اهمیت و ویژگی‌های فیزیوگرافیکی ـ هیدرولوژیکی حوضه‌ی گاماسیاب

دکتر سیاوش شایان
گروه جغرافیا ـ دانشگاه تربیت مدرس

چکیده :

در این پژوهش اهمیت مطالعات فیزیوگرافیکی و هیدرولوژیکی در امور توسعه مورد بحث قرار گرفته و استدلال شده است که انجام محاسبات در این زمینه‌ها می‌تواند زیربنای امور توسعه محسوب گردد. همچنین ضمن استفاده از داده‌های ماهواره‌ای ، عکس‌های هوایی ، نقشه‌های توپوگرافی و اطلاعات هیدرولوژیکی حوضه‌ی گاماسیاب، روابط هیدورلوژیکی در زمینه‌های فرم (شکل) ، تراکم آبراهه‌ها ، ضریب طولی جریان سطحی ، زمان تمرکز ، شیب متوسط آبراهه‌ی اصلی ، هیپسومتری حوضه، توزیع مساحت بر حسب طبقات ارتفاعی آبدهی سیستم جریانی گاماسیاب در منطقه مورد بحث ، بررسی و محاسبه قرار گرفته و تأثیر هر یک از آن‌ها در ویژگی‌های هیدرولوژیکی و رفتار آب رود گاماسیاب بیان شده است و سیلاب‌های مورد انتظار و رسوب‌زایی حوضه نیز محاسبه و مشخص شده‌اند.

کلمات کلیدی:

فیزیوگرافی ، هیدرولوژی ، ژئومورفولوژی کاربردی ، حوضه‌ی گاماسیاب ، نهاوند.

مقدمه :

مهار و استفاده از منابع آب از گذشته‌های دور و طی تاریخ زندگی بشر اهمیتی به‌سزا داشته و نشانه‌ای از میزان پیشرفت فناوری‌ها در هر تمدنی محسوب می‌شده است. ایرانیان ، رومی‌ها ، چینیان و مردم مصر از پیشتازان مهار آب‌ها ، سیلاب‌ها و طغیان‌ها و استفاده بهینه از آن‌ها به‌هنگام خشک سالی‌ها و فصول کم‌آبی بوده‌اند. حفر قنوات ، ایجاد بندها و سدهای مختلف با ابعاد متفاوت و مصالح گوناگون، حفر مجاری مصنوعی برای جریان و انتقال آب و احداث چاه برای بهره‌گیری از آب‌های سفره‌های زیرزمینی از جمله اقداماتی بوده که از گذشته‌های دور به وسیله‌ی مبتکران هموطن‌ما و ساکنان منطقه مورد مطالعه (حوضه‌ی گاماسیاب در شهرستان نهاوند) انجام گرفته و ابتکار آنان را در این مورد نشان می‌دهد.

نیاز شدید به منابع آب طی قرن بیستم و محدودیت در پراکندگی و کیفیت آب‌ها سبب شده است که برای قرن جاری (قرن بیست و یکم) افق دلسردکننده‌ای پیش‌بینی شود. از این رو ، قرن بیست‌و یکم را قرن تشنگی نامیده‌اند و لازم است دولتمردان ، اندیشمندان و کارشناسان توسعه، بخش عمده‌ای از همت خود را به امر خطیر سیاست‌گزاری ، مطالعه‌ی منابع آبی و ارائه‌ی الگوهای بهینه برای مهار و مصرف آب اختصاص دهند تا از پیش ، باب منازعات آب را بسته و برای ملت خود در این زمینه آرامش خاطر فراهم سازند. از هم‌اکنون نیز افق تیره‌ی آب در آینده سبب‌شده که «دادگاه بین‌المللی آب» تشکیل گردد و خود را برای دادرسی‌ها نسبت به منابع آبی مشترک بین کشورها آماده نماید.

پیشرفت سریع روش‌های علمی برای مطالعه و جابه‌جایی آب و مهندسی منابع آب سبب شده است که روی‌کردهای تازه‌ای برای آب ایجاد شود و برخی از کارشناسان

توسعه با آینده‌نگری وسیع‌تری برای رفع کمبود منابع آبی چاره اندیشی نمایند. تا آن‌جا که در صدد برآمده‌اند تا کوچک‌ترین منبع آبی را شناسایی و برای بهره‌برداری منطقی از آن به ارائه‌ی راه حل‌ها و فناوری‌های متناسب اقدام نمایند. چنان که درباره حوضه‌ی گاماسیاب نیز طرح‌ها و راهکارهایی ارائه و در معرض بررسی‌ها و داوری‌های کارشناسان دیگر قرار گرفته است.[۱]

از سوی دیگر، حفاظت، احیا و اصلاح آبخیزهای بالا دست مجاری منابع آب، برای دست‌یابی کامل به اهداف توسعه‌ی منطقه‌ای اهمیت حیاتی دارد. لذا بسیاری از کشورهای در حال توسعه به این امر توجه جدّی دارند و منابع مالی بسیاری را در این مورد صرف می‌کنند.[۲]

شناسایی ویژگی‌های فیزیوگرافی و هیدرولوژیکی حوضه‌ها گام‌اول در برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ی مناطق محسوب می‌شود و در شناسایی رفتار رودها و پیش‌بینی طغیان‌ها و دوره‌های ترسالی و خشک‌سالی اهمیت به‌سزا دارد و جزئی از مسائل ایمنی آب هم محسوب می‌شود. با توجه به این امر به بررسی ویژگی‌های هیدرولوژیکی در حوضه‌ی گاماسیاب از سیستم جریانی سیمره ـ کرخه، اقدام گردید.

روش شناسی مطالعه :

برای انجام مطالعه ابتدا محدوده‌ی مورد بررسی با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی منطقه به مقیاس ۱ : ۵۰۰۰۰ مشخص و از حوضه‌های مجاور متمایز گردید. سپس منحنی میزان‌ها، نقاط ارتفاعی شاخص در حوضه، محل ایستگاه‌های اندازه‌گیری

---

۱ ـ همانند طرح استادگرامی آقای دکتراسماعیل شهبازی که در شماره‌ی پنج فصل‌نامه‌ی فرهنگان ارائه شده‌است.

۲ ـ شنگ، تی‌سی، راهنمای آبخیزداری و مطالعات برنامه‌ریزی حوزه‌های آبخیز، ترجمه‌ی علی نجفی‌نژاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان ۱۳۷۶، ص ۲۳

هیدرولوژیکی ، مراکز مسکونی عمده و شبکه‌ی آب‌های جاری دایمی و فصلی تعیین و با استفاده از نرم‌افزارهای مربوطه به سیستم رایانه‌ای وارد شدند.

برای انجام محاسبات فیزیوگرافی حوضه، اندازه‌گیری‌های میدانی و نقشه‌ای و عکسی (با استفاده از عکس‌های هوایی کل منطقه)انجام شد و با بهره‌گیری از کتب دستی هیدرولوژی کاربردی ، داده‌ها در روابط قرار گرفت و یافته‌ها به صورت شکل ، نمودار، جدول و توضیح متنی و نمایش نقشه‌ای ، ارائه گردید.

در محاسباتِ ضرایبِ فرم، فقط به نمایش جدولی یافته‌ها اقدام گردید و برای مقایسه و تکمیل یافته‌ها از گزارش‌ها و اسناد کتابخانه‌ای نیز استفاده شد. برای کاربردی شدن بیش‌تر یافته‌ها یک نقشه‌ی کامل شیب به وسیله‌ی رایانه و نرم‌افزارهای مربوطه در مقیاس ۱۰۰۰۰۰ : ۱ تهیه شد، که نمونه‌ی کوچک شده‌ی آن به مقاله ضمیمه گردید.

اهمیت این نقشه بر کارشناسان امر برنامه‌ریزی که در محاسبات خود شیب را به‌عنوان یک عامل تعیین کننده در جریان‌های سطحی محسوب می‌کنند، پوشیده نیست و فایل کامل رایانه‌ای آن نیز قابل دسترسی است.

حوضه‌ی گاماسیاب:

حوضه‌ی مورد بررسی، بخشی از سیستم جریانی کرخه ـ سیمره است، که در واقع سرچشمه‌ی این سیستم بزرگ جریانی در غرب و جنوب غربی کشور محسوب می‌گردد و دارای جریان دایم سالیانه است. خصوصیات عمومی و ارتفاعی این حوضه قبلاً مورد بحث و بررسی قرار گرفته و در قالب مقاله‌ای جداگانه در فصل‌نامه‌ی فرهنگان چاپ شده است.[۱]

---

۱ ـ رجوع کنید به : شایان ، سیاوش ، تعیین محدوده طبیعی شهرستان نهاوند با استفاده از داده‌های زمینی و داده‌های رقومی ماهواره‌های ... ، در فصل‌نامه‌ی فرهنگان ، شماره‌ی اول ، پاییز ۱۳۷۸ ، صص ۹۰ تا ۱۰۱ .

این حوضه بر اساس محاسبات دارای ۱۷۰۶/۶۱ کیلومتر مربع مساحت است و در آن ۱۹۲/۶ کیلومتر شبکه آبراهه وجود دارد که طولانی‌ترین شاخابه آن از ارتفاعات گرین تا ایستگاه هیدرولوژی دوآب، در خروجی حوضه ۱۰۰/۶ کیلومتر طول دارد و بقیه شاخابه‌های فرعی محسوب می‌گردند.

