

مقایسه نقش قنات، چاه‌ها و چشمه‌ها در تخلیه سفره‌های زیرزمینی
در حوزه‌های آبخیز اصلی کشور

سعیده رنجبرنائینی^{۱*}، پرویز گرشاسبی^۲، زهراچترسیماب^۳

۱- کارشناس ارشد سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور

۲- معاون آبخیزداری، امور مراتع و بیابان سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور

۳- کارشناس ارشد سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری

* نویسنده مسئول: Email: Ranjbar79@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۱۰

چکیده

کشور ایران از نظر اقلیمی در منطقه خشک و نیمه خشک جهان قرار گرفته است. میانگین بارندگی سالانه کشور ۲۵۰ میلیمتر است که کمتر از میانگین بارندگی آسیا و حدود یک سوم میانگین جهانی می‌باشد. تنوع اقلیمی، شرایط توپوگرافی و جغرافیایی، توزیع ناهمگن مکانی و زمانی جریان‌های سطحی به علت بارندگی در انطباق با نیازهای آبی و تغییرات شدید سالانه از ویژگی‌های هیدرولوژیکی بخش‌های وسیعی از کشور محسوب می‌شود. ایران با دارابودن ۳۷ هزار رشته قنات فعال، بیشترین تعداد قنات را در مقایسه با سایر کشورهای صاحب قنات داراست که سالانه هفت میلیارد مترمکعب آب زیرزمینی را به طور عمده در اختیار بخش کشاورزی قرار می‌دهند. در طول سالیان متمادی با افزایش جمعیت و نیاز بیشتر به آب به تعداد چاه‌های بهره‌برداری کننده از آبخوان‌های کشور افزوده شده و این امر باعث تسریع در روند کاهش ذخایر آب زیرزمینی شده است. افت سطح آب زیرزمینی مشکلاتی همچون خشک شدن قنات، کاهش دبی رودخانه و آب دریاچه‌ها، پایین آمدن کیفیت آب، افزایش هزینه پمپاژ و استحصال آب و نشست زمین را بدنبال دارد. در این مطالعه، با بررسی نقش قنات در مقایسه با چاه‌ها و چشمه‌ها در تخلیه منابع آب زیرزمینی در حوزه‌های آبخیز اصلی کشور، به ضرورت حفظ و بازسازی قنات و توجه بیشتر به آن اشاره می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: حوزه‌های آبخیز اصلی، چاه، روند تغییرات، قنات، منابع آب زیرزمینی.

مقدمه

کشور ایران از نظر اقلیمی در منطقه خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد. میانگین بارندگی سالانه کشور ۲۵۰ میلیمتر است (Saeidian, 2013) که کمتر از میانگین بارندگی آسیا و حدود یک سوم میانگین جهانی می باشد. طبق تقسیم بندی هیدرولوژیکی دفتر مطالعات پایه منابع آب شرکت مدیریت منابع آب، کشور ایران دارای شش حوزه آبخیز اصلی است. تنوع اقلیمی، شرایط توپوگرافی و جغرافیایی، توزیع ناهمگن مکانی و زمانی جریان های سطحی در انطباق با نیازهای آبی و تغییرات شدید سالانه از ویژگی های هیدرولوژیکی بخش های وسیعی از کشور محسوب می شود (Farhangi, 2004).

ایرانیان از ۳۰۰۰ سال پیش یاد گرفتند که چگونه می توانند با حفر قنات آب زیرزمینی را به دشت برسانند. در گذشته این سیستم ۷۵ درصد از آب مورد استفاده در ایران را فراهم می کرده است (Wulff, 1968).

در دشت های پهناور و خشک ایران، قنات تنها وسیله تأمین آب مورد نیاز، کشت و کار کشاورزی و شکل گرفتن آبادی ها، شهرها و اقتصاد پویای کشاورزی و نهایتاً تکوین تمدن های بزرگ این مرز و بوم بوده است. ایجاد چنین شاهکار ساختمانی، یا حفاری در اعماق زمین و ایجاد کانال هایی تا ده برابر طول خط استوا، با هدف ارزشمند تأمین آب و رفع نیازهای اولیه و از همه مهم تر با نیت اعتلاء سطح زندگی مردم صورت گرفته است (Farhangi, 2004).

قنات یا کاریز را می توان قدیمی ترین سازه سنتی استحصال و انتقال آب زیرزمینی در اقلیم های کم آب جهان دانست. قنات بزرگترین کار بشر در دوران عهد باستان است (Tolman, 1973). قنات تکنیکی است دارای ویژگی های استخراج معادن و عبارت است از بهره برداری از سفره های آب زیرزمینی به کمک دهلیزهای زهکشی آب (Goblo, 1973). طبق نظر هانری گوبلو قنات در حدود ۸۰۰ سال قبل از میلاد در شمال غربی ایران در مرز ترکیه فعلی توسط معدنچیان برای استخراج آب معادن حفر می شده است. این تکنیک کم کم مورد استفاده کشاورزان واقع شد و به سراسر فلات ایران گسترش یافت (Papal Yazdi, 1993).

۹۰ درصد از قنات های موجود در جهان در فضای فرهنگ ایرانی قرار دارد و این تکنیک در انحصار ایرانیان بوده

است. واژه کاریز از ریشه های کن (کندن) و ریز (ریختن و خالی کردن) مشتق می شود. این کلمه به همراه کلمه قنات در خراسان شرقی و منطقه زاهدان به کار می رود (Goblo, 1973). در بیان اهمیت قنات و خاستگاه آن گابریل محقق اتریشی در کتاب خود با عنوان عبو از صحرای ایران می نویسد: قنات نوعی سیستم آبیاری زیرزمینی اصیل ایرانی است که بدون آن مناطق وسیعی غیرمسکونی باقی می ماند. این نوع آبیاری را در هیچ کجای دیگر نمی توان دید. انشعابات قنات های بالاتر، آب های عمقی را جمع کرده و از زیر زمین از طریق مجراها آن را جریان می دهند (Gabriel, 1935).

