فراوانی جریان	نسبت انشعاب	نسبت دایره‌ای	نسبت کشیدگی
وزن تأثیر (W_J)	۰٫۲۰	۰٫۰۱	۰٫۰۸	-۰٫۰۸	-۰٫۰۳	-۰٫۰۲	۰٫۱۸	۰٫۱۳	۰٫۲۰	۰٫۲۲	۰٫۱۶	-۰٫۰۷

شاخص اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها (SWPI) بر اساس روش ترکیب خطی وزنی (WLC) مطابق با رابطهٔ ۳ تعیین شد (پروین، ۱۳۹۸: ۸).

SWPI: ۰٫۰۸Rr + ۰٫۲۰Rn+ ۰٫۲۰F+ ۰٫۱۳D+ ۰٫۰۳Ish+ ۰٫۲۲Rb -۰٫۰۷ Rc- ۰٫۱۸Dt- ۰٫۰۲C+ ۰٫۱۶RC۰ -۰٫۰۸ K+ ۰٫۰۱Rf (۳)

در نهایت، مقدار شاخص مزبور برای هر زیرحوضه محاسبه شد، و بر اساس آن اولویت‌بندی نهایی زیرحوضه‌های آبریز گادر انجام گرفت که نتایج آن در جدول ۵ بیان شده است. به‌منظور تعیین دقت روش ترکیبی آنالیز مورفومتریک و همبستگی آماری در اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها داده‌های موقعیت سیل‌های گذشته که در حوضهٔ گادر رخ داده است، به‌کار گرفته شد. در این بخش، مجموع تعداد نقاط سیل برای هر یک از زیرحوضه‌ها به تفکیک محاسبه شده، و نتایج آن در جدول ۶ بیان شده است.

نتایج اعتبارسنجی نشان داد روش نوین آنالیز مورفومتریک و همبستگی آماری در اولویت‌بندی تمام زیرحوضه‌ها به‌نسبت خوب عمل نکرده است، ولی این روش در شناسایی زیرحوضه‌های دارای بیشترین اولویت (حادترین شرایط) دقت مناسبی دارد. دلیل این امر را می‌توان کارایی کمتر آنالیز مورفومتریک و مشخصات آبراهه‌ها در حوضه‌های آبریز کم‌شیب دانست. همچنین، دلیل دقیق برآوردنکردن اولویت برخی زیرحوضه‌ها، درنظرنگرفتن عوامل انسانی و اجتماعی زیرحوضه‌های آبریز است که تأثیر زیادی در فرایندهای هیدرولوژیکی حوضهٔ آبریز دارد. بر اساس نتایج اعتبارسنجی، زیرحوضه‌های شیخان‌چای و صوفیان‌چای دارای بیشترین اولویت می‌باشند که روش نوین آنالیز مورفومتریک و همبستگی آماری به‌درستی آن‌ها را در بالاترین اولویت برای توجه بیشتر مدیران لحاظ کرده است.

جدول ۵. مقدار شاخص (SWPI) و اولویت‌بندی نهایی زیرحوضه‌ها

زیرحوضه	SWPI	اولویت
چشمه‌دول	۱۶٫۵۰	۵
گدارچای	۲۰٫۸۰	۳
نهر نلیوان	۲۰٫۷۶	۴
شیخان‌چای	۲۴٫۰۱	۱
صوفیان‌چای	۲۱٫۱۰	۲

جدول ۶. تعداد وقایع سیل‌های ثبت‌شده به‌نسبت بزرگ برای زیرحوضه‌های آبریز گادر

زیرحوضه	تعداد وقوع سیل	سال‌های وقوع سیل
چشمه‌دول	۶	۶۵، ۶۸، ۷۲، ۸۱، ۸۷، ۹۶
گدارچای	۴	۶۵، ۸۱، ۸۷، ۹۶
نهر نلیوان	۵	۶۵، ۷۲، ۸۱، ۸۷، ۹۶
شیخان‌چای	۶	۶۵، ۶۸، ۷۲، ۸۱، ۸۷، ۹۶
صوفیان‌چای	۸	۶۵، ۶۸، ۷۲، ۷۵، ۷۸، ۸۱، ۸۷، ۹۶