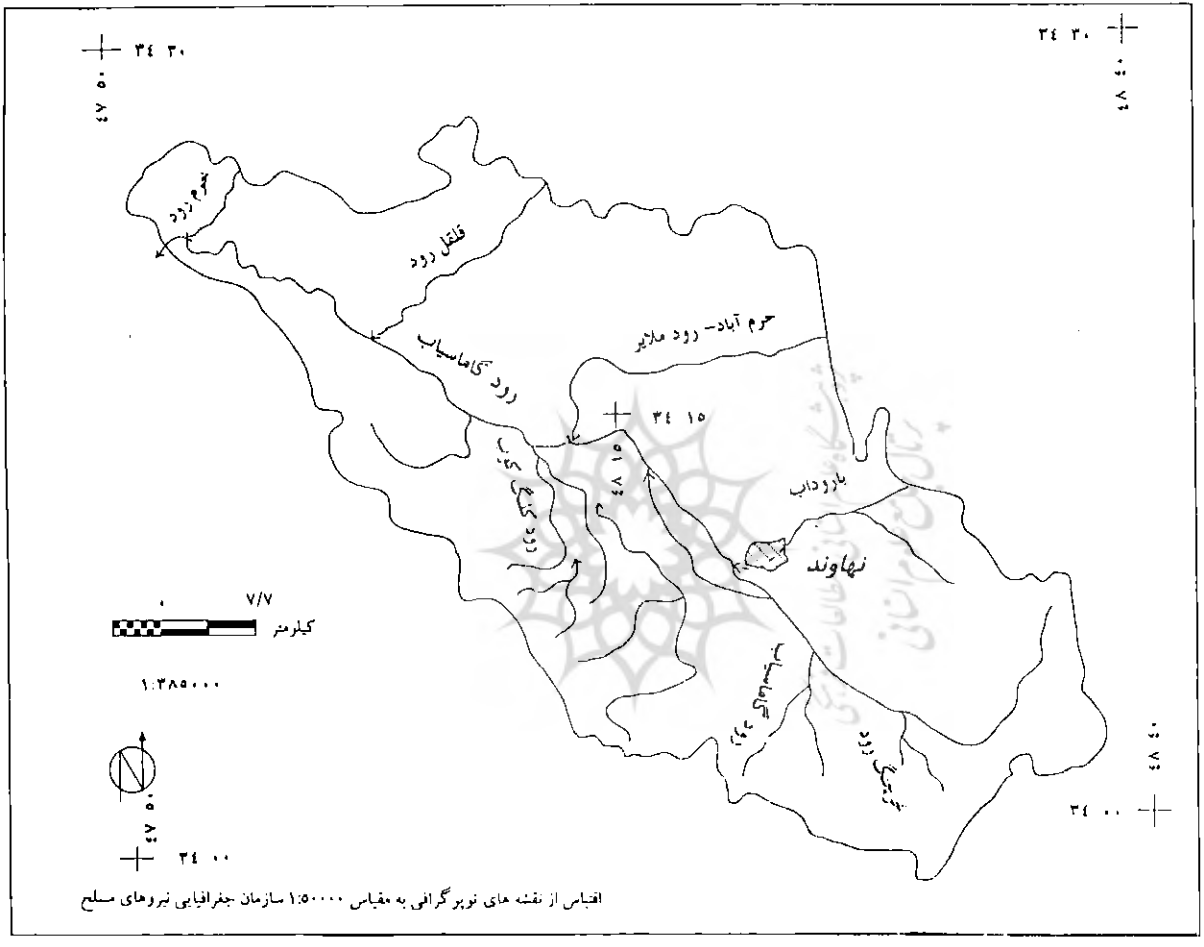
بخش عمده‌ای از این حوضه در محدوده‌ی سیاسی شهرستان نهاوند قرار دارد و طی سال‌های اخیر قسمت‌هایی از آن از قلمرو سیاسی این شهرستان منفک و به شهرستان‌های هم‌جوار واگذار شده است! (نقشه‌ی ضمیمه، شکل ۱)

یافته‌های پژوهش :

ضرایب فرم حوضه

کارشناسان هیدرولوژی برای شناسایی بهتر شکل و رفتار یک رود و حوضه‌ی آن از ضرایبی استفاده می‌کنند که «ضریب فرم» نامیده می‌شوند و با قرار دادن داده‌های یافت‌شده از اندازه‌گیری‌های اولیه در روابط ریاضی مشخص و معین به دست می‌آیند.

برای حوضه‌ی گاماسیاب این ضرایب محاسبه و نتیجه‌ی آن در قالب جدول یک ارائه شده است . این ضرایب عبارت‌اند از : ضریب تراکم یا کشیدگی (گراولیوس) ، ضریب شکل هورتون ، ضریب شکل عمومی ، ضریب گردواری یا دایره‌ای بودن حوضه ، ضریب تطویل یا کشیدگی ، ضریب فرم میلر و ضریب ناهمواری حوضه. هم‌چنین اشکال نظیر هندسیِ حوضه محاسبه و استخراج شده‌اند که نتایج حاصل در جدول دو ارائه شده است.



اقتباس از نقشه های توپوگرافی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

شکل یک ـ نقشه‌ی شبکه‌ی آب‌های سطحی حوضه‌ی آبریز گاماسیاب

جدول ۱ ـ مقادیر ضرایب فرم محاسبه شده برای حوضه‌ی گاماسیاب

ضرایب فرم	رابطه	مقدار محاسبه شده برای حوضه گاماسیاب	نمایش ضریب
۱ـ ضریب تراکم یا کشیدگی (گراولیوس)	$K_c = \frac{P}{P'} = \frac{۰/۲۸P}{\sqrt{A}}$	۱/۹۷۵	K_c
۲ـ ضریب شکل هورتون	$R_f = \frac{A}{Lb}$	۰/۱۶۸	R_f
۳ـ ضریب شکل	$SW = \frac{L}{W}$	۵/۹۳	Sw
۴ـ ضریب گردواری یا دایره‌ای	$Rc = \frac{A}{Ac} = \frac{۱۲/۵۷A}{P}$	۰/۲۵۲	Rc
۵ـ ضریب تطویل یا کشیدگی	$Re = \frac{D}{L} = \frac{۱/۱۲۸\sqrt{A}}{L}$	۰/۲۶۳	Re
۶ـ ضریب فرم میلر	$S = \frac{L}{W}$	۵/۹۳	S
۷ـ ضریب ناهمواری	$RR = \frac{H_{(max)} - H_{(min)}}{L}$	۰/۰۲۲	RR

جدول ۲ ـ مقادیر اشکال هندسی معادل یا نظیر حوضه‌ی گاماسیاب

اشکال هندسی نظیر	رابطه	مقدار محاسبه شده برای حوضه گاماسیاب	نمایش ضریب
۱ـ مستطیل معادل	$L = \frac{K_c\sqrt{A}}{۱/۱۲}\left[۱ \pm \sqrt{۱ - (\frac{۱/۱۲}{K_c})^۲}\right]$	طول ۱۲۱/۵ عرض ۲۴/۱	L W
۲ـ مثلث معادل	$EI = ۱/۱۲۸\sqrt{A}$ $B = ۱/۷۷۳\sqrt{A}$	ارتفاع ۴۶/۲۶ قاعده ۷۳/۲۴	EI B
۳ـ مربع معادل	$LA = \sqrt{A}$	ضلع مربع ۴۱/۳۱	LA
۴ـ دایره معادل	$R = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$	شعاع دایره ۲۳/۳۱	R

تراکم آبراهه‌ها و ضریب تراکم :

مجموع طول آبراهه‌های اصلی رودهای دایمی و آبراهه‌های موقت و اصلی در روی نقشه‌های ۵۰۰۰۰ : ۱ برابر ۱۹۲/۶ کیلومتر است . در محاسبه‌ی این آبراهه‌ها ، طول رودهای دایمی از روی نقشه و از مرتفع‌ترین نقطه‌ی موجود در منطقه‌ی مورد مطالعه تا خروجی حوضه مورد محاسبه قرارگرفته که مجموعاً طولانی‌ترین شاخابه‌ی حوضه از جنوب شرقی حوضه تا انتهای آن در دوآب برابر با ۱۰۰/۶ کیلومتر طول داشته است.

هم‌چنین طول شاخه‌ی اصلی رود «بارورداب» در شرق حوضه تا اتصال به «گاماسیاب» ۲۰ کیلومتر ، خرم‌رود (از ابتدای ورود به حوضه تا اتصال به گاماسیاب) ۶/۵ کیلومتر ، قلقل رود (رود تویسرکان) از ابتدای ورود به حوضه تا اتصال به گاماسیاب ۸/۱ کیلومتر، رود حرم آباد (ملایر) تا اتصال به گاماسیاب ۲۴/۵ کیلومتر و شاخه‌ی تازناب در جنوب غربی و غرب حوضه از مرتفع‌ترین نقطه تا اتصال آن به گاماسیاب ۴۱ کیلومتر طول داشته‌اند: (جدول ۳)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۳ ـ مشخصات آبراهه‌های اصلی در حوضه‌ی گاماسیاب

نام	مسیر	موقعیت جریان در منطقه	طول (Km)
خرچنگ‌رود + گاماسیاب	از ابتدای حوضه در شمال شرقی تا خروجی در دوآب	جنوب تا شمال	۱۰۰/۶
بارورداب	از ابتدای حوضه در شرق تا اتصال به گاماسیاب	شرق حوضه	۲۰/
خرم‌رود	شرق تا مرکز حوضه و اتصال به گاماسیاب	شرق حوضه	۶/۵
قلقل‌رود (رود تویسرکان)	شرق تا مرکز حوضه و اتصال به گاماسیاب	شرق حوضه	۲۴/۵
تازناب	غرب تا مرکز حوضه و اتصال به گاماسیاب	غرب حوضه	۴۱
جمع ۱۹۲/۶			

برای محاسبه‌ی تراکم آبراهه‌ها در حوضه می‌توان از فرمول مربوط به آن استفاده کرد:

$$Dd = \frac{\sum Li}{A}$$

که در آن Dd تراکم زهکشی ، ∑li ، مجموع طول کلیه‌ی آبراهه‌ها به کیلومتر و A مساحت حوضه بر حسب کیلومتر مربع است.

$$Dd = \frac{۱۹۲/۶}{۱۷۰۶/۶۱} = ۰/۱۱۲ \frac{Km}{Km^۲}$$

بنابراین در هر کیلومتر مربع از حوضه‌ی گاماسیاب ، ۱۱۲ /۰ کیلومتر شبکه‌ی زهکشی وجود دارد که نشانگر نسبت کمّی است. علت اساسی این امر را می‌توان در جنس زمین که اغلب آهکی و نفوذپذیرند و جریانات سطحی به جریانات زیرزمینی تبدیل می‌شوند، جست‌وجو کرد.

ضریب طول جریان سطحی :

این ضریب عبارت‌است از طول مسیری که جریان سطحی آب از منطقه‌ی محدوده‌ی خط تقسیم حوضه تا اتصال به یک آبراه خاص طی می‌کند. به نظر هورتون و شوم ، طول و جریان سطحی تقریباً با نصف عکس تراکم زهکشی برابر است و رابطه‌ی مورد نیاز برای محاسبه این ضریب به شرح زیر است:

$$L_g = \frac{۱}{۲Dd}$$

در این رابطه Lg طول جریان سطحی مورد نظر تا اتصال به شاخه‌ی اصلی و Dd تراکم زهکشی است . این طول در واقع عبارت‌است از طول مسیری که جریان سطحی

آب از منطقه‌ی تقسیم حوضه طی می‌کند تا به یک آبراهه‌ی اصلی متصل می‌شود. برای حوضه‌ی گاماسیاب این ضریب عبارت‌است از :

$$L_g = \frac{۱}{۲ \times ۰/۱۱۲} = ۴/۴۶ \text{ کیلومتر}$$

هر قدر تراکم زهکشی در یک حوضه کم‌تر باشد ، طول جریان‌های سطحی(Lg) بیش‌تر خواهد بود. ملاحظه می‌شود که این رقم در حوضه‌ی گاماسیاب رقم قابل توجهی را تشکیل می‌دهد. در حالی که در حوضه‌هایی که از نظر جنس و ساختمان و بافت زمین نفوذپذیری کم‌تری دارند، ضریب مذکور اغلب کم‌تر از یک کیلومتر است.