قنات به فرمان کوروش کبیر و کمبوجیه در عمان حفر و ساخته شد. سپس در زمان داریوش کبیر در شهرک مصری خرگاه اجرا شد. بعدها با گذر از لیبی به تونس راه یافت. توسط بنی امیه در اسپانیا اجرا و از آنجا به مراکش و شاید دورترها برده شد. در واحه تورفان (چین شرقی) ۲۵۰۰ کیلومتر قنات وجود دارد (این قنات ها را ایرانیان در اواخر قرن هجدهم احداث کرده اند) و آنرا کاری به عظمت دیوار بزرگ چین دانسته اند حال آنکه در ایران حدود ۴۰۰۰۰۰ کیلومتر (بیش از فاصله زمین تا ماه) یعنی ۱۶۰ برابر چین قنات وجود دارد (Goblo, 1973-Kardavani, 1998).

اولین قدم برای ایجاد قنات شناسایی وجود سفره آب عمیق است که با مشاهده ریزش های تحت الارضی، مخروط افکنه ها، رسوبات آبرفتی و وجود طبقات قابل نفوذ و همچنین بر اساس پوشش های گیاهی در شرایطی خاص توسط مقنی ها صورت می گیرد. سپس چاه گمانه حفر می شود تا معلوم شود گمانشان صحیح بوده یا خیر. اگر گمانه در رأس قنات باشد به صورت مادرچاه در می آید. سپس دهلیز قنات از جانب مظهر چاه و از پایین حفر می شود. برای تعیین صحت مسیر دهلیز از سایه چراغ در وسط جبهه کار استفاده می شود. جهت تخلیه خاک های دهلیز و رساندن هوا به داخل آن، چاه های میله ای حفر شده و برای افزایش میزان آبدهی قنات دهلیزهای دیگری به شکل ستاره های همگرا حفر می شود (Goblo, 1973). شیب قنات به گونه ای است که آب با سرعت کمی جریان پیدا کرده و به هیچ وجه موجب فرسایش خاک نمی شود. هزینه احداث قنات زیاد نیست چراکه ماهرترین مقنی ها که در سرعت عمل و صرفه جویی شهرت دارند به

تمام فصول سال است. قنات‌هایی با آبدهی عالی در مناطقی که هرگز در آن باران نمی‌بارد یا خیلی به ندرت می‌بارد وجود دارد و اکثر آنها نقطه شروعشان در قسمت مرتفع و در مناطقی قرار دارد که فاقد چشمه است. آبی که از قنات جریان می‌یابد تنها از سفره آب‌های عمیق حاصل می‌شود که از طریق نفوذ نزولات آسمانی از میان قشرهای غالباً بسیار ضخیم در سطوح عظیم ایجاد می‌شود و غالباً فاصله بسیار زیادی با مظهر قنات دارد (Goblo, 1973).

از آنجاکه آبدهی قنات دائمی است آب آن خصوصاً در آبیاری مزارع در دوره‌هایی که آب زیاد مورد نیاز نیست هدر می‌رود البته در مصارف خانگی هدررفت کمتر است. علاوه بر این قنات‌ها تنها بخش ناچیزی از سفره‌های آب زیرزمینی را بهره‌برداری می‌کنند. قنات نسبت به تغییرات ضخامت و سطح سفره آب بسیار حساس است و به دنبال نوسانات بلند و آرام اقلیمی با دامنه و وسعت کوتاه که موجب پایین آمدن سطح سفره آب نسبت به زهکش قنات می‌گردد خشک می‌شوند. از طرف دیگر زمین‌های حاصلخیز که در بالای مظهر قنات قرار می‌گیرند از آبیاری محروم هستند. با این وجود، مزایای آن به حدی است که از بیست و پنج قرن پیش تا به حال قنات‌های بسیاری حفر شده است. قنات‌ها در تأمین آب شیرین خصوصاً نواحی بیابانی، توسعه اراضی شور و قلیایی و هماهنگی توزیع جمعیت در مناطق خشک و نیمه خشک نقش مهمی ایفا می‌کنند (Saeidian, 2013).

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، با توجه به اهمیت قنات در زندگی بشر به بررسی نقش آن در تخلیه سفره‌های زیرزمینی در مقایسه با چاه‌ها و چشمه‌ها با استفاده از اطلاعات کمی سالنامه آماری آب کشور و گزارش بررسی وضعیت منابع آب زیرزمینی کشور تا پایان سال آبی ۸۸-۱۳۸۷ شرکت مدیریت منابع آب ایران پرداخته شده است.

۱- بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی

آمار مختلفی از تعداد رشته‌های قنات در ایران در سال‌های مختلف موجود است از جمله در تحقیقی تعداد قنات‌های ایران ۲۲۰۰۰ رشته با بیش از ۲۷۴۰۰۰

کارگرفته می‌شوند. دهلیزی کوچک می‌سازند که فقط برای عبور و کارکردن یک کارگر کافی است. دیواره‌های قنات را آجرچینی نمی‌کنند و سقف فاقد داربست محافظ است و از کول‌ها در محل‌های ضروری استفاده می‌کنند و حداکثر فاصله را میان چاه‌ها می‌گذارند و آن‌ها را هرچه کوچکتر می‌سازند. علاوه بر آن نباید صرفه جویی انرژی را که به کمک جریان دائم آب تحقق می‌یابد نادیده گرفت. در نتیجه مخارج احداث قنات بالا نیست و هزینه بهره‌برداری از آن تقریباً هیچ است. ریزش دیواره‌ها و سقف دهلیز همچنین انسداد حفره‌های تراوش آب با گل نرم و رسوبات، لایروبی قنات را در تمام یا بخشی از مسیر اجتناب ناپذیر می‌کند. قنات‌های ایران تابعی از اقلیم ایران است، هرچه بارندگی سالیانه بیشتر باشد طول قنات‌ها کمتر و و مادر چاه آنها کم عمق‌تر است و بر عکس در مناطق با بارندگی کم طول قنات‌ها بیشتر و مادر چاه آنها عمیق‌تر خواهد بود (Goblo, 1973).

