



حسین نگارش^۱
منصوره شاه حسینی^۲

بررسی روش‌های تخمین آبدهی سالانه و برآورد سیلاب‌های حوضه آبخیز تیغ آب شهرستان خاش

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۰۶/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۱۱/۰۴

چکیده

حوضه آبخیز تیغ آب، بین شهرستان‌های خاش و ایرانشهر قرار گرفته است. در این تحقیق پس از جمع آوری آمار دراز مدت (۲۲ ساله) از دما، دبی و بارش حوضه، مطالعات در دو بخش انجام شد. در بخش اول به بررسی روش‌های مختلف در برآورد آبدهی سالانه حوضه و در بخش دوم به بررسی سیلاب و انتخاب بهترین و مناسب‌ترین روش در تخمین میزان آن، پرداخته شد. آزمون‌های مختلف آماری بر روی داده‌ها انجام گرفت تا از همگنی داده‌ها و پراکنش ایستگاه‌های منتخب، اطمینان حاصل شود. سپس با استفاده از روش‌های جاستین، رابطه کمیته تحقیقات کشاورزی هندوستان (ICAR)، مؤسسه تحقیقات آبیاری ایالت UP

۱- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

Email: H_negaresh@hamoon.usb.ac.ir

۲- کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی (اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی).

هندوستان و رابطه لیزی، ارتفاع رواناب سالانه محاسبه شد و بهترین روش جهت برآورد آبدهی سالانه انتخاب گردید. بر این اساس، از بین روش‌های مورد استفاده روش جاستین، به دلیل در نظر گرفتن پارامترهای اقلیمی و غیر اقلیمی فراوان و نیز ضریب منطقه‌ای، در برآورد میانگین آبدهی سالانه، نتیجه بهتری را ارائه داده و برای استفاده در حوضه آبخیز تیغ آب توصیه می‌شود. در مرحله بعدی سیلاب منطقه بررسی شد و پس از برآورد دبی پیک سیلاب ایستگاه‌ها، به بررسی روش‌های مختلف تخمین سیلاب و انتخاب مناسب‌ترین روش جهت برآورد آن در دوره‌های بازگشت مختلف، اقدام گردید. بر اساس نتایج مشاهده شده، جهت برآورد حداکثر دبی لحظه‌ای سیلاب، روش SCS از جامعیت بیشتری برخوردار است.

کلید واژه‌ها: روش‌های تجربی، جاستین، آبدهی، سیلاب، روش SCS.

مقدمه

از گذشته‌های دور تاریخی مهار و استفاده از آب یکی از مظاهر تمدن بوده و اکنون آب یکی از چالش‌های قرن حاضر است که در آینده یکی از مشکلات عمده انسان به حساب خواهد آمد. افزایش جمعیت، رشد روز افزون فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی و گسترش بی‌رویه شهرها منجر به آلودگی منابع آب و ایجاد بحران‌های منطقه‌ای ناشی از توزیع ناهمگون منابع و مصارف در بسیاری از نقاط جهان شده است. این بحران‌ها در کنار تغییرات جوی و نزدیک شدن به انتهای منابع غیر قابل احیا مانند نفت بیش از پیش مسأله مدیریت یکپارچه و جامع آب و استفاده بهینه از آن به عنوان یک منبع انرژی پایدار را مطرح کرده است (محمودی و همکاران، ۱۳۸۶).

منطقه مورد مطالعه از جمله مناطقی است که از کمبود آب و خشکسالی رنج می‌برد اما همه ساله وقوع رگبارهای تند و شدید و جاری شدن سیل مشکلات آن‌را مضاعف نموده است. وقوع بارش‌های شدید، طوفان‌ها، تغییرات موسمی جوی به همراه تغییرات ناشی از عملکرد بهره برداری انسان از بستر سیلابی رودخانه و نیز تغییر کاربری اراضی بالا دست حوضه از

مهم‌ترین عوامل به وجود آورنده و در عین حال تشدید کننده جریان‌های سیلابی این منطقه به شمار می‌آیند. از آنجا که منطقه مورد مطالعه از یک طرف با کمبود منابع آب برای مصارف گوناگون مواجه است و از طرف دیگر سیلاب همه ساله خسارات هنگفتی را به منطقه وارد می‌سازد، از این رو پرداختن به مسأله سیل و سیلاب و بررسی علل بروز و افزایش آن و نیز تخمین میزان آبردهی سالانه حوضه و همچنین جلوگیری از وقوع سیلاب‌های مخرب و بهبود بخشیدن نظام بهره برداری از آب‌های سطحی از جمله مواردی هستند که می‌توانند از اهداف مهم این تحقیق به شمار آیند. بررسی سیل و سیلاب تاکنون از منظرهای متفاوتی مورد مطالعه قرار گرفته است که ذیلاً به برخی از آنها به طور مختصراً اشاره می‌شود.

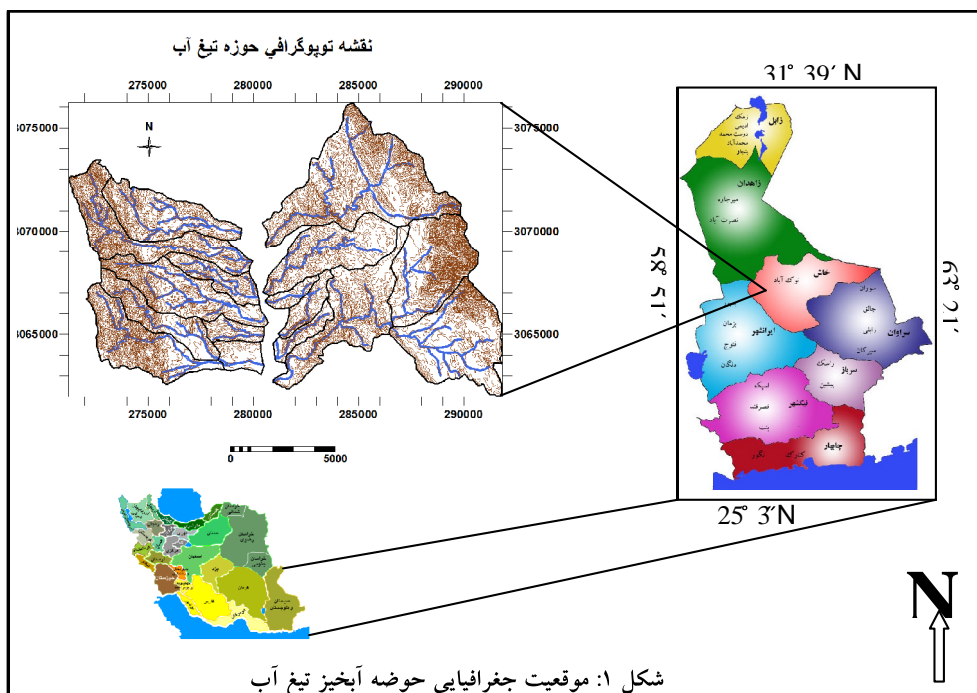
رضایی کلج و همکاران (۱۳۷۹) شدت سیل خیزی زیرحوضه‌های کن را مورد بررسی قرار داده‌اند و نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که عکس‌العمل زمینی و مجموعه عوامل محیطی موجود در آن نسبت به نزولات جوی که به صورت رواناب بروز کرده همراه با شدت آن ارتباط مستقیمی با نوع خسارت حاصله دارد. Broks و همکاران (۱۹۹۱) با انجام مطالعاتی در زمینه تأثیر قطع جنگل روی حجم و دبی سیلاب به این نتیجه رسیدند که قطع پوشش جنگلی اگر چه ممکن است موجب افزایش سیلاب گردد لیکن در بعضی مواقع این امر به دلیل عدم همزمانی دبی اوج زیر حوضه های بالادست می‌تواند موجب کاهش دبی اوج نیز گردد. کار آموز و همکاران در سال ۱۳۸۶ مطالعاتی را در زمینه مدیریت جامع منابع آب حوضه آبخیز در راستای رسیدن به توسعه پایدار انجام داده‌اند. در سال ۱۹۹۴ Karunaniti و همکاران از شبکه‌های عصبی برای تخمین حجم سیلاب یک حوضه استفاده کرده‌اند. شریفی و Boyd در سال ۱۹۹۴ مدل‌های بارش - رواناب ۳ پارامتره AWBM و SFB را در استرالیا مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که مدل AWBM بهتر از مدل SFB رواناب را شبیه سازی می‌کند. Groening و Williams در پژوهشی اثر شهرنشینی را بر واکنش سیل رودخانه‌ی صخره‌ی سفید دالاس مطالعه نموده‌اند. Tong Jiang و همکاران در سال ۲۰۰۷ اثرات روند تغییرات زمانی و فضایی بارش بر رژیم جریان رودخانه‌ای حوضه آبریز یانگ تسه را در ۱۴۷ ایستگاه هواشناسی، طی دوره ۲۰۰۰ - ۱۹۶۱ با استفاده از روش‌های آماری من-کندال و رگرسیون خطی تحلیل

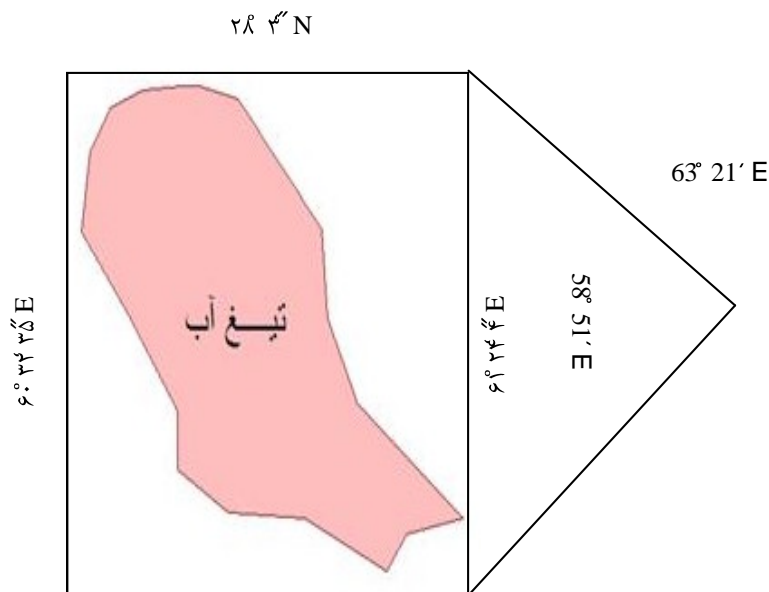
کرده‌اند. خلیقی و همکاران (۱۳۸۴) بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر سیل خیزی با استفاده از مدل NRCS در حوضه باراندوزچای در آذربایجان غربی را مورد مطالعه قرار داده‌اند. مسعودیان (۱۳۸۴) شناسایی الگوهای گردشی پدید آورنده سیلاب‌های بزرگ در کارون را بررسی کرده است. نقش عوامل فیزیوگرافیک حوضه بر دبی‌های حد اکثر لحظه‌ای در زیر حوضه های گرگان رود به منظور ارائه مدل منطقه‌ای سیلاب توسط سلیمانی و همکاران (۱۳۸۲) مورد بررسی قرار گرفته است. مقایسه مدل‌های تحلیل منطقه‌ای سیلاب و بارش - رواناب در شرق استان هرمزان را مرید و همکار (۱۳۸۲) در مقاله‌ای بررسی کرده‌اند. همچنین سلیمانی و همکار (۱۳۸۱) نقش عوامل هیدرو اقلیم در وقوع سیل حوضه نکارود را مورد مطالعه خود قرار داده‌اند.

موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های طبیعی

حوضه آبخیز تیغ آب در جنوب شهرستان خاش و شمال شهرستان ایرانشهر در منتهی‌الیه شمال شرقی حوضه آبریز جازموریان شرقی بین طول‌های جغرافیایی $35^{\circ}11'32''$ الی 60° شمال شرقی و عرض‌های $24^{\circ}24'4''$ الی $27^{\circ}21'$ الی $28^{\circ}3'$ شمالی تقریباً در قسمت جنوب شرقی استان سیستان و بلوچستان قرار دارد (شکل ۱). محدوده مطالعاتی، بخشی از حوضه آبخیز دامن و حوضه آبریز جازموریان است. حوضه آبخیز تیغ آب با توجه به موقعیت جغرافیایی خود و قرارگیری در عرض‌های پایین، از نظر آب هوایی جزو مناطق خشک محسوب می‌شود و بر اساس طبقه بندی اقلیمی دمارتن، جزو مناطق با آب و هوای خشک و در طبقه بندی اقلیمی آمبرژه جزو گروه اقلیمی بیابانی گرم شدید محسوب می‌شود (شرکت سهامی آب منطقه‌ای سیستان و بلوچستان، ۱۳۸۱). بارش‌های منطقه از توده هوای حاره (MT) و یا توده هوای قاره‌ای - حاره (CT) تغذیه می‌گردد و رطوبت آن قبل از اینکه وارد منطقه شود از طریق اقیانوس هند و دریای عمان تغذیه می‌شود و هر قدر از جنوب به سمت شمال پیشروی می‌کند و از منبع رطوبتی فاصله می‌گیرد، در نتیجه از میزان ریزش آن کاسته می‌شود (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۰).

سیل در حوضه آبریز مورد مطالعه همه ساله موجب تخریب پل‌ها، مزارع، مناطق مسکونی، راه‌های ارتباطی و سازه‌های دیگر می‌شود و اگر رفتارهای هیدرولوژیکی آن شناخته نشود، موجب تلفات جانی و مالی فراوانی می‌گردد. در این حوضه رودخانه کارواندر در حدود ۲/۵ کیلومتر پایین دست ایستگاه هیدرومتری کارواندر و پس از ملحق شدن رودخانه‌های مرونتاک، پشتاک و که‌اند بنام رودخانه تیغ آب شناخته می‌شود. در ادامه این رودخانه مسیری حدود ۱۷ کیلومتری را به سمت جنوب طی می‌کند و به ایستگاه هیدرومتری دامن می‌رسد. ۱۵ کیلومتر پایین‌تر رودخانه در یک مخروط افکنه بزرگ پنخس می‌شود و در ۳۰ کیلومتری پایین دست ایستگاه رودخانه دامن به حوالی شهر ایرانشهر می‌رسد. در این حوالی رودخانه به نام بمپور معروف است. در ادامه رودخانه بمپور مسیری به سمت غرب پی می‌گیرد و پس از مشروب کردن اراضی بمپور و گذر از بند انحرافی بمپور، در انتها به هامون جازموریان می‌ریزد.





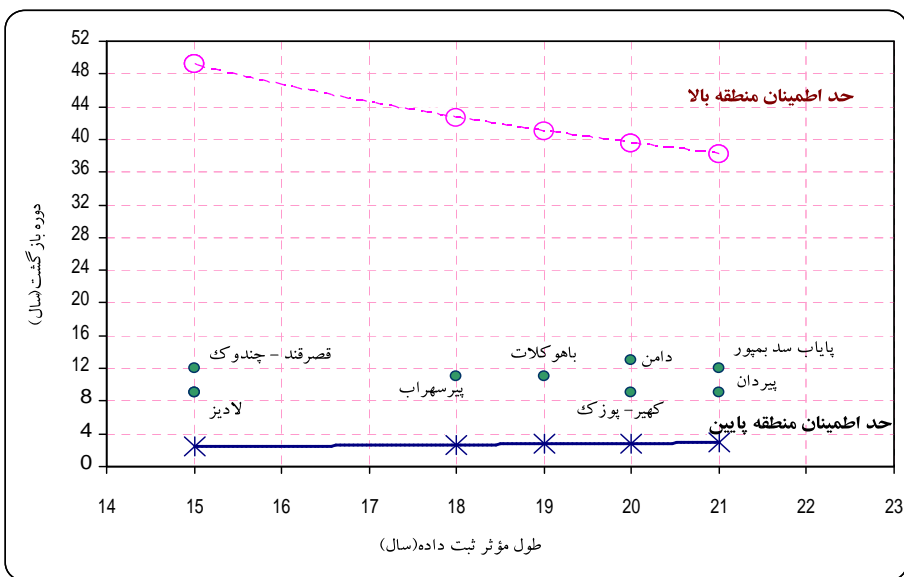
مواد و روش‌ها

در انجام این تحقیق پس از مطالعات کتابخانه‌ای، نسبت به تهیه نقشه موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز مورد مطالعه در محیط GIS اقدام گردید و سپس یک دوره آماری ۲۲ ساله از سال ۶۱-۱۳۶۰ تا ۸۳-۱۳۸۲ برای ۹ ایستگاه هیدرومتری و باران سنجی که در مجاورت حوضه مورد مطالعه قرار دارند و مشخصات آنها در جدول ۱ ارائه شده است، جهت انجام تحلیل‌های آماری انتخاب شدند. داده‌های مورد استفاده دارای نواقص فراوانی بودند که ابتدا با استفاده از روش همبستگی اقدام به بازسازی آنها گردید، سپس همگنی و مستقل بودن داده‌ها با استفاده از روش ران تست مورد آزمون قرار گرفت و همگنی و وابستگی آنها در سطح بالائی پذیرفته شد (علیزاده، ۱۳۸۵).

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری اطراف حوضه مورد مطالعه

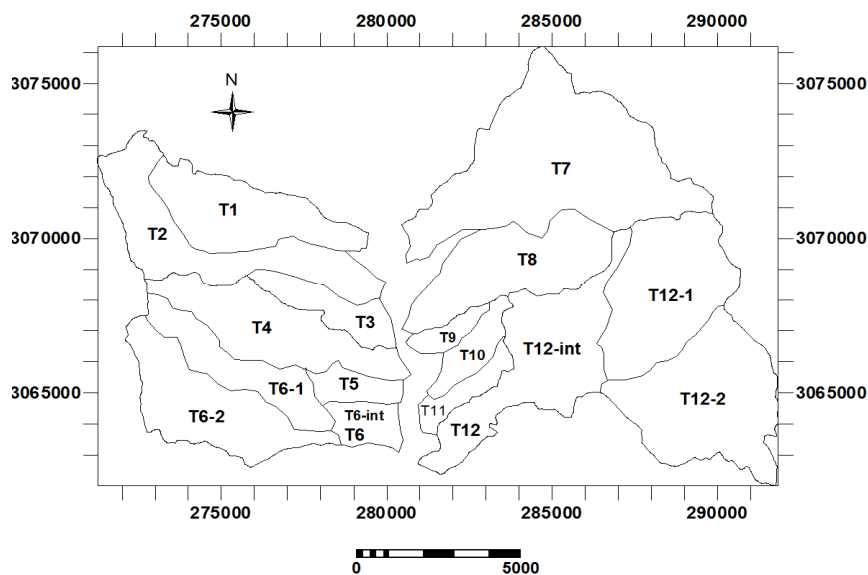
ارتفاع ایستگاه (متر)	مساحت حوضه بالادست ایستگاه (کیلومتر مربع)	نام ایستگاه
۳۸	۴۵۸۰	پوزک
۳۵۰	۳۷۵۰	قصر قند (چندوک)
۴۰	۵۸۳۰	پیر سهراب
۸۱۰	۲۱۲۰	پیردان
۲۰۰	۶۶۸۸	پیشین (پایین دست)
۳۰	۸۳۰۸	باهوکلالت
۶۹۹	۳۴۳۷	دامن
۶۶۵	۷۳۳۰	پایاب سد بمپور
۱۱۷۸	۱۳۵۰	لادیز

در گام بعدی جهت اطمینان از همگن بودن ایستگاه‌های انتخابی از توزیع گامبل استفاده شد که شکل ۲ همگنی ایستگاه‌های انتخابی را تأیید می‌کند.



شکل ۲: نمودار تست همگنی توزیع گامبل ایستگاه‌های اطراف حوضه تیغ آب

در مرحله بعدی با توجه به عوامل مؤثر در تقسیم بندی حوضه آبخیز، حوضه مورد مطالعه به زیر حوضه های کوچکتری تقسیم گردید و به منظور نامگذاری این زیرحوضه ها، از حرف t استفاده شده است که شامل ۱۲ شاخه یا آبراهه می‌باشد و ۱۲ زیرحوضه به نام‌های t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , t_6 , t_7 , t_8 , t_9 , t_{10} , t_{11} و t_{12} را تشکیل می‌دهند (شکل ۳). لازم به ذکر است که استفاده از حرف t برای نامگذاری زیرحوضه ها صرفاً جهت سهولت کار بوده و دلیل خاص دیگری نداشته است.



