



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



از سیلاب پر می‌شود در صورتی که نتایج بدست آمده از روش‌های SCS و استدلالی دارای اختلاف قابل توجه می‌باشد به طوری که در روش SCS حجم سیلاب با دوره بازگشت‌های ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله به ترتیب برابر با ۱/۶۴، ۲/۲۱، ۳/۰۹ و ۳/۶۶ میلیون-متر مکعب محاسبه شده است و برای پر شدن مخزن سد لازم است سیلابی با دوره بازگشت بالاتر از ۱۰۰ ساله اتفاق بیفتد که با شرایط اقلیمی منطقه هماهنگ نمی‌باشد. بنابراین می‌توان گفت در مطالعات هیدرولوژی از جمله محاسبه حجم سیلاب به روش‌های مختلف اختلاف قابل توجه وجود دارد. دلیل آنرا هم باید در تخمین ضرائب تبدیل باران به رواناب بررسی نمود، به‌ویژه شرایط رطوبتی خاک قبل از بارندگی که با استفاده از اطلاعات واقعی بارندگی‌ها و فاصله بین آنها می‌توان نسبت به محاسبه دقیق‌تر شماره منحنی و حجم سیلاب ناشی از آن اقدام نمود و خطای محاسبات را به حداقل رسانده و به نتایج آن اطمینان بیشتری داشت!!

کلید واژه: مطالعات هیدرولوژی، روش SCS، پروژه زاهد محمود!!

مقدمه!!

اساس طراحی حجم و ابعاد سرریز در پروژه‌های تأمین و توسعه منابع آب، مطالعات هیدرولوژی می‌باشد. در علم هیدرولوژی فرمولهای تجربی زیادی وجود دارد که هر یک براساس شرایط و ویژگیهای محیطی و اقلیمی خاصی کالیبره شده است از آن جمله روش‌های استدلالی^۴ (منطقی)، کتاین^۵، کریگر^۶ و ... که اغلب در حوضه‌های آبریز کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد. و یا روش انجمن حفاظت خاک آمریکا (SCS) که در حوضه‌های نسبتاً بزرگ کاربرد دارد و توسط مهندسین مشاور در اغلب پروژه‌ها

^۴ Ratainal

^۵ -Cotain

^۶ -Creager



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



استفاده می‌شود. در این روش از اطلاعات بارندگی در منطقه استفاده شده و با انتخاب مقدار مناسب شماره منحنی (CN) عمق بارندگی به عمق رواناب تبدیل می‌شود. شماره منحنی به پارامترهای متعددی از جمله کاربری اراضی و کلاس خاک بستگی داشته و معمولاً همراه با تقریب و خطا می‌باشد. از طرفی دیگر شرایط رطوبتی اولیه خاک قبل از هر بارش در میزان تولید رواناب موثر است. به‌طوریکه اگر شرایط رطوبتی اولیه خاک خشک باشد، عمق رواناب کاهش یافته و برعکس در شرایط رطوبتی مرطوب عمق رواناب افزایش می‌یابد. در این روش از باران طرح استفاده می‌شود بطوری‌که در حوضه‌های کوچک از باران زمان تمرکز استفاده شده و در صورت بزرگ بودن مساحت حوضه (زمان تمرکز حوضه از ۶ ساعت زیادتر) باید از عمق باران ۶ ساعته استفاده نمود. (یزدانی و همکاران، ۱۳۷۹) برای یافتن روشی قابل قبول به منظور برآورد بیشترین بده سیل در حوضه‌های آبخیز کوچک، دو روش، یکی مبتنی بر سطح حوضه و دیگری مبتنی بر خصوصیات فیزیوگرافی و بارش حوضه مورد بررسی قرار داده است. نتایج نشان می‌دهد در حوضه‌های آبخیز کوچک روش ترسیمی SCS در مقایسه با سایر روشها (کریگر، هورتون^۷، برید الیریت^۸ و SCS) دارای کمترین مقدار خطا می‌باشد. البته روش ترسیمی در مناطقی که دارای بارش زیاد هستند باید با دقت کافی استفاده شود وگرنه خطای محاسبات افزایش می‌یابد. همچنین در صورت عدم دسترسی به اطلاعات بارندگی و یا خصوصیات فیزیوگرافی حوضه روش هورتون که در آن عامل دوره بازگشت وجود دارد کمترین خطای محاسبات خواهد داشت. (تلوری، ۱۳۸۲) پس از ارزیابی چند روش تجربی در حوضه آبخیز به این نتیجه رسیده است که روش هورتون و الیس^۹ دارای دقت پائینی می‌باشند و روش کریگر مقدار بده را زیادتر از مقدار واقعی برآورد می‌کند و تنها روش فولر^{۱۰} به دلیل در نظر گرفتن ویژگیهای زمین‌ریخت شناسی، پوشش گیاهی و اقلیم‌شناسی بهترین روش در برآورد بیشترین بده سیلاب در اغلب زیرحوضه‌های منطقه

