ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰ زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۴/۱۰

استفاده وتحلیل مدل برنامه ریزی یکپارچه منابع آب WEAP در بررسی و ارزیابی منابع آبهای سطحی

بهرام فردوسی ۲. بهمن فردوسی

۱:کارشناس ارشد سازه های هیدرولیکی ، شرکت بنا سازان تابان

۲:دانشجوی دکتری مهندسی عمران ، مهندسی و مدیریت منابع آب ، واحدجامع شوشتر

خلاصه

این تحقیق و تفحص ارائه روشی است که با استفاده از مدل‌های هیدرولوژی مناطق خطرساز و سیل‌خیز را در داخل حوضه تعیین نموده و به عبارتی شدت سیل‌خیزی را در هر یک از زیر حوضه‌ها و یا واحدهای هیدرولوژیکی اولویت‌بندی نموده است. ابتدا این حوضه را در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با استفاده از الحاقیه ArcHydro به ۱۴ زیرحوضه تقسیم نموده، سپس خصوصیات فیزیکی حوضه و زیر حوضه‌ها تماماً با استفاده از ArcHydro تعیین شده و با تعیین داده‌های اقلیمی و کاربری اراضی موردنیاز، شبیه‌سازی هیدرولوژیکی برای هر یک از زیر حوضه‌ها و کل حوضه از طریق اجرای مدل WEAP انجام شده است. محاسبات حاصل از اجرای مدل نشان می‌دهد که میزان مشارکت زیرحوضه‌ها در سیل خروجی حوضه به بزرگی و کوچکی دبی زیرحوضه بستگی ندارد و زیرحوضه‌هایی که دبی بیشتری دارند لزوماً مشارکت بیشتری در سیل خروجی حوضه ندارند. به عبارت دیگر زیرحوضه‌ها نوعی رفتار غیرخطی از خود بروز داده‌اند. از این نظر در بین زیرحوضه‌ها از نظر تاثیر در سیل خروجی حوضه، زیر حوضه A9 وضعیت بحرانی‌تری دارد. از طرف دیگر در بین عوامل موثر برسیل خروجی حوضه در کلیه زیرحوضه‌ها و زیرحوضه‌های بحرانی، مهمترین و در عین‌حال ساده‌ترین عامل از لحاظ کنترل و تاثیر آن بر سیل خروجی حوضه، عامل R.R.F تشخیص داده شد.

کلمات کلیدی: اولویت‌بندی سیل‌خیزی، مدل WEAP ، ArcHydro ،R.R.F

۱.مقدمه

روند رو به افزایش سیل در سال‌های اخیر حاکی از آن است که اکثر مناطق کشور در معرض تهاجم سیلاب‌های ادواری و مخرب قرار دارند و ابعاد خسارات و تلفات جانی و مالی سیل افزایش یافته است. چنانچه ابعاد و گستردگی پیامدهای وقوع سیل (مستقیم و غیر مستقیم) از لحاظ اقتصادی مورد ارزیابی قرار گیرد آنگاه پرداختن به مسائلی چون سیل در اولویت قرار می‌گیرد. بنابراین برای پیشگیری و مهار سیلاب باید در درجه اول مناطقی که پتانسیل بالایی در تولید سیل دارند تعیین و سپس عوامل تولید و ایجاد سیل شناسایی شوند. در بروز و یا تشدید سیلاب عوامل متعددی دخالت دارند. این عوامل را می‌توان در حوضه آبخیز و رودخانه مورد بررسی قرار داد. بطور کلی دو دسته از عوامل اقلیمی و حوضه‌ای در ایجاد سیلاب‌ها

شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰ زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۴/۱۰

نقش دارند. منشا بسیاری از سیلاب‌ها بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک رگبارهای با شدت زیاد و تداوم نسبتاً کوتاه است. بنابراین در بررسی رگبارها باید به تداوم، شدت و توزیع زمانی و مکانی آنها در بروز سیل توجه شود. از مهمترین عوامل حوضه‌ای می‌توان به کاربری اراضی، وضعیت زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، مساحت ، شیب و شبکه زهکشی اشاره نمود. در مدیریت سیل، برخی از این عوامل قابل کنترل هستند که در طرح‌های کنترل سیل بیشتر باید آنها را مد نظر قرارداد.

مسائل مربوطه به سیلاب، گوناگون بوده و طبیعت بسیار پیچیده‌ای دارد. هجوم سیلاب باعث از بین رفتن امکانات، وارد آمدن خسارات جانی و اخلال در استفاده از بزرگراه‌ها و راه آهن‌ها می‌شود. علاوه بر آن، سیلاب مانعی برای زهکشی موثر و استفاده اقتصادی از اراضی برای کشاورزی و اهداف صنعتی است. به دلیل وقوع جریان زیاد یا رواناب در حوضه آبریز رودخانه‌ها، فرسایش‌های عظیمی در سطح حوضه اتفاق می‌افتد و نهایتاً مشکلات عدیده‌ای را در پایین‌دست بوجود می‌آورد که ناشی از ته‌نشینی و انباشته شدن رسوب است. سیلاب همچنین خسارت‌هایی را به مجاری زهکشی، تکیه‌گاه‌های پل‌ها، مجاری فاضلاب و سازه‌های دیگر وارد می‌کند. علاوه بر موارد فوق، مزاحمت‌هایی را هم برای کشتیرانی و همچنین دستگاه‌های هیدروالکتریکی مولد برق ایجاد می‌کند. اگرچه سیلاب منفعت‌های بسیاری نیز دارد ولیکن ما به دنبال کاهش خسارت‌های ناشی از آن هستیم بنابراین اجمالاً می‌توان گفت سیلاب عامل ایجاد مزاحمت، سختی و مشقت در زندگی است. علاوه بر خسارت‌های جانی، سیلاب اثرات نامطلوب اقتصادی بسیار زیادی نیز دارد.