رقم ۴/۴۶ کیلومتر نشانگر نفوذپذیری زیاد حوضه بر اثر تسلط سنگ‌های آهکی و دیگر مواد مشابه و بافت نسبتاً درشت توأم با درزها و شکست‌ها است. این ضریب دارای ارزش زیادی است و نشان می‌دهد که سرعت جریان در آبراهه‌ها بیش از سرعت آن در سطح حوضه (مجرای اصلی) است.

در نتیجه هرچه طول جریان سطحی کوچک‌تر باشد و تراکم زهکشی بیش‌تر ، به همان اندازه فاصله زمانی بین مرکز ثقل بارندگی مؤثرتر و نقطه‌ی حداکثر جریان کوتاه‌تر می‌شود. اما ، در حوضه‌ی مورد بررسی ، سرعت جریان کم و تراکم زهکشی نیز اندک است. این امر سبب می‌شود که بروز سیلاب‌های عمده به تأخیر افتد .

از آن‌جا که Lg محاسبه شده برای حوضه‌ی گاماسیاب نسبتاً زیاد است، بنابراین حوضه‌ی مورد نظر دارای نقطه اوج هیدروگراف شدید نیست و بروز سیلاب در آن به ندرت اتفاق می‌افتد. این امر در مورد زیرحوضه‌های منطقه صدق نمی‌کند. زیرا جنس ، بافت ، شیب و دیگر خصوصیات این زیرحوضه‌ها ممکن است دقیقاً از حوضه‌ی اصلی متفاوت باشد .

باید توجه داشت که ساختمان زمین ، شیب ، پوشش گیاهی و نفوذپذیری خاک‌ها باید در شرایط محلی زیرحوضه‌ها برای محاسبه ی ضریب طول جریان سطحی دخالت داده شوند. مثلاً جنس زمین در زیرحوضه‌ی بارو‌داب در شرق حوضه نفوذپذیری کم‌تری دارد که باعث سیلاب‌هایی در آن زیرحوضه شده است.[۱]

زمان تمرکز :

زمان تمرکز یا مدتی که جریان سطحی دریک حوضه از دورترین و مرتفع‌ترین نقطه آن به دهانه‌ی خروجی حوضه می‌رسد ، در محاسبه‌ی بهره‌برداری از منابع آب و بروز سیلاب‌ها دارای اهمیت بسیاری است و ویژگی‌های هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی حوضه را آشکار می‌سازد.

زمان تمرکز تحت تأثیر خصوصیات فیزیوگرافیکی حوضه مثل سطح ، شکل، شیب، طول آبراهه‌ها ، ناهمواری‌های سطحی و جنس آن‌ها ، نوع و تراکم پوشش گیاهی ، نوع و عمق خاک ، شدت بارندگی ، توزیع زمانی و مکانی بارش بوده و عوامل فوق در حوضه‌های مختلف به شدت و ضعف متفاوت بر زمان تمرکز تأثیر می‌گذارند.

مسلماً هرچه شدت بارندگی بیش‌تر باشد ، زمان تمرکز نیز کوتاه‌تر می‌شود و در حوضه‌های کم‌وسعت و با شیب زیاد ، مدت تمرکز کوتاه‌تر از حوضه‌های وسیع با شیب کم است. محاسبه‌ی زمان تمرکز در برآورد حجم سیل ، شکل هیدروگراف جریان سطحی ، زمان تأخیر و زمان اوج جریان در یک حوضه مؤثر است.

۱ـ رجوع کنید به مقاله‌ی مخروط‌افکنه و زیرحوضه‌ی بارو‌داب در فرهنگان ، شماره‌ی سوم ، سال اول، بهار ۱۳۷۹ ، صص ۶۶ ـ ۵۰ به همین قلم

برای محاسبه‌ی زمان تمرکز روابط متعددی را پیشنهاد کرده‌اند که هر یک از آن‌ها نیازمند در دست داشتن پارامترهایی است . مهم‌ترین این روابط به این صورت است:

$$t_c = \frac{L}{U}$$

که در آن L طول بزرگ‌ترین پیمایش هیدرولیکی و U بزرگ‌ترین میانگین سرعت است. معمولاً برآورد و محاسبه‌ی میانگین سرعت با دشواری‌هایی توأم است و نیازمند استفاده از دستگاه‌ها در زمان‌های بارش است. به همین دلیل برای تسهیل محاسبه‌ی زمان تمرکز از حوضه‌ی گاماسیاب از رابطه‌ی کرپیچ [1] استفاده شده است که عبارت‌است از :

$$Tc = ۰/۹۵L^{۰/۷۷} \times h^{-۰/۳۸۵}$$

در رابطه‌ی فوق ، tc زمان تمرکز بر حسب ساعت ، L بزرگ‌ترین طول هیدرولیکی بر حسب کیلومتر و h اختلاف ارتفاع بلندترین نقطه‌ی حوضه با پست‌ترین نقطه (خروجی حوضه) است که آن را بر حسب متر در رابطه وارد می‌کنند . برای حوضه‌ی گاماسیاب تفاوت h min و h max برابر با ۲۲۱۹ متر است که در رابطه‌ی زیر قرار می‌گیرد:

$$tc = ۰/۹۵^{۰/۷۷} \times h^{-۰/۳۸۵}$$

$$tc = ۰/۹۵ \times (۱۰۰/۶)^{۰/۷۷} \times (۲۲۱۹)^{-۰/۳۸۵}$$

$$tc = ۶/۲۱۵۵۵۵۰۰۳$$

tc = ۱۳ دقیقه و ۶ ساعت

۱ ـ علی‌اصغر موحد دانش ، هیدرولوژی آب‌های سطحی ایران ، سمت ، تهران ۱۳۷۳، صص ۶۳ ـ ۶۲

شیب متوسط آبراهه‌ی اصلی :

شیب طولی یک عامل مؤثر در زمان تمرکز حوضه‌ها به شمار می‌آید و بر روی شکل هیدروگراف تأثیر می‌گذارد . یکی از راه‌های محاسبه‌ی شیب متوسط آبراهه‌ی اصلی استفاده از فرمول زیر است :

$$\bar{S} = \frac{\Delta Z}{L}$$

$\bar{S}$ در این رابطه عبارت‌است از شیب متوسط رود به درصد ، ΔZ اختلاف ارتفاع بین h_{min} و h_{max} به متر و L طول آبراهه‌ی اصلی به کیلومتر است. در صورت قرار دادن پارامترهای فوق، که از محاسبات در حوضه‌ی گاماسیاب حاصل شده‌اند، رقم ۲/۲ درصد حاصل شده است :

$$\bar{S}_A = \frac{۳۶۳۹ - ۱۴۲۰}{۱۰۰/۶} = \frac{۲۲۱۹ \times ۱۰۰}{۱۰۰/۶} = \%\ ۲/۲۰$$

بنابراین شیب متوسط محاسباتی حوضه‌ی مورد نظر ۲/۲۰ درصد است که به شیب عمومی حوضه از ابتدای خرچنگ رود و گاماسیاب تا انتهای حوضه مربوط می‌گردد. اگر بخواهیم درصد شیب متوسط را برای حوضه‌ی مذکور با استفاده از داده‌های گاماسیاب و سرشاخه‌ی آن به دست آوریم (از ابتدای سرشاخه در قلّه‌ی ۳۲۶۵ متری گرین تا انتهای حوضه در دوآب) که طول آن برابر ۹۰/۵ کیلومتر است ، شیب متوسط به شرح زیر خواهد بود:

$$\bar{S}_A = \frac{۳۲۶۵ - ۱۴۲۰}{۹۰/۵} = \frac{۱۸۴۵ \times ۱۰۰}{۹۰/۵} = \%\ ۲/۰۳$$

و هم‌چنین شیب متوسط از محل سراب گاماسیاب از ارتفاع ۱۸۶۰ متری تا خروجی حوضه در دوآب (در ارتفاع ۱۴۲۰ متری)برابر است با

$$\bar{S}_A = \frac{۱۱۶۰ - ۱۴۲۰}{۸۱/۵} = \frac{۰/۴۴ \times ۱۰۰}{۸۱/۵} = \%\ ۰/۵۳$$

شیب متوسط حوضه‌ی فرعی بارو‌داب در شرق حوضه‌ی گاماسیاب نیز به شکل زیر محاسبه می‌شود:

ارقام حاصل از محاسبات شیب متوسط را در حوضه‌ی گاماسیاب می‌توان به شکل جدول ۴ ـ ۶ خلاصه و ارائه نمود: (شیب متوسط رود گاماسیاب و سرشاخه‌ها)

ردیف	رود و مسیر مورد اندازه‌گیری تا خروجی حوضه	حداکثر ارتفاع	حداقل ارتفاع	شیب متوسط (٪)
۱	گاماسیاب از ابتدای حوضه در خرچنگ‌رود	۳۶۳۹	۱۴۲۰	۲/۲۰
۲	سرشاخه از گرین و گاماسیاب	۳۲۶۵	۱۴۲۰	۲/۰۳
۳	سرشاخه سراب گاماسیاب	۱۸۶۰	۱۴۲۰	۰/۵۳
۴	سرشاخهٔ بارو‌داب	۲۶۰۸	۱۴۲۰	۵/۰۴

منبع : اندازه‌گیری‌های انجام شده بر اساس داده‌های نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ حوضه‌ی مورد مطالعه ـ شایان ۷۹

پرتال جامع علوم انسانی

هیپسومتری[1] حوضه

برای بررسی هیپسومتری حوضه ابتدا طبقات ارتفاعی حوضه انتخاب گردید. این فاصله طبقاتی برابر با ۱۰۰ متر انتخاب شده و از آن‌جا که حداقل ارتفاع حوضه ۱۴۲۰ متر و حداکثر آن ۳۶۳۹ متر است، ۲۲ طبقه ی ارتفاعی به شرح جدول ۵ به دست آمد

۱ـ هیپسومتری (Hypsometry) به مفهوم مشاهده و تعیین و توضیح نوسانات ارتفاع در یک حوضه و نمایش یافته‌ها به صورت منحنی پراکندگی ارتفاعات بر حسب مساحت‌ها در حوضه است.

