نقش روندیابی رودخانه در شناسایی و اولویت بندی واحدهای هیدرولوژیک حوزه سد بوستان از نظر سیل خیزی و ارائه راهکارهای مدیریتی

سیدعلیرضا بهرامی[1*]، مجید اونق [2] و حسن فرازجو[3]

[*1] کارشناس ارشد آبخیزداری اداره منابع طبیعی و آبخیزداری فریدن. نویسنده مسئول مکاتبات: saba41@ gmail.com

۲) استاد گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه منابع طبیعی گرگان.

۳) کارشناس ارشد شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۳/۲٤ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۸/۵

چکیده

تعیین مناطق مولد سیل و الویت بندی زیر حوزه ها از نظر سیل خیزی در مدیریت حوزه های آبخیز بزرگ نقش مهمی دارد. در این مقاله نقش روندیابی سیل در تفکیک و شناسایی مناطق سیل خیز در حوزه آبخیز سد بوستان واقع در استان گلستان پس از روندیابی دبی زیر حوزه ها در آبراهه های اصلی تا خروجی کل حوزه بررسی شده است. بدین منظور با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و با بهره‌گیری از مدل هیدرولوژیکی HEC- HMS و کاربرد روش تکرار حذف انفرادی زیرحوزه ها، هیدروگراف‌های سیل متناظر با بارش‌های طراحی برای هر یک از زیرحوزه ها محاسبه شد. با حذف متوالی زیرحوزه ها در هر بار اجرای مدل، دبی خروجی کل حوزه پس از روندیابی سیل در آبراهه های اصلی بدون زیرحوزه مورد نظر محاسبه گردید، بدین ترتیب میزان تاثیر هر یک از زیرحوزه ها در تولید سیل خروجی بدست آمد. زیرحوزه ای که بیشترین سهم مشارکت را در تولید سیل خروجی حوزه به عهده داشت، به عنوان سیل خیزترین زیر حوزه شناسایی شد. سپس سایر زیر حوزه ها به ترتیب میزان کمی مشارکت آنها در سیل خروجی اولویت‌بندی گردیدند. روندیابی سیل در آبراهه ها نشان داد که میزان مشارکت زیر حوزه ها در سیل خروجی متناسب با دبی اوج زیر حوزه ها نبوده و لزوما زیر حوزه‌هایی که دبی بیشتری دارند، بیشترین مشارکت را در سیل خروجی حوزه ندارند، زیرا عوامل روندیابی آبراهه ها و موقعیت مکانی زیر حوزه ها می توانند باعث تغییر در نحوه مشارکت گردند. جهت حذف اثر مساحت در اولویت بندی زیر حوزه ها، میزان تاثیر هر واحد سطح زیر حوزه در سیل خروجی نیز محاسبه گردید، که از این نظر اولویت بندی سیل خیزی زیر حوزه ها تغییر یافت. در نهایت با توجه به نتایج بدست آمده راهکارهای مدیریتی لازم پیشنهاد گردید.

واژه های کلیدی: سیل‌خیزی، روند یابی سیل، حوزه سد بوستان، مدل HEC-HMS.

مقدمه

امروزه توجه به پایداری در بهره برداری از منابع زیستی و بخصوص آب و خاک و جلوگیری از تغییرات زیست محیطی وارده اولویتی اجتناب ناپذیر می‌باشد. دلیل این امر از یک سو بر هم خوردن توازن بین تقاضا و آب قابل دسترس توام با تخریب کیفیت آبهای سطحی و زیرزمینی و رقابت در مصرف آب و سایر منابع در مقیاس‌های محلی، منطقه ای و بین المللی و از سوی دیگر بر هم خوردن تعادل اکولوژیکی و هیدرولوژیکی حوزه‌ها است، که منجر به فراوانی رویدادهای سیل، خشکسالی، و کم آبی و فزونی مقدار فرسایش خاک و رسوبگذاری در مخازن سدها و کانالهای آبرسانی و آبیاری گردیده است. در این میان، سیل از جمله خطرات طبیعی است که فراوانی وقوع آن در سالهای اخیر روند افزایشی

www.SID.ir

داشته و خسارات ناشی از آن همه ساله بخشی از کشور را تحت تاثیر قرار می‌دهد. استان گلستان با مساحتی در حدود ۲۰۴۳۷ کیلومتر مربع از جمله استانهائی است که به لحاظ شرایط فیزیوگرافی و اقلیمی دارای پتانسیل سیل خیزی و سیل‌گیری بالایی می‌باشد. وسعت حوزه‌های سیل خیز استان (مناطق کوهستانی و مرتفع) ۹۵۰۰ کیلومترمربع و سطح مناطق سیل‌گیر (مناطق دشتی، نواحی مجاور دامنه کوهها و اراضی واقع در داخل دره‌ها و مسیل‌های طبیعی) ٦٨٠٠ کیلومتر مربع می‌باشد (اسدالهی شهیر، ۱۳۸۵). لذا شناسایی این مناطق و الویت بندی آنها از نظر اجرای پروژه‌های کنترل سیل و مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز می‌تواند باعث پیشگیری یا کاهش اثرات منفی احتمالی ناشی از اجرای عملیات مهار سیل در مناطق غیر ضروری و یا با اولویت کمتر شود. استفاده از مدلهای هیدرولوژیک به دلیل قابلیت آنها در جهت ملحوظ داشتن تاثیرات پدیده‌های مختلف در یکدیگر و در نتیجه، بهینه سازی سیستم، روز به روز متداولتر می‌شود و مورد توجه بیش از پیش طراحان قرار می‌گیرد(Lorup et al., 1998) . با استفاده از مدلهای ریاضی هیدرولوژی می‌توان ضمن در نظر گرفتن اثرات متقابل عوامل موثر بر سیل خیزی، مناطق خطرساز و سیل خیز را در داخل حوزه تعیین و یا بعبارتی شدت سیل خیزی را در هر یک از واحدهای هیدرولوژیکی اولویت بندی نمود. میزان کمی تاثیر رواناب تولید شده در سطح زیرحوزه‌ها (با در نظر گرفتن کلیه ویژگیهای زیرحوزه‌ها) در افزایش یا کاهش مشخصه‌های سیل خروجی کل حوزه، به‌عنوان شاخص یا شدت سیل‌خیزی آن زیر حوزه تعیین می‌شود. این افزایش یا کاهش می‌تواند بوسیله مشخصه‌های تراز آب، دبی و یا پهنه سیل‌گیری برای میزان مشارکت هر یک از زیرحوزه‌ها در خروجی حوزه سنجیده شود (خسروشاهی و ثقفیان، ۱۳۸۱). در این تحقیق از مشخصه دبی اوج سیل در خروجی حوزه به منظور اولویت‌بندی و تعیین شدت سیل‌خیزی زیرحوزه‌ها استفاده می‌گردد.

(خسروشاهی و ثقفیان، ۱۳۸۱) با بهره گیری از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS و کاربرد روش ابداعی تکرار حذف انفرادی زیرحوزه‌ها در هر بار اجرای مدل در حوزه آبخیز دماوند، اقدام به محاسبه دبی خروجی کل حوزه پس از روند یابی سیل در آبراهه‌های اصلی بدون زیر حوزه مورد نظر نمودند بدین ترتیب میزان تاثیر هر یک از زیر حوزه‌ها در تولید سیل خروجی بدست آمد. زیر حوزه ای که بیشترین سهم مشارکت را در تولید سیل خروجی حوزه به عهده داشت، به عنوان سیل خیزترین زیر حوزه شناسایی شد. سپس سایر زیر حوزه‌ها به ترتیب میزان کمی مشارکت آنها در سیل خروجی، اولویت بندی گردیدند.

(ثقفیان و فرازجو، ۱۳۸٦) با استفاده از روش واکنش سیل واحد در محیط مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS، زیر حوزه‌های آبخیز سد گلستان را از نظر سیل خیزی الویت بندی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که یک زیر حوزه با داشتن مساحت بزرگتر و یا دبی اوج بیشتر نمی‌تواند تاثیر زیادتری در دبی خروجی کل حوزه داشته باشد و عوامل دیگری از جمله موقعیت مکانی زیر حوزه‌ها و نقش روندیابی در رودخانه اصلی می‌تواند مهم باشد.

