دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

سال چهاردهم، شماره‌ی۴۷
پاییز ۱۳۹۳، صفحات ۱۶۲-۱۴۵

عطا امینی [۱]
محمد روغنی [۲]

اثرات سازه‌های مکانیکی بر ذخیرهٔ رواناب‌ها درحوضه گاودرهٔ استان کردستان

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۱۱/۰۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۰٤/۳۱

چکیده

حفظ منابع موجود آب اصلی‌ترین هدف اجرای عملیات آبخیزداری است. این تحقیق به‌منظور ارزیابی تأثیر احداث سازه‌های کوتاه بر تغییر روند و میزان ذخیره رواناب، در حوضه آبخیز گاودره در استان کردستان انجام گرفته است. این حوضه، وسعتی معادل ٦/۲۷ کیلومتر مربع دارد و از زیر حوضه‌های قشلاق سنندج می‌باشد. مشخصات مکانی و اجرایی سازه‌های احداث شده از طریق انجام عملیات صحرایی ثبت گردید. کارایی سازه‌ها با توجه به حجم رواناب ذخیره شده در مخازن سازه‌ها مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. به منظور مقایسهٔ رفتار حوضه، قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری، مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS با استفاده از وقایع بارندگی و رواناب‌های مشاهده شده، واسنجی و اعتباریابی گردید. اثر اقدامات انجام شده در قالب تأثیر آن‌ها بر رفتار حوضه در تولید رواناب شبیه‌سازی شد. این مدل علاوه بر کل حوضه، در یکی از زیرحوضه‌ها نیز که در آن بیش‌ترین تعداد سازه به نسبت مساحت آن

۱- استادیار، مرکزتحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان
۲- عضو هیأت علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
E-mail: ata_amini@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

اجرا شده است، اجرا گردید. نتایج نشان می‌دهد که این عملیات تأثیر چندانی بر ذخیرهٔ رواناب در کل حوضه نداشته است. در حالی که در زیر حوضه با حجم عملیات مناسب، عملیات مکانیکی انجام شده باعث تغییر رفتار حوضه در جهت افزایش ذخیرهٔ رواناب گردیده‌است.

کلید واژه ها: عملیات آبخیزداری، ذخیرهٔ رواناب، سازه‌های کوتاه، حوضه گاودره، HEC-HMS .

مقدمه

طرح‌های آبخیزداری در قالب مطالعات انجام شده در حوضه‌های آبخیز کشور توسط واحدهای اجرایی به شیوه‌های متفاوتی اجرا می‌شوند. ارزیابی کارآیی و عملکرد عملیات آبخیزداری، برای یافتن نقاط ضعف و قوت مدیریت‌های اعمالی و میزان اثربخشی آن‌ها به منظور دستیابی به راهکارهای اجرایی و مدیریت بهتر این طرح‌ها، اصل گریز ناپذیری در مدیریت آبخیزها است. مک کامون و همکاران[3] (۱۹۹۸:۹) و دلا کرتاز[4] (۲۰۰۷: ١٤) بیان می‌کنند که کمیت و کیفیت و نیز زمان جریان آب‌های سطحی و زیرزمینی در یک حوضه آبخیز توسط فاکتورهای فیزیکی و زیست محیطی تعیین می‌شوند که توسط شرایط طبیعی یا دخالت‌های انسان ایجاد شده‌اند. استفاده بهینه از منابع موجود آب، شناسایی مناطق بحرانی و شناخت فعالیت‌های انسانی که منابع آبی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، اهداف اولیهٔ آنالیز حوضه‌های آبخیز هستند (ژانگ و بارتن[5]، ۵۷۰:۲۰۰۹). میزان آب ذخیره شده شاخصی است که در موضوع ارزیابی، از اهمیت خاصی برخوردار است (امینی و همکاران، ۳۲۷۲:۲۰۱۳). این تحقیق به منظور بررسی و ارزیابی تاثیر عملیات مکانیکی در حوضه آبخیز گاودره، از زیرحوضه‌های قشلاق سنندج در استان کردستان، بر ذخیره رواناب صورت می‌گیرد. قرارگرفتن سد قشلاق (وحدت)، که منبع تأمین آب شهرستان سنندج می‌باشد و داشتن سابقه سیلاب و پتانسیل بالای فرسایش پذیری درحوضه آبخیز گاودره باعث گردیده تا عملیات آبخیزداری مکانیکی مورد توجه قرار گیرد. عملیات مکانیکی به‌منظور افزایش ظرفیت ذخیرهٔ رواناب، کنترل سیل و کاهش مقدار تولید رسوب در قالب سازه های کوتاه کنترل رواناب و رسوب (بندهای کوچک) اجرا می‌گردد (آلمایو و

3- McCammon et al
4- De la Cretaz
5- Zhang & Barten

Archive of SID

www.SID.ir

همکاران[6]، ۱۹۳:۲۰۰۹). نتایج این تحقیق می‌تواند از طریق اصلاح شیوه‌های مدیریت مهندسی، به حفاظت منطقی از منابع خاک و آب منجر شود.