شکل ۳: نقشه واحدهای مطالعاتی حوضه آبخیز تیغ آب

نتایج و بحث

در این پژوهش ابتدا تواتر بارندگی و سپس برآورد آبدهی سالانه و در نهایت محاسبه دبی اوج سیلاب به روش‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفت:

الف- محاسبه تواتر بارندگی

به منظور بررسی احتمالی وقوع ریزش‌های جوی سالیانه، تحلیل جامع فراوانی برای آمار ایستگاه مبنای حوضه، یعنی ایستگاه کارواندر (واقع در حوضه آبریز دامن در مجاور منطقه

مورد مطالعه) انجام گردید. بدین ترتیب که پس از ورود داده‌های بارندگی سالانه در دوره آماری مورد نظر به برنامه کامپیوتری (Hyfa (Hydrology Frequency Analysis) و استفاده از روش گشتاورها (Moments) و حداکثر درست نمایی (Maximum Likelihood) به کمک آمار حداقل متوسط انحراف نسبی، بهترین توزیع احتمالی که لوگ پیرسون تیپ سه می‌باشد، انتخاب و تواتر بارندگی در دوره بازگشت‌های مختلف (۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله) برای ایستگاه کارواندر تعیین گردید و خلاصه نتایج بررسی تواتر بارندگی سالانه در ایستگاه کارواندر به روش فوق در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲: تواتر بارندگی سالانه ایستگاه کارواندر

دوره بازگشت به سال	۲	۵	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
بارش به میلی‌متر	۱۶۰/۷	۲۷۳/۵	۳۴۵/۲	۴۰۹/۵	۴۲۸/۹	۴۸۵/۵	۵۳۷/۳

همچنین جهت محاسبه تواتر بارندگی متوسط سالانه هر یک از زیرحوضه های مورد مطالعه از داده‌های ایستگاه معرف (کارواندر) استفاده گردید که نتایج حاصله در جدول ۳ نشان داده شده است.

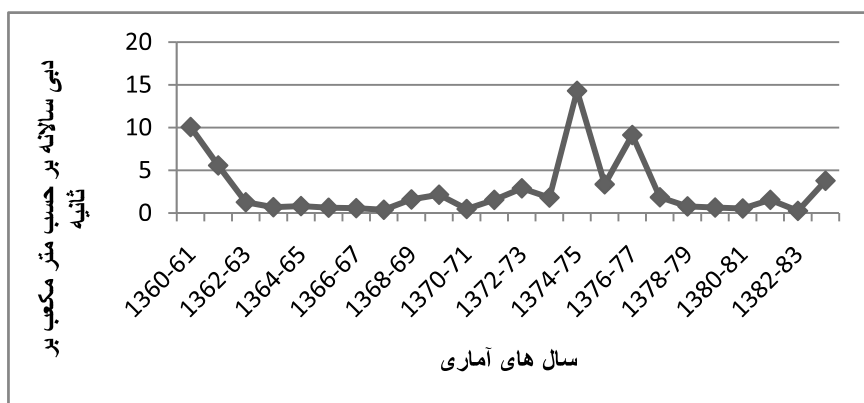
جدول ۳: تواتر بارندگی سالانه واحدهای مطالعاتی حوضه تیغ آب (میلی‌متر)

نام زیر حوضه ها	دوره‌های بازگشت (سال)						
	۱۰۰	۵۰	۲۵	۲۰	۱۰	۵	۲
T1	۳۹۵/۴	۳۵۷/۳	۳۱۵/۶	۳۰۱/۳	۲۵۴/۰	۲۰۱/۲	۱۱۸/۳
T2	۴۱۱/۷	۳۷۲/۰	۳۲۸/۶	۳۱۳/۷	۲۶۴/۵	۲۰۹/۵	۱۲۳/۱
T3	۳۸۲/۹	۳۴۶/۰	۳۰۵/۷	۲۹۱/۸	۲۴۶/۰	۱۹۴/۹	۱۱۴/۵
T4	۴۰۶/۷	۳۶۷/۵	۳۲۴/۷	۳۱۰/۰	۲۶۱/۳	۲۰۷/۰	۱۲۱/۶
T5	۳۷۹/۶	۳۴۳/۰	۳۰۳/۰	۲۸۹/۳	۲۴۳/۸	۱۹۳/۲	۱۱۳/۵
T6-1	۴۰۱/۸	۳۶۳/۱	۳۲۰/۷	۳۰۶/۲	۲۵۸/۱	۲۰۴/۵	۱۲۰/۲
T6-2	۴۱۲/۴	۳۷۲/۷	۳۲۹/۲	۳۱۴/۳	۲۶۴/۹	۲۰۹/۹	۱۲۳/۳
T6-INT	۳۶۹/۵	۳۳۳/۹	۲۹۵/۰	۲۸۱/۶	۲۳۷/۴	۱۸۸/۱	۱۱۰/۵
T6	۴۰۳/۴	۳۶۴/۵	۳۲۲/۰	۳۰۷/۴	۲۵۹/۲	۲۰۵/۳	۱۲۰/۶

T7	۴۰۸/۵	۳۶۹/۱	۳۲۶/۱	۳۱۱/۳	۲۶۲/۴	۲۰۷/۹	۱۲۲/۲
T8	۳۹۵/۰	۳۵۱/۹	۳۱۵/۳	۳۰۱/۰	۲۵۳/۸	۲۰۱/۰	۱۱۸/۱
T9	۳۸۴/۶	۳۴۷/۶	۳۰۷/۰	۲۹۳/۱	۲۴۷/۱	۱۹۵/۸	۱۱۵/۰
T10	۳۸۹/۳	۳۵۱/۷	۳۱۰/۷	۲۶۹/۷	۲۵۰/۱	۱۹۸/۱	۱۱۶/۴
T11	۳۸۳/۰	۳۴۶/۱	۳۰۵/۷	۲۹۱/۹	۲۴۶/۱	۱۹۴/۹	۱۱۴/۵
T12-1	۴۲۰/۳	۳۷۹/۸	۳۳۵/۵	۳۲۰/۳	۲۷۰/۰	۲۱۳/۹	۱۲۵/۷
T12-2	۱۴۰/۲	۳۷۰/۷	۳۲۷/۵	۳۱۲/۷	۲۶۳/۶	۲۰۸/۸	۱۲۲/۷
T12-INT	۳۹۰/۰	۳۵۲/۴	۳۱۱/۳	۲۹۷/۲	۲۵۰/۶	۱۹۸/۵	۱۱۶/۶
T12	۴۰۵/۹	۳۶۶/۷	۳۲۴/۰	۳۰۹/۳	۲۶۰/۷	۲۰۶/۶	۱۲۱/۴

تحلیل آبدهی رودخانه دامن

با توجه به شکل ۴ مشاهده می‌شود که میانگین دبی سالانه در ایستگاه دامن از حدود ۲/۵ تا ۳/۱۴ مترمکعب در ثانیه متغیر است که نشان دهنده نوسانات زیادی در مقیاس سالانه می‌باشد و این بدان معنی است که تغییرات دبی در این ایستگاه از رژیم منظمی پیروی نمی‌کند و نوسانات دبی ترسالی‌ها و خشکسالی‌های منطقه از شدت بالایی برخوردار بوده و اطمینان کمتری برای رشد پوشش گیاهی و تأمین منابع آبی سالانه وجود دارد.



شکل ۴: منحنی تغییرات دبی سالانه رودخانه دامن (مترمکعب بر ثانیه)

ب - روش‌های برآورد آبدهی سالانه حوضه مورد مطالعه

به منظور تعیین آبدهی حوضه تیغ آب و هر یک از زیر حوضه‌های آن، به علت عدم وجود ایستگاه هیدرومتری در حوضه به ناچار با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های مجاور، از روش‌های تجربی مناسب با شرایط منطقه مورد مطالعه، استفاده شده است که در زیر به شرح هر کدام پرداخته می‌شود:

۱- رابطه کمیته تحقیقات کشاورزی هندوستان (ICAR)

انجمن تحقیقات کشاورزی هند جهت برآورد رواناب سالانه حوضه‌های آبخیز کوچک فرمول زیر را ارائه کرده است:

$$R = \frac{1.511P^{1.44}}{T^{1.34} A^{0.063}}$$

(رابطه ۱)

در این رابطه R- رواناب سالانه به سانتی متر، P- میانگین بارندگی سالانه به سانتیمتر، T متوسط درجه حرارت سالانه به سانتی‌گراد و A- مساحت حوضه به کیلومتر مربع می‌باشد. جدول ۴ نتایج حاصل از این رابطه را برای زیرحوضه‌های تیغ آب نشان می‌دهد.