تحقیق حاضر استفاده از روشی است که در آن با استفاده از مدلهای ریاضی هیدرولوژی می‌توان ضمن در نظر گرفتن اثرات متقابل عوامل موثر بر سیل خیزی، مناطق خطرساز و سیل خیز را در داخل حوزه تعیین نموده و یا به عبارتی شدت

Archive of SID

www.SID.ir

سیل خیزی را در هر یک از واحدهای هیدرولوژیکی اولویت‌بندی نمود.

مواد و روش ها

۱- موقعیت جغرافیایی و ویژگیهای آبخیز مورد مطالعه:

حوزه آبخیز سد بوستان با مساحت ۱۵۷۸/۷۷ کیلومتر مربع بین عرضهای ″ ۲۵′۵ °۳۷ تا ″ ۳۷°۴۷′۳۳ شمالی و طولهای ″ ۲۶′۳۰ °۵۵ تا″ ۵۶° ۰۴′۳۵ شرقی واقع شده است. این حوزه از شمال به حوزه آبخیز اترک، از جنوب به حوزه آبخیز رودخانه مادرسو (ارتفاعات منطقه زاو و سولگرد)، از شرق به منطقه رباط قره بیل و کوههای آلاداغ و بینالود و از غرب به حوزه آبخیز کال آجی محدود شده است. آبخیز سد بوستان در واقع قسمت اصلی حوزه آبخیز حاجی قوشان که یکی از زیر حوزه‌های اصلی سد گلستان است، می‌باشد.

سد بوستان در سال ۱۳۸۳ در ۳۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان گنبد کاووس و ۲۳ کیلومتری بالا دست سد گلستان بر روی رودخانه گرگانرود به منظور توسعه کشت آبی حدود ۴۲۰۰ هکتار اراضی ساحل راست گرگانرود، کنترل طغیان و جلوگیری از خسارات ناشی از سیل و افزایش عمر مفید سدهای گلستان و وشمگیر احداث شده است. میانگین بارندگی و دمای سالانه حوزه به ترتیب۴۸۳/۳ میلی مترو ۱۷/۸ درجه سانتیگراد است. شکل ۱ موقعیت این حوزه را در کشور و استان گلستان نشان می‌دهد.

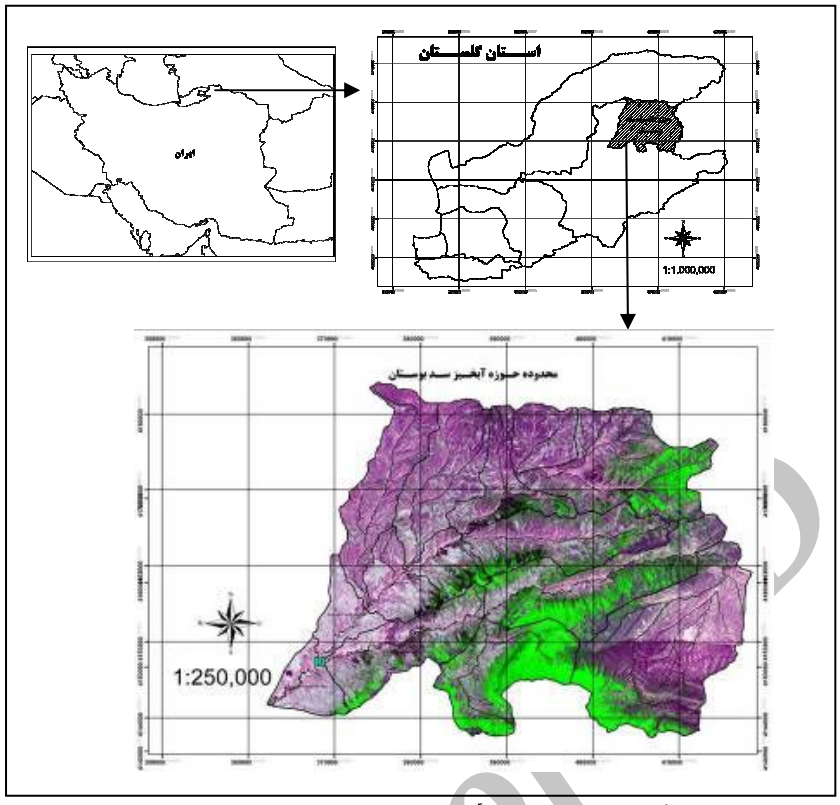
۲- خصوصیات فیزیوگرافیک زیر حوزه ها

منطقه مورد مطالعه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، تصویر ماهواره ای IRS و شبکه آبراهه‌ها و نیز موقعیت ایستگاه هیدرومتری تمر به عنوان تنها ایستگاه هیدرومتری موجود در منطقه و نیز بر اساس اهداف مورد نظر به ۱۴ زیر حوزه تقسیم گردید (شکل ۲). سپس با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی حوزه (DEM)، خصوصیات فیزیوگرافیک مورد نیاز مانند شیب متوسط وزنی، ارتفاع متوسط وزنی و به تفکیک در هر زیر حوزه تعیین گردید (جدول ۱).

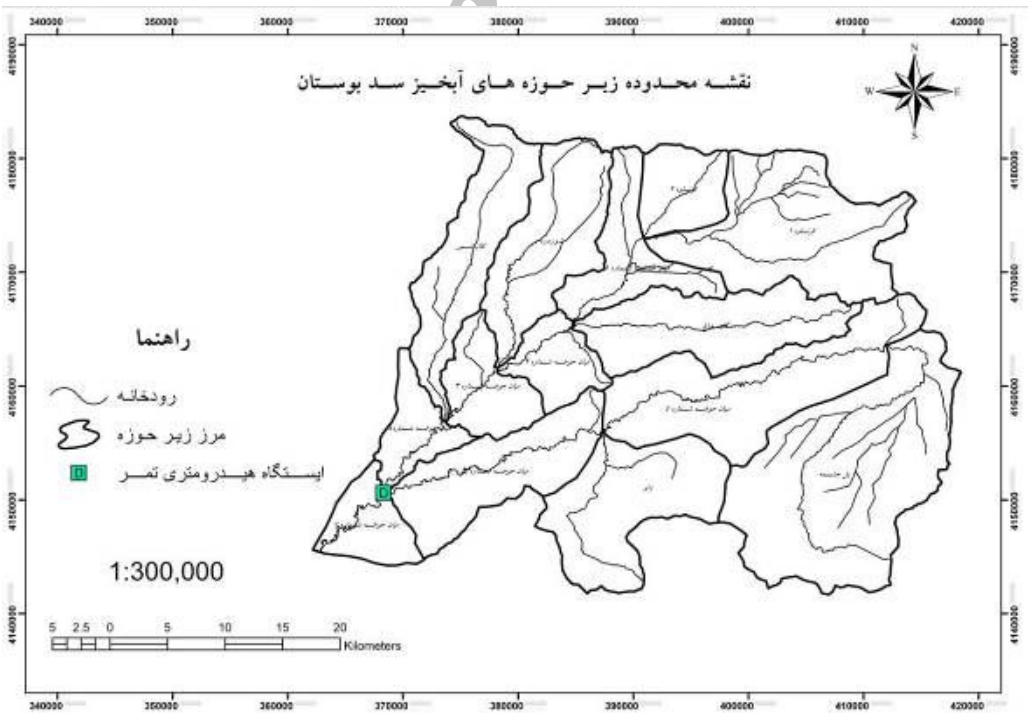
لازم به ذکر است که به منظور تهیه مدل ارتفاعی رقومی حوزه، پس از تهیه نقشه رقومی ارتفاع با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، در محیط نرم افزار ArcGIS 9.2 با استفاده از روش شبکه نامنظم مثلثی (TIN) مدل رقومی ارتفاعی حوزه تهیه گردید. با توجه به تاثیر اندازه شبکه سلولی بر دقت مدل رقومی ارتفاعی، پس از بررسی فواصل خطوط تراز، اندازه شبکه سلولی ۵۰ متر مناسب تشخیص داده شد و DEM حوزه با قدرت تفکیک مکانی ۵۰×۵۰ متر تهیه گردید.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز سد بوستان در ایران و استان گلستان



شکل ۲- نقشه محدوده زیر حوزه‌های آبخیز سد بوستان (بهرامی و همکاران، ۱۳۸۸)

www.SID.ir

۳- نقشه کاربری اراضی حوزه سد بوستان در سال ۱۳۸۵

برای تهیه این نقشه از تصویر ماهواره ای IRS سنجنده‌های LISS III و Pan مربوط به ۱۷ ژوئن سال ۲۰۰۶ که عملیات تصحیح هندسی و نمونه گیری مجدد و همچنین بارزسازی روی آن صورت گرفت استفاده شد. پس از آن انواع کاربریها با توجه به عناصر تصویر، طبقه بندی نظارت شده و بازدیدهای میدانی صورت گرفته، در ۱۰ کلاس کاربری طبقه بندی و سپس خطوط حدود کاربریها رسم و پس از ویرایش به پلیگون با ساختار برداری تبدیل شد (شکل ۳).