هدف اصلی این تحقیق ارائه روشی است که با استفاده از مدل‌های ریاضی بارش – رواناب (مدل رطوبت خاک) بتوان ضمن در نظر گرفتن اثرات متقابل عوامل موثر بر سیل‌خیزی، مناطق خطرساز و سیل‌خیز را در داخل حوضه تعیین کرد و به عبارتی شدت سیل‌خیزی را در هر یک از زیرحوضه‌ها و یا واحدهای هیدرولوژیکی از نظر تاثیر بر سیلاب خروجی کل حوضه اولویت بندی نمود.

آقایان مک کینی و بلانکو (Mckinney & Amato 2006) پروژه ای را در سال ۲۰۰۹ به منظور توسعه یک مدل هیدرولوژیکی برای حوضه Rio Conchos توسط مدل WEAP تعریف نموده اند. هدف نهایی آنها شبیه سازی سیلاب در این حوضه توسط مدل WEAP و مشخص ساختن میزان دقت مدل بود. حوضه Rio Conchos از آن نظر انتخاب گردید که به لحاظ تامین دو سوم آب حوضه RIO Conchos دارای اهمیت فراوان است. آنها مدل WEAP را برای جریان های ماهانه و سالانه با دوره های یکسال کالیبره نمودند. در پایان نتایج نشان داد مدل WEAP با دقت مناسب و قابل قبولی قادر به برآورد جریانات ماهانه و سالانه می باشد. پورکی و همکاران در سال ۲۰۰۶ (Purkey et. al) در تحقیقی تاثیر تغییر اقلیم بر مدیریت منابع آب حوضه آبریز رودخانه ساکرامنتو را بررسی نمودند. در این تحقیق چهار سری زمانی برای تاثیر تغییر اقلیم بر مدیریت آب کشاورزی و راندمان آبیاری در شرایط خشکی در مدل WEAP شبیه سازی شد. هاموری در سال ۲۰۰۸ (Hammouri N.) در تحقیقی تاثیر تغییر اقلیم بر منابع آب اردن را بررسی نمود. در این تحقیق حوضه آبریز دو رودخانه زارکا و یارموک مورد بررسی قرار گرفتند. برای شبیه سازی تغییرات رواناب در مدل WEAP سه سناریوی HADGEM1، CSIROMK3 و ECHAM5OM در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد مقدار رواناب سطحی حاصل از بارش بشدت از تغییر اقلیم تاثیر می پذیرد.

۲.مواد و روش ها

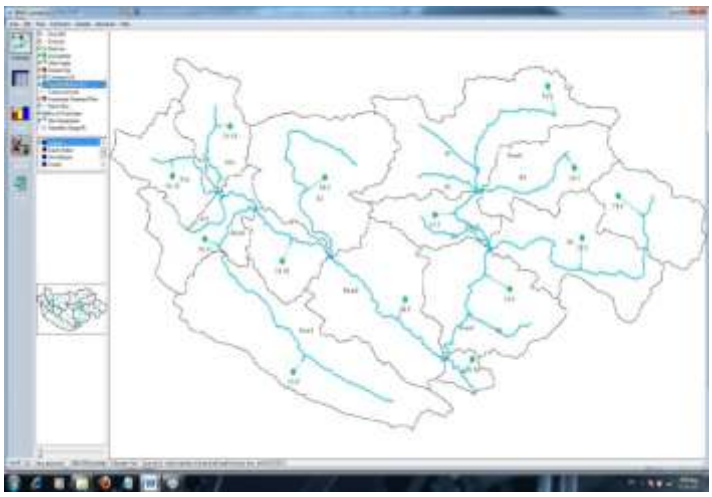
حوضه آبریز مورد مطالعه بخشی از حوضه آبریز رودخانه قره‌سو می‌باشد که از نظر تقسیمات کلی حوضه‌های آبریز ایران جزء حوضه آبریز خلیج فارس می‌باشد و از نظر تقسیمات کشوری در استان‌های کرمانشاه و کردستان واقع گردیده است. منطقه

شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰ زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۴/۱۰

مورد مطالعه در ناحیه‌ای بین عرض جغرافیایی شمالی ۳۴ درجه و ۰ دقیقه و ۲۲ ثانیه تا ۳۴ درجه و ۵۵ دقیقه و ۱۰ ثانیه و طول جغرافیایی شرقی ۴۶ درجه و ۲۲ دقیقه و ۱۲ ثانیه تا ۴۷ درجه و ۲۲ دقیقه و ۱۲ ثانیه واقع شده است. این حوضه از شمال به حوضه آبریز گاورود، از جنوب به حوضه آبریز راوند (برف‌آباد)، از غرب به حوضه آبریز زمکان و از شرق به حوضه آبریز گاماسیاب محدود می‌شود. شکل (۱) حوضه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. مهمترین رودهای داخل حوضه عبارتند از قره‌سو، رازآور و مرگ می‌باشند.

