



بررسی نقش عملیات آبخیزداری در ذخیره نزولات و کنترل سیلاب حوضه با استفاده از
روش SCS و نرم افزار HEC-HMS
(مطالعه موردی: حوزه آبخیز عمارت شهرستان قوچان)

محمود اعظمی راد^۱ بیژن قهرمان^۲ کاظم اسماعیلی^۳ حسن تقوایی^۴

۱- دانشجوی دکتری مهندسی آب- معاون آبخیزداری اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان رضوی

۲- استاد دانشکده کشاورزی- دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استاد یار دانشکده کشاورزی- دانشگاه فردوسی مشهد

۴- مدیر کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان رضوی

۱- پست الکترونیک: Azamyrad@yahoo.com

۲- پست الکترونیک: Bijan_ghahreman@yahoo.com

۳- پست الکترونیک: kazem.esmaili@gmail.com

چکیده

ارزیابی کمی پروژه های آبخیزداری به منظور ارزیابی اثرات آنها و تصمیم گیری صحیح در اجرای بهینه این گونه طرحها در شرایط مشابه، ضروری می باشد. این عمل ما را در نیل به اهداف مختلف مرتبط بر فعالیتهای آبخیزداری از جمله در ذخیره نزولات و کنترل سیل کمک می نماید. این تحقیق با هدف ارزیابی تاثیر طرح آبخیزداری اجرا شده در حوضه آبخیز عمارت قوچان (با مساحت ۶۱/۲۹ کیلومترمربع) در استان خراسان رضوی از دیدگاه هیدرولوژیک صورت گرفته است و تأثیر عملیات بیولوژیک و سازه ای انجام شده در حوضه در کنترل سیل با استفاده از روش SCS و نرم افزار HEC-HMS مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه برای محاسبه تلفات، زمان تاخیر و زمان تمرکز حوضه و تخمین هیدروگراف از روش SCS استفاده شده است. فرایند بارش- رواناب در زیرحوضه ها انجام گرفت و برای روندیابی از روش موج سینماتیک استفاده شده است. هیدروگراف سیل با دوره بازگشت های متفاوت ۲ تا ۱۰۰ ساله در وضعیت قبل و نیز بعد از احداث عملیات آبخیزداری در حوضه شبیه سازی گردید. معیارهای دبی اوج و حجم سیلاب برای ارزیابی تاثیر هیدرولوژیک تعیین و مقادیر آنها در دو وضعیت مذکور با دوره بازگشت های مختلف، محاسبه شد. نتایج نمایانگر کاهش قابل ملاحظه دبی اوج (۶۰ تا ۷۰٪) و حجم سیلاب ناشی از اجرای عملیات آبخیزداری بوده است.

واژگان کلیدی: عملیات سازه ای، عملیات بیولوژیک، ارزیابی، SCS، مدل HEC-HMS، حوزه آبخیز عمارت

مقدمه :

ارزیابی پروژه های آبخیزداری از بنیادی ترین مسائلی است که در کشورها به منظور برنامه ریزی های آینده در زمینه طرح های اجرایی و مدیریت منابع طبیعی انجام می گیرد. با توجه به پیشینه طولانی اجرای پروژه های آبخیزداری در

