بررسی مسایل فنی و بهره‌برداری از برخی قنوات استان کرمان

مسعود فرزام نیا[۱*] و فریبرز عباسی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۱/۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۸/۹)

چکیده

قنات یک سازه سنتی کشور ایران بوده که بدون صرف انرژی و هزینه زیاد به صورت یک سرریز طبیعی آب را به سطح زمین می‌رساند. در مناطق شرقی کشور که از داشتن رودهای بزرگ و پرآب محروم‌اند، قنات می‌تواند نقش مهمی در اقتصاد مردم داشته باشد. بنابراین، توجه به قنات در مناطق شرقی کشور امری ضروری به نظر می‌رسد. یکی از این مناطق استان کرمان است که در مناطق جوپار، ماهان، بم و نرماشیر و فهرج دارای قنوات زیاد با آبدهی بالا و مادر چاه عمیق می‌باشد. در این تحقیق مسائل و مشکلات فنی و بهره‌برداری، نظام تقسیم و توزیع آب، وضعیت الگوی کشت اراضی پایین‌دست و تغییرات کمی و کیفی آب ۱۵ رشته از قنوات این استان مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان دادند که آبدهی قنوات در دراز مدت دستخوش تغییرات زیاد شده و در دهه اخیر کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته است. این کاهش، مساحت و الگوی کشت مناطق پایین‌دست را تغییر داده است. در قنوات مورد مطالعه مقادیر متوسط راندمان انتقال آب و ضریب زبری در کانال‌های انتقال آب از مظهر تا محل مصرف، به ترتیب ۸۱/۲ درصد و ۰/۰۲۴، میانگین بازده کاربرد آب در اراضی پایین‌دست قنوات ۵۹/۳ درصد و متوسط کارآیی مصرف آب برای محصولات زراعی مانند گندم، یونجه، چغندر، ذرت‌دانه‌ای، ذرت علوفه‌ای و هندوانه به‌ترتیب ۰/۴۳، ۰/۵۱، ۳/۱، ۰/۶۵، ۴/۷۵ و ۸ و برای محصولات باغی مانند پسته، بادام، خرما، مرکبات و درختان سیاه‌ریشه به ترتیب ۰/۵۲، ۰/۳، ۰/۶۶، ۱/۱ و ۰/۵۴ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. بررسی‌های انجام شده نشان دادند از مشکلات عمده قنوات عدم تخصیص بودجه لازم برای مرمت و نگهداری، حفر چاه‌های عمیق در حریم آنها، عدم رعایت مسائل فنی، بهره‌برداری و نگهداری مناسب است.

واژه‌های کلیدی: کرمان، قنات، مسائل فنی و بهره‌برداری، کارآیی مصرف آب

۱. مربی پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
۲. دانشیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: masoud_farzamnia@yahoo.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.4.2]

مقدمه

قنات ثروت ملی و باستانی ایران بوده و قدمت آن و سیستم‌های آبیاری وابسته به آن به ۸۰۰ سال قبل از میلاد مسیح (حدود۲۸۰۰ سال قبل) برمی‌گردد. این سازه از ارزنده‌ترین اختراعات ایرانیان برای استخراج آب، با وسایل و امکانات موجود زمان بوده است (۲)، لذا حفظ و نگهداری آن به‌عنوان یک میراث با ارزش فرهنگی برای متخصصین امر بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور همانند همدان، یزد، کرمان، اصفهان، سمنان و خراسان‌جنوبی و رضوی یک وظیفه انسانی است. در سایت ایران- هیدرولوژی تعداد قنوات کشور ۳۲۶۹۸ رشته عنوان شده است که سالیانه بیش از ۸ میلیارد مترمکعب از آب‌های زیرزمینی کشور یعنی حدود ۱۵% از کل تخلیه را استخراج می‌نمایند (۶). قدیمی‌ترین قنات ایران، قنات اسکندر به طول ۷۲ کیلومتر در یزد و پرآب‌ترین قنات، پاکم در حومه شهرستان بم است. عمیق‌ترین قنات ایران قنات قصبه در گناباد است که عمق مادرچاه آن ۳۰۰ تا ۳۵۰ متر گزارش شده است (۱۰). براساس سایت ایران هیدرولوژی (۱۳۸۲) قنات در حدود ۵۲۵ سال قبل از میلاد توسط ایرانیان به عمان، قطر و عربستان منتقل گردید. حدود ۲۵ سال بعد از آن، با لشکرکشی‌های ایرانیان این فن در مصر رواج یافت و با گسترش اسلام، شمال آفریقا با قنات آشنا شد. در سال ۷۵۰ میلادی توسط مسلمین در شهر مادرید دایر و در سال ۱۵۲۰ میلادی اسپانیائی‌ها حفر قنات را در مکزیک آغاز کردند و از آنجا به لس‌آنجلس رسید و در سال ۱۵۴۰ شهر پیکا در شیلی صاحب قنات گردید. در حال حاضر در ۳۴ کشور دنیا قنات وجود دارد که از مهم‌ترین آنها می‌توان کشورهای افغانستان، اردن، امارات متحده عربی، بحرین، پاکستان، چین، سوریه، ترکمنستان، عراق، عربستان، عمان، فلسطین، کامبوج، هند ویمن در قاره آسیا، کشورهای ترکیه، آلمان، انگلیس، اسپانیا، جمهوری‌چک، قبرس و فرانسه در قاره اروپا وکشورهای پرو، مکزیک وشیلی در قاره آمریکا را نام برد (۱۰). عبدی (۸) در بررسی وضعیت قنوات استان زنجان، دلایل خشک شدن و متروکه ماندن قنوات را خشک‌سالی و افت سطح ایستابی، عدم انجام مرمت و لایروبی سالانه، مهاجرت بهره‌برداران و بدون استفاده ماندن قنوات و حفر چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق در حریم قنوات دانسته و راه‌کارهای افزایش بهره‌وری را کنترل و مهار آب‌های سطحی در حوزه‌های بالادست قنات و تغذیه آن به‌داخل زمین به صورت پخش سیلاب، انجام عملیات مرمت و لایروبی مستمر، ممنوعیت حفر چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق در حریم قنات و آموزش بهره‌برداران دانسته است. ایکاردا برای بررسی مدیریت سنتی یک رشته قنات در روستای شلاله سخیره در جنوب‌غربی شهر حلب در کشور سوریه تحقیقی را انجام دادند. دبی این قنات در سال‌های اخیر به علت رسوب سیلت در کوره و هم‌چنین نشت آب از کف کوره به‌علت شکستگی، کم شده بود. به‌منظور کمک به حفظ سیستم‌های اجتماعی در جامعه روستایی و ذخیره آب، به مرمت و نوسازی این قنات اقدام نمودند. در این کار از کارشناسان جامعه‌شناسی، اقتصاد و هیدرولوژی کمک گرفته شد و در نهایت ۲۵% آبدهی قنات افزایش یافت. این گروه تحقیقاتی در کل ۹۱ رشته قنات را شناسایی کردند که فقط ۳۰ رشته از آن دایر بود و علت خشک شدن سایر قنوات افت سطح ایستابی گزارش شده است (۱۶). لایت‌فوت (۱۳) در مورد پیامدهای خشک‌شدن قنوات سوریه اظهار می‌دارد که با پایین رفتن سطح ایستابی و خشکیدن قنات‌ها این منبع ارزشمند تأمین آب رها می‌شود. پدیده‌ای که در پاکستان، ایران، عمان و بسیاری از جاهای دیگر نیز در حال اتفاق است. یکی از تبعات زیان‌بار این پدیده مهاجرت روستاییان به شهرها و رها کردن کشاورزی و جذب آنها در بخش‌های صنعت وغیره می‌باشد. ناصری و همکاران (۱۴) در تحقیقی در استان خراسان دلایل تخریب و افت عملکرد قنوات منطقه را مورد بررسی قرار دادند. آنها اظهار داشتند که خشک‌سالی همراه با پیدایش روش‌های ساده و سریع حفر چاه‌های عمیق و کنترل ضعیف یا عدم کنترل دولت بر حجم آب استحصالی از چاه‌ها دلیل اصلی تخریب قنوات در این مقیاس بوده است. براهیمی و همکاران (۱۲) در تحقیقی سیستم بهره‌برداری از قنوات (شامل نظام توزیع و

