

## پهنه‌بندی حوضه‌ی دینور از نظر تولید سیلاب با استناد به مؤلفه‌های ژئومورفولوژی

محمود علایی طالقانی\* - استادیار گروه جغرافیای دانشگاه رازی، کرمانشاه

صدیقه همایونی - کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه رازی، کرمانشاه

تأیید نهایی: ۱۳۹۰/۰۹/۰۳

پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۶/۲۹

### چکیده

مطالعه‌ی رواناب به‌عنوان یکی از پدیده‌های مخرب و مهم از دیدگاه کاربردی اهمیت زیادی دارد. این در حالی است که شناسایی پهنه‌های مستعد تولید رواناب و برنامه‌ریزی برای مهار سیلاب و استفاده از آن، نیازمند بررسی همه‌جانبه روی عوامل تولید رواناب است. پژوهش پیش رو با این دیدگاه و برای کسب شناخت از رفتار حوضه‌ی رودخانه‌ی دینور و هر یک از زیرحوضه‌های آن، در مقابل بارش‌های سنگین و درازمدت انجام گرفته است. نخست با استفاده از دبی حداکثر سالانه‌ی ۱۰ ایستگاه هیدرومتری مجاور حوضه‌ی دینور، منحنی آبدهی منطقه‌ی مورد نظر ترسیم و با کمک آن، دبی حداکثر سالانه‌ی چهار زیرحوضه‌ی اصلی رودخانه‌ی دینور محاسبه شده است. سپس با همپوشانی ۱۴ عامل مؤثر در تولید رواناب با عنوان لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS، حوضه‌ی دینور به ۵ پهنه‌ی تولید سیلاب بالا، نسبتاً بالا، متوسط، نسبتاً کم و کم تقسیم‌بندی شده است. لایه‌های مؤثر در تولید رواناب عبارت‌اند از: شیب، جنس سنگ، ژئومورفولوژی، کاربری اراضی، ارتفاع، جهت شیب، طول آبراهه‌ی رتبه‌ی ۱ در لیتولوژی، طول آبراهه‌ی رتبه‌ی ۲ در لیتولوژی، تعداد آبراهه‌ی رتبه‌ی ۱ در لیتولوژی، تعداد آبراهه‌ی رتبه‌ی ۲ در لیتولوژی، طول آبراهه‌ی رتبه‌ی ۱ در ژئومورفولوژی، طول آبراهه‌ی رتبه‌ی ۲ در ژئومورفولوژی، تعداد آبراهه‌ی رتبه‌ی ۱ در ژئومورفولوژی و تعداد آبراهه‌ی رتبه‌ی ۲ در ژئومورفولوژی. نتایج به‌دست آمده نشان داده است که در مجموع، سیل‌خیزی حوضه‌ی دینور متأثر از ساختار ژئومورفولوژی حوضه است. در واقع، ساخت‌های هم‌شیب با شیب تند و یکنواخت همراه با زیرساخت نفوذ ناپذیر، دلیل رخداد سیلاب‌های مخرب در دینور به‌شمار می‌روند. این ویژگی سبب شده است تا حدود ۳۵ درصد از زمین‌های حوضه‌ی دینور استعداد بالا تا نسبتاً بالا و نزدیک ۵۰ درصد نیز، استعداد متوسط در تولید سیلاب داشته باشند.

کلیدواژه‌ها: سیل، دینور، ژئومورفولوژی، پهنه‌بندی.

## مقدمه

سیل نمایانگر رفتار رودخانه هنگام بارش‌های سنگین است. در این مواقع، دبی جریان در فاصله‌ی مشخصی از بستر جریان به سرعت افزایش می‌یابد که نتیجه‌ی آن لبریز شدن بستر است (جارویس<sup>۱</sup>، ۱۹۲۵، ۹۸۵).

هرچند سیل در مواقع بارش‌های شدید و پی‌درپی روی می‌دهد؛ ولی شدت آن در حوضه‌های مختلف به دلیل تفاوت در ساختار بستر جریان و متغیرهای دیگر محیطی متفاوت است (پیتی لیک<sup>۲</sup>، ۱۹۹۴، ۲۱۹؛ شی و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷، ۲۱۴). به همین دلیل در بررسی وضعیت سیلاب‌های یک رودخانه، نه تنها باید ساختار بستر جریان مورد بررسی قرار گیرد، بلکه لازم است ویژگی‌های محیطی کل حوضه نیز ارزیابی شود (برایرلی و فرایرز<sup>۴</sup>، ۲۰۰۵؛ قنواتی، ۱۳۸۲، ۱۷۴). از سوی دیگر، خسارات ناشی از سیل موجب شده تا انسان همواره برای مقابله و مهار آن، اقدامات گوناگونی انجام دهد. باید توجه داشت که مهار سیلاب، نیازمند آشنایی و شناخت کافی از شیوه‌ی عملکرد سیستم هیدرولوژی منطقه است. به بیان دیگر، برای مقابله با این پدیده باید برحسب ویژگی‌های محیطی حوضه‌ی آبخیز اقدامات حفاظتی یا اجتنابی اعمال شود (روستایی و همکاران، ۱۳۸۴، ۳۰؛ لشکری و زارع، ۱۳۸۲، ۱۱۲). در واقع هر حوضه‌ی آبخیز از پهنه‌هایی ساخته شده است که از نظر شیب، ارتفاع، پوشش گیاهی، نفوذپذیری و بسیاری از ویژگی‌های دیگر محیطی با حوضه‌های مجاور تفاوت دارد. از این رو، پیش از هر اقدام در خصوص برخورد با پدیده‌ی سیلاب یک رودخانه، باید واکنش پهنه‌های بالادست آن رودخانه نسبت به بارش‌های رگباری یا درازمدت مورد ارزیابی قرار گیرد (یالسن و آکیوریک<sup>۵</sup>، ۲۰۰۴، ۱۷۴). پهنه‌بندی حوضه‌ها از نظر درجه اهمیت در تولید رواناب، از جمله اقداماتی است که پژوهشگران علوم وابسته به همین منظور انجام می‌دهند (برجردی و همکاران، ۱۳۷۳، ۳۵). برای مثال، یالسن و آکیوریک<sup>۶</sup> (۲۰۰۲، ۶۹) پس از شناسایی عوامل مؤثر بر وقوع سیل، حوضه‌ی بارتین واقع در مغرب دریای سیاه را با استفاده از دو روش ارزیابی چندمتغیره و وزن‌دهی، پهنه‌بندی کرده و بر این اساس مناطق مستعد سیل را از نظر درجه اهمیت مشخص کرده‌اند. وفاخواه (۱۳۷۸، ۷۲) که با استفاده از تجزیه و تحلیل عاملی، اقدام به شناخت عوامل مؤثر در بروز سیلاب در حوضه‌ی قره‌چای کرده است؛ شکل حوضه، کاربری اراضی و شدت بارندگی را از عوامل اصلی بروز سیل در این حوضه معرفی کرده است. نصرتی (۱۳۷۹) با استفاده از رگرسیون خطی، ابتدا عوامل مؤثر در تولید رواناب سطحی در حوضه‌ی رودخانه‌ی گاورود را شناسایی کرده و سپس به کمک این عوامل، یک‌به‌یک زیرحوضه‌ها را از نظر تولید سیلاب پهنه‌بندی کرده است. کارهای غریب و همکاران (۱۳۸۶)، خلیلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۴) و پیروزی‌نژاد (۱۳۸۵)، نمونه‌های دیگری از این اقدام به‌شمار می‌روند که با استفاده از شاخص‌های مؤثر در وقوع سیلاب، مبادرت به پهنه‌بندی حوضه‌های مورد مطالعه‌ی خود کرده‌اند.