که مساحت هر یک و ارتفاع متوسط و دیگر خصوصیات آن نیز محاسبه گردید و در جدول قرار گرفت.

با استفاده از اعداد طبقات ارتفاعی درصد تراکمی مساحت می‌توان منحنی هیپسومتری را رسم نمود و میانه‌ی ارتفاع را که مربوط به ۵۰ درصد مساحت است به دست آورد. بنابراین ارتفاع متوسط حوضه نیز به دست می‌آید. هم‌چنین با ضرب نمودن ارتفاع متوسط هر طبقه ارتفاعی در مساحت هر طبقه و تقسیم حاصل جمع آن‌ها بر سطح حوضه می توان میانگین وزنی ارتفاع را به دست آورد. (محمد مهدوی، ۱۳۷۱، هیدرولوژی کاربردی ، جلد دوم ، انتشارات دانشگاه تهران ، تهران ، صص ۹ ـ ۱۷۸)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

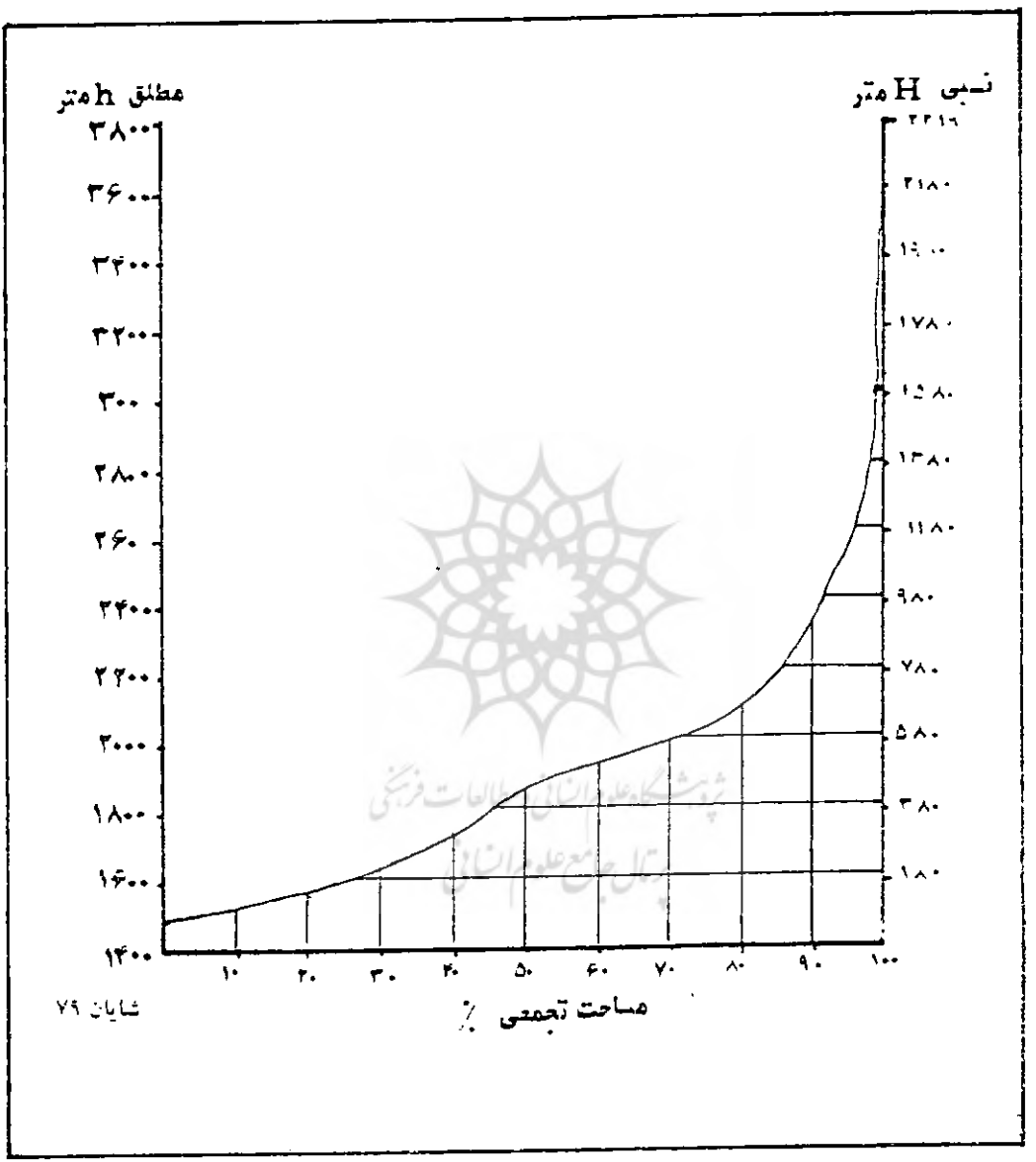
جدول ۵ : جدول هیپسومتری حوضه‌ی گاماسیاب

ردیف	طبقات ارتفاعی	مساحت a (Km^2)	درصد مساحت $\%a$	درصد تراکمی $cu\%n$	ارتفاع متوسط hi طبقه	$a \times hi$	مساحت تجمعی $cuA(Km^2)$	فاصله ارتفاعی حد بالای طبقه با حداقل ارتفاع منطقه
۱	۱۴۲۰ - ۱۵۰۰	۱۴۵/۳	۸/۵۱	۸/۵۱	۱۴۶۰	۵۰۹۳۳۰	۱۴۵/۳	۸۰
۲	۱۵۰۰ - ۱۶۰۰	۳۲۸/۶	۱۹/۲۶	۲۷/۷۷	۱۵۵۰	۲۶۴۳۲۰	۴۷۳/۹	۱۸۰
۳	۱۶۰۰ - ۱۷۰۰	۲۲۰/۸	۱۲/۹۴	۲۰/۷۱	۱۶۵۰	۳۳۰۲۰۰	۶۹۴/۷	۲۸۰
۴	۱۷۰۰ - ۱۸۰۰	۱۸۸/۱	۱۱/۰۷	۵۱/۷۸	۱۷۵۰	۳۲۹۰۲۵	۸۸۳/۵	۳۸۰
۵	۱۸۰۰ - ۱۹۰۰	۱۹۶/۵	۱۰/۹۳	۶۲/۷۱	۱۸۵۰	۳۱۲۰۰۰	۱۰۷۰	۴۸۰
۶	۱۹۰۰ - ۲۰۰۰	۱۶۰	۹/۳۸	۷۲/۰۹	۱۹۵۰	۲۷۲۰۳۵	۱۲۳۰	۵۸۰
۷	۲۰۰۰ - ۲۱۰۰	۱۳۲/۷	۷/۷۸	۷۶/۸۷	۲۰۵۰	۱۹۱۱۳۵	۱۳۶۲/۷	۶۸۰
۸	۲۱۰۰ - ۲۲۰۰	۸۸/۹	۵/۲۱	۸۵/۰۸	۲۱۵۰	۱۳۹۰۵۰	۱۴۵۱/۶	۷۸۰
۹	۲۲۰۰ - ۲۳۰۰	۶۱/۸	۳/۶۲	۸۸/۷	۲۲۵۰	۱۳۷۸۴۰	۱۵۱۳/۴	۸۸۰
۱۰	۲۳۰۰ - ۲۴۰۰	۵۴/۴	۳/۱۸	۹۱/۸۸	۲۳۵۰	۹۷۰۳۰	۱۵۶۷/۸	۹۸۰
۱۱	۲۴۰۰ - ۲۵۰۰	۳۹/۶	۲/۳۲	۹۴/۲	۲۴۵۰	۶۵۲۸۰	۱۶۰۷/۴	۱۰۸۰
۱۲	۲۵۰۰ - ۲۶۰۰	۲۵/۶	۱/۵۰	۹۵/۷	۲۵۵۰	۶۲۰۱۰	۱۶۳۳	۱۱۸۰
۱۳	۲۶۰۰ - ۲۷۰۰	۲۳/۴	۱/۳۷	۹۷/۰۷	۲۶۵۰	۳۹۰۵۰	۱۶۵۶/۴	۱۲۸۰
۱۴	۲۷۰۰ - ۲۸۰۰	۱۴/۲	۰/۸۳	۹۷/۹	۲۷۵۰	۲۳۶۵۵	۱۶۷۰/۶	۱۳۸۰
۱۵	۲۸۰۰ - ۲۹۰۰	۸/۳	۰/۴۸	۹۸/۳۸	۲۸۵۰	۱۹۱۷۵	۱۶۷۸/۹	۱۴۸۰
۱۶	۲۹۰۰ - ۳۰۰۰	۶/۵	۰/۳۸	۹۸/۷۶	۲۹۵۰	۱۶۱۹۵/۵	۱۶۸۵/۴	۱۵۸۰
۱۷	۳۰۰۰ - ۳۱۰۰	۵/۳۱	۰/۳۱	۹۹/۰۷	۳۰۵۰	۱۴۸۰۵	۱۶۹۰/۷	۱۶۸۰
۱۸	۳۱۰۰ - ۳۲۰۰	۴/۷	۰/۲۷	۹۹/۳۴	۳۱۵۰	۱۶۹۰۰	۱۶۹۵/۴	۱۷۸۰
۱۹	۳۲۰۰ - ۳۳۰۰	۵/۲	۰/۳۰	۹۹/۶۴	۳۲۵۰	۱۲۰۶۰	۱۷۰۰/۶	۱۸۸۰
۲۰	۳۳۰۰ - ۳۴۰۰	۳/۶	۰/۲۱	۹۹/۸۵	۳۳۵۰	۲۹۳۲/۵	۱۷۰۴/۲	۱۹۸۰
۲۱	۳۴۰۰ - ۳۵۰۰	۰/۸۵	۰/۰۴	۹۹/۸۹	۳۴۵۰	۱۸۶۵/۶	۱۷۰۵/۰۶	۲۰۸۰
۲۲	۳۵۰۰ - ۳۶۳۹	۰/۲۷	۰/۰۲	۱۰۰/۰	۳۵۶۹/۵	۱۸۶۵/۶	۱۷۰۵/۵	۲۲۱۹
		۱۷۰۵/۵				۳۱۷۴۲۲۱/۳		

منبع: اندازه‌گیری‌های انجام شده براساس داده‌های ماهواره‌ای، شایان ۷۹

میانه ارتفاع که مربوط به ۵۰ درصد مساحت است برابر با ۱۷۱۹/۶ متر

میانگین وزنی ارتفاع $= \frac{a \times hi}{A} \rightarrow \frac{۳۱۷۴۲۲۱/۳}{۱۷۰۵/۵} \rightarrow ۱۸۶۱/۱$



شکل دو : نمودار هیپسومتری غیر تخصصی حوضه‌ی گاماسیاب (نهاوند)

