

## ارزیابی میدانی تأثیر عملیات آبخیزداری و مدیریت پایدار منابع آب بر کاهش فرسایش و رسوب حاصل از سیلاب

مهدی سرائی تبریزی<sup>۱\*</sup>، شیوا محمدیان خراسانی<sup>۲</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۶)

### چکیده

امروزه با توجه به نیاز انسان به آب، تلاش برای رسیدن به منابع آبی پایدار امری ضروری و حائز اهمیت می‌باشد. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر احداث سازه‌های آبی بر حفاظت و مدیریت بهینه منابع آب و خاک در حوزه آبخیز نشر همدان بود. بدین منظور، با پیمایش صحرایی مشخصات سازه‌های احداثی یادداشت و اطلاعات منابع آب منطقه شامل چاه، چشمه و قنات برداشت شد. اطلاعات منابع آب نیز قبل از احداث سازه‌ها از اداره آب منطقه‌ای همدان اخذ شد. نتایج پژوهش نشان داد در سطح حوزه آبخیز ۸۵۶ سازه احداث شده است که ۶۶۰ سازه خشکه‌چین با روکش ملاتی، ۴ سازه خشکه‌چین و ۱۹۲ سازه گابیونی بودند. حجم مخازن ایجاد شده با اجرای این سازه‌ها برابر با ۵۰۹۳۶/۶ مترمکعب بوده که ۲۹۵۰۲/۵ مترمکعب از آن‌ها پر شده است و حجم خالی که در حال حاضر می‌تواند سیلاب را کاهش دهد ۲۱۴۳۴/۱ مترمکعب می‌باشد. مجموع دبی سه چشمه شاهد حوزه آبخیز نشر قبل احداث سازه‌ها ۱/۸ لیتر بر ثانیه بوده که این دبی بعد از احداث به ۲/۱۵ لیتر در ثانیه رسیده است. متوسط ارتفاع آب چاه‌های منطقه از سطح زمین قبل احداث ۱۱ متر و بعد از احداث به ۹ متر کاهش پیدا کرده است. همچنین مجموع دبی قنات‌های فعال منطقه قبل احداث ۳۲/۵ لیتر بر ثانیه بوده که این دبی بعد از احداث به ۳۸/۵ لیتر در ثانیه رسیده است. بنابراین تأثیر احداث سازه‌های آبی مثبت بوده و منجر به افزایش منابع آبی منطقه شده است.

**واژه‌های کلیدی:** حوزه آبخیز نشر، سازه‌های آبی، مشخصات رسوب، مشخصات هیدرولیکی

سرائی تبریزی م.، محمدیان خراسانی ش. ۱۴۰۱. ارزیابی تأثیر عملیات آبخیزداری و مدیریت پایدار منابع آب بر کاهش فرسایش و رسوب حاصل از سیلاب. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۱۰ شماره ۳. صفحه: ۱۰۴-۱۱۶.

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- دانش‌آموخته دکتری گروه علوم و مهندسی خاک، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

\* پست الکترونیک: [m.sarai@srbiau.ac.ir](mailto:m.sarai@srbiau.ac.ir)

## مقدمه

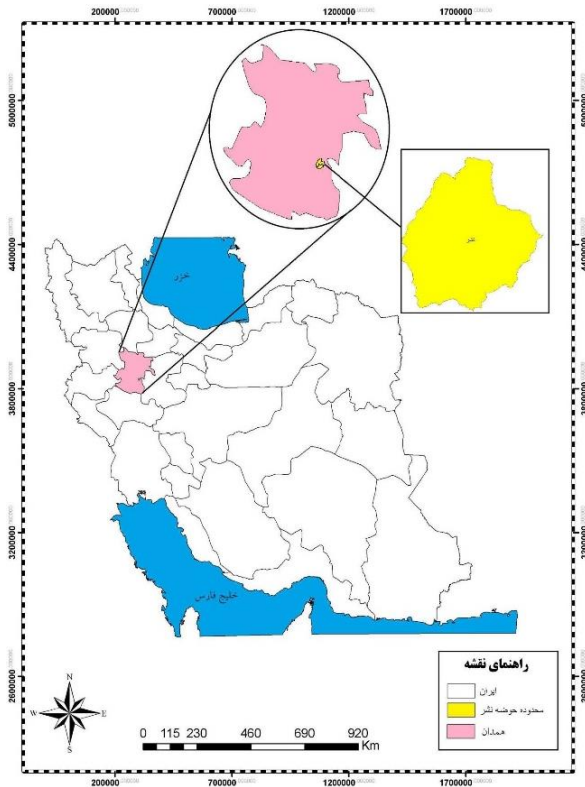
اجرای پروژه‌های احداث سازه‌های آبی یکی از فعالیت‌های عمده و زیربنایی کشور می‌باشد که به مدیریت جامع منابع آب، خاک و پوشش گیاهی در راستای بهره‌برداری بهینه و حفظ سرمایه اصلی کشور کمک می‌نماید (Shiravi *et al.*, 2016). ضرورت حفاظت از منابع آب و خاک و پوشش گیاهی حوزه آبخیز بر کسی پوشیده نیست. برخلاف بسیاری از مناطق دنیا، به دلیل وضعیت جغرافیایی، سیاسی و توپوگرافی آب در محل زندگی ایرانیان مهیا نبوده و با شیوه‌هایی همچون قنات، بندهای انحرافی، سدهای کوتاه و آب انبار، آب مورد نیاز خود را تأمین می‌کرده است. در عصر کنونی با افزایش بی‌رویه جمعیت، برداشت غیر اصولی از منابع آبی، نیاز به غذا و بهره‌برداری نامناسب از خاک بشر را همچون پیشینیان بر آن وا می‌دارد که نسبت به تأمین آب سالم و نگهداشت آن، به دنبال شیوه‌های نوین باشد و خود را محدود به مکان و زمان نکند (Ekhtesasi *et al.*, 2011). به طور کلی سازه‌های آبی به مجموعه سازه‌ها و تأسیسات حفاظتی و تنظیمی گفته می‌شود که برای کنترل، تنظیم و مدیریت مناسب‌تر جریان آب دائمی و فصلی و همچنین جلوگیری از هدر رفت و فرسایش منابع خاک در سطح حوزه آبخیز طراحی می‌شوند تا توزیع آب و بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک (بهره‌برداری مناسب از آب سبز (ذخیره آب در منطقه توسعه ریشه) و آب آبی (تغذیه منابع آب زیرزمینی و سطحی) را جهت آبیاری و آبادانی و یا تثبیت شرایط هیدرولوژیکی حوضه آبریز بدون تخریب منابع خاک فراهم کنند. بهره‌برداری و مدیریت این سازه‌های آبی یکی از شیوه‌های ذخیره‌سازی و استفاده از آب می‌باشد که در سال‌های اخیر به‌طور ویژه مورد توجه قرار گرفته است (Jafari *et al.*, 2021; Shiravi *et al.*, 2016; Rezayi Arefi, 2012).