منبع: سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی

پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها با به‌کارگیری تحلیل پارامترهای مورفومتریک

نسبت کشیدگی به درک ویژگی‌های هیدرولوژیکی حوضهٔ زهکشی کمک می‌کند و مقدار آن بین ۱ برای حوضه‌های دایره تا ۰ برای حوضه‌های کشیده در نوسان است. مقادیر بالای آن نشان‌دهندهٔ شکل دایرهٔ حوضه، دبی پیک بالا و پتانسیل سیل‌خیزی بالا است (Singh & Singh, 1997: 9). مقادیر نسبت کشیدگی در همهٔ زیرحوضه‌ها بیش از ۰٫۵ بوده و حاکی از پتانسیل بالای سیل‌خیزی در آن‌ها است. استرالر (۱۹۶۴) نسبت دایره را یک اندازه‌گیری کمّی برای تجسم شکل حوضه می‌داند. مقادیر بالای این پارامتر نشان‌دهندهٔ شکل دایره، ناهمواری بالا تا متوسط و نفوذپذیری کم در حوضه است که باعث ایجاد دبی پیک در زمان کمتر می‌شود. مقادیر پایین نیز بیان‌کنندهٔ شکل کشیدهٔ حوضه، زمان تمرکز طولانی و دبی پیک کمتر و پتانسیل سیل‌خیزی کمتر است. میزان نسبت دایره‌ای زیرحوضه‌های صوفیان‌چای ۰٫۳۳، شیخان‌چای ۰٫۳۲ و چشمه‌دول ۰٫۳۱ است، که نشان‌دهندهٔ شکل به‌نسبت کشیده آن‌ها و پتانسیل سیل‌خیزی نسبتاً زیاد در آن‌ها است. میزان این

پارامتر در زیرحوضه گدارچای ۰٫۲۵ و زیرحوضه نهر نلیوان ۰٫۱۵ است که حاکی از شکل کشیدهٔ آن‌ها و پتانسیل سیل‌خیزی کم آن‌ها است (جدول ۷). نسبت انشعاب یک پارامتر مهم تأثیرگذار بر دبی پیک هیدروگراف رواناب است که مقادیر بالای آن حاکی از دبی آنی بالا و رخداد سیل است (Howard, 1990: 5). استرالر[1] (۱۹۶۴) معتقد است نسبت انشعاب در نواحی کوهستانی و پرشیب بین ۳ تا ۴ است. مقادیر نسبت انشعاب حاکی از پتانسیل کم سیل‌خیزی به‌جز حوضهٔ صوفیان‌چای که دارای ۶٫۴ می‌باشد، و نشان‌دهندهٔ کوهستانی و پتانسیل سیل‌خیزی بالا است (جدول ۷). پارامتر فروانی آبراهه‌ها با نفوذپذیری، ظرفیت نفوذ، ناهمواری و ایجاد رواناب در ارتباط بوده و مقادیر بالای آن حاکی از نفوذناپذیری مواد زیرسطحی، ناهمواری بالا و کم‌بودن ظرفیت نفوذ است (Patton & Baker, 1976: 8). مقادیر پارامتر فروانی آبراهه در زیرحوضه‌ها حاکی از پتانسیل متوسط سیل‌خیزی آن‌ها است. تراکم زهکشی عاملی مهم در کنترل رواناب سطحی است که بر میزان دبی سیل تأثیرگذار است (Pallard et al., 2009: 5). در مناطق با نفوذپذیری کم، ناهمواری زیاد و پوشش گیاهی کم مقادیر این پارامتر بالا است. مقادیر تراکم زهکشی در زیرحوضهٔ گدارچای و نهر نلیوان به ترتیب ۰٫۸۶ و ۰٫۸۲ کیلومتر/ کیلومترمربع بوده و درسایر زیرحوضه‌ها بیشتر از ۱ است. بافت زهکشی یک مفهوم ژئومورفولوژیکی است که بازتاب‌دهندهٔ شرایط لیتولوژیکی، ظرفیت نفوذ، ناهمواری و توپوگرافی حوضه است (Rai et al., 2018: 6). بر اساس طبقه‌بندی اسمیز[2] (۱۹۵۸) بافت زهکشی زیرحوضه‌ها نیز بافت زهکشی درشت دارند که حاکی از نفوذپذیری مناسب و زمان واکنش دیرتر به بارش و ایجاد رواناب است. شاخص فشردگی عددی از درجهٔ انحراف شکل حوضه از یک دایرهٔ استاندارد بوده و متأثر از شرایط لیتولوژیکی، پوشش گیاهی و رژیم اقلیمی حوضه است (Wentz, 2000: 5). حوضه‌های دایره (C= ۱) دارای کوتاه‌ترین زمان تمرکز قبل از پیک جریان بوده و در حوضه‌های غیردایره (C>۱) بر عکس است (Altaf et al., 2013: 7). زیرحوضه‌های چشمه‌دول، صوفیان‌چای و نهر نلیوان نسبت به زیرحوضه گدارچای و شیخان‌چای ضریب نفوذ کمتر، ضریب رواناب بالا و پتانسیل خطر سیل‌خیزی دارند. هورتون (۱۹۴۵) فاکتور