جدول ۱- خصوصیات فیزیوگرافیک زیر حوزه‌های سد بوستان

نام زیر حوزه	مساحت به کیلومتر مربع	محیط به کیلومتر	ارتفاع حداکثر به متر	ارتفاع حداقل به متر	ارتفاع متوسط وزنی به متر	شیب متوسط وزنی حوزه ٪	شیب متوسط وزنی آبراهه ٪	طول آبراهه اصلی به کیلومتر
قرناوه ۱	۱۷۹/۰۱	۷۳/۸	۱٤۷۷/۲۹	٤۰۰	۸۵۵/۱۷	۱۲/۹۵	٤	۲۷/۷۵
قرناوه ۲	۵۳/۱	۲۹/۲۱	۸۸۳/۹٤	٤۰۰	۵٦۰/۵۲	۸/۲۵	٤/۵	۱۰/۸
گلیداغ	۱۲۹/۲٦	٦۵/٦۲	۱۱۰۰	۳۰۰	٦٦۰/٦۱	۱۳/۸۸	۳	۲۷/۷٤
کال شور	۱۱۷/۵٦	۷۱/۹۷	۸۰٤/۳۹	۲۰۰	٤۳۱	۷/۸	۱/۸	۳٤/۱۵
شور دره	۱۲۰/۳۱	۵۷/٤	۸۵۰	۲۰۰	٤۸۰/٤۸	۸/۵	۲	۲۹/۱
یل چشمه	۲۸۱/٤۸	۷۸/۹۵	۲۱۰۰	۹۰۰	۱۳۱٤/۵٤	۹/۸۷	۳	۳۹/۳۳
زاو	۱۳٤/۹۱	۵٦/۷۳	۱۹۰۰	٤۰۰	۹۰۸/۷۳	۱۹/۸	۷	۲۰/٤۸
IB1	۷۵/۲۵	۵۷/۳۵	۹۰۰	۳۰۰	۵۳۷/۲۷	۱۱	۳	۱۹/۹۹
IB2	٤٦/٤۸	۳۱/۵۱	۹۰۰	۲۰۰	٤۲۰/۸٤	۱۰/۲٦	٤/۵	۱۵/٦۸
IB3	۵۷/۸۳	۳٦/٤۳	۷۰۰	۲۰۰	۳۰۱/۵۷	٦/۳٦	۳/۳	۱٤/۹۷
IB4	٤۳/۹٦	۳۸/٤۳	٤۰۰	۱۸۹/۲۵	۲۲۳/٦۵	۱/۷	۱/۵	۱٤/۲۲
IB5	۱۷۵/۵۱	۷۷/٦۵	۱۳۰۰	٤۰۰	۸٤٤/۲۷	۱۵/۹	۲	٤۳/۱۹
IB6	۱۱۷/۲۵	۵٦/۰۳	۸۰۰	۱۹۲/٦	۳۹۵/۷۷	۱۳/۱٦	۲	۳۲/۷۵
IB7	٤٦/۸۸	۳۰/۷۱	٦۰۰	۱۰۰	۱۷۳/۷۳	٤/۲	۲/۵	۱۹/۸۳
کل حوزه	۱۵۷۸/۷۷	۲۱٦/٤۱	۲۱۰۰	۱۰۰	۷۳۷/۱۷	۱۱/۵۵	۲/۳	۸۸

٤- تعیین شماره منحنی زیر حوزه ها

شماره منحنی مربوط به هر حوزه آبخیز بر پایه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، وضعیت کاربری از زمین، وضعیت هیدرولوژیکی اراضی و وضعیت رطوبت پیشین خاک تعیین می‌شود. برای تهیه نقشه شماره منحنی، از نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک حوزه آبخیز سد بوستان که از نقشه رقومی شده گروه‌های هیدرولوژیک خاک حوزه آبخیز سد وشمگیر استخراج گردید، استفاده و با نقشه کاربری اراضی ۱۳۸۵ تلفیق شد(مدیریت آبخیزداری استان گلستان، ۱۳۸۰). سپس با استفاده از جداول مربوط به تعیین CN (علیزاده، ۱۳۸۵)، شماره منحنی در هر واحد (هر پلیگون حاصل از تلفیق نقشه کاربری اراضی و گروه هیدرولوژیک خاک) تعیین شد (جدول ۲).

۵- شبیه سازی بارش- رواناب در مدل HEC- HMS

Archive of SID

www.SID.ir

به منظور شبیه سازی هیدروگراف سیل در مدل HEC-HMS، نیاز به هیدروگراف سیل‌های مشاهده شده در حوزه می‌باشد. بدین منظور اطلاعات سیلابهای ثبت شده در ایستگاه هیدرومتری تمر از شرکت آب منطقه ای استان گلستان اخذ شد. پس از بررسی هیدروگرافهای سیل‌های مشاهده شده، تعداد ۸ رویداد در ایستگاه هیدرومتری تمر انتخاب و به منظور استفاده در مدل، جریان پایه از آنها کسر گردید. در مرحله بعد لازم است بارش مولد سیل در هر رویداد به مدل وارد گردد. برای تعیین بارش مولد سیل، در تاریخ هر رویداد مقدار بارندگی ثبت شده در ایستگاههای باران سنجی داخل و پیرامون حوزه در همان روز استخراج گردید. با استفاده از روش عکس مربع فاصله در محیط Arc GIS، توزیع مکانی بارش در سطح حوزه تهیه و مقدار بارش متوسط در زیرحوزه‌های بالادست ایستگاه هیدرومتری به عنوان بارش مولد سیلاب تعیین گردید. شایان ذکر است روش عکس مربع فاصله به عنوان یکی از مناسبترین روشهای میانیابی برای بارندگی روزانه پیشنهاد شده است (**Driks *et al.*, 1998**). توزیع زمانی بارش مولد سیلاب نیز با استفاده از توزیع زمانی بارش‌های همزمان در ایستگاه‌های ثبات تمر، گلیداغ و پارک ملی تعیین گردید، سپس توزیع زمانی بارش مربوط به هر رویداد، به بارش متوسط زیر حوزه‌های بالادست ایستگاه هیدرومتری تمر انتقال داده شد و بدین صورت هایتوگراف بارش در هر زیر حوزه به دست آمد. با انجام عملیات میدانی و مقطع‌برداری از بازه‌های روندیابی (زیر حوزه‌های داخلی بازه‌های روندیابی را در بر دارند، حوزه سد بوستان دارای ۷ زیر حوزه داخلی می‌باشد که از IB1 تا IB7 نامگذاری شده اند)، خصوصیات هیدرولیکی بازه‌های مورد نظر و ضرایب روندیابی جریان در روش ماسکینگام تعیین گردید.