صادقی و همکاران (Sadeghi *et al.*, 2004) در پژوهشی به ارزیابی کیفی اثرات اقدامات سازه‌ای در کاهش سیلاب و گل‌آلودگی آب‌ها در حوزه آبخیز کن پرداختند. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که اجرای طرح‌های آبخیزداری کنترل سیل، حدود ۱۵ تا ۳۰ درصد منجر به کاهش فراوانی وقوع سیل و گل‌آلودگی آب‌های سطحی می‌گردد. رئیس‌یان (Raisian, 2004) در پژوهشی تأثیر احداث

سازه‌های آبی را در حوزه آبخیز هرچگان واقع در شمال استان چهارمحال بختیاری مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه دست یافت که با توجه به اندازه‌گیری دبی ورودی و خروجی از بندهای احداث شده، اختلاف این دو مقدار یعنی ۱۴۲/۸ لیتر در ثانیه از آب‌های ورودی به مخازن بندها در طول آبراهه نفوذ کرده است. به‌طور کلی حداقل در طول صد روز از سال در این آبراهه جریان فصلی جاری می‌باشد. در پژوهشی رضایی عارفی (Rezayi Arefi, 2012) تأثیر آبخیزداری بر کنترل سیلاب و تغذیه آب‌های زیرزمینی را در حوضه آبریز بندقراء رودخانه شش تراز کاشمر مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه دست یافت که علاوه بر اینکه بررسی‌ها نشان‌دهنده اثرگذاری مثبت سازه‌ها در تغذیه آب زیرزمینی می‌باشد، روستائیان نیز از احداث سازه‌ها رضایت داشتند. چمن پیرا و روغنی (Chamanpira & Roghani, 2017) به ارزیابی تأثیر عملیات احداث سازه‌های آبی در کاهش سیلاب در حوزه آبخیز دادآباد پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در دوره بازگشت‌های پایین، حوضچه‌های ذخیره آب، از توانایی بالایی برای ذخیره‌سازی رواناب و کاهش دبی اوج سیلاب برخوردار می‌باشند لیکن با افزایش دوره بازگشت، نقش این اقدامات در مهار سیلاب و کاهش دبی اوج کاهش می‌یابد.

خالدیان و بیات (Khaledian & Bayat, 2017) در پژوهشی نقشه احداث سازه‌های آبی آبخیزداری در کاهش فرسایش و رسوب را در حوزه آبخیز بررسی کردند و به این نتیجه دست یافتند که بین رسوبدهی قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری اختلافی معنی‌دار وجود دارد. نیتین جوهنسون و همکاران (Nittin Johnson *et al.*, 2013) اثر اقدامات آبخیزداری را بر روی پتانسیل آبیاری و تغییرات سطح آب زیرزمینی در یکی از ایالات هند بررسی کردند و به این نتیجه دست یافتند که سطح آب زیرزمینی در چاه‌های باز از ۰/۶ تا ۷/۴ و به‌طور متوسط ۳/۹ متر بالاتر آمده است. نبی‌پور و همکاران (Nabipour *et al.*, 2014) به بررسی تأثیر عملیات سازه‌ای بر خصوصیات سیل پرداختند و دریافتند که فاکتورهایی نظیر زمان تداوم، زمان فروکش، زمان اوج و دبی اوج تحت تأثیر عملیات اجرا شده از ۰/۵ تا ۷۰ درصد کاهش یافته است.

بخش مرکزی دهستان گنبد واقع شده است. روستاهای نشر، آق تپه و مسلم آباد از جمله مراکز جمعیتی این منطقه به شمار می‌روند (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز نشر در استان همدان

Figure 1. Geographical Location of Nashar basin in Hamedan Province

## روش کار

نخست در سال ۱۳۹۱ اطلاعات منابع آب موجود منطقه و اطلاعات نقشه‌های پایه منطقه نظیر نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی، اطلاعات هیدرولوژی و هیدروژئولوژی منطقه مربوط به قبل از احداث سازه‌ها شامل شیب طولی، شیب عرضی، خط الرأس‌ها و خط القعرها و جنس سازندها و نوع آبخوان استخراج و مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله بعد، پس از احداث سازه‌ها و بهره‌برداری قطعی از همه سازه‌های آبخیزداری احداث شده طی سه مرحله بازدید میدانی (حین اجرا و بهره‌برداری) در سال ۱۳۹۳، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ به عمل آمد. سپس در سال ۱۳۹۷ موقعیت سازه‌ها، وضعیت کنونی

چانگ و همکاران (Chang *et al.*, 2016) پژوهشی با عنوان مدل‌سازی فرآیند بارش- رواناب با استفاده از ذرات هموار هیدرودینامیک با ذرات جرم متفاوت انجام دادند. در این مطالعه، یک روش نوین برای اتخاذ ذرات با جرم متفاوت در هیدرودینامیک ذرات هموار برای حل معادلات آب کم‌عمق و مدل بارش- رواناب پیشنهاد شده است. روش پیشنهادی با استفاده از ذرات با جرم متفاوت قوی و قابل اعتماد برای مدل‌سازی فرآیندهای بارش- رواناب به اثبات رسید.

روی و توماس (Roy & Thomas, 2016) در پژوهشی به مقایسه هیدروگراف واحد استخراج شده در حوضه رودخانه بهارادپوژا<sup>۱</sup> پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که آبنمود واحد توسعه یافته توسط توزیع بتا مسطح است و عدم تطابق هیدروگراف شبیه‌سازی با مشاهده‌ای را می‌توان به وسعت زیاد حوزه آبخیز مورد مطالعه و توسعه و مدیریت به هنگام منابع آب و خاک نسبت داد. بنابراین وقوع سیلاب از یک طرف و کمبود منابع آبی یا بهتر است گفته شود بحران آبی در کشور وجود دارد و اجرای روش‌هایی که منجر به حفظ منابع آب و خاک و مدیریت این منابع گردند، ضروری و حائز اهمیت می‌باشند. هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی تأثیر عملیات آبخیزداری بر مدیریت مناسب رسوب و فرسایش و مدیریت پایدار منابع آب حاصل از سیلاب با استفاده از مطالعات میدانی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