WEAP: ابزاری کامپیوتری برای برنامه ریزی یکپارچه منابع آب است. این ابزار چهارچوبی جامع، قابل انعطاف و کاربردوست را برای تحلیل سیاست ها فراهم می کند. موسسه محیط زیست استکهلم حمایت اصلی را از توسعه WEAP انجام داده است. مرکز مهندسی هیدرولوژی جامعه مهندسین ارتش آمریکا (HEC) بودجه زیادی را برای پیشرفت کار تخصیص داده است. تعدادی از نهاد ها از جمله بانک جهانی، USAID و صندوق زیربنای جهانی ژاپن از این طرح حمایت کرده‌اند.

WEAP بر اساس معادلات پایه بیلان آبی عمل کرده و آن را می توان در سیستم های شهری و کشاورزی، حوضه‌های مستقل یا سیستم های رودخانه ای پیچیده بکار برد. علاوه بر این،WEAP می تواند محدوده زیادی از مسایل مانند تحلیل نیاز هر بخش، حفاظت آب، حقابه ها و اولویت های تحصیص، شبیه سازی آبهای سطحی و زیرزمینی، بهره برداری از مخزن، تولید انرژی برقابی، روند یابی آلودگی، نیاز های اکوسیستم، ارزیابی آسیب پذیری و تحلیل منفعت_هزینه طرح را پوشش می دهد.



شکل ۱. شماتیک زیر حوضه‌ها در WEAP

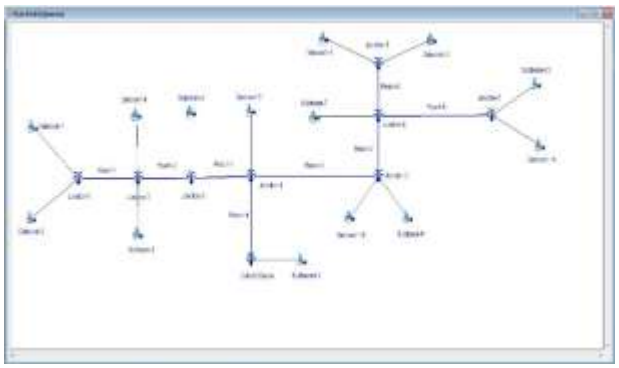
۳.نتایج و بحث

برای برآورد حداکثر بارش ۲۴ ساعته با دوره برگشت‌های مختلف با توجه به زمان تمرکز کل حوضه از آمار حداکثر بارش ۲۴ ساعته سالانه ایستگاه‌های باران‌سنجی منتخب در حوضه استفاده شد. به منظور برآورد حداکثر بارش ۲۴ ساعته به ازای دوره برگشت‌های مختلف، آمار حداکثر بارش ۲۴ ساعته سالانه ایستگاه‌های منتخب به توزیع‌های مختلف احتمال نرمال، لوگ نرمال ۲ و ۳ پارامتری، گامبل، پیرسون و لوگ پیرسون نوع ۳ برازش داده شدند. ملاک انتخاب مناسب‌ترین توزیع، کمترین خطای استاندارد بود که توزیع پیرسون تیپ ۳ دارای کمترین خطای استاندارد بود.

در این تحقیق از روش شبیه سازی هیدرولوژیکی در تبدیل رابطه بارش – رواناب در سطح زیر حوضه‌ها و نیز روندیابی آبراهه-های اصلی به منظور استخراج هیدروگراف سیل خروجی حوضه استفاده می‌شود. برای اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر

شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰ زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۴/۱۰

سیل‌خیزی و بعبارتی تعیین میزان تاثیر هر یک از زیرحوضه‌ها در دبی سیل خروجی کل حوضه، ابتدا هیدروگراف سیل خروجی با مشارکت کلیه زیر حوضه‌ها با کاربرد مدل HEC.HMS محاسبه می‌شود. سپس با حذف متوالی و یک به یک زیرحوضه‌ها از فرایند روندیابی داخل حوضه، میزان مشارکت هر یک از آنها در دبی اوج خروجی حوضه بدست می‌آید. زیرحوضه‌ای که بیشترین کاهش را در دبی خروجی کل حوضه از خود نشان دهد بیشترین سهم را در ایجاد سیل خروجی بعهده داشته و بعنوان اولویت اول شناخته می‌شود. بدین ترتیب کلیه زیرحوضه‌ها باتوجه به میزان مشارکت آنها در دبی خروجی حوضه اولویت‌بندی می‌شوند. همچنین برای خنثی کردن عامل مساحت زیرحوضه‌ها در مقدار دبی، اولویت‌بندی به ازای میزان مشارکت هر واحد سطح زیر حوضه نیز انجام می‌گیرد.



