

بررسی تأثیر پخش سیلاب بر تغییرات کمی بده قنات سهرین-قره چریان زنجان

فرزاد بیات موحد^{۱*}

چکیده

پخش سیلاب یکی از روشهای بهره برداری از سیلاب و استفاده بهینه از آن می باشد که می تواند تأثیرات مثبتی در مقابله با بحران آب و خشکسالی و بهره برداری پایدار از آن داشته باشد و بایستی درمورد تأثیرات آن بر منابع آبهای زیرزمینی در تمام جوانب بررسیهای لازم صورت پذیرد. در این بررسی از یک رشته قنات موجود در عرصه ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب بر آبخوان سهرین-قره چریان زنجان استفاده گردید. از زمان احداث ایستگاه جمعا^۱ پنج مورد آبیگری انجام گرفته که در هر بار با فاصله ای اندک، بده جریان خروجی قنات نیز افزایش یافته است. بررسی بده خروجی قنات در پنج دوره آبی نشان می دهد که میزان حد اقل بده جریان خروجی از ۲ لیتر درثانیه درآبان سال ۷۶ به ترتیب به ۵/۶ و ۴/۸ لیتر درثانیه درآبان ماه سال ۷۷ و ۷۸ افزایش یافته که با توجه به خشکسالی سالهای آبی ۷۶ تا ۷۸ درخور اهمیت می باشد. این افزایش در مرداد ماه سال ۷۹، به دلیل آبیگری قابل توجه در فروردین همان سال به ۸ لیتر درثانیه، درمقایسه با زمان مشابه درسال ۷۸ که ۴/۸ لیتر درثانیه بود، رسید. رابطه همبستگی بین مقدار سیلاب ورودی به عرصه و بده خروجی قنات نیز نشان می دهد که این ارتباط درسطح ۵ درصد معنی دار است. میزان آب ورودی به عرصه در افزایش بده خروجی قنات و تداوم ورود آب در پایداری افزایش بوجود آمده تأثیر مستقیم داشته است. با عنایت به مخروطه و بایر شدن تعداد قابل توجهی از قناتهای موجود به دلیل پایین آمدن سطح آب زیر زمینی دشت بر اثر کاهش تغذیه و تخلیه بیش از اندازه، و از طرفی، با علم به این که بیشتر اراضی واقع در دشت با دارا بودن شیب مناسب، آبرفتهای دارای قابلیت ذخیره آبهای زیرزمینی خوب، و وجود رودخانه هایی که عموماً در فصل بهار حالت سیلابی دارند، مستعد عملیات پخش سیلاب می باشند، در صورت تغذیه آب زیرزمینی، امکان بالا آمدن سطح ایستابی و افزایش بده قناتها و چشمه های موجود در پایین دست و حاشیه زنجانرود وجود داشته و می توان در سالهای آتی از این روش نسبت به احیاء قناتها استفاده بهینه بعمل آورد.

^۱ - مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام زنجان

* - وصول: ۸۰/۱۰/۲۹ و تصویب: ۸۱/۱۱/۲۴

مقدمه

ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته است. از این رو، بایستی خشکی و خشکسالی را به عنوان پدیده‌های طبیعی پذیرفته، و از منابع موجود بر حسب شرایط زمان و مکان، بیشترین بهره دراز مدت را برداشت. این موضوع سبب گردیده است که مردم بومی و دولتمردان در گذشته و حال به فکر چاره جویی و راه حلی برای کاهش اثرات زیانبار آنها باشند. قرار داشتن افزون بر ۹۰٪ پهنه ایران در نواحی خشک و نیمه خشک، کمبود آب برای به زیر کشت بردن میلیونها هکتار زمینهای مرغوب در سالهای دارای بارش میانگین و وضعیت بحرانی در خشکسالیها، جمع آوری و نگهداری آب را در شرایط مطلوب ضروری می کند.

از طرفی با آبدار کردن آبخوانها از راه تغذیه مصنوعی می توان از سفره های آب زیرزمینی حجم آب بیشتری را، با متابعت از شرایط طبیعی از یک سو و میزان نیازها از سوی دیگر بهره برداری کرد. از سوی دیگر، قنات یکی از مهمترین راهکارهای ایرانیان جهت مبارزه با خشکی و داشتن آب کشاورزی مطمئن در دشتهای خشک و نیمه خشک بوده است.

