

تعیین آستانه بارش برای زیرحوضه‌های آبشار و طول‌بنه حوضه آبریز زیارت استان گلستان

محمود فتوحی، ترانه توکلی، علی اسدی خروی، محمد یارمحمدی

دانشجوی دکتری عمران آب، کارشناس بخش حفاظت و مهندسی رودخانه، شرکت مهندسی مشاور سازآب شرق

Mahmood_fotuhi@yahoo.com

کارشناس ارشد زمین‌شناسی، مسئول بخش حفاظت و مهندسی رودخانه، شرکت مهندسی مشاور سازآب شرق

Trn.tvakoli@gmail.com

کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، کارشناس بخش حفاظت و مهندسی رودخانه، شرکت مهندسی مشاور سازآب شرق

Ali.asadi63@gmail.com

Koteloo@yahoo.com

رئیس گروه فنی شرکت آب منطقه‌ای گلستان

چکیده:

با تمرکز و تبدیل هرز آب‌ها و رگبارها به سیلاب سالانه خسارات جانی و مالی فراوانی به مراکز صنعتی، شهری و روستایی وارد می‌شود. برآورد دقیقتر آستانه شروع رواناب و بارش نه تنها می‌تواند منجر به برآوردهای دقیق‌تر سیل طراحی و کاهش هزینه‌های ایمن‌سازی و خسارت سیل شود، بلکه در استفاده بهینه و مدیریت نزولات جوی و مسایل زیست‌محیطی نیز حایز اهمیت است. رودخانه زیارت که از یکی از سرشاخه‌های حوضه آبریز قره‌سو در استان گلستان می‌باشد، از محلی تقاطع سرشاخه آبشار و طول‌بنه شروع شده و پس از طی مسیری در روستای زیارت، محل نهارخوران، شهر گرگان و روستای محمدآباد به رودخانه قره‌سو می‌ریزد. در این تحقیق برای تعیین آستانه بارش ابتدا واسنجی و اعتبارسنجی مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS 3.4 به ترتیب با سیل‌های رخ داده در تاریخ ۱۳۸۸/۰۳/۲۹ و ۱۳۸۷/۰۷/۰۷ صورت گرفت. برای تعیین آستانه بارش، از هایتوگراف بارش با تداوم یک ساعت، که از منحنی‌های IDF تولید شده به روش شوآب-سیحانی استخراج گردیده، استفاده شده است. مقدار بارش معادل شروع رواناب در زیرحوضه‌های آبشار و طول‌بنه به ترتیب ۲۴/۲ و ۲۸/۲ میلی‌متر و مقدار آستانه بارش نیز به ترتیب ۳۶/۲ و ۳۵/۸ میلی‌متر برآورد شده است. بطوریکه مقدار دبی اوج در خروجی طول‌بنه و آبشار ۲۵/۲ مترمکعب بر ثانیه می‌شود. با تعیین دقیق مقدار آستانه بارش به پیش‌بینی دقیق هشدار سیل کمک شایانی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آستانه بارش، مدل HEC-HMS 3.4، هشدار سیل، هایتوگراف بارش

مقدمه

در سال‌های اخیر، سیلاب‌ها خسارات زیادی را به زندگی بشر وارد ساخته است. خطر سیلاب‌های ناگهانی در حوضه‌های کوچک و کوهستانی به دلیل سرعت زیاد رواناب و جریان سیل به مراتب بیشتر است. کنترل کلیه سیلاب‌ها با روش‌های اقتصادی نبود و در نتیجه روش‌های غیرسازه‌ای از جمله سیستم‌های هشدار سیل در مدیریت سیل-های ناگهانی توسعه پیدا کرده است. مهمترین جزء یک سیستم هشدار سیل در واقع بخش پیش‌بینی سیلاب است (لوک و همکاران، ۲۰۰۰). در ارتباط با پیش‌بینی سیلاب و توسعه مدل‌های بارش - رواناب در زمان واقعی تحقیقات زیادی انجام شده است (کمپ و ساونینچ، ۲۰۰۷؛ برات و همکاران، ۲۰۰۲). زمان پیش‌هشدار^۱ در این سیستم هشدار سیل محدود بوده و حداکثر معادل زمان تمرکز حوضه می‌باشد. به همین دلیل کارایی آنها به ویژه در حوضه‌های کوچک با سیل‌های ناگهانی کم می‌باشد. با تعیین آستانه بارش زمان پیش‌هشدار افزایش پیدا کرده و فرصت

^۱-Lead Time

بیشتری برای مدیریت سیلاب و عملیات مقابله‌ای در زمان سیل فراهم می‌شود. در نتیجه کارایی و اعتمادپذیری سیستم هشدار بیشتر می‌شود.

برخلاف پیشرفت‌های اخیر هواشناسی در ایران تاکنون اقدام موثری برای تعیین آستانه بارش کوتاه مدت و ساعتی صورت نگرفته است. غالب پیش‌بینی‌های انجام شده هواشناسی، کیفی و احتمالی و به صورت منطقه‌ای در مقیاس چند حوضه آبریز بوده است (بخکشی و همکاران، ۱۳۸۷). استان گلستان از جمله استان‌هایی است که به لحاظ شرایط فیزیوگرافی و اقلیمی دارای پتانسیل سیل‌خیزی و سیل‌گیری بالایی می‌باشد. حوضه آبریز زیارت به عنوان بخش کوچکی از حوضه آبریز قره‌سو در استان گلستان می‌باشد که طی سال‌های اخیر سیل‌های ناگهانی و مخرب وقوع یافته و خسارات زیادی را از نظر مالی و جانی به جای گذاشته است. به همین دلیل هشدار سیل این حوضه در دستور کار وزارت نیرو قرار گرفت و پروژه‌ای تحت عنوان "سیستم هشدار سیل محلی رودخانه زیارت" به شرکت مهندسی مشاور سازآب شرق در استان خراسان رضوی واگذار گردید و هم‌زمان با انجام این پروژه، مقالاتی تهیه گردید.