ایران سرزمین اصلی این تکنیک بوده و هنوز استفاده از آن در مقایسه با تکنولوژی نوین پابرجاست. از مهم‌ترین ویژگی‌های قنات آن است که باعث افت سطح آب زیرزمینی نمی‌شود زیرا به صورت افقی ساخته شده و آب را از نقاط پایین‌تر از سطح آبخوان نمی‌تواند استخراج کند. در واقع یکی از روش‌های بهره‌برداری منطقی از آب‌های زیرزمینی است زیرا باعث تخلیه آبخوان‌ها و کاهش سطح آب سفره‌های زیرزمینی نمی‌شود از طرف دیگر سوخت فسیلی یا برق مصرف نمی‌کند و آلودگی‌های زیست محیطی را به دنبال ندارد. استفاده از چاه مستلزم صرف انرژی برای استخراج آب می‌باشد. حال آنکه قنات به کمک نیروی ثقل آب را به سطح زمین رهنمون می‌کند، جریان دائمی داشته و آبدهی منظم در تمام طول سال دارد (Ebrahimi zaker, 2015).

حفرچاه مستلزم ابزار گران قیمت و دسترسی به تکنیکی پیشرفته است و با کاهش سطح سفره آب زیرزمینی و قطع جریان طبیعی آب نیاز به پمپاژ و در نتیجه منبع انرژی دارد در حالیکه قنات‌ها با روش‌های بسیار خردمندانه و در عین حال ابتدایی برقرار شده‌اند و جز به کار انسان و بیل و کلنگ و یک چرخ و ریسمان بسیار ساده به چیز دیگری نیاز ندارد و هیچ انرژی خارجی طلب نمی‌کند (Goblo, 1973- Ebrahimi zaker, 2015). از ویژگی‌های قنات ثبات و نظم آبدهی آن در

استان خراسان رضوی با ۶۲۳۶ رشته قنات بیشترین و استان ایلام بطور کلی فاقد قنات می باشد و استان فارس با ۹۱۶ میلیون مترمکعب بیشترین حجم تخلیه قنات را به خود اختصاص داده است.

بیشترین تعداد چشمه ها با ۱۸۲۵۷ دهنه و کمترین آن ها با ۱۶۸ دهنه به ترتیب مربوط به استان های کردستان و بوشهر است. این در حالی است که بیشترین تخلیه چشمه ها با ۴۰۹۲ میلیون مترمکعب مربوط به استان چهارمحال و بختیاری و کمترین آن با ۲۵ میلیون مترمکعب مربوط به استان قم می باشد.

۲- حوزه های آبخیز اصلی

در جدول شماره (۱) وضعیت تعداد و وضعیت تخلیه منابع آب زیرزمینی در سطح حوزه های آبخیز اصلی کشور نشان داده شده است. براین اساس در سال آبی ۸۸-۸۷ بیشترین تعداد چاه ها با ۲۲۷۳۶۵ حلقه مربوط به حوزه مرکزی بوده که در عین حال با ۲۸/۲ میلیارد مترمکعب بیشترین تخلیه را در بین حوزه های آبخیز اصلی کشور داشته است و حوزه آبخیز مرزی شرق با ۳۹۹۹ حلقه چاه دارای کمترین تعداد از این نوع منبع بوده که تخلیه آن ها با ۰/۹ میلیارد مترمکعب کمترین میزان در سطح حوزه های آبخیز اصلی کشور بوده است.

حوزه مرکزی با ۲۳۷۸۷ رشته قنات و حوزه دریاچه ارومیه با ۱۵۸۲ رشته قنات به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد قنات را بخود اختصاص داده اند. حوزه مرکزی با حدود ۴۷۱۲ میلیون مترمکعب در سال و قره قوم با حدود ۲۲۵ میلیون مترمکعب در سال به ترتیب بیشترین و کمترین میزان تخلیه از قنات را دارا می باشند.

بیشترین تعداد چشمه ها با ۵۹۷۱۸ دهنه و کمترین آن ها با ۱۱۹۴ دهنه به ترتیب مربوط به حوزه دریای مازندران و حوزه مرزی شرق می باشد. این در حالی است که بیشترین تخلیه چشمه ها با ۱۱۳۱۰ میلیون مترمکعب مربوط به حوزه آبخیز خلیج فارس و دریای عمان و کمترین آن با ۵۰ میلیون مترمکعب مربوط به حوزه آبخیز مرزی شرق است.

کیلومتر درازا اعلام شده است (Wulff, H.E, 1968). آمار متوسطی از تعداد رشته های قنات در ایران با تقریب حدود ۳۵۰۰۰ رشته وجود دارد و طبق آمار سازمان جهانی یونسکو این میزان حدود ۶۰ درصد قنات موجود در ۳۵ کشور جهان را به خود اختصاص می دهد (Boostani and Ansari, 2013).

ایران با دارا بودن ۳۷ هزار رشته قنات فعال، از بیشترین تعداد قنات در مقایسه با سایر کشورهای صاحب قنات برخوردار است که سالیانه هفت میلیارد مترمکعب آب زیرزمینی را (حدود ۲۲۲ مترمکعب در ثانیه) بدون مصرف انرژی الکتریکی و یا سوخت فسیلی و خصوصاً بدون پیامدهای زیست محیطی عمدتاً در اختیار بخش کشاورزی قرار می دهند (Semsar Yazdi, 2011). جریان آب قنات مداوم است: یک لیتر بر ثانیه آب به مدت یک سال معادل ۳۱۵۳۶ مترمکعب یعنی ۱۰۰۰ میلی متر باران سالانه بر بیش از ۳ هکتار زمین می شود (Goblo, 1973). برآوردهای صورت گرفته نشان می دهد که اگر قرار بود حجم آبی که توسط قنات استحصال می شود با استفاده از پمپاژ و نیروی الکتریسیته برداشت شود به ۸۰۰ مگاوات برق نیاز بود که قنات به صورت کاملاً طبیعی و بدون هیچ گونه انرژی این مقدار آب را استحصال می کنند (Semsar Yazdi, 2011) که می بایست توسط نیروگاه های بزرگ با مشکلات فراوان و آلودگی های زیست محیطی تولید می شد.