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.4.2]

تقسیم آب بین شاربین) را در نقاط مختلف ایران مورد بررسی قرار دادند تا نقاط قوت آن برای سایر بخش‌ها بخصوص برای تشکل‌های آب‌بران به عنوان راهنما معرفی شود. آنها نشان دادند که تمام قنوات فعال ایران سیستم بهره‌برداری منحصر به فرد خود را دارند. با توجه به شرایط آب و هوایی، اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی، سیستم بهره‌برداری از هر قنات با قنات دیگر متفاوت است. به عبارت دیگر شرایط غالب در منطقه، سیستم بهره‌برداری از قنات را تحت تأثیر قرار می‌دهد و باید مورد توجه قرار گیرد. سیستم‌های بهره‌برداری از قنوات توسط مردم بر پایه توافق و رضایت خودشان نه بر اساس دستور و آیین‌نامه خاصی به وجود آمده است. رهبری و افشار اصل (۱۵) نشان دادند که قنات روی رسوب و فرسایش خاک، اکولوژی و مسائل اقتصادی- اجتماعی (شامل درآمد، مهاجرت و مشارکت مصرف کنندگان) آثار مثبت دارد.

استان کرمان یکی از پهناورترین استان‌های کشور محسوب شده و از نظر اقلیمی جزو مناطق گرم و خشک است. این استان در زمره استان‌هایی است که شدیداً با مشکل کم آبی مواجه است. بنابراین، استفاده بهینه از منابع آبی ضروری به نظر می‌رسد (۷). وجود حدود ۲۰۰۰ رشته قنات در استان کرمان اقتصاد کشاورزان برخی از مناطق این استان را در گروی بقای خود قرار داده است. به‌طوری‌که در صورت عدم رسیدگی و بهره‌برداری مناسب، کشاورزان این استان از لحاظ اقتصادی شدیداً آسیب می‌بینند.

این مقاله مسائل و مشکلات فنی و بهره‌برداری، نظام تقسیم و توزیع آب، وضعیت الگوی کشت اراضی پایین دست و تغییرات کمّی و کیفی آب ۱۵ رشته از قنوات مهم استان کرمان و نحوه استفاده از آب در اراضی پایین‌دست آنها را مورد بررسی قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، ۱۵ رشته از قنوات استان به عنوان نمونه انتخاب و بررسی شدند. مشخصات قنوات مورد مطالعه در جدول ۱ و موقعیت آنها در شکل ۱ نمایش داده شده است. بعد از مشخص شدن قنوات به محل آنها مراجعه و به بررسی مسائل و مشکلات فنی و بهره‌برداری و اندازه‌گیری پارامترهای مورد نیاز اقدام گردید. اقدامات انجام شده شامل بازدیدهای محلی و تکمیل پرسش‌نامه (شامل: مشخصات عمومی، موقعیت طبیعی و مالکیت قنات، مساحت زیرکشت در پایین‌دست قنات و موقعیت آنها از لحاظ بارندگی و پوشش گیاهی، عملیات بازسازی انجام شده و موردنیاز و خطراتی که قنات را تهدید می‌کند)، نمونه‌برداری از خاک جداره و بستر قنوات و نمونه آب قنوات برای تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی آنها، تعیین مشخصات هندسی و هیدرولیکی قنوات (سطح مقطع جریان، شیب طولی، ضریب زبری، دبی)، تعیین بازده انتقال آب در هرنج قنوات، بازده کاربرد آب آبیاری و تخمین کارآیی مصرف آب قنوات تحت مطالعه بود.

ضریب زبری مانینگ در مسیر هرنج قنوات، با اندازه‌گیری سطح مقطع، محیط خیس‌شده، متوسط دبی جریان، شیب طولی و با فرض یک‌نواخت بودن جریان، از رابطه مانینگ برآورد شد. سطح مقطع جریان و محیط خیس شده در مقاطع منظم و نامنظم بسته به شرایط کانال، با استفاده از روابط هندسی در سه تکرار و به فواصل ۵۰ متر از هم تعیین شدند. لازم به ذکر است مقاطع نامنظم به مقاطع کوچک‌تر تقسیم شدند تا به شکل هندسی منظم تبدیل شوند. با به‌دست آوردن سطح مقطع(A)، سرعت جریان(V) با استفاده از جسم شناور تعیین و دبی (Q) هرنج از رابطه $Q= A \times V$ محاسبه شد. این اندازه‌گیری هر بار در ۳ مقطع و با ۳ تکرار انجام شد. از آنجایی‌که گیاهان با ریشه سطحی، باعث افزایش نفوذپذیری خاک و بر آبدهی قنات تأثیر مثبت دارد و گیاهان با ریشه‌های عمیق، آب سفره زیرزمینی را مصرف کرده و بر آبدهی آنها تأثیر منفی دارند، بنابراین پوشش گیاهی اطراف قنوات از این زاویه مورد بررسی قرار گرفت.

بازده انتقال آب در کلیه قنوات مورد مطالعه در سه مرحله اولیه، میانی و پایانی فصل زراعی در نقاط مختلف اندازه‌گیری شد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.4.2]