نگاهی به رفتار رودخانه‌ی دینور، براساس داده‌های هیدرومتری ایستگاه حیدرآباد، واقع در خروجی حوضه با دبی پیک لحظه‌ای ۳۳۷ مترمکعب در ثانیه (مهندسان مشاور آب نیرو، ۱۳۸۳) نشان‌دهنده‌ی وقوع

1. Jarvis, C, S.
2. Pitalich, J.
3. Shi, Y ; Zhang, Q ; Chen, Z ; Jiang, T, Wuj
4. Brierley, G, J; Fryirs, K, A.
5. Yalcin, G; Akyurek, Z.
6. Yalcin, G; Akyurek, Z.

سیلاب‌های بزرگ در این رودخانه است. به‌همین دلیل مراکز سکونتگاهی واقع در این محدوده، مانند شهرهای سنقر و میانراهان، هرازچندگاهی در معرض خطر سیلاب و طغیان‌های این رودخانه قرار می‌گیرند. با این حال، تا کنون مطالعات جامعی از ویژگی‌های محیطی حوضه‌ی این رودخانه به‌عمل نیامده و ارزیابی دقیقی از نقش عوامل مختلف در تولید سیلاب این رودخانه انجام نگرفته است. هدف این پژوهش با عنوان "بررسی سیلاب در حوضه‌ی دینور" تلاشی است که در راستای این خلاء انجام گرفته است. از آنجاکه بسیاری از متغیرهای مؤثر در وقوع سیل در گستره‌ی مطالعات ژئومورفولوژی قرار دارند و بسیاری از پژوهشگران نیز، وقوع سیل را متأثر از ویژگی‌های ژئومورفولوژی حوضه‌ها می‌دانند (شیوم و همکاران<sup>۱</sup>، ۱۹۷۲؛ حشمت‌پور و همکاران، ۱۳۸۱)، تلاش شده است که وقوع این پدیده در حوضه‌ی مورد نظر، بر اساس شاخص‌های ژئومورفولوژیکی ارزیابی شود. بنابراین شناخت رفتار حوضه‌ی آبریز دینور و زیرحوضه‌های آن در فرآیند تولید سیل با استناد به مؤلفه‌های ژئومورفولوژی، هدف این پژوهش به‌شمار می‌رود.

### معرفی محدوده‌ی مورد مطالعه

حوضه‌ی آبخیز دینور یکی از زیرحوضه‌های رودخانه‌ی گاماسیاب است که آبهای سطحی شمال‌شرق استان کرمانشاه، محدوده‌ی میان ۴۷/۷ تا ۴۷/۴۲ طول شرقی و ۳۴/۳۳ تا ۳۴/۵۲ عرض شمالی را به‌سوی این رودخانه زهکشی می‌کند. شهرهای سنقر، میانراهان و دینور از سکونتگاه‌های واقع در محدوده‌ی این حوضه به‌شمار می‌روند (شکل شماره ۱).

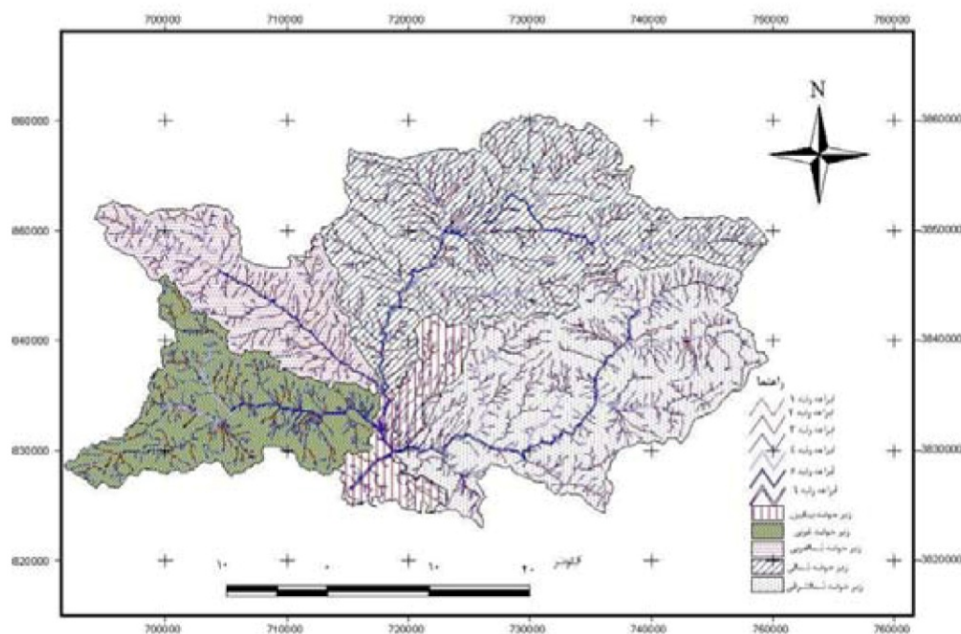
رودخانه‌ی دینور تا نقطه‌ی خروجی (تنگ دینور)، آبهای حوضه‌ای به‌وسعت ۱۷۱۸/۸۷ کیلومترمربع با نوسان ارتفاعی بین ۳۳۰۰ تا ۱۳۲۵ متر را زهکشی می‌کند. بخش بزرگی از حوضه شیبی بیشتر از ۱۵ درصد دارد. محیط حوضه ۲۷۱/۲۷۹ کیلومتر و ارتفاع متوسط آن نیز ۱۸۷۱/۳۶ متر است. بنابراین حوضه‌ی دینور از حوضه‌های آبخیز به‌نسبت مرتفع و پرشیب شمرده می‌شود.