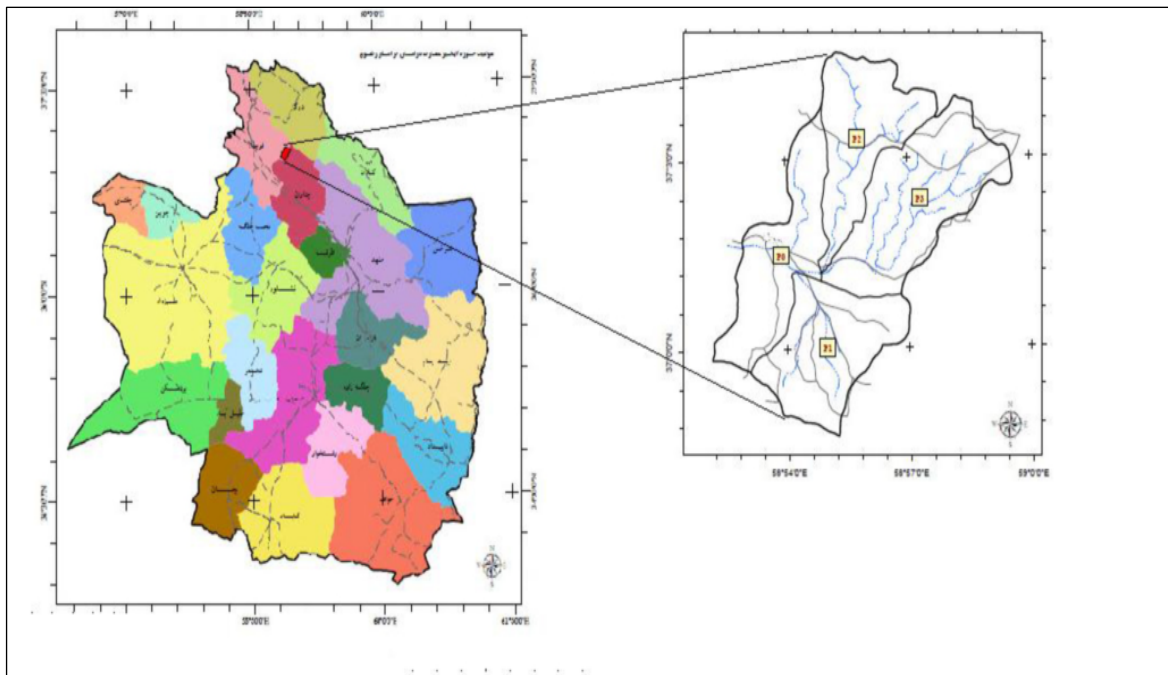


کشور لزوم ارزیابی فعالیت های انجام شده و بررسی تاثیرات موردنظر این طرحها اقدامی ضروری می باشد، اما نبود تجهیزات لازم به منظور ثبت تغییرات رخ داده در بسیاری از حوضه ها باعث دشواری کار شده است. امروزه بهره گیری از قابلیت مدل های هیدرولوژیک به منظور همانند سازی اثرگذاری های فعالیت های مدیریتی در فرایند تصمیم گیری نقش تعیین کننده ای به خود گرفته است Roo و همکاران (۲۰۰۵). از میان این مدل ها در این تحقیق مدل ریاضی HEC-HMS برای همانند سازی فرایند بارش - رواناب حوضه آبخیز عمارت بکار رفته است. مدل HEC-HMS توسط مهندسان هیدرولوژی مرکز مهندسی ارتش امریکا برای همانند سازی رواناب سطحی یک حوضه آبخیز نسبت به بارندگیهای معین طراحی شده است. بررسی های مختلفی با هدف ارزیابی فعالیت های آبخیزداری انجام شده است. از آن جمله Radwan (۱۹۹۹) با بهره گیری از مدل تجزیه سیلاب تهیه شده برای منطقه پترا در اردن به بررسی نقش فعالیت های کنترل سیلاب پرداخت. نتایج نمایانگر کاهش دبی اوج و حجم سیلاب تا میزان ۷۰٪ بوده است. Shokoohi (۲۰۰۷) در ارزیابی تاثیر ۱۴۰ سازه گابیونی و ۳ سد ذخیره ای در بالادست آبخیز شهری بهبهان با مدل HEC-HMS دریافت که احداث سازه های ذخیره ای در بالادست آبخیزهای شهری به منظور کنترل سیل مناسب است. در این تحقیق نیز با توجه به اهمیت ارزیابی اقدامات آبخیزداری، میزان آبدهی حوضه آبخیز عمارت شهرستان قوچان واقع در استان خراسان رضوی ، با در نظر گرفتن شرایط قبل و بعد از انجام اقدامات آبخیزداری با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS شبیه سازی و مقایسه گردیده است تا میزان اثربخشی اقدامات آبخیزداری بر سیلاب مشخص شود.