جدول ۱. مشخصات قنوات مورد مطالعه در استان کرمان

ردیف	نام قنات	روستا	مختصات(UTM) مادر چاه		دبی متوسط	عمق مادر	اراضی زیر	طول قنات	تعداد
			طول (متر)	عرض (متر)	(lit/s)	چاه (متر)	کشت (هکتار)	(متر)	میله قنات
۱	گوهرریز	جوپار	۵۱۰۲۱۱	۳۳۲۲۳۴۲	۱۲۲	۶۰	۳۰۰	۴۰۰۰	۱۵۰
۲	فَرمیتَن	سکنج	۵۳۸۹۳۵	۳۳۱۴۹۲۳	۱۲۴	۳۲	۱۶۰	۶۰۰۰	۲۰۰
۳	خیرآباد خالصه	محمدآباد سید	۳۹۱۴۲۴	۳۲۸۳۹۴۳	۳۵/۵	۸۷	۱۰۰	۲۹۰۰۰	۶۵۰
۴	رَمجِرد	رمجرد	۴۰۷۹۴۸	۳۲۴۷۰۶۳	۴۴	۱۰۷	۱۴۰	۱۷۰۰۰	۴۰۰
۵	قلعه‌نو	وکیل‌آباد	۴۰۶۱۰۲	۳۱۵۵۶۳۱	۱۶۹	۴۵	۴۵۰	۱۱۰۰۰	۴۰۰
۶	قادرآباد عمومی	قادرآباد	۴۶۲۶۰۳	۳۱۴۹۰۵۲	۱۱۰	۲۶	۳۲۰	۴۳۰۰	۱۰۰
۷	عیسویه	پشترود	۶۲۳۶۰۰	۳۲۲۵۴۰۰	۷۶	۴۰	۱۲۰	۳۵۰۰	۷۶
۸	پاکَم	پاکم	۶۱۷۹۵۵	۳۲۲۴۳۸۵	۲۵۱	۴۵	۳۰۰	۵۰۰۰	۱۲۲
۹	تُرشاب	ترشاب	۴۵۸۶۰۲	۳۲۹۵۳۱۴	۸۶	۱۸	۱۰۰	۳۰۰۰	۱۲۰
۱۰	سِفته‌گلو	سفته‌گلو	۴۲۹۴۵۱	۳۳۰۴۶۵۲	۶۳	۲۵	۱۵۰	۳۰۰۰	۱۲۰
۱۱	سَرخِکان	سرخکان	۴۷۹۴۵۰	۳۲۸۶۷۵۲	۴۴	۵۰	۸۰	۴۰۰۰	۱۶۰
۱۲	احمدآباد	احمدآباد	۳۵۸۸۸۳	۳۳۷۲۱۵۷	۳۷	۸۰	۱۴۴	۷۰۰۰	۲۳۵
۱۳	خَنامان	خنامان	۴۴۹۹۲۹	۳۳۷۳۱۷۰	۴۷	۷۰	۱۳۷	۵۰۰۰	۱۶۰
۱۴	دِه‌مَلِک	ده‌ملک	۴۳۲۳۰۷	۳۴۶۹۰۰۵	۳۶	۴۵	۴۵	۲۰۰۰	۶۵
۱۵	جَوَر	جور	۴۳۴۳۷۷	۳۴۶۷۷۴۸	۴۱	۶۰	۳۵	۲۰۰۰	۶۵

UTM: طول و عرض جغرافیایی بر حسب متر در سیستم تبدیلی مرکاتور

بازده کاربرد آب آبیاری در برخی از مزارع و یا باغ‌های مربوط به هر کدام از قنوات مورد مطالعه، با استفاده از روابط زیر محاسبه شد.

$$dn = (q۲ - q۱) \times r \times z \qquad [۱]$$

$$E_a = \frac{d_n}{d_a} \times ۱۰۰ \qquad [۲]$$

که در آن، dn عمق آب ذخیره شده در منطقه توسعه ریشه (سانتی‌متر)، θ۲ متوسط رطوبت خاک بعد از آبیاری در منطقه توسعه ریشه(درصد وزنی)، θ۱ متوسط رطوبت خاک قبل از آبیاری در منطقه توسعه ریشه(درصد وزنی)، ρ جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، Z عمق توسعه ریشه محصول (سانتی‌متر)، Ea بازده کاربرد آب (درصد) و da عمق آب ناخالص (سانتی‌متر) هستند. برای محاسبه بازده کاربرد آب، عمق توسعه ریشه محصولات مختلف از نشریه ۵۶ فائو (۱۱) استخراج گردید.

در این تحقیق، کارآیی مصرف آب در مورد محصولات زراعی و باغی پایین‌دست هر قنات به‌طور جداگانه از رابطه زیر برآورد گردید.

$$\text{کارآیی مصرف آب} = \frac{\text{عملکرد}}{\text{آب مصرفی}} \qquad [۳]$$

که در آن، کارآیی مصرف آب برحسب کیلوگرم بر مترمکعب، عملکرد برحسب کیلوگرم و آب مصرفی برحسب مترمکعب هستند. برآورد آب مصرفی محصولات مختلف در طول فصل رشد از طریق اندازه‌گیری آب واگذاری به کشاورز در چند

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.4.2]



شکل ۱. موقعیت قنوات مورد مطالعه در استان کرمان

نوبت آبیاری به‌وسیله دبی‌سنج (فلوم WSC) انجام شد.

نتایج و بحث

دبی قنوات مورد مطالعه نشان می‌دهد که آبدهی قنوات در سال‌های ۷۷ و ۷۸ حداکثر و از آن به بعد کاهش یافته که دلیل عمده آن خشک‌سالی‌های دهه اخیر است. بررسی آمار بارندگی استان کرمان در این دهه کاهش چشمگیر میزان بارندگی در شهرستان‌های این استان را نشان می‌دهد. از دلایل دیگر آن می‌توان به عدم مرمت مداوم قنوات به‌دلیل اشتغال مالکین آنها در شهرها و عدم وابستگی درآمد آنها به کشاورزی و همین‌طور

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.4.2]

حفر چاه در حریم قنوات اشاره نمود. نتایج نشان می‌دهد نوسانات آبدهی قنوات دشتی و قنواتی که خاک بستر آنها درشت بافت (پایدار) هستند، از بقیه کمتر است. زیرا قنوات دشتی بیشتر به سطح سفره آب زیرزمینی منطقه وابسته هستند ولی قنوات کوهستانی تحت تأثیر میزان بارندگی منطقه‌اند. هم‌چنین قنواتی که بستر آنها درشت بافت‌اند کمتر تحت تأثیر حوادث طبیعی قرار می‌گیرند و تغییرات در مسیر کوره آنها کمتر و در نتیجه نوسانات دبی آنها کمتر است. پاکم، خیرآباد، رمجرد، قلعه‌نو و جور از جمله قنوات دشتی هستند. به‌عنوان مثال شکل ۲ تغییرات آبدهی یکی از قنوات مورد اشاره، قنات پاکم شهرستان بم را نشان می‌دهد که این تغییرات محسوس نیست.

جدول ۲ نشان می‌دهد ضریب تغییرات دبی این قنوات به‌ترتیب یاد شده ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۶ و ۱۷ درصد می‌باشد که در مقایسه با سایر نشان از تغییرات آبدهی کمتر است. برخی از قنوات مانند قادرآباد، عیسویه و ترشاب بر اثر بلایای طبیعی مانند سیل، در یک مقطع زمانی با کاهش چشمگیر دبی مواجه شده‌اند که ناپایدار بودن خاک بستر آنها (بستر آنها بر اساس انجام آزمون خاک در آزمایشگاه خاک و آب، لومی شنی بود) هم مزید بر علت شده‌است. دبی قنوات نام برده پس از مرمت و بازسازی میله‌ها و کوره آنها به‌طورقابل ملاحظه‌ای افزایش یافته‌اند. شکل ۳ تغییرات آبدهی یکی از قنوات مورد اشاره، قنات ترشاب شهرستان بردسیر را نشان می‌دهد. کاهش چشمگیر آبدهی این قنات در سال ۱۳۸۴ به خاطر سیل و در نتیجه خرابی اعظم کوره این قنات است. به همت مالکین این قنات که سه برادرند، قنات در حال مرمت و بازسازی می‌باشد و هم‌اکنون دبی آن به حدود ۹۰ لیتر در ثانیه رسیده‌است.