شکل ۲. موقعیت زیرحوضه‌ها و بازه‌های روندیابی براساس مدل HMS

برای بررسی و شناخت روابط بین عوامل موثر بر سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها، از روش آنالیز حساسیت (Sensitivity Analysis) استفاده می‌شود. بدین منظور پس از تعیین هیدروگراف سیل خروجی حوضه با مشارکت کلیه زیرحوضه‌ها، عوامل مورد نظر، به ترتیب در هر یک از زیرحوضه‌ها تغییر داده می‌شود تا تاثیر آن عامل در دبی اوج خروجی مشخص شود. به این ترتیب پس از هربار اجرای مدل HEC.HMS، تاثیر این تغییرات در دبی اوج خروجی کل حوضه منعکس می‌گردد. با این روش ضمن شناسایی عوامل موثر، زیر حوضه‌ای که به این تغییرات حساسیت بشتری نشان دهد نیز شناسایی می‌شود.

واسنجی مدل و بهینه سازی نتایج در زیر حوضه ها

بعد از اجرای مدل و محاسبه سیلاب به روش SCS مدل واسنجی گردید تا در طی این عملیات مقادیر پارامترهای معرفی شده به مدل، با هدف دسترسی به نتایج همگون با داده‌های واقعی و طبیعی، تصحیح شود. فرایند واسنجی می‌تواند به صورت کاملاً دستی با استفاده از قضاوت مهندسی به روش تصحیح مکرر پارامترها و محاسبه بهترین برازش بین هیدروگراف‌های محاسبه شده و مشاهده شده، انجام پذیرد. مقدار کمی بهترین برازش، تابع هدف خواهد بود. یک تابع هدف میزان تغییرات بین هیدروگراف‌های محاسبه شده و مشاهده شده را اندازه می‌گیرد. هرگاه هر دو هیدروگراف کاملاً یکسان باشند مقدار تابع هدف برابر صفر خواهد بود.

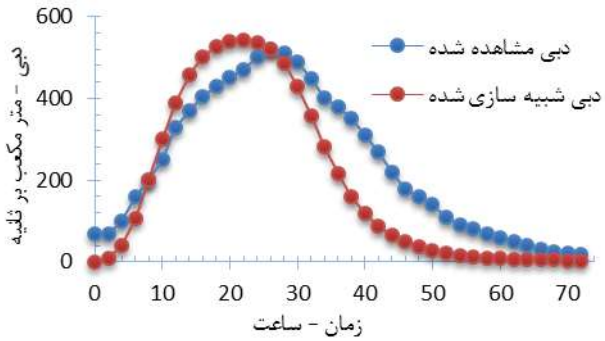
روش‌های جستجو مقدار بهینه پارامترها را تخمین می‌زنند، اما این که کدام یک از این پارامترها تأثیر بیشتری بر حل نهایی دارند در هاله‌ای از ابهام قرار دارد. میزان حساسیت در واقع بیانگر این تأثیر بر حل نهایی است. در پایان عملیات بهینه‌سازی، مقدار حساسیت هر پارامتر نسبت به تابع هدف تخمین زده می‌شود. مقدار تابع هدف برای هر پارامتر، ۰/۹۹۵ و ۱/۰۰۵ برابر مقدار بهینه بوده و با استفاده از این معادله محاسبه می شود.

(۱)

$$S = \frac{0.995X - 1.005X}{X}$$

که در آن: S میزان حساسیت و X مقدار بهینه پارامتر معرفی شده جهت تحلیل حساسیت می باشد.

بعد از اجرای مدل و محاسبه نتایج، از هر سال آماری که داده‌های هیدروگراف سیلاب موجود است یکی را انتخاب و بعنوان سیلاب مشاهده شده به مدل وارد می‌گردد و با مقادیر پیش فرض تابع هدف واسنجی و مقادیر بهینه بدست آمده به عنوان مقدار بهینه به مدل حوضه وارد می‌گردد. در ادامه مدل مجدداً اجرا و سیلاب سال بعد بعنوان سیلاب مشاهده شده وارد گردیده و پارامترهای مورد نظر مجدداً واسنجی می گردد. این فرایند به تعداد سال‌های موجود انجام تا بهترین مقادیر بدست آید. نتایج حاصل از این مقادیر واسنجی شده به مدل حوضه وارد شده و هیدروگراف‌های نهایی حاصله در مرحله قبل ارائه گردید.