جدول ۴: دبی متوسط و حجم سیلاب سالانه برآورد شده به روش ICAR در زیر حوضه‌های تیغ آب

نام زیر حوضه‌ها	مساحت (Km ²)	میانگین بارندگی سالانه (cm)	متوسط درجه حرارت سالانه (c)	ارتفاع رواناب (cm)	حجم رواناب (m3)	دبی متوسط سالانه (m3/s)
T1	۱۰/۸۶۵	۱۳/۵	۲۱/۶	۰/۹۰	۹۸۲۷۹/۴۲	۰/۰۰۳
T2	۱۳/۱۰۸	۱۴/۱	۲۰/۹	۰/۹۹	۱۲۹۸۲۹/۸۶	۰/۰۰۴
T3	۴/۴۴	۱۳/۱	۲۲/۱	۰/۸۸	۳۹۲۹۰/۸۷	۰/۰۰۱
T4	۱۱/۸۸	۱۳/۹	۲۱/۱	۰/۹۷	۱۱۴۸۶۶/۹۱	۰/۰۰۴
T5	۲/۵۵۵	۱۳/۰	۲۲/۲	۰/۹۰	۲۲۹۵۲/۶۰	۰/۰۰۱
T6-1	۷/۲۲۳	۱۳/۷	۲۱/۳	۰/۹۷	۶۹۸۵۷/۴۳	۰/۰۰۲
T6-2	۱۱/۸۸۵	۱۴/۱	۲۰/۹	۱/۰۰	۱۱۸۷۲۶/۷۹	۰/۰۰۴

T6-INT	۲/۸۳	۱۲/۶	۲۲/۷	۰/۸۳	۲۳۵۹۴/۱۲	۰/۰۰۱
T6	۲۱/۹۳۳	۱۳/۸	۲۱/۳	۰/۹۱	۱۹۹۲۸۹/۵۰	۰/۰۰۶
T7	۲۸/۵۱	۱۴/۰	۲۱	۰/۹۳	۲۶۴۵۷۱/۶۷	۰/۰۰۸
T8	۱۲/۵۸۸	۱۳/۵	۲۱/۶	۰/۹۰	۱۱۲۶۷۷/۹۷	۰/۰۰۴
T9	۱/۶۹۳	۱۳/۲	۲۲	۰/۹۵	۱۶۰۹۳/۵۲	۰/۰۰۱
T10	۳/۰۷	۱۳/۳	۲۱/۸	۰/۹۴	۲۸۹۷۷/۹۲	۰/۰۰۱
T11	۲/۴۴۸	۱۳/۱	۲۲/۱	۰/۹۲	۲۲۴۷۳/۸۰	۰/۰۰۱
T12-1	۱۵/۲۳۲۵	۱۴/۴	۲۰/۶	۱/۰۳	۱۵۷۰۳۰/۳۱	۰/۰۰۵
T12-2	۱۶/۹۷۲۵	۱۴/۰	۲۱	۰/۹۶	۱۶۳۵۸۳/۰۴	۰/۰۰۵
T12-INT	۱۵/۰۹۵	۱۳/۳	۲۱/۸	۰/۸۶	۱۲۹۵۹۶/۸۴	۰/۰۰۴
T12	۴۷/۳	۱۳/۹	۲۱/۱	۰/۸۹	۴۱۸۸۹۷/۹۲	۰/۰۱۳

۲- رابطه جاستین

جاستین جهت برآورد رواناب سالانه با استفاده از سه پارامتر بارندگی، درجه حرارت و شیب حوضه رابطه‌ای به شکل زیر ارائه نموده است.

$$R = KS^{0.155} \frac{P^2}{(1.8T + 32)} \quad (\text{رابطه ۲})$$

در این رابطه R- رواناب سالانه به سانتی متر، P- بارندگی سالانه به سانتی متر، T- متوسط درجه حرارت سالانه به سانتی‌گراد، K- ضریب منطقه‌ای، که برای حوضه مورد مطالعه حدود ۰/۲۸ محاسبه شده است، S- شیب متوسط حوضه آبخیز به درصد که از رابطه زیر به دست آمده است.

$$S = \frac{H \max - H \min}{\sqrt{A}} \quad (\text{رابطه ۳})$$

در این رابطه H_{max} - حداکثر ارتفاع حوضه به متر، H_{min} - حداقل ارتفاع حوضه به متر،
 A - مساحت حوضه به کیلومتر مربع می‌باشد.

جدول ۵ نتایج روش جاستین را برای زیرحوضه های تیغ آب نشان می‌دهد.

جدول ۵: دبی متوسط و حجم سیلاب سالانه برآورد شده به روش جاستین برای زیرحوضه های تیغ آب

نام زیر حوضه‌ها	مساحت (Km ²)	میانگین بارندگی سالانه (cm)	متوسط درجه حرارت سالانه (c)	شیب متوسط حوضه	ضریب k منطقه‌ای	ارتفاع رواناب (mm)	حجم رواناب (m ³)	دبی متوسط سالانه (m ³ /s)
T1	۱۰/۸۶۵	۱۳/۵۰	۲۱/۶۰	۲۸/۰۳	۰/۲۸	۱۲/۰۷	۱۳۱۱۳۳/۳۵	۰/۰۰۴
T2	۱۳/۱۰۸	۱۴/۱۰	۲۰/۹۰	۴۳/۳۲	۰/۲۸	۱۴/۳۴	۱۸۱۹۶۸/۶۳	۰/۰۰۶
T3	۴/۴۴	۱۳/۱۰	۲۲/۱۰	۱۹/۵۶	۰/۲۸	۱۰/۶۱	۴۷۱۲۴/۰۲	۰/۰۰۱
T4	۱۱/۸۸	۱۳/۹۰	۲۱/۱۰	۲۶/۶۳	۰/۲۸	۱۲/۸۶	۱۵۲۷۴۳/۴۷	۰/۰۰۵
T5	۲/۵۵۵	۱۳/۰۰	۲۲/۲۰	۱۸/۵۰	۰/۲۸	۱۰/۳۴	۲۶۴۰۹/۲۵	۰/۰۰۱
T6-1	۷/۲۲۳	۱۳/۷۰	۲۱/۳۰	۳۵/۷۰	۰/۲۸	۱۳/۰۰	۹۳۹۲۴/۳۰	۰/۰۰۳
T6-2	۱۱/۸۸۵	۱۴/۱۰	۲۰/۹۰	۳۸/۳۵	۰/۲۸	۱۴/۰۷	۱۶۷۲۴۱/۸۹	۰/۰۰۵
T6-INT	۲/۸۳	۱۲/۶۰	۲۲/۷۰	۱۰/۰۴	۰/۲۸	۸/۷۲	۲۴۶۸۶/۸۲	۰/۰۰۱
T6	۲۱/۹۳۳	۱۳/۸۰	۲۱/۳۰	۳۱/۸۵	۰/۲۸	۱۲/۹۶	۲۸۴۳۱۱/۱۲	۰/۰۰۹
T7	۲۸/۵۱	۱۴	۲۱	۳۷/۰۷	۰/۲۸	۱۳/۷۶	۳۹۲۴۲۲/۹۵	۰/۰۱۲
T8	۱۲/۵۸۸	۱۳/۵	۲۱/۶	۲۰/۷۰	۰/۲۸	۱۱/۵۲	۱۴۴۹۵۵/۲۷	۰/۰۰۵
T9	۱/۶۹۳	۱۳/۲	۲۲	۱۱/۱۰	۰/۲۸	۹/۹۰	۱۶۷۵۲۳/۳۲	۰/۰۰۱
T10	۳/۰۷	۱۳/۳	۲۱/۸	۲۵/۶۷	۰/۲۸	۱۱/۵۰	۳۵۲۹۶/۹۲	۰/۰۰۱
T11	۲/۴۴۸	۱۳/۱	۲۲/۱	۱۹/۹۲	۰/۲۸	۱۰/۶۴	۲۶۰۵۵/۴۴	۰/۰۰۱
T12-1	۱۵/۲۳۲۵	۱۴/۴	۲۰/۶	۵۶/۸۰	۰/۲۸	۱۵/۷۲	۲۳۹۴۵۶/۰۸	۰/۰۰۸
T12-2	۱۶/۹۷۲۵	۱۴	۲۱	۲۴/۰۳	۰/۲۸	۱۲/۸۷	۲۱۸۴۳۴/۵۵	۰/۰۰۷
T12-INT	۱۵/۰۹۵	۱۳/۳	۲۱/۸	۲۵/۹۷	۰/۲۸	۱۱/۵۲	۱۷۳۸۶۵/۶۰	۰/۰۰۶
T12	۴۷/۳	۱۳/۹	۲۱/۱	۳۵/۲۰	۰/۲۸	۱۳/۴۳	۶۳۵۰۲۲/۲۶	۰/۰۲۰

۳- رابطه مؤسسه تحقیقات آبیاری ایالت UP هندوستان

شکل کلی معادلات پیشنهادی به صورت زیر می‌باشد.

$$UP1) R= 0.14 P^{1.1}$$

$$UP2) R = P - 1.17 P^{0.86} \quad (\text{رابطه ۴})$$

در این روابط R - ارتفاع رواناب بر حسب سانتی متر، P - بارش متوسط بر حسب سانتی متر می‌باشد

نتایج محاسبات روابط (۴) در جداول ۶ و ۷ ارائه شده است.

جدول ۶: دبی متوسط و حجم سیلاب سالانه برآورد شده به روش $UP1$

نام زیر حوضه ها	مساحت (Km^2)	بارندگی (cm)	ارتفاع رواناب (cm)	حجم سیلاب (m^3)	دبی (m^3/s)
T1	۱۰/۸۶۵	۱۳/۵	۲/۴۵	۲۶۶۳۹۴/۲۹	۰/۰۰۸
T2	۱۳/۱۰۸	۱۴/۱	۲/۵۷	۳۳۷۱۳۶/۲۸	۰/۰۱۱
T3	۴/۴۴	۱۳/۱	۲/۳۷	۱۰۵۳۱۹/۶۶	۰/۰۰۳
T4	۱۱/۸۸	۱۳/۹	۲/۵۳	۳۰۰۷۸۸/۱۷	۰/۰۱۰
T5	۲/۵۵۵	۱۳	۲/۳۵	۶۰۰۹۷/۵۳	۰/۰۰۲
T6-1	۷/۲۲۳	۱۳/۷	۲/۴۹	۱۷۹۹۸۵/۸۱	۰/۰۰۶
T6-2	۱۱/۸۸۵	۱۴/۱	۲/۵۷	۳۰۵۶۸۰/۸۶	۰/۰۱۰
T6-INT	۲/۸۳	۱۲/۶	۲/۲۷	۶۴۳۱۶/۴۵	۰/۰۰۲
T6	۲۱/۹۳۳	۱۳/۸	۲/۵۱	۵۵۰۹۲۵/۷۵	۰/۰۱۷
T7	۲۸/۵۱	۱۴	۲/۵۵	۷۲۷۵۵۵/۴۴	۰/۰۲۳
T8	۱۲/۵۸۸	۱۳/۵	۲/۴۵	۳۰۸۶۳۹/۷۹	۰/۰۱۰
T9	۱/۶۹۳	۱۳/۲	۲/۳۹	۴۰۴۹۶/۳۹	۰/۰۰۱
T10	۳/۰۷	۱۳/۳	۲/۴۱	۷۴۰۴۶/۲۸	۰/۰۰۲
T11	۲/۴۴۸	۱۳/۱	۲/۳۷	۵۸۰۶۸/۱۳	۰/۰۰۲
T12-1	۱۵/۲۳۲۵	۱۴/۴	۲/۶۳	۴۰۰۹۵۷/۱۵	۰/۰۱۳
T12-2	۱۶/۹۷۲۵	۱۴	۲/۵۵	۴۳۳۱۲۶/۴۴	۰/۰۱۴
T12-INT	۱۵/۰۹۵	۱۳/۳	۲/۴۱	۳۶۴۰۸۰/۹۵	۰/۰۱۲
T12	۴۷/۳	۱۳/۹	۲/۵۳	۱۱۹۷۵۸۲/۵۴	۰/۰۳۸