افزایش پوشش گیاهی یا جنگلی حوضه به عنوان شاخصی که بیانگر اثر مثبت تغییرات حوضه در زندگی موجودات زنده است، شناخته می‌شود (آلمایو و همکاران، ۱۹٤:۲۰۰۹). بوش و هولت[7] (۵:۱۹۸۲) بیان می‌کنند که نتایج تحقیقات انجام شده، شواهد کافی را برای اثبات اثر مدیریت حوضه‌ها بر روی میزان آب قابل استحصال در حوضه به‌دست می‌دهند. گلرنگ (۱۳۷۷) عملکرد عملیات مکانیکی آبخیزداری را نسبتاً خوب و مثبت ارزیابی نموده اما اظهار داشته است که راندمان و عملیات بیولوژیکی به‌دلیل عدم حفاظت و نگهداری، عمدتا ناموفق بوده‌اند. قدرتی و همکاران (۱۳۸۳) نتایج عملکرد عملیات آبخیزداری در حوضه سفیدرود را مورد ارزیابی قرار داده و بیان می‌کند که عملکرد عملیات آبخیزداری بیولوژیکی و مکانیکی عمدتا خوب می‌باشد. این نتیجه، در راستای یافته‌هایی است که روغنی (۱۳۷٦) در حوضه رودک گزارش کرده‌است. امینی و روغنی (۱۳۹۰) در حوضه آبخیز حیدری در استان چهارمحال و بختیاری، عملکرد سازه‌های کنترل رواناب و رسوب ونیز سدهای مخزنی با حجم کوچک را مورد ارزیابی قراردادند. این تحقیق، اهمیت احداث این سازه‌ها را در کنترل رواناب و ذخیره سیلاب‌های منطقه، مورد تأیید قرار داد. خسرو شاهی(۱۳۸۰) تاثیر سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها را از طریق مدل ریاضی HEC-HMS[8] در حوضه آبخیز دماوند مورد بررسی قرارداد و نتیجه گرفت که اثر متقابل عوامل مؤثر از جمله موقعیت مکانی زیرحوضه‌ها می‌تواند در اوج سیلاب تعیین کننده باشد. شقایی فلاح (۱۳۸۰) شبیه‌سازی دبی اوج سیلابی را با استفاده از مدل HEC-HMS در حوضه آبخیز محمد آباد استان گلستان انجام داد. نتایج حاصله از این مدل برای شرایط مختلف رطوبتی، دارای تطبیق قابل اطمینان و معتبر با نتایج مشاهده‌ای بوده است. صادقی و همکاران (۷۵:۱۳۸۳) با ارزیابی عملکرد اقدامات آبخیزداری در زیرحوضه کشار حوضه آبخیز کن، با استفاده از روش‌های منحنی جرم مضاعف، میانگین متحرک، منحنی تداوم جریان و بررسی رژیم هیدرولوژیکی، در مجموع عملکرد اقدامات آبخیزداری در کنترل رواناب را مثبت و استفاده از روش‌های یاد شده به صورت کمی را موردتأیید قرار دادند.

6 -Alemayehu et al
7- Bosch & Hewlett
8 - Hydrologic Modeling System – Hydrologic Engineering Center

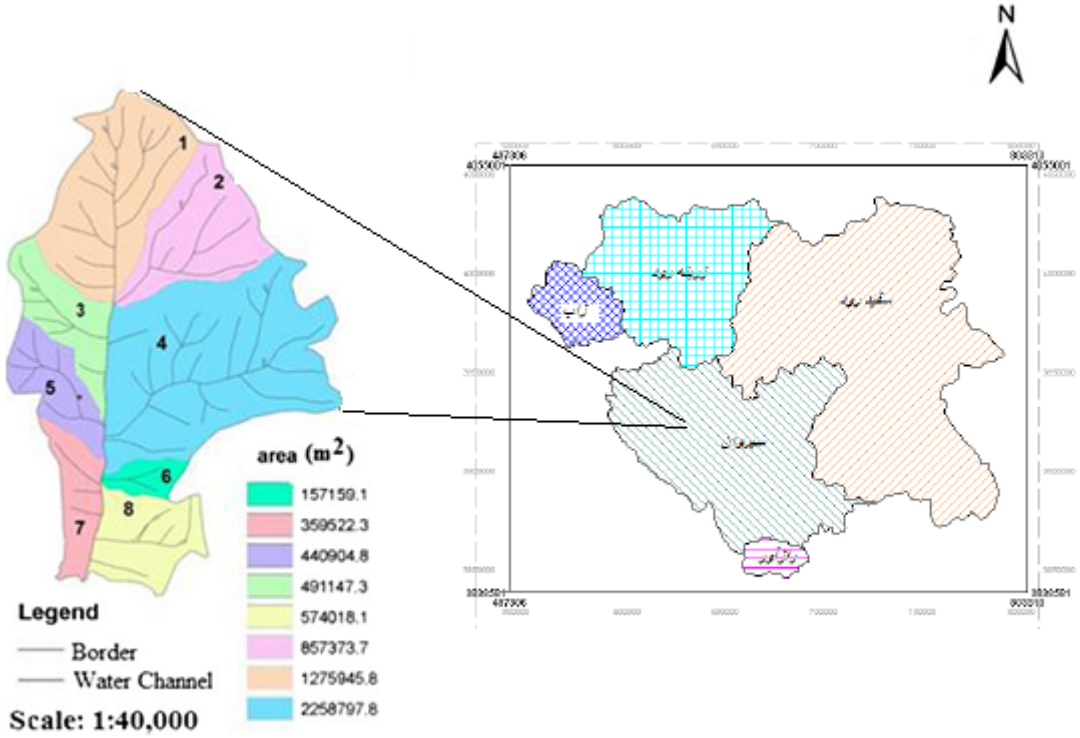
Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

موقعیت حوضه

حوضه آبخیز گاودره از زیر حوضه‌های قشلاق سنندج با مساحت۶۲۷/۵ هکتار بین عرض‌های ″۱۰ ′۲۹ °۳۵ و ″۱۸ ′۳۱ °۳۵ شمالی و طول‌های ″۳۸ ′۴۸ °۴۶ و ″۳۰ ′۵۰ °۴۶ شرقی، در شهرستان سنندج، استان کردستان و در غرب ایران قرار دارد. شکل (۱) موقعیت حوضه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. اقلیم این حوضه مدیترانه‌ای است و دارای زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک است. کاربری حوضه شامل مرتع، زراعت و باغداری است. خاک‌های این حوضه در دو رده آنتی سول‌ها[9] و این سپتی سول‌ها[10] قرار دارد. گروه هیدرولوژیکی خاک‌های این حوضه بر اساس تقسیم‌بندی سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) در گروه B قرار دارند که دارای نفوذپذیری متوسط و پتانسیل تولید هرزآب کم می‌باشند.



شکل ۱: موقعیت حوضه‌های استان کردستان و زیرحوضه و شبکه آبراه‌های حوضهٔ گاودره

9 -Entisols
10 -Inceptisols

www.SID.ir

فیزیوگرافی حوضه

خصوصیات فیزیوگرافی حوضه گاودره با توجه به نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و با استفاده از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) از جمله نرم افزار ArcGIS و اکستن شن Archydro استخراج شده‌است. حداکثر و حداقل ارتفاع حوضه به ترتیب ۲۲٦۰ و ۱۸٤۰ متر ، زمان تمرکز به روش چاو ۰/٤٥ ساعت، طول آبراهه اصلی ٤۱۱۳ متر و شیب خالص آبراهه ٦/٤٤ درصد محاسبه گردید. در جدول ۱ خصوصیات فیزیکی حوضه گاودره به همراه زمان تمرکز محاسبه شده برای این حوضه ارائه شده است. با استفاده از نرم افزار ArcGIS نقشه‌های مورد نیاز شامل مدل رقومی ارتفاعی و نقشه شیب، به منظور تهیه مدل هیدرولوژیکی حوضه استخراج گردید. با حضور در منطقه و انجام نقشه برداری، مشخصات کلیه بندهای احداث شده ثبت گردید.