1. Straler
2. Smith

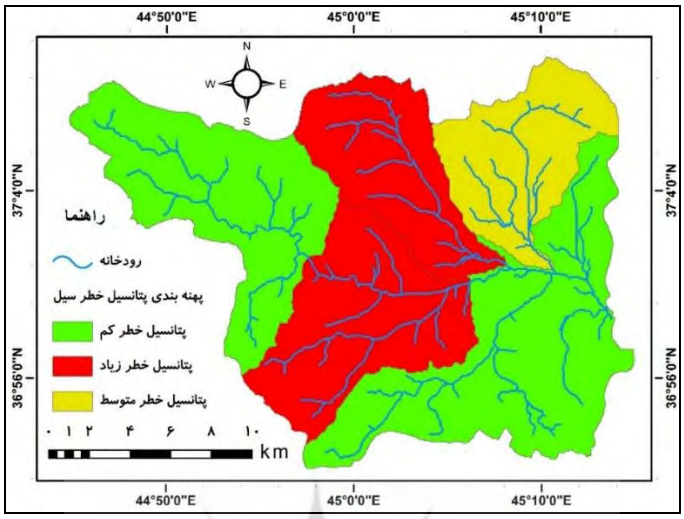
شکل را نشان‌دهندهٔ شکل یا طرح کلی حوضه و نسبت بین مساحت و طول حوضه می‌داند. مقادیر بالای فاکتور شکل نشان‌دهندهٔ پتانسیل بالا برای ایجاد جریان‌های با پیک بالا در زمان کوتاه بوده و مقادیر کم برعکس است (Reddy et al., 2004: 8). نسبت لینزکات برای تعیین شکل و شیب حوضهٔ زهکشی به‌کار گرفته می‌شود (Chorley et al., 1957: 11). بر اساس طبقه‌بندی لیکودی و زانیس (۲۰۰۴) مقادیر لینزکات بین ۵ / ۰ تا ۸ / ۱ بیان‌کنندهٔ شکل کشیدهٔ حوضه، مقادیر کمتر از ۵ / ۰ بیان‌کنندهٔ نزدیکی به حالت دایره و مقادیر بیشتر از ۲ نیز بیان‌کنندهٔ کشیدگی کامل حوضه است. حوضه‌های دارای مقادیر کم لینزکات، زمان تمرکز کم، دبی پیک بالا و پتانسیل سیل‌خیزی بالا دارند (Chorley et al., 1957: 9). مقادیر این پارامتر حاکی از شکل دایره و پتانسیل بالای سیل‌خیزی در همهٔ زیرحوضه‌های آن است. نسبت ناهمواری بالا در حوضه‌های زهکشی نشان دهندهٔ زمان تأخیر کم، سرعت جریان بالا، دبی پیک بالا است (Bhatt & Ahmed, 2014: 12). نسبت ناهمواری زیرحوضه‌های چشمه‌دول، گدارچای و شیخان‌چای بالای ۴ است که نشان‌دهندهٔ پتانسیل سیل‌خیزی بالای آن‌ها است (جدول ۷). شاخص عدد ناهمواری منعکس‌کنندهٔ شیب و توپوگرافی حوضه بوده و از شاخص‌های مهم مؤثر بر رواناب است. در حوضه‌های دارای دامنه-هایی شیب‌دار، سرعت جریان بیشتر، رواناب سطحی سریع‌تر و زمان رسیدن به پیک هیدروگراف کمتر است و به دلیل افزایش ناهمواری و تراکم زهکشی دبی پیک افزایش می‌یابد. میزان پارامتر عدد ناهمواری در زیرحوضهٔ شیخان‌چای ۲٫۵۸ بوده، که حاکی از پتانسیل متوسط سیل‌خیزی این حوضه‌ها است. پتانسیل سیل‌خیزی چهار زیرحوضهٔ دیگر کمتر است. پارامتر ناهمواری عاملی مهم برای درک ویژگی‌های اصلی حوضهٔ آبخیز، لندفرم‌ها، توسعهٔ شبکهٔ زهکشی، ویژگی‌های رواناب و شرایط فرسایش ناهمواری‌ها است. مقادیر بالای این پارامتر باعث نفوذ کم، ضریب رواناب بالا و پاسخ سریع هیدرولوژیکی به رخداد بارش و پتانسیل سیل‌خیزی بالا است (Ozdemir et al., 2009: 6). میزان پارامتر ناهمواری در حوضه در اکثر زیرحوضه‌ها بیش از ۱۸۰۰ است که نشان‌دهندهٔ پتانسیل بالای سیل‌خیزی است (جدول ۷).