متاسفانه با پیدایش شیوه های جدید حفر چاههای عمیق و نیمه عمیق، تعداد قناتهای دایر کشور روز بروز کاهش یافته و بر اثر برداشت بی رویه آبهای تحت الارضی، تعداد بسیار زیادی از قناتها خشک گردیده و یا از میزان آبدهی آنها بطور چشمگیری کاسته شده است. بعضی از منابع (کردوانی، ۱۳۷۴) تعداد قناتهای ایران را ۵۰۰۰۰ رشته تخمین می زنند که تعداد آن به ۲۸۰۰۰ رشته کاهش یافته است. بطور مثال بین سالهای ۱۳۴۰ تا ۱۳۵۹ تعداد قناتها در منطقه قزوین از ۳۰۳ رشته به ۷۱ رشته کاهش یافته در حالیکه در همین مدت تعداد چاهها از ۱۳۰ به ۵۳۱ حلقه افزایش یافته است. میزان استحصال آب از قناتها نیز در همین سالها از ۱۷۱ به ۲۵ میلیون متر مکعب کاهش یافته ولی استحصال آب از چاه از ۳۰۱ میلیون متر مکعب به ۵۵۶ میلیون متر مکعب افزایش یافته است (کوثر، ۱۳۷۴). کوثر (۱۳۷۲) نیز اشاره می کند که نزول سفره آب در درز و سایبان لار طی سالهای ۴۸ تا ۶۰ سیزده متر، درجهرم درسالهای مشابه به همین میزان و در ابرقو طی سالهای ۵۱ تا ۶۰ هفت متر گزارش شده است (کوثر، ۱۳۷۲). همچنین ولایتی (۱۳۷۴) کاهش نزولات جوی و پایین رفتن سطح آب سفره های زیرزمینی در اثر استحصال بی رویه آب از طریق چاه را از علل مهم کاهش تعداد قناتهای دایر، ذکر کرده است. اما هنوز هم در بیشتر مناطق،

قناتها یکی از مهمترین روشهای استحصال آب به شمار می روند.

در این میان، روشهایی وجود دارد که با استفاده از آنها، می توان اقدام موثری در احیاء قناتهای موجود انجام داد. یکی از این روشها تغذیه مصنوعی آبخوانها می باشد، که در بسیاری از کشورها مانند آمریکا، هلند و سوئد بعنوان یک دانش فن برای ذخیره حجم بسیار زیاد آب و استفاده از آن در مواقع اضطراری، جبران کاهش سطح آبهای زیرزمینی، بهبود کیفیت آب آشامیدنی و تصفیه فاضلابها برای مصارف کشاورزی پذیرفته شده است (David و Pyne، ۱۹۹۸). یکی از مهمترین روشهای تغذیه مصنوعی، پخش سیلاب بر روی اراضی هموار دشتها و نفوذ دادن آن به لایه های آبرفتی (آبخوانها) می باشد که بعنوان آبخوانداری مطرح گردیده است. در این روش آبهای جاری و سیلابی را از آبراهه های اصلی به دشتهای هدایت، و در آبخوان آنها ذخیره می کنند تا در مواقع کم آبی یا بی آبی بطور پایدار از آب ذخیره شده بهره لازم را ببرند (کوثر، ۱۳۷۲). در این مقاله سعی گردیده است که تاثیر پخش سیلاب بر تغییرات کمی آب قنات بعد از احداث ایستگاه پخش سیلاب از مهرماه سال ۱۳۷۶ تا مرداد ماه ۸۰ بررسی گردد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه، در قسمتی از دشت زنجان (نقشه ضمیمه شماره ۱) در ۳۵ کیلومتری شمالغرب شهر زنجان در ارتفاع حدود ۱۸۰۰ متری سطح دریا واقع گردیده است، و جزء اقلیم نیمه خشک محسوب می گردد. از بخش جنوبغرب به رودخانه زنجانرود و از بخش شمالشرقی به کوههای طارم محدود می گردد. خود دشت نیز با شیب ملایم و پستی و بلندیهای کم ارتفاع، توسط دو آبراهه سهرین در سمت شرق و قره چریان در سمت غرب محدود می شود.