در سطح کشور ۱۶۷۶۵۳ حلقه چاه عمیق با تخلیه ای معادل ۳۵۴۱۹ میلیون مترمکعب، ۴۷۳۲۴۶ حلقه چاه نیمه عمیق با تخلیه ای معادل ۱۳۴۱۷ میلیون مترمکعب، ۳۷۲۴۰ رشته قنات با تخلیه معادل ۶۶۵۷ میلیون مترمکعب و ۱۳۵۷۶۰ دهنه چشمه با تخلیه ای معادل ۱۸۳۶۷ میلیون مترمکعب وجود دارد (Iran Water Resources Management Company, 2010).

در سال آبی ۸۸-۸۷ بیشترین تعداد چاه ها با ۱۳۰۷۲۸ حلقه مربوط به استان مازندران بوده و بیشترین حجم برداشت از چاه ها با ۶۸۱۴ میلیون مترمکعب مربوط به استان فارس می باشد و کمترین تعداد و تخلیه چاه ها مربوط به استان کهگیلویه و بویراحمد با ۱۸۲۵ حلقه چاه و میزان تخلیه ای برابر با ۲۲۳ میلیون مترمکعب عنوان شده است.

جدول ۱- میزان تخلیه منابع آب زیرزمینی به تفکیک حوزه‌های اصلی کشور در سال آبی ۸۸-۸۷ (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۸۹)

Table 1-The amount of groundwater discharge in each area of the country's main watershed 88-87 (Iran Water Resources Management Company, 2010)

تخلیه Discharge کل سالانه (میلیون - مترمکعب) Totoal of yearly (million- m ³)	چشمه Spring		قنات Qanat		چاه well		سطح حوزه (کیلومتر مربع) Basin area(km ²)	کدحوزه Basin code	نام حوزه Basin name
	تخلیه (میلیون - مترمکعب) Dischar ge(milli on-m ³)	تعداد Number	تخلیه (میلیون مترمکعب) Dischar ge(milli on-m ³)	تعداد Number	تخلیه (میلیون - مترمکعب) Discharge (million- m ³)	تعداد Number			
8397.7	3399.0	59718	288.2	2789	4710.6	209227	174618	1	دریای مازندران Mazandaran Sea
22979.4	11309.8	36062	912.8	4752	10756.8	116341	424515	2	خلیج فارس و دریای عمان Perseian Gulf and Ommaan sea
2493.6	272.9	5791	234.4	1582	1986.3	74680	51801	3	دریاچه ارومیه Lake Urmia
36020.5	3093.5	31175	4712.4	23787	28214.6	227365	824356	4	مرکزی Centeraly
1306.1	49.8	1194	284.6	2554	971.7	3999	103169	5	مرزی شرق Eastern border
2663.9	242.4	1820	224.8	1776	2196.7	9287	103169	6	قره قوم Ghare ghoom
73861.2	18367.5	135760	6657.1	37240	48836.6	640899	1681628		جمع کل کشور Sum of Country whole

بهره‌برداری از ۴۷۱۳۷ حلقه به ۶۴۰۸۹۹، تعداد قنات از ۱۴۷۷۸ رشته به ۳۷۲۴۰ و تعداد چشمه‌ها از ۴۷۶۶ دهانه به ۱۳۵۷۶۰ بالغ گردیده است. لازم به ذکر است که افزایش تعداد چشمه‌ها و قنات بدلیل گسترش سطح آماربرداری‌ها بوده است.

۳- روند تغییرات تعداد و تخلیه از منابع آب زیرزمینی
آمار کلی تعداد و تخلیه از منابع آب زیرزمینی کشور در طول سی سال آماری در جدول شماره (۲) از سال آبی ۱۳۵۱-۵۲ لغایت ۱۳۸۷-۸۸ نشان داده شده است. در طول مدت مذکور میزان تخلیه از منابع آب زیرزمینی از ۱۸۶۹۹ میلیون مترمکعب به ۷۳۸۶۱ میلیون مترمکعب افزایش یافته است. در این دوره زمانی تعداد چاه‌های مورد

جدول ۲- میزان تخلیه آب زیرزمینی در سنوات مختلف (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۸۹)
 Table 2- The amount of groundwater discharge resources in different years (Iran Water Resources Management Company, 2010)