نظام تقسیم و توزیع آب و الگوی کشت اراضی پایین‌دست قنات‌های مورد مطالعه

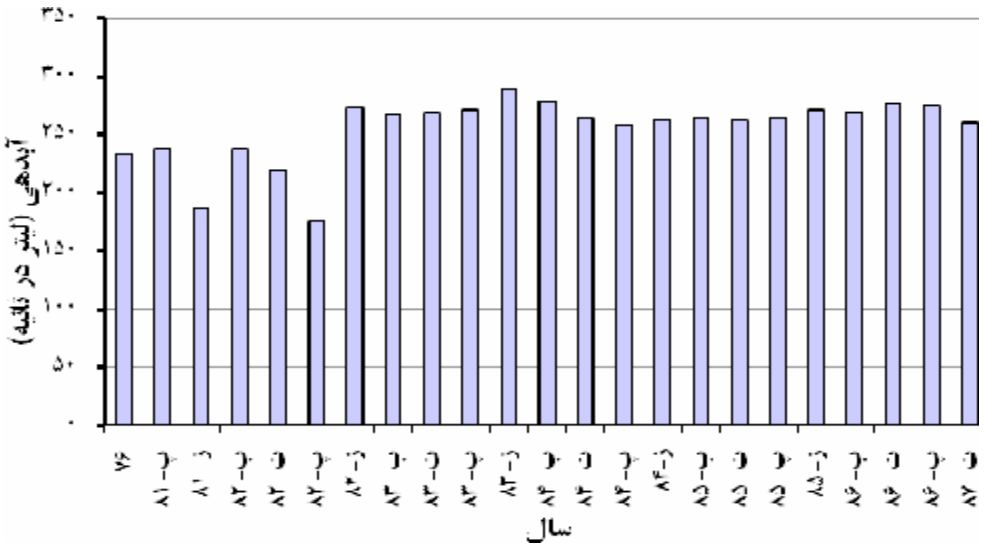
نتایج نشان می‌دهد نحوه توزیع آب نسبت به گذشته (دهه‌های قبل) تغییری نکرده و تقسیم آن بر اساس میزان مالکیت زمین و به‌صورت زمانی است تا در صورت تغییر آبدهی قنات و یا هر مشکل دیگری اختلافی بین مالکین به‌وجود نیاید. ولی با توجه به کاهش آبدهی قنوات، سطح زیرکشت و الگوی کشت در این مناطق تغییر کرده است. در دهه‌های قبل در مناطق زیردست قنوات مورد مطالعه در کنار باغ‌های پسته، بادام، مرکبات، خرما، سیاه‌ریشه و تاکستان‌ها تقریباً تمام محصولات زراعی مانند غلات، حبوبات، صیفی‌جات، علوفه و غیره کشت می‌شدند. ولی اخیراً به دلیل کم‌آب شدن قنوات، زمین‌های زراعی به باغ و در برخی مناطق به زمین‌های بایر تبدیل شده‌اند. برای مثال هم‌اکنون کشاورزی شهرستان‌های سیرجان، زرند، رفسنجان، کرمان و بم در باغ‌های پسته، سیاه‌ریشه، خرما و مرکبات خلاصه شده‌است و زراعت فقط در شهرستان‌های بافت و بردسیر رواج دارد.

ارزیابی پرسش‌نامه‌های تکمیل شده نشان می‌دهد عملیات ترمیمی در نظرگرفته شده برای قنوات از نظر مالی و زمانی کافی نبوده و اصلاحات در قنواتی مؤثر بوده که همت و حضور مالکین در منطقه بیشتر بوده است. مشکل عمده‌ای که در ترمیم قنوات توسط مدیریت آب و خاک شهرستان‌های مختلف وجود دارد، اختصاص بودجه اندک سالانه به چندین قنات است که در این شرایط بودجه تخصیصی با تقسیم شدن بین چندین رشته قنات اثر بخشی لازم را در مرمت ندارد.

جدول ۳ وضعیت بازده انتقال آب را در هرنج قنوات نشان می‌دهد. بازده انتقال در قنوات گوهرریز، خیرآباد، پاکم و جور به واسطه این‌که فاصله مظهر تا محل مصرف ناچیز بود، اندازه‌گیری نشد. نتایج نشان می‌دهد در کانال‌های انتقال بعد از مظهر قنوات متوسط بازده انتقال ۸۱/۲ درصد است که در مقایسه با مقدار اعلام شده توسط ریاحی (۵) قابل قبول می‌باشد. ریاحی بازده انتقال آب در کانال‌های پوشش‌دار استان کرمان را بین ۵۸ تا ۸۲ درصد گزارش نمود که این نشان می‌دهد نگهداری و بهره‌برداری از کانال‌های انتقال آب قنوات با دقت بیشتری انجام می‌گیرد. پایین بودن نسبی بازده انتقال آب در قنات‌های سفته‌گلو، سرخکان و احمدآباد به دلیل طولانی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.4.2]



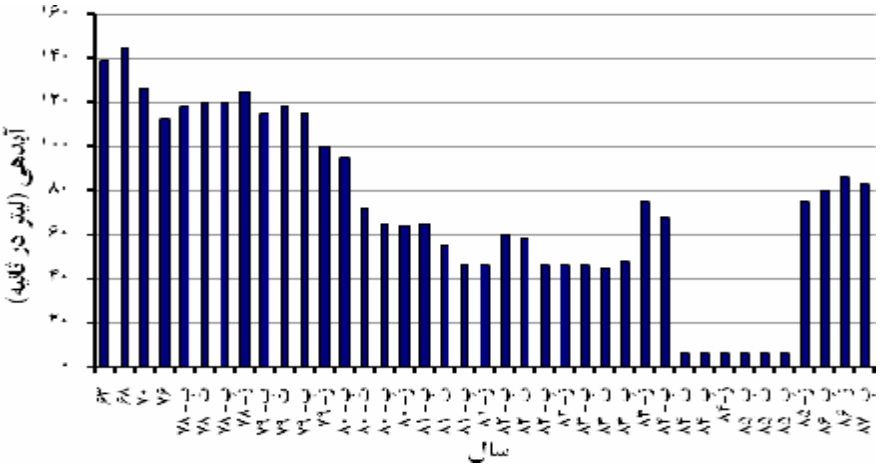
شکل ۲. تغییرات آبدهی قنات پاکم طی سال‌های ۷۶ تا ۸۷

جدول ۲. شاخص‌های آماری تغییرات دبی قنوات مورد مطالعه

ردیف	نام قنات	تعداد نمونه	میانگین دبی(l/s)	انحراف معیار	ضریب‌تغییرات (درصد)	دامنه نوسانات دبی (l/s) حدوداطمینان ۹۵درصد
۱	گوهرریز	۲۰	۱۲۷	۵۰/۱	۳۹	۱۵۰/۴ - ۱۰۳/۵
۲	فرمیتن	۳۴	۱۲۵	۴۶/۵	۳۷	۱۴۱/۳ - ۱۰۸/۸
۳	خیرآباد	۱۲	۳۲/۹	۳/۹	۱۲	۳۵/۴ - ۳۰/۵
۴	رمجرد	۲۳	۴۱/۸	۶	۱۴	۴۴/۴ - ۳۹/۲
۵	قلعه نو	۹	۱۷۵	۲۷/۲	۱۶	۱۹۵/۹ - ۱۵۴/۱
۶	قادرآباد	۲۱	۵۲/۷	۵۸/۶	۱۱۱	۷۹/۴ - ۲۶/۱
۷	عیسویه	۲۱	۶۶/۹	۲۸/۵	۴۳	۷۹/۹ - ۵۳/۹
۸	پاکم	۲۳	۲۵۵/۳	۲۸/۴	۱۱	۲۶۷/۶ - ۲۴۳
۹	ترشاب	۳۹	۷۲/۱	۴۰/۷	۵۶	۸۵/۳ - ۵۸/۹
۱۰	سفته‌گلو	۴۱	۶۰/۸	۲۶/۱	۴۳	۶۹/۱ - ۵۲/۶
۱۱	سرخکان	۲۰	۴۵/۸	۱۰/۱	۲۲	۵۰/۵ - ۴۱
۱۲	احمدآباد	۲۲	۳۹/۶	۱۱/۶	۲۹	۴۴/۷ - ۳۴/۵
۱۳	خنامان	۳۵	۴۵/۹	۱۳	۲۸	۵۰/۴ - ۴۱/۴
۱۴	ده‌ملک	۳۰	۳۷/۶	۱۰/۸	۲۹	۴۱/۶ - ۳۳/۵
۱۵	جور	۳۰	۴۲	۷/۱	۱۷	۴۴/۶ - ۳۹/۳