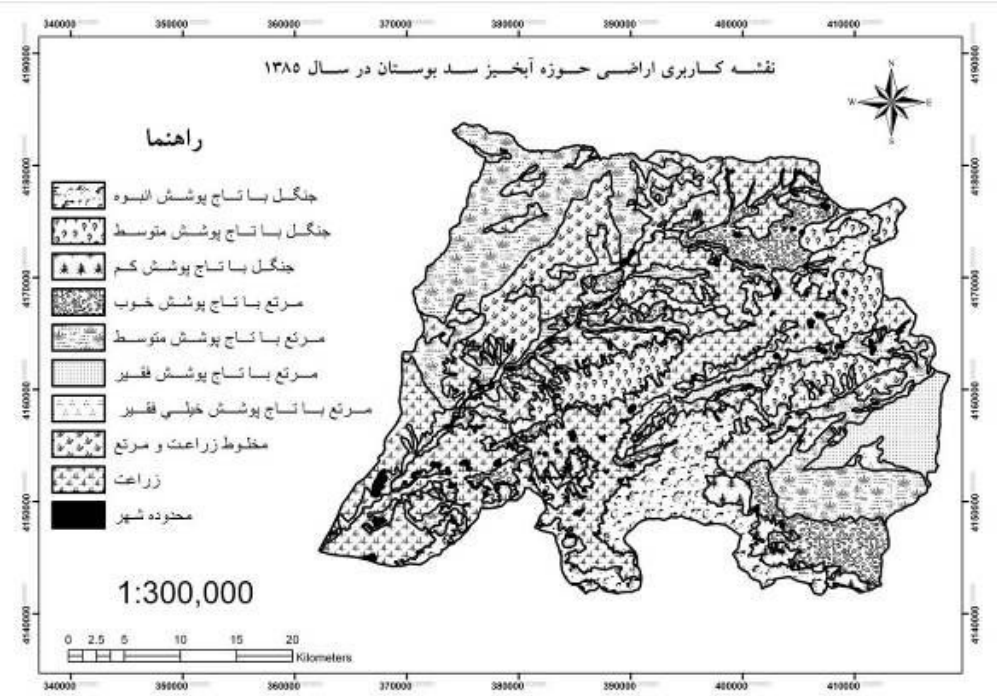
برای اجرای مدل باید مدل حوزه، مدل اقلیمی و شاخص‌های کنترلی تکمیل گردند. قبل از اجرای مدل ابتدا اجزاء هیدرولوژیک حوزه به صورت شماتیک ترسیم گردید. مدل حوزه از سه بخش تلفات، انتقال و جریان پایه تشکیل شده است. در بخش تلفات، مقدار تلفات اولیه و بارش موثر تعیین می‌شود که در این تحقیق از روش SCS CN استفاده شد. در بخش انتقال نیز، رواناب مستقیم حوزه با استفاده از روش هیدروگراف واحد SCS تکمیل گردید. در بخش جریان پایه می‌توان روشی را برای این منظور به مدل معرفی و یا مدل را بدون جریان پایه اجرا کرد. با توجه به اینکه در مراحل اولیه جریان پایه از هیدروگرافها کسر گردید، مدل در تمام زیر حوزه‌ها بدون آب پایه اجرا شد.

برای وارد کردن بارشهای مولد سیلاب به مدل اقلیمی از روش هایتوگراف کاربر استفاده گردید. در قسمت تعیین شاخص‌های کنترلی تاریخ و پایان شبیه سازی و فاصله زمانی آن به مدل معرفی می‌شود. پس از ورود داده‌ها و تکمیل مدل حوزه، مدل اقلیمی و شاخص‌های کنترلی، مدل HMS برای داده‌های بارش – رواناب مشاهده شده اجرا و هیدروگرافهای شبیه سازی شده مدل بدست آمد. شایان ذکر است که چون رویدادهای مشاهده شده در شرایط رطوبت پیشین خاک خشک روی داده بودند، مدل نیز در شرایط خشک اجرا گردید. واسنجی مدل با توجه به آنالیز حساسیت، با پارامتر تلفات اولیه انجام گرفت و مدل با استفاده از شش واقعه ثبت شده واسنجی شد. برای واسنجی مدل از کلیه توابع هدف موجود، استفاده و در مورد هر تابع، مقدار اختلاف در دبی اوج

Archive of SID

www.SID.ir

سیل، حجم سیل و زمان تا اوج بین هیدروگراف محاسبه شده و مشاهده شده مورد بررسی قرار گرفت و تابعی که کمترین اختلاف را در شاخص‌های مذکور نشان می‌داد، به عنوان بهترین تابع هدف انتخاب گردید(جدول ۳).



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز سد بوستان در سال ۱۳۸۵

جدول ۲- شماره منحنی زیر حوزه‌های آبخیز سد بوستان در سال ۱۳۸۵ (در شرایط رطوبت پیشین خاک خشک)

نام زیر حوزه	قرناوه ۱	قرناوه ۲	گلیداغ	کال شور	شور دره	یل چشمه	زاو	IB1	IB2	IB3	IB4	IB5	IB6	IB7	کل حوزه
شماره منحنی	٥٦/٣	٦٥/١	٦٣/٣	٦٣	٦٤/٣	٦١/٦	٥٧/٥	٦٢/١٥	٦١	٦٤/٣	٦٧/٢	٥٨/٩	٦٣/٥	٦١/٦	٦١/٣٢

جدول ۳- مقادیر واسنجی تلفات اولیه و زمان تاخیر بهترین تابع هدف در هر رویداد

ردیف	تاریخ رویداد	بهترین تابع هدف	مقدار اختلاف بین مقادیر مشاهده شده و شبیه سازی شده		
			دبی اوج بر حسب درصد	حجم سیل برحسب درصد	زمان رسیدن به اوج بر حسب ساعت
١	٢٢ اکتبر ٢٠٠٢	تابع درصد خطای دبی اوج	٠/٠٠٢	٢٥/٢	-٧
٢	١٨ نوامبر ٢٠٠٤	تابع درصد خطای دبی اوج	٠/٠٠٣	١٣٣/٥٥	٢
٣	٢٤ نوامبر ٢٠٠٤	تابع درصد خطای دبی اوج	-٦/٧٦	٣١/٤	-١
٤	٢٥ دسامبر ٢٠٠٤	تابع درصد خطای دبی اوج	٠	-٧/٥	٠
٥	١٢ سپتامبر ٢٠٠٦	تابع مجموع مربع باقیمانده	-٥/٠٩	-٤٠/٣	٢
٦	٨ نوامبر ٢٠٠٦	تابع درصد خطای دبی اوج	٠	٦/٩	٣

Archive

www.SID.ir

جدول ٤- نتایج بهینه سازی پارامترهای ورودی به مدل در زیر حوزه‌های آبخیز سد بوستان

زیر حوزه	پارامترهای بهینه ورودی به مدل		
	شماره منحنی	تلفات اولیه (میلی متر)	زمان تاخیر (ساعت)
قرناوه ۱	٥٦/٣	١٦/٣٠	٦/٢
قرناوه ۲	٦٥/١	٨/٤٨	٢/٩٢
گلیداغ	٦٣/٣	٦/٢٧	٥/٠١
کال شور	٦٣	٨/٥٦	٧/٩٦
شور دره	٦٤/٣	٨/١	٦/٥
یل چشمه	٦١/٦	٩/٦٤	٨/٢١
زاو	٥٧/٥	١١/١٨	٣/٨١
IB1	٦٢/١٥	١٠/٠٧	٤/٤٦
IB2	٦١	١١/١٨	٣/٩٢
IB3	٦٤/٣	٤/٣١	٤/٤١
IB4	٦٧/٢	٥/٧	٧/٥٨
IB5	٥٨/٩	٨/٥٨	٧/٤٦
IB6	٦٣/٥	٤/٧٩	٥/٨٥
IB7	٦١/٦	٧/٩	٧/٢٧

از نتایج واسنجی‌های صورت گرفته برای پارامترهای مختلف در هر رویداد سیل، میانگین گرفته و پارامترهای بهینه تعیین شدند (جدول ٤). در مرحله بعد مدل با پارامترهای بهینه توسط رویدادهای ٦ می۲۰۰۵ و ١١ ژانویه ۲۰۰۵ اعتباریابی شد. میانگین مقادیر بهینه ضریب تلفات اولیه و زمان تاخیر به ترتیب برابر ۰/۵ و ۱ بدست آمد که از نتایج آن در زیر حوزه‌های فاقد آمار مشاهداتی مانند IB7 استفاده گردید. پس از انجام مراحل بالا، مدل برای شبیه سازی بارش – رواناب در شرایط کاربری اراضی سال ۱۳۸۵ به کار گرفته شد. در این مرحله مدل واسنجی و اعتباریابی شده در شرایط کاربری اراضی سال ۱۳۸۵ به ازای بارشهای طراحی مختلف شبیه سازی شد و تغییرات مقادیر دبی اوج و حجم سیل در هر زیرحوزه مورد بررسی قرار گفت. با توجه به اینکه زمان تمرکز حوزه بر اساس فرمول زمان تاخیر SCS، ٢٤ ساعت به دست آمد، تداوم بارشهای طرح معادل ٢٤ ساعت در نظر گرفته شد. پس از محاسبه مقدار حداکثر بارش ٢٤ ساعته در دوره بازگشت‌های مختلف برای ایستگاه‌های باران سنجی منطقه با استفاده از توزیع‌های مناسب، از روش عکس مربع فاصله در محیط Arc GIS استفاده و پراکنش مکانی بارش در سطح حوزه برای دوره بازگشت‌های مختلف تعیین گردید و مقدار متوسط بارش در هر زیر حوزه به دست آمد (جدول ۵). به منظور تهیه هایتوگراف بارش و ورود آن به مدل لازم است که توزیع زمانی بارش طرح نیز مشخص گردد.