بخش عمده رسوبات دشت مذکور را رسوبات مخروط افکنه و آبرفتی دانه درشت با قابلیت نفوذ و ذخیره آب بالا تشکیل می دهد. این آبرفتها به وسیله سیلابهای رودخانه قره چریان و سهرین نهشته شده اند. این منطقه بر روی نقشه زمین شناسی با عنوان Qt مشخص شده که نشاندهنده Recent Alluvium Terraces Gravel Fans می باشد. این منطقه بر روی پادگان آبرفتی گراولی همراه با ماسه و رس با تراکم ضعیف قرار دارد. رسوبات آبرفتی جدید نیز بصورت رسوبات مخروط افکنه در دهانه مسیل در هنگام ورود به دشت مشاهده می گردد. رسوبات این قسمت از دشت از نوع گراول ماسه ای گلی (Muddy)

(Sandy Gravel می باشد (نقشه ضمیمه شماره ۲). وضعیت رسوبشناسی مواد سازنده دشت در بخش شمالی توالی رسوبات مخروط افکنه ای بصورت گراولهای سست دانه با اندازه ذرات بین ۲ تا ۵۰ سانتیمتر با زمینه رسی - ماسه‌ای با سیمان آهکی است که بطرف جنوب دشت از ضخامت رسوبات کاسته شده و اندازه ذرات نیز کوچکتر می‌شود.

از نقشه های هم مقاومت عرضی وهم ضخامت آبرفت که از نتایج مطالعات ژئوفیزیکی (تماب، ۱۳۶۱) استخراج گردیده چنین بر می آید که ضخامت آبرفت در این منطقه ۸۰ تا ۱۲۰ متر می‌باشد که از مناطق نسبتاً مناسب دشت از نظر وجود منابع آبی زیرزمینی است. بررسیهای انجام شده بر روی ستون زمین شناسی، چاههای اکتشافی و بهره برداری حفر شده ونیز نتایج حاصل از بررسیهای ژئوالکتریکی، وجود یک سیستم آبخوان آزاد را در دشت مورد نظر را تأیید می‌کند. مطالعات خاکشناسی تفصیلی عرصه پخش نیز نشان می دهد که خاک سطحی عرصه، عموماً لوم بوده که دارای ۱۰ - ۲۰ درصد قلوه سنگ و سنگ می باشد که با افزایش عمق، به خاک لوم شنی با حدود ۴۰ - ۵۰ درصد قلوه سنگ و سنگ تغییر می‌یابد (دماوندی و گلچین، ۱۳۷۷).

میانگین بارندگی سالانه منطقه با توجه به ایستگاههای مجاور در حدود ۳۱۰ میلی متر می باشد، که با توجه به نقشه منحنی همباران دشت، میزان آن در ارتفاعات مشرف به ایستگاه به بیش از ۴۰۰ میلی متر می رسد. ماههای تابستان با حدود ۵ درصد باران سالانه، جزء خشکترین ماههای سال محسوب می شوند. میزان بارش در فصلهای پائیز، زمستان و بهار به ترتیب برابر با ۲۱/۴، ۳۵/۸ و ۳۷/۴ درصد است. بیشترین بارندگی ماهانه ۱۸٪ در فروردین می باشد. ماههای اسفند و اردیبهشت نیز هر یک ۱۵/۳٪ از بارندگیها را به خود اختصاص می‌دهند.

همزمان با احداث ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب بر آبخوان دشت سهرین-قره چریان، در آبان ماه سال ۱۳۷۶، برای بررسی تغییرات بده خروجی، در مظهر قنات موجود در ایستگاه، یک سرریز مثلثی نصب شد. در سال ۷۷ بجای آن از یک پارشال فلوم استفاده گردید که در طی این مدت میزان بده خروجی ثبت گردیده وبا محاسبه مجموع حجم آب خروجی در طول زمان افزایش وکسر بده پایه، داده های لازم جهت تجزیه وتحلیل همبستگی فراهم گردیده است. در نهر انتقال سیلاب نیز تا احداث ایستگاه آب شناسی، اندازه گیری با روش جسم شناور صورت گرفته که بعد از احداث ایستگاه فوق، از یک دستگاه پروانه آبی برای اندازه گیری سرعت جریان،