شکل ۳. نمودار مقایسه هیدروگراف های محاسبه شده و شبیه سازی شده حوضه قره سو

اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر پتانسیل تولید رواناب و تاثیر در سیل خروجی حوضه

با آماده شدن داده‌های ورودی برای محاسبه سیل در زیرحوضه‌ها و خروجی حوضه مدل مذکور با روش SCS و بازای بارش نمونه ۵۰ ساله با تداوم ۲۴ ساعته انجام گرفت. اکنون برای تعیین سهم مشارکت هریک از زیرحوضه‌ها در دبی خروجی حوضه، در هر بار اجرای مدل، هیدروگراف یکی از زیر حوضه‌ها از روندیابی حوضه حذف و دبی خروجی بدون در نظرگرفتن آن زیرحوضه شبیه‌سازی شد (شکل ۴). بطور مثال در اولین اجراء دبی خروجی حوضه بدون مشارکت زیرحوضه شماره ۱ (S1) مقدار ۴۸۹/۹۱ مترمکعب در ثانیه بدست آمد. یعنی سهم مشارکت زیرحوضه ۱ در دبی خروجی حوضه ۶۵/۲۳ متر مکعب برثانیه بوده است. در مرحله بعد مجدداً زیر حوضه شماره ۱ در اجرای مدل مشارکت داده شد و زیرحوضه شماره ۲ (S2) از روندیابی حذف گردید. با حذف زیرحوضه شماره ۲ مقدار دبی خروجی حوضه ۴۶۶/۹۷ متر مکعب در ثانیه محاسبه گردید. برای سایر زیرحوضه‌ها نیز در هربار اجرای مدل به تفکیک اثر هریک از زیرحوضه‌ها را از روندیابی داخل حوضه حذف و مقدار دبی خروجی حوضه بدون مشارکت زیرحوضه مربوطه محاسبه گردید (ستون ۴ جدول ۱). بدین طریق پس از اتمام روندیابی زیرحوضه‌ها میزان تاثیر هریک از زیرحوضه‌ها در کاهش دبی خروجی حوضه بدست آمد (ستون‌های ۵ و ۶ جدول ۱). با استفاده از مقادیر بدست آمده در ستون ۶ بصورت کمی می‌توان نقش زیرحوضه‌ها را در سیل خروجی حوضه برآورد نمود، لذا اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از این دیدگاه انجام شد. (ستون ۷ جدول شماره ۱).

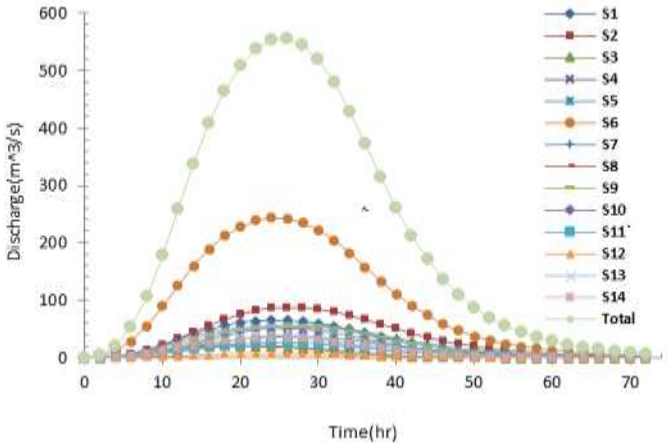
شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰ زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۴/۱۰

جدول ۱. اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر تاثیر در دبی اوج خروجی کل حوضه

نام زیر حوضه	مساحت Km^2	دبی m^3/S	دبی کل با حذف زیر حوضه m^3/s	کاهش در خروجی m^3/S	درصد کاهش در خروجی	اولویت بر اساس خروجی	دبی ویژه $m^3/S/Km^2$	اولویت بر اساس دبی ویژه	کاهش در واحد سطح ٪	اولویت بر اساس واحد سطح
S 1	۱۲۵۶/۲۶	۶۵/۲۴	۴۸۹/۹۱	۶۵/۲۴	۸/۳۰	۳	۰/۰۵۱۹	۱۲	۰/۰۰۶۶۱	۱۲
S 2	۱۳۷۲/۳۹	۸۸/۱۷	۴۶۶/۹۸	۸۸/۱۷	۱۱/۲۲	۲	۰/۰۶۴۲	۸	۰/۰۰۸۱۸	۸
S 3	۳۴۱/۵۴	۱۷/۷۰	۵۳۷/۴۴	۱۷/۷۱	۲/۲۵	۱۳	۰/۰۵۱۸	۱۳	۰/۰۰۶۶	۱۳
S 4	۱۰۲۳/۱۴	۵۲/۵۹	۵۰۲/۵۶	۵۲/۵۹	۶/۶۹	۷	۰/۰۵۱۴	۱۴	۰/۰۰۶۵	۱۴
S 5	۶۰۷/۴۵	۳۷/۸۴	۵۱۷/۳۱	۳۷/۸۴	۴/۸۲	۸	۰/۰۶۲۳	۱۰	۰/۰۰۷۹۳	۱۰
S 6	۳۲۵/۸۰	۲۴۲/۳۰	۳۱۲/۸۴	۲۴۲/۳۱	۳۰/۸۴	۱	۰/۷۴۳۷	۱	۰/۰۹۴۷	۱
S 7	۹۰۴/۵۴	۵۶/۱۰	۴۹۹/۰۴	۵۶/۱۱	۷/۱۴	۵	۰/۰۶۲۰	۱۱	۰/۰۰۷۸۹	۱۱
S 8	۲۷۸/۳۹	۱۹/۹۲	۵۳۵/۲۲	۱۹/۹۳	۲/۵۴	۱۲	۰/۰۷۱۶	۲	۰/۰۰۹۱	۲
S 9	۸۴۸/۸۵	۵۶/۱۵	۴۹۹/۰۰	۵۶/۱۵	۷/۱۵	۴	۰/۰۶۶۱	۶	۰/۰۰۸۴	۶
S 10	۴۰۱/۹۱	۲۶/۲۱	۵۲۸/۹۳	۲۶/۲۲	۳/۳۴	۱۱	۰/۰۶۵۲	۷	۰/۰۰۸۳	۷
S 11	۴۱۲/۱۸	۲۶/۴۴	۵۲۸/۷۱	۲۶/۴۴	۳/۳۷	۱۰	۰/۰۶۴۱	۹	۰/۰۰۸۱۶	۹
S 12	۱۰۵/۰۳	۷/۱۵	۵۴۸/۰۰	۷/۱۵	۰/۹۱	۱۴	۰/۰۶۸۱	۵	۰/۰۰۸۶۶	۳
S 13	۷۹۸/۱۹	۵۴/۷۷	۵۰۰/۳۸	۵۴/۷۷	۶/۹۷	۶	۰/۰۶۸۶۲	۴	۰/۰۰۸۷۳۴	۴
S 14	۵۱۱/۵۰	۳۵/۰۸	۵۲۰/۰۷	۳۵/۰۸	۴/۴۷	۹	۰/۰۶۸۵۸	۳	۰/۰۰۸۷۳۰	۵
Total	۹۱۸۷/۲۱	۵۵۵/۱۵								