جدول ۷: دبی متوسط و حجم سیلاب سالانه برآورد شده به روش UP2

نام زیر حوضه ها	مساحت (Km ²)	بارندگی (cm)	ارتفاع رواناب (cm)	حجم سیلاب (m ³)	دبی (m ³ /s)
T1	۱۰/۸۶۵	۱۳/۵	۲/۵۳	۲۷۴۷۰۲/۶۰	۰/۰۰۹
T2	۱۳/۱۰۸	۱۴/۱	۲/۷۱	۳۵۵۲۵۹/۲۰	۰/۰۱۱
T3	۴/۴۴	۱۳/۱	۲/۴۱	۱۰۶۹۳۶/۸۱	۰/۰۰۳
T4	۱۱/۸۸	۱۳/۹	۲/۶۵	۳۱۴۷۳۹/۷۸	۰/۰۱۰
T5	۲/۵۵۵	۱۳	۲/۳۸	۶۰۷۷۶/۱۲	۰/۰۰۲
T6-1	۷/۲۲۳	۱۳/۷	۲/۵۹	۱۸۶۹۸۰/۵۵	۰/۰۰۶
T6-2	۱۱/۸۸۵	۱۴/۱	۲/۷۱	۳۲۲۱۱۲/۸۸	۰/۰۱۰
T6-INT	۲/۸۳	۱۲/۶	۲/۲۶	۶۳۹۶۸/۷۹	۰/۰۰۲
T6	۲۱/۹۳۳	۱۳/۸	۲/۶۲	۵۷۴۴۱۸/۳۳	۰/۰۱۸
T7	۲۸/۵۱	۱۴	۲/۶۸	۷۶۳۹۹۷/۰۶	۰/۰۲۴
T8	۱۲/۵۸۸	۱۳/۵	۲/۵۳	۳۱۸۲۶۵/۶۵	۰/۰۱۰
T9	۱/۶۹۳	۱۳/۲	۲/۴۴	۴۱۲۸۱/۰۲	۰/۰۰۱
T10	۳/۰۷	۱۳/۳	۲/۴۷	۷۵۷۷۵/۵۵	۰/۰۰۲
T11	۲/۴۴۸	۱۳/۱	۲/۴۱	۵۸۹۵۹/۷۶	۰/۰۰۲
T12-1	۱۵/۲۳۲۵	۱۴/۴	۲/۸۰	۴۲۶۸۳۷/۰۲	۰/۰۱۴
T12-2	۱۶/۹۷۲۵	۱۴	۲/۶۸	۴۵۴۸۲۰/۷۷	۰/۰۱۴
T12-INT	۱۵/۰۹۵	۱۳/۳	۲/۴۷	۳۷۲۵۸۳/۶۷	۰/۰۱۲
T12	۴۷/۳	۱۳/۹	۲/۶۵	۱۲۵۳۱۳۰/۵۹	۰/۰۴۰

۴- رابطه لیزی (Lisi)

لیزی دانشمند هندی بر اساس بررسی‌هایی که در چندین حوضه به عمل آورد رابطه زیر را جهت برآورد رواناب سالانه ارائه نمود:

$$R = P / (1 + (304.8 (FZ) / P))$$

(رابطه ۵)

در این رابطه Fz- پارامتر مربوط به دوام بارش و مشخصات فیزیوگرافی، P- بارندگی متوسط سالانه به سانتی متر

R- متوسط رواناب سالانه به سانتی متر می‌باشند.

ضریب مربوط به پارامتر (FZ) در جدول ۸، ارائه گردیده است.

جدول ۸: ضرایب پیشنهادی برای پارامتر Fz در روش لیزی

دوام بارش			نوع اراضی حوضه آبخیز
طولانی	متوسط	کوتاه	
۶	۴	۲	شامل فلات‌ها، دشت‌های مسطح با خاک‌های عمیق و پوشش گیاهی مناسب
۲/۵	۱/۶۷	۰/۸۳	تا حدودی مسطح با خاک نیمه عمیق و پوشش گیاهی مرتعی
۱/۵	۱	۰/۵	تپه‌های نسبتاً مرتفع با خاک کم عمق و پوشش گیاهی نسبتاً ضعیف
۰/۸۸	۰/۵۸	۰/۲۳	اراضی شنی همراه با مقداری سنگریزه با شیب زیاد در ارتفاعات
۰/۴۳	۰/۲۸	۰/۱۴	اراضی سنگلاخی با ارتفاع و شیب زیاد بدون پوشش گیاهی

در این مطالعه با توجه به جدول فوق میزان پارامتر ((FZ، مطابق جدول زیر تعیین گردیده و نتایج محاسبات مربوط به برآورد رواناب سالانه در جدول ۹ ارائه گردیده است.

جدول ۹: مقادیر ارتفاع، ضریب و حجم سیلاب محاسبه شده به روش تجربی لیزی در زیر حوضه های تیغ آب

نام زیر حوضه‌ها	مساحت (Km ²)	بازندگی متوسط سالانه (cm)	Fz	متوسط رواناب سالانه (cm)	ضریب جریان	حجم سیلاب (m ³)	دبی متوسط سالانه (m ³ /s)
T1	۱۰/۸۶۵	۱۳/۵۰	۰/۲	۲/۴۵	۰/۱۸	۲۶۵۹۳۴/۲	۰/۰۰۸
T2	۱۳/۱۰۸	۱۴/۱۰	۰/۲	۲/۶۵	۰/۱۹	۳۴۷۱۸۹/۱	۰/۰۱۱
T3	۴/۴۴	۱۳/۱۰	۰/۳	۱/۶۴	۰/۱۳	۷۲۸۵۵/۸	۰/۰۰۲
T4	۱۱/۸۸	۱۳/۹۰	۰/۲۷	۲/۰۱	۰/۱۴	۲۳۸۶۱۰/۲	۰/۰۰۸
T5	۲/۵۵۵	۱۳/۰۰	۰/۳۳	۱/۴۹	۰/۱۱	۳۸۰۱۵/۵	۰/۰۰۱
T6-1	۷/۲۲۳	۱۳/۷۰	۰/۲۲	۲/۳۲	۰/۱۷	۱۶۷۸۷۴/۲	۰/۰۰۵
T6-2	۱۱/۸۸۵	۱۴/۱۰	۰/۳۳	۱/۷۳	۰/۱۲	۲۰۶۰۳۲/۰	۰/۰۰۷

T6-INT	۲/۸۳	۱۲/۶۰	۰/۳۷	۱/۲۷	۰/۱۰	۳۵۸۳۵/۵	۰/۰۰۱
T6	۲۱/۹۳۳	۱۳/۸۰	۰/۲۳	۲/۲۷	۰/۱۶	۴۹۷۸۲۱/۴	۰/۰۱۶
T7	۲۸/۵۱	۱۴	۰/۲۴	۲/۲۵	۰/۱۶	۶۴۱۱۷۴/۰	۰/۰۲۰
T8	۱۲/۵۸۸	۱۳/۵	۰/۲۹	۱/۷۹	۰/۱۳	۲۲۵۱۵۶/۳	۰/۰۰۷
T9	۱/۶۹۳	۱۳/۲	۰/۳۷	۱/۳۸	۰/۱۰	۲۳۴۱۶/۲	۰/۰۰۱
T10	۳/۰۷	۱۳/۳	۰/۲۷	۱/۸۵	۰/۱۴	۵۶۸۰۷/۰	۰/۰۰۲
T11	۲/۴۴۸	۱۳/۱	۰/۲۸	۱/۷۴	۰/۱۳	۴۲۶۷۴/۱	۰/۰۰۱
T12-1	۱۵/۲۳۲۵	۱۴/۴	۰/۱۸	۲/۹۹	۰/۲۱	۴۵۶۰۲۴/۹	۰/۰۱۴
T12-2	۱۶/۹۷۲۵	۱۴	۰/۲۸	۱/۹۷	۰/۱۴	۳۳۴۸۵۷/۷	۰/۰۱۱
T12-INT	۱۵/۰۹۵	۱۳/۳	۰/۲۸	۱/۷۹	۰/۱۳	۲۷۰۶۸۶/۰	۰/۰۰۹
T12	۴۷/۳	۱۳/۹	۰/۲۳	۲/۳۰	۰/۱۷	۱۰۸۷۹۰۴/۵	۰/۰۳۴

بررسی‌های هیدرولوژیکی در سه مرحله مطالعاتی (۱) - اندازه گیری، (۲) - ثبت داده‌ها و (۳) - تجزیه و تحلیل آنها و استفاده از نتایج آن در تعیین مبانی پژوهش صورت گرفته است؛ لذا به منظور تعیین دبی اوج ایستگاه‌های مجاور حوضه مطالعاتی در دوره بازگشت سری‌های سالانه، دبی حداکثر ایستگاه‌ها را با استفاده از نرم افزار HYFRAN برآزش داده و بر اساس تست‌های آکائی و بایسین مناسب‌ترین نوع توزیع یعنی توزیع گاما انتخاب شده است. جدول ۱۰ دبی اوج ایستگاه‌ها را در دوره‌های بازگشت مختلف نشان می‌دهد.