جدول ۷. میزان پارامترهای مورفومتری دوازده‌گانه در زیرحوضه‌ها

پارامتر	چشمه‌دول	گدارچای	نهر نلیوان	شیخان‌چای	صوفیان‌چای
نسبت کشیدگی	۰٫۵۶	۰٫۹۶	۰٫۹۱	۰٫۵۸	۰٫۶۳
نسبت دایره‌ای	۰٫۳۱	۰٫۱۵	۰٫۲۵	۰٫۳۲	۰٫۳۳
نسبت انشعاب	۲٫۱۳	۱٫۸۹	۱٫۸۸	۲٫۴۲	۶٫۴
فراوانی جریان (کیلومترمربع)	۲٫۱۷	۰٫۹۷	۱٫۲۳	۲٫۴۶	۱٫۳۱
تراکم زهکشی(کیلومتر / کیلومترمربع	۱٫۲۸	۰٫۸۶	۰٫۸۲	۱٫۲۳	۱٫۰۹
بافت زهکشی	۳٫۹	۱٫۷۸	۲٫۵	۴٫۵	۲٫۷۷
شاخص فشردگی	۱٫۷۷	۲٫۴۹	۱٫۹۷	۲	۱٫۷۵
فاکتور شکل	۰٫۵۸	۰٫۶۰	۰٫۳۵	۰٫۳۲	۰٫۶۸
نسبت لینزکات	۰٫۰۲۳	۰٫۰۱۱	۰٫۰۲۴	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۴
نسبت ناهمواری	۴٫۲۱	۵٫۱۷	۲٫۲۳	۵٫۰۹	۳٫۴۲
ناهمواری (متر)	۱۴۰۰	۱۹۰۰	۲۰۰۰	۲۱۰۰	۱۸۰۰
عدد ناهمواری	۱٫۷۹	۱٫۷۲	۱٫۶۴	۲٫۵۸	۱٫۹۶