بررسی عوامل فیزیکی زیرحوضه‌ها

از بین خصوصیات فیزیکی زیرحوضه‌ها چهارعامل مساحت، شیب آبراهه اصلی، شیب متوسط زیرحوضه و CN برای این بررسی انتخاب گردید. هنگام بررسی عوامل فوق، برای کلیه زیرحوضه‌ها بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۵۰ سال در نظر گرفته شد. عامل مورد نظر در دامنه انتخاب شده به نوبت در هریک از زیر حوضه‌ها تغییر داده شد و در سایر زیرحوضه‌ها همان عامل بدون تغییر باقی می‌ماند. به این ترتیب پس ازهر بار اجرای مدل، تاثیر این تغییرات در دبی خروجی کل حوضه منعکس می‌گردید. با این روش ضمن شناسایی عوامل موثر، زیر حوضه‌ای که به این تغییرات حساسیت بیشتری نشان می‌داد نیز شناسایی شد. این بررسی برای عامل شیب در دامنه ٪۵۰± برای مساحت زیرحوضه‌ها در دامنه ٪۶۰± و برای عامل CN در دامنه ٪۱۰± مقدار اصلی تغییر داده شد و تغییرات دبی اوج خروجی در هر مرحله محاسبه گردید.

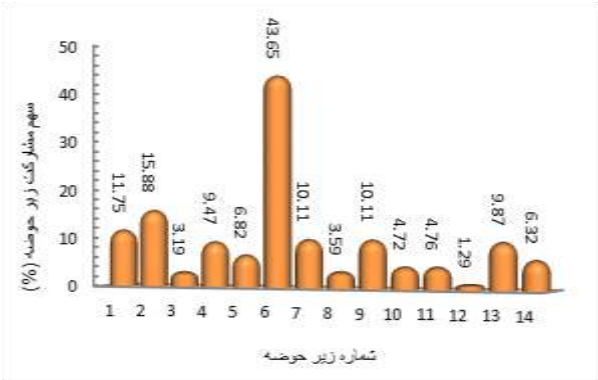


شکل ۴. دبی حوضه و زیرحوضه‌ها با رگبار طراحی ۲۴ ساعته ۵۰ ساله

همانطور که در شکل شماره (۵) نشان داده شده است، زیرحوضه شماره ۶ با تولید دبی ۲۴۲/۳۰ متر مکعب برثانیه بیشترین و زیرحوضه شماره ۱۲ با دبی اوج ۷/۱۵ متر مکعب برثانیه کمترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند. از آنجا که بارش برای تمام زیرحوضه‌ها یکسان در نظر گرفته شده است، تفاوت مقدار دبی لزوماً نمی‌تواند تنهاتحت تاثیر مساحت قرار داشته باشد و سایر خصوصیات فیزیکی زیرحوضه‌ها در این امر دخالت دارند.

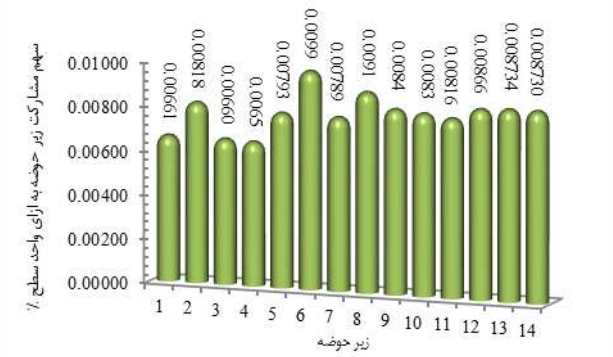
در شکل شماره (۶) میزان مشارکت هر یک از زیرحوضه‌ها در سیل خروجی حوضه نشان داده شده است. زمانی که میزان تاثیر دبی زیرحوضه‌ها در دبی اوج خروجی کل حوضه مدنظر قرار می‌گیرد، نسبت تاثیر آنها تنها به بزرگی و کوچکی دبی زیرحوضه بستگی ندارد. بلکه اثر متقابل عوامل موثر (از جمله موقعیت مکانی زیرحوضه) می‌تواند تعیین کننده باشد. لذا تاثیر هیدرولوژیکی زیرحوضه‌ها در خروجی کل حوضه رفتار غیرخطی بروز می‌دهد، به نحوی که زیرحوضه‌ای که لزوماً مساحت بزرگتر یا دبی بالاتری داشته است در سیل خروجی حوضه تاثیر بیشتری ندارد.