جدول ۱۰: مقادیر دبی اوج ایستگاه‌های مجاور حوضه تیغ آب (مترمکعب بر ثانیه)

احتمال وقوع (درصد)	دوره بازگشت	پوزک	قصرقند	پیرسهراب	پیردان	پیشین	باهوکلات	دامن	بمپور	لادیز
۱	۱۰۰	۱۷۲۰۰	۲۶۷۰	۴۵۷۰	۲۶۱۰	۷۴۲۰	۷۸۶۰	۲۰۵۰	۲۱۶۰	۴۴۹
۲	۵۰	۱۴۰۰۰	۲۳۱۰	۳۹۶۰	۲۲۰۰	۶۳۲۰	۶۴۹۰	۱۷۶۰	۱۸۲۰	۳۷۵
۴	۲۵	۱۰۹۰۰	۱۹۵۰	۳۳۵۰	۱۷۹۰	۵۲۲۰	۵۱۵۰	۱۴۶۰	۱۴۹۰	۳۰۳
۱۰	۱۰	۶۹۸۰	۱۴۷۰	۲۵۳۰	۱۲۵۰	۳۷۶۰	۳۴۲۰	۱۰۷۰	۱۰۶۰	۲۰۸
۲۰	۵	۴۲۳۰	۱۰۹۰	۱۸۸۰	۸۵۵	۲۶۵۰	۲۱۸۰	۷۶۵	۷۲۸	۱۳۸
۵۰	۲	۱۱۶۰	۵۵۳	۹۶۳	۳۴۲	۱۱۶۰	۷۰۵	۳۵۳	۳۰۲	۵۱

پ- روش‌های محاسبه دبی اوج سیلاب

در این تحقیق به منظور دستیابی به میزان حداکثر سیلاب حوضه و تخمین دبی اوج

سیلاب از روش‌های تجربی زیر استفاده شده است:

۱- روش کریگر

این روش بطور گسترده برای تعیین دبی حداکثر سیل در سطوح حوضه‌های آبریز بزرگ و کوچک مورد استفاده قرار گرفته است، فرمول کریگر (Creager) به صورت زیر بیان می‌شود.

$$Q = 46CA \left(0.894A - 0.048 \right) \quad (\text{رابطه ۶})$$

در این رابطه A- مساحت حوضه (مایل مربع)، Q- حداکثر سیل ((CFC و C- ضریب حوضه می‌باشد.

مقدار ضریب C برای دوره‌های بازگشت مختلف فرق می‌کند. در صورتی که بتوان ضریب C را برای یک منطقه تخمین زد، می‌توان سیلاب‌های حوضه‌های موجود در آن منطقه را با دوره بازگشت دلخواه برآورد کرد. به منظور تعیین ضریب C برای محدوده مطالعاتی از ایستگاه مبنا به صورت نقطه‌ای استفاده شد. در این روش به منظور تعیین ضریب C از آمار دبی حداکثر

لحظه‌ای سالانه ایستگاه دامن (ایستگاه مبنا) استفاده به عمل آمد. با استفاده از ضریب C (جدول ۱۱)، مقدار دبی سیلاب در دوره‌های بازگشت مختلف محاسبه و نتایج حاصل در جدول ۱۲، نشان داده شده است.

جدول ۱۱: مقدار ضریب C برای دوره‌های بازگشت مختلف در ایستگاه دامن به روش کریگر

۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲	(T دوره بازگشت)
۲۳/۹	۲۸/۷	۲۳/۵	۱۶/۷	۱۱/۶	۴/۹۸	C ضریب

جدول ۱۲: دبی اوج (مترمکعب بر ثانیه) محاسبه شده برای زیر حوضه‌ها به روش کریگر (نقطه‌ای)

دبی حداکثر با دوره‌های بازگشت مختلف (m ³ /s)						مساحت	مساحت	نام زیر حوضه‌ها
۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲	mile ²	ha	
۷۱/۵۵	۶۱/۴۲	۵۰/۹۵	۳۷/۳۳	۲۶/۶۸	۱۲/۳۳	۴/۱۹	۱۰۸۶/۵	T1
۸۲/۶۷	۷۰/۹۷	۵۸/۸۷	۴۳/۱۳	۳۰/۸۳	۱۴/۲۴	۵/۰۶	۱۳۱۰/۸	T2
۳۴/۵۸	۲۹/۶۹	۲۴/۶۲	۱۸/۰۴	۱۲/۹۰	۵/۹۶	۱/۷۱	۴۴۴	T3
۷۶/۶۷	۶۵/۸۱	۵۴/۵۹	۴۰/۰۰	۲۸/۵۹	۱۳/۲۱	۴/۵۹	۱۱۸۸	T4
۲۱/۳۶	۱۸/۳۴	۱۵/۲۱	۱۱/۱۴	۷/۹۷	۳/۶۸	۰/۹۹	۲۵۵/۵	T5
۵۱/۷۶	۴۴/۴۳	۳۶/۸۶	۲۷/۰۰	۱۹/۳۰	۸/۹۲	۲/۷۹	۷۲۲/۳	T6-1
۷۶/۶۹	۶۵/۸۴	۵۴/۶۱	۴۰/۰۱	۲۸/۶۰	۱۳/۲۱	۴/۵۹	۱۱۸۸/۵	T6-2
۲۳/۴۰	۲۰/۰۹	۱۶/۶۶	۱۲/۲۱	۸/۷۲	۴/۰۳	۱/۰۹	۲۸۳	T6-INT
۱۲۱/۲۱	۱۰۴/۰۵	۸۶/۳۰	۶۳/۳۳	۴۵/۲۰	۲۰/۸۸	۸/۴۷	۲۱۹۳/۳	T6
۱۴۶/۱۹	۱۲۵/۴۹	۱۰۴/۰۹	۷۶/۲۶	۵۴/۵۱	۲۵/۱۹	۱۱/۰۱	۲۸۵۱	T7
۸۰/۱۵	۶۸/۸۱	۵۷/۰۷	۴۱/۸۱	۲۹/۸۹	۱۳/۸۱	۴/۸۶	۱۲۵۸/۸	T8
۱۴/۶۷	۱۲/۵۹	۱۰/۴۵	۷/۶۵	۵/۴۷	۲/۵۳	۰/۶۵	۱۶۹/۳	T9
۲۵/۱۴	۲۱/۵۸	۱۷/۹۰	۱۳/۱۲	۹/۳۸	۴/۳۳	۱/۱۹	۳۰۷	T10
۲۰/۵۶	۱۷/۶۵	۱۴/۶۴	۱۰/۷۲	۷/۶۷	۳/۵۴	۰/۹۵	۲۴۴/۸	T11
۹۲/۶۳	۷۹/۵۱	۶۵/۹۵	۴۸/۳۲	۳۴/۵۴	۱۵/۹۶	۵/۸۸	۱۵۲۳/۲۵	T12-1
۱۰۰/۴۲	۸۶/۲۱	۷۱/۵۱	۵۲/۳۹	۳۷/۴۵	۱۷/۳۰	۶/۵۵	۱۶۹۷/۲۵	T12-2
۹۲/۰۰	۷۸/۹۷	۶۵/۵۱	۴۷/۹۹	۳۴/۳۱	۱۵/۸۵	۵/۸۳	۱۵۰۹/۵	T12-INT
۲۰۷/۰۰	۱۷۷/۶۹	۱۴۷/۳۹	۱۰۷/۹۹	۷۷/۱۹	۳۵/۶۶	۱۸/۲۶	۴۷۳۰	T12

۲- روش دیکن (Dicken)

شکل کلی این معادله به صورت ساده زیر می‌باشد:

$$Q = Q_0 \left(\frac{A}{A_0} \right)^{0.75} \quad (\text{رابطه ۷})$$

در این رابطه Q - دبی سیلاب حوضه مورد مطالعه بر حسب متر مکعب بر ثانیه، Q_0 - دبی سیلاب ایستگاه مرجع بر حسب متر مکعب بر ثانیه، A - سطح حوضه آبریز مورد مطالعه به کیلومتر مربع، A_0 - سطح حوضه آبریز ایستگاه مرجع به کیلومتر مربع می‌باشد. ایستگاه دامن، ایستگاه مرجع می‌باشد. مقدار دبی سیلاب در دوره‌های بازگشت مختلف با این روش محاسبه و نتایج حاصل در جدول ۱۳، آورده شده است.

جدول ۱۳: دبی اوج (مترمکعب بر ثانیه) محاسبه شده برای زیر حوضه‌ها به روش دیکن

نام زیر حوضه‌ها	دبی حداکثر سیلاب با دوره‌های بازگشت مختلف (m ³ /s)					
	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
T1	۴/۷۱	۱۰/۲۰	۱۴/۲۶	۱۹/۴۶	۲۳/۴۶	۲۷/۳۳
T2	۵/۴۲	۱۱/۷۴	۱۶/۴۲	۲۲/۴۱	۲۷/۰۱	۳۱/۴۶
T3	۲/۴۱	۵/۲۱	۷/۲۹	۹/۹۵	۱۱/۹۹	۱۳/۹۷
T4	۵/۰۳	۱۰/۹۱	۱۵/۲۵	۲۰/۸۱	۲۵/۰۹	۲۹/۲۲
T5	۱/۵۹	۳/۴۴	۴/۸۲	۶/۵۷	۷/۹۲	۹/۲۳
T6-1	۳/۴۶	۷/۵۱	۱۰/۵۰	۱۴/۳۳	۱۷/۲۷	۲۰/۱۲
T6-2	۵/۰۳	۱۰/۹۱	۱۵/۲۶	۲۰/۸۲	۲۵/۱۰	۲۹/۲۳
T6-INT	۱/۷۲	۳/۷۲	۵/۲۰	۷/۱۰	۸/۵۵	۹/۹۶
T6	۷/۹۷	۱۷/۲۷	۲۴/۱۶	۳۲/۹۶	۳۹/۷۴	۴۶/۲۹
T7	۹/۷۰	۲۱/۰۳	۲۹/۴۱	۴۰/۱۳	۴۸/۳۸	۵۶/۳۵
T8	۵/۲۶	۱۱/۳۹	۱۵/۹۳	۲۱/۷۴	۲۶/۲۰	۳۰/۵۲
T9	۱/۱۷	۲/۵۳	۳/۵۴	۴/۸۳	۵/۸۲	۶/۷۸
T10	۱/۸۲	۳/۹۵	۵/۵۳	۷/۵۴	۹/۰۹	۱۰/۵۹
T11	۱/۵۴	۳/۳۴	۴/۶۷	۶/۳۷	۷/۶۷	۸/۹۴
T12-1	۶/۰۶	۱۳/۱۴	۱۸/۳۸	۲۵/۰۸	۳۰/۲۳	۳۵/۲۱
T12-2	۶/۵۸	۱۴/۲۵	۱۹/۹۳	۲۷/۲۰	۳۲/۷۹	۳۸/۱۹