^۷-Horton

^۸-Berid Elirit

^۹-Horton and Alice

^{۱۰}- Fuller



مورد مطالعه بوده است. (بونت^{۱۱} ۱۹۹۷) با استفاده از روش توزیع های مشتق شده اقدام به تعیین شماره منحنی رواناب کرده است تا از این طریق بیشترین بده سیل محاسبه گردد. در این تحقیق چهار روش مبتنی بر سطح حوضه و سه روش مبتنی بر خصوصیات فیزیوگرافی و بارش حوضه انتخاب گردیده است. و نتایج حاکی از برتری روشهای مبتنی بر خصوصیات فیزیوگرافی و بارش حوضه می باشد. در پایان چنانچه ملاحظه می شود با استفاده از معادلات تجربی مختلف امکان محاسبه حجم و دبی طراحی وجود دارد. اما هریک از این معادلات در شرایط خاصی کالیبره شده است و کاربرد آن بدون مطالعات اولیه در شرایط دیگر همراه با خطا و اشتباه می باشد.

مواد و روشها

در این تحقیق از اطلاعات پروژه سد خاکی زاهد محمود واقع در جنوب شرقی شهرستان لار استفاده شده است. این پروژه توسط سازمان جهاد کشاورزی فارس در سال ۱۳۸۷ مطالعه و طراحی شده است. و به منظور دقت بیشتر در مطالعات هیدرولوژی، علاوه بر محاسبات حجم و دبی سیلابی به روشهای معمولی (SCS، استدلالی و ...) از آمار بارندگی روزانه ۱۵ سال متوالی از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۴ استفاده شده و رواناب ناشی از هر بارندگی بطور مستقل و در طول سال بصورت تجمعی محاسبه شده است. در همین رابطه به منظور محاسبه حجم سیلاب سالیانه با استفاده از روش بیلان آبی در منطقه حجم آب تبخیر شده از سطح مخزن سد (رابطه ارتفاع-سطح) محاسبه شده است تا همراه با حجم آب نفوذ کرده از بستر، از حجم اولیه رواناب کسر شود. مساحت حوضه آبریز این پروژه بالغ بر ۲۲۱ کیلومتر مربع و زمان تمرکز آن ۳/۴ ساعت بدست آمده است، متوسط شماره منحنی (CN) در این پروژه ۷۵ در نظر گرفته شده است. اگرچه دارای کلاسهای مختلف خاک C, B, A و D و انواع کاربری اراضی (مراتع، کشاورزی و ...) در حوضه بوده و احتمال خطا در تعیین مقدار شماره منحنی وجود دارد. اما در بخش دوم محاسبات عمق رواناب، تلاش شده است تا با توجه به عمق واقعی بارندگی در منطقه و فاصله زمانی بین بارشهای متوالی شرایط رطوبتی خاک (خشک، متوسط و مرطوب) به خوبی تشخیص داده شود. در این تحقیق از دو پارامتر حداکثر حجم سیلاب ۲۴ ساعته و حجم

^{۱۱}-Bounta



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



سیلاب سالیانه استفاده شده است تا پس از تجزیه و تحلیل آماری و استفاده از بهترین توابع توزیع، مقادیر حجم سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه شود. دلیل استفاده از تک بارش‌های ۲۴ ساعته در منطقه، تعیین حجم آبیگری سد می‌باشد. زیرا هدف از اجرای این گونه پروژه‌ها ذخیره سیلاب ناشی از هر بارندگی و سپس تغذیه سفره آب زیرزمینی می‌باشد. بطوری که پس از وقوع هر سیل به سیلاب ذخیره شده مجال کافی جهت رسوب‌گذاری داده شده، سپس توسط برجک تخلیه و لوله‌های نصب شده در زیر سد به درون آبرفت بستر رودخانه رها می‌شود تا از این طریق با ایجاد جبهه رطوبتی اشباع خطوط جریان تغذیه به سفره آب زیرزمینی برسد. بنابراین ظرفیت نگهداری سیلاب در این پروژه‌ها کاهش یافته و هزینه طرح حداقل می‌شود. علاوه بر اهداف تغذیه در این نوع پروژه‌ها امکان استفاده مستقیم از سیلاب به منظور آبیاری اراضی کشاورزی در صورت نیاز وجود دارد به ویژه از آخرین بارندگی منطقه می‌توان به منظور آبیاری اراضی کشاورزی در فصول بهار و تابستان استفاده نمود.