آب رودخانه‌ی دینور از چهار زیرحوضه تأمین می‌شود که این پژوهش زیرحوضه‌ها را با نام‌های زیرحوضه‌ی شرقی، شمال‌شرقی، شمال‌غربی و غربی معرفی کرده است<sup>۲</sup>. تمامی وسعت این زیرحوضه‌ها در محدوده‌ی زون ساختمانی سنندج - سیرجان قرار دارد. بنابراین، ساخت‌های هم‌شیب (هاگ بک)<sup>۳</sup> با سنگ‌های دگرگونی از ویژگی‌های ژئومورفولوژی حوضه‌ی دینور به‌شمار می‌رود. آهک کرتاسه با ویژگی کارستی نیز، توده‌ی دالاخانی با ساختار رورانده را ساخته است که در فاصله‌ی میان دو زیرحوضه‌ی شرقی و شمال‌شرقی قرار دارد. راندگی‌ها در حوضه‌ی مورد بحث به‌طور مشخص در امتداد شاخه‌های گسل زاگرس مانند گسل دینور و گسل صحنه انجام گرفته است (علاّمه محب، ۱۳۸۴). ویژگی‌های دیگر توپوگرافی و فیزیوگرافی حوضه‌ی دینور در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

1. Schumn, S, A; Khan, H, R; Winkley, B, R; Robbins, L, G

۲. تعدادی از آبراهه‌ها به‌طور جداگانه و مستقیم به خروجی حوضه می‌پیوندند و در نتیجه رواناب آنها نقشی در آبدهی زیرحوضه‌های چهارگانه ندارند. به‌همین دلیل این آبراهه‌ها داخل محاسبات نشده و تنها در نقشه با عنوان حوضه‌ی میانی از آنها نام برده شده است.

3. Hogback



شکل ۱. محدوده‌ی مورد مطالعه

آب‌وهوای حوضه‌ی دینور معتدل تا سرد کوهستانی است. در حقیقت شهر سنقر از شهرهای سردسیری استان کرمانشاه به‌شمار می‌رود. این حوضه سالانه حدود ۴۰۰ میلی‌متر بارش دارد که به‌دلیل ارتفاع زیاد، این بارش‌ها به شکل برف نازل می‌شوند (مهندسان مشاور آب نیرو، ۱۳۸۳). به‌دلیل بارش کافی و نیز، کوهستانی بودن حوضه، کشت و زرع در این بخش بیشتر به‌شکل دیم انجام می‌گیرد. با این حال، بیشتر اراضی این حوضه، کاربری بایر و استپ دارد. به‌طور کلی، برخلاف کوه‌های زاگرس، در این حوضه جنگلی دیده نمی‌شود.

جدول ۱. مشخصات فیزیوگرافی واحدهای زیرحوضه‌ای دینور

زیرحوضه	مساحت (کیلومترمربع)	محیط (کیلومتر)	ارتفاع متوسط (متر)	شیب متوسط (درصد)	ضریب گراویلیوس	تراکم زهکشی	نسبت انشعاب
شرقی	۵۲۷/۲۴	۱۳۳/۳۶۸	۱۹۶۳	۰/۲۸	۱/۶۳	۱/۵۱	۵/۱
شمال‌شرقی	۵۷۹/۰۴	۱۴۷/۷۷۱	۱۸۵۵	۰/۱۷	۱/۷۲	۱/۶۲	۵/۱۵
شمال‌غربی	۲۳۰/۴۶	۹۴/۴۲۲	۱۹۰۵	۰/۳۰	۱/۷۴	۱/۴۶	۴/۳۵
غربی	۲۷۶/۴۴	۱۱۰/۶۴۹	۱۷۶۸	۰/۲۷	۱/۸۶	۱/۵۴	۴/۶

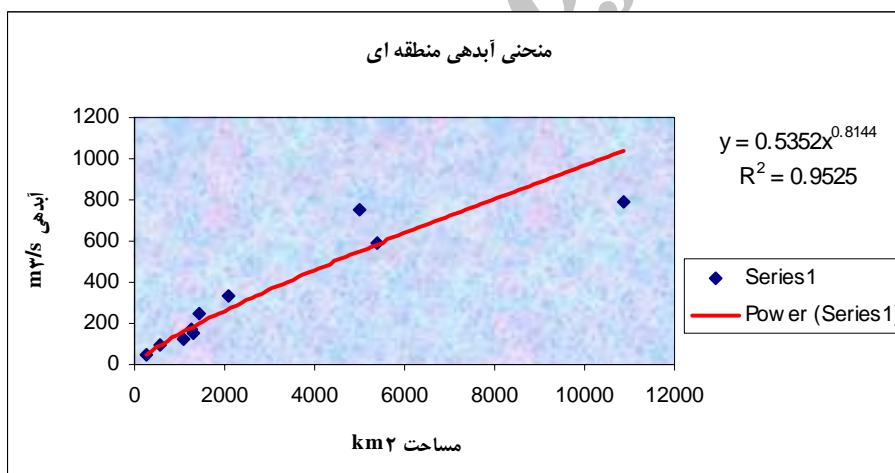
### موارد و روش‌ها

هدف این پژوهش، شناخت رفتار حوضه‌ی دینور در فرآیند تولید سیلاب است. بنابراین برای دستیابی به این هدف، ابتدا باید دبی پیک سیلابی رودخانه‌ی دینور و زیرحوضه‌های آن برآورد شود و آنگاه تأثیر عوامل

مختلف محیطی بر وقوع سیل مورد ارزیابی قرار گیرد. به این منظور با روش وزنی و طیّ مراحل زیر اقدام به این کار شده است.

### ۱- برآورد دبی حداکثر سالانه‌ی رودخانه‌ی دینور

برای برآورد دبی حداکثر سالانه‌ی رودخانه‌ی مورد نظر، از روش منحنی آبدهی منطقه‌ای استفاده شده است. بر اساس این روش، حجم سیلاب رودخانه‌ی دینور با استفاده از داده‌های دبی پیک سالانه‌ی ۱۰ ایستگاه هیدرومتری که نزدیکترین فاصله را با حوضه‌ی رودخانه‌ی دینور داشته‌اند، برآورد شده است. بنابراین، ابتدا داده‌های ایستگاه‌های پل چهر، پل کهنه، دوآب مرگ، قورباغستان، میانراهان، جامیشان، حجت‌آباد، حیدرآباد، خرس‌آباد و پل جاده، از سال ۵۰-۱۳۴۹ تا ۸۴-۱۳۸۳ جمع‌آوری شد و پس از اطمینان از صحت آنها با دو روش "آزمون جرم مضاعف" و "زان تست" و با استفاده از یک ماتریس مرتبی  $10 \times 10$  در نرم‌افزار اسمادا<sup>۱</sup> آمار مفقوده بازسازی شدند. سپس بین مساحت و حداکثر دبی سالانه‌ی بازسازی‌شده‌ی ایستگاه‌های ده‌گانه‌ی مورد استفاده، رابطه‌ی رگرسیونی خطی برقرار و بر اساس آن، منحنی آبدهی منطقه‌ای ترسیم شد (شکل شماره‌ی ۲). با استفاده از این منحنی، میزان دبی حداکثر سالانه‌ی زیرحوضه‌های رودخانه‌ی دینور بر اساس جدول شماره‌ی ۲ به‌دست آمده است.