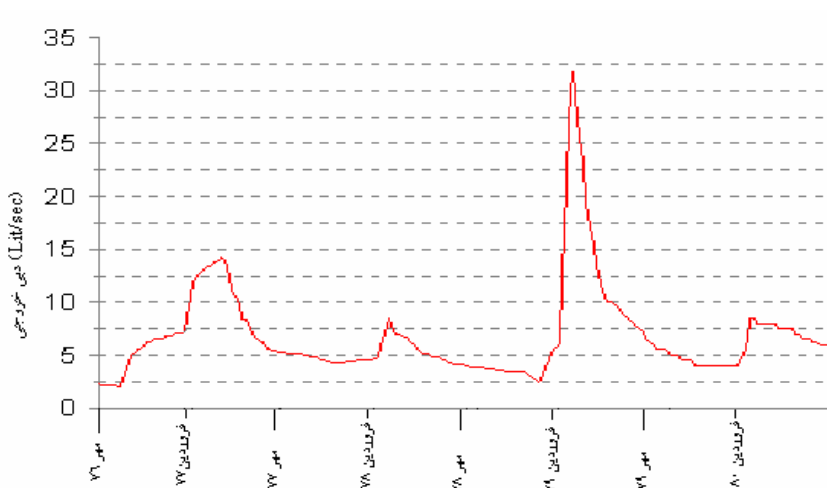
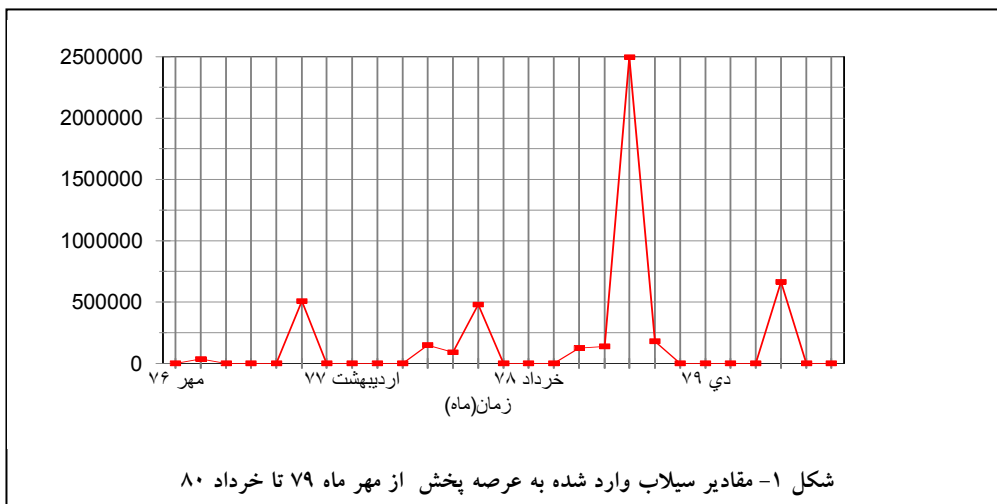
و از یک خط کش مدرج جهت اندازه گیری ارتفاع آب استفاده گردیده است. هنگام وقوع سیلاب و ورود آن به نهر، حجم بده ورودی بطور مرتب اندازه گیری و یادداشت گردیده است.

نتایج و بحث

میزان آب ورودی به عرصه پخش از طریق نهر انتقال آب در شکل ۱ نشان داده شده است. این نمودار نشان می دهد که از مهر ماه سال ۷۶ تا ۸۰ پنج مورد آبیگیری انجام گرفته است. در نوبت اول، مقدار ۳۵۰۰۰ متر مکعب سیلاب وارد عرصه گردید. در این زمان بده جریان خروجی قنات که قبل از آبیگیری تنها ۲/۱ لیتر در ثانیه بود، رو به افزایش گذاشته و اندازه آن بعد از ۱۴ روز به ۵ لیتر در ثانیه رسید. بعد از این تاریخ نیز افزایش همچنان ادامه داشت، اما روند آن کندتر گردید (شکل ۲).

در نوبت دوم که مصادف با بارندگیهای اسفند ماه ۷۶ و ذوب شدن برفها بود، بده آب ورودی به نهر در ۱۲ اسفند به ۲۸۵ لیتر در ثانیه، و در ۲۷ اسفند به بیش از ۱/۲ متر مکعب در ثانیه رسید. در این آبیگیری مقدار ۵۰۷۶۰ متر مکعب سیلاب وارد عرصه شد. همزمان با افزایش میزان آب ورودی به عرصه و شروع پخش، میزان بده خروجی قنات نیز رو به افزایش گذاشت و در ۲۲ اسفند ۷۶ به ۹/۳ و در ۱۸/۱۷۷ به ۱۲ و در تاریخ ۱۲/۳/۷۷ به بیش از ۱۴ لیتر در ثانیه رسید. بعد از این تاریخ میزان آن روبه کاهش نهاد. اما در مجموع، بده خروجی قنات به دو برابر میزان آن در زمان مشابه سال قبل افزایش یافت.