مواد و روشها

۱- موقعیت جغرافیایی و ویژگیهای فیزیوگرافی و اقلیمی محدوده مطالعاتی:

حوزه آبخیز عمارت- قوچان در شرق شهرستان قوچان و در فاصله حدود ۳۳ کیلومتری این شهرستان قرار دارد، وسعت کل منطقه مورد مطالعه ۶۱۲۹ هکتار است. از نظر مختصات جغرافیایی در محدوده طولهای $34^{\circ} 59' 58''$ الی $58^{\circ} 52' 08''$ شرقی و عرضهای $37^{\circ} 04' 39''$ الی $35^{\circ} 58' 35''$ شمالی واقع شده است. حوضه مورد نظر در تقسیم بندی کلی حوضه های آبریز خراسان در داخل حوضه آبریز اترک از حوضه های شش گانه خراسان قرار دارد. شکل ۱ موقعیت حوضه آبخیز عمارت را در شهرستان های استان نشان می دهد. حوضه آبخیز عمارت، بعلا اینکه در یک منطقه کوهستانی واقع است، تقریباً هر ۲-۳ سال، شاهد سیلابهایی است که از رودخانه منطقه عبور می کند. رودخانه ای که محدوده حوضه را احاطه نموده، رودخانه عمارت است که جهت شرقی- غربی دارد. زمان و مدت سیلابها ۳-۴ ساعت است و گاهی اوقات زمان آن بیشتر می شود و باعث وارد آمدن خساراتی به زمینهای اطراف رودخانه میشود. بعلا اینکه اکثر زمینهای عمارت در محدوده رودخانه قرار گرفته به همین دلیل بیشتر این زمینها در اثر سیلاب از بین رفته است و غیر قابل استفاده جهت کشاورزی می باشد. همچنین این سیلابها، عامل عمده فرسایش در منطقه می باشند. میزان خسارات سیل در باغات به حدی است که یک سوم از زمینهای زیر کشت در اثر سیل از بین رفته اند. دیگر اماکن و تأسیسات منطقه از خسارت سیل در امان هستند.



شکل ۱- موقعیت حوضه آبخیز عمارت در سطح استان خراسان رضوی

با استفاده از نرم افزارهای GIS و رقومی کردن اطلاعات پایه، خصوصیات فیزیوگرافی و اقلیمی حوضه مورد مطالعه بررسی و تهیه گردیده که در جدول ۱ ارائه شده است. حوضه به ۳ زیر حوضه هیدرولوژیک و ۱ زیرحوضه غیرهیدرولوژیک تقسیم شده است. جدول ۲ کاربری اراضی حوضه در زمان قبل از اقدامات آبخیزداری (سال ۱۳۸۲) را نشان می دهد.

جدول ۱- تعیین پارامترهای فیزیوگرافی و اقلیمی حوضه مطالعاتی

حوضه	مساحت (ha)	محیط (km)	شیب متوسط (%)	میانگین ارتفاع (m)	طول آبراهه اصلی (km)	زمان تمرکز (دقیقه)	میانگین بارندگی سالانه (mm)	میانگین درجه حرارت سالانه (c°)
عمارت	۶۱۲۹	۳۸/۹۲	۲۱	۲۰۱۸/۷۹	۱۲/۵۲	۸۲/۲	۳۶۵/۶۸	۸/۷

جدول ۲- کاربری اراضی حوضه عمارت در زمان قبل از اقدامات آبخیزداری (سال ۱۳۸۲)

ردیف	نوع کاربری	مساحت	توضیحات	درصد پراکنش
۱	مرتع	۳۱۹۱/۶۴	گاه‌ها همراه با درختان ارس	۵۳
۲	دیمزار	۱۱۵۶/۳۷	عمدتاً گندم و جو گاه‌ها غلات	۱۹/۲
۳	زراعت آبی	۲۸۰/۶	زراعت آبی همراه با باغات بصورت پراکنده	۵
۴	مناطق مسکونی	۱۳/۹	روستای عمارت	۰/۲
۵	بدون پوشش گیاهی	۱۳۴۶/۳	اراضی بدلند و رخنمون سنگی ۹۰٪	۲۲/۴
۶	مسیل	۱۳/۹۲	بستر رودخانه	۰/۲



۲- عملیات بیولوژیک اجرایی

عملیات بیولوژیک اجرا شده در سطح حوضه شامل پروژه های کپه کاری و بذرپاشی به همراه قرق بوده که مشخصات این پروژه ها در جدول ۳ ارائه گردیده است.