شکل ۲. منحنی آبدهی منطقه‌ای حوضه‌ی دینور

جدول ۲. آبدهی حداکثر سالانه‌ی زیرحوضه‌های دینور به روش منحنی آبدهی

زیرحوضه	مساحت	آبدهی (متر مکعب بر ثانیه)
شرقی	۵۲۷/۲۴	۸۸/۱۷
شمال شرقی	۵۷۹	۹۵/۱۷
شمال غربی	۲۳۰	۴۵
غربی	۲۷۶/۴۴	۵۲

## ۲- ارزش‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی

حجم رواناب تولیدی که براساس روش منحنی آبدهی منطقه‌ای برای هر یک از زیرحوضه‌های دینور برآورد شده است، درواقع حاصل برآیند عوامل مختلف محیطی، در نقطه‌ی خاصی از حوضه است. سهم هر یک از این عوامل در تولید رواناب بسیار متفاوت بوده است. از این رو در بررسی‌های هیدرولوژیکی، باید میزان مشارکت آنها در بروز سیل شناخته شود (سینه کیودن و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳). به همین دلیل اقدام دیگری که در این پژوهش انجام گرفته است، به‌کارگیری ۱۴ عامل محیطی مؤثر در بروز سیل با عنوان لایه‌های اطلاعاتی برای همپوشانی در محیط آرک ویو<sup>۲</sup> بوده است. این عوامل عبارت‌اند از: شیب، جنس سنگ، ژئومورفولوژی، کاربری اراضی، ارتفاع، جهت شیب، طول آبراهه‌ی رتبه‌ی ۱ در لیتولوژی، طول آبراهه‌ی رتبه‌ی ۲ در لیتولوژی، تعداد آبراهه‌ی رتبه‌ی ۱ در لیتولوژی، تعداد آبراهه‌ی رتبه‌ی ۲ در لیتولوژی، طول آبراهه‌ی رتبه‌ی ۱ در ژئومورفولوژی، تعداد ژئومورفولوژی، طول آبراهه‌ی رتبه‌ی ۲ در ژئومورفولوژی، تعداد آبراهه‌ی رتبه‌ی ۱ در ژئومورفولوژی، تعداد آبراهه‌ی رتبه‌ی ۲ در ژئومورفولوژی. این لایه‌ها ابتدا بر اساس ماهیت درونی خود کلاس‌بندی و آنگاه ارزش‌گذاری شده‌اند.

برای بیان ارزش لایه‌ی آبراهه و برآورد ارزش آنها، از روش آماری استفاده شده است. به این ترتیب که ابتدا تعداد آبراهه‌ها و همچنین طول آنها، به تفکیک در دو واحد ژئومورفولوژی و لیتولوژی اندازه‌گیری و سپس وزن آنها در هر واحد با استفاده از دو رابطه‌ی زیر محاسبه شده است. نتیجه‌ی این ارزشیابی در جدول‌های شماره‌ی ۳ و ۴ دیده می‌شود.

$$V = (li)(\sum Ai) / (\sum Li) (ai) \quad \text{رابطه‌ی ۱}$$

در این رابطه:

V: ارزش لایه؛

Li: طول کل آبراهه‌ها به کیلومتر؛

li: طول آبراهه در زیرحوضه به کیلومتر؛

Ai: مساحت کل زیرحوضه‌ها به کیلومتر مربع؛

ai: مساحت زیرحوضه به کیلومتر مربع.

$$V = (ni)(\sum Ai) / (\sum Ni) (ai) \quad \text{رابطه‌ی ۲}$$

در این رابطه:

V: ارزش لایه؛

Ni: تعداد کل آبراهه‌ها؛

ni: طول آبراهه در زیرحوضه؛

Ai: مساحت کل زیرحوضه‌ها به کیلومتر مربع؛

ai: مساحت زیرحوضه به کیلومتر مربع.

1. Sinnakaudan, SH. K, AB ; Ghani, A, S, A ; Mohd, Sanusi, Zakaria, N, A

2. Arcview

جدول ۳. ارزش‌گذاری آبراهه‌ها در لایه‌ی لیتولوژی

کلاس	۱	۲	۳	۴	۵
L1	۰/۲۷	۰/۷۷	۱/۳۴	۲/۳۹	۴/۰۹
L2	۰/۳	۰/۷	۱/۳۴	۲/۸۴	۵/۳
F1	۰/۶۸	۱/۳۷	۲/۸۱	۵	۱۸/۴۸
F2	۰/۶۶	۱/۳۹	۲/۳۶	۳/۷۳	۷/۵۲

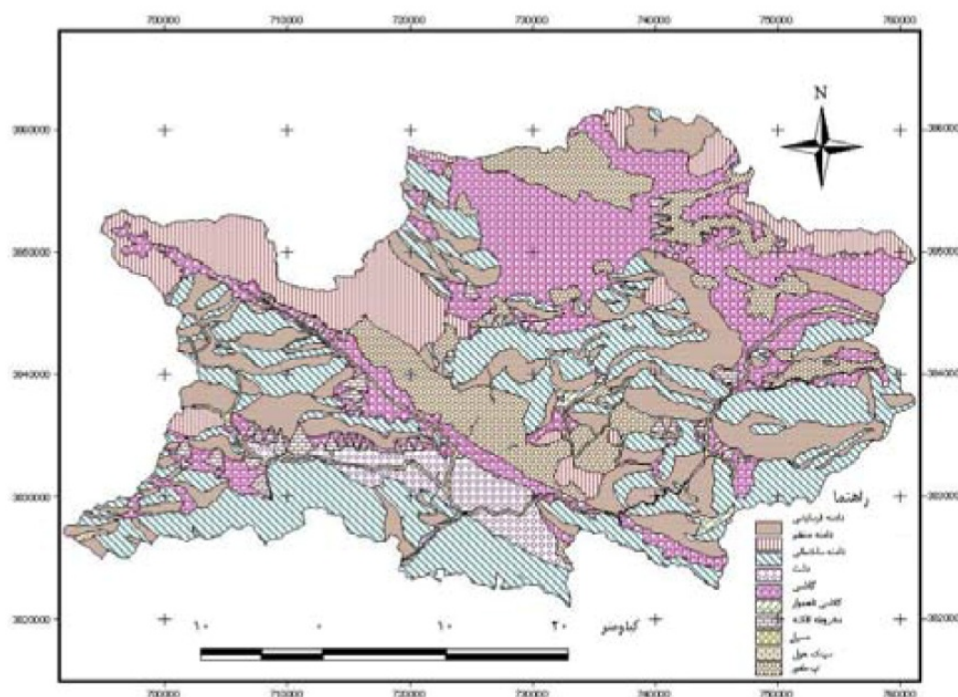
جدول ۴. ارزش‌گذاری آبراهه‌ها در لایه‌ی ژئومورفولوژی