بارش یکی از پیچیده‌ترین عناصر سیکل هیدرولوژیکی همراه با تغییرات زیاد در زمان و مکان است (فرنچ و همکاران، ۱۹۹۲). پیش‌بینی بارش کار ساده‌ای نیست و عدم قطعیت‌های زیادی در آن وجود دارد (تات و همکاران، ۲۰۰۱، کولیبالی و اوورا، ۲۰۰۴). استفاده از مدل‌های پیش‌بینی عددی هواشناسی گرچه برای مقیاس بزرگ بسیار مفیدند، لکن برای پیش‌بینی و هشدار سیل‌های ناگهانی در مقیاس حوضه‌های کوچک از دقت کافی برخوردار نیستند (فرنچ و همکاران، ۱۹۹۲). استفاده از داده‌های سنجش از دور شامل رادار هواشناسی و تصاویر ماهواره‌ای در پیش‌بینی‌های کوتاه مدت در حد ساعت و دقیقه از نوع نوکستینگ^۲ و تعیین الگوی بارش خیلی مفید هستند لکن شدت بارش را به خوبی برآورد نمی‌کنند. به علاوه در همه نقاط در دسترس نبوده و نیز کاربرد آنها در مناطق کوهستانی که وضعیت هوا به شدت متأثر از اثرات ارتفاعات و دره‌ها است، با دشواری روبرو می‌باشد (تات و همکاران، ۲۰۰۱). مشکلات فوق سبب گردید که روش‌های مبتنی بر داده‌ها در پیش‌بینی کوتاه مدت بارندگی بهره‌گیری شود. با استفاده از سیستم‌های هشدار سیل، تصمیم‌گیرندگان زمان کافی برای اجرای اقدامات اورژانسی از قبیل انتشار هشدار سیل، تخلیه مردم و فرار از مناطق خطرناک و... را دارند.

روش‌های مختلف برای پیش‌بینی سیل پیشنهاد شده‌اند که در بیشتر مناطق از ترکیب پیش‌بینی بارش، مدل‌های هیدرولوژیکی و هیدرودینامیکی استفاده شده است. در واقع قلب چنین سیستم‌ها، مدل بارش - رواناب است که ممکن است همراه با مدل‌های هیدرولیکی رودخانه استفاده شود (گلیان و همکاران، ۲۰۱۱). بسیاری از دستورالعمل‌های سیستم‌های پیش‌بینی سیل براساس ترکیب مدل‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی می‌باشد، به عنوان مثال سیستم پیش‌بینی سیل اروپا (ورنر و همکاران، ۲۰۰۵) و سرویس پیش‌بینی پیشرفته هیدرولوژیک (AHPS) در ایالات متحده آمریکا (مک‌انری و همکاران، ۲۰۰۵) و تعیین آستانه بارش در حوزه رودخانه مادرسو گلستان (گلیان و همکاران، ۲۰۱۱) در این گروه طبقه‌بندی شده‌اند.

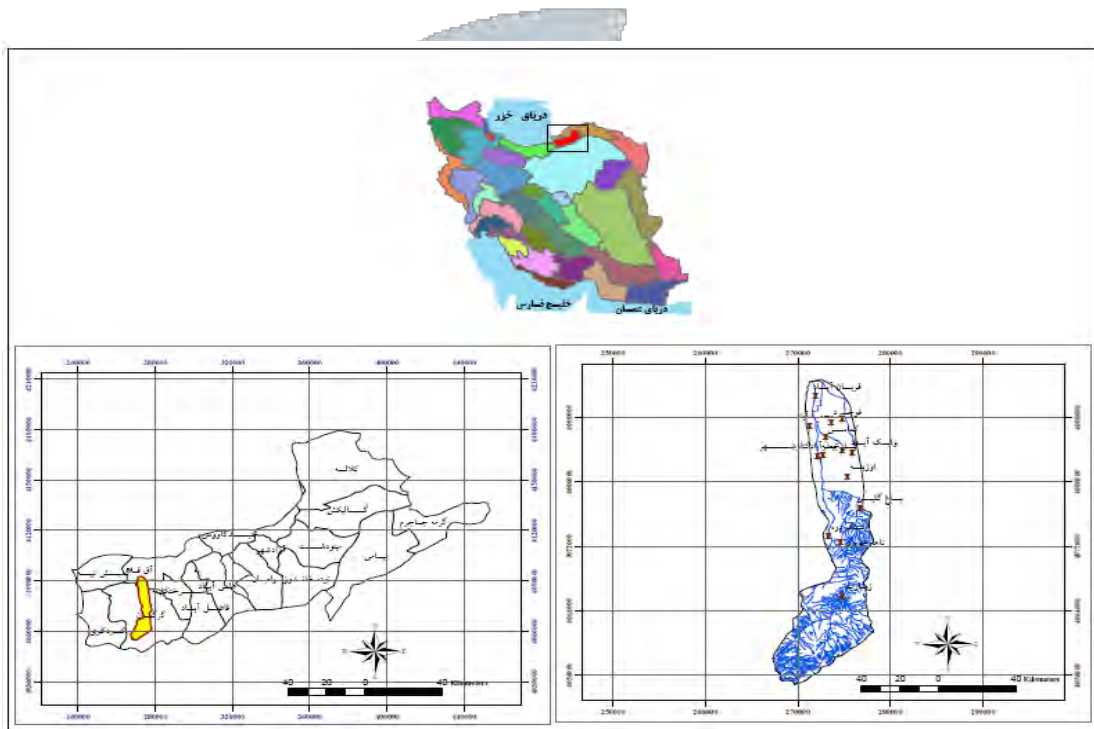
هدف از تهیه این مقاله، تعیین آستانه بارش برای زیرحوضه‌های طول‌بند و آبشار می‌باشد که روستای زیارت در پایین-دست خود را در معرض سیل قرار داده‌اند. برای دستیابی به این هدف، مدل بارش - رواناب HEC-HMS با استفاده از داده‌های ثبت شده بارش و سیل در ایستگاه‌های واقع در حوضه مورد واسنجی قرار گرفت. سپس با اعمال الگوهای بارش یک ساعته (برابر زمان تمرکز حوضه) میزان آستانه بارش در زیرحوضه‌ها به گونه‌ای محاسبه گردید که دبی در نقطه بحرانی رودخانه (محل روستای زیارت) به حد مقطع پر برسد. بدین منظور و پس از ارائه این مقدمه، کلیاتی از منطقه مورد مطالعه شامل خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌ها، موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری، داده‌های بارش ثبت شده در ایستگاه‌ها خواهد بود سپس در مدل بارش رواناب نحوه واسنجی پارامترهای آن توضیح لازم داده