شکل ۵. وضعیت سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها - دبی زیر حوضه‌ها



شکل ۶. وضعیت سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها، سهم مشارکت هر زیرحوضه در خروجی کل حوضه.

برای حذف اثر مساحت زیرحوضه‌ها در اولویت‌بندی سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها میزان تاثیر هر واحد سطح زیر حوضه در سیل خروجی مد نظر قرار گرفت (ستون ۱۰ جدول شماره ۱) ستون ۹ جدول شماره (۱) حاکی از اولویت زیرحوضه‌ها از دیدگاه دبی ویژه زیرحوضه (دبی اوج زیرحوضه برواحد سطح) و ستون ۱۰ از تقسیم ستون ۶ بر ستون ۲ همان جدول بدست آمده است. شکل شماره (۷) میزان تاثیر هرواحد سطح زیر حوضه را در کاهش دبی خروجی نشان می‌دهد. باتوجه به این شکل، هرواحد سطح از زیرحوضه‌های شماره ۶ و ۸ نسبت به سایر حوضه‌ها تاثیر بیشتری در تولید سیل خروجی دارند..



شکل ۷. وضعیت سیل‌خیزی، سهم مشارکت زیر حوضه بازای واحد سطح در خروجی کل حوضه.

۴. نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی تاثیر دوره‌های بازگشت مختلف در اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر تاثیر در سیل خروجی حوضه نشان داد باوجود آن که دبی زیرحوضه‌ها در دوره‌های بازگشت بالا بیشتر است ولی افزایش دوره بازگشت تغییر محسوسی در نحوه مشارکت ایجاد نمی‌کند بطوری که میزان مشارکت زیرحوضه‌ها در دوره بازگشت‌های مختلف بویژه از ۱۰ سال تا ۱۰۰سال در سیل خروجی حوضه تقریباً یکسان است. این بررسی در تداوم‌های ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ساعته انجام شد و تغییری در اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر مشارکت در سیل خروجی حوضه ایجاد نگردید.

در بررسی شیب، تاثیر هریک از دوعامل شیب متوسط زیرحوضه و شیب آبراهه اصلی زیر حوضه در دبی خروجی حوضه مدنظر قرار گرفت. بررسی حاصل نشان داد که تغییرات شیب متوسط و شیب آبراهه اصلی در هر یک از زیرحوضه‌ها تغییرات متفاوتی

شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰ زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۴/۱۰

در دبی خروجی حوضه دارد. گرچه به ازای تغییرات شیب، درصد مشارکت زیرحوضه‌ها تغییر می‌کند اما نکته قابل توجه این است که ۱) عامل شیب در زیر حوضه ها شدت سیل‌خیزی را در جهت عکس یکدیگر تغییر می‌دهد. ۲) تغییر شیب آبراهه‌ها نسبت به تغییر شیب متوسط زیرحوضه‌ها (در شرایط مساوی) تاثیر بیشتری در دبی خروجی حوضه دارد. ۳) کلیه زیرحوضه‌ها به کاهش شیب حساسیت بیشتری نشان می‌دهند تا افزایش آن.