کلاس	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
L1	۰/۱۷	۰/۶۵	۰/۷۸	۱/۰۷	۱/۴۳	۲/۰۴	۳/۹۹
L2	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۹۴	۱/۴۶	۲/۱۳	۵/۸۴	
F1	۰/۳۶	۰/۷۹	۰/۹۳	۱/۵۹	۳/۳	۷/۷۴	
F2	۰/۲۵	۱/۴۹	۲/۳۳	۳/۵	۵/۳۵	۸/۷۹	

برای ارزش‌گذاری لایه‌های شیب، ارتفاع، جهت شیب، لیتولوژی و کاربری اراضی، از نظر کارشناسان و در ارزش‌گذاری لایه‌ی ژئومورفولوژی نیز از تجربه‌ی شخصی استفاده شده است. برای ارزش‌گذاری این لایه، ابتدا نقشه‌ی ژئومورفولوژی حوضه‌ی مطالعاتی با مشخص شدن ۱۰ پهنه یا عارضه‌ی ژئومورفولوژیکی تهیه (شکل شماره‌ی ۳) و سپس با در نظر گرفتن نقش هر پهنه در تولید رواناب، بر اساس جدول شماره‌ی ۵ به آنها ارزش داده شده است. طبق این جدول چاله‌های فروکش (سینک هول‌ها) که کمابیش تمامی آب حاصل از بارش را به داخل زمین نفوذ می‌دهند، کمترین ارزش و بستر سیلاب گذر یا درواقع مسیل‌ها که تمامی رواناب حوضه از آن می‌گذرند، بیشترین ارزش را دریافت کرده‌اند.

جدول ۵. ارزش‌گذاری لایه‌ی ژئومورفولوژی

کلاس	عارضه	ارزش	کلاس	عارضه	ارزش
۱	سینک هول	۱	۶	گلاسی ناهموار	۴
۲	دشت	۲	۷	گلاسی هموار	۵
۳	دامنه‌ی فرسایشی	۳	۸	تپه ماهور	۵
۴	دامنه‌ی ساختمانی	۴	۹	مخروط افکنه	۶
۵	دامنه‌ی منظم	۴	۱۰	مسیل	۷



شکل ۳. نقشه‌ی ژئومورفولوژی حوضه‌ی دینور

### ۳- همپوشانی لایه‌ها

پس از وزن دهی لایه‌ها، سرانجام این لایه‌ها در محیط آرک ویو، همپوشانی شده و این گونه، حوضه‌ی مطالعاتی به پنج پهنه شامل، پهنه با تولید سیلاب بالا، نسبتاً بالا، متوسط، نسبتاً کم و کم بخش بندی شده است.

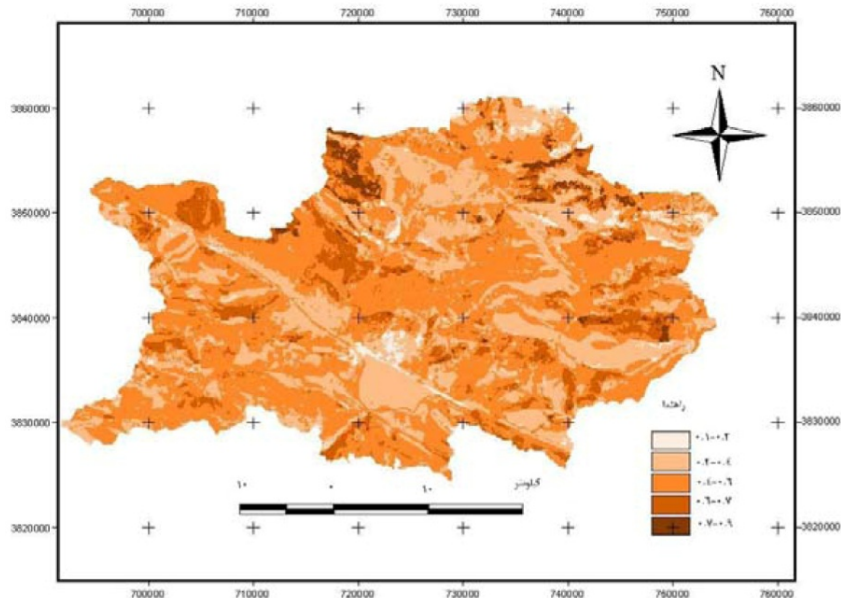
### نتایج و بحث

آب رودخانه‌ی دینور از چهار زیرحوضه‌ی شرقی، شمال شرقی، شمال غربی و غربی آن تأمین می‌شود. منحنی آبدهی منطقه نشان می‌دهد که تولید سیلاب در زیرحوضه‌های رودخانه‌ی دینور متفاوت بوده و عامل اصلی اختلاف در شدت سیل خیزی، در اندازه‌ی وسعت آنهاست. به این ترتیب؛ زیرحوضه‌ی شمال شرقی با داشتن بیشترین مساحت، بیشترین سیلاب و زیرحوضه‌ی شمال غربی با کمترین وسعت، کمترین سیلاب رودخانه‌ی دینور را تولید می‌کنند.