²-Nowcasting

می‌شود بعد پس از بحث بروی نتایج، آستانه بارش برای زیرحوضه‌ها با استفاده از الگوی بارش یک ساعته محاسبه خواهد شد.

منطقه مورد مطالعه

رودخانه زیارت، از سرشاخه‌های رودخانه قره سو محسوب می‌گردد. رودخانه زیارت با گذر از روستای زیارت و منطقه ناهار خوران بعد از پل سید مسعود وارد منطقه شهری گرگان می‌شود. در طول مسیر رودخانه زیارت راهها و پلهای ارتباطی روستایی قرار داشته که در مواقع سیلابی باعث بروز خسارات در منطقه می‌گردد. رودخانه زیارت بعد از پل جاده کمربندی از شهر خارج شده و بعد از پل امیرآباد سرخنکلاته و عبور از روستای قربان آباد در موازات جاده آق قلا به رودخانه قره سو متصل می‌گردد. موقعیت حوضه آبریز زیارت در ایران و استان گلستان در نقشه زیر نشان داده شده است.

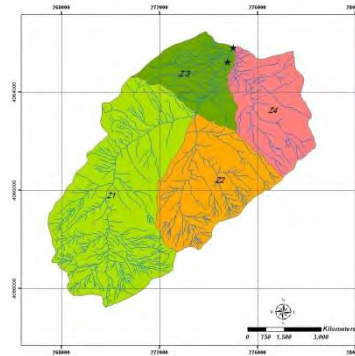


شکل ۱- موقعیت حوضه رودخانه زیارت در نقشه ایران و استان گلستان

روستای زیارت استان گلستان واقع در بالادست شهر گرگان متاثر از حوضه‌های بالادست خود شامل طول‌بنه ، آبشار 3، Z4 و می‌باشد. که مساحت این دو زیرحوضه طول‌بنه و آبشار 49 کیلومتر مربع و ارتفاع حداکثر و حداقل 3069 و 1118 متر از سطح دریا می‌باشد.. که برخی از مشخصات اصلی این زیرحوضه‌ها در جدول 1 ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات زیرحوضه در منطقه مورد مطالعه

زیر حوضه ها	مساحت Km ²	محیط Km	حداکثر ارتفاع m	حداقل ارتفاع m	ارتفاع متوسط m	طول آبراهه Km	شیب متوسط آبراهه %	شیب متوسط حوضه %	زمان تمرکز (ساعت)
طول‌بنه	32/790	26/90	3069/28	1118/19	2138/62	10/70	16/36	48/65	0/80
آبشار	16/407	17/00	3028/46	1118/4	2172/89	6/29	29/12	64/76	0/43

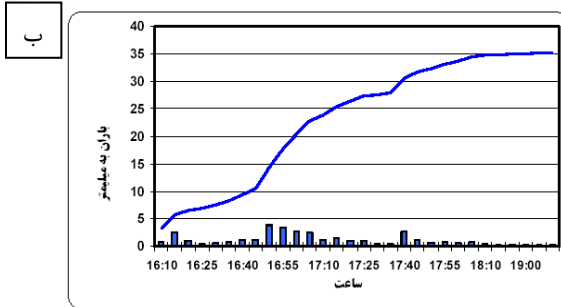
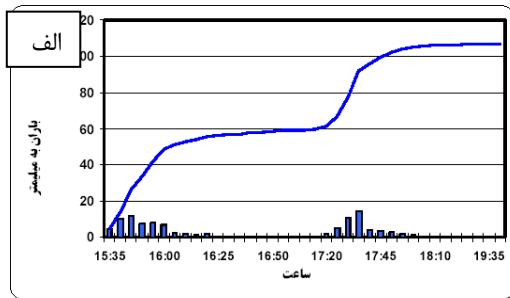


شکل ۲- شبکه هیدروگرافی زیرحوضه‌های مورد مطالعه

بر روی رودخانه زیارت ایستگاه‌های باران سنجی ثابت زیارت و نهارخوران و نیز یک ایستگاه هیدرومتری نهارخوران وجود دارد که دارای اطلاعات مناسب برای استفاده در مدل بارش-رواناب می‌باشند. این ایستگاه‌ها رگبارهای رخ داده در سال‌های متوالی را ثبت کرده‌اند که در این مطالعه برای واسنجی و اعتبار سنجی مدل HEC-HMS از رگبار و سیلاب ثبت شده در تاریخ‌های ۱۳۸۸/۰۳/۲۹ و ۱۳۸۷/۰۷/۰۷ استفاده گردید.

