دکتر عزت‌ا... قنواتی، دانشگاه تربیت معلم تهران
E. Ghanavati, Ph.D
شماره مقاله: ۵۹۶

مدل ژئومورفولوژیکی سیلاب در حوضهٔ گاماسیاب

چکیده

سیلاب به عنوان مهمترین فرایند تغییردهندهٔ چهره زمین، از پدیده‌های مختلف ژئومورفولوژیک متأثر است. بررسی علل ژئومورفولوژیکی وقوع و تشدید سیل از دیدگاه کمی، نمونه‌ای از کارکردهای ژئومورفولوژی کاربردی است. در راستای شناسایی عوامل مختلف هیدروژئومورفولوژیکی مؤثر در بروز سیل در حوضهٔ رودخانه گاماسیاب، ۱۲ متغیر ژئومورفولوژیکی و فیزیوگرافی با استفاده از روش آماری رگرسیون چند متغیره مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند. در نهایت، مدل پیش‌بینی سیلاب حوضه بر اساس ۷ متغیر ضریب جریان، ضریب گراولیوس، ارتفاع متوسط حوضه، شیب ناخالص رودخانه، شیب حوضه، طول حوضه و مساحت حوضه ساخته شده است. واسنجی مدل نهایی نشان داد که حدود ۹۹ ٪ با واقعیت (داده های مشاهده شده) هماهنگی دارد.

کلید واژه ها: ژئومورفولوژی سیلاب، هیدرولوژی، گاماسیاب.

مقدمه

با تمام اهمیتی که آب در اقتصاد ایران دارد، سیلابها هر ساله حجم عظیمی از آبها و خاکهای حاصلخیز کشور را از دسترس خارج نموده و به کویرها، دریاچه‌ها و دریا انتقال می‌دهند (*علیزاده، ۱۳۸۱، ۱۵*). تداوم این وضعیت، صدمه‌های جبران‌ناپذیری بر منابع آب و خاک کشور وارد می‌کند. از این رو، در کنترل و مبارزه با این پدیده شناخت عوامل و پارامترهای مؤثر بر سیلاب اهمیت بسیار زیادی دارد. به عبارت دیگر قبل از هرگونه برنامه‌ریزی برای کنترل سیل، باید رفتار فرایندهای آن را شناخت (*Smith, 1992, 25*).

به نظر می‌رسد خسارتهای ناشی از سیلاب تا حدی زیادی قابل کنترل و پیشگیری است. برای موفقیت در این زمینه، شناخت محیط و ساز و کار عمل مجموعه عناصر آن در ایجاد خطر، اهمیت زیادی دارد. در این راستا، علم ژئومورفولوژی می‌تواند در شناخت بخشی از این محیط و روابط زنجیره‌ای عناصر آن نقش قابل توجهی ایفا نماید (*Sparks, 1990, 152*).

یکی از جنبه‌های مهم مورد مطالعهٔ علم ژئومورفولوژی کاربردی، مطالعه فرایندهای فرسایشی است که باعث تحول اشکال زمین می‌گردد. مطالعات نشان داده‌اند که رابطه‌ای خطی و مستقیم بین بارندگی و سیلاب وجود ندارد (غیور، ۱۳۷۱، ۸۸).

ازجمله عوامل اصلی برهم‌زنندهٔ این رابطه، ویژگیهای ژئومورفولیک و مورفومتری حوضه‌های آبریز است. در این راستا، روشهای سنتز هیدورگراف، در امور مطالعات کاربرد وسیعی دارند. روشهای سنتز هیدروگراف حوضه‌های فاقد آمار، یا براساس منحنیها و روابط تجربی‌اند، مانند روشهای اشنایدر و سازمان حفاظت خاک[1] امریکا، و یا براساس مدلهای فرضی[2] (مفهومی)؛ مانند منحنی زمان- مساحت (*ایرملو، ۱۳۶۲، ۴۱*). به‌دلیل کارایی کم این مدلها، ارائه مدلی که با استفاده از پارامترهای ثابت و قابل اندازه‌گیری، توانایی بهتری برای سنتز هیدروگراف در حوضه‌های فاقد آمار را داشته باشد، اهمیت زیادی دارد (*Abrahamas, 1984, 162*).