در نوبت سوم آبیگیری، که در مورخ ۱۲/۱/۷۸ همزمان با بارندگیهای بهار اتفاق افتاد، جمعا" به مقدار ۱۱۰۰۰۰ متر مکعب سیلاب استحصال گردید. در همین مدت نیز میزان آب خروجی قنات از ۴/۵ به ۸/۵ لیتر در ثانیه در تاریخ ۴/۲/۷۸ رسید و از آن به بعد به تدریج کاهش یافت و در تاریخ ۱۰/۱۰/۷۸ نیز به ۴ لیتر در ثانیه رسید. آبیگیری چهارم از تاریخ ۱/۵/۷۹ آغاز و به مدت یک ماه ادامه یافت. در این رخداد ۲/۵ میلیون متر مکعب سیلاب وارد عرصه گردید. افزایش بده قنات نیز از تاریخ ۷/۱/۷۹ شروع و در ۲۱/۱/۷۹ به حداکثر میزان خود یعنی ۳۲ لیتر در ثانیه رسید. سپس در طول دو ماه به ۱۰ لیتر در ثانیه کاهش یافت و بعد از آن روند کاهش بسیار کند شد و در حدود ۷/۵ لیتر ثابت باقی ماند. آبیگیری پنجم از تاریخ ۱/۵/۸۰ آغاز و بیش از شش روز طول نکشید و جمعا" ۶۶۵۰۰۰ متر مکعب از آب رودخانه وارد عرصه گردید. بده خروجی قنات نیز از تاریخ ۱/۷/۸۰ رو به افزایش گذاشت که در تاریخ ۲۷/۱/۸۰ به حداکثر مقدار یعنی ۸/۵ لیتر در ثانیه رسید. این مقدار تا ۳/۷/۸۰ تقریباً ثابت ماند (جدول ۱).



جدول ۱: میزان سیلاب ورودی به عرصه پخش و مجموع آب خارج شده از قنات

بده قنات			سیلاب ورودی			آبگیری
بیک بده (lit/s)	طول مدت خروج* (روز)	مجموع بده خروجی* (m ³)	بیک دبی (m ³ /s)	طول مدت ورود (روز)	بده ورودی (m ³)	
7	147	12646	.23	3	35000	اول
14	273	61798	1.2	19	110000	دوم
8.5	175	138197	.85	10	507600	سوم
32	280	222058	2.8	31	2500000	چهارم
8.5	224	87998	1.1	6	665000	پنجم

*: این مقادیر از زمان آغاز افزایش بده خروجی بعد از پخش سیلاب تا رسیدن به حد پایه وبدون احتساب بده پایه محاسبه شده است

جدول ۲- نتیجه رابطه همبستگی بین مجموع بده سیلاب وارد شده و مجموع بده خروجی قنات

مجموع بده قنات	مجموع بده سیلاب	
	1	مجموع بده سیلاب
1	0.9089	مجموع بده قنات

نفوذپذیری، افزایش مدت زمان توقف آب در سطح زمین، و افزایش میزان تبخیر می‌گردد.

از آن جا که محل تغذیه به قنات موجود در عرصه پخش سیلاب بسیار نزدیک است، افزایش بده خروجی آن قابل پیش بینی بوده که کاملاً تحت تأثیر آبیگری قرار دارد. اما نکته قابل توجه اینکه حتی در انتهای سال آبی ۷۷-۷۸ که با کاهش بارندگی و خشکسالی توأم بود، میزان حداقل بده خروجی قنات به بیش از ۲ برابر میزان آن قبل از عملیات احداث ایستگاه پخش رسید. این نتایج تأییدی دیگر بر گزارشهای مربوط به تأثیرات مثبت اجرای عملیات آبخوانداری در نقاط مختلف کشور، از جمله گریبانگان فسا است که موجب افزایش سطح آبهای زیرزمینی منطقه و در نتیجه افزایش تعداد چاهها گردیده است (عبدی، ۱۳۷۹) و همچنین در نمانشیر بم نیز افزایش بده خروجی قنات در اثر پخش سیلاب گزارش شده است (امانپور، ۱۳۷۸). در کشور سلطان نشین عمان نیز تغذیه مصنوعی سبب افزایش سطح آبهای زیرزمینی در منطقه خشک این کشور گردیده است (Al Battashi و syed Rashid، ۱۹۹۸).