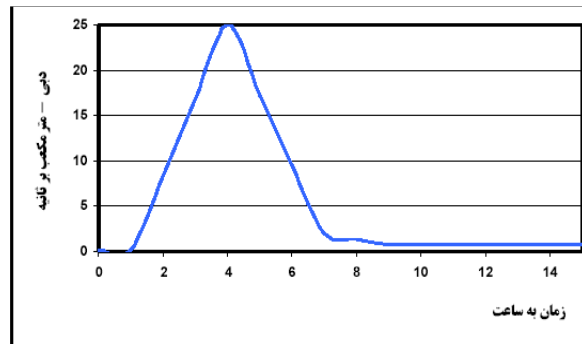
بررسی بارش‌های رخ داده برای واسنجی مدل

بارش مولد سیلاب در عصر جمعه ۸۸/۳/۲۹ در ایستگاه نهارخوران و زیارت به ترتیب به مقدار ۱۱۰/۸ و ۳۸ میلی‌متر روی داده است (شکل ۳). حداکثر سطح آب ایستگاه هیدرومتری نهارخوران نیز در ساعت ۱۸ عصر ۸۸/۳/۲۹ به ۱۸۸ سانتیمتر رسیده و دبی آن معادل ۲۵ مترمکعب برثانیه می‌باشد. اندازه‌گیری دبی در روز ۸۸/۳/۳۰ با اشل ۶۹ نشان می‌دهد که آبدهی رودخانه به ۰/۴۱۴ مترمکعب بر ثانیه کاهش یافته است. شکل ۴ که برگرفته از گزارشات سیلاب استان گلستان می‌باشد با دبی اوج ۲۵ مترمکعب برثانیه و تداوم سیل حدوداً ۶ ساعت حجم سیل را برابر ۲۷۰۰۰۰ متر مکعب برآورد می‌کند، در گزارش سیلاب استان گلستان زمان تداوم سیل برابر ۱۵ ساعت با دبی اوج ۲۵ مترمکعب برثانیه ثبت شده است که با این زمان تداوم و دبی پیک، حجم سیل ۶۷۵۰۰۰ متر مکعب بدست می‌آید. در حالی که در همان جدول حجم سیل ۳۴۰۰۰۰ مترمکعب ثبت شده است، علاوه بر این اختلافات نحوه محاسبه دبی اوج توسط شرکت آب منطقه‌ای بر مبنای اندازه‌گیری تراز آب در مقطع رودخانه و استفاده از رابطه مانینگ بوده است. با توجه به اینکه تعیین پارامترهای رابطه مانینگ مثل ضریب زبری خود مستلزم کالیبره کردن می‌باشد و به نظر می‌رسد که این کار توسط شرکت آب منطقه‌ای انجام نشده است، و عدم قطعیت در محاسبه دبی اوج با معادله مانینگ ایجاد می‌شود. با این توضیحات اگر فرض شود که حجم سیل ۳۴۰۰۰۰ مترمکعب صحیح باشد آنگاه می‌بایست دبی اوج برابر ۳۱ مترمکعب بر ثانیه باشد. با توجه به اینکه با اصلاح سطح مقطع محاسبه شده توسط شرکت آب منطقه‌ای به همین میزان دبی اوج می‌رسیم در نهایت تصمیم بر آن شد تا هیدروگراف با دبی اوج ۳۱ مترمکعب بر ثانیه و زمان تداوم حدود ۶ ساعت به عنوان مبنای محاسبات در فرآیند واسنجی مدل استفاده شود.



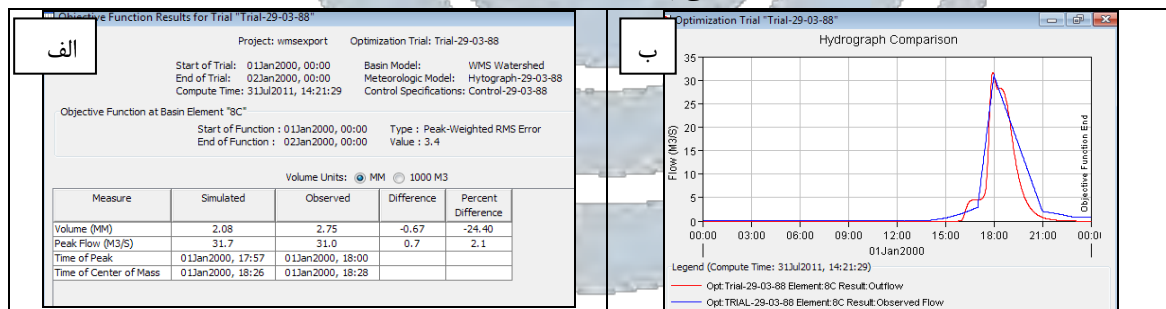
شکل ۳- الف- های توگراف بارش مورخ ۸۸/۳/۲۹ ایستگاه باران سنج الکترونیکی نهارخوران از ساعت ۱۵:۳۵ تا ۱۹:۳۵