ارزیابی پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها با به‌کارگیری شاخص Cv

پارامترهای دوازده‌گانهٔ انتخابی رابطه‌ای مستقیم با رواناب و پتانسیل سیل‌خیزی دارند. بنابراین، مقادیر بالای پارامترها با توجه به تأثیر بیشتر در پارامترهای دوازده‌گانهٔ انتخابی رابطه‌ای مستقیم با رواناب و پتانسیل سیل‌خیزی دارند. بنابراین، مقادیر بالای پارامترها با توجه به تأثیر بیشتر در پتانسیل سیل‌خیزی بیشترین امتیاز (امتیاز ۵)، و مقادیر کمتر، پایین‌ترین امتیاز (امتیاز ۱) را به خود اختصاص می‌دهند. جدول ۸ مقادیر امتیاز اختصاص‌یافته به هر پارامتر را در هر زیرحوضه نشان می‌دهد. مقادیر شاخص Cv برای هر زیرحوضه از میانگین‌گیری از شاخص‌های ۱۲گانه به‌دست آمده است و بر این اساس، زیرحوضه‌های شیخان‌چای و صوفیان‌چای پتانسیل زیاد سیل‌خیزی، زیرحوضهٔ چشمه‌دول پتانسیل متوسط داشته، و زیرحوضه‌های گدارچای و نهر نلیوان دارای پتانسیل کمی برای سیل‌خیزی دارند (شکل ۳).



شکل ۳. نقشهٔ پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌های رود گادر بر اساس پارامترهای ۱۲گانه

جدول ۸. میزان پارامترهای مورفومتری دوازده‌گانه در زیرحوضه‌ها

پارامتر	چشمه‌دول	گدارچای	نهر نلیوان	شیخان‌چای	صوفیان‌چای
نسبت کشیدگی	۱	۵	۴	۲	۳
نسبت دایره‌ای	۳	۱	۲	۴	۵
نسبت انشعاب	۳	۲	۱	۴	۵
فراوانی جریان (کیلومترمربع)	۴	۱	۲	۵	۳
تراکم زهکشی (کیلومتر / کیلومترمربع	۵	۲	۱	۴	۳
بافت زهکشی	۴	۱	۲	۵	۳
شاخص فشردگی	۴	۱	۳	۲	۵
فاکتور شکل	۳	۴	۲	۱	۵
نسبت لینزکات	۲	۵	۱	۴	۳
نسبت ناهمواری	۳	۵	۱	۴	۲
ناهمواری (متر)	۱	۳	۴	۵	۲
عدد ناهمواری	۳	۲	۱	۵	۴
شاخص Cv	۳	۲٫۶۶	۲	۳٫۷۵	۳٫۵۸
پتانسیل خطر	متوسط	کم	کم	زیاد	زیاد