اولین مطالعات کمی جدید بر روی حوضه‌های زهکشی، توسط هورتون[3] پایه‌گذاری شد. او اظهار داشت که خصوصیاتی ثابت و تغییرناپذیر در حوضهٔ زهکشی وجود دارند که با واکنش هیدرولوژیکی حوضه مرتبطند. بدین ترتیب، او پایهٔ نظری نگرش هیدروژئومورفومتریک را فراهم نمود. هدف هورتون کاهش پدیده‌های پیچیدهٔ هیدرولوژیک به چند اندازهٔ کمی مهم بود که بتوان از آنها برای پیش‌بینی روانآب سطحی استفاده نمود (*Victor et al, 1998, 503*).

به علت ثابت بودن پارامترهای ژئومورفولوژیک حوضه‌های آبریز و امکان اندازه‌گیری سریع و دقیق آنها بر روی نقشهای توپوگرافی و عکسهای هوایی، می‌توان اظهار داشت که بهترین مدل ارائه شده جهت سنتز هیدروگراف، مدلی است که ارتباط منطقی را میان پاسخگویی هیدرولوژیک و این پارامترها ارائه نماید (*Hardin, 1984, 142*).

1.Scs Method. 2. conceptual . 3. Horton.

در مطالعهٔ روابط بین ویژگیهای حوضه آبریز و سیل‌خیزی آن، پارامترهای مختلفی توسط پژوهشگران مورد استفاده قرار گرفته است. این پارامترها یا از خصوصیات فرعی محیطی انتخاب می‌شوند و یا از ویژگیهای مورفومتریک حوضه‌های آبریز به‌دست می‌آیند.

دیکنز[4] با استفاده از تحلیل رگرسیونی، روابط حداکثر دبی و مساحت حوضهٔ آبریز را برای ناحیه بنگال برقرار نمود (*Versheny, 1986, 241*).

غیر از مساحت حوضهٔ آبریز، شاخصهای دیگری نیز در ارتباط با حداکثر دبی به‌کار گرفته شده‌اند. مثلاً مورسیاوا[5] روابطی را بین دبی و طولانی‌ترین آبراهه برای ۹۶ حوضه در شرق آمریکا محاسبه نمود (*Gregory and Walling, 1986, 154*).

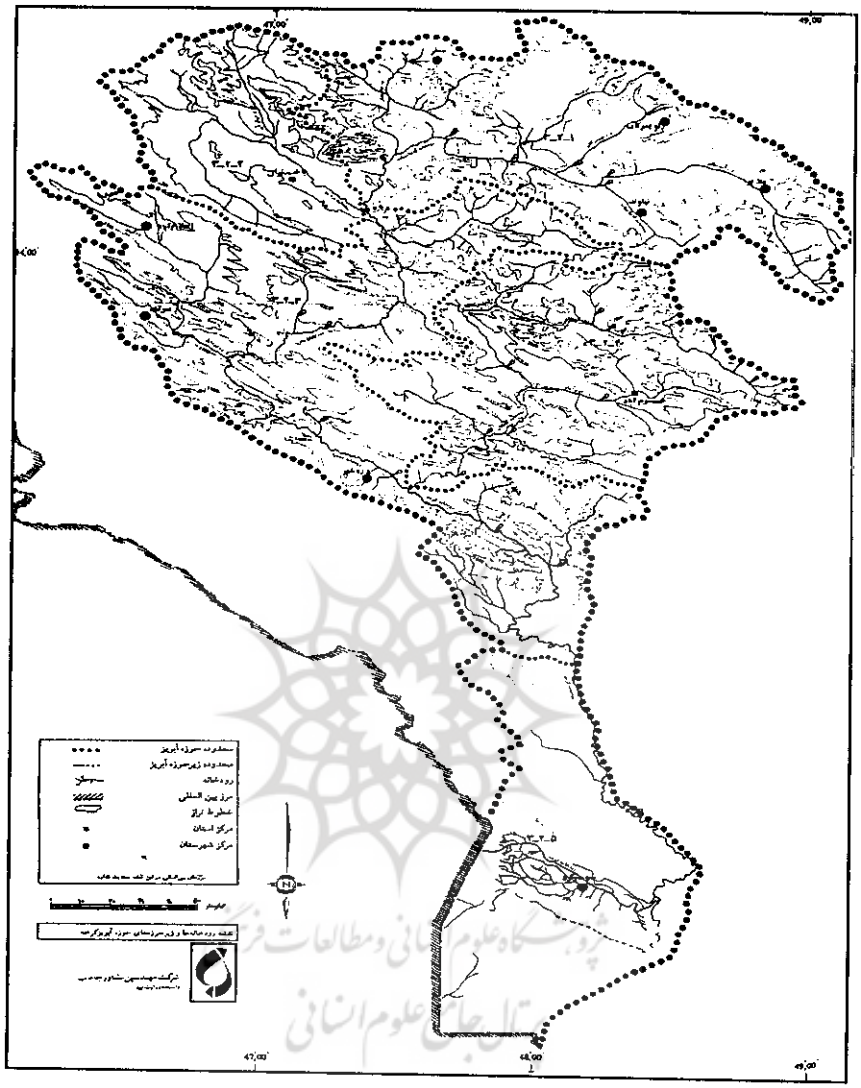
در راستای یافتن و شناساندن اثرهای عوامل مختلف هیدروژئومورفولوژیک در بروز سیل در حوضهٔ رودخانه گاماسیاب، با استفاده از روشهای پیشرفتهٔ آماری، پارامترهای مؤثر بر سیلاب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در نهایت مدلی برای پیش‌بینی سیل در منطقه طراحی شده است.