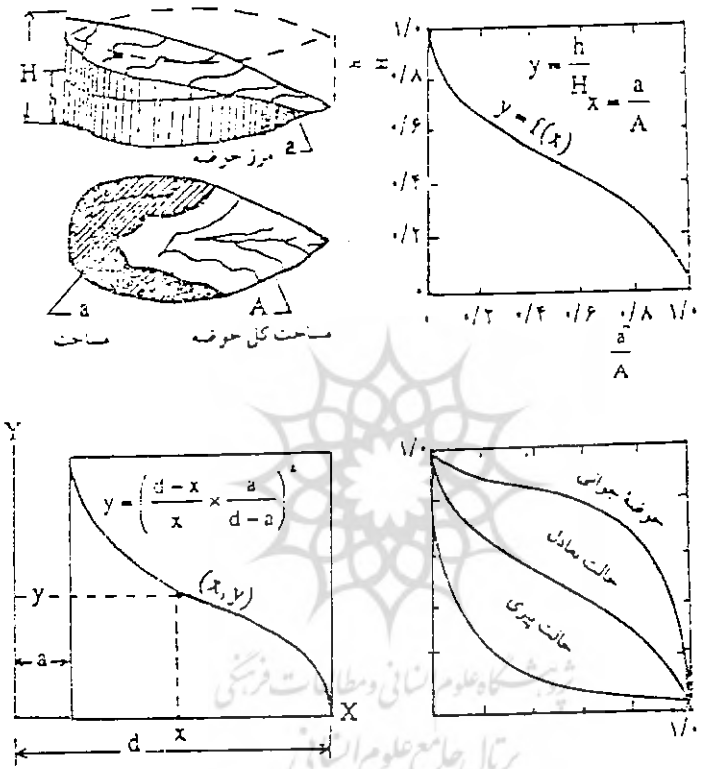
بر مبنای نمودار هیپسومتری غیر تخصصی می‌توان بلندی‌های ویژه‌ای مانند ۲۵ درصد ، ۵۰ درصد ، ۷۵ درصد و ۹۰ درصد را مشخص کرد. نمونه‌ی دیگر این نمودارها ، نمودار هیپسومتری بی‌بُعد است که در آن مساحت‌های جزئی به کل مساحت و ارتفاعات به کل اختلاف ارتفاع محاسبه می‌شود و در نتیجه محور ارتفاع y و محور مساحت x حداکثر خود را معادل ۱ خواهند داشت. این نمودار قابل طبقه‌بندی است و معادله‌ی ریاضی آن معمولاً به شکل رابطه‌ی زیر است :

$$y = \left[\frac{d-x}{n} \times \frac{a}{d-a}\right]^{۲}$$

در رابطه‌ی مذکور ، a فاصله‌ی انتخابی از مبدأ و $d = ۱ + a$ و y معادله $\frac{h}{H}$ است که در آن ،h اختلاف بلندی‌های جزئی تراکمی و H اختلاف ارتفاع کلی خواهدبود و محورx نظیر $\frac{a}{A}$ است که در آن ، a مساحت جزئی تراکمی و A مساحت کلی حوضه‌ی آبریز است.

معادله‌ی مذکور به‌گونه‌ای طراحی شده که وضعیت حد، یعنی زمانی که $x = a$ باشد، $y = ۱$ و زمانی که $x = d$ باشد ، $y = ۰$ در آن صدق می‌کند . شکل نموداری این معادله از نظر فرسایش حوضه و تشخیص مراحل جوانی ، بلوغ ، تعادل و پیری قابل تفسیر است و نمودار استاندارد آن به شکل زیر است :

شکل ۳ ـ هیپسومتری بی بُعد ، فرم استاندارد[1]



1 – Strahler . A.N 1964 . "Quantiative Geomorphology of Drainage basins and channel Network" 4 II in Handbook of Applied Hydrology, Section 4.II/ Edited by Ven Ten Chow Mc Graw - Hill

جدول محاسبات مربوط به رابطه مذکور برای حوضه‌ی گاماسیاب، بـه شـرح جـدول ۶ است.

جدول ٦ ـ هیپسومتری بی‌بُعد حوضه‌ی گاماسیاب (نهاوند)

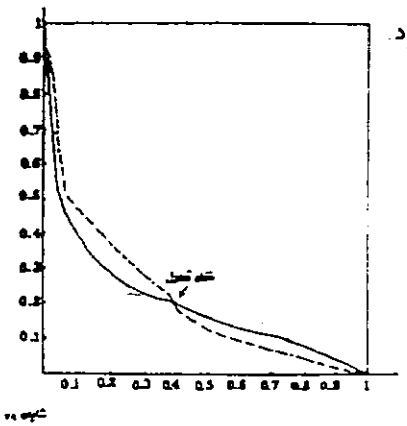
$A=$ ۱۷۰۵/۵ $H=$ ۲۲۱۹

$y=\frac{h}{H}$	$h(m)$ اختلاف ارتفاع از مبدأ	$x=\frac{a}{A}$	مساحت بالا دست a (Km^2)	ارتفاع مطلق (m)
۰	۰	۱	۱۷۰۵/۵	۱۴۲۰
۰/۰۸۱	۱۸۰	۰/۷۲۲	۱۲۳۱/۶	۱۶۰۰
۰/۱۷۱	۳۸۰	۰/۴۸۱	۸۲۲/۰	۱۸۰۰
۰/۲۶۱	۵۸۰	۰/۲۷۸	۴۷۵/۵	۲۰۰۰
۰/۳۵۱	۷۸۰	۰/۱۴۸	۲۵۳/۹	۲۲۰۰
۰/۴۴۱	۹۸۰	۰/۰۸۰	۱۳۷/۷	۲۴۰۰
۰/۴۸۶	۱۰۸۰	۰/۰۴۲	۷۲/۵	۲۶۰۰
۰/۵۷۶	۱۲۸۰	۰/۰۲۰	۳۴/۹	۲۸۰۰
۰/۶۶۶	۱۴۸۰	۰/۰۱۱	۲۰/۲	۳۰۰۰
۰/۷۵۷	۱۶۸۰	۰/۰۰۵۹	۱۰/۱۹	۳۲۰۰
۰/۸۴۷	۱۸۸۰	۰/۰۰۰۰۸	۱/۳۹	۳۴۰۰
۱	۲۲۱۹	۰	۰	۳۶۰۹

با استفاده از ارقام جدول ۶ می‌توان شکل ۴ را ارائه کرد.

--- منحنی مشاهده شده هیپسومتری غیر تخصصی

ـــــ منحنی هیپسومتری بی‌بُعد



درصد مساحت در بالا دست نقطه تعادل = ۳۷/۲

درصد مساحت در پایین دست نقطه تعادل = ۶۲/۸

در صد منطقه با احتمال رسوبگذاری = ۳۷/۲

شکل ٤ ـ نمودار هیپسومتری بی‌بُعد حوضه‌ی رود گاماسیاب (نهاوند)

با مقایسه‌ی اشکال ۳ و ۴ می‌توان دریافت که نمودار هیپسومتری بی‌بُعد حوضه‌ی گاماسیاب تقریباً نمایشگر حالت تعادل نزدیک به پیری است. با این حال درصد منطقه با احتمال رسوب‌گذاری در آن نسبتاً کم است و با توجه به گستردگی دشت نهاوند که حدود ۵۰٪ از کل مساحت حوضه‌ی آبریز را به خود اختصاص داده و دارای شیبی کم‌تر از ۱۰٪ و مساعد رسوب‌گذاری است. فرمول تجربی و منحنی هیپسومتری بی‌بُعد حاصله محتاج تعدیل است و بر اساس ویژگی‌های مناطق، احتمالاً باید در آن‌ها ضریبی برای مشاهدات محیطی در نظر گرفت تا ارقام حاصل از احتمال رسوب‌گذاری با ارقام حاصل از محاسبات دیگر اندکی به یک‌دیگر نزدیک شوند و نشانگر ارقام واقعی باشند.

توزیع مساحت بر حسب طبقات شیب حوضه :

به علت آن‌که در این پژوهش ، کاربری اراضی و بررسی آن‌ها و ارائه‌ی پیشنهادهایی در مرحله‌ی نهایی مدنظر بوده است ، طبقات شیب مورد محاسبه در

پنج‌طبقه بررسی شده‌است : صفر تا ۵ درصد ، ۵ تا ۱۰ درصد ، ۱۰ تا ۱۵ درصد ، ۱۵ تا ۲۰ درصد و بالاخره شیب‌های بیش‌از ۲۰ درصد (بیش‌از ۱۹´ و ۱۱°). مسلماً در شیب‌های بیش از ۲۰ درصد انجام عملیات زراعی به وسیله‌ی انسان با دشواری روبه‌روست و ماشین‌آلات کشاورزی نیز در بیش از این شیب قادر به انجام کار نیستند.(حداکثر شیب مطلوب برای اغلب ماشین آلات زراعی ، ۱۰ درصد در نظر گرفته شده است).

پراکندگی مساحات در منطقه‌ی مورد مطالعه در طبقات شیب مذکور نشانگر آن است که بیش از ۳۳ درصد از اراضی منطقه مورد مطالعه در طبقه‌ی شیب بین صفر تا ۵ درصد واقع شده‌اند که دشت نهاوند و برخی از دامنه‌های مشرف به آن را در بر می‌گیرد. هم‌چنین ۱۵/۳۸ درصد از اراضی در طبقه شیب ۵ تا ۱۰ درصد قرار دارند که از نظر زراعی نیز مطلوب محسوب می‌شوند.

بنابراین روی‌هم رفته ۴۹/۱۷ درصد از اراضی درحد فاصل بین صفر تا ۱۰ درصد شیب دارند که تقریباً بخش اعظم آن‌ها در حال حاضر باغات و اراضی کشت دیم و آبی منطقه مورد مطالعه را در دشت نهاوند شامل می‌شوند.

در طبقه‌ی شیب ۱۰ تا ۱۵ درصد ، ۹/۱۱ درصد اراضی و در طبقه‌ی شیب ۱۵ تا ۲۰ درصد ، ۶/۲۸ درصد از اراضی پراکنده شده‌اند و بالاخره در طبقه‌ی ارتفاعی بیش از ۲۰ درصد ، حدود ۳۵/۴ درصد اراضی واقع شده‌اند که نواحی کوهستانی و پر شیب را شامل می‌شوند و بهره‌برداری زراعی از آن‌ها به شدت محدود است و فقط بخش مختصری از آن‌ها را جنگل‌های طبیعی منطقه (در گیان و مجاورت روستای زرین باغ در شمال غربی حوضه‌ی مورد مطالعه) تشکیل می‌دهند.