جدول ۳- سطح عملیات بیولوژیک اجرایی به تفکیک سال اجرا

ردیف	سال اجرا	نوع عملیات	سطح (هکتار)
۱	۱۳۸۵	کپه کاری و بذرپاشی	۳۰۰
۲	۱۳۸۵	قرق	۳۰۰
۳	۱۳۸۷	کپه کاری و بذرپاشی	۲۰۰
۴	۱۳۸۸	کپه کاری و بذرپاشی	۶۵۰

۳- عملیات مکانیکی اجرایی

این عملیات شامل سازه های گابیون و بند خاکی است که مشخصات این پروژه ها در جدول ۴ ارائه گردیده است.

جدول ۴- مشخصات عملیات مکانیکی اجرایی به تفکیک سال اجرا

زیرحوضه	سازه اجرا شده		
	تعداد	سال	نوع و مشخصات
P0	۳	۸۴	گابیون ۲/۵ متری
	۲	۸۴	گابیون ۱/۵ متری
	۲	۸۴	گابیون ۲ متری
P1	۹	۸۸	گابیون ۲ متری
	۱	۸۷	بند خاکی به ارتفاع مفید ۴/۵ متر
	۱	۸۸	بند خاکی به ارتفاع مفید ۴/۵ متر
P2	۱	۸۷	سازه گابیونی ۴ متری
	۱	۸۶	بند خاکی به ارتفاع مفید ۴/۵ متر
P3	۱	۸۷	بند خاکی به ارتفاع مفید ۴/۵ متر
	۱	۸۶	بند خاکی به ارتفاع مفید ۴/۵ متر
	۱	۸۶	سازه گابیونی ۴ متری

۴- ارزیابی تأثیر عملیات اجرایی در کاهش و کنترل سیل حوضه

برای سیل تعاریف متعددی ارائه شده است اما هر جریان سطحی صرف نظر از عامل ایجاد در صورتی سیل نامیده می شود که برحسب عرف و نظر کلی با افزایش حجم زیاد آب در یک مقطع مشخص همراه شود و از تداوم زمانی محدودی برخوردار گردد و معمولاً همراه با خسارت می باشد. اگر چه وقوع سیل در نگرش اولیه، تابع وقایع اقلیمی به ویژه مقدار، شدت و توزیع زمانی و مکانی بارندگی است اما پوشش گیاهی، نوع کاربری اراضی و دخالت انسان نیز در وقوع سیلاب تأثیر عمده دارد.

در بازدیدهای میدانی پارامترهای مورد نیاز برای توسعه مدل بارش رواناب شامل خصوصیات کیفی مربوط به حوضه، جنس خاک و وضعیت پوشش منطقه و همچنین فاکتورهای مربوط به روندیابی روش موج سینماتیک مانند عرض متوسط و شیب کناره آبراهه در هر Reach و ضریب مانینگ اندازه گیری یا برآورد شده است. در این تحقیق سعی شده است که تأثیر عملیات بیولوژیک و سازه ای انجام شده در حوضه در کنترل سیل با استفاده از روش SCS و نرم افزار HEC-HMS مورد بررسی قرار گیرد. فرآیند این مطالعه در زیر شرح داده شده است.



۴-۱- تهیه اطلاعات ورودی مدل بارش - رواناب:

در این حوضه برای تعیین وضعیت بارندگی از هایتوگراف تهیه شده توسط کاربر استفاده شد. ایستگاه باران سنجی تبرک آباد که در نزدیکی حوضه واقع شده و دارای شرایط اقلیمی مشابه حوضه می باشد به عنوان ایستگاه مبنا مورد استفاده قرار گرفت و از نتایج این ایستگاه برای حوضه استفاده شد. پس از بدست آوردن مقدار بارش ۶ ساعته برای بدست آوردن الگوی توزیع زمانی بارش از روش پیشنهادی سازمان حفاظت خاک آمریکا استفاده گردید. در جدول ۵ بارندگی ۲۴ ساعته و ۶ ساعته حوضه عمارت با دوره بازگشت های مختلف مشاهده می شود.