نتایج

هدف از انجام این تحقیق مقایسه روش‌های مختلف در مطالعات هیدرولوژی پروژه‌های تأمین و توسعه منابع آب می‌باشد. جدول ۱ اطلاعات دبی و حجم سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف را نشان می‌دهد که به روش SCS محاسبه شده است. در این تحقیق علاوه بر محاسبه دبی و حجم سیلاب به روش SCS از روش استدلالی نیز استفاده شده است که نتایج آن در جدول ۲ قابل مشاهده است. سومین روش محاسبه حجم سیلاب در این پروژه، استفاده مستقیم از اطلاعات بارندگی در منطقه می‌باشد. که نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است، در این جدول همراه با حداکثر حجم سیلاب روزانه حجم سیلاب تجمعی سالانه هم محاسبه شده است. اگرچه هدف از اجرای این پروژه جمع‌آوری سیلاب‌های فصلی و تغذیه سفره آب زیرزمینی است و با نصب لوله تخلیه سیلاب، امکان کاهش هزینه اجرائی پروژه فراهم می‌شود. بطوری که با وقوع هر سیل، حجم ذخیره شده به درون آبرفت زبردست تخلیه می‌شود. بنابراین اساس طراحی مخزن سد حجم سیلاب تک‌بارش‌های منطقه می‌باشد که در جدول ۴ ستون سوم آورده شده



است. در پایان به منظور مقایسه روشهای مختلف نتایج محاسبات در جدول ۵ آورده شده است. که در آن حجم سیلاب محاسبه شده به روشهای SCS و استدلالی با روش استفاده مستقیم از آمار بارندگی مورد مقایسه قرار گرفته است.

بحث و نتیجه گیری

در مطالعات هیدرولوژی پروژه‌هایی که اطلاعات ایستگاه هیدرومتری وجود نداشته و امکان دسترسی به هیدروگرافهای واقعی وجود ندارد. لاجرم باید از فرمول‌های تجربی (روشهای SCS، استدلالی و ...) استفاده نمود. در این فرمولها دارای ضرائب ثابت متعددی می‌باشیم که برای شرایط خاصی کالیبره شده است و استفاده از آن فرمول‌ها در شرایط دیگر همراه با خطا و اشتباه می‌باشد. به‌ویژه فرمولهای تبدیل عمق باران به عمق رواناب که لازمه دقت آن انتخاب ضریب مناسب رواناب و یا شماره منحنی (CN) می‌باشد. از طرفی تخمین این ضرائب به پارامترهای مختلفی از جمله کاربری اراضی، شیب متوسط حوضه و کلاس خاک بستگی داشته، و در حوضه‌های بزرگ و انواع کاربریهای مختلف تعیین این ضرائب همراه با خطا می‌باشد. علاوه بر آن یکی از پارامترهای بسیار مهم در تولید رواناب شرایط رطوبتی خاک قبل از هر بارش می‌باشد که در فرمولهای تجربی امکان بررسی هر یک از بارشهای منطقه بصورت مستقل وجود ندارد تا بتوان با توجه به شرایط رطوبتی خاک قبل از هر بارش عمق و حجم رواناب را به طور واقعی و دقیق محاسبه کرد. برای مثال اگر شرایط رطوبتی خاک حوضه قبل از بارش مرطوب باشد عمق رواناب شدیداً افزایش می‌یابد و بر عکس در صورت خشک بودن خاک حوضه، خیلی از بارندگیها با عمق بارش قابل ملاحظه هیچ رواناب و سیلی تولید نمی‌کند. بنابراین توجه به پارامتر رطوبت خاک قبل از هر بارشی ضروری است. به همین دلیل در این تحقیق سعی شده است تا بارشهای واقعی انجام شده در طول ۱۵ سال بطور جداگانه مورد بررسی قرار گیرد به ویژه فاصله زمانی بارندگی‌های متوالی شاخص مناسبی است تا شرایط رطوبتی خاک قبل از هر بارندگی را مشخص نمائیم. نتایج نهائی این تحقیق در جدول ۵ آورده شده است، که در آن حجم سیلاب بدست آمده به روش استفاده مستقیم از آمار بارندگی در منطقه همواره