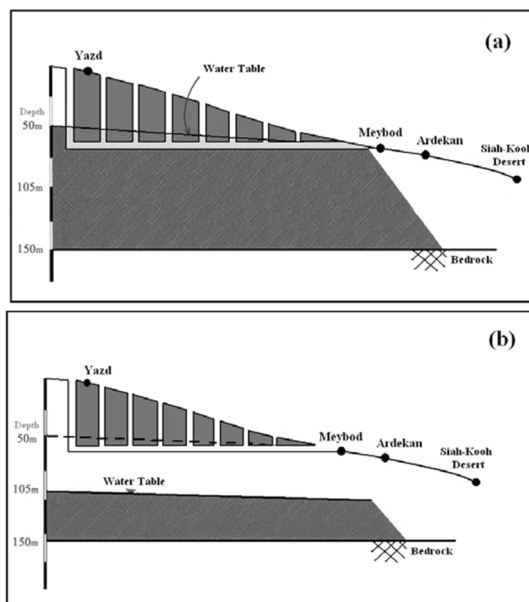
تخلیه کل total discharge میلیون مترمکعب Million m ³	چشمه Spring		قنات Qanat		چاه well		سال
	تخلیه Discharge	تعداد Number	تخلیه Discharge	تعداد Number	تخلیه Discharge	تعداد Number	
18699.4	3382.3	4766	6167.0	14778	9150.1	47137	51-52
24365.0	5479.4	8340	7528.5	18397	11357.1	58898	54-55
45506.4	7826.5	20246	9078.9	28038	28601.0	164423	63-64
47972.7	7246.4	28326	8127.1	26503	32599.2	221691	67-68
53956.5	7900.6	31809	8021.0	27748	38034.9	255522	69-70
62547.0	16464.7	36525	9051.1	28054	37031.2	264444	71-72
64134.1	16396.3	38916	8407.3	28627	39330.5	307558	72-73
65894.1	18002.2	43652	9193.0	29585	38698.9	336266	73-74
71264.6	19792.6	45028	9601.2	30816	41870.8	373952	74-75
70298.4	18607.7	46347	9822.6	32164	41868.1	378262	75-76
73527.6	20900.5	49391	9433.1	32283	43194.0	392693	76-77
70266.1	18936.3	49410	8675.5	31883	42654.3	411186	77-78
72183.9	19023.4	49907	9177.9	32543	43982.7	414734	78-79
69548.5	17566.1	49785	7961.9	33036	44020.5	433391	79-80
73859.8	20686.1	51787	8218.3	32599	44955.4	450653	80-81
74613.7	21158.7	54162	8042.5	33691	45412.4	458069	81-82
74347.1	21240.1	55912	8212.0	34355	44895.0	468049	82-83
77877.2	22454.5	99695	7888.2	35819	47534.5	515092	83-84
79837.3	23689.6	112787	7526.9	36307	48620.8	588743	84-85
79195.9	22914.4	124443	7374.6	37197	48906.8	624838	85-86
77543.8	20947.58	127604	6991.7	36888	49604.5	630829	86-87
73861.19	18367.52	135760	6657.05	37240	48836.62	640899	87-88

در سال‌های اخیر در بسیاری از کشورهای جهان برداشت آب از منابع زیرزمینی از میزان تغذیه سالانه آن‌ها بیشتر است. این امر به معنای استخراج و استفاده از آبی است که در طول هزاران سال در لایه‌های آبدار زمین ذخیره شده است، با این کار سطح آب‌های زیرزمینی در منطقه روز به روز افت کرده و سرانجام پایین آمدن سطح آب‌های زیرزمینی به معنای خشک شدن مناطق پایین دست و از بین رفتن چاه‌ها، قنات‌ها و چشمه‌ها است (WenJun, 2012). افت سطح آب زیرزمینی مشکلاتی همچون خشک شدن قنات، چشمه‌ها، کاهش دبی رودخانه و آب دریاچه‌ها، پایین آمدن کیفیت آب، افزایش

هزینه پمپاژ و استحصال آب و نشست زمین را بدنبال دارد. منابع زیرزمینی آب به صورت مستقیم یا غیرمستقیم از آب‌های سطحی و بارندگی تغذیه می‌شوند، بنابراین استفاده پایدار از این منابع به معنای برداشت محدود از آنهاست. بهره‌برداری بیش از حد از آب‌های زیرزمینی باعث افت سفره آب زیرزمینی بیش از ۵۰ متر در طول نیم قرن شده است (شکل ۱). در چنین شرایطی بهره‌برداری از قنات‌ها نمی‌تواند تداوم یابد و در نتیجه خشک می‌شوند (SemsarYazdi, 2011). بر این اساس بسیاری از قنات‌های جهان در حال نابودی هستند.

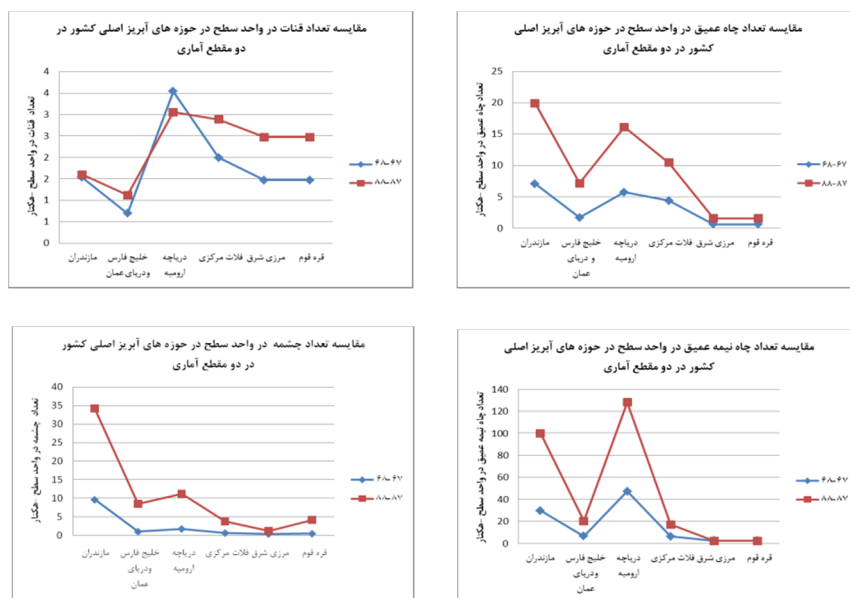
افزایش تعداد چاه‌ها و عدم تغذیه طبیعی به دلایل مختلف به خصوص تغییر کاربری اراضی، نحوه بهره‌برداری از اراضی و آب و هوا منجر به کاهش آبدی و یا خشک شدن قنات شده است (Kamali Moghaddamet al., 2011).