کلیات جغرافیایی منطقه

حوضهٔ رودخانه گاماسیاب، در بخشی از استانهای کرمانشاه و همدان، در مختصات جغرافیایی "۳٤°۱٤′۳ تا "٥٤°٥۱′۳٤ عرض شمالی و "۳°٥′٤۷ تا "٥٦°۲٦′٤۸ طول شرقی واقع شده است (*سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۳٥*). حوضه گاماسیاب نیز یکی از شعبه‌های اصلی رودخانهٔ کرخه است (نقشه ۱). رودخانهٔ کرخه بخشی از حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان (حوضه منطقه‌ای شماره ۲ ایران) می‌باشد. این حوضه، تنها حوضه غیربسته ایران است و اگر مجموعه حوضه‌های مرکزی را یک حوضه در نظر نگیریم، بزرگترین حوضه منطقه‌ای کشور به شمار می‌رود (*موحد دانش، ۱۳۷۳، ۲۶۶*).

رودخانه کرخه از چند شاخه اصلی به نامهای گاماسیاب، قره سو، کشگان و تعداد زیادی شاخه کوچک و بزرگ تشکیل می‌یابد. این رودخانه تا محل تلاقی گاماسیاب با قره‌سو، « گاماسیاب » نامیده می‌شود. رودخانه گاماسیاب در منطقه بیستون به رودخانه قره سو می‌پیوندد و رودخانهٔ سیمره را تشکیل می‌دهند.

4. Dickens. 5. Morisawa.



نقشه ۱ موقعیت جغرافیایی حوضهٔ رودخانه گاماسیاب و کرخه

داده‌ها و روش کار

پدیده‌های زمین ساختی، خصوصیات فیزیکو شیمیایی و لیتولوژیکی سازندهای مختلف و همچنین شرایط اقلیمی منطقه، عواملی هستند که در شکل‌گیری و تکوین وضعیت مورفولوژیکی نقش عمده و اساسی دارند. با توجه به اینکه این محدوده جزء بخشی از رشته‌کوه زاگرس است، تمام