ب- های توگراف بارش مورخ ۸۸/۳/۲۹ ایستگاه باران سنج الکترونیکی زیارت از ساعت ۱۶:۱۰ تا ۱۹:۵۵



شکل ۴- هیدروگراف سیلاب مورخ ۸۸/۰۳/۲۹- ایستگاه هیدرومتری نهارخوران

برای واسنجی مدل لازم است که بارش نقطه ای اندازه گیری شده در ایستگاه ها به صورت منطقه ای برای زیر حوضه ها توزیع شود، برای محاسبه میزان بارش هریک از زیرحوضه ها، علاوه بر بارش ایستگاه های زیارت و نهارخوران از بارش ایستگاه های اطراف استفاده گردید. در واقع بارش نقطه ای در ایستگاه ها با استفاده از روش کریجینگ به بارش منطقه ای در هریک از زیرحوضه ها تبدیل گردید (حسینی پاک، ۱۳۸۹).



شکل ۵- الف- مقایسه ای از دبی اوج و حجم سیلاب مشاهداتی و محاسباتی در محل ایستگاه هیدرومتری نهارخوران

ب- مقایسه هیدروگراف مشاهداتی و محاسباتی رگبار تاریخ ۸۸/۳/۲۹ در محل ایستگاه هیدرومتری نهارخوران

Optimized Parameter Results for Trial "Trial-29-03-88"						
الف		Project: wmsexport		Optimization Trial: Trial-29-03-88		
Start of Trial: 01Jan2000, 00:00		Basin Model: WMS Watershed		End of Trial: 02Jan2000, 00:00		
End of Trial: 02Jan2000, 00:00		Meteorologic Model: Hytograph-29-03-88		Compute Time: 31Jul2011, 14:21:29		
Compute Time: 31Jul2011, 14:21:29		Control Specifications: Control-29-03-88				
Element	Parameter	Units	Initial Value	Optimized Value	Objective Function Sensitivity	
Z1	Curve Number		76	73.186	-1.15	
Z2	Curve Number		74	71.344	-0.50	

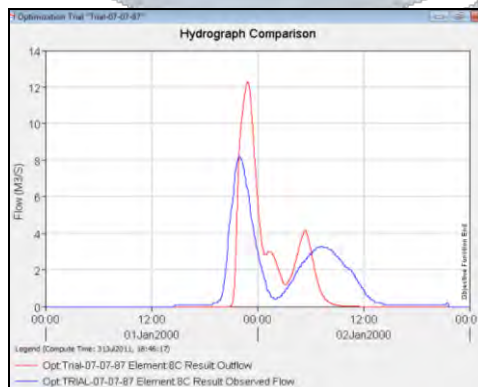
Optimized Parameter Results for Trial "Trial-29-03-88"						
ب		Project: wmsexport		Optimization Trial: Trial-29-03-88		
Start of Trial: 01Jan2000, 00:00		Basin Model: WMS Watershed		End of Trial: 02Jan2000, 00:00		
End of Trial: 02Jan2000, 00:00		Meteorologic Model: Hytograph-29-03-88		Compute Time: 31Jul2011, 14:21:29		
Compute Time: 31Jul2011, 14:21:29		Control Specifications: Control-29-03-88				
Element	Parameter	Units	Initial Value	Optimized Value	Objective Function Sensitivity	
Z1	SCS Lag	MIN	50	57.780	-0.51	
Z2	SCS Lag	MIN	50	57.781	-0.18	

شکل ۶- الف - مقادیر بهینه شماره منحنی CN هریک از زیرحوضه‌ها ب-مقادیر بهینه زمان تأخیر هریک از زیرحوضه‌ها

جدول ۲- دبی اوج هریک از زیرحوضه‌ها واسنجی شده با سیلاب ۸۸/۳/۲۹

Z4	Z3	آبشار	طول‌بینه	زیرحوضه
۱/۴	۱/۷	۲/۴	۷/۲	دبی اوج (مترمکعب بر ثانیه)

اعتبار سنجی مدل میزان تطابق هیدروگراف سیل مشاهده شده به ازای یک رگبار رخ داده به غیر از رگبار استفاده شده در مرحله واسنجی و هیدروگراف سیل محاسبه شده با پارامترهای واسنجی شده در مرحله کالیبراسیون را نشان می‌دهد. برای اعتبار سنجی مدل از رگبار رخ داده در تاریخ ۸۷/۷/۷ که در ایستگاه باران سنجی نهارخوران و زیارت به ترتیب به میزان ۹۹ و ۴۹ میلیمتر ثبت شده است، استفاده گردید. توزیع مکانی این بارش در زیرحوضه‌ها به همان روش شرح داده شده در مرحله واسنجی بوده است. شکل زیر نتایج اعتبار سنجی مدل را نشان می‌دهد. حجم هیدروگراف مشاهده‌ای و محاسبه شده به هم نزدیک می‌باشند، این به این معنی است که توزیع مکانی بارش در زیرحوضه‌ها مناسب بوده و در واقع پارامترهای واسنجی شده بارش مازاد و تلفات بارش را به نحو مناسبی برآورد می‌کنند. هیدروگراف‌های محاسباتی و مشاهداتی از نظر تداوم بارش و دبی اوج تغییر قابل ملاحظه‌ای ندارند که این بیشتر به توزیع زمانی بارش ثبت شده در ایستگاه‌ها برمی‌گردد. شکل هیدروگراف مشاهده‌ای نشان می‌دهد که در حدود ساعت ۳ بامداد مورخ ۸۷/۰۷/۰۸ دبی مجدداً به اوج خود به میزان ۳/۲ مترمکعب بر ثانیه رسیده است، درحالی‌که بارش از ساعت ۲۴ تا ۳ بامداد در ایستگاه نهارخوران و زیارت به ترتیب ۳/۳ و ۳/۸ میلیمتر بوده است.