۳- برآورد مقادیر شدت سیلاب به روش SCS

۳-۱- محاسبه مقدار تلفات کل بارش

مقدار هدر رفت کل که مربوط به مقدار نفوذ در خاک و ذخیره سطحی است، توسط رابطه‌ای با یک عامل بدون بعد به نام CN، ارتباط می‌یابد.

$$s = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{رابطه (۸)}$$

برای ضریب S یک مقدار حداقل و حداکثر موجود هست که به رطوبت قبلی خاک بستگی دارد. نتایج حاصل از اندازه گیری‌ها در زیرحوضه های مورد مطالعه نشان داد که از کل تلفات بالقوه حوضه یا S، به طور متوسط، حدود ۰/۲ آن قبل از شروع جریان یافتن هرز آب به صورت تلفات اولیه عمل کرده و ۰/۸ بقیه آن در طول بارش، صرف نفوذ سطحی و عمقی در خاک می‌گردد؛ بنابراین در هر مورد، چنانچه ارتفاع بارندگی کمتر از ۰/۲S باشد، فرض می‌شود که رواناب به وجود نخواهد آمد. به منظور بالابردن درجه اطمینان در تخمین دبی اوج سیل از مقدار ضریب S استفاده شده است که از حداکثر توان تولید رواناب برخوردار می‌باشد و نتایج در جدول ۱۴ نشان داده شده است.

جدول ۱۴: مقادیر ضریب نگهداشت سطحی (کل تلفات) بارش

نام زیرحوضه‌ها	مساحت (km ²)	CN	S
t1	۱۰/۸۶۵	۸۳	۵۲/۰۲
t2	۱۳/۱۰۸	۸۵	۴۴/۸۲
t3	۴/۴۴	۸۱	۵۹/۵۸
t4	۱۱/۸۸	۸۲	۵۵/۷۶
t5	۲/۵۵۵	۸۱	۵۹/۵۸
t6-1	۷/۲۲۳	۸۴	۴۸/۳۸
t6-2	۱۱/۸۸۵	۸۵	۴۴/۸۲
t6-int	۲/۸۳	۸۰	۶۳/۵۰
t6	۲۱/۹۳۳	۸۳	۵۲/۰۲

t7	۲۸/۵۱	۸۴	۴۸/۳۸
t8	۱۲/۵۸۸	۸۱	۵۹/۵۸
t9	۱/۶۹۳	۸۱	۵۹/۵۸
t10	۳/۰۷	۸۲	۵۵/۷۶
t11	۲/۴۴۸	۸۲	۵۵/۷۶
t12-1	۱۵/۲۳۲۵	۸۷	۳۷/۹۵
t12-2	۱۶/۹۷۲۵	۸۲	۵۵/۷۶
T12-INT	۱۵/۰۹۵	۸۲	۵۵/۷۶
t12	۴۷/۳	۸۴	۴۸/۳۸

۳-۲- تعیین زمان تا اوج واحدهای هیدرولوژیک

در روش SCS مقدار زمان تا اوج از روی زمان تمرکز واحدهای هیدرولوژیک، به دست می‌آید که عبارتست از:

$$TP=0.7TC$$

(رابطه ۹)

در این رابطه T_p - زمان تا اوج واحد هیدرولوژیک، T_c - زمان تمرکز واحد هیدرولوژیک می‌باشد.

جدول ۱۵، زمان رسیدن به اوج را به تفکیک برای واحدهای هیدرولوژی نشان می‌دهد.

۳-۳- تعیین مقادیر دبی اوج هیدروگراف واحد

در روش SCS برای برآورد دبی اوج هیدروگراف واحد رابطه زیر ارائه شده است

$$Q_p = \frac{2.083A}{T_p} \quad (\text{رابطه ۱۰})$$

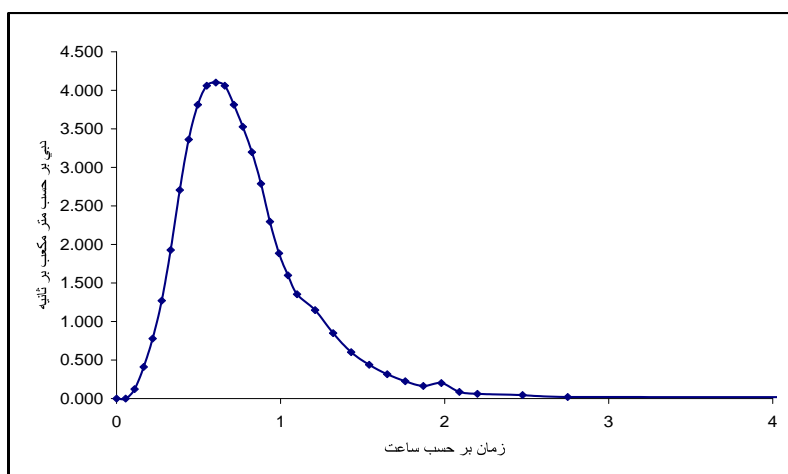
در این رابطه Q_p - دبی حداکثر لحظه‌ای به مترمکعب در ثانیه، A - مساحت حوضه به کیلومتر مربع، T_p - زمان از شروع شاخه صعودی هیدروگراف تا رسیدن به اوج بر حسب ساعت می‌باشد.

در جدول ۱۵ مقادیر دبی اوج هیدروگراف واحد برای هر یک از واحدهای هیدرولوژیک ارائه شده است و شکل ۵ هیدروگراف واحد سیل و شکل ۶ هیدروگراف سیل را با دوره‌های بازگشت مختلف در زیرحوضه T1 به صورت نمونه نشان می‌دهند.

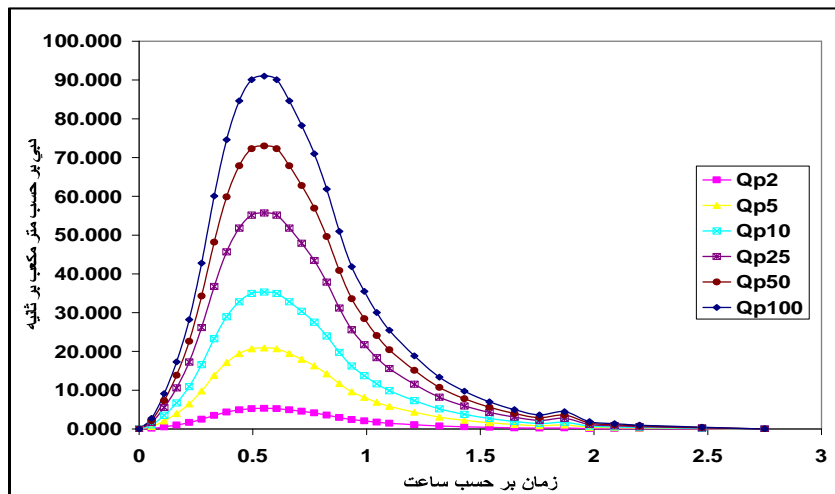
جدول ۱۵: مقادیر دبی اوج هیدروگراف واحد

نام زیرحوضه‌ها	مساحت (Km ²)	زمان تمرکز		Tl	D	Tp	Qp
		روش	ساعت				
t1	۱۰/۹	کرپیچ	۰/۷۶	۰/۵۰	۰/۱۰	۰/۵۵	۴/۱۰
	۱۰/۹	ویلیامز	۱/۳۳	۰/۸۸	۰/۱۸	۰/۹۷	۲/۳۴
t2	۱۳/۱	کرپیچ	۰/۹۴	۰/۶۲	۰/۱۳	۰/۶۸	۴/۰۰
	۱۳/۱	ویلیامز	۱/۶۷	۱/۱۰	۰/۲۲	۱/۲۱	۲/۲۵
t3	۴/۴۴	کرپیچ	۰/۸۳	۰/۵۵	۰/۱۱	۰/۶۰	۱/۵۳
	۴/۴۴	ویلیامز	۱/۲۱	۰/۸۰	۰/۱۶	۰/۸۸	۱/۰۵
t4	۱۱/۹	کرپیچ	۰/۸۸	۰/۵۸	۰/۱۲	۰/۶۴	۳/۸۷
	۱۱/۹	ویلیامز	۱/۳۸	۰/۹۱	۰/۱۸	۱/۰۰	۲/۴۷
t5	۲/۵۶	کرپیچ	۰/۴۵	۰/۳۰	۰/۰۶	۰/۳۳	۱/۶۳
	۲/۵۶	ویلیامز	۰/۶۹	۰/۴۶	۰/۰۹	۰/۵۰	۱/۰۶
t6-1	۷/۲۲	کرپیچ	۰/۷۲	۰/۴۸	۰/۱۰	۰/۵۲	۲/۸۸
	۷/۲۲	ویلیامز	۱/۳۴	۰/۸۸	۰/۱۸	۰/۹۷	۱/۵۵
t6-2	۱۱/۹	کرپیچ	۰/۹۴	۰/۶۲	۰/۱۳	۰/۶۸	۳/۶۳
	۱۱/۹	ویلیامز	۰/۴۵	۰/۳۰	۰/۰۶	۰/۳۳	۷/۵۷
t6-int	۲/۸۳	کرپیچ	۰/۵۷	۰/۳۸	۰/۰۸	۰/۴۱	۱/۴۲
	۲/۸۳	ویلیامز	۱/۵۳	۱/۰۱	۰/۲۰	۱/۱۱	۰/۵۳
t6	۲۱/۹	کرپیچ	۱/۰۷	۰/۷۱	۰/۱۴	۰/۷۸	۵/۸۸
	۲۱/۹	ویلیامز	۱/۷۲	۱/۱۴	۰/۲۳	۱/۲۵	۳/۶۶
t7	۲۸/۵	کرپیچ	۱/۱۳	۰/۷۵	۰/۱۵	۰/۸۲	۷/۲۳
	۲۸/۵	ویلیامز	۱/۶۷	۱/۱۰	۰/۲۲	۱/۲۱	۴/۸۹