نتیجه گیری و پیشنهادها

طبق گزارش مطالعات آب زیر زمینی دشت زنجان، از ۱۵۷ رشته قنات موجود تنها ۸۰ رشته از آنها آبدار بوده و بقیه مخروبه و بایر گردیده اند، که دلایل عمده آن نیز پایین آمدن سطح آب زیر زمینی بر اثر کاهش تغذیه و تخلیه بیش از اندازه از طریق چاههای مختلف ذکر گردیده است (مهاب قدس، ۱۳۷۰). همچنین، آبرفت‌های موجود در آبراهه‌ها و رسوبات مخروط افکنه دشت سهرین-قره چریان دارای قابلیت ذخیره آبهای زیرزمینی خوبی هستند، که در صورت بالا بودن تغذیه آب زیرزمینی و با وجود یک لایه‌ای با نفوذپذیری کم در بستر این رسوبات (لایه سرخ رنگ) امکان بالا آمدن سطح ایستابی در این دشت وجود داشته و با توجه به تاثیر مثبت گسترش سیلاب بر کمیته بده قنات و با عنایت به این که بیشتر مناطق دشت زنجان با دارا بودن شیب مناسب و عمق آبرفت ۸۰ تا ۱۲۰ متر و وجود رودخانه‌هایی که عموماً در فصل بهار حالت سیلابی دارند، مستعد عملیات پخش سیلاب می‌باشند (عبدی، ۱۳۷۹) می‌توان در سالهای آتی از این روش

نتیجه برقراری رابطه همبستگی بین میزان سیلاب ورودی و میزان بده خروجی قنات نشان می‌دهد که این ارتباط در سطح ۵٪ معنی دار می‌باشد (جدول ۲). همچنین از برقراری رابطه برگشت (رگرسیون) بین میزان آب ورودی به عرصه و بده خروجی قنات (جدول ۳) رابطه زیر بدست آمد:

$$Y = 0.07212 X + 49475.6 \quad [1]$$

در این رابطه Y میزان بده خروجی قنات و X میزان سیلاب استحصال شده می‌باشد.

همانطور که نتایج و همچنین نمودارهای میزان آب ورودی به عرصه و میزان آب خروجی قنات نشان میدهد، با ورود سیلاب به عرصه، بده قنات نیز افزایش داشته است. این افزایش بستگی مستقیم به میزان آب ورودی و تداوم ورود آن به عرصه دارد. میزان آب ورودی به عرصه در افزایش بده خروجی قنات و تداوم ورود آب در پایداری افزایش بوجود آمده تأثیر مستقیم داشته است. نتایج برقراری رابطه همبستگی و برگشت بین بده ورودی سیلاب و بده قنات نیز نشان می‌دهد که ارتباط نسبتاً خوبی بین این دو وجود داشته و می‌توان با توجه به میزان آبیگری، بده قنات را پیش بینی کرده، و نسبت به برنامه‌ریزی در مورد آب خروجی قنات اقدام کرد.

فاصله اندک تفاوت زمانی بین ورود آب به عرصه و شروع تغییر بده خروجی قنات، نشان می‌دهد که سرعت نفوذ در لایه‌های تحتانی عرصه پخش بالا می‌باشد که اطلاعات زمین شناسی نیز در مورد نحوه رسوبگذاری و اندازه رسوبات در محل (درشت دانه بودن آبرفت)، این موضوع را تأیید می‌کند. همچنین به نظر می‌رسد که وجود رابطه همبستگی بین مجموع بده سیلاب و پیک بده قنات (جدول ۴)، نشان دهنده باز شدن مسیرهای حرکت آب در داخل لایه‌های متخلخل زیرین در طول زمان باشد. این مهم مناسب بودن عرصه برای اجرای عملیات تغذیه مصنوعی و ذخیره سازی حجم قابل توجهی از آب در لایه‌های آبرفت را به اثبات می‌رساند. در کاربرد این روش، قابلیت نفوذ بسیار مهم است، چه اینکه، تأخیر در نفوذ موجب افزایش تبخیر از سطح آب و خاک خواهد شد. در صورت ریزدانه بودن آبرفت، مواد معلق در سیلاب در زمانی کوتاه موجب مسدود شدن منافذ بین دانه‌ها، کاهش

نسبت به احیاء قناتها و چشمه های موجود در پایین دست و حاشیه زنجانرود استفاده بهینه بعمل آورد.