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.4.2]



شکل ۳. تغییرات آبدهی قنات ترشاب طی سال‌های ۶۳ تا ۸۷

جدول ۳. وضعیت بازده انتقال در هرنج قنوات مورد مطالعه استان کرمان

ردیف	نام قنات	نام روستا	طول قنات(متر)	طول هرنج (متر)	میانگین دبی اندازه‌گیری شده (l/s)	بازده انتقال در هرنج (%)
۱	فرمیتن	سکنج	۶۰۰۰	۱۰۰۰۰	۸۰	۹۱
۲	رمجرد	رمجرد	۱۷۰۰۰	۶۰۰۰	۲۸	۸۵
۳	قلعه‌نو	وکیل‌آباد	۱۱۰۰۰	۱۱۰۰۰	۱۴۲	۹۰
۴	قادرآباد	قادرآباد	۴۳۰۰	۱۳۰۰۰	۱۲۲	۸۵
۵	عیسویه	پشت‌رود	۳۵۰۰	۶۰۰۰	۵۱	۸۸
۶	ترشاب	ترشاب	۳۰۰۰	۵۰۰	۸۶/۵	۹۲
۷	سفته‌گلو	سفته‌گلو	۳۰۰۰	۴۰۰۰	۳۶	۷۶
۸	سرخکان	سرخکان	۴۰۰۰	۸۰۰۰	۴۴	۷۹
۹	احمدآباد	احمدآباد	۷۰۰۰	۱۷۰۰۰	۳۷	۵۶
۱۰	خنامان	خنامان	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۴۷	۵۸
۱۱	ده‌ملک	ده‌ملک	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۶	۹۳
	میانگین	-	۵۹۸۲	۷۵۹۱	۶۴/۵	۸۱/۲

بودن هرنج، بدون پوشش بودن کانال انتقال آب و شنی بودن بستر آن می‌باشد.

کیفیت آب و خاک بستر

از بستر هرنج و داخل ۱۵ رشته قنوات مورد مطالعه دو نمونه و در کل تعداد ۳۰ نمونه خاک تهیه و آزمایش دانه‌بندی روی آنها انجام و مقادیر EC و pH آنها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهد مقادیر pH در داخل و در هرنج قنوات تفاوت قابل ملاحظه‌ای با هم ندارند و مقادیر EC داخل قنوات به‌طور غیرمحسوسی کمتر از هرنج آن می‌باشد. بررسی کیفیت آب قنوات مورد مطالعه طی سال‌های گذشته نشان می‌دهد که کیفیت آب قنوات طی سال‌های گذشته تاکنون تغییر محسوسی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.4.2]

نکرده و عوامل محیطی در حدی نبوده که بر آن تـأثیر گذاشـته باشد. به‌عبارتی مسیر کـوره قنـوات هنـوز تحـت تـأثیر نـشت فاضلاب‌های شهری، صـنعتی و هـرزآب‌هـای کـشاورزی قـرار نگرفته است. برای نمونـه شـکل‌هـای ۴ و ۵ تغییـرات شـوری (EC) و pHآب قنات گوهرریز را طی سال‌های ۷۸ تا ۸۷ نشان می‌دهد که مؤید این مطلب است.

پوشش گیاهی

با توجه به خشک‌سـالی‌هـای اخیـر در بیـشتر قنـوات، پوشـش گیاهی ضعیف و بسیار پراکنده بودند. اغلب از نوع گـز، گـون، خار شتر و سایر بوته‌های تنک بودند که تراکم آنها تقریباً بـه ده درصد نمی‌رسد. بنابراین نمی‌تواند بر آبدهی قنوات تأثیر قابـل ملاحظه‌ای داشته باشد. سر سبزی پوشش گیاهی اطراف قنـوات بیشتر از ۳ ماه اول سال دوام ندارد. خبرگان محلی و بهره‌برداران اعتقاد بر این داشتند در دهه‌های قبل به‌دلیل وفور آب، زراعـت بیـشتر در حـریم قنـوات بـر آبـدهی آنهـا تـأثیر مـی‌گذاشـت. به‌طورکلی در قنوات دشـتی کـه مـسیر کـوره آنهـا در اراضـی روستاهای بالادست واقع شده و در این مسیر عملیـات آبیـاری انجام می‌شود (مانند قلعه‌نو، پاکم، عیسویه، خیرآبـاد، ترشـاب و فرمیتن)، پوشش گیاهی تأثیر مستقیم بر افزایش آبـدهی قنـوات دارد ودر قنوات کوهستانی که کوره آنها در شیب قرار می‌گیرند (مانند قادرآباد، گوهرریز و ده‌ملک)، پوشـش گیـاهی نامناسـب بوده و تأثیری در افزایش آبدهی آنها ندارد.

ضریب زبری مانینگ

نتایج نشان می‌دهد که شیب طولی هرنج قنوات مورد مطالعه بـه طور متوسط ۰/۴۵۵ درصد بوده و ضریب زبری مانینگ آنها بین ۰/۰۱۸ تا ۰/۰۳۴ و بطور متوسـط ۰/۰۲۴ مـی‌باشـد. بـالا بـودن ضریب زبری تعداد معدودی از آنهـا بـه دلیـل خرابـی پوشـش بعضی از قسمت‌های کانال‌های پوشش‌دار به‌واسطه شیب نـسبتاً زیاد در قسمتی از مقاطع، عدم لایروبی، وجود قطعات خـارجی در مسیر انتقال و رشـد علـف‌هـای هـرز در کانـال‌هـای بـدون پوشش است.