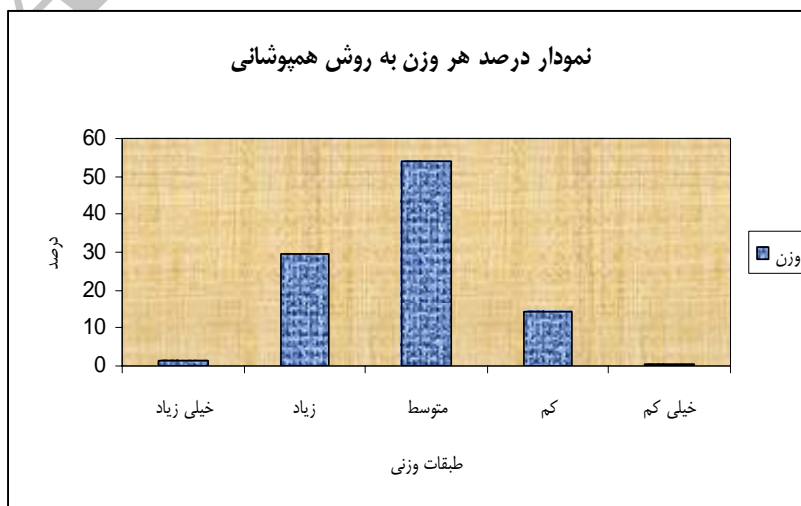
نقشه‌ی پهنه‌بندی حاصل از یکجانبه‌ی ۱۴ عامل مؤثر در وقوع سیل نیز نشان می‌دهد که توان سیل خیزی نزدیک به نیمی از مساحت حوضه‌ی دینور (۴۸/۸۳ درصد) متوسط است (شکل شماره‌ی ۴). با مراجعه به نمودار حاصل از این پهنه‌بندی (شکل شماره‌ی ۵) درمی‌یابیم که حدود ۳۵ درصد مساحت حوضه از این نظر توان بالا تا نسبتاً بالایی دارند. اگر مجموع سه پهنه‌ی متوسط، نسبتاً بالا و بالا در تولید سیلاب را در نظر بگیریم، می‌بینیم که حدود ۹۵ درصد از مساحت حوضه‌ی دینور مستعد تولید سیل است. در این میان، زیرحوضه‌ی شمال شرقی ۵۵ درصد پهنه با توان بالا، ۳۱ درصد پهنه با توان نسبتاً بالا و ۳۴ درصد پهنه با توان متوسط در تولید سیل دینور را به خود اختصاص داده است. زیرحوضه‌ی شرقی از این نظر در مرتبه‌ی



بعدی قرار می‌گیرد که ۲۵ درصد پهنه با توان بالا، ۳۰ درصد پهنه با توان نسبتاً بالا و ۳۱ درصد پهنه با توان متوسط را در خود جای داده است. در مقابل، دو زیرحوضه‌ی غربی و شمال‌غربی که به ترتیب کم‌وسعت‌ترین زیرحوضه‌های دینور هستند، کم‌وسعت‌ترین پهنه‌ها با قابلیت تولید سیلاب متوسط تا نسبتاً بالا و بالا را به خود اختصاص داده‌اند. از این نظر در زیرحوضه‌ی شمال‌غربی، تنها ۳۴ درصد از مساحت، توان نسبتاً بالا و بالا در تولید سیل دارد. اگر مساحت پهنه با درجه اهمیت متوسط را به آن بیفزاییم، این نسبت به ۴۴ درصد می‌رسد. در زیرحوضه‌ی غربی نیز، ۱۵ درصد از مساحت آن توان بالا تا نسبتاً بالا دارد که با احتساب پهنه‌های با توان متوسط، این مقدار به ۳۵ درصد می‌رسد.



شکل ۴. پهنه‌بندی سیلاب حوضه‌ی دینور به روش وزنی



شکل ۵. نمایش پهنه‌بندی سیلاب دینور به شکل نمودار

## نتیجه‌گیری

در کل، جدا از عوامل جوی، متغیرهای زیادی مانند شیب حوضه، شیب بستر جریان، اندازه‌ی حوضه، شکل حوضه، تعداد آبراهه، جنس زمین، جنس خاک، هیپسومتری، پوشش گیاهی و کاربری زمین در بروز سیلاب نقش دارند (یالسن و همکاران، ۲۰۰۴؛ سیناکودن و همکاران، ۲۰۰۳). شیب متوسط حوضه‌ی دینور بین ۱۷ درصد در زیرحوضه‌ی شمال شرقی تا ۳۰ درصد در زیرحوضه‌ی شمال غربی متفاوت است. توزیع ارتفاع نسبت به مساحت حوضه نیز نشان می‌دهد که متوسط ارتفاع حوضه، بین ۱۷۶۸ متر در زیرحوضه‌ی غربی تا ۱۹۶۳ متر در زیرحوضه‌ی شرقی متفاوت است. بنابراین حوضه‌ی دینور از حوضه‌های نسبتاً بلند و پرشیب به‌شمار می‌رود و می‌تواند عامل مهمی در سیل‌خیزی این حوضه باشد که نتایج حاصل از این بررسی هم بیانگر صحت آن است؛ به‌گونه‌ای که تمام وسعت پهنه‌هایی که با درجه اهمیت بالا تا نسبتاً بالا در تولید سیلاب حوضه‌ی دینور دخیل‌اند، در سطوح شیب ۲۰-۳۰ درصد قرار دارند. با بررسی نقشه‌ی زمین‌شناسی نیز درمی‌یابیم که وسعت کمی از حوضه‌ی دینور از سنگ‌های آهکی تشکیل شده است. کمابیش تمامی واحدهای چینه‌شناسی دینور از سنگ‌های دگرگونی، مانند شیست، فلیش و آذرین است که قابلیت نفوذپذیری پایینی دارند. در نقشه‌ی پهنه‌بندی، حدود ۵۰ درصد از پهنه‌های با درجه اهمیت بالا و نسبتاً بالا در تولید سیلاب، روی همین سنگ‌ها قرار گرفته‌اند. بنابراین جنس سنگ، دومین عاملی است که در سیل‌خیزی حوضه‌ی دینور نقش دارد.