t8	۱۲/۶	کریبج	۰/۹۴	۰/۶۲	۰/۱۳	۰/۶۸	۳/۸۴
	۱۲/۶	ویلیامز	۱/۲۶	۰/۸۳	۰/۱۷	۰/۹۲	۲/۸۶
t9	۱/۶۹	کریبج	۰/۳۷	۰/۲۴	۰/۰۵	۰/۲۷	۱/۳۱
	۱/۶۹	ویلیامز	۰/۷۶	۰/۵۰	۰/۱۰	۰/۵۵	۰/۶۴
t10	۳/۰۷	کریبج	۰/۴۶	۰/۳۰	۰/۰۶	۰/۳۳	۱/۹۱
	۳/۰۷	ویلیامز	۰/۸۲	۰/۵۴	۰/۱۱	۰/۶۰	۱/۰۷
t11	۲/۴۵	کریبج	۰/۷۶	۰/۵۰	۰/۱۰	۰/۵۵	۰/۹۲
	۲/۴۵	ویلیامز	۱/۱۵	۰/۷۶	۰/۱۵	۰/۸۴	۰/۶۱
t12-1	۱۵/۲	کریبج	۰/۸۱	۰/۵۳	۰/۱۱	۰/۵۹	۵/۳۹
	۱۵/۲	ویلیامز	۰/۸۹	۰/۵۹	۰/۱۲	۰/۶۵	۴/۹۱
t12-2	۱۷	کریبج	۰/۹۹	۰/۶۵	۰/۱۳	۰/۷۲	۴/۹۲
	۱۷	ویلیامز	۱/۱	۰/۷۳	۰/۱۵	۰/۸۰	۴/۴۲
T12-INT	۱۵/۱	کریبج	۱/۱۷	۰/۷۷	۰/۱۶	۰/۸۵	۳/۷۰
	۱۵/۱	ویلیامز	۱/۳۴	۰/۸۸	۰/۱۸	۰/۹۷	۳/۲۳
t12	۴۷/۳	کریبج	۰/۹۹	۰/۶۵	۰/۱۳	۰/۷۲	۱۳/۷۰
	۴۷/۳	ویلیامز	۱/۱	۰/۷۳	۰/۱۵	۰/۸۰	۱۲/۳۳



شکل ۵: هیدروگراف واحد سیل زیر حوضه T1



شکل ۶: هیدروگراف سیل با دوره‌های بازگشت مختلف در زیرحوضه T1

نتیجه‌گیری

مدیریت یکپارچه منابع آب حوضه آبریز نیازمند یک روش فکری چند بعدی است که وابستگی‌های بین طبیعت، اجتماع و سیستم‌های زیستی را در نظر بگیرد. طرح جامع مدیریت کمی و کیفی منابع آب سطحی و زیرزمینی بایستی با هدف توسعه پایدار مورد نظر قرار گیرد. در قسمت اول این پژوهش به مقایسه روش‌های مختلف، در برآورد میزان آبدهی سالانه، منطقه مورد مطالعه پرداخته شد. با توجه به این که فاکتورهای مؤثر در هر یک از این روش‌ها با یکدیگر متفاوت می‌باشد، انتخاب روش مناسب از بین روش‌های برآورد آبدهی سالانه حوضه مورد مطالعه، کار مشکلی است، مضاف بر اینکه ارقام حاصله گاهی مقادیر نزدیکی را نسبت به یکدیگر نشان نمی‌دهند. از بین روش‌های مورد استفاده روش، مؤسسه تحقیقات آبیاری ایالت UP هندوستان تفاوت قابل توجهی را در برآورد آبدهی با سایر روش‌ها نشان می‌دهد. با عنایت به نتایج این روش، مشاهده می‌شود که مقادیر برآوردی آن، دو تا سه برابر مقادیر برآوردی سایر روش‌هاست. از بین روش‌های مورد استفاده به نظر می‌رسد روش جاستین، به دلیل در نظر گرفتن پارامترهای اقلیمی و غیر اقلیمی فراوان و نیز ضریب منطقه‌ای

در برآورد میانگین آبدهی سالانه، نتیجه بهتری را ارائه داده و برای استفاده در حوضه آبخیز تیغ آب توصیه می‌شود.

محاسبات انجام شده نشان می‌دهد که تغییرات دبی ایستگاه‌های موجود در حوضه آبریز از رژیم منظمی پیروی نمی‌کند. بر اساس رابطه کمیته تحقیقات کشاورزی هندوستان حجم روان آب سالانه زیر حوضه های منطقه مورد مطالعه از ۱۶۰۹۳ تا ۴۱۸۸۹۷ متر مکعب و به روش جاستین بین ۱۶۷۵۲ تا ۶۳۵۰۲۲ متر مکعب و به روش لیسلی از ۲۳۴۱۶ تا ۱۰۸۷۹۰۴ متر مکعب تغییر می‌کند.

در قسمت دوم، جهت برآورد حداکثر دبی لحظه‌ای سیلاب از روش‌های SCS (هیدروگراف واحد) و تجربی استفاده شده است. طبق محاسبات انجام شده حداکثر دبی لحظه‌ای حوضه آبریز به روش کریگر در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله ۲۰۷ متر مکعب در ثانیه و به روش دیکن ۵۶/۳۵ متر مکعب در ثانیه برآورد گردیده است. اما مقادیر برآوردشده به روش SCS از جامعیت بیشتری برخوردار است و با بکارگیری پارامترهای فراوان حوضه و اقلیم، تقریب نزدیک‌تری از واقعیت حوضه را ارائه می‌دهد. از طرفی، مطالعات دیگر در هر یک از زیر حوضه ها نشان می‌دهد که مقادیر حاصله از روش SCS تقریب نزدیک‌تری را به واقعیت منطقه مورد مطالعه ارائه کرده است. از این رو، استفاده از نتایج حاصل از این روش برای سایر بخش‌ها بویژه برای بخش طراحی سازه‌های مورد نیاز محدوده مطالعاتی توصیه می‌گردد.

منابع

۱. خلیقی سیگارودی، شهرام؛ مهدوی، محمد؛ ثقفیان، بهرام (۱۳۸۴)، «بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر سیل خیزی با استفاده از مدل (NRCS)، مطالعه موردی در حوضه باراندوز چای در آذربایجان غربی»، *مجله منابع طبیعی ایران*، سال پنجاه و هشتم، شماره ۴، ص ۷۳۳ تا ۷۴۲.
۲. رضایی کلج، منوچهر (۱۳۷۹)، «عوامل موثر بر سیل خیزی حوضه آبخیزکن و اولویت بندی زیر حوضه‌ها»، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، مرکز آموزش عالی امام خمینی.
۳. سازمان هواشناسی کشور، (۱۳۸۰)، «اقلیم و گردشگری در استان سیستان و بلوچستان»، ۱۰ صفحه.
۴. سلیمانی، کریم؛ یوسفی، علیرضا؛ کوچک نژاد، قادیرعلی (۱۳۸۲)، «بررسی نقش عوامل فیزیوگرافیک حوضه بر دبی‌های حداکثر لحظه‌ای گرگان رود به منظور ارائه مدل منطقه‌ای سیلاب»، *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، سال دهم، شماره ۴، ص ۱۶۱ تا ۱۷۴.
۵. سلیمانی، کریم؛ حبیب نژاد روشن، محمود (۱۳۸۱)، «نقش عوامل هیدرو اقلیم در وقوع سیل حوضه نکارود»، *مجله منابع طبیعی ایران*، جلد ۵۵، شماره ۱، ص ۲۳ تا ۳۵.
۶. علیزاده، امین، (۱۳۸۵)، «اصول هیدرولوژی کاربردی»، مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی، ۶۷۵ صفحه.
۷. کار آموز، محمد؛ احمدی، آزاده؛ مریدی، علی (۱۳۸۶)، «مدیریت جامع منابع آب حوضه آبریز»، کنفرانس ملی مدیریت منابع آب، ۱۰ و ۱۱ اسفند ماه ۱۳۸۶ در دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۳ صفحه.
۸. گزارش سیمای آب شهرستان زاهدان، (۱۳۸۱)، شرکت سهامی آب منطقه‌ای سیستان و بلوچستان، اداره کل امور آب، ۲۴ صفحه.

۹. مرید، سعید؛ ریاضتی، داوود (۱۳۸۲)، «مقایسه مدل‌های تحلیل منطقه‌ای سیلاب و بارش- رواناب در شرق استان هرمزگان»، *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، سال دهم، شماره دوم، ص ۱۸۱ تا ۱۹۳.

۱۰. محمودی، پیمان؛ منصوری، قباد؛ شاهوزئی، عبدالرئوف؛ خسروی، پرویز (۱۳۸۶)، «خشکسالی و تأثیر آن بر روی کیفیت منابع آب سطحی در استان سیستان و بلوچستان»، *کنفرانس ملی مدیریت منابع آب*، ۱۰ و ۱۱ اسفند ماه ۱۳۸۶ در دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۷ صفحه

۱۱. مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۴)، «شناسایی الگوهای گردشی پدید آورنده سیلاب‌های بزرگ در کارون»، *مجله جغرافیا و توسعه*، سال سوم، شماره ۵، ۱۶۱ تا ۱۸۲.

12. Brooks, K. N. Foliot, P, Gregersen, H, M, Thames, J. L. (1991), "*Hydrology and the Management of Watershed*", Iowa State University.

13. Groening, V. Williams, H, (2006), "*Impact of Urbanization on Storm Response of White Rock Creek*", Dallas, TX, www.springerlink.com (on line).

14. Karunaniti, N, Grenny, W. J, withley, D. Bovee, K, (1994), "Natural Networks for River Flow Prediction", *Computing in Civil Engineering*.

15. Sharifi, F, Boyd, M, J, (1994), "A Comparision of the SFB and AWBM rainfall-runoff models", 25th Congress of the International Association of Hydrologists/International Hydrology & Water Resources, Symposium of the Institution of Engineers, Australia, Adelaide.

16. Tong Jiang et al, (2007), "Temporal and spatial trends of precipitation and river flow in the Yangtze River Basin, 1961–2000", Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China Department of Geography.