جدول ۳- نتیجه رابطه رگرسیونی بین آب ورودی و بده قنات

Constant	49475.6423
Std Err of Y Est	38437.8602
R Squared	0.8261003
No. of Observations	5
Degrees of Freedom	3
X Coefficient(s)	0.07211829
Std Err of Coef	0.01910371

جدول ۴- نتیجه رابطه همبستگی بین مجموع بده سیلاب وارد شده و پیک بده خروجی قنات

	مجموع بده سیلاب	پیک بده قنات
مجموع بده سیلاب	1	
پیک بده قنات	0.9144	1

افزایش تولید در واحد سطح در دشت، از نظر اقتصادی نیز می توان هزینه های عملیات را در دراز مدت توجیه کرد. بعنوان مثال افزایش تولید محصول یونجه و افزایش سطح زیر کشت آن در سالهای خشکسالی در اثر پخش سیلاب و افزایش بده قنات توسط نگارنده گزارش شده است (بیات موحد، ۱۳۷۹).

سپاسگزاری

بدینوسیله از آقای حسن شامی که در جمع آوری داده ها همکاری صمیمانه داشته اند، سپاسگزاری می گردد.

از سوی دیگر، با توجه به اینکه زمان نزولات جوی محدود بوده و بخصوص این زمان مصادف با زمانی است که هنوز فصل رشد شروع نگردیده و یا آغاز فصل رشد می باشد که گیاه نیاز چندانی به آن ندارد، این ذخیره نسبتاً عظیم آب در لایه های زیرین خاک در زمان عدم نیاز که البته با تبخیر ناچیز آن همراه می باشد استفاده از آن در زمانهای مناسب و مورد نیاز، ارجح بودن این روش را نسبت به ذخیره آب با احداث سدهای ذخیره ای خاکی را هم از نظر هزینه و هم از نظر میزان ذخیره آب به اثبات می رساند. همچنین با افزایش سطح کشت محصولات زراعی

فهرست منابع

۱. امانپور، محمد تقی، ۱۳۷۸، خشکسالی، خسارات و راه حلها، فصلنامه پژوهش و سازندگی، شماره ۴۰، صفحه ۲ - ۳.
۲. بیات موحد، فرزاد، ۱۳۷۹، "تأثیر پخش سیلاب در مقابله با خشکسالی و زراعت آبی یونجه"، مجموعه مقالات اولین همایش ملی راهکارهای مقابله با خشکسالی، کرمان، ص ۱۸۲-۱۸۸.
۳. تماب، ۱۳۶۱، گزارش مطالعات ژئوالکترونیک دشت زنجان، دفتر بررسیهای منابع آب، بخش آبهای زیرزمینی، گروه ژئوفیزیک.
۴. دماوندی، عباسعلی و احمد گلچین، ۱۳۷۷، مطالعات تفضیلی خاکشناسی و طبقه بندی اراضی ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب سهرین-قره چریان زنجان، مرکز تحقیقات و منابع طبیعی واموردام زنجان، ۴۸ صفحه.
۵. عبدی، پرویز، ۱۳۷۹، بررسی مشخصه های زمین شناختی نهشته های کواترنری دشت زنجان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، ۲۳۹ صفحه.
۶. کردوانی، پرویز، ۱۳۷۴، منابع و مسائل آب در ایران، جلد اول: آبهای سطحی و زیر زمینی و مسائل بهره برداری از آنها، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۵۸ صفحه.
۷. کوثر، سید آهنگ، ۱۳۷۴، مقدمه ای بر مهارسیلابها و بهره وری بهینه از آنها، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۵۲۲ صفحه.

- ۸ کوثر، سید آهنگ، ۱۳۷۲، بیابان زدایی با گسترش سیلاب: کوششی هماهنگ، مرکز تحقیقات منابع طبیعی واموردام استان فارس، ۵۸ صفحه.
- ۹ مهتاب قدس، شرکت مهندسی مشاور، ۱۳۷۰، مطالعات آب زیرزمینی و مدل ریاضی کمی دشت زنجان، معاونت امور آب زنجان، ۲۶۳ صفحه.
- ۱۰ ولایتی، سعداله، ۱۳۷۴، جغرافیای آبها و مدیریت منابع آب، انتشارات خراسان، ۳۵۸ صفحه.
11. Al Battashi N. M. and A. Syed Rashid. 1998, Artificial recharge schemes in water resources development in Oman, Artificial Recharge of Groundwater, A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, pp. 231-236.
12. Pyne, R. and G. David. 1998, Aquifer storage recovery: Recent development in the United States, Artificial Recharge of Groundwater, A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, pp. 257-261.