شکل ۷- مقایسه هیدروگراف مشاهداتی و محاسباتی رگبار تاریخ ۸۷/۷/۷ در محل ایستگاه هیدرومتری نهارخوران

- تعیین آستانه بارش برای تداوم بارش یک ساعته

در قسمت‌های قبل، مدل با استفاده از داده‌های مشاهداتی مورد واسنجی و اعتبارسنجی قرار گرفت. در این قسمت، هدف استفاده از مدل واسنجی شده برای تعیین آستانه بارش است. آستانه بارش برابر میزان بارندگی در بالادست نقطه هدف در حوضه می‌باشد بگونه‌ای که این میزان بارش باعث بروز سیل خطرناک در آن نقطه شود. به عبارت دیگر سطح آب در رودخانه بالا آمده و زمین‌ها و منازل مسکونی و ... اطراف را دربر بگیرد.

برای تعیین آستانه بارش، بارندگی با تداوم یک ساعته با استفاده از مدل بگونه‌ای محاسبه شد که دبی در نقطه هدف به دبی آستانه برسد. بطور کلی هر چه مدت بارش کوتاه باشد، شدت آن زیادتر خواهد بود و برعکس باران‌های دراز مدت از شدت کمتری برخوردار می‌باشند. روابط شدت - مدت بارندگی تابع دوره بازگشت آنها نیز می‌باشد. هرچه دوره بازگشت افزایش یابد برای یک مدت بارندگی مشخص شدت باران‌هایی که اتفاق خواهد افتاد بیشتر می‌باشد (علیزاده، ۱۳۸۶).

در این مطالعه برای بدست آوردن روابط شدت - مدت - فراوانی بارندگی و ترسیم دسته منحنی‌های آن از روش شوآب- سبجانی برای ایستگاه‌های واقع در محدوده طرح تعیین شده اند، استفاده گردیده است. بدین منظور، ابتدا مقادیر بارندگی‌های حداکثر ۲۴ ساعته با دوره‌های بازگشت مختلف برای ایستگاه‌های مذکور توسط نرم افزار HYFA تعیین و سپس با استفاده از فرمول‌های شوآب، مقادیر بارندگی‌های ۶ ساعته، بر اساس جدول شماره (۳) برای دوره‌های بازگشت مختلف محاسبه گردید (ضیائی، ۱۳۸۰).

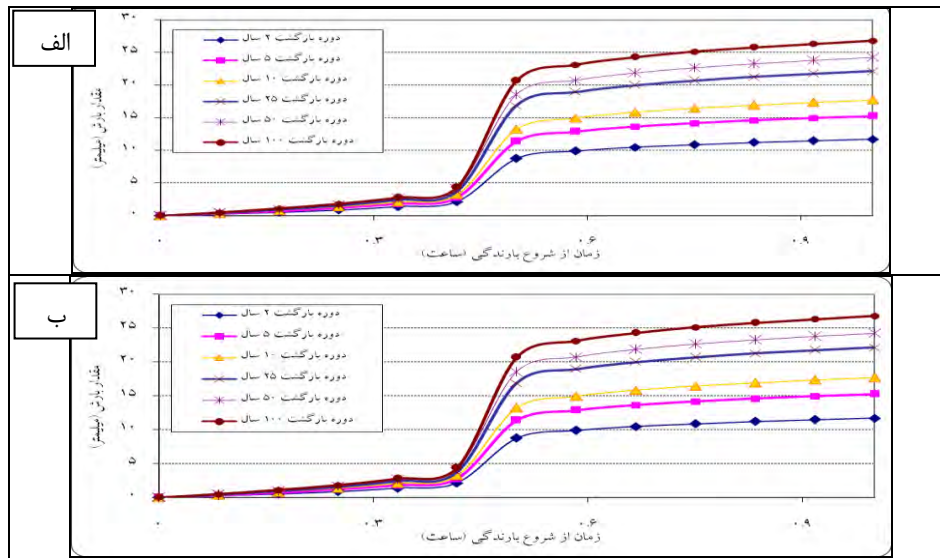
جدول ۳- روابط بارش ۶ ساعته (P_6) با بارش ۲۴ ساعته (P_{24}) در دوره‌های بازگشت مختلف

دوره بازگشت	رابطه بارش ۶ ساعته با بارش ۲۴ ساعته
2	$P_6 = 0.437P_{24} + 8.9333$
5	$P_6 = 0.431P_{24} + 11.752$
10	$P_6 = 0.434P_{24} + 13.412$
25	$P_6 = 0.414P_{24} + 17.52$
50	$P_6 = 0.422P_{24} + 18.81$
100	$P_6 = 0.42P_{24} + 21.09$

برای تعیین بارندگی ۱ ساعته (P_1) داریم:

$$P_1 = 2P_6 - P_{24} \quad (1)$$

با استفاده از رابطه‌های فوق، میزان بارندگی برای تداوم یک ساعته با دوره‌های بازگشت متفاوت محاسبه شده و این اطلاعات به عنوان ورودی مدول هواشناسی، به مدل بارش - رواناب داده شده است. منحنی‌های مربوطه در شکل ۸ ارائه شده است.