٦- شناسایی و اولویت بندی مناطق سیل خیز

برای اولویت بندی زیرحوزه‌ها از نظر سیل‌خیزی و یا بعبارتی تعیین میزان تأثیر هر یک از زیرحوزه‌ها در دبی سیل خروجی کل حوزه ابتدا هیدروگراف سیل خروجی با مشارکت کلیه زیر حوزه‌ها با استفاده از مدل HEC-HMS محاسبه شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- مقدار متوسط بارش ۲۴ ساعته به میلی متر در زیر حوزه‌های آبخیز سد بوستان

زیرحوزه	دوره بازگشت به سال						
	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
قرناوه ۱	۳۱/۴۴	۴۲/۵۴	۵۰/۲۵	۶۰/۵۴	۶۸/۵۲	۷۶/۷۶	۸۵/۲۶
قرناوه ۲	۳۱/۶۶	۴۲/۳۶	۴۹/۶۴	۵۹/۲۴	۶۶/۶۱	۷۴/۲	۸۱/۹۳
گلیداغ	۳۵/۲۸	۴۷/۶	۵۶/۲۵	۶۷/۸۶	۷۶/۹۸	۸۶/۵۳	۹۶/۵
کال شور	۳۱/۸۱	۴۳/۹۷	۵۰/۳۷	۵۸/۴	۶۴/۴۱	۷۰/۵	۷۶/۵۴
شور دره	۳۳/۷۹	۴۴/۵۱	۵۱/۵۶	۶۰/۶۶	۶۷/۶	۷۴/۷۲	۸۱/۹۲
یل چشمه	۳۶/۱۸	۵۰/۳۳	۶۱/۰۹	۷۶/۱۱	۸۸/۲۲	۱۰۱/۰۸	۱۱۴/۷۲
زاو	۴۴/۸	۶۰/۸۶	۷۲/۵۱	۸۸/۵۵	۱۰۱/۵	۱۱۵/۳۷	۱۳۰/۲۹
IB1	۳۳/۸۶	۴۵/۱۳	۵۲/۷۸	۶۲/۸۶	۷۰/۶۵	۷۸/۷۱	۸۶/۹۸
IB2	۳۷/۵۷	۴۹/۴۵	۵۷/۲۵	۶۷/۳۷	۷۵/۱۸	۸۳/۲۹	۹۱/۷۱
IB3	۳۷/۴۷	۴۸/۲۲	۵۴/۶۹	۶۲/۶۴	۶۸/۵۵	۷۴/۵۳	۸۰/۶۴
IB4	۳۷/۰۳	۴۶/۲۴	۵۰/۹۲	۵۵/۹۶	۵۹/۳۳	۶۲/۵	۶۵/۵۱
IB5	۳۶/۸۴	۵۰/۱۶	۵۹/۷۶	۷۲/۸۵	۸۳/۲۵	۹۴/۲۳	۱۰۵/۸۱
IB6	۳۸/۹	۵۰/۰۵	۵۶/۷۵	۶۵/۰۲	۷۱/۲	۷۷/۵	۸۴
IB7	۳۷/۰۱	۴۵/۷۴	۴۹/۸۵	۵۳/۹۷	۵۶/۵۳	۵۸/۷۸	۶۰/۸۳

جدول ۶- دبی اوج سیل زیر حوزه‌های آبخیز سد بوستان برای کاربری اراضی سال ۱۳۸۵ (m^3/s)

زیر حوزه	دوره بازگشت به سال						
	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
قرناوه ۱	۳/۶۵	۱۰/۲۶	۱۶/۳۵	۲۶/۰۶	۳۴/۶۹	۴۴/۴۶	۵۵/۳۹
قرناوه ۲	۳/۵۸	۶/۸۵	۹/۷	۱۳/۹۷	۱۷/۶	۲۱/۶۲	۲۵/۹۶
گلیداغ	۱۱/۳۳	۲۰/۷۳	۲۸/۴۶	۴۰/۰۱	۴۹/۹۳	۶۰/۹۵	۷۳/۰۸
کال شور	۶/۲۲	۱۱/۶۳	۱۵/۶۷	۲۱/۳۳	۲۵/۹۶	۳۰/۹۵	۳۶/۱۷
شور دره	۷/۹	۱۴/۷۸	۲۰/۱	۲۷/۸	۳۴/۱۹	۴۱/۱۶	۴۸/۵۸
یل چشمه	۱۵/۷۴	۳۴/۲	۵۱/۵۹	۷۹/۶۸	۱۰۵/۱۲	۱۳۴/۳۴	۱۶۷/۴۶
زاو	۱۳/۳۳	۲۵/۶۸	۳۶/۲۸	۵۲/۶۷	۶۷/۱۵	۸۴/۲۹	۱۰۴/۸۲
IB1	۴/۳۳	۸/۵۱	۱۱/۹۳	۱۷/۰۱	۲۱/۳۲	۲۶/۰۸	۳۱/۲۳
IB2	۳/۴	۶/۳۸	۸/۶۸	۱۲	۱۴/۷۸	۱۷/۸۴	۲۱/۱۹
IB3	۶/۴	۱۰/۳۲	۱۲/۹۶	۱۶/۴۹	۱۹/۲۷	۲۲/۲	۲۵/۳۱
IB4	۴/۱۵	۶/۵۵	۷/۹	۹/۴۷	۱۰/۵۶	۱۱/۶۲	۱۲/۶۶
IB5	۱۰/۵۴	۲۱/۳	۳۰/۷۷	۴۵/۵۸	۵۸/۶۸	۷۳/۶۶	۹۰/۵۱
IB6	۱۳/۰۶	۲۱/۱۸	۲۶/۷	۳۴/۱	۳۹/۹۷	۴۶/۲۶	۵۳/۰۱
IB7	۳/۳۶	۵/۳۸	۶/۴۵	۷/۶	۸/۳۴	۹/۰۱	۹/۶۴
کل حوزه	۹۵/۰۷	۱۷۹/۸۶	۲۵۰/۷	۳۵۹/۵۳	۴۵۴/۱۶	۵۶۰/۷۳	۶۷۹/۴۵

سپس با حذف متوالی و یک به یک زیرحوزه‌ها از فرایند روندیابی داخل حوزه، میزان مشارکت هر یک از آنها در دبی اوج خروجی حوزه بدست آمد. برای این کار در هر بار اجرای مدل،

Archive of SID

www.SID.ir

هیدروگراف یکی از واحدهای هیدرولوژیک از روندیابی داخل حوزه حذف و دبی خروجی حوزه بدون در نظرگرفتن آن واحد، شبیه سازی شد. بدین طریق پس از اتمام روندیابی هر یک از واحدهای هیدرولوژیک، میزان تاثیر آنها در کاهش دبی خروجی حوزه بدست آمد. با استفاده از مقادیر بدست آمده بصورت کمی میزان تاثیر هر یک از واحدهای هیدرولوژیک در سیل خروجی حوزه محاسبه و اولویت‌بندی آنها از این دیدگاه انجام شد. همچنین برای خنثی کردن عامل مساحت زیر حوزه‌ها در مقدار دبی، اولویت بندی به ازای میزان مشارکت هر واحد سطح زیر حوزه نیز صورت گرفت.

لازم به ذکر است که در این تحقیق، اولویت بندی بر اساس بارش‌های طراحی خاص دوره بازگشت، تعیین و به مدل وارد گردید.