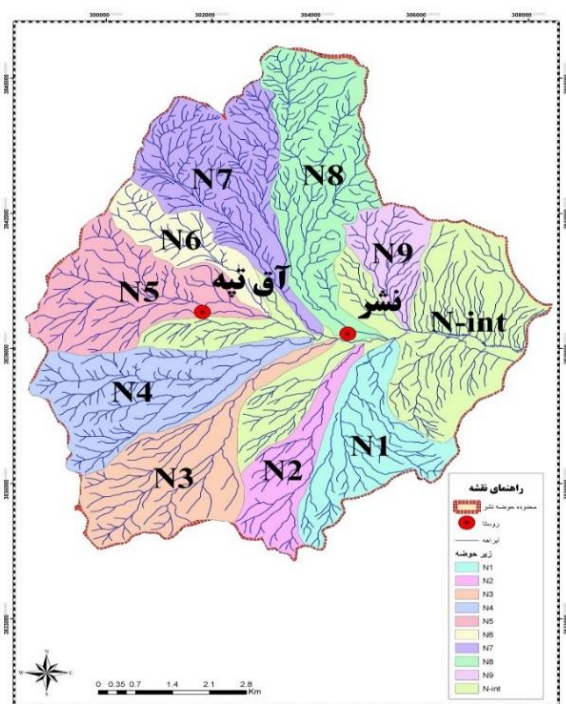
حوزه آبخیز نشر شهرستان همدان یکی از سرشاخه‌های حوزه آبخیز قره‌چای است. از نظر موقعیت جغرافیایی بین  $35^{\circ}$  و  $48^{\circ}$  و  $48'$  و  $48'$  تا  $35'$  و  $54'$  و  $48'$  طول شرقی و  $34^{\circ}$  و  $37'$  و  $40'$  الی  $34^{\circ}$  و  $44'$  و  $00'$  عرض شمالی با مساحتی بالغ بر ۶۸۳۰ هکتار واقع می‌باشد. رودخانه اصلی حوزه آبخیز نشر با طول بالغ بر ۱۰ کیلومتر از غرب به شرق حوزه آبخیز در جریان است. حداکثر ارتفاع حوزه آبخیز ۲۵۴۲ متر و حداقل آن ۲۱۰۰ متر می‌باشد. از نظر تقسیمات کشوری، حوزه آبخیز نشر در شهرستان همدان

<sup>1</sup> Bahara Poshar River



شکل ۲- شمایی از پارامترهای برداشت شده از هر سازه در سطح حوزه آبخیز مورد مطالعه

Figure 2. Some of the parameters extracted from each dam at the level of the studied basin



شکل ۳- نقشه واحدهای هیدرولوژیکی حوزه آبخیز مورد مطالعه

Figure 3. The map of hydrological units in the case study

### مشخصات سازه‌های احداثی

در سطح حوزه آبخیز ۸۵۶ عدد سازه احداث شده که از این بین ۶۶۰ سازه خشک‌چین با روکش ملاتی، ۴ سازه خشک‌چین و ۱۹۲ سازه گابیونی بوده که از بین آن‌ها ۸۲ سازه دارای تخریب جزئی تا شدید بودند. با توجه به اطلاعات به‌دست آمده حجم مخازن ایجاد با اجرای این سازه‌ها برابر با ۵۰۹۳۶/۶ مترمکعب بوده که از این میزان ۲۹۵۰۲/۵ مترمکعب را رسوب در برگرفته است (در حدود

آن‌ها و میزان رسوب گرفته شده بر اساس روش مستقیم با ابزار نمونه‌برداری مشخصات رسوب پشت هر سازه شامل عرض رسوب، طول رسوب، حجم و وزن رسوب و همچنین اطلاعات فنی سازه شامل ارتفاع سازه، تاج یا طول سازه و نوع سازه برآورد و با استفاده از مدل CIVIL3D تدقیق شد (شکل ۲). سپس از چاه، چشمه و قنات‌های موجود در اطراف سازه‌های احداث شده بازدید و وضعیت کنونی آن‌ها نیز تعیین و با شرایط قبل از احداث مقایسه شد. در نتیجه ورودی‌های لازم برای اجرای مدل HEC-HMS و MPSIAC جمع‌آوری و این مدل‌ها به‌منظور شبیه‌سازی شرایط هیدرولوژیکی و هیدرولوژیکی حوضه و میزان فرسایش اجرا گردید. به‌منظور کمی کردن نقش اقدامات اجرایی سازه‌ها، هایتوگراف<sup>۱</sup> بارش با دوره بازگشت مختلف تهیه و شرایط هیدرولوژیکی قبل و بعد از احداث مقایسه شد و کارآیی احداث این سازه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. برای تهیه نقشه CN حوضه از تلفیق نقشه‌های پوشش گیاهی برای قبل و بعد از احداث سازه‌ها، گروه‌های هیدرولوژیکی خاک و کاربری اراضی قبل و بعد از احداث سازه‌ها و تشکیل ماتریس مربوطه استفاده و در نهایت مقدار CN وزنی هر یک از زیرحوضه‌ها از نقشه نهایی استخراج گردید (شکل ۳).

برای شبیه‌سازی فرآیندهای بارش-رواناب و دریافت اطلاعات تکمیلی منطقه درحوزه‌های آبخیز شاخه درختی معمولاً از مدل هیدرولوژیکی مانند HEC-HMS استفاده می‌شود. این مدل برای کاربرد در محدوده وسیعی از نواحی جغرافیایی جهت حل مسائل مختلفی شامل منابع آب و هیدرولوژی، سیل‌های بزرگ و رواناب حوزه‌های آبخیز طبیعی یا شهری کوچک طراحی شده‌است. آبنمودهای تولیدشده توسط این مدل به‌طور مستقیم در تلفیق با نرم‌افزارهای دیگر برای مطالعات و پروژه‌های آبی از جمله منابع آب، زهکشی کشاورزی و شهری، پیش‌بینی جریان، تأثیر شهرسازی‌های آینده، طراحی سرریز مخزن، کاهش خسارات سیل، مدیریت سیلاب دشت و بهره‌برداری از سیستم‌های منابع آب به کار می‌رود. به-منظور شبیه‌سازی فرآیند بارش-رواناب در مدل HEC-HMS سه مؤلفه مدل حوضه، مدل بارش و شاخص‌های کنترل تعیین و برای مدل تعریف گردید.