ساختارهای زمین شناسی آن از روند عمومی ساختاری زاگرس پیروی می کند. به‌طور کلی، محدودهٔ مورد مطالعه از نظر خصوصیات مورفولوژیکی دارای سه بخش کوهستانی، تپه ماهوری و دشت می‌باشد. بخش کوهستانی عمدتاً از آهکهای ضخیم لایه و دارای دیواره عمودی و صخره‌ای، تشکیل یافته است. در این بخش، مناظر کارستی زیادی از قبیل انواع دولین، غار، کارن و دره‌های کارستی مشاهده می شود. بخش تپه ماهوری نیز به‌صورت پراکنده در قسمتهای مختلف حوضه وجود دارد و معمولاً از سری رادیو لاریتها، افیولیتها، گدازه‌های جریانی، رسوبهای فلیشی و سری دگرگونه شیستی- فلیشی تشکیل شده‌اند. گسترش واحد مورفولوژیکی دشت در حوضه، نسبتاً زیاد است، به‌طوری که حدود ۳۹ ٪ محدودهٔ مورد بررسی را شامل می‌شود. این بخش شامل مخروط افکنه‌ها، پادگانه‌های آبرفتی، واریزه‌ها و آبرفتهای میان دشتی و سیلابی است.

خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌ها تنها بر رژیم هیدرولوژیک آنها و از جمله میزان تولید آبی سالانه، حجم سیلابها، شدت فرسایش خاک و رسوب تولیدی اثر مستقیم نمی‌گذارد، بلکه به طور غیرمستقیم و نیز با اثر بر آب و هوا و وضعیت اکولوژی و پوشش گیاهی به میزان زیادی رژیم آبی حوضه آبخیز را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد.

خصوصیات فیزیوگرافی در هر حوضه به طور نسبی ثابت بوده و از این جهت اهمیت دارند که بین آنها و رواناب حوضه، رابطه وجود دارد. لذا برای حوضه‌هایی که در آنها داده‌های اندازه‌گیری دبی وجود ندارد، می‌توان از این روابط استفاده نمود و مقدار رواناب یا شدت سیلاب را تخمین زد.

بر همین اساس، در این پژوهش سعی شده است با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و عکس هوایی منطقه، آن دسته از خصوصیات فیزیوگرافی که در ایجاد رواناب و سیلاب حوضه اهمیت بیشتری دارند محاسبه و استخراج گردند. این ویژگیها شامل مساحت حوضه، محیط حوضه، طول حوضه، شیب حوضه، شیب ناخالص رودخانه، ارتفاع متوسط حوضه، ضریب گراولیوس، مستطیل معادل و غیره می‌باشند (جدول ۱). خصوصیات مذکور، برای مناطق بالادست ۸ ایستگاه هیدرومتری موجود در کل حوضه، محاسبه و اندازه‌گیری شده است. گفتنی است، به منظور پرهیز از طولانی شدن حجم مطالب، از تشریح روش محاسبه و اندازه‌گیری هر یک از خصوصیات فیزیوگرافی خودداری شده است. برای آگاهی از این روشها می‌توان به منابع معرفی شده مراجعه نمود (*سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۵، ۲۵*).

جدول ۱ مشخصات فیزیوگرافی و هیدرواقلیمی حوضه‌های مورد مطالعه طی دوره‌های آماری ۷۵-۱۳۵۱