جدول ۷ ـ خصوصیات شیب حوضه‌ی گاماسیاب

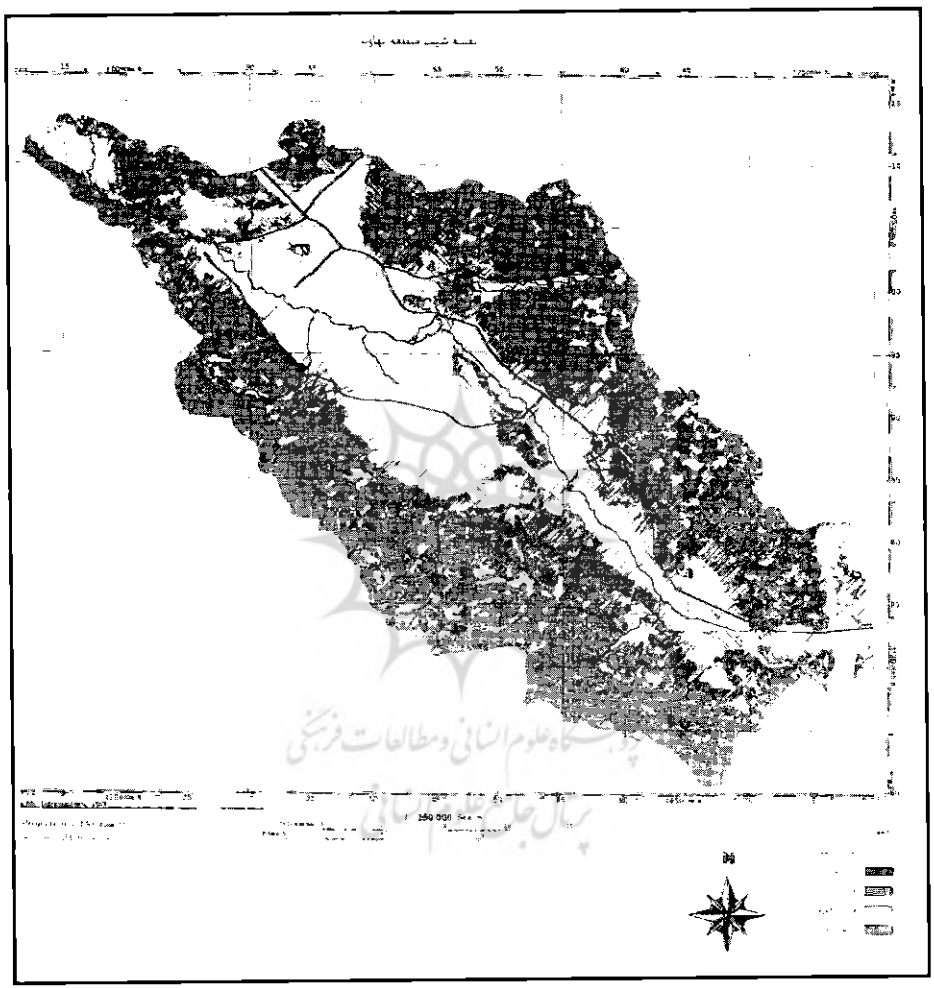
طبقات شیب (٪)	میانگین طبقات	سطح طبقه	درصد مساحت طبقه	درصدتجمعی مساحت
۰ - ۵	۲/۵	۵۶۷/۸	۳۳/۷۹	۳۳/۷۹
۵ - ۱۰	۷/۵	۲۶۲/۵۲	۱۵/۳۸	۴۹/۱۷
۱۰ - ۱۵	۱۲/۵	۱۵۵/۵۸	۹/۱۱	۵۸/۲۸
۱۵ - ۲۰	۱۷/۵	۱۰۷/۲۲	۶/۲۸	۶۴/۵۶
> ۲۰	۴۰	۶۰۴/۴۷	۳۵/۴۱	۹۹/۹۷
		۱۷۰۶/۶۱	۹۹/۹۷	

منبع : داده‌های ماهواره‌ای لندست ۵/شایان ۷۹

آبدهی رودهای سیستم گاماسیاب در منطقه‌ی مورد مطالعه :

برای بررسی میزان آبدهی رودها در سیستم گاماسیاب در منطقه‌ی مورد مطالعه از آمارهای موجود که در ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه به دست آمده ، استفاده شده است. مسلماً به طور طبیعی هرچه طول رود بیش‌تر باشد و در مسیر خود شاخه‌های متعددی را دریافت دارد ، میزان آبدهی سالیانه آن افزایش می‌یابد.

اما ، بهره‌برداری از آب رود ، قبل از رسیدن به ایستگاه اندازه‌گیری، ممکن است در فصولی که زراعت و باغداری انجام می‌گیرد میزان آبدهی ، تغییراتی را نشان دهد. مشخصات پارامترهای آماری آبدهی سالیانه در رودهای سیستم گاماسیاب در محل ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه در دوره‌های اندازه‌گیری به شرح جدول ۸ بوده است.



شکل ۵ ـ نقشه‌ی توزیع کلاس‌های شیب در حوضه‌ی گاماسیاب / شایان ۷۹

جدول ۸ ـ پارامترای آماری آبدهی سالیانه در رودهای سیستم گاماسیاب

نام‌رود	نام‌ایستگاه	ارتفاع ایستگاه	پارامتر آماری				
			معدل AVG	انحراف استاندارد SD	ضریب تغییرات	حداقل	حداکثر
CV (مترمکعب در ثانیه)	(مترمکعب در ثانیه)						
گاماسیاب	سنگ‌سوراخ	۱۸۰۰	۵/۱۹	۴/۶۷	۹۰	۳/۰۹	۲۶/۲۷
آب ملایر(حرم‌آباد)	وسج	۱۵۰۰	۳/۵۲	۲/۲۹	۶۵	۱/۴۸	۱۱/۵۸
آب نهاوند	گوشه‌سعدوقاص	۱۵۰۰	۳/۴۲	۱/۶۶	۴۸/۴	۱/۵۷	۹/۴۶
قلقل‌رود (آب‌تو بسرکان)	فیروزآباد	۱۵۰۰	۲/۱۱	۰/۹۹	۴۶/۷	۰/۹۳	۵/۲۷
خرم‌رود	آران	۱۴۸۰	۵/۲۵	۳/۰۶	۵۸/۳	۲/۱	۱۷/۳۳
گاماسیاب	دوآب	۱۴۲۰	۲۰/۲۳	۹/۱۴			
۴۵/۲	۹/۹۴	۵۶/۲					

منبع : طرح جامع احیا و توسعه‌ی کشاورزی .... ، ۱۳۷۵ ، ص ۵۸

چنان‌که از جدول مذکور مستفاد می‌گردد ، حداکثر آبدهی متوسط سالیانه مربوط به ایستگاه دوآب با ۲۰/۲۳ متر مکعب در ثانیه است و کم‌ترین آن ، مربوط به قلقل‌رود (آب تویسرکان)که برابر ۲/۱۱ متر مکعب در ثانیه می‌باشد. ضریب تغییرات در جدول فوق‌الذکر نشانگر میزان تغییراتی است که بر حسب درصد در حجم آب رودهای مورد نظر در دوره‌ی آماری مورد استفاده مشاهده شده است. حداکثر این پارامتر مربوط به رود گاماسیاب در محل ایستگاه سنگ سوراخ است که برابر با ۹۰ درصد می‌باشد و کم‌ترین آن مربوط به همین رود در ایستگاه دوآب یا خروجی حوضه می‌باشد که برابر ۴۵/۲ درصد می‌باشد . روی‌هم رفته می‌توان نتیجه گیری کرد که هرچه از سرشاخه‌های اصلی و اولیه‌ی رود گاماسیاب به سمت قسمت سفلای رود حرکت کنیم ، میزان تغییر پذیری کم‌تر می‌شود تا بالاخره به حداقل خود می‌رسد.

سیلاب‌های مورد انتظار در حوضه

برای برآورد سیلاب‌های مورد انتظار در حوضه‌ها معمولاً از آمار آبدهی‌های حداکثر لحظه‌ای استفاده می‌کنند. البته روش‌های دیگری مثل نسبت متوسط روزهای قبل و بعد از وقوع سیل و یا استفاده از رابطه‌ی بین دبی‌های حداکثر لحظه‌ای و حداکثر متوسط روزانه‌ی نظیر استفاده می‌شود، که در این روش با استفاده از آمار قرائت سیلاب دوساعته مناسب‌ترین رابطه ریاضی بین مقادیر حد اکثر لحظه‌ای و متوسط دبی روزانه‌ی نظیر برای سیلاب‌های مشاهده شده تعیین و بر اساس آن آمار دبی حداکثر لحظه‌ای در سال‌های فاقد آمار ساخته می‌شود.

رابطه‌ی کلی به دست آمده برای تمام نمونه‌های مورد مطالعه در حوضه ، یک رابطه خطی به شکل زیر است :

$$Q_p = A = B \times Q_m$$

که در این رابطه Q_p= دبی حد اکثر لحظه‌ای به متر مکعب در ثانیه ؛

Q_m = دبی متوسط روزانه مربوط به روز وقوع دبی حد اکثر لحظه‌ای به متر مکعب ؛

A و B = به ترتیب مقادیر ثابت معادله وضریب زاویه‌ی خط همبستگی است.