<sup>۱</sup> Hyetograph

تحلیل تغییرات حاصل شده در ابعاد هیدروگراف سیلاب و میزان وقوع سیلاب برای سیلاب‌های با دوره بازگشت مختلف با بهره‌گیری از مدل SCS در نرم‌افزار HEC-HMS گردید. تأثیر اقدامات مکانیکی با تغییر طول مسیر آب، شیب طولی آبراهه اصلی و همچنین نگهداشت حجمی از رواناب حوزه آبخیز و نفوذ در مدل لحاظ گردید و مدل برای هیتوگراف بارش‌های با دوره بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال اجرا و نتایج مقایسه گردید (جدول‌های ۱ و ۲).

۵۷/۹۲ درصد) و حجم خالی که در حال حاضر می‌تواند سیلاب را تقلیل دهد ۲۱۴۳۴/۱ مترمکعب می‌باشد (در حدود ۴۲/۰۸ درصد کل مخزن ایجاد شده).

### نتایج و بحث

اندازه‌گیری و برآورد میزان سیلاب کنترل و استحصال شده اقدامات اجرایی

در این مطالعه به منظور بررسی نقش اقدامات اجرایی آبخیزداری و تأثیر آن در سیلاب حوضه نشر، اقدام به

جدول ۱- دبی سیلاب زیرحوضه‌ها با دوره بازگشت‌های مختلف قبل از اقدامات آبخیزداری (مترمکعب بر ثانیه)

Table 1. Flood discharge of sub-basins with different return periods before watershed management measures (cubic meters per second)

Sub-basin	Area (km <sup>2</sup> )	Concentration time (T <sub>c</sub> ) clock	Return period (year)					
			2	5	10	25	50	100
N1	5.6	0.63	70	77	83	90	96	100
N2	3.5	0.75	38	42	46	50	53	55
N3	7	0.93	72	79	85	92	97	102
N4	7.5	0.87	80	88	94	102	108	113
N5	7	0.76	85	93	99	107	113	118
N6	2.9	0.71	40	43	46	49	51	53
N7	7.9	0.95	92	98	104	111	117	121
N8	8.9	0.84	94	104	112	121	129	134
N9	2.6	0.33	47	52	56	62	65	69
Nint	14.7	1	110	124	136	149	159	168

جدول ۲- دبی سیلاب زیر حوضه‌ها با دوره بازگشت‌های مختلف بعد از اقدامات آبخیزداری (مترمکعب بر ثانیه)

Table 2. Sub-basin flood discharge with different return periods after watershed management measures (cubic meters per second)

Sub-basin	Area (km <sup>2</sup> )	Concentration time (T <sub>c</sub> ) clock	Return period (year)					
			2	5	10	25	50	100
N1	5.6	0.63	48	50	87	108	125	142
N2	3.5	0.76	26	27	48	60	70	79
N3	7	0.93	45	47	82	102	118	134
N4	7.5	0.87	51	52	90	113	131	148
N5	7	0.77	53	55	93	116	134	153
N6	2.9	0.72	23	24	40	50	57	65
N7	7.9	0.98	51	52	84	102	117	132
N8	8.9	0.86	64	66	108	133	153	174
N9	2.6	0.34	40	42	73	91	106	120
Nint	14.7	1.02	83	86	150	187	217	246

تأثیرگذار می‌باشد. انجام اقدامات بیولوژیک که منجر به افزایش پوشش گیاهی در سطح حوزه آبخیز می‌گردد، می‌توانست نقشی مؤثر در افزایش توان نفوذ آب و کاهش رواناب سطحی حوزه آبخیز داشته باشد. همچنین توسعه

تعیین میزان کاهش دبی پیک سیلاب حوزه آبخیز انجام عملیات آبخیزداری در سطح حوزه آبخیز، به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم در رفتار هیدرولوژیکی حوزه آبخیز و عکس‌العمل سامانه آبخیز در مقابل بارش،

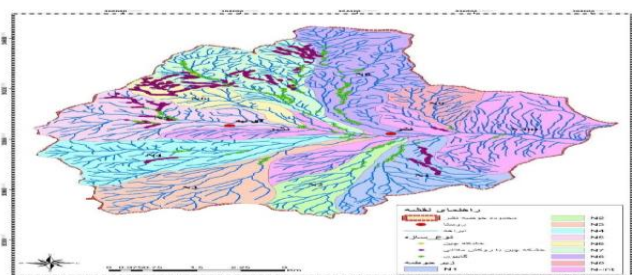
پوشش گیاهی و برجا ماندن بقایای گیاهی بر سطح خاک باعث ایجاد بستری مناسب برای سقوط قطره باران و مهیا کردن زمینه نفوذ می شود که به تبع آن، سهم رواناب حوزه آبخیز کاهش می یابد و در کل، موجب افت دبی اوج سیلاب می گردد (جدول ۳).

جدول ۳- میزان زمان تمرکز و CN قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری

Sub-basin	Area (km <sup>2</sup> )	Concentration time (T <sub>c</sub> )		CN	
		Before watershed management	After watershed management	Before watershed management	After watershed management
N1	5.6	0.63	0.63	76	81
N2	3.5	0.75	0.76	77	84
N3	7	0.93	0.93	75	82
N4	7.5	0.87	0.87	75	80
N5	7	0.76	0.77	74	77
N6	2.9	0.71	0.72	72	73
N7	7.9	0.95	0.98	71	66
N8	8.9	0.84	0.86	76	70
N9	2.6	0.33	0.34	78	84
Nint	14.7	1.09	1.02	80	83

قرار دارد. البته ضعف عملکرد می تواند ناشی از اشکال در طراحی یا اجرای نامناسب باشد، در نتیجه با قاطعیت نمی توان عملکرد سازه ها را به نوع آن ها ارتباط داد. از بین سازه های آبخیزداری احداث شده، ۶۶۰ سازه خشکه چین با روکش ملاتی، ۴ سازه خشکه چین و ۱۹۲ سازه گابیونی بوده که از بین آنها ۸۲ سازه دارای تخریب جزئی تا شدید بودند. با توجه به اطلاعات بدست آمده حجم مخازن ایجاد با اجرای این سازه ها برابر با ۵۰۹۳۶/۶ مترمکعب بوده که از این میزان ۲۹۵۰۲/۵ متر مکعب را رسوب در بر گرفته است (در حدود ۵۷٪/۱۹۲) و حجم خالی که در حال حاضر می تواند سیلاب را تقلیل دهد ۲۱۴۳۴/۱ مترمکعب می باشد (در حدود ۴۲٪/۰۸ کل مخزن ایجاد شده) (شکل ۴). در زیر تصاویر تعدادی از سازه های احداث شده در نشر (شکل ۵) و مشخصات عملیات مکانیکی آن ها ارائه شده است (جدول ۴).