عملیات آبخیزداری انجام شده

مجموعه‌ای از عملیات‌های بیولوژیکی، بیومکانیکی و مکانیکی در حوضه گاودره انجام شده‌است. در این تحقیق عملیات مکانیکی (احداث سازه‌های کوچک کنترل رواناب و رسوب) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی حوضه گاودره

مشخصه فیزیکی	مقدار	مشخصه فیزیکی	مقدار
مساحت (هکتار)	٦۲۷/٥	ضریب گراولیوس	۱/۲٤
محیط (کیلومتر)	۱۱/۰٤	ضریب شکل میلر	۰/٦٥
طول حوضه (کیلومتر)	٤	ضریب هیدرولوژیکی	۰/٥۷
حداکثر ارتفاع (متر)	۲۲٦۰	ضریب کشیدگی شیوم	۰/۷
حداقل ارتفاع (متر)	۱۸٤۰	طول مستطیل معادل(متر)	۳۸۲۰/٦
اختلاف ارتفاع حوضه (متر)	٤۲۰	عرض مستطیل معادل(متر)	۱٦٤۲/٤
زمان تمرکز به روش چاو (ساعت)	۰/٤٥	طول آبراهه اصلی (متر)	٤۱۱۳
زمان تمرکز به روش کرپیچ (دقیقه)	۳٤	شیب ناخالص آبراهه (درصد)	۱۱/۲٥
زمان تمرکز به روش کالیفرنیا (ساعت)	۰/٤۸	شیب خالص آبراهه (درصد)	٦/٤٤
ضریب هورتون	۰/۳۹	تراکم زهکشی (km/km^2)	۲/٥۲
نسبت انشعاب	۲/۲	طول شبکه آبراهه km	۱٥/۸۱

Archive of SID

www.SID.ir

دراین حوضه تعداد ۳۱ عدد سازه احداث شده است. این سازه‌ها شامل ۱۱ عدد بند گابیونی[11] و ۲۰ عدد بندهای ملاتی[12] با سنگ و سیمان می‌باشند. ارتفاع متوسط این سازه‌ها کمتر از ۳/۵ متر است. در حوضه گاودره، ۲۰۹۵ متر مکعب سدهای سنگ و سیمانی و ۲۲۸۰ متر مکعب سدهای گابیونی اجرا شده است. نمونه‌ای از سازه‌های اجرا شده در شکل (۲) نشان داده شده است.

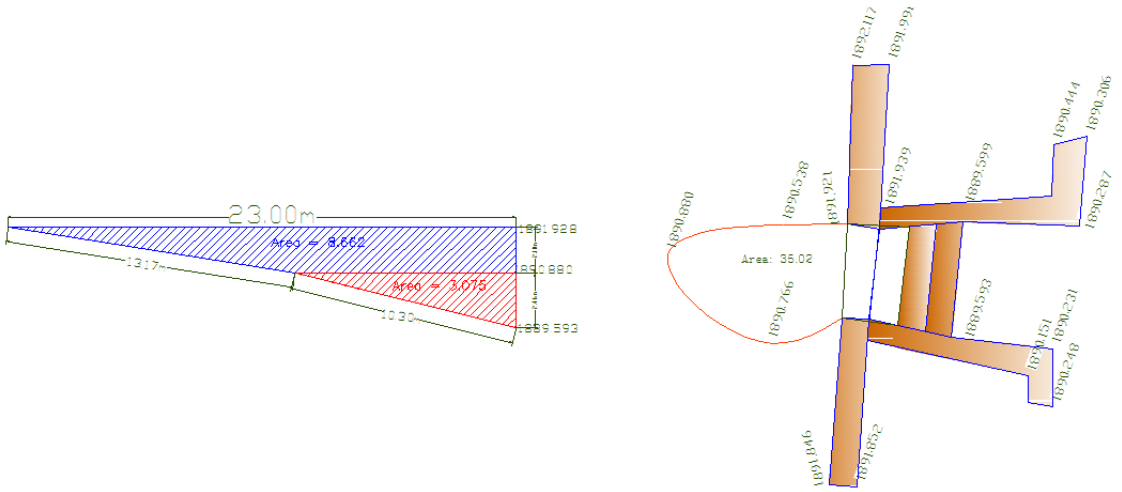
شکل ۲: نمونه‌ای از سازه‌های اجرا شده در حوضه گاودره

محاسبه حجم رسوب و آب

در برآورد میزان آب ذخیره شده در حوضه گاودره از روش مشاهده‌ای و نقشه‌برداری استفاده گردید. در این روش پس از تهیه پروفیل آبراهه، حداکثر ارتفاعی که سطح آب می‌تواند پشت سازه داشته باشد، با استفاده از عملیات نقشه‌برداری تعیین گردید. حجم آب قابل ذخیره در پشت هر سازه، از حاصل‌ضرب مساحت سطح مثلثی شکل به وجود آمده در پشت هریک از سازه‌ها، در عرض متوسط آن، محاسبه گردید. جزئیات این روش، موقعیت سازه‌ها و محدودهٔ مخزن آنها در شکل (۳) نمایش داده شده‌است. این شکل یک مخزن نیمه پر را در هنگام وقوع رواناب که در عملیات صحرایی با استفاده از نقشه برداری و مشاهدات صحرایی برداشت شده است، نشان می‌دهد. نقاط برداشت شده و مشخصات سازه در شکل نشان داده شده است.

11- Gabion Check Dams
12- Boulder Check Dams

www.SID.ir



شکل ۳: ذخیره آب و رسوب در مخزن سازه های حوضه گاودره

ثبت داده‌های بارندگی – رواناب

جهت ثبت وقایع بارندگی در حوضه، یک دستگاه باران‌سنج، مدل SKY هیتردار، در داخل حوضه نصب گردید. این باران‌سنج به‌طور اتوماتیک وقایع بارندگی را با فواصل زمانی ۵ دقیقه ثبت نمود. ثبت داده‌های رواناب با استفاده از سرریز و سرعت سنج (میکرومولینه) هم در خروجی حوضه و هم در خروجی زیرحوضه S6 (شکل ۱) انجام شد. برای حذف اثر کاهش عمق سیال بر روی سرریز، عمق جریان به اندازهٔ حدود نیم متر بالاتر از محل سرریز اندازه گرفته شد. در شرایط بارندگی، ارتفاع رواناب توسط آماربردار و به فواصل زمانی۱۰ دقیقه، ثبت گردید. در مجموع پانزده مورد بارندگی و هشت مورد رواناب در طول سال ۱۳۹۰ ثبت گردید.

محاسبه شیب آبراهه بعد از اجرای سازه‌ها

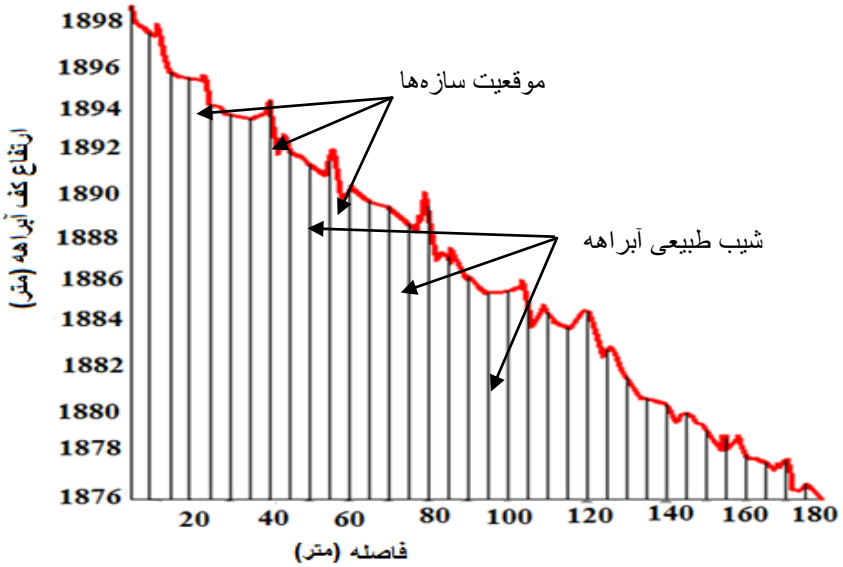
به‌منظور محاسبه تغیرات شیب آبراه در اثر احداث سازه‌ها، ابتدا شیب عمومی آبراهه قبل از اجرای عملیات (S_{before}) با استفاده از عملیات نقشه‌برداری محاسبه گردید. سپس طول مخزن یا توده رسوبات پشت سدهای اندازه گیری شد. با احتساب طول کل مخازن پشت سدها (L_1) و طول باقیمانده از آبراهه ($L_2 = L - L_1$)، مقدار شیب جدید (S_N) از فرمول زیر محاسبه گردید (L طول کل آبراهه است):

$$S_N = \frac{L_1 \times S_{after} + L_2 \times S_{befor}}{L} \quad (۱)$$

تغییر شیب آبراهه در زیرحوضه S6 ، در شکل ٤ نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



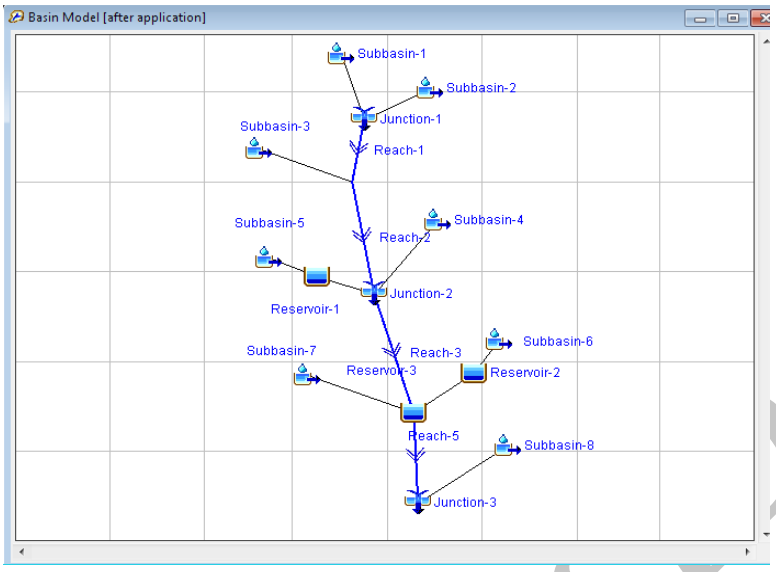
شکل ٤: تأثیر وجود سازه‌های مکانیکی بر تعدیل شیب آبراهه در زیرحوضه S6

مدل HEC-HMS

مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS برای شبیه‌سازی رخدادهای بارندگی-رواناب ایجاد شده است. این نرم‌افزار قادر به مدل کردن محدودهٔ وسیعی از حوضه‌ها از لحاظ مساحت و شکل می‌باشد (انجمن مهندسی حفاضت خاک آمریکا، ۲۰۰۰). این مدل ضمن به کارگیری تمامی عوامل مؤثر در ایجاد سیلاب شامل مشخصات فیزیکی حوضه، خاک، پوشش گیاهی و نوع کاربری اراضی در مدل محاسباتی، سیلاب حوضه آبخیز را با دید جامع و ترکیبی از تاثیر کلیه عوامل موثر، شبیه‌سازی می‌کند. واحدهای هیدرولوژیکی (زیر حوضه) منظور شده در مدل HEC-HMS در شکل (۵) نشان داده شده‌است. در این تحقیق از روش شماره منحنی (CN) برای محاسبهٔ تلفات زیرحوضه‌ها استفاده و از مساحت نفوذناپذیر حوضه صرفنظر شده است. روش زمان تاخیر برای محاسبه افت در آبراهه و از مخازن با حجم مشخص، برای شبیه‌سازی سازه‌ها استفاده شده است. مدل هم برای کل حوضه گاودره و هم برای زیر حوضه S6 (Subbasin 6) که دارای بیش‌ترین عملیات مکانیکی نسبت به سطح حوضه است، واسنجی و صحت سنجی گردید. به منظور واسنجی و صحت سنجی مدل HEC-HMS، رواناب در محل خروجی حوضه‌ها توسط اشل و سرعت توسط میکرومولینه ثبت گردید.

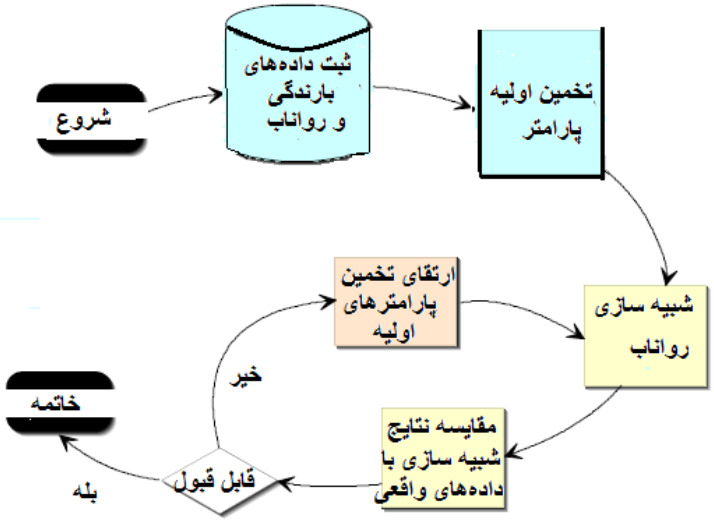
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵: موقعیت زیر حوضه‌ها در مدل HEC-HMS

در این تحقیق با اجرای مدل بهینه‌سازی[۱۳] و منظور کردن تابع هدفِ انحراف معیار وزنیِ دبی اوج، تخمین مناسبی از پارامترها به‌دست آمد. آنالیز حساسیت با استفاده از توابع هدف تعریف شده در نرم افزار انجام شد. در شکل ٦ مکانیسم ساخت این مدل برای شبیه سازی رواناب ناشی از بارندگی نشان داده شده‌است.



شکل ٦: مکانیسم ساخت مدل شبیه سازی رواناب (2000,USACE)

13 -Optimization Trail

www.SID.ir

واسنجی مدل

از بین عوامل تجربی وارد شده به مدل، با توجه به آنالیز حساسیت، شماره منحنی زیرحوضه‌ها به عنوان اصلی‌ترین متغیرِ واسنجیِ مدل انتخاب گردید، چرا که بیش‌ترین حساسیت دبی اوج نسبت به شماره منحنی است (بنی‌حبیب، ۱۳۸۲). در این تحقیق مدل HEC-HMS با شبیه سازی رواناب ناشی از رخدادهای بارندگی واسنجی گردید. وقایع بارندگی و رواناب اندازه‌گیری شده که در مراحل واسنجی و صحت سنجی مدل HEC-HMS مورد استفاده قرار گرفته اند، به همراه دوره بازگشت این وقایع در جدول ۲ آورده شده است. شکل ۷ نیز مقایسهٔ نتایج به‌دست آمده از مدل HEC-HMS در حوضه گاودره با مقادیر مشاهده شده را نشان می‌دهد.

جدول ۲- وقایع بارندگی و رواناب که در مراحل واسنجی و صحت سنجی مدلHEC-HMS مورد استفاده قرار گرفته اند

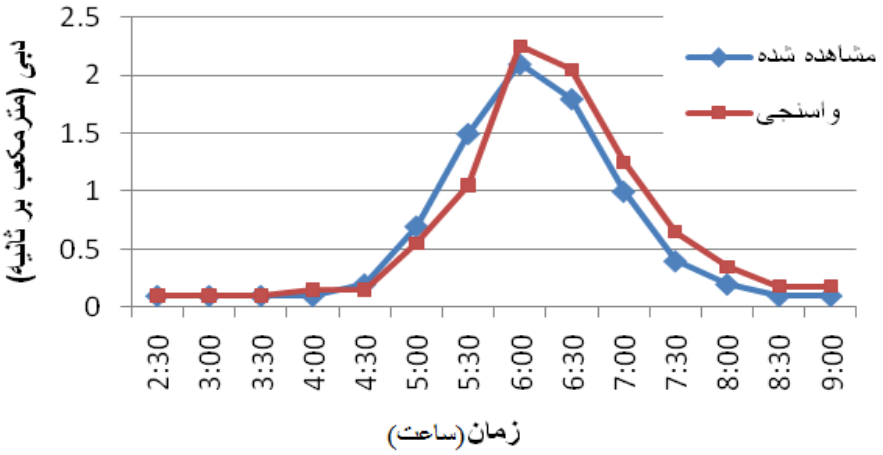
زمان وقوع	دوره برگشت (yr)	شدت بارندگی (mm/h)	بارندگی (mm)	حجم رواناب ($1000\ m^3$)
واسنجی				
۱۳۹۰/۰۲/۱۰	۲	۲/۹۰	۱۱/٦	۰/۰۵۰
۱۳۹۰/۰۲/۰۱	۲	۲/۷۳	۲۰/٤	۷/۳۹۵
۱۳۹۰/۰۳/۰۵	۳	۲/٦۵	۳۰/۵	۱۲/۷۱۵
۱۳۹۰/۱۲/۱٦	۱۵	۳۲/٤	٤۸/۵	۱۹/۲۰۰
صحت سنجی				
۱۳۹۰/۰۲/۲۷	۲	۲/۸۰	۱٦/۰	۰/۵۲۱
۱۳۹۰/۰۲/۱۱	۵	٤/٦۱	۱۲/۰	۰/۲۷۰
۱۳۹۰/۱۲/۱۲	۱۸	٤/۵۲	۵۳/۰	۲۱/٦۰
۱۳۹۰/۰۲/۱۲	۵	٤/٦۲	۱٦/۲	۸/۳۲۰

در این تحقیق به منظور ارزیابی نتایج حاصل از مدل در مقایسه با نتایج ثبت شده، از آنالیز واریانس نمونه‌ها (ANOVA[۱٤]) استفاده گردید. نتایج آزمون ANOVA در داده‌های ثبت شده و شبیه‌سازی شده در حوضه گاودره در جدول ۳ نشان داده شده است.

14 -Analysis of variance

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۷: نتایج واسنجی مدل در حوضه گاودره

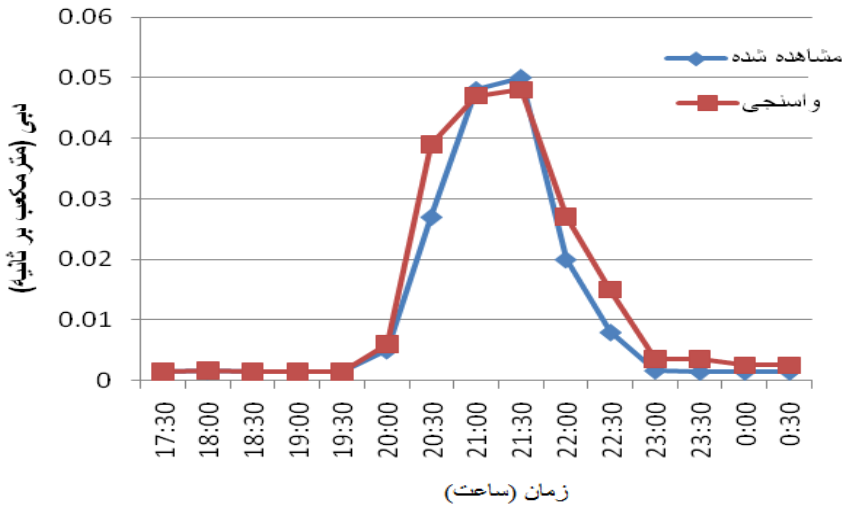
جدول ۳- نتایج آنالیز ANOVA در داده‌های حوضه گاودره

منبع اختلاف	SS	df	MS	F	F crit
بین گروه‌ها	0/01	1	0/012	0/024	4/19
داخل گروه‌ها	14/04	28	0/501		
مجموع	14/05	29			

در این جدول SS مجموع مربعات، df درجهٔ آزادی، MS میانگین مجموع، F فاکتور ANOVA و F_{crit} مقدار بحرانیِ F می‌باشد. مقدار فاکتور ANOVA برابر۰/۰۲٤ به‌دست آمده است لذا با توجه به مقدار بحرانی این فاکتور که برابر ٤/۱۹ است، قابل قبول بودن داده‌ها در سطح اعتماد ۹۵٪ مورد تأیید قرار می‌گیرد. همین رخداد بارندگی نیز برای واسنجی مدل HEC-HMS در زیر حوضه S6 مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصله در شکل (۸) نشان داده شده است. نتایج آنالیز ANOVA در داده‌های زیر حوضه S6 نیز بیانگر قابل قبول بودن نتایج شبیه‌سازی زیر حوضه S6 است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۸: نتایج واسنجی مدل در زیر حوضه S6

بحث و یافته‌ها

الف- ارزیابی میزان آب ذخیره شده در حوضه گاودره

در تعدادی از زیر حوضه‌های حوضه آبخیز گاودره، احداث سازه‌های مکانیکی به عنوان مانعی بسیار موثر و مفید در مهار رسوب و ذخیره رواناب عمل نموده است. حجم کل رواناب ذخیره شده در مخزن سازه‌های احداث شده، ۱۴۹۸ متر مکعب است. ضمن این‌که، این سازه‌ها پتانسیل ذخیرهٔ ۲۵۳۵ مترمکعب آب را داشته است که با گذشت ٤ تا ۵ سال از ساخت آن‌ها، بخشی از حجم مخزن از رسوبات پر شده است. اندازه‌گیری صحرایی با استفاده از دبل رینگ[15]، میزان متوسط نفوذپذیری در بستر آبراهه را ۲۸٦ و در مخازن پشت بندها، ٦۱۳ میلیمتر در ساعت به‌دست می‌دهد. هم‌چنین از دانه بندی مصالح مقدار ضریب تخلخل موثر در مخازن معادل ۳۰ درصد محاسبه گردید. خلاصه نقش توزیع مکانی عملیات اجرایی در ذخیره رواناب‌ها در حوضه گاودره در جدول ٤ بر حسب دوره بازگشت‌های مختلف آورده شده است. همان‌گونه که اعداد جدول نشان می‌دهند وجود سازه‌ها باعث افزایش ذخیره رواناب در سطح حوضه گردیده‌است. این جدول هم‌چنین نشان می‌دهد که تاثیر عملیات یاد شده در حوضه گاودره با افزایش دوره بازگشت، کاهش می‌یابد. ضمن این‌که توجه به این نکته ضروری است که حجم عملیات انجام شده به نسبت مساحت حوضه بسیار کم می‌باشد و این مهم باعث عدم دستیابی به نتیجه‌ای شاخص در خصوص تأثیر این سازه‌ها بر ذخیرهٔ رواناب می‌گردد.

15- Double-Ring

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- کاهش رواناب ناشی از عملیات مکانیکی در حوضه گاودره

دوره بازگشت	حجم رواناب قبل از عملیات (هزار متر مکعب)	مقدار ذخیره مستقیم (هزار متر مکعب)	مقدار ذخیره در رسوبات (هزار متر مکعب	نفوذ در بستر مخازن (هزار متر مکعب)	حجم رواناب بعد از عملیات (هزار متر مکعب)	درصد کاهش رواناب (٪)
۲	٥٦/٥	۱/٤۹۸	۰/٤٥	۳/۳۰۳	٥۱/۲٤۹	۹/۳
٥	۸٦/٦	۱/٤۹۸	۰/٤٥	۳/۳۰۳	۸۱/۳٥	٦
۱۰	۱۰٥/۱۳	۱/٤۹۸	۰/٤٥	۳/۳۰۳	۹۹/۸۸	٥
۲٥	۱۳۱/۳۲	۱/٤۹۸	۰/٤٥	۳/۳۰۳	۱۲٦/۰۷	٤
٥۰	۱٤۹/۰٦	۱/٤۹۸	۰/٤٥	۳/۳۰۳	۱٤۳/۰۸	۳/٥
۱۰۰	۱٦۷/۸	۱/٤۹۸	۰/٤٥	۳/۳۰۳	۱٦۲/٥٥	۳/۱

ب- ارزیابی میزان آب ذخیره شده در زیر حوضه S6

زیر حوضه S6 بیش‌ترین تعداد سازه‌های مکانیکی را به نسبت مساحت داراست و تنها حوضه‌ای است که عملیات مکانیکی در آن به طورکامل انجام شده است. از این لحاظ، این حوضه می‌تواند بیانگر سناریویی باشد که در آن تمام طول آبراهه‌های حوضه گاودره مشمول انجام عملیات مکانیکی گردند. لذا عملیات انجام شده در این حوضه و اثر آن بر ذخیرهٔ رواناب با جزئیات بیشتری مورد ارزیابی قرار گرفته است. ظرفیت کل ذخیرهٔ سازه‌های مکانیکی احداث شده در این زیر حوضه ۷۸۲ مترمکعب است که با گذشت چهار سال از زمان ساخت آن‌ها، ۲۲۵ متر مکعب رسوب در آن‌ها ته نشین شده وظرفیت خالص ذخیرهٔ رواناب آن‌ها ٥٥۷ متر مکعب می‌باشد. در مسیر آبراهه اصلی زیر حوضه S6، در طولی برابر با ۲۳۲ متر، عملیات سازه‌ای اجرا گردیده است. طول آبراههٔ اصلی ۳۲۰ متر است و شیب طبیعی آبراهه ۰/۰۸۱ بوده است که پس از احداث سازه‌ها به ۰/۰۲۳۲ کاهش پیدا کرده است. این کاهش شیب هم به‌طور مستقیم و هم با افزایش ضریب مانینگ در اثر افزایش پوشش گیاهی، باعث کاهش سرعت جریان و افزایش نفوذ رواناب در بستر آبراهه می‌گردد. محاسبهٔ زمان تأخیر حوضه در بعد از اجرای عملیات آبخیزداری نشان دهندهٔ افزایش این زمان از ۲/٦۱ دقیقه به ٤/٤۱ دقیقه می‌باشد. زمان تمرکز حوضه نیز از ٤/۳۷ دقیقه به ۷/۰۱٤ دقیقه افزایش یافته است.

Archive of SID

www.SID.ir

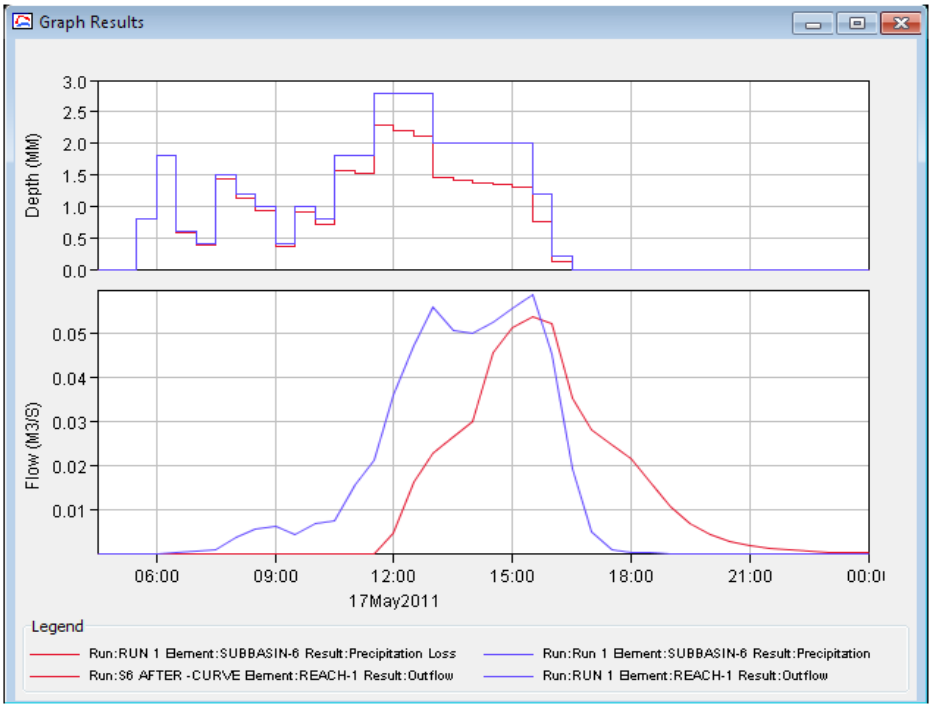
نتایج مدل HEC-HMS

الف - نتایج مدل HEC-HMS در حوضه گاودره

نتایج حاصله از اجرای مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS بر روی حوضه گاودره در قبل و بعد از اجرای عملیات مکانیکی نشان می‌دهند که احداث سازه‌ها تأثیر معنی‌داری بر سرعت آب و زمان تمرکز و به تبع آن ذخیرهٔ رواناب درحوضه گاودره نداشته است. هیدروگراف جریان قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری، تقریبا بر هم منطبق می-باشند. این یافته در حوضه‌های دیگری نیز تأیید شده است (کریمی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸؛ قدرتی و همکاران، ۱۳۸۳). این نتیجه به علت حجم بسیار کم عملیات مکانیکی به نسبت مساحت حوضه است

ب - نتایج مدل HEC-HMS در زیر حوضه S6

به‌عنوان نمونه‌ای از نتایج حاصل از مدل HEC-HMS در زیرحوضه S6، واقعهٔ بارندگی مورخ ۱۳۹۰/۰۲/۲۷ با میزان بارندگی ۱۶ میلی‌متر، معادل بارندگی با دوره بازگشت ۲ سال، در شکل ۹ نشان داده شده است. در این شکل، گراف آبی رنگ، هیدروگراف خروجی قبل از اجرا و گراف قرمز رنگ این هیدروگراف را بعد از اجرای عملیات مکانیکی نشان می‌دهد. هم‌چنین در هایتروگراف بارندگی نیز، گراف آبی رنگ کل بارندگی و گراف قرمز رنگ میزان افت بارندگی را نشان می‌دهند.



شکل ۹: نتایج مدل HEC-HMS در زیر حوضه S6 در واقعهٔ بارندگی

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۹ بیانگر کم بودن زمان تاخیر و به تبع آن زمان تمرکز حوضه می‌باشند. این موضوع که به علت کم بودن مساحت حوضه آبخیز است، باعث می‌شود که حوضه حساسیت بالایی به تغییر شدت بارندگی داشته باشد و نوساناتی در دبی سیلاب ایجاد شود. وجود سازه‌های مکانیکی هم‌چنین باعث تأخیر در شروع سیلاب می‌گردند؛ به طوری که در حالت قبل از اجرای عملیات آبخیزداری، بلافاصله بعد از نفوذ اولیه، رواناب جاری می‌گردد. ذخیره شدن رواناب در مخازن سازه‌های مکانیکی، حساسیت حوضه به شدت بارندگی را تعدیل کرده است و هیدروگراف جریان خروجی بعد از انجام عملیات مکانیکی فاقد نوسانات کوتاه مدت می‌باشد. نحوهٔ فروکش کردن سیلاب در قبل و بعد از عملیات آبخیزداری حائز اهمیت است. در هیدروگراف‌های خروجی سیلاب مشاهده می‌شود که علاوه بر شکل‌گیری جریان پایه در بعد از عملیات آبخیزداری، سیلاب با سرعت کمتری نیز فروکش می‌کند. این ویژگی باعث می‌شود رواناب فرصت بیشتری برای ذخیره شدن در بستر آبراهه داشته باشد. این تاخیر در تخلیه رواناب و شکل‌گیری جریان پایه، با مشاهدات صحرایی مطابقت دارد. توجه به این نکته ضروری است که حجم عملیات انجام شده در مقایسه با مساحت حوضه ها باعث شده است که برخلاف زیرحوضه S6، نقش عملیات انجام شده در حوضه گاودره ناچیز باشد.

نتیجه گیری

در این تحقیق اثر عملیات مکانیکی بر ذخیره رواناب‌ها با استفاده از شبیه سازی هیدرولوژیکی و اندازه گیری‌های صحرایی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که این عملیات تأثیر چندانی بر ذخیرهٔ رواناب در کل حوضه نداشته است. در حالی که در زیر حوضه S6 که دارای مساحت کم و حجم عملیات مکانیکی مناسب است، این عملیات باعث تغییر رفتار حوضه در جهت افزایش ذخیرهٔ رواناب گردیده‌است. لازم به ذکر است که در این تحقیق به مقایسه روش‌های جایگزین عملیات مکانیکی پرداخته نشده و بدون شک نتایج این تحقیق نمی تواند موید برتری عملیات مکانیکی بر دیگر روش‌های حفاضت خاک و آب باشد. از طرفی توقف اقداماتی که منجر به تولید سیل می شوند به نسبت اقداماتی که برای کنترل آن انجام می‌شوند، در اولویت قرار دارند. در مجموع تلفیق عملیات آبخیزداری و ترکیبی از عملیات کاهش سیل و رسوب به همراه عملیات ذخیره سازی رواناب‌ها در چهارچوب اصول مدیریت یکپارچه حوضه‌های آبخیز می‌تواند مسیر روشنی را در نیل به اهداف حفاظت از حوضه، پیش‌روی مدیران و تصمیم سازان قرار دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

قدردانی

تحقیق این مقاله با حمایت مالی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور و زیر نظر پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور با شماره طرح ۸۸۰۰۲-۸۸۰٤-۲۲-۲۲-۰۱ اجرا شده است که از حمایت وهمکاری آن‌ها صمیمانه قدردانی می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

- امینی، ع؛ روغنی، م (۱۳۹۰)، «بررسی اثرات سازه‌های مکانیکی کنترل رواناب و رسوب بر ذخیرهٔ رواناب‌ها در حوضه حیدری چهارمحال و بختیاری»، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی.

- بنی حبیب، م؛ عربی، م (۱۳۸۲)، «ارزیابی اثر عملیات آبخیزداری بر زمان پیش هشدار حوضه آبخیز گلابدره – دربند»، ***علوم و تکنولوژی محیط زیست***، شماره ۱، صص ۸۸-۷۷.

- خسروشاهی، م (۱۳۸۰)، «تعیین نقش زیر حوضه‌های آبخیز در شدت سیلخیزی حوضه، مطالعه موردی در حوضه آبخیز دماوند، پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

- روغنی، م (۱۳۷٦)، «بررسی تاثیر مکانی مناطق موثر بر دبی اوج سیلاب»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشکگاه تهران.

- شقایقی فلاح، ر (۱۳۸۰)، «شبیه سازی دبی حداکثر سیلابی در شاخه‌های فرعی رودخانه حوضه آبخیز محمد آباد(استان گلستان) با استفاده از مدل HEC-HMS»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

- صادقی، س. ح. ر؛ شریفی، ف؛ فروتن، ا؛ رضایی، م (۱۳۸۳)، «ارزیابی عملکرد کمی اقدامات آبخیزداری در بخشی از حوضه آبخیز کن (کشار) استان تهران»، ***پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی***، شماره ٦٥،صص ۱۰۲-٦۹.

- عباسی، م؛ خیرخواه زرکش، م؛ م.، حسینی، م.، محسنی، م؛ روغنی، م؛ قرمز چشمه، ب (۱۳۸۸)، «ارزیابی اقدامات فنی آبخیزداری به کمک مدل ریاضی HEC-HMS مطالعه موردی در حوضه آبخیز کن»،گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاضت خاک وآبخیزداری .

- قدرتی، علیرضا؛ قدوسی، جمال (۱۳۸۳)، «ارزیابی نتایج عملکرد آبخیزداری در پشت سد سفید»، کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک ۲۰- ۲۱اردیبهشت ۱۳۸۳ کرمان، صص ۱۰۵-۸۸.

- کریمی زاده، ک؛ سلاجقه، ع؛ محسنی ساروی، م؛ خلیقی، ش (۱۳۸۸)، «بررسی نقش عملیات آبخیزداری اجرا شده در حوضه آبخیز سیرا – کلوان بر زمان تمرکز و زمان تأخیر حوضه»، همایش ملی بحران آب در کشاورزی و منابع طبیعی، ١٤ آبان ماه ۱۳۸۸ شهرری،صص ٦-۱.

Archive of SID

www.SID.ir

- گلرنگ، ب (۱۳۷۷)، «ارزیابی نتایج عملیات آبخیزداری انجام شده در حوضه آبخیز سد لار»، گزارش نهـایی طـرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و اموردام تهران.

- Amini, A., Taherei, G. P., Javan, M., Saghafian, B., (2013)," Evaluating the impacts of watershed management on runoff storage and peak flow in Gav-Darreh watershed, Kordestan, Iran." ***Arabian Journal of Geosciences***, 7(8):3271-3279.

- Alemayehu, F., Tahaa, N., Nyssenc, J., Girmaa, A., Zenebea, A., (2009). "The impacts of watershed management on land use and land cover dynamics in Eastern Tigray (Ethiopia)". ***Resources, Conservation and Recycling*** , 53: 192-198.

- Bosch, J., Hewlett, J., (1982) ,"A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration". ***Journal of Hydrolog***y , 55 (1-4): 3–23.

- De la Cretaz, A., Barten, P., (2007),"Land use effects on streamflow and water quality in the Northeastern United States". Boca Raton, FL: CRC Press.

- McCammon, B., Gebhardt, J. K., (1998), "A framework for analyzing the hydrologic condition of watersheds", washington, d.c.: usda forest service and usdi bureau of land management.

- USACE, (2000), ″ Hydrologic engineering system-hydrologic modeling system (HEC-HMS)", Technical Reference Manual.

- Zhang, Y., Barten, P. K., (2009), "Watershed Forest Management Information System (WFMIS)". ***Environmental Modeling & Software***, 24: 569-575.

Archive of SID

www.SID.ir