بازده کاربرد آب

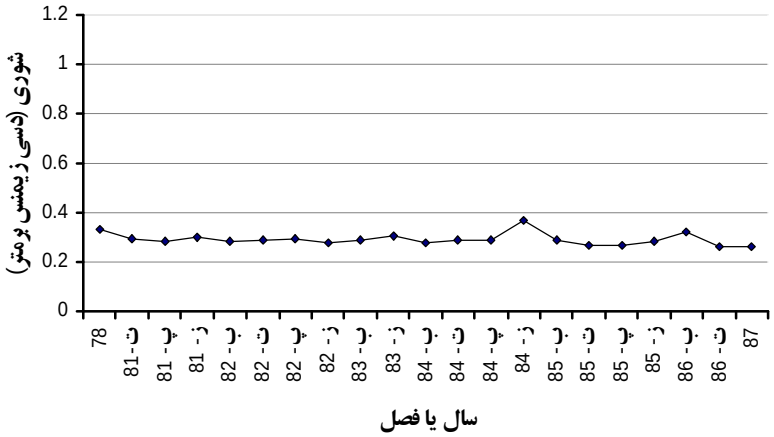
نتـایج تخمـین بـازده کـاربرد آب در مزرعـه کـه متوسـطی از اندازه‌گیری بازده در سه نوبت آبیاری است، در جـدول ۴ ارائـه شده است. بدیهی است در ارتباط با محـصولات زراعـی عمـق توسعه ریشه در سه نوبت آبیاری متفاوت بـود و بـا توجـه بـه مرحله رشد گیاه از مقادیر ارائه شـده توسـط آلـن و همکـاران (۱۱) برآورد گردید. ولی برای محصولات باغی عمق مؤثر ریشه ثابت در نظر گرفته شد. نتایج نشان می‌دهد بازده کاربرد آب در مزارع زیردسـت قنـوات بـین ۵۰ تـا ۶۸ درصـد نوسـان دارد و متوسط آنها ۵۹/۳ درصد است. مقادیر پایین مربوط بـه منـاطقی است که سطح زیرکشت محصولات زراعی بیشتر از باغی است. این موضوع بیانگر تلفات زیاد آب در اراضی زراعی اسـت. بـا توجه به این‌که روش آبیاری مزارع فوق سطحی می‌باشد بـازده فوق نسبتاً قابل قبول بوده و می‌توان به‌این نکته اشاره کرد که در منـاطق زیردسـت قنـوات، کـشاورزان در مـصرف آب بیـشتر دقـت مـی‌کننـد. در آزمایـشی تحـت عنـوان بررسـی عملکـرد روش‌های آبیاری سطحی تحت مدیریت زارعین، میانگین بازده کاربرد آب در شهرستان بردسیر کرمان ۱۷/۵ گزارش شده است (۱). هم‌چنین ریاحی (۴) بازده کـاربرد آب گنـدم تحـت روش آبیاری سطحی را در شهرستان بردسیر کرمان ۲۳ درصد گزارش نمود.

کارآیی مصرف آب

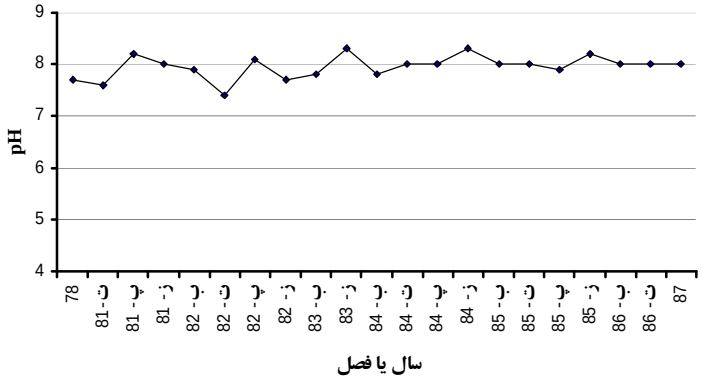
نتایج کارآیی مصرف آب در مزرعه و تخمین متوسط مقدار آب مصرفی و عملکرد هر محصول در جدول ۵ ارائـه شـده اسـت. نتایج نشان می‌دهد میانگین کارآیی مصرف آب برای محصولات زراعی مانند گندم، یونجه، چغندر، ذرت‌دانه‌ای، ذرت‌علوفه‌ای و هندوانه به‌ترتیـب ۰/۴۳، ۰/۵۱، ۳/۱، ۰/۶۵، ۴/۷۵ و ۸ کیلـوگرم بر مترمکعب است. البته پارامتر مورد نظر برای هر کدام از ایـن محصولات در هر منطقـه، بـه دلیـل تفـاوت در حاصـل‌خیـزی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.4.2]



شکل ۴. تغییرات شوری آب قنات گوهرریز طی سال‌های ۷۸ تا ۸۷



شکل ۵ . تغییرات pH آب قنات گوهرریز طی سال‌های ۷۸ تا ۸۷

خاک، مدیریت کود، اولویت محصول و بالاخره مدیریت مزرعه، با منطقه دیگر تفاوت دارد. برای مثال کارآیی مصرف آب گندم در مزارع زیردست قنوات گوهرریز و فرمیتن حدود ۰/۳۸ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. در صورتی‌که این عدد در مزارع زیردست قنات خیرآباد خالصه به حدود ۰/۵۳ می‌رسد. نتایج هم‌چنین نشان می‌دهد در مناطق پایین‌دست قنوات مورد مطالعه، میانگین کارآیی مصرف آب برای محصولات باغی مانند پسته، بادام، خرما، مرکبات و درختان سیاه‌ریشه به‌ترتیب ۰/۵۲، ۰/۳، ۰/۶۶، ۱/۱ و ۰/۵۴ کیلوگرم بر مترمکعب است. حیدری و همکاران (۳) میانگین کارآیی مصرف آب گندم، چغندرقند، یونجه و ذرت‌علوفه‌ای را در منطقه بردسیر کرمان تحت روش آبیاری دوار مرکزی به‌ترتیب ۰/۵۶، ۳/۲۳، ۱/۴۸ و ۶/۴۶ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش نموده‌اند. ریاحی (۴) کارآیی مصرف آب گندم را در منطقه بردسیر کرمان تحت روش آبیاری سطحی ۰/۴ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش کرده‌است. فرزام‌نیا (۹) کارآیی مصرف آب خرمای مضافتی را در منطقه بم تحت روش آبیاری سطحی، ۰/۹ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش نموده‌است. با توجه به نتایج محققین و نتایج آزمایش اخیر، مقادیر کارآیی مصرف آب محصولات باغی و زراعی پایین‌دست قنوات مورد مطالعه، کمتر از حد انتظار بوده و پتانسیل افزایش این پارامتر در این مناطق، با برنامه‌ریزی مناسب در این بخش وجود دارد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.4.2]