ارزیابی اولویت بندی مؤثرترین عملیات اجرایی در کنترل سیلاب  
اجرای عملیات آبخیزداری در حوزه آبخیز مورد مطالعه به طور کامل از نوع عملیات مکانیکی و احداث بندهای رسوبگیر بوده، بنابراین امکان اولویت بندی مؤثرترین عملیات در کنترل سیل وجود ندارد. تنها می توان عملکرد انواع مختلف بندهای رسوبگیر را از نظر میزان تخریب و مقاومت در مقابل سیل با هم مقایسه کرد. برای بازسازی ۸۲ سازه تخریب شده به اضافه یک خشکه چین مدفون شده و در حقیقت ۸۳ سازه، نیاز به احداث ۱۳۸۵ مترمکعب سازه می باشد که از این مقدار ۱۱۹۷ مترمکعب گابیونی، ۱۶۲ مترمکعب خشکه چین با روکش ملاتی و ۲۵ مترمکعب خشکه چین می باشد. همچنین مقایسه انواع سازه ها بر اساس معیار عملکرد کنترل رسوب در واحد حجم مخزن نشان می دهد که سازه خشکه چین با روکش ملاتی با عملکرد ۷۲ درصد در رتبه اول قرار دارد. سازه گابیونی با عملکرد ۵۰ درصد در رتبه بعدی



شکل ۴- جانمایی عملیات مکانیکی آبخیزداری در حوزه آبخیز نشر

Figure 4. Locating watershed mechanical operations in Nashar basin



شکل ۵- برخی سازه‌های موجود در سطح حوزه آبخیز (به ترتیب از بالا سمت راست شکل الف: ساز حفاظتی سنگی سیمانی، بالا سمت چپ شکل ب: سازه سنگی سیمانی تنظیمی جریان و شکل ج: سازه سرریز تلاطم‌گیر-رسوب گیر جریان)

Figure 5. Some dams at the level of the basin

جدول ۴- مشخصات عملیات مکانیکی به تفکیک زیرحوضه در حوزه آبخیز نشر

Table 4. Specifications of mechanical operations by sub-basin in the basin

row	Sub-basins	Type of structure	Number	Dam volume (Cubic meters)	Sediment volume (Cubic meters)
1	N-int	Gabion	10	2888.8	1371.38
		Chek dam with sement cover	4		
2	N9	Gabion	1	967.6	241.92
		Chek dam with sement cover	49		
3	N8	Gabion	64	11215.9	6002.9
		Chek dam with sement cover	22		
4	N7	Gabion	310	12591.17	5826.1
		Chek dam with sement cover	310		
5	N6	Chek dam	1	8128.6	5683.9
		Gabion	2		
6	N5	Chek dam	176	18.43	17.5
		Gabion	2		
7	N4	Chek dam	23	4021.5	2881.7
		Gabion	176		
8	N3	Chek dam	23	4541.1	2813.2
		Gabion	82		
9	N2	Chek dam	10	1627.14	1394.15
		Gabion	14		
10	N1	Chek dam	8	707.2	458.4
		Gabion	11		
		Chek dam	14	1370.1	760.14
		Gabion	14		
		Chek dam with sement cover	1	2858.3	2051.1
		Gabion	54		
Total		Gabion	192	33552.04	17080.1
		Chek dam	4	124.75	30.92
		Chek dam with sement cover	660	17259.8	12391.4

### ارزیابی اثرات اقدامات اجرایی در وضعیت منابع آب

به منظور پایش دقیق، با توجه به میزان آبدهی و همچنین موقعیت مکانی هر منبع اعم از چاه، چشمه و قنات اقدام به انتخاب منابع آبی برتر جهت نمونه برداری و اندازه گیری دبی در بازه های زمانی معین گردید که در جدول های (۵) تا (۷) اطلاعات توصیفی منابع آب زیرزمینی موجود در حوزه آبخیز است. بنابراین دبی کنونی با برداشت صحرائی اندازه گیری شد و با پرس و جوی محلی و آمار اداره آب منطقه ای استان همدان مقدار دبی قبل از عملیات برآورد شد. پایش و ثبت تغییرات زمانی آبدهی منابع آبی حوضه با هدف بررسی نقش اقدامات مختلف اجرایی در تغییر رژیم هیدرولوژیکی، یکی دیگر از اهداف این پژوهش می باشد. بدین منظور با توجه به نقشه منابع آبی حوضه رژیم هیدرولوژیکی اقدام به بررسی پراکنش و نحوه توزیع منابع آبی در سطح حوضه گردید. نظر به اینکه همواره اندازه گیری میزان آبدهی منابع آبی با دبی های کم با خطایی زیاد همراه می باشد و امکان ثبت تغییرات دبی برای بازه های زمانی کوتاه ممکن نمی باشد، برای ارزیابی اثرات عملیات آبخیزداری بر وضعیت منابع آب اعم از سطحی و زیرزمینی لازم است که اطلاعات مربوط به رواناب، سیل و منابع آب زیرزمینی شامل چاه، چشمه و قنات قبل احداث اندازه گیری و ثبت گردیده و با اندازه گیری مقادیر مربوط در حال حاضر مقایسه شود. به منظور تعیین تغییرات فصلی منابع مختلف و امکان مقایسه آن با شرایط قبل از اجرای اقدامات آبخیزداری، برنامه زمان بندی برای برداشت اطلاعات در بازه های زمانی مورد نظر تهیه شد. این پایش شامل اندازه گیری میزان آبدهی منابع آبی حوزه آبخیز اندازه گیری سیلاب های به وقوع پیوسته و ثبت آثار به جا مانده، اندازه گیری میزان فرسایش و رسوب، اندازه گیری ابعاد سازه های آبخیزداری، سطح تاج و گرایش پوشش گیاهی و بررسی وضعیت فنی اقدامات اجرایی در بخش سازه می باشد که در مورد سیلاب، این کار از طریق افراد محلی آشنا با کار صورت گرفته لیکن در مورد سایر بخش ها، در بازه های زمانی انجام شد. این پژوهش بر گرفته از هشت نوبت بازدید محلی و مذاکرات