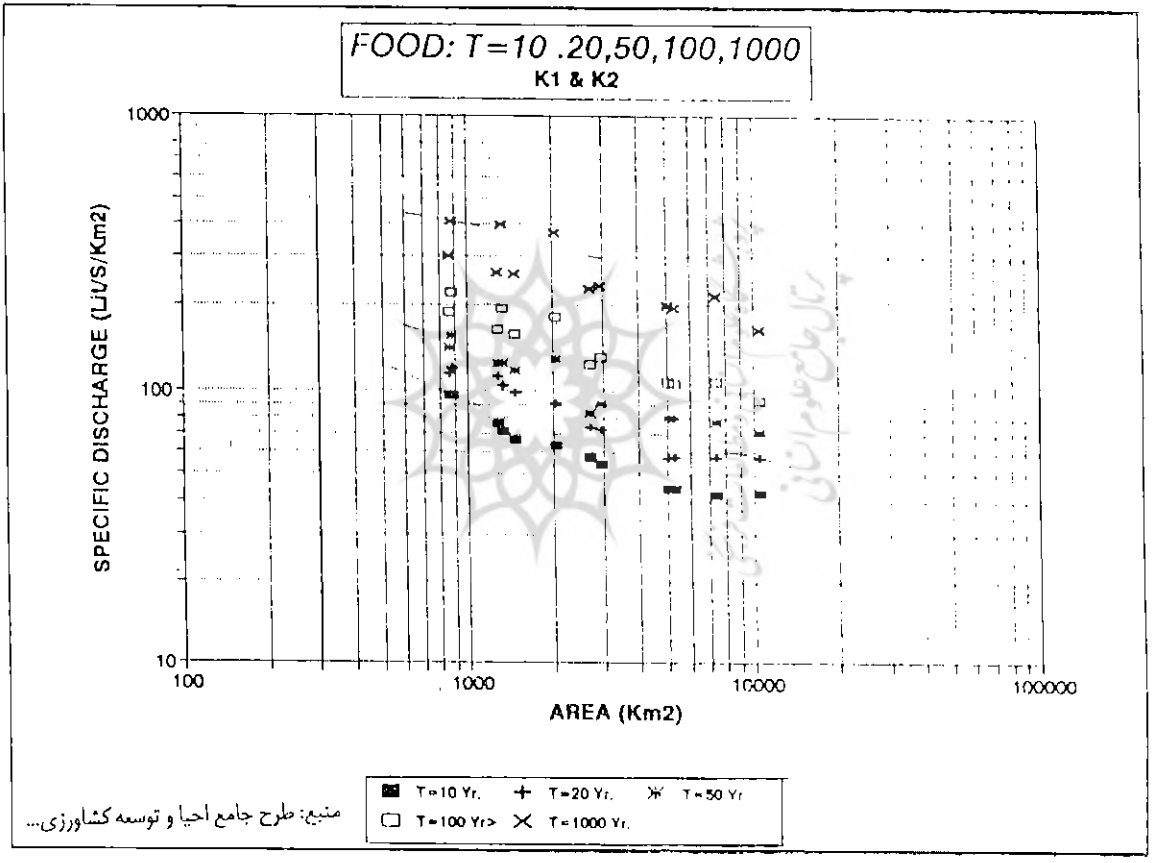
بر اساس محاسبات انجام شده مقادیر سیل حد اکثر لحظه‌ای با دوره‌های برگشت مورد نیاز به شرح جدول ۹ است. شکل ۶ تغییرات دبی سیل حد اکثر لحظه‌ای را با دوره‌های برگشت مختلف با سطح حوضه آبریز در سیستم گاماسیاب نشان می‌دهد.

جدول۹ ـ مقادیر دبی‌های لحظه‌ای حداکثر در رودهای حوضه‌ی گاماسیاب در محل ایستگاه‌های هیدرومتری (متر مکعب در ثانیه)

نام رود	ایستگاه	مساحت حوضه (Km^2)	دورهٔ برگشت (سال)			
			۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۱۰۰
آب نهاوند	گوشه سعدوقاص	۸۷۶	۸۵	۱۰۵	۱۳۶	۱۹۵	۳۵۵
آب ملایر	وسج	۲۹۴۰	۱۶۰	۲۱۵	۲۶۸	۳۸۵	۶۹۰
خرم رود	آوان	۱۲۷۸	۹۸	۱۴۳	۱۶۰	۲۰۸	۳۳۵
قلقل رود	فیروزآباد	۸۶۵	۸۳	۹۸	۱۲۱	۱۶۱	۲۵۵
گاماسیاب	دوآب	۷۳۸۰	۳۱۵	۴۲۵	۵۷۶	۸۰۰	۱۶۰۰

منبع :طرح جامع احیا و توسعه‌ی کشاورزی ، ص ۳۱۷

شکل ٦ ـ تغییرات ویژه‌ی سیل حداکثر با دوره‌های برگشت مختلف با سطح حوضه‌ی آبریز در سیستم رودهای گاماسیاب



منبع: طرح جامع احیا و توسعه کشاورزی...

مطالعه و بر آورد سیلاب‌های مورد انتظار در یک حوضه از چند نظر حائز اهمیت است:

الف : محاسبه‌ی سازه‌هایی که با کناره‌ها و بستر رود در تماس هستند مثل گابیون‌ها ، پل‌ها، دیواره‌های کناره و همانند آن‌ها .

ب : در نظر گرفتن توانایی رود برای حمل رسوب‌ها و مواد جامد که با مطالعات ژئومورفولوژیک رابطه‌ای نزدیک دارد.

ج : تشخیص حریم رودها و ممیزی آن‌ها برای جلوگیری از ساخت و سازها و بهره‌برداری‌های غیر مجاز .

د: تشخیص بسترهای سیلابی و مجاری معمولی و مجرای باریک آب در مطالعات ژئومورفولوژیک و تطابق سنین نسبی این بسترها با سیلاب‌های گذشته.

رسوب‌زایی حوضه

بخش عمده‌ای از انرژی جریانی رود صرف اصطکاک با بستر و کناره‌ها و موانع موجود بر سر راه جریان آب می‌شود . قسمتی از این انرژی که باقی می‌ماند ، صرف فرسایش کناره‌های مجرا و مواد منفصل و حمل آن‌ها می‌شود . در جایی که رود مستقیماً بر سنگ بستر جاری است ، ممکن است به طرق مختلف آن را بفرساید .

نیروی هیدرولیکی که به وسیله‌ی آب اعمال می‌شود ذرات را از یک‌دیگر جدا می‌کند و این امر در صورتی که درسنگ‌های دارای درز و شکاف انجام گیرد ، سرعت بیش‌تری به جدایی ذرات می‌بخشد .

حمل مواد رسوبی درشت دانه در امتداد مجرا ، خود نیروی دیگری را اعمال می‌کند که به نام فرسایش[1] معروف است. بار رود ممکن است به سه حالت حمل گردد که به بار

1- Corrasion : تخریب مواد به شکل ریزدانه بر اثر نیروی باد یا آب

بستر (مواد درشت دانه)، بار معلق (ذراتی که به حالت معلق در امتداد رود به حرکت در می‌آیند) و بار محلول (موادی که در آب رود حل شده‌اند) معروفند.[1]

مسلماً چگونگی عمل فرسایش، اصطکاک و حمل مواد در یک رود با سرعت جریان در آن همبستگی مستقیم و مثبت‌دارد. در اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات هیدرولوژیکی، کلیه‌ی موادی که به وسیله‌ی رود حمل می‌شوند، رسوب نام دارند.[2] عواملی که در ایجاد رسوب دخالت دارند بسیار زیاد است و از عمده‌ترین آن‌ها می‌توان به این مواد اشاره کرد:

نوع بارش و چگونگی توزیع زمانی در حوضه‌ی مورد بررسی، شکل ظاهری شبکه‌های رود، شیب حوضه، میزان ناهمواری، جنس و بافت مواد تشکیل دهنده‌ی حوضه، اقلیم و مورفولوژی حوضه، چگونگی بهره‌برداری‌های زراعی و اراضی از حوضه، نوع و تراکم پوشش گیاهی مستقر بر حوضه و تراکم جمعیت انسانی و دامی در حوضه‌ی مورد بررسی.

شناسایی میزان و چگونگی رسوب حاصل از حوضه، بسیاری از ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی آن‌را آشکار می‌سازد و بالعکس با شناسایی ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی یک حوضه می‌توان کلیاتی از رسوب‌های مورد انتظار را در آن ترسیم نمود.

اندازه‌گیری بار جامد درشت دانه در جریان یک رود (بار بسته) با دشواری‌هایی روبه‌روست. زیرا بارهایی که به صورت درشت دانه جابه‌جا می‌شوند، مسافت قابل توجهی را طی نمی‌کنند و با برخورد با موانع کناری یا بستر مجرا از حرکت باز می‌مانند تا مجدداً رود قدرت حمل آن‌ها را کسب کند. اندازه‌گیری بار معلق رسوبی رودها و بار

1- White . I . D . , 1992. Environmental Systems, Chapman & Hall . London.p316
2- Sediment

محلول شناخته شده‌تر است و روش‌هایی برای آن‌ها به کار می‌رود . روش منحنی دوام رسوب که توسط دفتر فنی عمران آمریکا (U.S.B.R.) ارائه شده دارای سه مرحله است:
الف : تعیین رابطه‌ی میزان مواد معلق و آبدهی که بر اساس آن دبی آب و دبی رسوب معلق روزانه برای کل سال محاسبه می‌شود و نیازمند اطلاعات زیاد و روزانه است.
ب : تهیه منحنی دوام جریان آب که بر اساس آن کلیه دبی‌های روزانه رود با توجه به کمیت آن‌ها دسته‌بندی می‌شود و منحنی دوام رود را بر اساس آن‌ها رسم می‌کنند.
ج : تبیین منحنی دوام مواد معلق رسوبی که با استفاده از نمودارهای مرحله اول و دوم جدول محاسبه می‌گردد دبی متوسط سالیانه و میزان رسوب متوسط روزانه‌ی آن تکمیل و ارائه می‌شود.[۱]

از آن‌جا که رابطه‌ی تغییرات میزان مواد معلق و آبدهی در مطالعات زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی اهمیت بیش‌تری دارد، در این پژوهش منحنی‌های مربوط به دو ایستگاه هیدرومتری منطقه (سنگ‌سوراخ در ابتدای حوزه و دوآب در انتهای حوضه) ارائه می‌گردد. هم‌چنان که در این منحنی‌ها مشاهده می‌شود:

اولاً میزان بار معلق در ایستگاه اولیه‌ی حوضه (سنگ‌سوراخ در ارتفاع ۱۸۰۰ متری) کم و دارای پراکندگی به شکل خوشه‌ای است . اما در ایستگاه انتهایی حوضه (دوآب در ارتفاع ۱۴۲۰ متری) پراکندگی مواد معلق بر حسب میزان تخلیه به شکل تقریباً خطی درآمده است.

ثانیاً در صورت وجود آبدهی حدود ۱۰۰ متر مکعب در ثانیه در ایستگاه دوآب میزان بار معلق رسوبی رود ممکن است در یک روز به ۱۱۰ هزار تن نیز برسد.

در حالی که این رقم برای ایستگاه سنگ سوراخ در روز حداکثر به ۱۰ هزار تن می‌رسد (شکل‌های ۷ و ۸) تفاوت جنس مواد تشکیل دهنده‌ی حوضه (در سنگ

۱ـ وزارت کشاورزی ، ۱۳۷۵ ، طرح جامع احیا و توسعه‌ی کشاورزی حوزه‌های آبریز کرخه علیا و دزعلیا ، جلد اول ، آب‌های سطحی ، تهران ، صص ۲ ـ ۳۳۱

سوراخ اغلب آهکی و در دوآب اغلب مختلط از انواع سنگ‌های منطقه از آهکی تا دگرگونی و کنگلومرایی)، وسعت حوضه و پوشش‌های گیاهی حوضه از جمله عوامل دخیل در میزان متفاوت رسوب در ایستگاه هیدرومتری منطقه شمرده می‌شوند.