رودخانه – ایستگاه	مساحت Km^2	محیط Km^2	طول حوضه km	شیب حوضه	شیب رودخانه ناخالص	ارتفاع متوسط حوضه(m)	ضریب گراویلیوس	مستطیل معادل		بارندگی سالانه به میلیمتر	دبی متوسط به مترمکعب بر ثانیه	ضریب جریان	حداکثر دبی لحظه‌ای به مترمکعب بر ثانیه
								طول	عرض				
گاماسیاب – پل دختر	۱۰۵۹۹/۰۰	۷۴/۶۵	۲۰۷/۷۵	۰/۰۰۷	۰/۰۳۳	۱۸۶۶/۳۹	۲/۰۲	۳۶۲/۴۹	۲۹/۲۴	۵۴۵/۶	۳۵/۸۴	۱۳۳۷/۸	۰/۴۰
دینه ور – حیدرآباد	۲۱۰۳/۰۰	۲۹۰/۲	۵۲/۰۵	۰/۰۲۰	۰/۰۱۵	۱۸۶۶/۳۹	۱/۷۷	۱۳۷/۲۹	۱۵/۳۲	۵۵۱/۷	۱۲/۱۵	۷۱۲	۰/۳۳
آب صحنه – آبشار	۹۱/۰۰	۴۳/۰۰	۱۱/۷۵	۰/۱۱۰	۰/۰۵۰	۱۹۲۹/۵	۱/۲۶	۱۶/۹۴	۵/۳۷	۵۶۱/۱	۰/۵	۲۲/۰۲	۰/۳۱
مریم نگار – کله جوب	۵۶۷/۵۰	۱۳۶/۰۵	۳۸/۷۵	۰/۰۳۷	۰/۰۲۵	۱۹۴۵/۲۰	۱/۶۰	۶۲/۴۲	۹/۰۹	۵۶۴/۹	۲/۵۱	۴۷/۱۸	۰/۲۵
ارمی جان – خدرآباد	۲۷۷/۰۰	۱۰۸/۰۰	۳۳/۸۵	۰/۰۴۰	۰/۰۱۳	۱۷۹۳/۵	۱/۸۲	۵/۶۱	۵/۳۷	۵۲۷/۷	۱/۶۱	۳۵	۰/۳۵
جامیشان– امامزاده برجعلی	۴۰۷/۰۳	۱۹۲/۲	۳۳/۹	۰/۰۲۴	۰/۰۱۰	۱۸۵۶/۴۵	۱/۷۹	۶۱/۲۷	۴/۶۴	۵۴۳/۲	۱/۶۵	۳۸	۰/۲۴
جامیشان – پیرسلیمان	۵۰۷/۰۰	۱۴۳/۷	۳۶/۶	۰/۰۳۱	۰/۰۱۰	۱۸۷۲/۸۸	۱/۷۹	۶۸/۳۸	۷/۴۱	۵۴۷/۳	۲/۴۱	۴۲	۰/۲۵
جامیشان – میان راهان	۱۱۲/۸۵	۲۵۸/۱۱	۴۲/۵	۰/۰۱۹	۰/۰۱۰	۱۸۳۴/۴۷	۲/۱۶	۱۲۷/۵۸	۸/۷۹	۵۳۷/۸	۵/۲۹	۳۸۰	۰/۲۸

تجزیه و تحلیل داده‌ها و تهیهٔ مدل سیلاب حوضه

مهمترین عوامل مؤثر در بروز سیل را می‌توان به سه گروه اقلیمی، ادافیکی و مدیریتی تقسیم نمود. در بین عوامل اقلیمی شدت، مدت، نوع بارش و جهت حرکت بادهای باران زا، مهمترین نقش را در بروز سیل دارند. عوامل ادافیکی شامل پوشش گیاهی و نحوهٔ استفاده از اراضی است که می‌تواند در ایجاد سیل تأثیر مثبت یا منفی داشته باشد (مهدوی و هاشمی، ۱۳۶۷، ۱۹). در این میان، عوامل اقلیمی و مدیریتی جزء عوامل ناپایدار و عوامل ادافیکی و بویژه فیزیوگرافی و مورفولوژی، جزء عوامل پایدار مؤثر بر سیلاب می‌باشند.

با توجه به تأثیر عوامل مختلف در بروز سیلاب، نمی‌توان تنها یکی از عوامل فوق را به عنوان ملاک تعیین حساسیت سیل‌خیزی حوضه در نظر گرفت. برای مثال، اگر مساحت حوضه به عنوان مهمترین عامل در تولید رواناب در نظر گرفته شود، در عمل ملاحظه می‌شود که در برخی موارد با وجود وسعت زیاد حوضه به دلیل ویژگیهای خاص محیطی- از جمله شیب کمتر و پوشش گیاهی متراکم- رواناب کمتری تولید شده است. بنابراین، در تهیهٔ مدل سیلاب، پارامترهای مختلف مؤثر بر سیل را باید بررسی کرد و مورد استفاده قرار داد. بررسی رابطه بین عوامل ژئومورفولوژیک و بروز سیل، از جمله مهمترین بخشهای ژئومورفولوژی سیل را شامل می‌شود. در مقالهٔ حاضر، برای شناساندن عوامل مختلف فیزیوگرافیک و اقلیمی مؤثر بر سیلاب، ۱۲ پارامتر مختلف (جدول ۲) با استفاده از مدل رگرسیون خطی چند متغیره مورد بررسی قرار گرفته است. در این مدل تغییرات، یکی از متغیرهایی که در این رابطه وجود دارد تابع تغییرات سایر متغیرهاست. این متغیر را متغیر وابسته یا پاسخ و دیگر متغیرها را نیز مستقل می‌نامند. در این‌جا، متغیر وابسته دبی سیلاب و با نماد y و متغیرهای مستقل با $x_1, x_2, \ldots, x_k$ نشان داده می‌شوند. رابطه بین متغیرها به‌صورت معادلهٔ ۱ می‌باشد:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \ldots + b_kx_k \qquad \text{(معادلهٔ ۱)}$$