حضور با کارشناسان اداره منابع طبیعی و آبخیزداری محدوده مطالعاتی و پرسش و پاسخ از آن ها و کشاورزان بومی منطقه و همچنین مطالعه چندین باره گزارشات فنی موجود و اندازه گیری های میدانی بوده است. عمده داده ها بر اساس اندازه گیری در بازدیدهای محلی و مذاکرات حضوری با کارشناسان محلی بوده است شامل تعداد و ابعاد سازه های آبخیزداری موجود و مشخصات دبی و عمق جریان و میزان رسوب گذاری در محدوده آن ها، بخشی هم بر اساس گزارشات فنی موجود و اطلاعات آب منطقه ای همدان به دست آمد شامل مساحت زیرحوضه ها، ضریب CN و دبی چشمه ها و قنات و تراز سطح آب چاه ها و فقط برای برآورد رواناب با دوره بازگشت های متفاوت و زمان تمرکز در زیرحوضه ها بعد و قبل از عملیات آبخیزداری از مدل HEC-HMS استفاده شد. با ۷۰ درصد داده ها مدل را واسنجی کرده و با ۳۰ درصد دیگر داده ها مدل صحت سنجی شد. همچنین مشخصات جریان شامل عمق و دبی جریان با برداشت صحرائی اندازه گیری و با پرس و جوی محلی و آمار اداره آب منطقه ای استان همدان، مقدار دبی قبل و بعد از عملیات آبخیزداری تدقیق گردید. لذا به منظور پایش دقیق، با توجه به میزان آبدهی و همچنین موقعیت مکانی هر منبع اعم از چاه، چشمه و قنات اقدام به انتخاب منابع آبی برتر جهت نمونه برداری و اندازه گیری دبی در بازه های زمانی معین گردید. بنابراین دبی کنونی با برداشت صحرائی اندازه گیری و با پرس و جوی محلی و آمار اداره آب منطقه ای استان همدان، مقدار دبی قبل از عملیات برآورد گردید. اعداد جدول های ۵، ۶ و ۷ در ماه های آبان، مرداد و شهریور برداشت شده است. همانگونه که مشخص است تأثیر سازه های آبخیزداری در مناطق شاهد مثبت بوده و در فصل بارش با جمع شدن رواناب در پشت این سازه ها، دبی منابع آب زیرزمینی شاهد افزایش یافته است (جدول های ۵، ۶ و ۷). به طور کلی ۵۰ درصد اطلاعات بر اساس آمار اخذ شده از ادارات، ۳۰ درصد بر اساس اندازه گیری های میدانی و ۲۰ درصد بر اساس اطلاعات محلی آبخیزنشینان است (شکل ۶).



جدول ۵- تغییرات ارتفاع سطح آب چاه‌های شاهد موجود در سطح حوزه آبخیز

Table 5. Changes in the water table of control wells in the basin

Name	Location		Height after (m)	Height before (m)
	X (UTM)	Y(UTM)		
Chardoli	301792	3839761	4-6	3-4
Aghamohammadi	302219	3840048	5-7	3-5
Farahani	302584	3838141	7-9	7-9
Hatami	302737	3841155	7-9	5-7
Azimi	303083	3838479	16-18	15-16
Ghanbari	303293	3840698	14-16	14-16
Ghareghozlou	303318	3838478	19-21	17-19
Vazini	303439	3838662	5-7	5-7
Pasandideh	303455	3838394	11-13	9-10
Jame bozorg	303497	3840558	17-19	16-18
Mirzaee	303692	3839831	6-8	5-7
Vafayi	304476	3839655	11-13	10-12
Hoseini	304480	3839926	17-19	17-19
Samadi	304504	3839524	4-6	3-5
Amani	305971	3839413	5-7	5-6

جدول ۶- تغییرات دبی چشمه‌های شاهد موجود در سطح حوزه آبخیز

Table 6. Changes in the discharge of control springs at the level of the basin

Name	Location		After (Lit S <sup>-1</sup> )	Before (Lit S <sup>-1</sup> )
	X (UTM)	Y (UTM)		
Gand Ali Dare	303426	3843670	0.7-0.9	0.8-1.2
Kahrizi	304063	3837332	0.6-0.8	0.7-1
Ghadere	304157	3843332	0.2-0.4	0.2-0.4

جدول ۷- تغییرات دبی قنات‌های شاهد موجود در سطح حوزه آبخیز

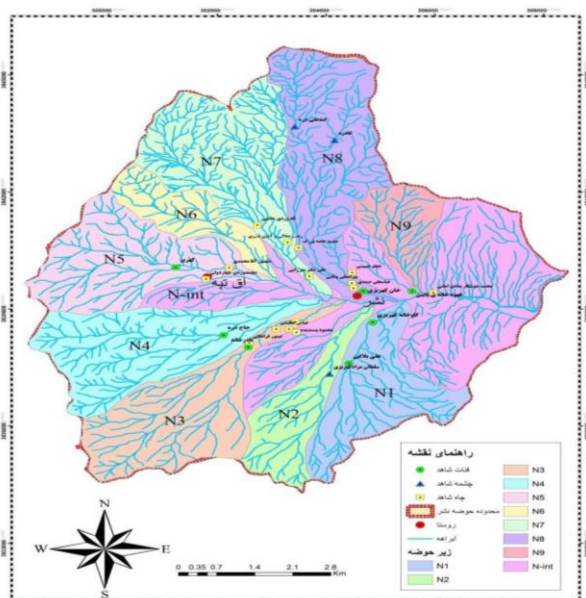
Table 7. Changes of discharge of available control qanats in the basin

Name	Location		After (Lit S <sup>-1</sup> )	Before (Lit S <sup>-1</sup> )
	X (UTM)	Y (UTM)		
Balaghi	304422	3837594	1-2	1.5-2.5
Gahvekhane	305582	3839445	1-1.5	2-3
Hajdare	302119	3838323	1.5-4	1.5-4
Kahriz	301239	3840057	4-5.4	5-6
Naderkhaneh	302574	3838010	7-10	7-10
Kahrizi	304689	3839448	5-7	8-9
Gavkhane	304863	3838648	6-9	8-9.5

قومی و قبیله‌ای در اجرای این‌گونه طرح‌ها به‌وجود آورد. اما خوشبختانه بررسی‌ها نشان داد که تقریباً دیدگاه واحدی در خصوص احداث سازه‌ها در حوزه آبخیز وجود دارد. با توجه به اینکه شغل اهالی حوزه آبخیز کشاورزی و دامداری است، با اجرای طرح‌هایی که سبب بهبود در این مشاغل می‌شود، می‌توان به افزایش درآمد خانوارهای حوزه آبخیز کمک بسزایی کرد. یکی از راهکارهایی که به سبب کنترل فرسایش و سیلاب، از تخریب خاک و منابع طبیعی جلوگیری می‌کند و بدنبال آن باعث افزایش

تأثیر سازه‌های آبخیزداری در مناطق شاهد مثبت بوده و در فصل بارش با جمع شدن رواناب در پشت این سازه‌ها، دبی منابع آب زیرزمینی شاهد افزایش یافته است. در مواردی که در پایین دست سازه‌ها، منابع آب زیرزمینی وجود نداشت، نمی‌توان هیچ‌گونه اظهار نظری کرد. ساکنین حوزه آبخیز، اختلافات قومی و قبیله‌ای و مسائلی از این دست با هم ندارند. وجود تبعات منفی اقدامات اجرایی، صرف نظر از عوامل فنی که سبب این تبعات می‌شود، می‌تواند دیدگاه‌های مختلفی را در اثر اختلافات

منطقه بوده است که با یافته‌های جنوبی و همکاران (Jonoubi *et al.*, 2018) همخوانی دارد.