نتیجه‌گیری

از آنجا که خصوصیات فیزیوگرافی و مورفومتری زیرحوضه‌های آبریز تأثیر زیادی در سیل‌خیزی و رفتار هیدرولوژیکی دارد، می‌توان بر اساس آن وضعیت و پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها را بررسی کرد. در پژوهش حاضر به‌منظور پتانسیل سیل‌خیزی، ابتدا، زیرحوضه‌های گادر بر اساس روش نوین آنالیز مورفومتریک و همبستگی آماری اولویت‌بندی شد. بر اساس این روش، نتایج نشان داد زیرحوضهٔ شیخان‌چای و صوفیان‌چای برای اجرای اقدامات مدیریتی در بیشترین اولویت قرار دارند که به‌منظور اطمینان از نتایج این روش، داده‌های وقوع سیل‌های گذشتهٔ حوضهٔ گادر برای اعتبار سنجی به‌کار گرفته شد. بر اساس نتایج، به ترتیب، زیرحوضه‌های شیخان‌چای و صوفیان‌چای با مقادیر ۲۴٫۱ و ۲۱٫۱۰ اولویت‌دارترین زیرحوضه‌ها شناسایی شدند. از مزایای مهم این روش نوین مطرح‌شده این است که تجزیه‌وتحلیل‌ها بر اساس رابطهٔ آماری و واقعی بین پارامترهای مورفومتریک انجام گرفته، که به تبع آن خطای ناشی از مقایسه‌های نظری مدیران در اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها حذف شده است که این نوع اولویت‌بندی با دقت بیشتر و به وقایع نزدیک‌تر خواهد شد. در حالی که در روش‌هایی مانند فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها بر اساس دخالت مستقیم تصمیم‌گیرندگان (مقایسهٔ زوجی پارامترها) است که خطای زیادی در تعیین اولویت زیرحوضه‌ها دارد. در روش پتانسیل سیل‌خیزی که بر اساس ۱۲ پارامتر مورفومتری محاسبه شده است، زیرحوضه‌های شیخان‌چای و صوفیان‌چای پتانسیل زیاد سیل‌خیزی، زیرحوضهٔ چشمه‌دول پتانسیل متوسط، و زیرحوضه‌های گدارچای و نهر نلیوان، پتانسیل کمی برای سیل‌خیزی دارند. در واقع، ۳۳٫۸۳ درصد مساحت حوضهٔ گادر دارای پتانسیل خطر زیاد، ۱۴٫۲۸ درصد دارای پتانسیل خطر متوسط، و ۵۱٫۸۸ درصد دارای پتانسیل خطر کم است. در این روش بر پارامترهای مرتبط با شکل حوضه (شاخص فشردگی، نسبت لینزکات، نسبت دایره‌ای، نسبت کشیدگی و فاکتور شکل) تأکید بیشتری شده است. پارامترهای شکلی بر زمان تمرکز، میزان نفوذ و ضریب رواناب تأثیر می‌گذارند. در این روش بر پارامترهای ناهمواری و خطی نیز تأکید شده است. مقایسهٔ نتایج دو روش با شرایط مورفومتری و ژئومورفولوژی زیرحوضه‌ها نشان می‌دهد نتایجی که با تکیه بر ۱۲ پارامتر مورفومتری حاصل شده است، تطبیق

بیشتری با شرایط ژئومورفیک حوضه دارد. زیرحوضهٔ نهر نلیوان که شیب کم توپوگرافی داشته، و در محدودهٔ رسوبات مخروط‌افکنه‌ای قرار دارد و زیرحوضهٔ گدارچای، به دلیل اینکه حوضه‌ای کشیده است، پتانسیل خطر کمتر دارند. در حالی که زیرحوضه‌های شیخان‌چای و صوفیان‌چای به علت ناهمواری زیاد و قرارگرفتن در نهشته‌های نفوذناپذیر از قبیل ماسه‌سنگ، کنگلومرا و سنگ‌های دگرگونی منطقه، دامنه‌های شیب‌دار داشته، و از لحاظ شکل به ویژه زیرحوضهٔ صوفیان‌چای با توجه به نزدیکی به شکل دایره، پتانسیل خطر زیاد دارند. به‌منظور تکمیل پژوهش حاضر، پیشنهادهایی به پژوهشگران آتی که در این زمینه علاقه‌مندند، توصیه می‌شود: ۱. به کارگیری همزمان روش‌های اولویت‌بندی مبتنی بر مدلسازی هیدرولوژیک و اولویت‌های مبتنی بر آنالیز مورفومتری و مقایسهٔ نتایج هر دو با یکدیگر. ۲. به‌کارگیری روش‌های بهینه‌سازی اقدامات اجرایی کنترل سیلاب (از قبیل برنامه‌ریزی‌های غیرخطی) در تحلیل اولویت‌بندی زیرحوضه‌های آبریز.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

پروین، منصور (۱۳۹۸). ارزیابی پتانسیل سیل‌خیزی با استفاده از تحلیل پارامترهای مورفومتریک مطالعهٔ موردی: حوضهٔ سرپل زهاب. *پژوهش‌های دانش زمین*، دورهٔ ۱۰، شمارهٔ ۳۹، صفحات ۱۹۰– ۱۷۴.