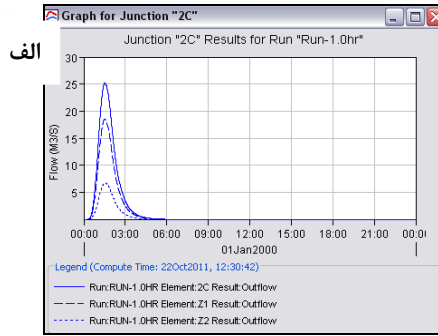


شکل ۸- توزیع زمانی بارش یک ساعته براساس روش شوآب سبحانی الف- زیرحوضه طول بنه ب- زیرحوضه آبشار

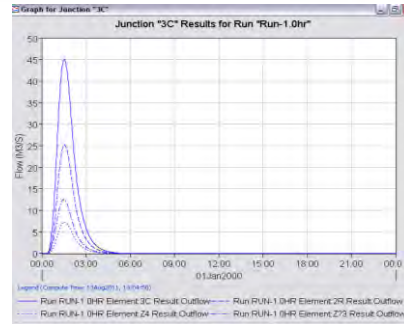
زیرحوضه‌هایی که روستای زیارت را تحت تأثیر قرار می‌دهند، شامل زیرحوضه‌های طول بنه، آبشار، Z3 و Z4 می‌باشند. در جدول زیر میزان بارش آستانه هریک از این زیرحوضه‌ها که بر اساس ارتفاع توزیع شده‌اند آمده است. با شروع بارش در هریک از زیرحوضه‌ها روانایی شروع می‌شود که این رواناب همزمان با تشدید بارش افزایش می‌یابد، زمانی که بارش به آستانه رسیدن سیل در معرض سیل قرار می‌گیرند، که نتایج خروجی مدل HEC-HMS و همچنین مقاطع مورد نظر در شکل‌های زیر ارائه شده است

جدول ۴- میزان بارش آستانه هریک از زیرحوضه‌ها در صورتیکه نقطه هدف روستای زیارت باشد و نیز بارش براساس ارتفاع توزیع شود

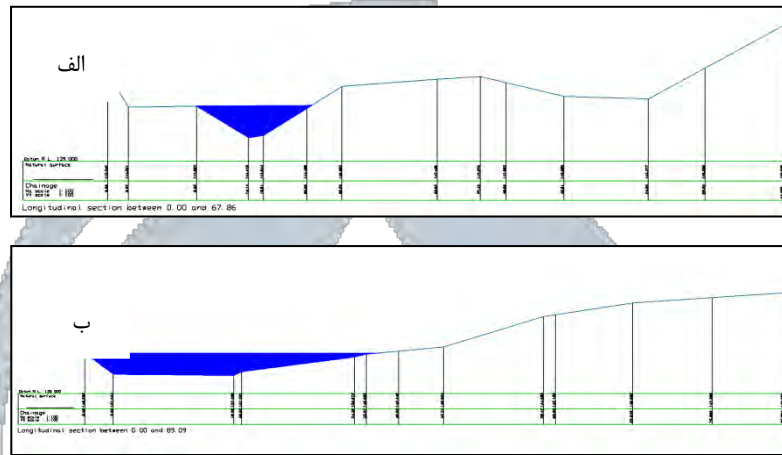
Z4	Z3	آبشار	طول بنه	زیرحوضه
31/0	30/0	28/7	24/2	بارش معادل شروع رواناب (میلیمتر)
۴۰/۵	۴۸/۹	۳۵/۸	۳۶/۲	بارش آستانه (میلیمتر)



ب



شکل ۹- الف-هیدروگراف سیل در محل ایستگاه خروجی حوضه طول‌بند و آبشار ب- هیدروگراف سیل در محل روستای زیارت



شکل ۱۰- الف- مقطع پل زیارت در زمان بارش آستانه ب- مقطع امامزاده عبدالله در زمان بارش آستانه

در جدول زیر میزان بارش آستانه هشدار و آستانه پیش‌هشدار هریک از این نقاط هدف که بر اساس بارش رخ داده در هریک زیرحوضه‌ها محاسبه شده است آمده است. همچنین در شکل ۲ موقعیت نقاط هدف نیز مشخص شده است.

جدول ۵- میزان بارش آستانه هریک از زیرحوضه‌ها براساس نقاط هدف

نقطه هدف	زیرحوضه	آستانه هشدار (میلیمتر)	آستانه پیش هشدار (میلیمتر)
پل روستای زیارت	طول‌بند	36/2	28/96
	آبشار	35/8	28/64
	z3	48/9	39/12
	z4	40/5	32/4
امام زاده عبدالله	طول‌بند	36/2	28/96
	آبشار	35/8	28/64
	z3	48/9	39/12
	z4	40/5	32/4