استفاده از قنات پس از گسترش امکانات حفر چاه‌های نیمه عمیق و عمیق کاهش یافته و در برخی نقاط کشور نیز احداث قنات جدید متوقف شده است. برداشت بی‌رویه از آبهای زیرزمینی از طریق بهره‌برداری بی‌رویه از چاه‌ها همراه با



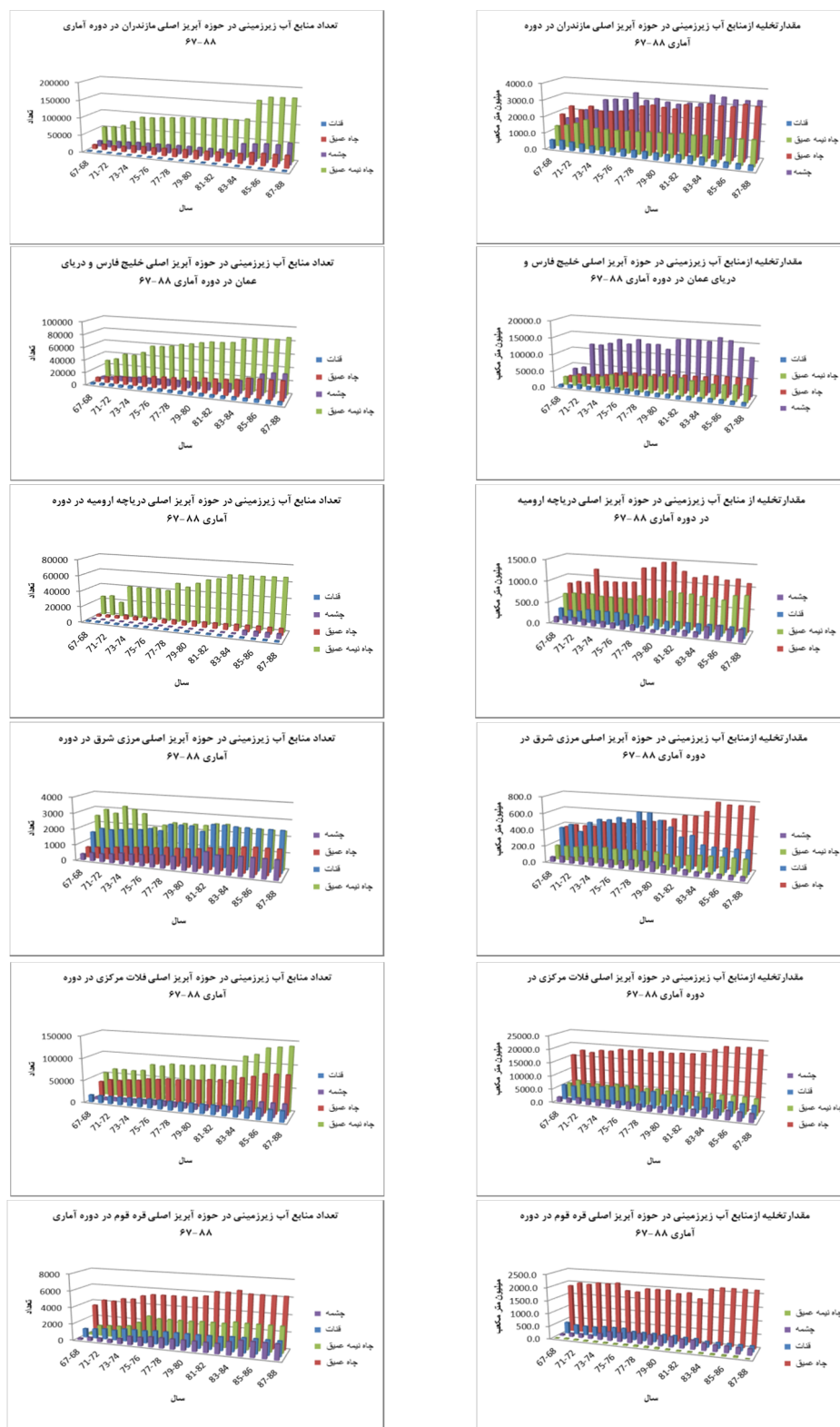
شکل ۱- کاهش سطح سفره‌های آب زیرزمینی در دشت‌های یزد (Semsar Yazdi, 2011)

Figure 1- Drawdown of water table in Yazd plain.



شکل ۲- مقایسه سهم کمی منابع آب زیرزمینی در واحد سطح در حوزه‌های آبخیز اصلی

Figure 2- Comparison of groundwater resources quantity per unit area in the main catchment areas



شکل ۳- مقایسه تعداد و مقدار تخلیه منابع آب زیرزمینی در حوزه های آبخیز اصلی در دوره آماری ۶۷-۸۸

Figure 3- Comparison of the number and amount of discharged groundwater resources in the major river basins in the period 67-88

نتایج و بحث:

روند تغییرات میزان تخلیه قنات‌ها طی سالهای ۵۱-۸۸ نشان می‌دهد که اگرچه در سال‌های اولیه آماربرداری شمارش تمامی قنات‌ها تحت پوشش آماربرداری نبوده است، اما میزان تخلیه آب با همان تعداد قنات آماربرداری شده تقریباً با میزان تخلیه کنونی با تعداد قنات بیشتر برابری می‌کند به عبارت دیگر با وجود افزایش تعداد قنات‌ها میزان تخلیه افزایش نیافته است و این خود مؤید آن است که با افزایش تعداد چاه‌ها و برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی به خصوص چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق دبی بسیاری از قنات‌ها کاهش یافته یا بکلی خشک شده، سطح سفره‌های آب زیرزمینی تنزل پیدا کرده و در نتیجه قنات‌ها با خطر نابودی روبرو هستند.