جدول ۵- برآورد بارش ۶ ساعته حوضه

دوره بازگشت	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
بارش ۲۴ ساعته	۳۰/۸	۳۷/۷	۴۱/۷	۴۶/۱	۴۹/۳	۵۲/۱
بارش ۶ ساعته	۱۸/۵	۲۲/۶	۲۵	۲۷/۷	۲۹/۶	۳۱/۳

۴-۲- تعیین شماره منحنی رواناب (CN حوضه):

در این مطالعه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و با کمک نرم افزار Arc view اقدام به تهیه نقشه شماره منحنی (CN) از ترکیب نقشه گروههای هیدرولوژیکی و نقشه پوشش گیاهی، برای هر واحد هیدرولوژیکی گردید. پس از تعیین شماره منحنی در یک کاربری خاص، با استفاده از میانبایی وزنی می توان مقدار آن را در زیرحوضه ها به دست آورد. مقادیر S، CN، I و I (میلیمتر) حوضه قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در جدول زیر آمده است. S پارامتری است که نشان دهنده نگهداشت آب در سطح حوضه است و Ia نگهداشت اولیه حوضه می باشد. بوسیله آزمایش در حوضه های مختلف مقدار Ia برابر $0.2S$ برآورد شده است.

۴-۳- هیدروگراف:

با توجه به عدم وجود ایستگاه هیدرومتری در محدوده حوزه عمارت برای محاسبه تلفات و تخمین هیدروگراف از روش SCS استفاده شده است.

۴-۲- روندیابی سیل:

در این مطالعه برای روندیابی از روش موج سینماتیک استفاده شده است.

۴-۵- برآورد زمان تمرکز و زمان تأخیر قبل وبعد از عملیات آبخیزداری:

در این تحقیق به منظور برآورد زمان تمرکز و زمان تأخیر از روش SCS استفاده شده است. زمان تمرکز و زمان تأخیر هر یک از زیرحوضه ها، قبل و بعد از عملیات آبخیزداری محاسبه و نتایج حاصل در جداول ۶ و ۷ ارائه شده است.

جدول ۶- زمان تمرکز و زمان تأخیر و CN زیرحوضه ها قبل از عملیات آبخیزداری

زیرحوضه	L(km)	L(ft)	CN	y	S	t lag(hr)	tc(hr)
P0	۶/۶۶	۲۱۸۴۰/۵۵۱	۸۵/۵	۱۸/۹	۱/۷	۰/۷۲	۱/۲۰
P1	۶/۴۱	۲۱۰۳۰/۱۸۴	۸۵/۶	۱۶/۷	۱/۶۸	۰/۷۴	۱/۲۳
P2	۹/۱۸	۳۰۱۱۸/۱۱	۸۵/۸	۲۷/۹	۱/۶۶	۰/۷۶	۱/۲۶
P3	۸/۸۲	۲۸۹۳۷/۰۰۸	۸۴/۱	۲۵/۶	۱/۸۹	۰/۸۱	۱/۳۵