رحمتی ، امید، طهماسبی‌پور، ناصر و پورقاسمی، حمیدرضا (۱۳۹۴). اولویت‌بندی سیل‌خیزی بر اساس آنالیز مورفومتریک و همبستگی آماری، مطالعهٔ موردی: زیرحوضه‌های آبخیز استان گلستان. *مجلهٔ اکو هیدرولوژی*، دورهٔ ۲، شمارهٔ ۲، صفحات ۱۶۱ – ۱۵۱.

زهتابیان، غلامرضا، قدوسی، جمال، احمدی، حسن و خلیلی‌زاده، مجتبی (۱۳۸۸). بررسی اولویت پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌های آبخیز و تعیین مناطق مولد سیل در آن (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبخیز مارمه استان فارس). *فصل‌نامهٔ جغرافیای طبیعی*، شمارهٔ ۶، صفحات ۳۸ – ۲۷.

شیرانی، کورش و چاوشی، ستار (۱۳۹۶). پهنه‌بندی سیل‌خیزی حوضه با تأکید بر تحلیل‌های کمی ژئومورفومتریک؛ مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبخیز زهره جراحی. *نشریهٔ علوم آب و خاک*، دورهٔ ۲۲، شمارهٔ ۴، صفحات ۷۲–۵۹.

محمدی، علی‌اصغر و احمدی، حسن (۱۳۹۰). اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها جهت ارائهٔ برنامه‌های احیایی آبخیزداری (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبخیز معروف). *فصل‌نامهٔ جغرافیایی سرزمین*، دورهٔ ۸، شمارهٔ ۲۹، صفحات ۷۷ – ۶۹.

نیری، هادی، سالاری، ممند و میرزامرادی، اسرین (۱۳۹۵). پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌های آبریز استان کردستان با به‌کارگیری شاخص‌های مورفومتری و تحلیل‌های آماری. *پژوهش‌های کمّی*، دورهٔ ۵، شمارهٔ ۱، صفحات ۱۹۰ –۱۸۱.

References

Aher, P., Adinarayana, J., & Gorantiwar, S. D. (2014). Quantification of morphometric characterization and prioritization for management planning in semi-arid tropics of India: A remote sensing and GIS approach. *Journal of Hydrology*, 511, pp. 850-860.

Abuzied, S. M., & Mansour, B. M. (2018). Geospatial hazard modeling for the delineation of flash flood-prone zones in Wadi Dahab basin, Egypt. *Journal of Hydroinformatics*, 21(1), pp. 180-206.

Angillieri, M. Y. E. (2008). Morphometric analysis of Colangüil river basin and flash flood hazard, San Juan, Argentina. *Environmental Geology*, 55(1), pp. 107-111.

Altaf, S., Meraj, G., & Romshoo, S. A. (2014). Morphometry and land cover based multi-criteria analysis for assessing the soil erosion susceptibility of the western Himalayan watershed. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(12), pp. 8391-8412.

Bapalu, G. V., & Sinha, R. (2005). GIS in flood hazard mapping: A case study of Kosi River Basin, India. *GIS Development Weekly*, 1(13), pp. 1-3.

Bhatt, S., & Ahmed, S. A. (2014). Morphometric analysis to determine floods in the Upper Krishna basin using Cartosat DEM. *Geocarto International*, 29(8), pp. 878-894.

Bajabaa, S., Masoud, M., & Al-Amri, N. (2014). Flash flood hazard mapping based on quantitative hydrology, geomorphology and GIS techniques (case study of Wadi Al Lith, Saudi Arabia). *Arabian Journal of Geosciences*, 7(6), pp. 2469-2481.

Chowdary, V. M., Chakraborthy, D., Jeyaram, A., Krishna Murthy, Y. V. N., Sharma, J. R., & Dadhwal, V. K. (2013). Multi-Criteria decision making approach for watershed prioritization using Analytic Hierarchy Process Technique and GIS. *Water Resource Management*, 27, pp. 3555-3571.