از طرف دیگر مقایسه سهم تخلیه قنات به تخلیه کل آب‌های زیرزمینی در طی سال‌های ۵۱-۸۸ دلالت بر آن دارد که با وجود آنکه تعداد قنات‌های شمارش شده در سال‌های اولیه کمتر از میزان واقعی آن است با این وجود در سال ۵۱-۵۲، ۳۳ درصد از تخلیه کل، سهم قنات و بقیه در حدود ۴۹ درصد سهم چاه و ۱۸ درصد از آن چشمه بوده است. آماربرداری در سال ۸۷-۸۸ نشان می‌دهد سهم قنات به ۹ درصد کاهش، سهم چاه به ۶۶ درصد و چشمه به ۲۵ درصد افزایش یافته است و این مهم بیانگر آن است که با گذشت زمان و گسترش تکنولوژی نوین نقش قنات در تأمین آب کم رنگ تر شده در حالیکه لازم است این سیستم بهره‌برداری پایدار از منابع آب زیرزمینی بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

مقایسه تعداد چاه‌های عمیق، نیمه‌عمیق، قنات و چشمه‌ها در واحد سطح (هکتار) در حوزه‌های آبخیز اصلی کشور در دو مقطع زمانی ۶۷-۶۸ و ۸۷-۸۸ (شکل شماره ۲) مؤید آن است که هر چند تعداد چاه‌های عمیق و نیمه عمیق در حوزه‌های آبخیز قره‌قوم و مرزی شرق تغییر چندانی نداشته اما در سایر حوزه خصوصاً حوزه مازندران و دریاچه ارومیه بشدت افزایش داشته است. تعداد چشمه‌ها در حوزه‌های آبخیز شش گانه و بخصوص در حوزه مازندران افزایش یافته است. تعداد قنات تنها در حوزه دریاچه ارومیه با گذشت دو دهه کاهش چشمگیری داشته

و این امر در مقایسه با سایر حوزه‌ها و همچنین با توجه به افزایش چشمه‌ها می‌تواند ناشی از افزایش تعداد چاه‌های عمیق و نیمه عمیق باشد که منجر به کاهش سطح آب زیرزمینی و نابودی برخی قنات شده است.

از طرف دیگر شکل شماره ۳ نشان می‌دهد در تمام سال‌های آماری ۸۸-۶۷ تعداد چاه‌های نیمه عمیق در تمام حوزه‌های آبخیز اصلی نسبت به سایر منابع آب زیرزمینی در همان حوزه بیشتر می‌باشد اما فقط حوزه قره‌قوم تعداد چاه‌های عمیق بیشتری را نسبت به سایر منابع در همان حوزه بخود اختصاص داده است. در حوزه مرزی شرق تعداد قنات نسبت به سایر منابع در همان حوزه بعد از چاه نیمه عمیق در مرتبه دوم است. در تمام حوزه‌های آبخیز اصلی نسبت تخلیه چاه‌های عمیق نسبت به سایر منابع در همان حوزه به استثناء حوزه خلیج فارس و دریای عمان و مازندران بیشتر می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات:

برای رفع چالش‌های فعلی مدیریت منابع آب و بهره‌برداری پایدار از آن لازم است سازه‌های سنتی و تاریخی را با سیستم‌های مدرن امروزی ترکیب کرد (Semsar Yazdi, 2011) و نکات زیر را مد نظر قرار داد:

- در مناطقی از کشور که سطح آب زیرزمینی بالاست و شرایط زیست محیطی برای حفر قنات فراهم است حفر و بهره‌برداری از قنات که منجر به بهره‌برداری پایدار از سفره‌های آب زیرزمینی در طول سه هزار سال و بدون ایجاد کوچکترین خسارت به این سفره‌ها شده جایگزین حفر و بهره‌برداری از چاه‌های عمیق شوند.

- در بازه آماری فوق حدود ۹۰ درصد حجم آب زیرزمینی مصرف شده مربوط به حوزه کشاورزی بوده است. یکی از منابع تأمین کننده آب کشاورزی قنات هستند و از نظر فنی تنها سازه‌ای است که کاملاً سازگار با طبیعت می‌باشد. با توجه به تلفات فراوان آب در این حوزه و فشار مضاعف به قنات‌های موجود در کشور بهتر است روش‌های سنتی آبیاری به تدریج با روش‌های نوین جایگزین شود تا منجر به احیاء بیش از پیش قنات‌ها در سطح کشور گردد.

- وجود عمیق ترین قنات در ایران (قصبه گناباد) با حدود ۳۴۰ متر عمق مادر چاه، قنات زارچ (قناتی با مقطع مربعی چاه ها) (Papli Yazdi, 1993) و طولانی ترین قنات با طول حدود ۱۱۶ کیلومتر در یزد (Ghorbani, 2007)، پر آب ترین قنات در استان فارس (اکبر آباد فسا)، قنات دو طبقه مون اردستان، شهر زیرزمینی کاریز کیش (Ebi Zadeh, 2010)، قنات غیاث آباد پشتکوه یزد (تنها قنات فاقد میله های عمودی که مظهر در یک طرف و مادر چاه در طرف دیگر کوه قرار دارند (Farhangi, 2004-Siyavashi, 2014)، از پتانسیل هایی است که حکایت از توان مهندسی نیاکان ما داشته و نقش قنات را به عنوان گنجینه ای تاریخی، فرهنگی در موضوع گردشگری بیان می کند. علاوه بر این برای حفظ میراث گذشتگان ثبت روش های احداث، نگهداری و مرمت قنات در مراکز آموزشی و تحقیقاتی ضروری می باشد.

- قنات فعال موجود عمدتاً در مناطق کوهستانی و نیمه کوهستانی واقع هستند و با توجه به ویژگی های مثبت قنات لازم است در وهله اول حفظ گردند و در مرحله بعد راهکارهایی به کار برده شود تا سطح سفره های آب زیرزمینی در بالا دست قنات ها افزایش یافته و قنات های نیمه فعال دشت ها با احداث بندسارهای سنتی (Arabkhedri and Hakim Khani, 2003)، سدهای زیرزمینی و عملیات آبخیزداری به سمت آبدارشدن سوق داده شوند. اصلاح تدریجی وضعیت این گونه قنات تنها با تلاش در جهت کنترل بهره برداری از سفره های زیرزمینی و جلوگیری از وارد نمودن فشار بیشتر بر سفره های منابع آب های زیرزمینی به ویژه در مناطق ممنوعه کشور، در کنار اجرای طرح های تغذیه مصنوعی امکان پذیر خواهد بود.

- نظام های مدیریتی حاکم بر قنات ها شامل نظام های تقسیم و توزیع، بهره برداری و مرمت و نگهداری از آن ها حفظ و احیاء شوند.