جدول ۴. مقایسه بازده کاربرد آب در اراضی پایین‌دست قنوات مورد مطالعه

ردیف	نام قنات	دبی (lit/s)	رطوبت خاک قبل از آبیاری (% وزنی)	رطوبت خاک بعد از آبیاری (% وزنی)	عمق توسعه ریشه (cm)	نوع محصول	جرم مخصوص ظاهری خاک (gr/cm^3)	عمق آب‌داده شده (cm)	بازده کاربرد (%)
۱	گوهرریز	۱۲۸	۱۴	۲۱/۵	۱۵۰	گندم	۱/۴	۲۵/۵	۶۱
۲	فرمیتن	۸۰	۱۳/۳	۲۱	۷۵	گندم	۱/۴	۱۴/۵	۵۵
۳	خیرآباد	۲۹/۵	۱۴/۵	۲۱	۱۲۰	پسته	۱/۳۵	۱۵/۵	۶۸
۴	رمجرد	۲۸	۱۱	۱۹	۱۲۰	پسته	۱/۵۰	۲۸	۵۱
۵	قلعه‌نو	۱۴۲	۱۴/۵	۲۲	۱۳۰	ذرت‌دانه‌ای	۱/۳۵	۲۴	۵۴
۶	قادرآباد	۱۲۲	۱۳	۲۰	۶۰	ذرت‌دانه‌ای	۱/۴۵	۱۱/۵	۵۳
۷	عیسویه	۵۱	۱۳/۵	۲۱/۵	۲۰۰	خرما	۱/۳۵	۳۶	۶۰
۸	پاکم	۲۷۲	۱۴	۲۲/۵	۲۰۰	خرما	۱/۳۵	۴۰	۵۷
۹	ترشاب	۸۶/۵	۱۳/۵	۱۹/۵	۷۵	چغندرقند	۱/۴	۱۰/۳	۶۱
۱۰	سفته‌گلو	۳۶	۱۱/۵	۲۰	۷۵	چغندرقند	۱/۵	۱۹	۵۰
۱۱	سرخکان	۴۴	۱۲	۲۲	۷۵	چغندرقند	۱/۵	۲۰	۵۶
۱۲	احمدآباد	۲۷	۱۵	۲۱/۵	۱۲۰	پسته	۱/۴	۱۶	۶۸
۱۳	خنامان	۴۷	۱۱/۵	۱۹	۱۲۰	پسته	۱/۵	۲۰/۵	۶۶
۱۴	ده‌ملک	۳۳	۱۳	۲۰	۱۲۰	یونجه	۱/۵	۱۹	۶۶
۱۵	جور	۴۱	۱۲	۲۰/۵	۱۲۰	یونجه	۱/۵۵	۲۵	۶۳
	میانگین	۷۷/۸	-	-	-		-	-	۵۹/۳

نتیجه‌گیری

در این پژوهش مسائل و مشکلات فنی و بهره‌برداری ۱۵ رشته قنات، از قنوات استان کرمان مورد بررسی قرارگرفت. با مراجعه به محل قنوات مورد مطالعه، تکمیل پرسش‌نامه، بازدیدهای محلی و مصاحبه حضوری با افراد بومی و اندازه‌گیری اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری گردید. ضریب زبری، بازده انتقال و کاربرد آب آبیاری و کارآیی مصرف آب در اراضی پایین‌دست قنوات نیز برآورد و با اراضی آبخور از منابع آبی چاه یا رودخانه مقایسه شد.

نتایج نشان دادند آبدهی قنوات در دراز مدت دستخوش تغییرات زیاد شده و در دهه اخیر به دلیل خشک‌سالی کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته‌است. قنوات پاکم و قادرآباد به‌ترتیب دارای کمترین و بیشترین تغییرات دبی بودند. کاهش دبی قنوات مساحت و الگوی کشت مناطق پایین‌دست را تغییر داده است. نظام تقسیم و توزیع آب در تمام قنوات براساس میزان مالکیت و به‌صورت زمانی می‌باشد. عملیات ترمیمی که برای قنوات استان در نظر گرفته شده از نظر مالی و زمانی کافی نبوده است. در قنوات مورد مطالعه مقادیر متوسط راندمان انتقال آب و ضریب‌زبری در کانال‌های انتقال آب از مظهر تا محل مصرف به‌ترتیب ۸۱/۲ درصد و ۰/۰۲۴، میانگین بازده‌کاربرد آب در اراضی انتخابی پایین‌دست قنوات ۵۹/۳ درصد و متوسط کارآیی مصرف آب برای محصولات زراعی مانند گندم، یونجه، چغندر، ذرت‌دانه‌ای، ذرت علوفه‌ای و هندوانه به‌ترتیب ۰/۴۳، ۰/۵۱، ۳/۱، ۰/۶۵، ۴/۷۵ و ۸ و برای محصولات باغی مانند پسته، بادام، خرما، مرکبات و درختان سیاه‌ریشه به‌ترتیب ۰/۵۲، ۰/۳، ۰/۶۶، ۱/۱ و ۰/۵۴ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد.

براساس نتایج این پژوهش، افت سطح آب‌های زیرزمینی به دلیل خشک‌سالی‌های متوالی و حفر بی‌رویه چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق از مهم‌ترین مشکلات بهره‌برداری و یکی از عوامل اصلی کاهش آبدهی قنوات مناطق مورد مطالعه است. عدم رعایت حریم قنوات و هم‌چنین عدم استفاده از تکنولوژی‌های

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.4.2]

جدول ۵. مقایسه کارآیی مصرف آب محصولات مختلف در پایین‌دست قنوات مورد مطالعه

ردیف	نام قنات	نوع محصول	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	عملکرد (تن در هکتار)	کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
۱	گوهرریز	سیاه‌ریشه	۱۲۰۰۰	۶/۵	۰/۵۴
		گندم	۸۰۰۰	۳	۰/۳۷۵
		یونجه	۱۸۰۰۰	۸	۰/۴۴
۲	فرمیتن	سیاه‌ریشه	۱۲۰۰۰	۶/۵	۰/۵۴
		گندم	۸۰۰۰	۳	۰/۳۷۵
		یونجه	۱۸۰۰۰	۸	۰/۴۴
۳	خیرآباد	پسته	۵۵۰۰	۳	۰/۵۴
		گندم	۸۵۰۰	۴/۵	۰/۵۳
۴	رمجرد	پسته	۶۰۰۰	۳	۰/۵
		مرکبات	۱۲۵۰۰	۱۷	۱/۳۶
۵	قلعه‌نو	ذرت‌دانه‌ای	۱۳۰۰۰	۸/۵	۰/۶۵
		گندم	۱۰۰۰۰	۴/۵	۰/۴۵
		هندوانه	۵۰۰۰	۴۰	۸
۶	قادرآباد	ذرت‌دانه‌ای	۱۳۰۰۰	۸/۵	۰/۶۵
		گندم	۱۰۰۰۰	۴/۵	۰/۴۵
		هندوانه	۵۰۰۰	۴۰	۸
۷	عیسویه	خرما	۲۱۰۰۰	۱۴/۵	۰/۶۹
		مرکبات	۱۳۰۰۰	۱۲/۵	۰/۹۶
		یونجه	۲۳۰۰۰	۱۴	۰/۶
۸	پاکم	خرما	۲۲۰۰۰	۱۴	۰/۶۳
		مرکبات	۱۳۰۰۰	۱۲	۰/۹۲
		یونجه	۲۳۰۰۰	۱۴	۰/۶
۹	ترشاب	گندم	۷۵۰۰	۳/۵	۰/۴۶
		یونجه	۲۱۰۰۰	۱۱	۰/۵۲
		چغندر	۱۲۵۰۰	۴۰	۳/۲
۱۰	سفته‌گلو	گندم	۸۰۰۰	۳/۵	۰/۴۳
		یونجه	۲۱۰۰۰	۹/۵	۰/۴۵
۱۱	سرخکان	گندم	۷۵۰۰	۳	۰/۴
		یونجه	۲۰۰۰۰	۹/۵	۰/۴۸
		چغندر	۱۲۰۰۰	۳۵	۲/۹
		ذرت‌علوفه‌ای	۸۰۰۰	۳۸	۴/۷۵
۱۲	احمدآباد	پسته	۶۰۰۰	۲/۵	۰/۴۱
۱۳	خنامان	پسته	۵۰۰۰	۶	۱/۲
۱۴	ده‌ملک	پسته	۵۵۰۰	۱/۲	۰/۲۲
		بادام	۴۰۰۰	۱/۲	۰/۳
		گندم	۸۵۰۰	۳/۵	۰/۴
۱۵	جور	یونجه	۲۱۰۰۰	۱۱	۰/۵۲
		پسته	۵۵۰۰	۱/۲	۰/۲۲
		بادام	۴۰۰۰	۱/۲	۰/۳
		گندم	۸۰۰۰	۳/۵	۰/۴۴