Floodwater Spreading Impact on the Changes in Discharge Rate of Sohrain-Ghare Charian's Qanat, Zanjan

F. Bayat Movahed¹

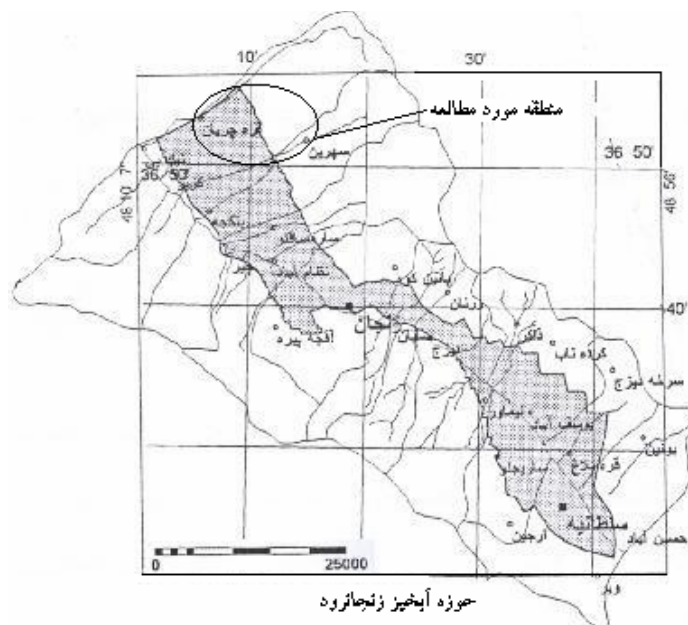
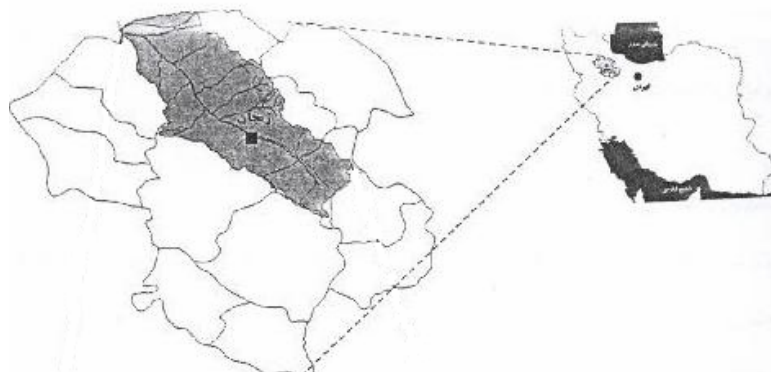
Abstract

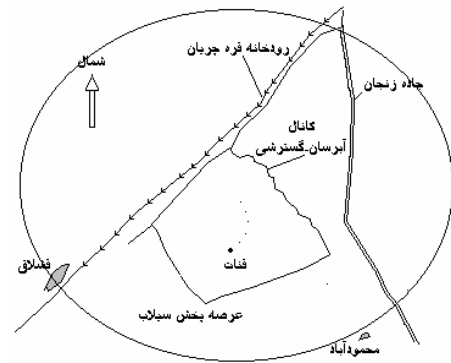
Floodwater spreading is one of the methods for optimum utilisation of floodwater. The probable positive or negative impacts of such activities must be evaluated. In this study, the effect of floodwater spreading on the changes of water quantity of a qanat located in the spreading area is investigated. During four hydrological years from October 1997 to June 2001, the amount of diverted flood and discharge of the qanat were recorded. During these four years, it was observed that the minimum discharge had changed from 2 l.sec⁻¹ in November 1997 to 5.6 and 4.8 l.sec⁻¹ in November 1998 and 1999, respectively. Due to the occurrence of drought during these years, such increases were important. An increase of up to 7 l.sec⁻¹ was observed in September 2000. A significant correlation between the volume of diverted flood and the discharge of the qanat ($R=0.90$) was observed. Based on these observations, artificial recharge of the qanats in the Zanjan area is strongly recommended.

Keywords: Floodwater spreading, Qanat, Zanjan

¹Sci. Faculty member of Zanjan Natural Resources and Animal Research Institute

ضمیمه شماره ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه





ضمیمه شماره ۲: نقشه زمین شناسی و بلوک نمایشی از رسوبات منطقه مورد مطالعه