نتیجه گیری

در این تحقیق برای تعیین آستانه بارش ابتدا واسنجی و اعتبار سنجی مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS به ترتیب با سیل‌های رخ داده در تاریخ ۱۳۸۸/۰۳/۲۹ و ۱۳۸۷/۷/۷ صورت گرفت. با بهره‌گیری از مدل HEC-HMS براساس نوع و مقدار اطلاعات اولیه بارش پاسخ هیدرولوژیکی در هر نقطه از حوضه را می‌توان بدست آورد. نتایج کالیبراسیون و واسنجی مدل با نتایج اندازه‌گیری شده تطبیق داشت، و می‌توان بدون استفاده از مدل‌های ریاضی پارامترها را بهینه نمود. برای ورودی بارش در مدل بهتر است از روابط منطقه‌ای همچون شوآب- سبحانی استفاده شود تا نتایج با واقعیت تطبیق بهتری داشته باشد. با استفاده از الگوی بارش یک ساعت (برابر زمان تمرکز) میزان آستانه بارش برای زیرحوضه‌ها محاسبه گردید بگونه‌ای که در نقطه هدف به حد آستانه خود برسد. با این مقادیر آستانه بارش می‌توان در جهت هشدار سیل و آگاه کردن مردم، اقدامات لازم را انجام داد. با توجه به اینکه در مدل‌سازی پدیده‌های هیدرولوژیکی، عدم قطعیت زیادی در پارامترهای آن وجود دارد، ارائه یک مقدار عددی برای آستانه بارش چندان ثمربخش نبوده و به همین منظور پیشنهاد می‌شود که ضمن در نظر گرفتن عدم قطعیت در پارامترها، نمودارهایی برای آستانه بارش ارائه گردد تا بتوان آستانه بارش را با توجه به الگوی بارش یک واقعه خاص در منطقه تعیین نمود.

مراجع

- ۱- حسنی پاک، علی اصغر، زمین آمار (ژئواستاتستیک)، دانشگاه تهران، ۱۳۸۹
- ۲- ضیایی، حجت الله، اصول مهندسی آبخیزداری، انتشارات دانشگاه امام رضا(ع)، چاپ اول، ۱۳۸۰
- ۳- علیزاده، امین، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا(ع)، چاپ بیست و یکم، ۱۳۸۶
- ۴- گزارشات سیلاب رودخانه‌های استان گلستان. دفتر مطالعات پایه شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان.
- ۵- یخکشی، م. ثقفیان، ب. صدقی، ح. فهیمی، ه. موسوی جهرمی، ح. ۱۳۸۷. پیش بینی کوتاه مدت بارندگی: روشی برای بهبود هشدار سیل‌های ناگهانی (مطالعه موردی حوضه سد گلستان ۱ در استان گلستان). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد پانزدهم، شماره پنجم.
- 6- Brath, A., Montanari, A., and Toth, E. 2002. Neural networks and non-parametric methods for improving real-time flood forecasting through conceptual hydrological models, *Hydrology & Earth System Sciences*, 6(4), 627-640.
- 7- Coulibaly, P., and Evora, N. 2004. Assessing the impact of Meteorological Predictions on Streamflow Forecasting Using Ann, 6th International Conference on Hydroinformatics, World Scientific Publishing Company, ISNN.
- 8- French, M., Krajewskj, W., and Cuykendall, R. 1992. Rainfall forecasting in space and time using a neural network, *Journal of Hydrology*, Vol 132, P,1-31.
- 9- J. McEnery, J. Ingram, Q. Duan, T. Adams, and L. Anderson. NOAAs advanced hydrologic prediction service. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 86:375-885, 2005.
- 10-Kamp, R., and Savenije, H. 2007. Hydrological Model coupling with anns, *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, 1869-1881.
- 11-Luk, k., Ball, J., and sharma, A. 2000. a study of optimal model lag and spatial inputs to artificial neural network for rainfall forecasting, *Journal of Hydrology*, 227, 56-65.
- 12-M. Werner, P. Reggiani, A.D. Roo, P. Bates, and E. Sprokkereef. Flood forecasting and warning at the river basin and at the European scale. *Natural hazards*, 36(1):25-42, 2005.
- 13-S. Golian, B. Saghafian, M. Elmi, and R. Maknoon. Probabilistic rainfall thresholds for flood forecasting: evaluating diferent methodologies for modelling rainfall spatial correlation (or dependence). *Hydrological Processes*, 2011
- 14-Toth, E., Brath, A., and Montanari, A. 2001. Comparison of short-term rainfall predication models for real-time flood forecasting , *Journal of Hydrology*, 239,132-147

Computing rainfall threshold for Abshar and toolbone sub basins in Ziarat Watershed.

Mahmood fotuhi, Taraneh tavakoli, Ali asadi, Mohmmad yarmohammadi

1-Expert of Department of Conservation and River Engineering, Consulting Engineers, Sazab shargh
Mahmood_fotuhi@yahoo.com

2. Responsible of Department of Conservation and River Engineering, Consulting Engineers, Sazab shargh
trn.tavakoli@gmail.com

3-Expert of Department of Conservation and River Engineering, Consulting Engineers, Sazab shargh
ali.asadi63@gmail.com

4-technical director of the Golestan Regional Water Company
Koteloo@yahoo.com

Abstract

By converting events into annual floods, severe financial and human damages are entered into industrial, urban and rural centers. Estimation of rainfall threshold is useful not only in estimation of flood design and causes decrease of immunization and flood damage, but also is important in efficient use and management of atmospheric precipitation and environmental issues. Ziarat river, which is one of the branches of Ghareh soo watershed, is formed from the connection of Abshar and Toolbone branches in the upstream of Ziarat village. In this research, for computing rainfall threshold, at first calibration and verification of HEC-HMS 3.4 model is done by observed floods. In 2008.9.29 and 2009.6.19 respectively. Then, by inserting one-hour rainfall hyetographs, which are created from shovab – sobhavi IDF curves, into calibrated and verified model. The rain fall value equal start runoff estimate. In sub basins Abshar and tool bone 28.2 and 24.2milimeter respectively and rain fall thresholds value 36.2 and 35.8 respectively. As the peak discharge in the output toolbone and Abshar is 25.2 cubic meters per second. The rainfall threshold is useful for flood warning systems.

Keyword: rainfall threshold, HEC-HMS 3.4 model, flood warning, rainfall hyetograph