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.4.2]

مدرن برای مرمت و بازسازی آنها، عدم برنامه‌ریزی برای استفاده صحیح از آب قنوات در فصولی که نیاز به آب برای آبیاری محصولات کمتر است، خرده مالکی بودن اراضی پایین‌دست قنوات و عدم هم‌آهنگی بین مالکان برای مشارکت در بازسازی و نگهداری از قنوات و کمبود برنامه‌های آموزشی و ترویجی در زمینه نحوه بهره‌برداری بهینه از آب قنوات از دیگر مسایل قنوات مورد مطالعه بود. در برخی موارد وراث قنات‌ها به شهرها مهاجرت نموده و در مدیریت قنات اختلال به وجود می‌آید. چراکه این افراد در شهرها به کارهای دیگری مشغول هستند و با توجه به هزینه بالای نگهداری قنوات تمایل چندانی به مرمت قنوات خود ندارند. علی‌رغم این مشکلات، نظام‌های توزیع و تقسیم آب قنوات بسیار دقیق و منسجم بوده که توصیه می‌شود از این تجربه گران‌بها در مدیریت و توزیع آب در شبکه‌های مدرن استفاده شود.

با توجه به نتایج به‌دست آمده، برای حفظ قنوات این میراث با ارزش فرهنگی پیشنهادات زیر ارائه می‌شود:

۱- مدیریت واحد این سازه و تعیین متولی مشخص برای آنها از سوی دولت

۲- افزایش اعتبارات تخصیصی مشخص سالانه جهت تعمیر و نگهداری قنوات

۳- استفاده از فنون و روش‌های جدید به‌منظور انجام عملیات مرمت و بازسازی و محافظت از قنوات با هزینه و خسارت کمتر و سرعت بیشتر

۴- تعیین علمی حریم قنوات و نظارت دقیق بر حفظ حریم قنوات توسط شرکت‌های آب‌منطقه‌ای و عدم ارائه مجوز حفاری چاه عمیق در حریم مربوطه توسط وزارت نیرو

۵- ممنوعیت حفر چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق در حریم قنات و آموزش بهره‌برداران

۶- برنامه‌ریزی مناسب برای جلوگیری از تلفات آب قنوات در فصل زمستان، برنامه‌هایی مثل ذخیره‌سازی، پرورش ماهی، پرورش قارچ و تزریق آب به سفره‌های آب زیرزمینی در پایین‌دست

۷- انجام تمهیدات لازم برای استفاده بهینه از آب قنوات در پایین‌دست مانند پوشش انهار، توزیع مناسب آب و بهبود روش‌های آبیاری

۸- نصب دستگاه‌ها و دریچه‌های کنترل دبی و ذخیره‌سازی آب در فصول غیرزراعی در قنواتی که امکان‌پذیر است.

۹- جلوگیری از تقسیم آب همزمان با تقسیم زمین بین وراث از طریق اصلاح قوانین موجود

۱۰- حفظ قوانین تقسیم و توزیع آب قنوات که بسیار دقیق از دیرباز تاکنون در مناطق مختلف اجرا شده است.

۱۱- ارائه وام‌های کم‌بهره یا بی‌بهره برای مرمت و بازسازی قنوات

منابع مورد استفاده

۱. اسدی، ا.، ش. اشرفی، ج. باغانی، ح. ریاحی، ت. سهرابی، ح. طایفه‌رضایی، ف. عباسی، ع. کشاورز، ع. مأمن‌پوش و ع. میان‌آبی. ۱۳۷۵. بررسی عملکرد روش‌های آبیاری سطحی تحت مدیریت زارعین. دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور، ۲۷-۳۰ بهمن ماه ۱۳۷۵، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، ص ۳۰-۴۰.

۲. بهراملو، ر. ۱۳۸۳. قنات بهترین سازه در شرایط بحران آب. چکیده مقالات همایش ملی قنات، ۱۶و۱۷ اردیبهشت۱۳۸۳، فرمانداری گناباد.

۳. حیدری، ن.، ا. اسلامی، ع. قدمی‌فیروزآبادی، ا. کانونی، م. اسدی و م. ح. خواجه‌عبدالهی. ۱۳۸۴. تعیین کارآیی مصرف آب محصولات زراعی مناطق مختلف کشور. کرمان، همدان، مغان، گلستان و خوزستان. گزارش نهایی شماره ۸۴/۹۸۸، مؤسسه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.4.2]

تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.

۴. ریاحی، ح. ۱۳۷۸. بررسی راندمان کاربرد آب به ازای دو روش بارانی و سطحی بر روی گندم. گزارش نهایی شماره ۷۸/۵۲۰، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.

۵. ریاحی، ح. ۱۳۸۷. تعیین تلفات آب در کانال‌های پوشش‌دار در استان کرمان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران.

۶. سمسار یزدی، ع. ا. ۱۳۸۳. تدوین تجربیات خبرگان قنات. مهندسین مشاور ستیران.

۷. سیمای آب استان کرمان. ۱۳۸۷. دفتر مطالعات پایه منابع آب، شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان، وزارت نیرو.

۸. عبدی، پ. ۱۳۸۳. بررسی وضعیت قنوات استان زنجان و ارائه راه‌کارهایی برای ارتقای بهره‌برداری و حفاظت و احیای آنها. چکیده مقالات همایش ملی قنات، ۱۶ و۱۷ اردیبهشت۱۳۸۳، فرمانداری گناباد، ص۷۶.

۹. فرزام‌نیا، م. ۱۳۸۳. تأثیر کم آبیاری روی درختان مثمر خرمای مضافتی تحت روش آبیاری سطحی. گزارش نهایی شماره ۸۳/۲۸۷ مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

۱۰.منزوی، م. ت. ۱۳۷۷. *آبرسانی شهری*. انتشارات دانشگاه تهران.

11. Allen, R., S. L. Pereira and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration “Guidelines for Computing Crop Water Requirements” FAO Irrigation. and Drain. Paper No.56, Food and Agricultural Organization of United Nation, Rome.
12. Barahimi, M., H. Mehrabian and A. Rezaeenejad. 2007. Some learning from irrigation participatory management in qanats. CD Proceedings of the 4th Asian Regional Conference and 10th International Seminar on Participatory Irrigation Management. May 2-5, Tehran, Iran.
13. Lightfoot, D. 1996 Syrian qanat Romani: history, ecology, abandonment. J. Arid Environ. 33: 321- 336.
14. Naseri, M., E. Mirzaee, S. M. Hasheminia and K. Davari. 2007. Estimation of the reasons of qanat degredation and its effect on villagers' participation (case study of six regions in the Khorassan province). CD Proceedings of the 4th Asian Regional Conference and 10th International Seminar on Participatory Irrigation Management. May 2-5, Tehran, Iran.
15. Rahbari, P. and M. Afsharasl. 2007. Qanat's environmental impact assessment in arid and semi-arid areas. CD Proceedings of the 4th Asian Regional Conference and 10th International Seminar on Participatory Irrigation Management. May 2-5, Tehran, Iran.
16. Wessels, K. 2000. Renovating Qanats in a changing world, a case study in Syria, paper presented to the International Syposuim on Qanats, May 2000, Yazd, Iran.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.4.2]