Chorley, R. J., Malm, D. E. G., & Pogorzelski, H. A. (1957). A new standard for estimating basin shape. *American Journal of Science*, 255, pp. 138-141.

Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin*, 56(3), pp. 275-370.

Kumar, R., Kumar, S., Lohani, A. K., Nema, R. K., & Singh, R. D. (2015). Evaluation of geomorphological characteristics of a catchment using GIS. *GIs India*, 9(3), pp. 13-17.

Lykoudi, E., & Zanis, D. (2004). *The influence of drainage network formation and characteristics over a catchment's sediment yield*. In: Proceedings of second international conference on fluvial hydraulics-river flow, University of Napoli-Federico II, Naples, pp. 793-800.

Mohammadi, A. A., & Ahmadi, H. (2011). Prioritization of sub-basins for presentation of watershed restoration plans (Case study: Famous Watershed). *Land Geoscience Quarterly*, 29, pp. 77 - 69 (in Persian).

Nayiri, H., Salari, M., & Mirza Moradi, E. (2016). Flooding potential of watersheds of Kurdistan province using morphometric indices and statistical analyzes. *Journal of Quantitative Research*, 5(1), pp. 190 - 181 (in Persian).

Ozdemir, H., & Bird, D. (2009). Evaluation of morphometric parameters of drainage networks derived from topographic maps and DEM in point floods. *Environmental Geology*, 56, pp. 1405-1415.

Patton, P. C., & Baker, V. R. (1976). Morphometry and floods in small drainage basins subject to diverse hydrogeomorphic controls. *Water Resources Research*, 12, pp. 941-952.

Parvin, M. (2019), Evaluation of flood potential using morphometric parameters analysis Case Study: Sar-e Pol Zabab Basin. *Earth Knowledge Research*, 39, pp. 174-190 (in Persian).

Pallard, B., Castellarin, A., & Montanar, A. (2009). A look at the links between drainage density and flood statistics. *Hydrology and Earth System Sciences*, 13, pp. 1019-1029.

Rahmati, O., Tahmasebi Pour, N., & Pour Ghasemi, H. R. (2015). Flood prioritization based on morphometric analysis and statistical correlation case study: Sub-watersheds

of Golestan Province. *Journal of Eco Hydrology*, 2 (2), pp. 161 - 151 (in Persian).

Strahler, A. N. (1964). *Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks*. pp. 4-11. *In:* Chow, V.T. (Ed.), Handbook of Applied Hydrology, New York: McGraw Hill Book Company.

Shirani, K., & Chavoshi, S. (2017). Basin flood zoning with emphasis on quantitative geomorphometric analysis case study: Zohreh Jarrahi Watershed. *Journal of Water and Soil Science*, pp.59-72 (in Persian).

Samson, S. A., Eludoyin, A. O., Ogbole, J., Alaga, A. T., Oloko-Oba, M., Okeke, U. H., & Popoola, O. S. (2016). Drainage Basin Morphometric 3. Analysis for Flood Potential Mapping in Owu Using Geospatial Techniques, *Journal of Geography*. *Environment and Earth Science International*, 4(3), pp. 1-8.

Smith, K. G. (1958). Standards for grading texture of erosional topography. *American Journal of Science*, 248(9), pp. 655-668.

Singh, S., & Singh, M. C. (1997). Morphometric analysis of Kanhar river basin, *National Geographic Journal. India*, 43(1), pp. 31-43.

Wentz, E. A. (2000). A shape definition for geographic applications based on edge, elongation and perforation. *Geographical Analysis*, 32(2), pp. 95-112.

Zahhtabian, Gh., Ghodousi, J., Ahmadi, H., & Khalilizadeh, M. (2009). Investigation of the priority of flood potentials under watersheds and determination of flood generating areas (Case study: Fars Province Marmeh Basin). *Journal of Geography Natural*, 2(6), pp. 38-27 (in Persian).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی