

بررسی نقش عملیات مکانیکی آبخیزداری در کنترل رواناب حوضه آبخیز زاینده‌رود؛ مطالعه موردی در حوضه آبخیز حیدری

محمد روغنی¹

تاریخ دریافت: 89/09/28

تاریخ پذیرش: 90/05/01

چکیده

افزایش رو به رشد تلفات منابع آب و خاک حوضه‌های آبخیز در چند دهه اخیر در اثر بهره برداری غیر اصولی از منابع شدت فزاینده‌ای یافته است. این موضوع ضمن تشدید وقوع سیلاب‌ها و افزایش نرخ تولید رسوب و کاهش عمر مفید مخازن سدها، موجبات کاهش تولید و تلفات سرمایه‌های ملی کشور را فراهم نموده است. این تحقیق که در حوضه آبخیز حیدری واقع در استان چهارمحال، با وسعتی در حدود 112 کیلومتر مربع انجام گرفته، در پی ارزیابی تاثیر عملیات آبخیزداری بر تغییر رفتار حوضه روی میزان ذخیره رواناب، کاهش سیلاب و سیل‌خیزی می‌باشد. روش کار براساس نتایج بررسی‌های صحرائی و ثبت مشخصات مکانی و فیزیکی سازه‌های احداث شده و تحلیل داده‌ها انجام گرفته است. در مرحله بعد با استفاده از مدل SCS و شبیه‌سازی سیلاب حوضه، اقدام به بررسی تاثیر سازه‌ها در کنترل سیلاب و رواناب حوضه مورد مطالعه گردیده است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که سازه‌های احداث شده با حجمی در حدود 13067 مترمکعب، ضمن ذخیره رواناب و تاثیر بر نفوذ عمقی جریان رواناب، قادر به کنترل سیلابی با دوره بازگشت حدوداً 50 سال می‌باشد. تحلیل نتایج داده‌های سیلاب حاصل از مدل SCS در شرایط طبیعی و مقایسه آماری آن با داده‌های سیلاب شبیه‌سازی شده با عملیات آبخیزداری بیانگر تفاوت معنی‌دار داده‌ها در سطح 99 درصد بوده است. با استفاده از نتایج بدست آمده، مدلی جهت برآورد نسبی تعداد سازه‌های مورد نیاز متناسب با اهداف طرح پیشنهاد گردیده است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی عملیات آبخیزداری، حوضه آبخیز حیدری، ذخیره رواناب، سدهای کوتاه، کنترل سیل.

مقدمه

در حال حاضر بررسی‌های گسترده‌ای در زمینه نقش عملیات آبخیزداری بر تغییر رفتار حوضه‌های آبخیز در سطح دنیا انجام شده است. در ملل مختلف جهان به ویژه در ایالات متحده آمریکا ارزیابی عملکرد طرح‌های آبخیزداری دارای دیرینه بیش از 67 سال است که با اهداف گوناگونی انجام شده است.

محققینی نظیر دوتی (1971)، نوبل (1963) و ساترلند (1962) که در خصوص ارزیابی نقش عملیات مکانیکی و بیولوژیکی آبخیزداری در کاهش رسوب و رواناب بررسی و تحقیق نموده اند در مجموع به این نکته تاکید دارند که موفقیت اقدامات آبخیزداری به دو عامل متناسب بودن سازه‌های حفاظت خاک و آب با ویژگی‌ها و خصوصیات حاکم بر آبخیزها و تاثیر آن‌ها در استقرار پوشش گیاهی به عنوان عامل پایداری و جزء اصلی و طبیعی هر آبخیز بستگی دارد.

بررسی‌های انجام شده در سال‌های اخیر حاکی از وقوع سیلاب‌های مخرب در اکثر مناطق کشور می‌باشد. براساس اطلاعات موجود طی سال‌های 1330 تا 1370 نزدیک به 124 میلیارد تومان خسارت سیل‌های مهم کشور بوده است که 55 درصد آن مربوط به سال‌های 1360 تا 1370 می‌باشد (مهدوی، 1376). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد افزایش وقوع سیل در دهه 1370 نسبت به دهه 1340 حدود ده برابر می‌باشد (انجمن هیدرولیک ایران، 1380). به همین منظور فعالیت‌های متنوعی در ارتباط با پیشگیری از وقوع سیلاب در حوضه‌های آبخیز در حال انجام است. بر اساس بررسی‌های انجام شده بدلیل تنوع شرایط اکولوژیکی، دستیابی به یک الگوی مشخص و یا ارائه دستورالعمل معین که بتواند دارای کاربرد یکسان در تمامی حوضه‌های آبخیز باشد میسر نیست. به همین دلیل افزون بر شناخت حوضه و مسائل آن، اولویت‌بندی عملیات آبخیزداری متناسب با پتانسیل‌های موجود اجتناب ناپذیر می‌باشد.

بررسی نتایج تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که اجرای عملیات آبخیزداری در حوضه‌های آبخیز نقش مهمی در کنترل رواناب‌های سطحی داشته است. در این ارتباط استفاده از روش‌های مختلفی نظیر مخازن متوالی جهت به حداقل رساندن دبی اوج سیلاب، توسط محققان مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است (کاربوسکی،

1993). در همین ارتباط سیمونویک استفاده تلفیقی از عملیات ساختمانی و غیر سازه‌ای را به منظور دستیابی به موفقیت بیشتر در عملیات مهار سیل پیشنهاد کرده است (سیمونویک، 2002). در بکارگیری روش‌های کنترل سیلاب بعضی محققین استفاده اصولی از اراضی را به عنوان راه‌کاری مناسب در مدیریت حوضه‌های آبخیز عنوان می‌کنند (فریسک، 2004). در همین ارتباط بروکس و همکاران (1991) نقش عملیات آبخیزداری و نحوه استفاده از اراضی در شکل‌گیری سیلاب و تغییرات کمی آن را بسیار تاثیرگذار می‌دانند.

در ارتباط با اولویت‌بندی عملیات آبخیزداری با هدف کنترل سیلاب و بهینه‌سازی عملیات یاد شده، بررسی تاثیر مکانی مناطق موثر بر دبی اوج سیلاب حوزه آبخیز رودک، واقع در شمال‌شرق تهران توسط روغنی با استفاده از مدل هیدرولوژیکی RAFTS انجام گردید (روغنی، 1376). معرفی روشی در تعیین سطوح موثر بر دبی اوج سیلاب و اولویت‌بندی این مناطق جهت عملیات کنترل سیلاب، از نتایج مهم تحقیق یاد شده می‌باشد. در همین ارتباط، طی تحقیق دیگری در حوضه آبخیز رود زرد، واقع در شمال‌شرق استان خوزستان، سطوح موثر بر دبی اوج سیل این حوضه نیز مورد بررسی قرار گرفت (روغنی، 1382). نتایج نشان داد مناطق مختلف حوزه اثرات متفاوتی در نحوه شکل‌گیری دبی اوج سیلاب دارند که با شناسایی آن‌ها و تمرکز عملیات آبخیزداری در اینگونه مناطق، کاهش قابل ملاحظه‌ای در هزینه اجرائی پروژه‌ها قابل پیش‌بینی می‌باشد.

در ادامه این تحقیقات، بررسی سهم اثر زیرحوضه‌ها در سیل‌خیزی حوضه گرمابدشت با استفاده از مدل HEC-HMS توسط محمدی (1381) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که علاوه بر مساحت حوضه، توزیع مکانی زیرحوضه‌ها نقش مهمی در شکل‌گیری سیلاب به عهده دارند. در همین ارتباط میزان تغییرات کاربری اراضی بر تغییرات الگوی آب‌های سطحی توسط خلیقی و مهدوی (1383) در حوضه بار اندوزچای استان آذربایجان‌غربی با استفاده از مدل HEC انجام گرفت. نتایج اجرای مدل نشان داد که در اثر تغییر کاربری اراضی، دبی اوج سیل نسبت به حجم سیلاب افزایش بیشتری نشان داده است.

شیب از 5 به 10 درصد، 23/3 درصد کاهش در مقدار نفوذ بوجود آمد. بر این اساس می‌توان استنباط نمود که با کاهش شیب حاصل از احداث سازه‌های کوتاه بر روی آبراه‌ها و مسیل‌ها، مقدار نفوذ بطور قابل توجهی افزایش می‌یابد. بررسی انجام شده بر مقدار نفوذ در خاک‌های مختلف براساس بافت توسط بریان (2003) خاک نشان می‌دهد که مقدار نفوذ در خاک‌های با بافت سنی و ماسه‌ای در حدود 200 میلیمتر در ساعت و یا 0/56 میلیمتر بر ثانیه می‌باشد.

با توجه به حجم بسیار قابل توجه فعالیت‌های آبخیزداری انجام شده در حوضه‌های آبخیز کشور و اهمیت بررسی اثر بخشی این فعالیت‌ها، لزوم ارزیابی نتایج عملیات آبخیزداری در ابعاد مختلف آن امری ضروری است. لذا در این تحقیق سعی گردیده تا ضمن ارزیابی تاثیر عملیات یاد شده با استفاده از مقادیر کمی حاصل از بررسی‌های صحرائی، نتایج روشنی از میزان تغییرات ایجاد شده در تولید و ذخیره رواناب‌ها در اختیار مدیران بخش‌های اجرایی کشور قرار گیرد. نتایج یاد شده نقش مهمی در بهبود کیفیت اجرا و ارائه برنامه‌های منسجم و منطبق با اهداف بخش آبخیزداری ایفا خواهد نمود. با استفاده از نتایج ارائه شده در این تحقیق، ضمن تحلیل نتایج عملیات و تاثیر آن بر کاهش میزان رواناب، امکان تعیین مناسب‌ترین تعداد سازه و مناسب‌ترین محل اجرای عملیات اجرایی فراهم می‌گردد.

مواد و روش‌ها

موقعیت و مشخصات فیزیکی منطقه

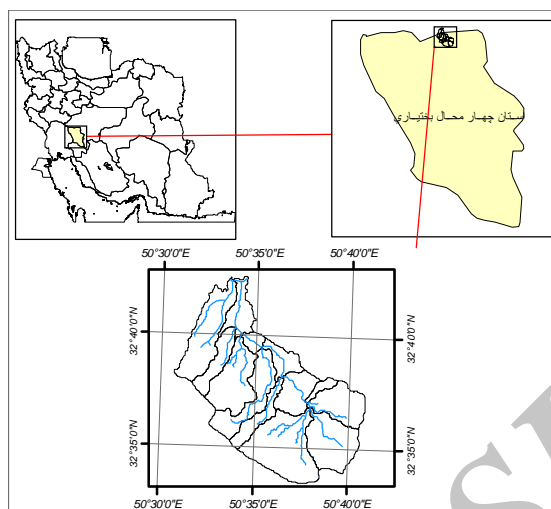
حوزه آبخیز حیدری با وسعت 112 کیلومترمربع در شمال شرقی استان چهارمحال و بختیاری بین طول‌های جغرافیایی $50^{\circ} 30' 6''$ تا $50^{\circ} 41' 6''$ شرقی و بین عرض‌های جغرافیایی $32^{\circ} 33' 23''$ تا $32^{\circ} 43' 33''$ شمالی واقع شده است. حوضه حیدری بخشی از حوزه آبخیز زاینده‌رود می‌باشد که از شمال به دریاچه سد زاینده‌رود و از جنوب به رشته کوه‌هایی که از کوه لارک تا کوه کله کهریز، سید بهاء‌الدین و برآفتاب کشیده شده است، محدود می‌شود. طول آبراه اصلی حوضه 25/36 کیلومتر است. زیرحوضه‌هایی که در آن عملیات آبخیزداری انجام پذیرفته است در مجموع حدود 100 کیلومترمربع (89/3% از کل مساحت حوضه) و طول

در ارتباط با تاثیر سدهای اصلاحی بر دبی اوج سیلاب، روشنی (2003) با استفاده از مدل HEC-HMS این موضوع را در حوضه آبخیز کن مورد بررسی قرار داد. نتایج تحقیق نشان داد با افزایش زمان تمرکز، حاصل از بکارگیری 563 سازه کوتاه، دبی اوج سیلاب به میزان 31 درصد کاهش می‌یابد. شی و همکاران (2007) نیز با استفاده از مدل هیدرولوژیک و هیدرولیک HEC، تاثیر تغییرات جریان سیلاب ناشی از بکارگیری سازه‌های کوتاه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمون آماری بیانگر معنی‌دار بودن تغییرات سیلاب بوده است. در تحقیق دیگری تاثیر عملیات آبخیزداری در حوضه گلابدره توسط عربی و بنی حبیب (1388) با استفاده از مدل هیدرولوژیکی بارش رواناب مورد ارزیابی قرار گرفت. بررسی نتایج نشان می‌دهد که تاثیر عملیات آبخیزداری در دوره بازگشت‌های پایین قابل توجه بوده است. در زمینه تاثیر الگوی توزیع مکانی عملیات آبخیزداری بر کنترل سیلاب، عوامل موثر بر سیلخیزی حوزه پل منجینق توسط روغنی و غفوری (2005) با استفاده از مدل RAFTS مورد بررسی قرار گرفت. نتایج داده‌ها حاکی از تاثیر قابل توجه الگوی توزیع مکانی عملیات کنترلی در کاهش سیلاب مناطق مختلف حوضه می‌باشد. در همین ارتباط تاثیر سیل‌خیزی زیر حوزه‌ها در شکل‌گیری هیدروگراف سیلاب از طریق مدل ریاضی HEC-HMS که توسط خسروشاهی (1380) انجام گرفت، نتایج بررسی و روش انجام شده در حوزه آبخیز رودک توسط روغنی (1376) را تائید می‌کند.

در حال حاضر نقش سازه‌های کوتاه در نفوذ و ذخیره رواناب‌ها یکی از موضوعات مهم در بحث مدیریت عملیات اجرایی می‌باشد. در همین ارتباط اندازه‌گیری‌های صحرائی انجام شده در آمریکا توسط ویور و کوتهی (1975) نشان می‌دهد که نفوذ آب در طول مدت سیلاب نقش مهمی در پایین آوردن سطح نهایی صعود آب در سازه داشته است. نتایج تحقیقات انجام شده نشان داد که حدود 64 درصد حجم سیلاب قبل از پایان زمان ورود آب به مخزن سد، در بستر آن نفوذ کرد.

در همین ارتباط شارما و همکاران (1983) نفوذپذیری خاک لومی سنی را در یک دوره شش ساله مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی‌ها نشان داد مقدار نفوذ با افزایش شیب به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. بطوریکه با افزایش شیب از 0/5 به 5 درصد، 58/5 درصد و با افزایش

آبراهه‌های برخوردار از عملیات آبخیزداری در آن‌ها 28/65 کیلومتر است (شکل 1). جدول (1). مشخصات فیزیکی حوضه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل (1): موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز حیدری

جدول (1): مشخصات فیزیو گرافی حوضه آبخیز حیدری

مساحت (Km ²)	طول آبراهه اصلی (Km)	ارتفاع متوسط (m)	شیب متوسط حوضه (%)	شیب آبراهه (%)	زمان تمرکز (hr)
112/2	25/36	2350	6	2	3/5

ضمن برنامه‌نویسی در محیط Excel، از مدل بارش-رواناب SCS استفاده گردید. در این مرحله به منظور شبیه‌سازی حوضه از مدل SCS استفاده گردید.

جانمایی و ثبت مشخصات سازه‌ها

به منظور برآورد صحیحی از میزان آب ذخیره شده و آگاهی از تاثیر عملیات مکانیکی بر تغییرات هیدروگراف سیلاب، اقدام به عملیات نقشه‌برداری از بندهای کوتاه احداث شده در زیرحوضه‌هایی که در آن‌ها عملیات سازه‌ای صورت گرفته گردید. در این روش پس از تهیه پروفیل آبراهه در طول مسیری که سازه‌ها ساخته شده‌اند، حداکثر ارتفاعی که سطح آب می‌تواند پشت سازه قرار داشته باشد، با استفاده از عملیات نقشه‌برداری تعیین گردید. جدول (2) مختصات UTM برداشت شده از پیرامون و مخازن بند و رسوب‌گیرهای آبراهه یک زیرحوضه p4 و شکل (2 و 3) به ترتیب نمایی از سازه و

تهیه داده‌ها و ارائه روش

به منظور فراهم نمودن داده‌های لازم برای انجام این تحقیق، با استفاده از نرم افزار ArcView، کلیه مشخصات و نقشه‌های مورد نیاز شامل مدل رقومی ارتفاعی⁽¹⁾ و نقشه شیب، به منظور تهیه مدل هیدرولوژیکی حوضه استخراج گردید (جدول 2). با حضور در منطقه و انجام نقشه‌برداری و حفر پروفیل خاک، مشخصات کلیه بندهای احداث شده ثبت گردید. تلفیق داده‌های یاد شده با مقادیر بارش رواناب حوضه اطلاعات لازم را از رفتار حوضه در پاسخ به عملیات یاد شده در اختیار قرار داده است.

برآورد سیلاب با بکارگیری مدل SCS

درک فرآیندهای فیزیکی و مولفه‌های هیدرولوژیکی ناشی از عملیات آبخیزداری و اثر آن‌ها در واکنش حوضه آبخیز به بارش، استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی را ضروری ساخته است. به همین منظور در انجام این تحقیق

¹ - Digital Elevation Model

پروفیل طولی آبراهه اصلی از زیرحوضه p4 نشان داده شده است.

جدول (2): حجم آب قابل ذخیره در رسوب‌گیرهای آبراهه یک زیرحوضه p4 حوضه حیدری

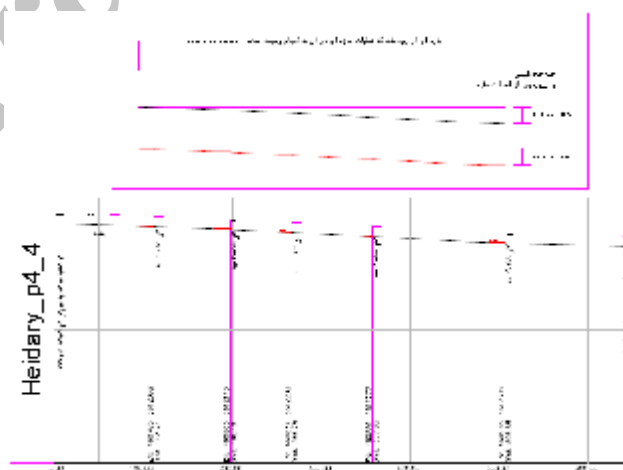
حجم آب قابل ذخیره (متر مکعب)	مشخصات جغرافیایی UTM		شماره بند
	عرض	طول	
214.95	3610725	460617	1
6048	3610808	460630	2
7.42	3610897	460659	3
18.44	3610962	460688	4
247.29	جمع (m ³)		

منظور تعیین حجم نهایی ذخیره رواناب، حجم رسوبات ترسیب یافته و درصد تخلخل آن‌ها تعیین گردید.

بررسی صحرایی انجام شده نشان می‌دهد که بخشی از مخزن بندهای یاد شده دارای رسوب می‌باشد. لذا به



شکل (2): نمایی از سازه احداث شده در منطقه

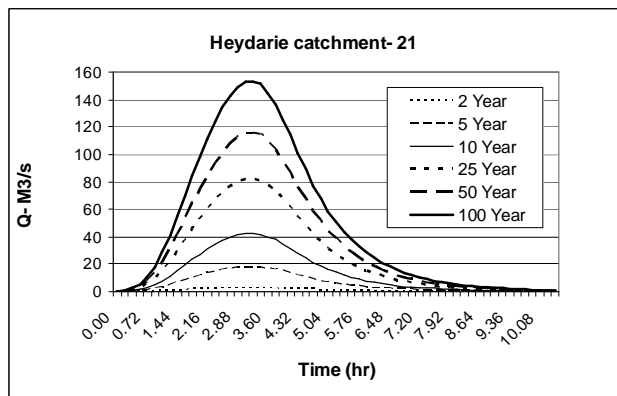


شکل (3): پروفیل طولی آبراهه اصلی برخوردار از عملیات سازه‌ای واقع در زیرحوضه p4 آبخیز حیدری

آن کلیه پارامترهای فیزیکی و هیدرولوژیکی حوزه لحاظ گردیده، بیانگر حوزه آبخیز مورد مطالعه با شرایط طبیعی و بدون انجام هرگونه عملیات می باشد.

نتایج شبیه سازی سیلاب با استفاده از مدل SCS و با دوره بازگشت های مختلف در شکل (4) و جدول (3) ارائه شده است.

براساس نتایج بدست آمده، مدل هیدرولوژیکی ساخته شده با استفاده از برنامه نویسی در محیط Excel که در



شکل (4): نتایج شبیه سازی سیلاب در حوزه آبخیز حیدری قبل از احداث سازه

جدول (3) نتایج برآورد سیلاب با دوره بازگشت های مختلف در حوزه آبخیز حیدری

دوره بازگشت (سال)	2	5	10	25	50	100
مترمکعب بر ثانیه	2/3	19/4	45/4	88/3	124/5	164/0
حجم سیلاب (هزار مترمکعب)	29	247	578	1124	1585	2089

در همین ارتباط محاسبات انجام شده با استفاده از نتایج عملیات نقشه برداری از سه مقطع از آبراهه اصلی در بالادست روستای حیدری و بکارگیری معادله (1 و 2) به نقل از پاره کار (1368)، دبی برابر با 60 متر مکعب بر ثانیه را نشان می دهد که تقریباً برابر با دبی با دوره بازگشت 25 ساله از روش SCS می باشد. شکل (6) مقاطع واقع بر آبراهه اصلی حوزه مورد مطالعه و جدول (4) مشخصات مقاطع مذکور را نشان می دهد.

با دستیابی به روابط بین پارامترهای فیزیکی و هیدرولوژیکی و تأثیر آن ها در رفتارهای هیدرولوژیکی حوزه آبخیز در قالب مدل ریاضی می توان نتیجه گرفت که با در اختیار داشتن مدل حوزه آبخیز، امکان دستیابی به الگوی مدیریتی مناسب و بررسی نتایج آن ها، قبل از هرگونه اقدام و یا ایجاد تغییر در کاربری اراضی و یا اجرای عملیات آبخیزداری با اهداف مختلف که مستلزم صرف هزینه های سنگین می باشد، میسر است.

$$Q = \frac{1}{n} \left[\frac{(h + h_v)_1 - (h + h_v)_N - \sum_{i=1}^N (K_i)}{\sum_{i=1}^N \frac{L_{i-1} - L_i}{(AR^{1/2})_{i-1} \times (AR^{1/2})_i}} \right] \quad (1)$$

رابطه

$$h_v = a \frac{V^2}{2g} \quad (2)$$

رابطه

$$a = \frac{\sum (V_i^2 \times A_i)}{A \times V^2} \quad (3)$$

رابطه

N = تعداد مقاطع عرضی، i = شماره مقطع عرضی، L = فاصله بین مقاطع عرضی، h = ارتفاع سطح آب، A = سطح مقطع جریان، R = شعاع هیدرولیکی، n = ضریب زبری جریان، Q = دبی جریان، V = سرعت متوسط و a = ضریب توزیع سرعت می باشد.

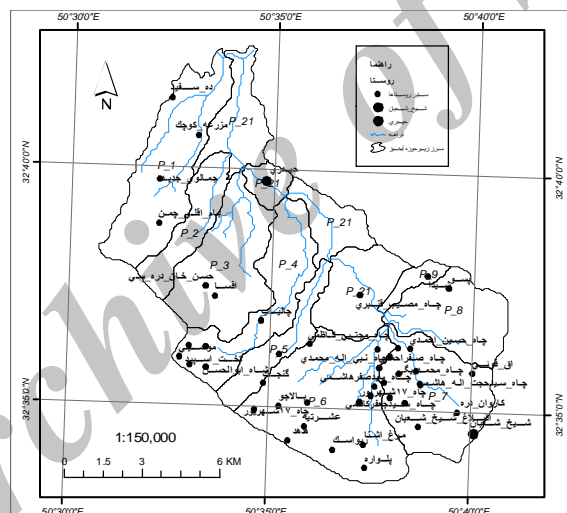
جدول (4): مشخصات هیدرولیکی مقاطع برداشت شده در خروجی حوضه مورد مطالعه

مشخصات	سطح مقطع (مترمربع)	محیط مقطع (متر)	شعاع هیدرولیکی
مقطع 1	0.71	16.78	0.04
مقطع 2	2.26	31.66	0.07
مقطع 3	1.55	21.29	0.07

بررسی رفتار حوضه در پاسخ به بارش

بررسی انجام شده نشان می‌دهد که شیب مسیل‌های واقع در زیرحوضه‌ها به واسطه انجام عملیات سازه‌ای به میزان قابل توجهی کاهش یافته است. به عنوان مثال مقدار شیب آبراهه در زیر حوضه P2 از 0/0295 درصد به 0/0195 تقلیل یافته است. بر این اساس احداث تعداد 130 سازه سنگ و ملاتی در هفت زیرحوضه از هشت زیرحوضه منطقه موجب گردیده تا در مجموع حجم

ذخیره سازه‌ها برابر با 13/067 هزار متر مکعب در مسیر جریان رواناب‌ها قرارگیرد. این موضوع نقش مهمی در تغییرات ضریب زبری بستر و ترسیب رسوبات در حال حمل توسط رواناب‌ها و همچنین ذخیره و نفوذ رواناب در حال عبور و یا جمع‌آوری شده در بستر مخزن بندها خواهد داشت. شکل (5) حوضه آبخیز حیدری، زیرحوضه‌ها و جانمایی سازه‌های موجود در آن را نشان می‌دهد.

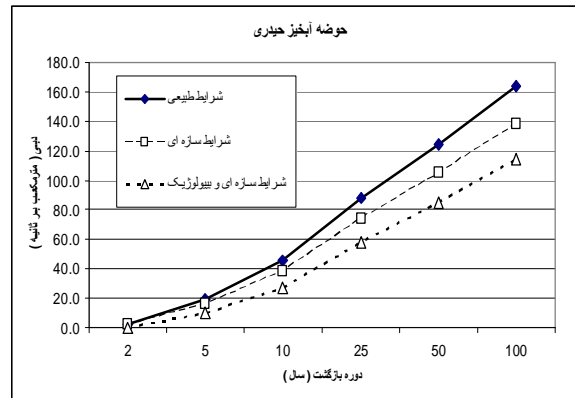


شکل (5): حوضه آبخیز حیدری و موقعیت زیرحوضه‌هایی که در آن‌ها عملیات سازه‌ای انجام گرفته است

می‌باشد. لذا تغییرات جریان حاصل از بکارگیری عملیات سازه‌ای در این شرایط، تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر کاهش میزان سیلاب نشان می‌دهد. این تاثیر با افزایش دوره بازگشت و هم‌زمان با افزایش حجم سیلاب، کاهش محسوسی نشان می‌دهد (شکل 6)

مقایسه احجام سیلاب تولید شده در این زیرحوضه با مجموع حجم مخازن حاصل از احداث 130 سازه در آبراهه‌ها (بدون احتساب مقادیر نفوذ در زمان)، بیانگر تغییرات حجم سیلاب تولید شده نسبت به حجم ذخیره بندهای یاد شده می‌باشد. این موضوع به همراه امکان بکارگیری عملیات بیولوژیک و کاهش عدد شماره منحنی موجبات کاهش بیشتر مقادیر دبی اوج و حجم سیلاب را فراهم خواهد نمود.

نظر به اینکه حجم جریان سیلاب تحت تاثیر شرایط مختلف مدیریتی از تغییرات قابل توجهی برخوردار



شکل(6): مقایسه نتایج مدل هیدرولوژیکی تحت تاثیر شرایط مختلف عملیات سازه‌ای و بیولوژیکی

عملیات سازه‌ای را نشان می‌دهد. این موضوع نتایج تحقیقات گذشته در ارتباط با عدم اثر بخشی پوشش گیاهی در دوره بازگشت‌های بالا بر کاهش سیلاب را به نقل از تلوری (1376) تأیید می‌کند. در این ارتباط بررسی تغییرات سیلاب ناشی از شرایط طبیعی و تلفیقی در مقایسه با مجموع حجم مخازن بندها بیانگر میزان تاثیر نتایج عملیات آبخیزداری می‌باشد (جدول 5).

از نکات قابل توجه در شکل (6) تغییرات حاصل از بکارگیری روش‌های مختلف مدیریتی بر منحنی تغییرات جریان می‌باشد. مقایسه منحنی جریان حاصل از روش مکانیکی با شرایط طبیعی، بیانگر کاهش تاثیر سازه‌ها بر تغییرات جریان سیلاب و متناسب با افزایش دوره بازگشت می‌باشد. این در حالی است که نتایج محاسبات تغییرات شماره منحنی در تلفیق با عملیات سازه‌ای از دوره بازگشت 25 سال به بالا انطباق محسوس با منحنی

جدول(5): نسبت دبی اوج سیلاب در شرایط طبیعی در مقایسه با سازه‌های احداث شده و شرایط تلفیق عملیات مکانیکی و بیولوژیک با دوره بازگشت‌های مختلف به متر مکعب بر ثانیه

نسبت کاهش (%)		تغییرات دبی اوج سیلاب در شرایط			دوره بازگشت
		بیومکانیکی (3)	سازه‌ای (2)	طبیعی (1)	
ستون 1 به 3	ستون 1 به 2				
100	100	0/0	0/0	2/3	2
100	100	0/0	0/0	19/4	5
77	52	10/4	21/6	45/4	10
53	35	41/1	57/8	88/3	25
45	29	68/1	88/3	124/5	50
40	26	97/9	121/7	164/0	100

بررسی نقش سازه‌ها در ذخیره رواناب‌ها

در این مرحله با توجه به در اختیار داشتن حجم مخزن پشت سازه‌ها (13/067 هزار مترمکعب) و با فرض عمق متوسط یک متر، سطحی معادل 13067 متر مربع به عنوان بستر قابل نفوذ برای 130 سازه احداث شده در زیرحوضه تحقیقاتی حاصل می‌گردد. از طرف دیگر حجم رسوبات ترسیب یافته در پشت مخازن یاد شده در سازه‌ها

تحلیل اماری نتایج داده‌های جدول یاد شده با استفاده از همبستگی پیرسون نشان می‌دهد که اجرای عملیات آبخیزداری در حالت مکانیکی و تلفیقی، در مقایسه با شرایط طبیعی، از اختلاف معنی داری در سطح 99% برخوردار بوده که به مفهوم تاثیر قابل توجه عملیات یاد شده در کاهش مقادیر سیلاب حوضه مورد مطالعه می‌باشد.

بخش‌های جنوبی دارای درز و شکاف فراوان بوده و شرایط مناسبی را برای نفوذ رواناب‌ها فراهم نموده است. بخش عمده حوضه شامل تپه ماهور و دامنه‌های منظم می‌باشد که سطح آن‌ها بطور نسبتاً کاملی به وسیله مواد ناپیوسته پوشیده شده است. بر اساس گزارش زمین‌شناسی حوضه، عوامل یاد شده موجب گردیده تا نفوذپذیری نسبتاً مناسبی بر این حوضه حاکم باشد. ویژگی‌های زمین‌شناسی موجود در حوضه آبخیز حیدری در برخورد با سیمای لرزه‌خیزی آن موجب بروز گسل‌های متعددی در منطقه شده که این موضوع درز و شکاف فراوانی را در سازندهای منطقه ایجاد کرده است (9).

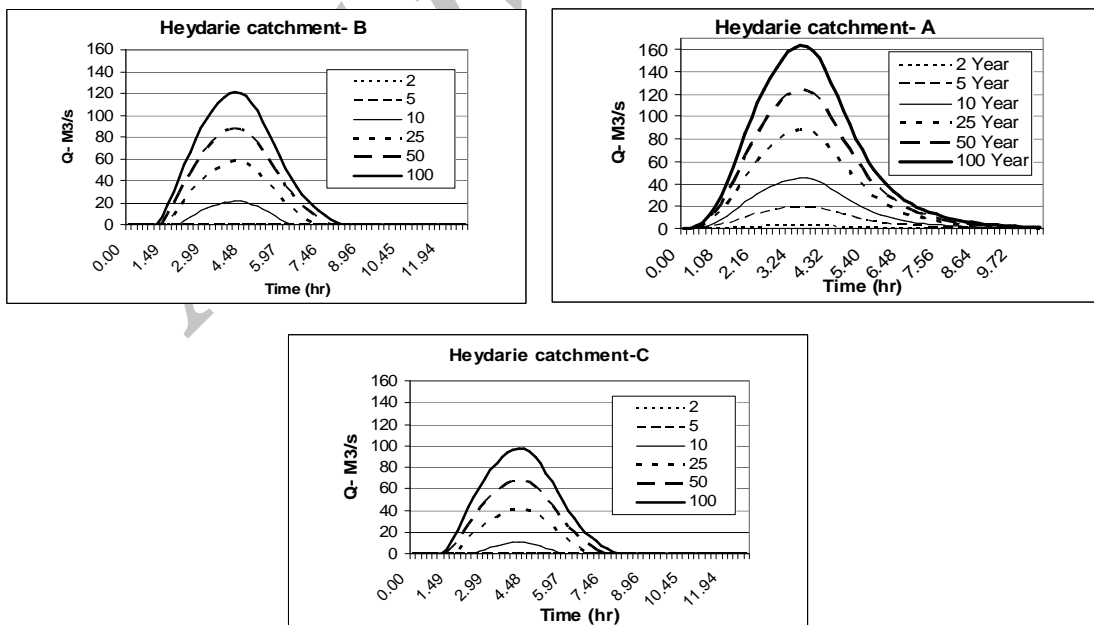
بررسی عملیات آبخیزداری نشان می‌دهد که مجموع سطوح حاصل از 130 سازه کوتاه، ضمن برخورداری از حجمی ثابت برابر با 13/067 هزار مترمکعب، قادر خواهند بود بطور متوسط 0/00128 متر بر ثانیه را بر روی سطحی در حدود 13 هزار متر مربع (مجموع سطوح حاصل از مخازن پشت سازه‌ها) نفوذ دهند.

با کسر دبی حاصل از نفوذ رواناب‌ها از هیدروگراف سیلاب در شرایط طبیعی، سازه‌ای و بیومکانیکی، ویژگی هیدروگراف‌های حاصل از عملیات آبخیزداری در شکل (7) ارائه می‌گردد.

بر اساس عملیات نقشه برداری انجام شده برابر با 15/574 هزار مترمکعب می‌باشد. با احتساب سی درصد تخلخل مفید رسوبات، بخش دیگری از رواناب ناشی از سیلاب در رسوبات مخزن ذخیره و به مرور در بستر زیرین تزریق می‌شود.

بررسی‌های صحرائی انجام شده توسط بریان (2003) در خصوص سرعت نفوذ در رسوبات بیانگر حداقل 200 میلی‌متر بر ساعت (و در بررسی صحرائی تا دو متر) نفوذ می‌باشد.

از طرف دیگر نتایج بررسی‌های میدانی در حوضه آبخیز کن با همکاری نگارنده و عباسی (1388) بیانگر وضعیت قابل توجهی در نحوه نفوذ رواناب در رسوبات پشت مخزن و همچنین بستر آبراهه‌ها می‌باشد. نتایج بررسی‌ها حاکی از متوسط نفوذی برابر با 4/6 متر بر ساعت در مسیر آبراهه و مسیل‌ها بوده است. بر این اساس با توجه به مشابهت‌های موجود از نظر درز و شکاف و نفوذپذیری سازندها و همچنین عدم وجود آمار و اطلاعات دقیق در این زمینه، از نتایج کار انجام شده در حوضه کن و تعمیم آن به منطقه مورد مطالعه استفاده گردید. در همین ارتباط بررسی گزارش زمین‌شناسی منطقه نشان می‌دهد که سازندهای آهکی کرتاسه واقع در



شکل (7): مقایسه هیدروگراف سیلاب، شرایط طبیعی A، تحت تاثیر عملیات سازه ای B و بیو مکانیکی C.

بر اساس تحلیل انجام شده، اجرای عملیات آبخیزداری در این حوضه موجب می‌گردد تا با توجه به ثابت بودن ظرفیت عبور جریان سیلاب در خروجی حوضه، امکان تخلیه سیلاب با دوره بازگشت‌های بیشتری فراهم گردد (جدول 6).

مقایسه ظرفیت عبور جریان خروجی از حوضه (برابر با شصت مترمکعب بر ثانیه) در مقایسه با مقادیر حاصل از کاهش جریان تحت تاثیر عملیات تلفیقی بیانگر پتانسیل مناسبی در تخمین تعداد سازه‌های مورد نیاز در اجرای عملیات آبخیزداری می‌باشد.

جدول (6): تغییرات دبی اوج سیلاب حاصل از عملیات آبخیزداری در مقایسه با ظرفیت عبور جریان در خروجی حوضه

کاهش سیل (m ³ /Se)	سیلاب در شرایط		ظرفیت عبور جریان (m ³ /Se)	دوره بازگشت
	تلفیقی (m ³ /Se)	طبیعی (m ³ /Se)		
100	0/0	19/4	60	5
77/1	10/4	45/4	60	10
53/4	41/1	88/3	60	25
45/3	68/1	124/5	60	50
40/3	97/9	164/0	60	100

سیلاب، کاهش سیلاب تا حد صفر و آن هم در کلیه سطوح حوضه مد نظر نمی‌باشد. بلکه بکارگیری فعالیت‌های مکانیکی و بیولوژیکی در عملیات آبخیزداری بایستی حول محور مسائل اجتماعی و اقتصادی حوضه و در نظر داشتن کلیه روابط موجود در حوضه انجام گیرد. بر این اساس توصیه می‌شود تا حجم عملیات و گستره آن متناسب با شرایط کلی حوضه صورت گیرد.

با توجه به نتایج تحقیقات انجام شده در خصوص تاثیر الگوی مکانی سطوح موثر بر دبی اوج سیلاب و شاخص مکانی آن توسط روغنی (1388) این امکان وجود دارد تا با انتخاب مکان‌های مناسب، میزان اثر بخشی سازه‌های کنترلی را تا حداکثر ممکن ارتقاء بخشید.

بر این اساس پیشنهاد می‌شود تا موضوعات منطبق با نتایج این تحقیق به مجموعه شرح خدمات مطالعات آبخیزداری اضافه گردد. در این حالت تکمیل مطالعات در زمینه موضوعاتی نظیر مکان‌یابی مناطق موثر در اوج سیلاب و به عبارتی تعیین شاخص مکانی سیل حوضه در تلفیق با مطالعات بهینه‌سازی عملیات سازه‌ای و بیومکانیکی، به منظور دسترسی به اهداف توسعه در حوضه‌های آبخیز و همچنین کاهش هزینه‌های بخش اجرا بسیار ضروری است.

بر اساس نتایج جدول فوق، وقوع سیلاب با دوره بازگشت بیش از ده سال در شرایط طبیعی موجب سرریز جریان در خروجی حوضه خواهد گردید. در حالیکه اجرای عملیات آبخیزداری موجب می‌گردد تا سیلاب 50 ساله در شرایط طبیعی از حدود 124 متر مکعب بر ثانیه به حدود 68 متر مکعب بر ثانیه و تا حدودی نزدیک به ظرفیت عبور جریان در خروجی کاهش یابد.

نتیجه‌گیری

اگرچه بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که امروزه عملیات آبخیزداری در حوضه‌های آبخیز بدون توجه به تاثیر مکانی (اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها) و همچنین حجم مورد نیاز عملیات سازه‌ای انجام می‌گیرد، لیکن نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که در صورت بکارگیری روش ارائه شده، حجم عملیات سازه‌ای و انجام هزینه‌های سرسام‌آور حاصل از آن در حوضه‌های آبخیز به میزان قابل توجهی کاهش خواهد یافت. در این حالت با در اختیار داشتن نتایج گزارش مطالعات و مقایسه احجام و دبی سیلاب‌ها، امکان برآورد حجم مورد نیاز سازه‌های مکانیکی برای کاهش جریان‌های سیلابی وجود خواهد داشت.

بطور کلی بایستی توجه داشت که هدف از انجام عملیات آبخیزداری خصوصاً در پروژه‌های مرتبط با کنترل

منابع:

- 1- انجمن هیدرولیک ایران، خبر نامه هیدرولیک، مهر ماه 1380، شماره 23 . صفحه 3 .
- 2- تلوری، ع. 1376، عوامل موثر بر وقوع یا تشدید سیلاب، کارگاه آموزشی تخصصی مهار سیلاب رودخانه‌ها، تهران: انجمن هیدرولیک ایران. 21 صفحه.
- 3- پاره‌کار، م. 1368، بررسی سرعت غیر رسوب‌گذار در کانال‌های آبیاری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران دانشکده کشاورزی کرج. 112 ص.
- 4- خسروشاهی، م. 1380. تعیین نقش زیر حوزه‌های آبخیز در شدت سیل‌خیزی حوزه، مطالعه موردی در حوزه آبخیز دماوند. پایان‌نامه دکتری جغرافیای طبیعی. گروه آبیاری، دانشگاه تربیت مدرس. 205 صفحه.
- 5- خلیقی، ش. و م. مهدوی. 1383. بررسی میزان تاثیر تغییر کاربری اراضی و مشخصات هیدرولوژیک آب‌های سطحی مطالعه موردی حوضه باراندوزچای استان آذربایجان غربی، رساله دکتری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. 142 ص.
- 6- روغنی، م. 1376، بررسی تاثیر مکانی مناطق موثر بر دبی اوج سیلاب - دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری. 128 صفحه.
- 7- روغنی، م. 1382، بررسی تاثیر مکانی مناطق موثر بر دبی اوج سیلاب به منظور کاهش خطر سیل در حوزه‌های آبخیز کشور، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، گزارش نهائی طرح تحقیقاتی. 116 صفحه.
- 8- روغنی، م. 1388، تعیین شاخص مکانی سیل در حوضه‌های آبخیز کشور، مجله علوم مهندسی آبخیزداری، سال دوم، شماره سوم. صفحات 52- 43.
- 9- سازمان جهاد کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری، 1382. مطالعات آبخیزداری تفضیلی و اجرایی حوضه آبخیز حیدری شهرکرد. 146 صفحه.
- 10- عباسی، م. 1388. ارزیابی اقدامات آبخیزداری با کمک مدل ریاضی، مطالعه موردی در حوزه آبخیز کن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی. 111 صفحه.
- 11- عربی، آ. و م. ا. بنی حبیب. 1388. مجموعه مقالات پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. 1430- 1416.
- 12- محمدی، ح. 1381، کاربرد مدل هیدرولوژیکی بارش رواناب بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی در پیش‌بینی زمان وقوع سیل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران. 152 ص.
- 13- مهدوی، م. 1376، بررسی آثار اقتصادی اجتماعی و زیست محیطی خسارات سیل، کارگاه آموزشی تخصصی مهار سیلاب رودخانه‌ها، تهران: انجمن هیدرولیک ایران. 14 صفحه.
- 14- Brian, O. 2003. Soils, Infiltration, and On-site Testing. GeoEnvironmental Sciences and Environmental Engineering Department. Texas Council of Governments.
- 15- Brooks, K.N., P.F. Folliott, H.M. Gregersen and J.L. Thames. 1991. Hydrology and the Management of Watershed, vol. 1. Iowa State University, p. 220.
- 16- Doty, R.D. 1971. Contour trenching effects on stream flow from a Utah watershed. USDA. Forest Service Res. Paper INT.98. Int. Forest and Range Exp. Sta.
- 17- Friesecke, F. 2004. Precautionary and sustainable flood protection in Germany –Strategies and instruments of spatial planning. 3rd FIG Regional Conference. Jakarta, Indonesia, October 3-7, 17p.
- 18- Karbowski, A. 1993. Optimal flood control in multireservoir cascade systems with deterministic inflow forecasts. Water resources management. Netherlands. Volume 7, No 3, Pages 207-223.
- 19- Noble, E.L. 1963. Sediment Reduction through watershed rehabilitation. Interagency Sedimentation Conf. 29. P.U.S. Forest and Game.
- 20- Roughani M., A. Ghafouri and M. Tabatabaie. 2005, An Innovative Methodology in Prioritization of Sub-catchments for Flood Control, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol. 9, Issue 1, Pages 79-87.
- 21- Roshani, R. 2003 " Evaluation the effect of check dams on flood peaks to optimize the flood control measures (Case study in Iran), M.Sc Thesis in Watershed and Environmental Management. International Institute for Geo Information Science and Earth Observation Enschede, the Nederland. 43p.

- 22- Satterland, J.B. 1962. Soil Conservation Service– Engineering field manual for conservation practices.
- 23- Shieh, Ch.L., Y.R. Guh and Sh.O Wang. 2007" The application of range of variability approach to the assessment of a check dam on riverine habitat alternation. Journal of Environmental Geology 52:427-435.
- 24- Sharma, K.D., H.P. Singh and O. P. 1983. Rainwater infiltration rate response into a bare loamy sand. Hydrological Science Journal, 28: 417-427
- 25- Simonovic, P. 2002. Tow non-structural measures for sustainable management of floods, In Proceeding of the International Workshop on London, Ontario, Canada. Pages 65-81
- 26- Weaver, R.J. and R.A. Kuthy. 1975 " Filed evaluation of a recharge basin", New Yorkstate department of transportation, engineering research and development. Research report 26

Archive of SID

Surveing the Mecanical Implementation Roles in Runoff Controlling on the Watershed (Case Study in Hydarie Catchment).

M. Roghani

Abstract:

During the last decades, because of incorrect using of natural resources, the degradation rate of watersheds soil and water resources has been increasingly grown. Furthermore, while this issue intensifies floods occurring, increases sediment production rate and decreases useful life time of dam reservoirs, it has provided the causes of decreasing the country national investments and products.

This research which has been done in Heydarie watershed with 112 kilometers area in Charmahal province, deals with evaluating of mechanical operations impact on the watershed behavior in decreasing flood and flooding potential.

The work method is on the basis of field investigations results and also on recording the physical and spatial characteristics of built buildings. In the next stage, using SCS model and simulating the watershed flood, the effect of buildings on the watershed flood and runoff control has studied.

The results show that the built buildings with volume about 13067 m³ in addition to store runoff and to impact on percolation of runoff flow is also capable of controlling the flood with time period of 50 years. The analysis of output data resulted from SCS model in normal conditions and statistical comparison with simulated flood data along with watershed operations indicates that in 95 percent level there is a meaningful difference among data. Also, using the research results, an equation has been proposed to estimate the required numbers of small dams.

Keywords: Watershed Operations, Flood Control, Runoff Storage, Small Dams Heydarie Watershed

Archive of SID