شکل ۶- منابع آب زیرزمینی شاهد موجود در سطح حوزه آبخیز

Figure 6. Control groundwater resources in the level of the basin

### نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اینکه اکثر بلایای طبیعی از جمله سیل، طوفان، تند باد، گرم شدن شدید و خشکسالی متأثر از عوامل جوی و اقلیمی همچون تغییرات آب و هوا بوده و کنترل این عوامل در شرایط کنونی خارج از توان بشر می‌باشد اما با انجام برخی عملیات به‌ویژه آبخیزداری می‌توان اثرات مخرب و منفی زیست‌محیطی ناشی از بلایای طبیعی را تا حدودی کاهش و اثرات مثبت نظیر تثبیت خاک، کاهش تبخیر، کاهش آلودگی آب و هوا، افزایش پوشش گیاهی و افزایش تنوع زیستی گیاهی و جانوری را تقویت کرد. عملیات آبخیزداری همچون کاشت درخت، تقویت مراتع، روش‌های سازه‌ای و مالچ‌پاشی می‌تواند تا حدودی موارد و مشکلات مذکور را کاهش دهد. بنابراین به‌منظور رفع و پیشگیری بسیاری از مشکلات مذکور انجام عملیات آبخیزداری با رعایت استانداردهای علمی (نظیر تعیین نوع عملیات مورد نیاز اعم از سازه‌ای، بیولوژیکی و حتی تعیین نوع عملیات سازه‌ای نظیر خشکه‌چین، گابیون و غیره و نوع عملیات بیولوژیکی مانند کشت گیاهان مرتعی سازگار

باروری خاک و افزایش عملکرد محصولات می‌شود، طرح‌های آبخیزداری مانند احداث سازه‌های مکانیکی و عملیات بیولوژیکی است. با توجه به اینکه در این حوزه آبخیز تنها عملیات مکانیکی اجرا شده است، نمی‌توان تقدم و تأخر اقدامات اجرایی را بین دو روش مکانیکی و بیولوژیکی بیان کرد و فقط می‌توان بین انواع سازه‌های اجرا شده این مقایسه را انجام داد که با یافته‌های پیشکار و همکاران (Pishkar & Salarzadeh, 2007) همخوانی دارد. با پرس‌وجوی محلی برخی از اهالی معتقد بودند که اجرای طرح، تأثیری در معیشت و درآمد ساکنین نداشته است و برخی بیان کردند که این طرح در دراز مدت ممکن است باعث بهبود وضعیت آبخوان‌ها شود که با رفع مشکل کم‌آبی، می‌تواند باعث افزایش میزان محصولات کشاورزی و کاهش هزینه‌ها شود که با یافته‌های بختیار هم (Bakhtiar, 1997) همخوانی خوبی دارد. با توجه به تأثیر ذکر شده برای سازه‌ها، هر سازه‌ای که بتواند رسوب بیش‌تری را کنترل کند در امر بهبود درآمد حوزه آبخیز نقش مؤثرتری خواهد داشت. در این حوزه آبخیز سه نوع سازه خشکه‌چین با روکش ملاتی، بدون روکش و گابیونی احداث شده که سازه خشکه‌چین با روکش ملاتی با عملکرد  $0/72$  مترمکعب رسوب در واحد حجم مخزن در رتبه اول و سازه گابیونی با مقدار  $0/51$  مترمکعب رسوب در واحد حجم مخزن در رتبه بعدی قرار دارد که با یافته‌های اعلمی و همکاران (Alami *et al.*, 2007) همخوانی دارد. با بررسی به‌عمل آمده و پرس‌وجوی محلی در چند سال اخیر یک سیل در منطقه به وقوع پیوسته است که باعث تخریب قنوات این حوزه آبخیز شده است. بررسی‌ها نشان داد که در صورت نبود سازه‌ها علاوه بر از بین رفتن اکثر قنوات، اراضی کشاورزی زیادی به علت سیلاب و رسوب فراوان به اراضی غیرقابل استفاده تبدیل می‌شد. همچنین چون در آبراهه‌های اطراف مناطق مسکونی سازه احداث گردیده بود، از خطر جانی و مالی فراوان به روستاییان جلوگیری کرد که با یافته‌های چمن-پیرا و روغنی (Chamanpira & Roghani, 2017) مطابقت دارد. در نهایت مجموع دبی سه چشمه شاهد حوزه آبخیز نشر قبل احداث سازه‌ها  $1/8$  لیتر بر ثانیه بوده که این دبی بعد از احداث به  $2/15$  لیتر در ثانیه رسیده است که نشان‌دهنده تأثیر مثبت احداث این سازه‌ها بر منابع آب

احتمالی بخش‌های مختلف اقتصادی در پایین‌دست حوزه آبخیز وجود ندارد. بنابراین ساکنین پایین‌دست حوزه آبخیز، از اهداف اجرای پروژه آبخیزداری، کنترل سیلاب و کاهش خسارات مالی به بخش‌های مختلف اقتصادی، سود می‌برند. همچنین می‌توان با شناخت دقیق مشخصات بارش از طریق منحنی‌های شدت-مدت-فراوانی اثر مخرب فرسایش و رسوب را تعدیل نمود.