اما آن‌چه که از نظر ژئومورفولوژی اهمیت دارد میزان رسوب‌زایی حوضه است. بر اساس محاسبات انجام شده (نقیب زاده ماهیدشتی، ۱۳۷۳) ، «مقدار رسوب سالیانه در کل حوضه گاماسیاب برابر با ۶۸۶۵/۴۲ تن در روز است . همچنین دبی ویژه رسوب در این حوضه برابر با ۲۳۰/۷۴ تن در کیلومتر مربع در سال می‌باشد.» [۱]

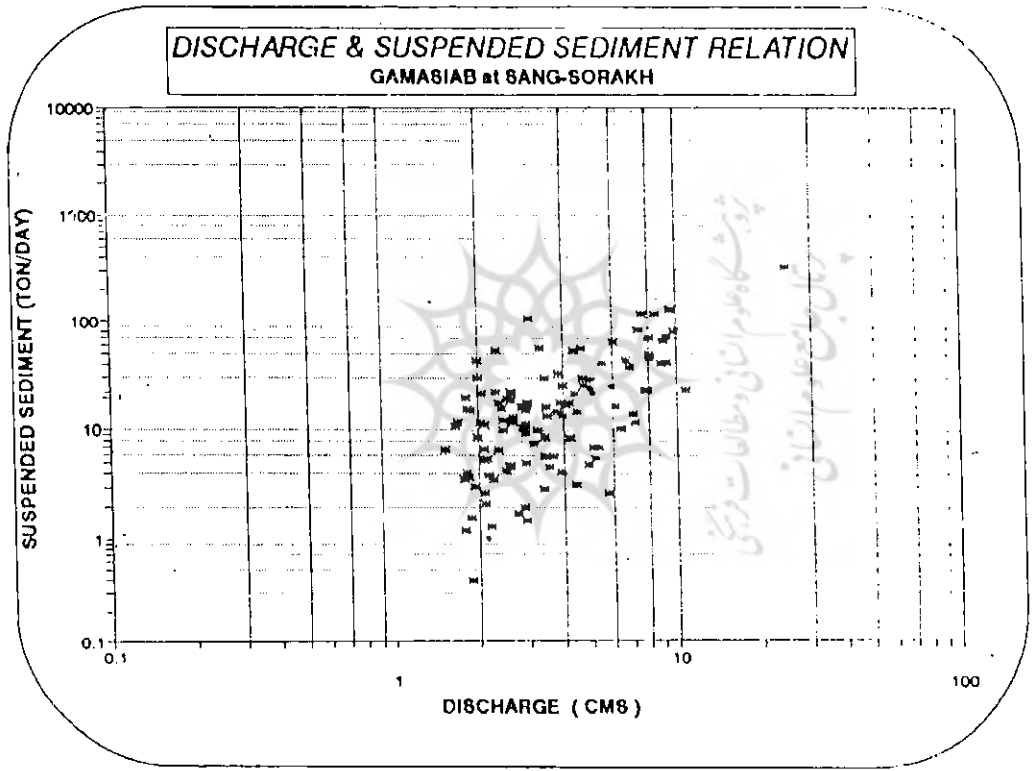
بنابراین میزان کل تولید رسوب سالیانه در حوضه مورد مطالعه گاماسیاب (به وسعت ۱۷۰۶/۳ کیلومتر مربع) ، برابر با ۸۴۲۲۰/۱ تن است. مسلماً در صورتی که بارهای محلول و بار بستر رود را نیز به این رقم اضافه کنیم ، با رقمی بیش از آن‌چه ارائه شده روبه رو خواهیم بود.

تذکر مجدد این نکته ضروری است که به علت غلبه‌ی سنگ‌های آهکی بر منطقه که اغلب در نواحی مرتفع کوهستانی واقع‌اند و میزان انحلال در آن‌ها بالاست ، بخش اعظم مواد حاصل از فرسایش در منطقه به شکل بار محلول از منطقه خارج می‌گردد.

بر اساس بررسی‌های انجام شده در مورد کیفیت آب‌های حوضه‌ی آبریز گاماسیاب، اغلب رودهای منطقه از نظر بهره‌برداری در کشاورزی دارای کیفیت خیلی خوب تا خوب‌اند (آب ملایر ، گاماسیاب در سنگ سوراخ ، قلقل رود ، خرم رود و گاماسیاب در دوآب) و فقط آب نهاوند در محل گوشه‌ی «سعد وقاص» در حد خوب تا متوسط قرار می‌گیرد.

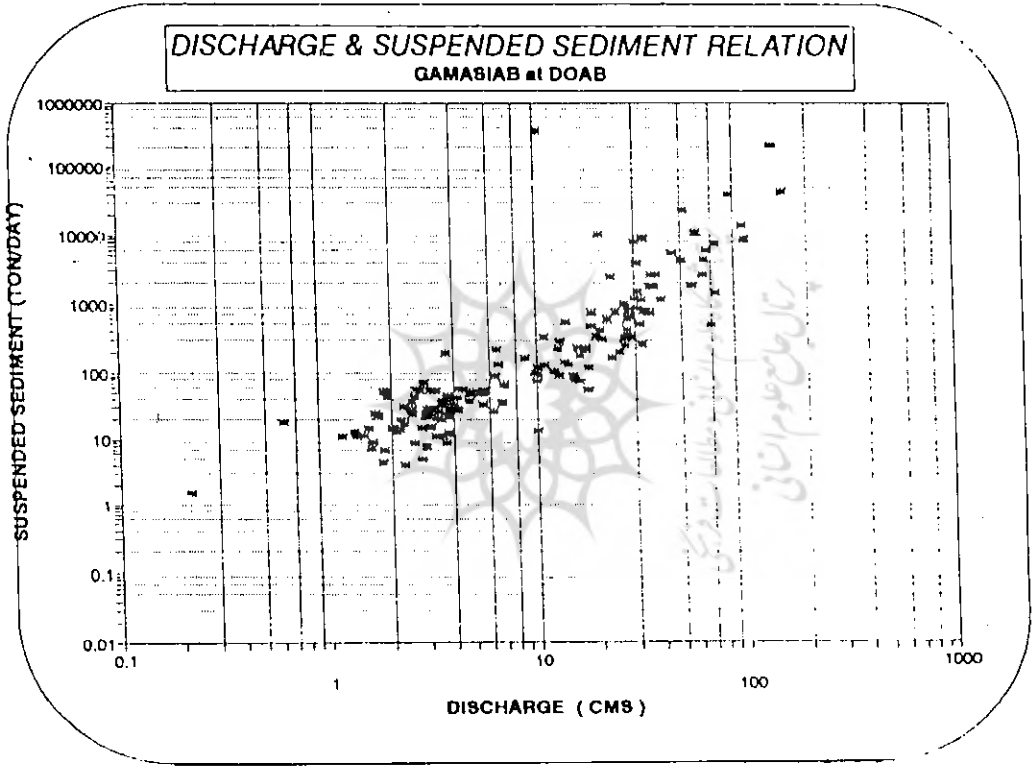
۱ـ نقیب زاده ماهیدشتی ، بهنام ، کاربرد تکنیک‌های آماری در بررسی و برآورد پیش‌بینی سیلاب‌ها و خشک‌سالی‌ها ، ۱۳۷۳ ، ص ۵۹

شکل ۷ ـ تغییرات مواد معلق رسوبی و دبی جریان رود گاماسیاب در محل ایستگاه هیدرومتری سنگ سوراخ



منبع : طرح جامع احیا و توسعه‌ی کشاورزی ....

جدول ۸ ـ تغییرات مواد معلق رسوبی و دبی جریان رود گاماسیاب در محل ایستگاه هیدرومتری دوآب



منبع : طرح جامع احیا و توسعه‌ی کشاورزی ....

منابع :

۱ ـ شهبازی ، اسماعیل ، **آبراه‌نیمه‌ی شعبان** ، فصل‌نامه‌ی فرهنگان ، شماره‌ی پنج سال دوم، صفحات ۹ تا ۳۳

۲ ـ شنگ . تی . سی ، **راهنمای آبخیزداری و مطالعات برنامه‌ریزی حوزه‌های آبخیز**، ترجمه علی‌نجفی نژاد ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ، گرگان، ۱۳۷۶، ص ۲۳

۳ ـ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، **نقشه‌های توپوگرافی منطقه‌ی نهاوند**، مقیاس ۱:۵۰۰۰۰

۴ ـ موحد دانش، علی‌اصغر، **هیدرولوژی آب‌های سطحی ایران**، سمت ، تهران، ۱۳۷۳ ، صص ۶۳ - ۶۲ و ۹ ـ ۱۷۸

۵ ـ مرکز سنجش از دور ایران ، **داده‌های ماهواره‌ای لندست ۵**

6 – Srahler. A.N. 1964 . **Quantitative Geomorphology of Drainage Basins & Chanel Network** . in Handbook of Hydrology. Edited by : ven ten Chow . Mac Grawhill . 1964

۷ ـ وزارت کشاورزی ، **طرح جامع احیا و توسعه‌ی کشاورزی حوزه‌های آبریز کرخه علیا و دزعلیا**، جلد اول ، آب‌های سطحی تهران ، ۱۳۷۵ ، صص ۲ـ۳۳۱ ، ۵۸

8 – Whith . I.D . 1992 . **Environmental Systems** . Chapman & Hall . London . P316

۹ ـ نقیب زاده ، ماهیدشتی ، بهنام ، **کاربرد تکنیک‌های آماری در بررسی و برآورد پیش‌بینی سیلاب‌ها و خشک‌سالی‌ها در منطقه‌ی حوزه آبریز رود گاماسیاب** ، دانشگاه تهران ، دانشکده‌ی کشاورزی، تهران ، ۱۳۷۳ ، ص ۵۹

۱۰ ـ مشاهدات و اندازه‌گیری‌های مؤلف

۱۱ ـ شایان ، سیاوش ، **تحلیل آثار تراکمی ، فرسایشی دینامیک بیرونی کواترنر و نقش آن در مدیریت محیط‌های کوهستانی** ، نمونه‌ی موردی دشت نهاوند ، دانشگاه تربیت مدرس، پایان‌نامه‌ی دکتری ، ۱۳۷۹

۱۲ ـ شایان ، سیاوش ، **تعیین محدوده‌ی طبیعی شهرستان نهاوند با استفاده از داده‌های زمینی و داده‌های رقومی ماهواره‌ای** .... فرهنگان ، شماره‌ی اول ، پاییز ۱۳۷۸ ، صص ۱۰۱ تا ۹۰