بنابراین، مدل نهایی از بین ۱۲ متغیر مستقل $(x_1 - x_{12})$، با ۷ متغیر شامل ضریب جریان (x_1)، ضریب گراولیوس (x_2)، ارتفاع متوسط حوضه (x_3)، شیب ناخالص رود (x_4)، شیب حوضه (x_5)، طول حوضه (x_6) و مساحت حوضه (x_7) ساخته می‌شود. در معادلهٔ ۱، a ضریب ثابت معادله و b_1 تا b_k نیز ضرایب معادله رگرسیون چند متغیره می‌باشند.

با توجه به نتایج تحلیل رگرسیون چند متغیره (جدول ۲)؛ ضریب ثابت a برابر ۳۳۸۵/۶۳۲- ، ضریب جریان (x_1) ۲۰۸۶/۷۱۷- ، ضریب گراولیوس (x_2) ۳۰۷/۱۸۹ ، ارتفاع حوضه (x_3) ۱/۶۲۶،

شیب ناخالص رود (x_4) ۵۴۹/۹۸۲-، شیب حوضه (x_5) ۴۸۲۶/۷۰۶- طول حوضه (x_6) ۲۱/۱۶۰-، مساحت حوضه (x_7) ۰/۴۷۳ حاصل شده است. بدین ترتیب، مدل نهایی برای پیش‌بینی سیلاب حوضهٔ گاماسیاب به‌صورت معادلهٔ ۲ طراحی شده است.

معادلهٔ ۲ :

$$y = -۳۳۸۵/۶۳۲ + (۲۰۸۶/۷۱۷(x_1)) + (۳۰۷/۱۸۹(x_2)) + (۱/۶۲۶(x_3)) + (-۵۴۹/۹۸۲(x_4)) + (-۴۸۲۶/۷۰۶(x_5)) + (-۲۱/۱۶۰(x_6)) + (۰/۴۷۳(x_7))$$

جدول ۲ ضرایب و نتایج تحلیل رگرسیون

متغیرها		ضرایب غیر استاندارد	خطای	ضرایب استاندارد	t	Sig.
		B	معیار	Beta		
1	a	-۳۳۸۵/۶۳۲	۰/۰۰۰	.	.	.
ضریب جریان	(x_1)	۲۰۸۶/۷۱۷	۰/۰۰۰	.	.	.
ضریب گراولیوس	(x_2)	۳۰۷/۱۸۹	۰/۰۰۰	.	.	.
ارتفاع متوسط	(x_3)	۱/۶۲۹	۰/۰۰۰	.	.	.
شیب ناخالص رود	(x_4)	-۵۴۹/۹۸۲	۰/۰۰۰	.	.	.
شیب حوضه	(x_5)	-۴۸۲۶/۷۰۶	۰/۰۰۰	.	.	.
طول حوضه	(x_6)	-۲۱/۱۶۰	۰/۰۰۰	.	.	.
مساحت	(x_7)	۰/۴۷۳	۰/۰۰۰	.	.	.
دبی سالانه مترمکعب در ثانیه	(x_8)	.	۰/۰۰۰	.	.	.
بارش به میلیمتر	(x_9)	.	.	.	.	.
عرض مستطیل معادل	(x_{10})	.	.	.	.	.
طول مستطیل معادل	(x_{11})	.	.	.	.	.
محیط حوضه به کیلومتر	(x_{12})	.	.	.	.	.

