DOI: 10.29252/ARIDBIOM.2023.19753.1925

ارزش‌گذاری اقتصادی آب به منظور بررسی میزان تخصیص آب در کاربری‌های مختلف (مطالعه موردی: حوزۀ آبخیز بجستان)

(مقالۀ پژوهشی)

۱- فاطمه محمدزاده*، دانش‌آموختۀ دکتری گروه علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

mohamadzade.fb@gmail.com

۲- احمد فتاحی‌اردکانی، دانشیار گروه اقتصاد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.

دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۱

پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۶

چکیده

تأمین آب با کیفیت در کاربری‌های مختلف در بخش‌های شرب، بهداشت و کشاورزی در مناطق خشک کشورمان، با چالش‌های متعددی روبرو است. آب شرب، به دلیل جایگاه راهبردی و حساسیت بالا، به کیفیت مطلوب‌تری نیاز دارد. حوزۀ مطالعاتی بجستان از مناطق خشک استان خراسان رضوی است و شهر بجستان در محدودۀ مرکزی این حوزه واقع شده است. آب کشاورزی از سه رشته قنات با کیفیت مطلوب در سطح دشت و بخش عمدۀ آب در کاربری‌های شرب، بهداشت و فضای سبز شهری از آب انتقالی پلایا با کیفیت پایین‌تر تأمین می‌شود. از آنجا که بخش اعظم آب زیرزمینی این حوزه با کیفیت مناسب در بخش کشاورزی مصرف می‌شود، این تحقیق با هدف تحلیل اقتصادی قیمت‌ها، به‌منظور تعیین قیمت واقعی نهادۀ آب در کاربری‌های مختلف و مقایسۀ نسبت سود به هزینه در تخصیص نوع منبع آبی صورت می‌گیرد. با توجه به جمعیت ۱۴۰۰۰ نفری شهر بجستان و سرانۀ روزانه ۳ لیتر به ازای هر نفر، هزینۀ روزانۀ ۴۲/۰۹ مترمکعب آب شرب تأمینی، ۱۱۵۴۴۱۳۳۲ ریال است. این در حالی است که هزینۀ واقعی روزانۀ آب در بخش بهداشت به ازای این جمعیت، ۹۳,۲۸۳,۰۴۲ می‌باشد. نتایج تحلیل هزینه‌ها در بخش کشاورزی در محصولات انار، زعفران و پسته نشان داد که نسبت سود به هزینه به ترتیب ۰/۸۷، ۲/۲ و ۰/۸۹ می‌باشد که نشان از به‌صرفه‌نبودن تولید محصول در این بخش است و در صورت خام‌فروشی آب توسط کشاورزان به شرکت آب و فاضلاب، حتی به یک‌سوم قیمت واقعی آب شرب، یعنی ۹۱۴,۰۰۰ ریال، منجر به کاهش اُفت آبخوان و نیز افزایش سود کشاورزان خرده‌مالک شده و به مدیریت بهینۀ مصرف و تخصیص آب کمک خواهد نمود.

واژگان کلیدی: نهادۀ آب، مدیریت بهینۀ مصرف، قیمت واقعی، تحلیل اقتصادی.

مقدّمه

بحران آب و مدیریت آن به‌طور عمده جوامع انسانی مناطق خشک و نیمه‌خشک را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. این بحران به‌طور عمده و عمدتاً با غالب‌بودن حرفۀ کشاورزی در این مناطق و گرایش افراد به شغل کشاورزی به ارث رسیده از پیشینیان، دولت ایران را با چالش تأمین آب در مناطق شهری و روستایی روبه‌رو کرده است [۲۶].

مناطق خشک با مسائل متعددی در تأمین و توزیع آب روبه‌رو هستند که با توسعۀ زیرساخت‌ها، افزایش تقاضا در بخش کشاورزی و تأثیر تغییر اقلیم بر چرخۀ هیدرولوژیک، همگام خواهد بود. این موضوع به‌ویژه در مناطق خشک که محدودیت منابع آبی و نیز درگیری بر سر آن‌ها وجود دارد، اهمیت بیشتری می‌یابد [۲۱].

بیش از ۹۲ درصد از مصارف آبی کشور در بخش کشاورزی صرف می‌شود. شاید اولویت‌دهی به بخش شرب که تنها ۶ درصد از مصارف آب کشور را دربرمی‌گیرد چندان صحیح نباشد، اما مقولۀ شرب با کشاورزی دو طیف مصرفی هستند که باید به عقیده دولت، هر دو را هم‌زمان

اصلاح کرد [۲۰،۳۵]. منبع اصلی تأمین آبِ عمده مناطق کشور ایران، منابع آب زیرزمینی است. حفاظت از این آب‌ها، مسئله مهمی در مدیریت منابع آب است، اتخاذ استراتژی حفاظت از منابع آب زیرزمینی بر اساس تقسیم‌بندی مکانی و زمانی تغییرات آبخوان و استفاده از زمین، استوار است [۳۱].