هرچند از میان عوامل مؤثر در وقوع سیل، دو عامل شیب و جنس سنگ نقش بیشتری در وقوع سیل دینور دارند؛ اما با انطباق نقشه‌ی ژئومورفولوژی حوضه‌ی دینور با این دو عامل، درمی‌یابیم که سیل‌خیزی این منطقه، در اصل ناشی از ساختار ژئومورفولوژی آن است. بیشتر ناهمواری‌های حوضه‌ی دینور یا از کوه‌های هم‌شیب ساخته شده‌اند یا به‌شکل گلاسی‌های ناهموارند. وسعت زیادی از زمین‌های کواترنری دینور - که در نقشه‌ی زمین‌شناسی به‌عنوان دشت نشان داده شده است - در واقع گلاسی‌هایی هستند که روی سنگ‌هایی با نفوذپذیری کم گسترش یافته‌اند و رسوبات کواترنری، تنها به‌صورت قشر نازکی آنها را پوشش داده‌اند. این سطوح پرشیب هستند و به‌وسیله‌ی تعداد زیادی از آبراهه بریده شده‌اند. وجود این آبراهه‌ها گواهِ بر توان بالای تولید رواناب این اراضی است که در بررسی‌های میدانی نیز به‌روشنی دیده شده است. در واقع، هنگام بازدید میدانی در یک روز بارانی، مشاهده شد که کمابیش تمام آبراهه‌های این اراضی، پرآب شده و رواناب را با شدت زیادی هدایت می‌کردند. این درحالی است که در کل، سیلاب از کوه‌ها سرچشمه می‌گیرد و در واقع کوه‌های حوضه‌ی مورد مطالعه را باید مسئول این پدیده دانست. همان‌گونه که اشاره شد، کوه‌های حوضه‌ی دینور بیشتر از نوع هم‌شیب یا هاگ بک هستند. این ساختار نتیجه‌ی دخالت راندگی است که از شمال شرق به ناهمواری‌های حوضه وارد شده است. از این رو، دامنه‌های رو به شمال شرق این کوه‌ها از نوع ساختمانی است و در آن، شیب توپوگرافی بر سطح لایه‌بندی سنگ‌ها منطبق است. این دامنه‌ها به‌دلیل شدت راندگی و نفوذپذیری کم سنگ‌ها، از یک سو چهره‌ی یکنواخت و منظم یافته و از سوی دیگر، از شیب زیادی برخوردار می‌شوند. بنابراین، آنچه به نام جنس سنگ و شیب به‌عنوان دو عامل مهم در سیل‌خیزی دینور مطرح شده است، در واقع همین ساخت‌های هم‌شیب هستند که هم‌زیست نفوذناپذیر دارند و هم پرشیب هستند. از این رو جدا از شدت بارندگی، می‌توان گفت آنچه زمینه‌ی سیل‌خیزی حوضه‌ی دینور را فراهم کرده است، ساختار ژئومورفولوژی آن است.

نتیجه‌ی برآورد رواناب به‌روش منحنی‌آبدهی منطقه‌ای نشان داده است که زیرحوضه‌ی شمال‌شرقی (سنقرچای) به‌دلیل وسعت بیشتر، سیل‌خیزترین زیرحوضه‌ی دینور به‌شمار می‌رود. با توجه به ویژگی‌های ژئومورفولوژی این زیرحوضه، درمی‌یابیم که ساختار ناودیسی این زیرحوضه، سبب شده تا آبهای سطحی و آبهای زیرزمینی این منطقه، به‌صورت همگرا به‌سمتی روان شوند (به سمت مرکز حوضه) که رودخانه‌ی سنقرچای در آن جریان دارد (محمودی، ۱۳۵۷). به‌همین دلیل در شرایط طبیعی، سطح ایستابی آبهای زیرزمینی در مرکز حوضه؛ یعنی حاشیه‌ی رودخانه‌ی سنقرچای به کمتر از سه متر می‌رسد (خامسی، ۱۳۸۰). رودخانه‌ی سنقرچای، بخش قابل توجهی از جریان پایه‌ی خود را از همین آبهای زیرزمینی دریافت می‌کند. با توجه به این ویژگی، مازاد آب حاصل از بارش‌های رگباری، می‌تواند موجب طغیان این رودخانه شود که نتیجه‌ی مطالعات نیز بیانگر این واقعیت بوده است.

عامل دیگری که توجه به آن از اهمیت زیادی برخوردار است، فقر پوشش گیاهی در سطح این دامنه‌هاست. واحد سنندج - سیرجان در منطقه‌ی کرمانشاه، برخلاف زاگرس فاقد جنگل است. به‌دلیل گسترش سازندهای شیستی و مارنی، حتی پوشش علف و مرتعی این منطقه از تراکم زیادی برخوردار نیست. خاک فقیری هم که در اثر هوازدگی در سطح دامنه‌ها پدید آمده، استعداد چندانی برای کشت و زرع ندارد. با این حال، به‌دلیل شرایط آب‌وهوایی و بارش به‌نسبت مناسبی که در زمستان بیشتر به‌شکل برف است، کشت دیم از عمده فعالیت‌های زراعی این حوضه به‌شمار می‌رود. طبیعی است که این نوع کشت، با گذشت زمان از چسبندگی خاک کاسته و آنها را مساعد آب شستگی می‌کند. این مشکل برای مراتع مورد چرای دام‌ها نیز وجود دارد. از این رو، بیشتر اراضی حوضه‌ی دینور یا به‌شکل زمین‌های بایر و استپ یا به‌صورت اراضی دیم، در نقشه‌ی کاربری اراضی مشخص شده است. با توجه به نقش زیاد این نوع زمین‌ها در تولید رواناب، باید سومین عامل در تولید سیلاب حوضه‌ی دینور را کاربری اراضی دانست.

نقشه‌ی پهنه‌بندی به‌دست‌آمده از یک‌جانگری عوامل مؤثر در وقوع سیل در حوضه‌ی دینور، نشان می‌دهد که تنها ۱۶ درصد از اراضی این حوضه، نقش چندانی در تولید سیل ندارند. این اراضی یا دشت‌های مسطح حوضه هستند که به‌دلیل آبرفتی بودن، بیشتر آب حاصل از بارش را نفوذ می‌دهند یا دامنه‌های متشکل از آهک ژوراسیک و کرتاسه هستند که به‌دلیل ویژگی کارستی، نقش عمده‌ای در نفوذ آب دارند. بقیه‌ی اراضی حوضه‌ی دینور به‌دلایل مختلف، هنگام بارش‌های سنگین و پی‌درپی، بیشتر آب حاصل از بارش را به رواناب تبدیل می‌کنند که وقوع سیل پیامد آن است.

## منابع

- بروجردی علوی، علیرضا و امیرهمایون صفارزاده، ۱۳۷۳، پهنه‌بندی مقدماتی خطر سیل، مجله‌ی عمران شریف، شماره‌ی ۱۵، صص. ۳۶-۳۹.
- پیروزی نژاد، نوشین، ۱۳۸۵، پهنه‌بندی سیلاب در حوضه‌ی آبریز رازآور، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی به راهنمایی امجد ملکی، کرمانشاه، دانشگاه رازی.
- حشمت‌پور، علی؛ محسن محسنی ساروی؛ امیر سعدالدین، مهدی عرفانیان، ۱۳۸۱، بررسی کارایی هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک در برآورد دبی سیلاب، مجله‌ی منابع طبیعی ایران، شماره‌ی ۵۵، صص. ۳-۲۵.

خامسی، محمد، ۱۳۸۰، نقش عوامل ژئومورفولوژی در ایجاد مخازن آب زیرزمینی دشت سنقر، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی به راهنمایی ایرج جباری، کرمانشاه، دانشگاه رازی.