واسنجی[6] و آزمون نهایی

برای آزمون مدل نهایی و واسنجی آن، ابتدا برای هر یک از ایستگاههای هیدرومتری حداکثر سیلاب با استفاده از مدل نهایی محاسبه و با حداکثر سیلاب مشاهده شده در طول دوره آماری هر

6. Calibration.

یک از ایستگاهها مقایسه شده‌اند. همان‌گونه که از داده‌های جدول ۳ مشاهده می‌شود، دبی‌های محاسبه شده از طریق مدل، با دبی‌های مشاهده شدهٔ واقعی هماهنگی بسیار خوبی را نشان می‌دهند. این مطالب بیانگر کارایی بسیار بالای مدل طراحی شده در پیش‌بینی سیلاب حوضهٔ گاماسیاب می‌باشد.

جدول ۳ داده های مربوط به سیلاب مشاهده شده و محاسبه هر یک از ایستگاهها

ردیف	ایستگاه	دبی محاسبه شده به مترمکعب در ثانیه	دبی مشاهده شده به مترمکعب در ثانیه
۱	پل دختر	۱۲۶۸/۸۸	۱۳۳۷/۸
۲	حیدر آباد	۷۱۰/۶۶	۷۱۲
۳	آبشار	۲۱/۶۵	۲۲/۰۲
۴	کله جوب	۴۶/۵۸	۴۷/۱۸
۵	خدرآباد	۳۴/۵۷	۳۵
۶	امامزاده برجعلی	۳۷/۴۹	۳۸
۷	پیر سلیمان	۴۱/۴۴	۴۲
۸	میان راهان	۳۷۹/۱۵	۳۸۰

همچنین، بین داده‌های محاسبه شده (نتایج حاصل از مدل) و داده‌های مشاهده شده ضریب همبستگی $r=۰/۹۹$ و $r^2=۰/۹۹$ محاسبه شده است. لذا نتایج حاصل از مدل، به میزان ۹۹ ٪ با واقعیت (داده‌های مشاهده شده) هماهنگی دارد.

منابع و مآخذ

۱. ایرملو، نورالدین (۱۳۶۲): **مهندسی سیلاب، چاپ اول**، نشر ذوقی، تبریز.

۲. سازمان برنامه و بودجه (۱۳۷۵): **دستورالعمل مطالعات فیزیوگرافی در حوضه‌های آبخیز**، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، تهران.

۳. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (۱۳۳۵): **نقشه توپوگرافی کرمانشاه به مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰ به شماره N1-38-8.**

۴. علیزاده، امین (۱۳۸۱): **اصول هیدرولوژی کاربردی**، چاپ پانزدهم، دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد.

۵. غیور، حسنعلی (۱۳۷۱): **پیش‌بینی سیلاب در مناطق مرطوب**، فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲۵، مشهد.

۶. موحد دانش، علی‌اصغر (۱۳۷۳): **هیدرولوژی آبهای سطحی ایران**، چاپ اول، انتشارات سمت، تهران.

۷. مهدوی، محمد و علی‌اصغر هاشمی (۱۳۷۶): **تعیین بده متوسط سیل از روی عوامل فیزیکی حوضه‌ها در استان سمنان**، پژوهش و سازندگی، شماره ۳۶، تهران.

8. Abrahamas, A.D. (1984): **Channel networks: A geomorphlolgyical perspective**. Water Resours Reserch. 20, 161-138.
9. Goudie, A. (1995): **The changing earth rates of geomorphological prcesses**. Black well pub. 302.
10. Gregory , K.S, D.E. Walling (1983): **"Drainage basin form and proceses , A geomorphological approach"** Edward Arnold. 456.
11. Hardin , J.M. (1984): **Watershed morphology and time to hydrology peak"** . Journal of hydrology, 67:141-154.
12. Smith, K. (1992): **Environmental hazards, Assessing risks and reducing disaster"** , Routledge. 254.
13. Sparks, B.W. (1990): **geomorphology " , Scientific & Technical**, Longman. 485.
14. Versheny, R.S. (1986): **Engineering hydrology" Nem chand & Bros Tookee**, Longman. 475.
15.Victor, R. Baker, R. Craig kochel, Peter C.Patton. (1988): **Flood geomorphology**. John wiley & sons, Inc. 503.