- با جلوگیری از حفر چاه های عمیق و نیمه عمیق در حریم قنات و عدم اجرای طرح های توسعه ای مختلف اعم از صنعتی، کشاورزی، عمرانی و غیره در حریم آن ها می توان در تداوم حیات قنات موثر واقع شد. چنانچه در طرح های شهرسازی و جاده سازی حریم قنات رعایت شود، کالبد این سازه های تاریخی حفظ شده و دچار تخریب نخواهند شد.

- قنات موجود به دلیل عدم نگهداری اصولی و کافی و عدم استطاعت مالی کشاورزان و بهره برداران به ویژه در مناطق روستائی به منظور بازسازی و احیاء و لایروبی آنها، در حال تخریب بوده و برخی از آنها نیز به کلی تخریب شده اند، به نحوی که هیچگونه بهره برداری از آنها به عمل نمی آید بنابراین لازم است از بهره برداران و صاحبان قنات به عنوان حافظان اصلی حیات قنات حمایت شود و منابع مالی کافی توسط دولت در اختیار آنها قرار گیرد تا با مشارکت خودشان، نسبت به تنقیه و بازسازی قنات ها اقدام نمایند.

- انجام عملیات تعمیر و بازسازی قنات بدون رعایت اصول فنی منجر به بروز مشکلاتی خواهد شد، لذا این امر بایستی به دست خبرگان این رشته یعنی مقنن ها که در سالیان متمادی با روش های سعی و خطا تجربیات ارزشمندی به دست آورده اند سپرده شود.

منابع

- Arabkhedri, M., Hakim Khani, N. 2003. Investigation between relation of desertification ancient technology: Starling Dam and Qanats, Geographical Research, 49-61. [in Persian].
- Behnia, A. 2000. Qanats protection, University Publishing Centre, 236 pages. . [in Persian].
- Boostani, a., Ansari, H. 2013. The problems of rural Qanats workshop supervising restoration, Journal of Agricultural and Natural Resources Engineering, 42: 41-45. [in Persian].
- Ebi Zadeh, a. 2010. The Exploration of the Qanats with a focus on education and rehabilitation of local technology, culture and architecture of Iran, Armanshahr, 5: 1-22. [in Persian].
- Ebrahimi zaker, D. 2015. Ab anbar, Qanat and Band sar. Yazda Publication 271 p. [in Persian].
- Farhangi, B. 2004. Water Melody in the Passage of Time, A Review of Hydro Structures of IRAN From Ancient Era to Present Time. 252 p. [in Persian].
- Gabriel, A. 1935. translated by Najd Samiei, F. Cross the deserts of Iran, Astan Quds Razavi, 440 p.
- Ghorbani, b. 2007. A glance at historical qanats in Iran with an emphasis on Vazvan qanat in Isfahan, International History Seminar on Irrigation and Drainage.
- Goblo, H., Translation: Sarvghad Moghaddam, A., Papli Yazdi, M.H. 2010. Qantas Engineering to achieve water, Papli Press, 247 p.
- Kamali Moghaddam, R., Seyyedi, F., And Ebrahim, N. 2011. Investigation of watershed protection activity effects on drought (case studies Fooierd-Qom), the fifth Conference of watershed management and soil and water resources management. [in Persian].
- Kardavani, p. 1998. Iran's subterranean origin (Qanat) and the source of its spread in the world, 35: 7-20. [in Persian].
- Office mega planning of Water and ABFA. 2010. Statistical Yearbook of the country from 1387 to 1386. Shaheed Beheshti University Press, 344 p. [in Persian].
- Ministry of Energy, Iran Water Resources Management. 2010. report the status of groundwater resources by the end of water year 1387-1388.
- Papli Yazdi, M.H. 1993. Qanat and its economic value, the sample stream Gonabad Mashhad, Journal of Faculty of Letters and Humanities Sciences, Mashhad, 2: 309-322. [in Persian].
- Saeidian, A. 2013. Qanat, traditional irrigation infrastructure system in Iran, Elixir International Journal, 55: 12743-12747.
- Siyavashi, M. 2014. Qanat Yazda Publication 223 p. [in Persian].
- Semsar Yazdi, A. A. 2011. Qanat; an Ancient Technique for Adapting to New Climate Changes. Journal of Arid Land Studies, 21(2): 71 -73 .
- Tolman, C.F. 1937. Ground Water, Mc Graw Hill ,593p.
- WenJun H.U., JieBin Z., YongQiang L. 2012. The qanats of Xinjiang: historical development, characteristics and modern implications for envi- ronmental protection, Journal of Arid Land, 4(2): 211-220.
- Wulff, H.E. 1968. The Qanats of Iran, Scientific American, 94 – 105.



Study on the Effects of Qanats, wells and springs on the evacuation of groundwater resources in the main watershed of Iran

Saeide Ranjbar Naeini¹, Parviz Garshsbi², Zahra Chatrsimab³

1- Forest, Range and Watershed Management Organization

2- Forest, Range and Watershed Management Organization

3- Forest, Range and Watershed Management Organization

Corresponding Author E-mail:Ranjbar79@yahoo.com

Received: 20-02-2017; Accepted: 01-09-2017

Abstract

Iran is located in an arid, semi-arid region. The mean annual precipitation of our country is about 250 mm which is less than the mean annual precipitation of Asia and about one third mean annual precipitation of the world. different kinds of climatic, topographic and geographic conditions, uneven distribution of surface streams are the hydrological features in many parts of the country. Iran possesses 37000 Qanats. These Qanats are providing 7 billion cubic meters water a year for agriculture productivities without consuming any kind of fossil fuel or electricity power. In recent years, increasing population has caused more demanding for new water sources such as digging new wells from aquifers, and this leads to accelerate decline in groundwater table. Decline in groundwater table has caused lots of problems, for instance increased number of arid fields, reduced the flow rate of rivers and lakes, decreased the quality of water, increased pumping costs, and the land subsidence. In this article, essential safety requisition and reconciliation of Qanats was studied by investigating the role of Qanats and comparing them with others sources.

Keywords: main watershed, wells, changes detection, Qanat, groundwater resources.