نتایج حاصل از بررسی تغییر عدد منحنی در هریک از زیرحوضه‌ها و تاثیر آن در سیل خروجی حوضه نشان داد که تغییر عامل CN در هریک از زیرحوضه‌ها نیز مانند سایر عوامل، تغییر محسوس و متفاوتی در کاهش یا افزایش دبی اوج خروجی حوضه دارد. مقایسه میزان تاثیر شیب آبراهه و CN در دبی اوج خروجی نشان می‌دهد که کاهش شیب آبراهه زیرحوضه‌ها به میزان ۴۰ درصد در دبی خروجی تقریباً معادل است با کاهش ۱۱ درصدی مقدار CN در هر یک از زیرحوضه‌ها. و این در حالی است که کاهش مقدار CN از طریق افزایش پوشش گیاهی (مثلاً عملیات حفاظتی قرق مراتع) بسادگی میسر است. نتیجه اینکه برای کاهش دبی اوج سیل در خروجی حوضه مناسب‌ترین راه، ارتقای مراتع درجه ۳ به مرتع درجه ۲ و بعضاً درجه ۱ می‌باشد. از طرف دیگر در بین عوامل موثر بر سیل خروجی حوضه در زیرحوضه بحرانی، مهمترین و درعین حال ساده‌ترین عامل از لحاظ کنترل و تاثیر آن بر سیل خروجی حوضه، عامل CN می‌باشد. چنانچه بااستفاده از عملیات کنترل سیل در مسیر آبراهه شیب آن تا ۳۰٪ شیب اولیه کاهش یابد، تنها حدود ۸٪ از دبی اوج خروجی کاسته خواهد شد و این امر مستلزم صرف هزینه‌های زیادی نیز خواهد بود. اما در این زیرحوضه چنانچه مقدار CN به ۱۰٪ مقدار اولیه کاهش یابد حدود ۲۴٪ از دبی اوج خروجی کاسته می‌شود. چنانچه با بهینه کردن عملیات کشاورزی و یا عملیات اصلاحی مرتع‌داری و کم‌هزینه، مثلاً قرق مراتع وضعیت مرتع از درجه ۳ به ۲ و ۱ ارتقاء یابد آنگاه دبی اوج سیل خروجی به مراتب بیشتر از مقدار فوق کاهش خواهدیافت و لزومی به عملیات مکانیکی و سازه‌ای پرهزینه نیز وجود نخواهد داشت. همچنین باتوجه به نمودارهای حساسیت زیرحوضه‌ها نسبت به عامل شیب آبراهه‌ها،توجه به این نکته مهم ضروری است که در برخی موارد این امکان وجود دارد که عملیات کاهش شیب در واقع اثر معکوس بر دبی اوج خروجی حوضه بگذارد. بنابراین، باتوجه به کلیه عوامل دخیل در سطح زیرحوضه‌ها بر سیل خروجی، اجرای روش پیشنهادی در این تحقیق برای اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها و نیز تفکیک اهمیت و نوع تاثیرگذاری (کاهش یا افزایش) عوامل موثر بر دبی اوج حوضه، در مطالعات با اهداف کنترل سیل قویاً توصیه می‌گردد.

غالباً تصور براین است که زیرحوضه‌های نزدیکتر به خروجی تاثیر بیشتری در سیل‌خیزی حوضه دارند. بررسی حاصل از اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها که با یک بارش یکنواخت برای کلیه زیرحوضه انجام شد نشان داد که نحوه قرار گرفتن زیرحوضه‌ها درداخل حوضه بلحاظ همزمانی حضور دبی برخی زیرحوضه‌ها در سیل محل خروجی و اثر آنها بریکدیگر، اولویت‌بندی و شدت سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها را تحت تاثیر قرار خواهند داد، اما این مورد یک عامل شفاف در تعیین اولویت سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها نمی‌باشد زیرا تعیین این اولویت، تابع اندرکنش بسیاری عوامل در سطح زیرحوضه‌هاست که باید قطعاً توسط شبیه‌سازی بررسی شود.

۵.مراجع

Charlotte c. and amato, M.S. 2009.WEAP hydrological model applied: the rio conchos basin. The University of Texas at Austin.

David P. and Marisa E. 2009.Climate Change, Glaciers, and Water Management in the Rio Santa Watershed, Peru," American Geophysical Union, Fall Meeting.

Eusebio, I.andDaene C. M. 2009. Hydrologic Model for the rio conches basin: calibration and validation.bureau of engineering research, the University of Texas at Austin.

شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰ زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۴/۱۰

Hammuri, M. and Daene M. K.2009. Hydrologic Modeling for Assessing Climate Change Impacts on the Water Resources of the Rio Conchos Basin. Proceedings of the World Environmental and Water Resources Congress 2009, doi: 10.1061/41036(342)496.

Rajabi, A., Sedghi, H., Eslamian, S., and Musavi, H.2010. Comparison of Lars-WG and SDSM downscaling models in Kermanshah (Iran). Ecol., Env & Cons. 16(4). PP (465-474).

Rajabi, A. and shabanlou, S.2011. The analysis of uncertainty of climate change by means of SDSM model Case study: Kermanshah. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. Accepted.

Rezaee, A., Shabanlou, S., and Babazadeh, H. 2012. Flood simulation with WEAP model (Case study: Golestan Basin). Ecol., Env. & Cons. 18(2). PP (35-39)

Levite, H. Sally, H. and Cour J. Testing water demand management scenarios in a water-stressed basin in South Africa: application of the WEAP model. Science Direct Journals, Physics and Chemistry of the Earth 28 (2003) 779–786

Vogel R. M., Sieber, J., Archfield, S. A., Smith, M. P., Apse, C. D., and Huber-Lee, A. 2007. Relations among storage, yield, and in stream flow, Water Resources". Res., 43, W05403, doi: 10.1029/2006WR005226.

Wurbs, R.A. 2006. Methods for Developing Naturalized Monthly Flows at Gaged and Ungagged Sites. Journal Hydrologic Engineering. 11(2006): 55-64

David P. and Marisa E. 2009. Climate Change, Glaciers, and Water Management in the Rio Santa Watershed, Peru. American Geophysical Union, Fall Meeting.

Eusebio, M.S. and Daene C. M. 2009. Hydrologic Model for the rio conches basin: calibration and validation. .bureau of engineering research, the University of Texas at Austin.