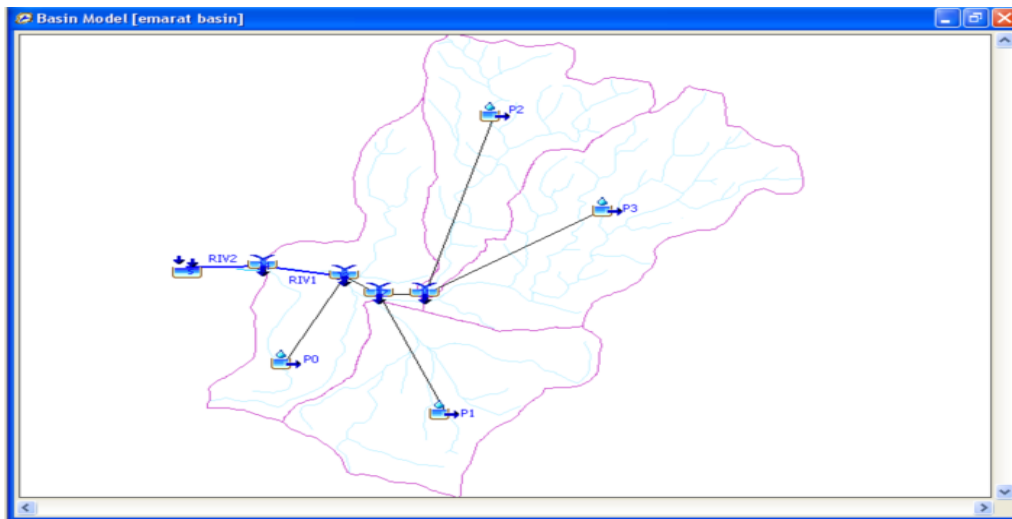


جدول ۷- زمان تمرکز و زمان تأخیر و CN زیرحوضه ها بعد از عملیات آبخیزداری

tc(hr)	t lag(hr)	S	y	CN	L(ft)	L(km)	زیرحوضه
۰/۶۵	۰/۳۹	۲/۱۸	۱۸/۹	۸۲/۱	۸۷۱۷/۱۹	۲/۶۶	P0u
۰/۹	۰/۵۴	۲/۱۸	۱۸/۹	۸۲/۱	۱۳۱۲۳/۳۶	۴	P0d
۰/۷	۰/۴۲	۲/۶۳	۱۶/۷	۷۹/۲	۷۹۰۶/۸۲	۲/۴۱	P1u
۱/۰۴	۰/۶۳	۲/۶۳	۱۶/۷	۷۹/۲	۱۳۱۲۳/۳۶	۴	P1d
۱/۳۳	۰/۸	۱/۸۶	۲۷/۹	۸۴/۳	۳۰۱۱۸/۱۱	۹/۱۸	P2
۱/۵۷	۰/۹۴	۲/۵۸	۲۵/۶	۷۹/۵	۲۸۹۳۷/۰۱	۸/۸۲	P3

۲-۶- مدل هیدرولوژیکی حوضه:

مدل هیدرولوژیکی حوضه با توجه به مفاهیم هیدرولوژی، توسط ترکیبی از اجزاء زیرحوضه ها، و خروجی ها تهیه گردید. مدل هیدرولوژیکی حوضه با ریخت درختی (نموگراف) و در محیط نرم افزار HEC-HMS Ver 3.3.0 بصورت شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲- مدل هیدرولوژیک حوضه با ریخت درختی

بحث و نتیجه گیری

۱- تعیین میزان کاهش دبی پیک سیلاب حوضه :

میزان دبی پیک سیلاب با استفاده از مدل سازی هیدرولوژیک حوضه برای سیلابهایی با دوره بازگشتهای مختلف محاسبه گردید. پس از عملیات آبخیزداری دبی پیک سیلاب، حجم و نیز ارتفاع رواناب کاهش می یابد. دبی پیک سیلاب در خروجی حوضه قبل از اجرای سازه ها برای سیلاب ۵۰ ساله برابر ۴۱/۹ مترمکعب در ثانیه بوده که پس از اجرای سازه ها و اعمال تغییرات در CN که ناشی از اجرای اقدامات بیولوژیکی در حوضه می باشد، میزان دبی پیک سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ ساله در محل خروجی حوضه به ۱۱ مترمکعب در ثانیه کاهش یافته است. درصد کاهش دبی پیک سیلاب برای هر یک از زیرحوضه ها محاسبه و نتایج در جدول ۸ ارائه شده است.



۲- در اثرات فعالیتهای آبخیزداری برخی از عوامل موثر در مقدار سیل تغییر می کند. زمان تمرکز حوضه تغییر کرده و مقدار آن برای کل حوضه از ۱.۳ به ۱.۵ افزایش یافته. و مقدار (CN) از ۸۵ به ۸۰ بدلیل تغییر وضعیت پوشش عمدتا کاهش یافته است.