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



زیادتر از روشهای SCS و استدلالی می باشد. دلیل آنرا هم باید در عدم پراکنش مناسب بارندگی در طول سال در مناطق خشک و نیمه خشک بررسی نمود. زیرا در این مناطق علیرغم کمی عمق باران سالیانه، بارندگیها از پراکنش یکنواختی هم برخوردار نیستند. و در بعضی سالها چندین بارندگی متوالی در فاصله زمانی کم به وقوع می پیوندد، بطوریکه با مرطوب شدن خاک توسط بارندگی قبلی، شرایط برای وقوع سیل در بارندگی بعدی فراهم می شود. در این تحقیق علاوه بر آمار واقعی بارندگی و فاصله زمانی کم بین آنها که شرایط را برای ایجاد سیلاب با حجم قابل توجه فراهم می سازد مقطع عریض رودخانه خود بیانگر وقوع سیلهای سنگین در منطقه می باشد. این موضوع (وقوع سیلابهای سنگین) از طریق پرسشنامه توسط مردم بومی منطقه هم مورد تایید می - باشد. بنابراین توصیه می شود در مطالعات هیدرولوژی پروژه ها به ویژه محاسبه حجم سیلاب به اطلاعات واقعی تک بارشهای منطقه و فاصله زمانی بین آنها توجه شود. تا از این طریق بتوان نسبت به نتایج سایر روشها (روشهای SCS ، استدلالی و ...) و تطبیق آن با شرایط محیطی منطقه قضاوت نمود.



جدول ۱- حداکثر دبی و حجم سیلاب به روش SCS در حوضه آبریز سد زاهد محمود

دوره بازگشت								پارامترهای هیدرولوژی	مساحت (کیلومتر مربع)	محل پروژه
۱۰۰	۵۰	۲۵	۲۰	۱۰	۵	۲	۱/۲۵			
۲۰۶/۶۰	۱۷۰/۲۸	۱۳۵/۵۷	۱۲۴/۷۶	۹۲/۳۰	۶۱/۴۴	۲۲/۶۲	۴/۶۶	دبی پیک سیل (متر) مکعب بر ثانیه)	۲۲۱/۰۹	سد زاهد محمود
۳,۶۶۳,۷۰۹	۳,۰۹۳,۰۲۱	۲,۰۷۱,۴۰۷	۲,۲۱۵,۷۴۸	۱,۶۴۱,۲۵۹	۹۸۱,۰۹۴,۱	۴۰۷,۱۲۶	۸۷,۷۷۲	حجم سیل (متر) مکعب)		

جدول ۲- حداکثر دبی و حجم سیلاب به روش استدلالی در حوضه آبریز سد زاهد محمود

دوره بازگشت								پارامترهای هیدرولوژی	مساحت (کیلومتر مربع)	محل پروژه
۱۰۰	۵۰	۲۵	۲۰	۱۰	۵	۲	۱/۲۵			
۳۱۵/۸۹	۲۶۱/۳۰	۲۰۸/۹۴	۱۹۲/۵۸	۱۴۳/۲۷	۹۶/۰۵	۳۵/۷۷	۶/۷۷	دبی پیک سیل (متر)	۲۲۱/۰۹	سد



ش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Management
دانشگاه تهران
سی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



								مکعب بر ثانیه)	زاهد
۳,۱۷۸,۰۰۲	۳,۲۰۷,۸۶۶	۲,۵۶۵,۰۵۴	۲,۳۶۴,۱۵۹	۱,۷۵۹,۱۸۶	۱,۱۸۶,۱۷۹	۴۳۹,۱۶۳	۰,۸۷,۸۳	حجم سیل (متر مکعب)	محمود