نتایج و بحث:

نتایج حاصل از اولویت بندی زیر حوزه‌های سد بوستان در جداول ۹ و ۱۰ ارائه شده است. بر اساس نتایج بدست آمده، زیر حوزه IB7 به ترتیب در دوره بازگشتهای ۵۰ و ۱۰۰ سال با تولید دبی اوج ۸/۳٤ و ۹/۰۱ متر مکعب بر ثانیه در محل خروجی زیر حوزه، کمترین مقدار و زیر حوزه یل چشمه با دبی اوج ۱۰۵/۱۲ و ۱۳٤/۳٤ متر مکعب بر ثانیه، بیشترین مقدار دبی اوج را به خود اختصاص می‌دهند (ستونهای ٤). در مطالعاتی که اولویت بندی تنها بر اساس دبی اوج زیر حوزه بدون روندیابی آبنمود سیل از محل زیر حوزه تا خروجی کل حوزه انجام می‌گیرد، موضوع اولویت‌بندی در همین جا پایان یافته تلقی می‌شود و بدین ترتیب میزان مشارکت زیرحوزه‌ها در سیل خروجی کل حوزه مشخص نمی‌گردد. بنابراین حوزه‌ای که دبی بیشتری دارد، اولویت اول را به خود اختصاص می‌دهد. در ستون ۱۰، اولویت بندی پس از روندیابی هیدروگراف سیل زیر حوزه‌ها در آبراهه اصلی و براساس میزان مشارکت هر یک از آنها در سیل خروجی حوزه نشان داده شده است. در این روش نیز استثنا زیر حوزه یل چشمه اولین رتبه و زیر حوزه IB7 آخرین رتبه را کسب کردند. در مواردی که مساحت زیرحوزه‌ها اولویت‌بندی سیل‌خیزی را تحت تأثیر قرار می‌دهند می‌توان این اولویت‌بندی را برای هر واحد سطح زیرحوزه انجام داد. شاخص تعیین شدت سیل‌خیزی به ازای واحد سطح حوزه، در اولویت بندی طراحی عملیات کنترل سیل به ازای امکانات موجود می‌تواند متناسب با یک مساحت معین مد نظر قرار گیرد. در بخش‌های اجرایی نیز که مسایل اقتصادی طرحها یکی از عوامل تعیین‌کننده است، میزان کاهش سیل خروجی بازای هر واحد سطح زیرحوزه اهمیت بیشتری دارد. (ستون ۱۱، جداول ۹ و ۱۰). با استفاده از این روش مشاهده می‌شود که زیر حوزه زاو اولین رتبه و زیر حوزه قرناوه ۱ آخرین رتبه را به خود اختصاص می‌دهند. از طرفی سهم مشارکت زیر حوزه‌ها در سیل خیزی کل حوزه، تنها تحت تأثیر مساحت آنها نیست و عواملی چون موقعیت مکانی زیر حوزه‌ها و تأثیر روندیابی سیل در رودخانه اصلی نیز در رژیم سیلابی حوزه تأثیر مهمی دارند. به عنوان مثال زیر حوزه قرناوه ۱ که از نظر مساحت در رده دوم و از نظر دبی اوج زیر حوزه در اولویت ششم قرار دارد، از نظر مشارکت در سیل خروجی کل حوزه در ردیف هفتم قرار می‌گیرد. این امر نشان دهنده اثرات متقابل روندیابی سیل در رودخانه، موقعیت مکانی و خصوصیات زیر حوزه‌ها در تعیین سهم

Archive of SID

www.SID.ir

مشارکت در دبی اوج کل حوزه می‌باشد که این اثرات بدون شبیه سازی توسط مدل و تنها بر مبنای عواملی مانند مساحت قابل تعیین نیست. همچنین نتایج نشان می‌دهد در دوره بازگشت‌های کوتاه اغلب زیرحوزه‌ها در سیل خروجی حوزه مشارکت ندارند (دوره بازگشت ۲ ساله) اما با افزایش دوره بازگشت رگبار و یا افزایش مدت تداوم در یک دوره بازگشت ثابت، اولویت بندی زیرحوزه‌ها و یا واحدهای هیدرولوژیک ثبات بیشتری پیدا می‌کنند آنچنانکه مناطق با پتانسیل تولید سیل بالاتر بخوبی خود را نشان می‌دهند. بطور مثال در حوزه مورد مطالعه با بارش ۲٤ ساعته و در دوره‌های بازگشت ۵۰ و ۱۰۰ سال، اولویت بندی میزان مشارکت واحدهای هیدرولوژیک در تولید سیل خروجی حوزه تقریبا ثابت می‌ماند. این موضوع نشان می‌دهد که برای کاهش اثر سیل زیرحوزه‌ها در خروجی حوزه باید یک دوره بازگشت معقول را در نظر گرفت تا اجرای عملیات آبخیزداری برای تخفیف سیل با اطمینان بالاتری انجام گیرد نتایج این پژوهش این موضوع را بخوبی نشان می‌دهد. نحوه مشارکت زیرحوزه‌ها در سیل خروجی حوزه با دوره بازگشت ۵۰ سال و ۱۰۰ سال، علیرغم تفاوت مقادیر سیلاب زیرحوزه‌ها در این دو دوره بازگشت، یکسان است.

ارائه راهکارهای مدیریتی

کاربری و پوشش اراضی حوزه آبخیز سد بوستان در طول دوره ۵۲ ساله ثابت نبوده و در اثر فعالیتهای انسانی دستخوش تغییر و تحول شده است. بنابراین شناسایی قابلیت‌ها و توانمندی‌های سرزمین پیش از بارگذاری فعالیتهای گوناگون بسیار حائز اهمیت است. با مروری بر نتایج ارزیابی توان و توسعه حوزه آبخیز سد بوستان که با هدف بهره برداری بهینه از سرزمین در راستای توسعه پایدار به انجام رسید، مشخص گردید که در صورت استفاده از اراضی متناسب با توانایی آن، میزان دبی اوج و حجم سیل به ترتیب ٤۰/۷۷ و ٤۰/٤٤ درصد در دوره بازگشت ۲ ساله تا ۲۷/۳۲ و ۲۵/٤۸ درصد در دبی‌های با دوره بازگشت ۲۰۰ ساله نسبت به کاربری‌های فعلی کاهش می‌یابد (بهرامی و همکاران، ۱۳۸۸).

بنابراین می‌توان مهمترین و در عین حال ساده‌ترین عامل از لحاظ کنترل و تاثیر آن بر سیل خروجی حوزه در کلیه زیرحوزه‌ها و زیرحوزه بحرانی را، عامل CN دانست. با کاهش ۱۳درصدی در مقدار CN کل حوزه، کاهش دبی اوج خروجی در هر دوره بازگشت قابل تامل است (جدول ۷).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷- تغییرات دبی اوج و حجم سیل کل حوزه با دوره بازگشت‌های مختلف در سناریوی کاربری آمایشی

دوره بازگشت به سال	دبی اوج سیل بر حسب متر مکعب بر ثانیه			حجم سیل بر حسب هزار متر مکعب		
	سال ۱۳۸۵	سناریوی آمایشی	درصد کاهش دبی اوج در سناریوی کاربری آمایشی نسبت به کاربری فعلی	سال ۱۳۸۵	سناریوی آمایشی	درصد کاهش حجم سیل در سناریوی کاربری آمایشی نسبت به کاربری فعلی
۲	۹۵/۰۷	۵۶/۳۱	۴۰/۷۷	۶۳۴۳/۱	۳۷۷۸/۲	۴۰/۴۴
۵	۱۷۹/۸۶	۱۱۷	۳۴/۹۵	۱۲۳۴۹	۸۰۲۲/۴	۳۵/۰۴
۱۰	۲۵۰/۷	۱۶۹/۱	۳۲/۵۵	۱۷۳۹۲	۱۱۷۳۷	۳۲/۵۱
۲۵	۳۵۹/۵۳	۲۴۹/۸	۳۰/۵۲	۲۵۱۰۳	۱۷۵۹۱	۲۹/۹۲
۵۰	۴۵۴/۱۶	۳۲۱/۱	۲۹/۳	۳۱۸۴۷	۲۲۸۴۰	۲۸/۲۸
۱۰۰	۵۶۰/۷۳	۴۰۲/۳۷	۲۸/۲۴	۳۹۴۷۶	۲۸۸۹۲	۲۶/۸۱
۲۰۰	۶۷۹/۴۵	۴۹۳/۸۳	۲۷/۳۲	۴۸۰۰۳	۳۵۷۷۳	۲۵/۴۸