۳- حجم کل سیلاب در محل خروجی حوضه از ۳۹۹ هزار متر مکعب به ۱۱۹/۵ هزار متر مکعب کاهش یافته است. بنابراین حجم سیلاب کنترل شده ناشی از عملیات آبخیزداری در سطح حوضه معادل ۲۷۹/۵ هزار متر مکعب می باشد. براین اساس حدود ۷۰ درصد از حجم سیلاب در اثر اجرای عملیات آبخیزداری کنترل و مهار می گردد که خود می تواند در کاهش خسارت به اراضی و اماکن روستایی و همچنین تغذیه منابع حوضه تاثیر گذار باشد.

جدول ۸- میزان تغییرات دبی پیک و حجم سیلاب در محل خروجی حوضه

دوره بازگشت	قبل از عملیات آبخیزداری		بعد از عملیات آبخیزداری		تغییرات حجم سیلاب (1000M3)	درصد تغییرات حجم سیلاب (1000M3)
	دبی پیک (M3/S)	حجم سیلاب (1000M3)	دبی پیک (M3/S)	حجم سیلاب (1000M3)		
۲	۸/۹	۱۰۴/۶	۱/۱	۱۱/۹	۹۲/۷	۸۸/۶
۵	۱۸/۵	۱۹۷/۹	۴/۳	۴۱/۹	۱۵۶	۷۸/۸
۱۰	۲۵/۶	۲۶۰/۹	۵/۸	۶۶	۱۹۴/۹	۷۴/۷
۲۵	۳۴/۷	۳۳۸/۸	۸/۵	۹۶/۲	۲۴۲/۶	۷۱/۶
۵۰	۴۱/۹	۳۹۹	۱۱	۱۱۹/۵	۲۷۹/۵	۷۰/۱
۱۰۰	۴۸/۴	۴۵۴/۹	۱۳/۶	۱۴۵/۱	۳۰۹/۸	۶۸/۱

ارزیابی میزان کاهش خسارت مالی سالیانه سیلاب

در طی سالهای ۱۳۸۶، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ برای کنترل رواناب حوضه تعداد ۱۸ بندگابیونی و ۵ بندخاکی ساخته شده است. برای این منظور در مجموع ۵۸۶۰۰۶۰ هزار ریال هزینه شده است. عملیات بیولوژیک در حوضه شامل بذریاشی، کپه کاری، علوفه کاری و قرق بوده که در مجموع ۵۶۷/۴۷ میلیون ریال هزینه دربرداشته است. بنابراین هزینه کل شامل هزینه عملیات مکانیکی و بیولوژیک به همراه هزینه مطالعات مجموعاً به میزان ۶۶۸۲۵۳۰ هزار ریال است. با بررسی های انجام شده مشخص گردید قبل از ساخت بندهای خاکی، همه ساله بخشی از زمینهای کشاورزی حاشیه رودخانه در حدود ۱۰ هکتار در مسیر رودخانه دچار آبگرفتگی می شده است و سالانه دهها میلیون ریال خسارت به اراضی کشاورزی و مرتعی واردآمده است. با انجام عملیات بیولوژیکی و مکانیکی میزان خسارت مالی تا حدود زیادی کاهش یافته است. ضمن آنکه بندهای خاکی تأثیر قابل توجهی در کنترل سیل و تغذیه منابع آب زیرزمینی داشته است، نقش پوشش گیاهی متأثر از اجرای پروژه های بیولوژیک در کنترل رواناب را نیز باید مورد توجه قرار داد.

منابع:

۱. مهدوی، محمد، ۱۳۸۱، هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، ۴۴۰ص.
۲. اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان رضوی، طرح مطالعات ارزیابی حوضه آبخیز عمارت شهرستان قوچان - ۱۳۹۰

3- Radwan, A., 1999. Flood Analysis and Mitigation for Area in Jordan, Journal of Water Resources and Management, 125 (3):170-177.



- 4- Roo, A.D., Schmuck, G., Perdigao, V., Thielen, J. 2005. The influence of historic land use changes and future planned land use scenarios on floods in the Oder catchment. *Physics and Chemistry of the Earth*. 28 1291-1300p.
- 5- Shokoohi, A.R. 2007. Assessment of Urban Basin Flood Control Measures Using Hydrogis Tools. *Journal of Applied Science* 7(13): 1726-1733