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



جدول ۳- آبدهی سالانه و حداکثر ۲۴ ساعته پروژه زاهد محمود

سال آبی	حجم آبدهی سالانه (متر مکعب)	حداکثر آبدهی مربوط به یک بارش ۲۴ ساعته (متر مکعب)
۶۹-۷۰	۸۶۳،۸۹۲	۸۴۲،۴۷۰
۷۰-۷۱	۱۰،۱۷۹،۹۲۱	۳،۹۳۰،۳۶۷
۷۱-۷۲	۱۹،۲۶۸،۹۷۲	۴،۱۵۶،۹۰۹
۷۲-۷۳	۲،۰۰۰	۲،۰۰۰
۷۳-۷۴	۲۴۱،۸۴۸	۲۰۶،۴۸۶
۷۴-۷۵	۱۱،۵۹۶،۱۹۴	۳،۸۵۲،۱۹۲
۷۵-۷۶	۷۰۸،۳۵۱۴	۳،۹۳۷،۲۱۱
۷۶-۷۷	۱،۱۹۷،۲۴۸	۱۷۱،۶۳۳
۷۷-۷۸	۵۵۹،۱۸۰	۹۶،۰۴۹
۷۸-۷۹	۵۳۲،۶۸۸	۵۳۸،۰۲۵
۷۹-۸۰	۱،۷۰۳،۱۹۵	۱،۷۰۳،۱۹۵
۸۰-۸۱	۱،۶۱۴،۵۰۴	۱،۶۱۴،۴۱۴
۸۱-۸۲	۱۸،۳۰۲	۱۴،۱۱۹
۸۲-۸۳	۴۰،۶۹۸	۴۰،۶۹۸
۸۳-۸۴	۲،۳۳۸،۶۸۰	۹۶۴،۰۹۰

جدول ۴- تواتر حجم آبدهی سالانه و تک بارش (متر مکعب) در سد زاهد محمود

دوره بازگشت	حجم سالیانه	تک بارش ۲۴ ساعته
۲۰۰	۶۳،۳۳۸،۳۲۰	۱۲،۲۲۹،۱۹۰
۱۰۰	۴۹،۵۲۳،۲۵۰	۱۰،۹۲۹،۶۲۰



همایش ملی مدیریت بحران آب
 The National Conference on Water Crisis Management
 دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



۱۲,۰۹۰,۳۸۰	۳۶,۸۱۶,۳۲۰	۵۰
۸۲۵,۷۳۹,۶	۲۵,۵۴۹,۸۶۰	۲۵
۵,۴۱۲,۱۳۲	۲۲,۲۸۳,۵۷۰	۲۰
۴,۰۰۴,۵۵۰	۱۳,۴۱۵,۲۴۰	۱۰
۳,۹۳۰,۳۶۷	۶,۶۸۱,۶۹۸	۵
۷۹۸,۶۳۵	۱,۳۴۲,۷۵۵	۲
۱۳۰,۹۱۳	۱۸۱,۹۲۵	۱/۲۵

جدول ۵- مقایسه حجم سیلاب محاسبه شده (متر مکعب) به روشهای مختلف

۱۰۰	۵۰	۲۵	۲۰	۱۰	۵	۲	۱/۲۵	دوره بازگشت روشهای مورد استفاده
۱۰,۶۲۰,۹۲۹	۱۲,۰۹۰,۳۸۵	۶,۷۳۹,۸۲۵	۱۳۲,۴۱۲,۵	۴,۰۰۴,۵۵۰	۳,۹۳۰,۳۶۷	۷۹۸,۶۳۵	۱۳۰,۹۱۳	استفاده مستقیم از اطلاعات بارندگی
۳,۶۶۳,۷۰۹	۳,۰۲۱,۰۲۱	۲,۴۰۷,۰۷۱	۲۱۵,۲,۷۴۸	۱,۶۴۱,۲۵۹	۱,۰۹۴,۹۸۱	۴۰۷,۱۲۶	۸۷,۷۷۲	روش SCS
۳,۸۷۲,۰۰۲	۳,۲۰۷,۹۶۶	۲,۵۶۵۴,۰۵۴	۲,۳۶۱,۱۵۹	۱,۷۵۹,۱۸۶	۱,۱۷۹,۶۸۶	۴۳۹,۱۶۳	۸۳,۰۸۷	روش استدلالی

منابع

- ۱- تلوری، عبدالرسول، واسنجی و مقایسه کاربرد برخی روشهای تجربی برای برآورد دبیهای حداکثر لحظه‌ای در حوضه آبخیز کرخه، وزارت جهاد کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ۱۳۸۲.



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



۲- یزدانی، محمد رضا، تعیین دبی حداکثر سیلاب از روش ترسیمی در حوضه‌های کوچک، پایان نامه کارشناسی ارشد

آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۹، ۱۳۰ ص.

۳- مهندسین مشاور پورآب، مطالعات طراحی بندهای خاکی تأخیری- تغذیه‌ای زاهد محمود لارستان، گزارش هیدرولوژی، ۱۳۸۷.

۴- Bonta, J.V., (۱۹۹۷). "Determination of Watershed Curve Number Using Derived Distribution. J.Irrig and Eng. ۱۲۳(۱):۲۸-۳۶.

۵- Silvera, L.F., Charbonier and L, Genta.(۲۰۰۰) The Antecedent Soil Moisture Condition. Hydrological Sciences Journal ۴۵(۳):۳-۱۲.