جدول ۸- شماره منحنی زیر حوزه‌های آبخیز سد بوستان در سناریوی کاربری آمایشی و تغییرات آن

نام زیر حوزه	کاربری فعلی (سال ۱۳۸۵)		سناریوی کاربری آمایشی		درصد کاهش نسبت به کاربری فعلی
	شماره منحنی	درصد	شماره منحنی	درصد	
قرناوه ۱	۵۶/۳	۱۰۰	۴۹/۸۲	۸۸/۵	۱۱/۵
قرناوه ۲	۶۵/۱	۱۰۰	۵۵/۲	۸۴/۸	۱۵/۲
گلیداغ	۶۳/۳	۱۰۰	۵۲/۸۵	۸۳/۵	۱۶/۵
کال شور	۶۳	۱۰۰	۵۵/۳	۸۶/۸	۱۳/۲
شور دره	۶۴/۳	۱۰۰	۵۵/۸	۸۶	۱۴
یل چشمه	۶۱/۶	۱۰۰	۵۳	۸۹/۲	۱۰/۸
زاو	۵۷/۵	۱۰۰	۵۱/۳	۸۷/۸	۱۲/۲
IB1	۶۲/۱۵	۱۰۰	۵۴/۷	۸۸	۱۲
IB2	۶۱	۱۰۰	۵۴/۸۸	۹۰	۱۰
IB3	۶۴/۳	۱۰۰	۵۶/۵	۸۷/۹	۱۲/۱
IB4	۶۷/۲	۱۰۰	۵۹	۸۷/۸	۱۲/۲
IB5	۵۸/۹	۱۰۰	۴۹/۴	۸۳/۹	۱۶/۱
IB6	۶۳/۵	۱۰۰	۵۶	۸۸/۲	۱۱/۸
IB7	۶۱/۶	۱۰۰	۵۹/۳	۹۶/۳	۳/۷
کل حوزه	۶۱/۳۲	۱۰۰	۵۳/۴	۸۷	۱۳

اما برای مدیریت و کاهش سیلابهای بزرگ در منطقه تنها با مدیریت اراضی و بهبود و اصلاح کاربری اراضی نمی‌توان به طور قابل توجهی از خطر و خسارت سیل کاست. بنابراین لازم است در کنار آن، از اقدامات سازه ای و غیر سازه ای دیگر کمک گرفته شود تا علاوه بر ذخیره جریان و نفوذ آن در بالادست، میزان دبی اوج سیلاب را کاهش و زمان تمرکز را افزایش داد و به این نکته توجه شود که آموزش ساکنین حوزه برای مقابله با سیلاب می‌تواند نقش موثری در کاهش خسارات مالی و تلفات جانی داشته باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

از طرفی هر گونه فعالیت مانند کشاورزی، مرتعداری، جنگلداری، توسعه شهری، صنعتی، روستایی، تفرج و گردشگری، آبزی پروری و توسعه تاسیسات زیر بنایی علاوه بر سایر اثرات، همگی متضمن تغییر طبیعت، تاثیر بر پوشش گیاهی و فرسایش خاک و آلودگی آبهای سطحی هستند. به منظور نیل به اهداف توسعه پایدار در امر مدیریت آبخیز و در کل مدیریت منابع طبیعی به رویکردی نیاز است که در آن ارزیابی جامع گزینه‌های استفاده از منابع و نیز تاثیرات زیست محیطی در نظر گرفته شده باشد. از این رو، با بررسی تغییر پوشش گیاهی از نظر کمیت و کیفیت که با استفاده از معیارهای سیمای سرزمین قابل انجام است، می‌توان به سرعت در خصوص اثرات انواع توسعه به برآوردی کلی از اثرات دست یافت.

نتیجه گیری

عملکرد یک حوزه کوچک با واکنش هیدرولوژیک یک آبخیز وسیع یکسان نیست و عواملی همچون موقعیت مکانی زیرحوزه‌ها و روندیابی سیل در رودخانه اصلی، از عوامل موثر در رژیم سیلابی حوزه می‌باشد. تعیین میزان مشارکت و اولویت بندی زیرحوزه‌ها در تولید سیل محل خروجی حوزه، با در نظر گرفتن اولویت بندی بر اساس بارش‌های طراحی خاص که معمولا در کارهای آبخیزداری و کاهش خطر سیل از آن استفاده می‌شود، می‌تواند کمک بزرگی جهت مکان یابی صحیح اجرای پروژه‌های کنترل سیل و مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز به منظور عدم اعمال سلیقه و پیشگیری یا کاهش اثرات منفی احتمالی ناشی از اجرای عملیات مهار سیل در مناطق غیر ضروری و یا با اولویت کمتر شود. بررسی گزارش تحلیلی سیل استان گلستان (اسدالهی شهیر، ۱۳۸۵) تا حدود زیادی صحت و لزوم پرداختن به این الویت بندی‌ها را قبل از انجام هر گونه اقداماتی در این زمینه تائید می‌نماید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۹- اولویت بندی سیل خیزی زیر حوزه های سد بوستان در دوره بازگشت ۵۰ ساله

زیر حوزه (۱)	مساحت به کیلومتر مربع (۲)	نسبت بارش زیر حوزه به بارش کل حوزه (۳)	دبی زیر حوزه (cms) (٤)	دبی خروجی کل حوزه با حذف زیر حوزه (cms) (٥)	مقدار کاهش در دبی خروجی (cms) (٦)	F (٪) (۷)	f cms/km^2 (۸)	اولویت بندی بر اساس دبی زیر حوزه (۹)	اولویت بندی بر اساس F (۱۰)	اولویت بندی بر اساس f (۱۱)
قناوه ۱	۱۷۹/۰۱	۰/۸۹	۳٤/٦۹	٤۳۱/۰۲	۲۳/۱٤	۵/۳۷	۰/۱۲۹	٦	۷	۱٤
قناوه ۲	۵۳/۱	۰/۸۷	۱۷/٦	٤۳۷/۵۸	۱٦/۵۸	۳/۷۹	۰/۳۱	۱۱	۱۱	٦
گلیاغ	۱۲۹/۲٦	۱	٤۹/۹۳	٤۰۹/٤٤	٤٤/۷۲	۱۰/۹۲	۰/۳٤	٤	٤	۳
کال شور	۱۱۷/٤٦	۰/۸٤	۲۵/۹٦	٤۳۲/۵۷	۲۱/٦	۵	۰/۱۸	۸	۸	۱۲
شور دره	۱۲۰/۳۱	۰/۸۸	۳٤/۱۹	٤۲۵/۵۱	۲۸/٦۵	٦/۷۳	۰/۲۳	۷	٦	۱۰
یل چشمه	۲۸۱/٤۸	۱/۱۵	۱۰۵/۱۲	۳۷۲/۹۸	۸۱/۱۸	۲۱/۷٦	۰/۲۸۸	۱	۱	۷
زاو	۱۳٤/۹۱	۱/۳۲	٦۷/۱۵	٤۰۰/۸٦	۵۳/۳	۱۳/۳	۰/٤	۲	۲	۱
IB1	۷۵/۲۵	۰/۹۲	۲۱/۳۲	٤۲٤/۳۹	۱۹/۷۷	٤/۵۵	۰/۲٦	۹	۱۰	۹
IB2	٤٦/٤۸	۰/۹۸	۱٤/۷۸	٤۲۸/٦۹	۱۵/٤۷	۳/۵۲	۰/۳۳۲	۱۲	۱۲	۵
IB3	۵۷/۸۳	۰/۸۹	۱۹/۲۷	٤۳۳/۷٤	۲۰/٤۲	٤/۷	۰/۳۵	۱۰	۹	۲
IB4	٤۳/۹٦	۰/۷۷	۱۰/۵٦	٤٤٤/۵	۹/٦٦	۲/۱۷	۰/۲۱	۱۳	۱۳	۱۱
IB5	۱۷۵/٤۱	۱/۰۸	۵۸/٦۸	٤۰۳/٦۹	۵۰/٤۷	۱۲/۵	۰/۲۸۷	۳	۳	۸
IB6	۱۱۷/۲۵	۰/۹۲	۳۹/۹۷	٤۱٤/۸	۳۹/۳٦	۹/٤۹	۰/۳۳۵	۵	۵	٤
IB7	٤٦/۸۸	۰/۷۳	۸/۳٤	٤٤۵/۸۱	۸/۳۵	۱/۸۷	۰/۱۷	۱٤	۱٤	۱۳
کل حوزه	۱۶۷۸/۷۷	۱	٤۵٤/۱٦	–	–	–	–	–	–	–

www.SID.ir

جدول ۱۰- اولویت بندی سیل خیزی زیر حوزه های سد بوستان در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله

زیر حوزه (۱)	مساحت به کیلومتر مربع (۲)	نسبت بارش زیر حوزه به بارش کل حوزه (۳)	دبی زیر حوزه (cms) (٤)	دبی خروجی کل حوزه با حذف زیر حوزه (cms) (٥)	مقدار کاهش در دبی خروجی (٦) (cms)	F (٪) (۷)	f cms/km^2 (۸)	اولویت بندی بر اساس دبی زیر حوزه (۹)	اولویت بندی بر اساس F (۱۰)	اولویت بندی بر اساس f (۱۱)
قرناوه ۱	۱۷۹/۰۱	۰/۸۹	٤٤/٤٦	٥۳۰/۳۷	۳۰/۳٦	٥/۷۲	۰/۱۷	٦	۷	۱٤
قرناوه ۲	٥۳/۱	۰/۸٦	۲۱/٦۲	٥٤۰/٤٦	۲۰/۲۷	۳/۷٥	۰/۳۸	۱۱	۱۱	٦
گلیلباغ	۱۲۹/۲٦	۱	٦۰/۹٥	٥۰٥/۷٤	٥٥	۱۰/۸۷	۰/٤۲٥	٤	٤	۲
کال شور	۱۱۷/٥٦	۰/۸۲	۳۰/۹٥	٥۳٤/۸۷	۲٥/۸٦	٤/۸۳	۰/۲۲	۸	۸	۱۲
شور دره	۱۲۰/۳۱	۰/۸۷	٤۱/۱٦	٥۳٦/۰۱	۳٤/۷۲	٦/٦	۰/۲۸۸	۷	٦	۱۰
بل چشمه	۲۸۱/٤۸	۱/۱۸	۱۳٤/۳٤	٤٥٦/۰۱	۱۰٤/۹۲	۲۲/۹٦	۰/۳۷	۱	۱	۷
زاو	۱۳٤/۹۱	۱/۳٤	۸٤/۲۹	٤۹۱/۰۹	٦۹/٦٤	٤/۱۸	۰/٥۱	۲	۲	۱
IB1	۷٥/٦٥	۰/۹۱	۲٦/۰۸	٥۳٦/۲۸	۲٤/٤٥	٤/٥٦	۰/۳۲	۹	۹	۹
IB2	٤٦/٤۸	۰/۹۷	۱۷/۸٤	٥٤۱/۸۹	۱۸/۸٤	۳/٤۷	۰/٤	۱۲	۱۲	٤
IB3	٥۷/۸۳	۰/۸۷	۲۲/۲	٥۳۷/۱٤	۲۳/٥۹	٤/٤	۰/٤۰۸	۱۰	۱۰	۳
IB4	٤۳/۹٦	۰/۷۳	۱۱/٦۲	٥٥۰/۰۹	۱۰/٦٤	۱/۹۳	۰/۲٤	۱۳	۱۳	۱۱
IB5	۱۷٥/٥۱	۱/۱	۷۳/٦٦	٤۹۷/۰٥	٦۳/٦۸	۱۲/۸۱	۰/۳٦	۳	۳	۸
IB6	۱۱۷/۲٥	۰/۹	٤٦/۳٦	٥۱٥/۱۱	٤٥/٦۲	۸/۸٥	۰/۳۹	٥	٥	٥
IB7	٤٦/۸۸	۰/٦۸	۹/۰۱	٥٥۱/۷۲	۹/۰۱	۱/٦۳	۰/۱۹	۱٤	۱٤	۱۳
کل حوزه	۱٥۷۸/۷۷	۱	٥٦۰/۷۳	–	–	–	–	–	–	–

www.SID.ir

فهرست منابع

۱) اسدالهی شهیر، م. ۱۳۸۵. گزارش تحلیلی سیل استان گلستان، ٤٥ صفحه. ناشر آب منطقه‌ای استان گلستان.

۲) بهرامی، ع.، اونق، م.، سعدالدین، ا و فرازجو، ح.، ۱۳۸۸. بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات هیدرولوژیک حوزه آبخیز سد بوستان، استان گلستان با استفاده از مدل HEC-HMS، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صفحه۱٦۹.

۳) ثقفیان، ب. و فرازجو، ح. ۱۳۸٦. تعیین مناطق مولد سیل و الویت بندی سیل خیزی واحدهای هیدرولوژیک حوزه سد گلستان. مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال اول، شماره ۱، ۱۱ صفحه.

٤) خسروشاهی، م. و ثقفیان، ب. ۱۳۸۱. نقش روندیابی رودخانه در شناسایی و تفکیک مناطق سیل خیز در حوزه‌های آبخیز، مجموعه مقالات ششمین کنفرانس بین المللی مهندسی رودخانه، جلد دوم، دانشگاه شهید چمران اهواز، صفحه ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳.

۵) علیزاده، ا. ۱۳۸۵. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات آستان قدس رضوی.۸۰۷ صفحه.

٦) مدیریت آبخیزداری استان گلستان. ۱۳۸۰. گزارش طرح پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی حوزه آبخیز سد وشمگیر، ۸۵ صفحه.

7) Driks, K.N., Hay, J.E., Stow, C.D and Harris, D. 1998. High – Resolution Studises of Rainfall on Norflok Island, Part II: Interpolaton of Rainfall Data, Journal of Hydrology, 208: 187-193.

8) Lorup, J. K., Refsgaard, J.C and Mazvimari, D. 1998. Assessing the Effect of Land Use Change on Catchment Runoff by Combined Use of Statistical Test and Hydrological Modelling: Case Studies from Zimbabwe, Journal of Hydrology, 205: 147- 163.

Archive of SID

www.SID.ir

The role of flood routing in determining and prioritizing hydrologic units of Bostan dam basin from flooding and management aspects

Alireza Bahrami[1*], Majid Onagh[2] and Hasan Farazjoo[3]

1)* M.Sc. of watershed management, Faridan watershed management and natural resources department. Iran. Corresponding author, email: saba41@gmail.com
1) Professor of desert management department, University of Natural Resources, Gorgan, Iran
2) M.Sc. of Golestan Water Authority. Iran

Abstract

Determining flood producing regions and sub-basins flood producing priorities are considered very important in the management of large watersheds. In this paper the flood routing role in separating and determining flood producing regions in the Bostan dam watershed of Golestan province in northern Iran after discharge routing of sub-basins in main waterways up to the main outlet of watershed was studied. For achieving the above goal, geographical information system (GIS), a hydrological model (HEC-HMS) and individual iterative elimination of sub-basins was used to calculate related hydrographs with design precipitation for each sub-basin. With consecutive elimination of sub-basins in each run of the model, the total discharge from whole watershed basin after flood routing in main waterways with considering the eliminated sub-basin was calculated; therefore effect of each sub-basin in flood producing capacity at the main outlet was determined. The sub-basin, with highest contribution in producing watershed outlet flood was recognized as most producing flood sub-basin. Then other sub-basins were ranked according to their quantitative share in producing flood discharge at outlet. Flood routing in waterways showed that contribution rate of sub-basins in outlet flood was not proportional with peak discharge of sub-basins and those sub-basins with higher discharge do not necessarily have the highest contribution in basin's outlet flood, since waterways parameters of routing and the spatial location of sub-basins can change the contribution status. In order to eliminate the area effect in sub-basin ranking, the degree of influence of every sub-basin unit in the outlet flood was calculated, which changed the flood producing ranking of sub-basins. Finally with respect to the obtained results, required management guidelines were suggested.

Keywords: flooding Bostan dam basin; flooding; flood routing; HEC-HMS model

Archive of SID

www.SID.ir