خلیلی‌زاده، مجتبی؛ ابوالفضل مساعدی و علی نجفی نژاد، ۱۳۸۴، پهنه‌بندی خطر سیل در بخشی از محدوده‌ی رودخانه‌ی زیارت در حوضه‌ی آبخیز شهری گرگان، مجله‌ی علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره‌ی ۱۲، صص. ۱۴۶-۱۳۸.

زینی وند، حسین، ۱۳۷۹، پهنه‌بندی سیل با به‌کارگیری نرم‌افزار HEC-RAS در دشت سیلابی سیلاخور بروجرد، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری به راهنمایی میرخالق ضیاء تبار احمدی، ساری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه مازندران.

شاه‌محمدی حیدری؛ زمان عبدالکریم و بهنیا عبدالکریم، ۱۳۸۴، تعیین مدل منطقه‌ای بر آورد سیلاب حداکثر در حوضه‌های فاقد آمار شرق و جنوب‌شرق جلگه‌ی خوزستان، نشریه‌ی علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره‌ی ۵، صص. ۱۵-۱۰.

علامه‌محب، مزگان، ۱۳۸۴، مورفولوژی، فیزیوگرافی و مورفومتری نهشته‌های کواترنری دشت سنقر، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی به راهنمایی محمود علائی طالقانی، کرمانشاه، دانشگاه رازی.

غریب، معصومه؛ ابوالفضل مساعدی؛ علی نجفی نژاد و محمد ابراهیم یخ‌کشی، ۱۳۸۶، پهنه‌بندی خطر و ارزیابی خسارت سیل (مطالعه‌ی موردی: محدوده‌ی رودخانه‌ی قره‌چای در حوضه‌ی شهر رامیان)، مجله‌ی منابع طبیعی ایران، شماره‌ی ۶۰، صص. ۷۹۷-۷۸۵.

غیاثی، نجفعلی؛ محمود عرب خدری؛ علیرضا غفاری و حمید حاتمی، ۱۳۸۲، بررسی تأثیر برخی ویژگی‌های هندسی آبخیزها بر سیلاب‌های حداکثر لحظه‌ای با دوره‌ی بازگشت‌های مختلف، نشریه‌ی پژوهش و سازندگی، شماره‌ی ۳۸، صص. ۱۰-۳.

قنواتی، عزت‌ا...، ۱۳۸۲؛ مدل ژئومورفولوژیکی سیلاب در حوضه‌ی گاماسیاب، نشریه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌ی ۷۱، صص. ۱۸۲-۱۷۴.

لشکری، حسین و داریوش زارع، ۱۳۸۲، تحلیل منطقه‌ای سیلاب در حوضه‌ی رودخانه‌ی زهره، نشریه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌ی ۸۴، صص. ۱۴۱-۱۱۲.

محمودی، فرج‌ا...، ۱۳۵۷، ناودیس سنقر، نشریه‌ی پژوهش‌های جغرافیایی، دانشگاه تهران، ضمیمه‌ی ۱، صص. ۱۰۰-۷۷.

مهدوی، محمد؛ فرود شریفی و سیده زهرا صمدی، ۱۳۷۸، عوامل مؤثر بر سیل‌خیزی و ارائه‌ی مدل کمی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی آبخیز رودخانه‌ی کن)، تهران، نشریه‌ی جنگل و مرتع، شماره‌ی ۶۵، صص. ۷۴-۶۸.

مهندسان مشاور آب نیرو، ۱۳۸۳، طرح سد و نیروگاه چیتی، مطالعات مرحله‌ی یکم، جلد اول، مطالعات هواشناسی و هیدرولوژی.

نصرتی، عبدالله، ۱۳۷۹، پهنه‌بندی قابلیت سیل‌خیزی حوضه‌ی آبخیز گاوهرود با استفاده از جی. آی. اس. و سنجش از دور، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد سنجش از دور به راهنمایی منوچهر فرج‌زاده، تهران، دانشگاه تربیت مدرس.

- وفاخواه، مهدی، ۱۳۷۸، شناخت عوامل مؤثر بر سیلاب به‌منظور مهار آنها با استفاده از تجزیه و تحلیل عاملی در حوضه‌ی رودخانه‌ی قره‌چای، نشریه‌ی پژوهش و سازندگی، شماره‌ی ۴۵، صص. ۷۵-۷۲.
- Allan, J., D., Castillo, M. M., 2008, **Stream Ecology, Structure and Function of Running Waters**, Springer Publishing, USA.
- Brierley, G. J., Fryirs, K. A., 2005, **Geomorphology and River Management Application of the River Styles Framework**, Oxford, Blackwell Publishing.
- Jarvis, C., S., 1925, **Flood Flow Characteristics**, Trans, ASCE, Vol. 88, PP. 985-1032.
- Menabde, M., Vietzar, S., Gupta, V., 2001, **Test of Peak Flow Scaling in Simulated Self-similar River Network**, Advances in Water Resources, Vol. 24, PP.991-999.
- Pappenberger, F., Burton, K., Ratto, M., 2008, **Multi-method Global Sensitivity Analysis of Flood in Undation Models**, Advances in Water Resources, Vol. 31, PP. 1-14.
- Pitilich, J., 1994, **Relation between Pich Flow Precipitation and Physiography for Five Mountainous Regions in the Western U.S.A**, Journal of Hydrology, Vol. 158, PP. 219-226.
- Schumn, S. A., Khan, H. R., Winkley, B. R., Robbins, L. G., 1972, **Variability of River Patterns**, Nature (Physical Sciences), Vol. 237, PP. 6-75.
- Sinnakaudan, SH. K., Ghani, A. A., Mohd Sanusi S. A., Nor Azazi, Z., 2003, **Flood Risk Mapping for Pari River Incorporating Sediment Transport**, Environmental Modeling & Software, Vol. 18, No. 2, PP. 119-130.
- Smith, K and David N., 2009, **Environmental Hazards** (Assessing Risk & Redusing Disaster) Roulage, Fifth Edition, 414 pp.
- Yafeng, SH., Qiang, Z., Zhongyuan, CH., Tong, J., Jinglu, W., 2007, **Channel Morphology and its Impact on Flood Passage**, the Tianjiazhen Reach of the Middle Yangtze River, Geomorphology, Vol. 85, No. 3-4, PP. 176-184.
- Yalcin, G., Akyurek, Z., 2004, **Analysing Flood Vulnerable Areas with Multi- criteria Evaluation**, 20th ISPRS Congress, July, Istanbul, Turkey, PP. 12-23.
- Yalcin, G., Akyurek, Z., 2004, **Multiple Criteria Analysis for Flood Vulnerable Areas**, Ankara, 20th ISPRS Congress, July, Istanbul, Turkey, PP. 174-181.