با محیط و یا نهالکاری، بذرپاشی و غیره) دارای توجیه فنی و اقتصادی می‌باشد. عملیات مکانیکی اجرا شده در بالادست باعث کاهش سیل‌خیزی اراضی پایین‌دست می‌شوند. همچنین به علت نگهداشتن آب در پشت سازه‌ها، باعث پرشدن آبخوان‌ها شده، که مشکل کم‌آبی اراضی پایین‌دست را تا حدودی رفع یا از آن می‌کاهد. بررسی‌ها نشان داد که اطلاعات خاصی پیرامون خسارات

## References

- Alami M.T., Dadashpour Y. and Salehi K. 2007. Investigating the Effect of Construction of Protected Structures on the Kojenag River Route Using Modeling in HEC-RAS Software. Fourth National Conference on Watershed Management in Iran. Management of Watershed Areas. Karaj. Faculty of Natural Resources, University of Tehran.
- Bakhtiar A. 1997. Socio-economic appraisal of Fasa's flood disaster projection. The final report of the Ministry of Agriculture Jihad. Natural Resources and Animal Sciences Research Center of Fars, No. 123, 190 p. (In Persian)
- Chamanpira R. and Roghani M. 2017. Evaluation of the Effect of Watershed Operation on Reducing Flood in Dadabad Basin. *Journal of Engineering and Watershed Management*, 10(3): 350-360.
- Chang T.j., Chang Y.Sh. and Chang K.H. 2016: Modeling rainfall-runoff processes using smoothed particle hydrodynamics with mass-varied particles. *Journal of Hydrology*, 23: 1-10.
- Ekhtesasi M. R., Sehhati M. T., Mosleh-Arani A. and Azimzade. H.R. 2011. Survey on some characteristics of andesitic and granitic lithology effect on vegetation cover establishment in arid lands (case study: Mehriz-Yazd). *Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi)*, 92: 32-43. (In Persian)
- Jafari A., Sarai Tabrizi M. and Babazadeh H. 2021. Effects of watershed management practices in reducing the erosion and sedimentation (Case study: Alikandi Boukan Watershed). *Applied Soil Research*, 8(4): 57-68. (In Persian)
- Jonubi R., Rezavardinejad V., behmanesh J. and Abaspour K. 2018. Investigation of quantitative changes in the groundwater table of Miandoab plain affected by surface and groundwater resources management using the MODFLOW-NWT mathematical model. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 49(2): 467-481. (In Persian)
- Khaledian H. and Bayat R. 2017. The Role of Watershed Projects in Reducing Erosion and Sedimentation of Watersheds. *The Journal of Environment and Water Engineering*, 3(3): 200-213.
- Nabipoor Y., Vafakhah M., and Moradi H.R. 2014. Evaluation of watershed management practices (wmps) effect on flood characteristics. *Journal of Water and Soil Science*, 18(67): 199-212.
- Nittin Johnson J., Govindaradjane S., and Sundararajan T. 2013. Impact of watershed manage on the groundwater and irrigation potential: A case study. *Int. J. Eng. Innov. Technol. (IJEIT)*, 2(8): 42-45.
- Pishkar A.R., Mir R., and Salarzadeh T. 2007. Investigating the Effect of Watershed Management on Socio-Economic Development of Villages, A Case Study in Lavrin Fine, Bandar Abbas, Hormozgan Province. Fourth National Conference on Watershed Management and Management of Iran watershed management, Karaj, Faculty of Natural Resources, Tehran University.
- Raisian R. 2004. Effectiveness of Watershed Management in Surface Water Containment. National Conference on Watershed Management and Water and Soil Management. Kerman Shahid Bahonar University, 8 Noember. (In Persian)

- Rezaee Arefi M. 2012. The Influence of Watershed Management on Flood Control and Ground Water Feeding (Case Study: Band-e-Qora Watershed, Shesh taraz river of Kashmar). *Scientific-Research Quarterly of Geographical Data*, 21 (84): 95-104. (In Persian)
- Roy A., and Thomas R. 2015: A comparative study on the derivation of unit Hydrograph for Bharathapuzha river basin. International conference on Emerging Trends in Engineering, Science and Technology (ICETEST 2015): Procedia Technology 24 (2016) 62 – 69. doi: 10.1016/j.protcy.2016.05.010.
- Sadeghi S.H.R., Sharifi F., Forootan A., and Rezaee, M. 2004. Quantitative performance evaluation of watershed management measures (Case Study: Keshar SubWatershed). *Journal of Pajouhesh & Sazandegi*, 65: 96-102. (In Persian)
- Samph D.S., Weerakoon S.B., and Herath S. 2015. HEC-HMS Model for Runoff Simulation in a Tropical Catchment with Intra- Basin Divisions-Case Study of the Deduru Oya River Basin, Sri Lanka. *Engineer-Vol XLVIII*, No. 01, pp: 1-9. The institution of Engineers, Sri Lanka.
- Shiravi B., Golkarian A., and Abotalebi pirnaeimi, A. 2016. Distribution pattern optimization of watershed check dams to 25, 50 and 75 percent of flood control (Case study: A sub catchment of Kashaf road). *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 47(3): 605-611. (In Persian)

## Field Evaluation of the Effect of Watershed Management Operations and Water Resources Sustainable Management on Reducing Erosion and Sediment from Floods

Mahdi Sarai Tabrizi<sup>1\*</sup>, Shiva Mohammadian Khorasani<sup>3</sup>

(Received: April 2021 Accepted: August 2021)

### Abstract

Nowadays, given the human need for water, efforts to reach sustainable water resources are essential and important. The purpose of this study was to investigate the effect of water structures construction on the conservation and optimal management of water resources in Nashar basin. For this purpose, by field survey, the specifications of the construction structures and information on water resources in the area, including wells, springs and qanats, were collected. Information on water resources was obtained from the Hamedan Regional Water Department before the construction of the structures. The results showed that 856 small water structures were constructed in the watershed, of which 660 were mortar-clad inland structures, 4 were inland-china structures and 192 were gabion structures. The volume of reservoirs created by the implementation of these structures is equal to 50936 cubic meters, of which 29502 cubic meters have been filled and the empty volume that can currently reduce floods is 2143434 cubic meters. The total discharge of the three springs control watershed before the construction of the structures was 1.8 liters per second, which after construction has reached 2.15 liters per second. The average water height of wells in the region has decreased from 11 meters before ground construction to 9 meters after construction. Also, the total discharge of active qanats in the area before construction was 32.5 liters per second, which has reached 38.5 liters per second after construction. Therefore, the impact of the construction of water structures is positive and has led to an increase in water resources in the region.

**Keywords:** Nashar watershed, water structures, sediment characteristics, hydraulic characteristics

Sarai Tabrizi M., and Mohammadian Khorasani Sh. 2022. Effects field evaluation of the effect of watershed management operations and water resources sustainable management on reducing erosion and sediment from floods. *Applied Soil Research*, 10 (3): 104-116.

1. Assistant Professor, Department of Water Engineering and Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2. PhD., Department of Soil Engineering and Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

\* Corresponding Author Email: [m.sarai@srbiau.ac.ir](mailto:m.sarai@srbiau.ac.ir)