در صورت عدم‌دخالت در مدیریت منابع آب زیرزمینی، این منبع به‌صورت مناسب اختصاص نخواهد یافت. به دلیل دسترسی آسان و سادگی بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، میزان برداشت برای استفاده‌های مختلف، افزایش یافته و در بعضی از مناطق رو به نابودی است[۲۷]. نبود حکمرانی مطلوب آب زیرزمینی و همچنین عدم‌وجود زیرساخت‌های لازم برای کنترل و شفافیت در بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، مانع از قیمت‌گذاری آب کشاورزی می‌شود [۵].

استفاده از فنآوری نمک‌زدایی برای جبران کمبود آب در بسیاری از کشورها روبه افزایش است. نمک‌زدایی آب‌شور ممکن است در بعضی شرایط مقرون به‌صرفه باشد [۲۳]. به‌طور مثال، در مناطق با آب‌های زیرزمینی شور می‌توان با استفاده از فنآوری‌های نمک‌زدایی، به کیفیت مطلوبی رسید. در این‌صورت تولید آب باکیفیت خوب اما با هزینه و صرف زیاد انرژی همراه است [۱۱، ۱]. هزینه‌های نمک‌زدایی آب‌های زیرزمینی بستگی به موقعیت مکانی چاه‌های پمپاژ در محل دارد و بر هزینه‌های کلی در تولید آب، تأثیر می‌گذارد [۳۸، ۱۸].

در مناطقی که تأمین آب شیرین از طریق شیرین‌سازی آب شور صورت می‌گیرد، هزینهٔ هر مترمکعب بسیار گران می‌باشد بنابراین، اتخاذ فنآوری‌هایی بمنظور صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری و مدیریت زمین، ضروری است [۳۶]. در مقابله با کمبود آب و افزایش فشار جمعیت، بسیاری از کشورها در حال اتخاذ سازوکارهای قیمت‌گذاری آب به عنوان ابزار اصلی برای تنظیم مصرف آب آبیاری هستند. این روش‌های قیمت‌گذاری آب به شرایط فیزیکی، محیط اجتماعی، نهادی و سیاسی در هر مکان بستگی دارد [۱۷].

قیمت‌گذاری آب زیرزمینی از جمله مهم‌ترین سیاست‌های مدیریت تقاضای آب کشاورزی می‌باشد که می‌تواند افزون بر استفادهٔ بهینه از آب کشاورزی، مشوقی برای ذخیره و حفاظت از منابع آبی باشد [۳۰]. استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری دقیق و اقتصادی در مدیریت منابع آبی در بخش‌های مختلف، در راستای برنامه‌ریزی صحیح برای مدیریت مصرف آب و دست‌یابی به قیمت‌های واقعی آب کشاورزی، شرب و بهداشت در منطقه به‌منظور مدیریت بهینه مصرف آب و افزایش راندمان، صرفه‌جویی و کم‌مصرفی نیز ضروری است [۳۲، ۲۲].

اعمال سیاست‌های نادرست بر بخش کشاورزی، تأثیر بیشتری بر بحران آب در کشور داشته است، از جمله تأکید بر خودکفایی در دهه‌های گذشته از طریق اعمال سیاست‌های خرید و قیمت تضمینی، موجب افزایش سطح زیرکشت محصولات کشاورزی و به دنبال آن، فشار بیشتر بر منابع آبی شده است [۳۴]. خودکفایی در تولید محصولات کشاورزی و به‌ویژه محصولاتی که نیاز آبی بالایی دارند، با هدف ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی، با مزیت نسبی آن در تضاد است [۳۳].

با وجود این که آب نیز ارزش‌های مالی و اقتصادی خاص خود را دارد، گاهی اوقات سازوکارهای قیمت‌گذاری متناقض است. هزینهٔ هر مترمکعب آب باید به اندازهٔ کافی معقول و مرتبط با مقدار آب باشد تا افراد در مصرف آن تشویق شوند [۲]. تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی با درنظرگرفتن عوامل اصلی مؤثر در کشاورزی از جمله محصولات زیر کشت، حجم آب مصرفی و غیره که کشاورز به‌طور مستقیم با آنها سروکار دارد، برآورد می‌شود [۳۴]. اگر ارزش آب بیش از حد تعیین گردد، باعث عدم‌رفاه اجتماعی و صدمه‌رسیدن به اقشار آسیب‌پذیر و کم‌توان از نظر مالی شده و مصرف آب را از سوی آنان با مشکل روبه‌رو می‌کند [۷].

برخی مدل‌های ریاضی برنامه‌ریزی ارزش‌گذاری آب نیز بر مبنای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی و اقتصادی-اجتماعی در اراضی آبی توسعه یافته است [۱۵]. تنظیم قیمت آب شرب شهری استان‌های کشور نیز مبتنی بر کارآیی و عملکرد شرکت‌های توزیع آب در شرکت‌های آب‌وفاضلاب شهری ایران، به بهبود کارآیی و بهره‌وری و کاهش قیمت آب برای مصرف‌کنندگان منجر خواهد شد[۱۰]. سیاست حفظ ارزش آب به‌صورت غیرقیمتی، جایگزین ضعیفی برای قیمت‌گذاری مناسب خواهد بود. به

این معنی که به راحتی قیمت‌ها را به سمتی می‌برد تا مصرف‌کنندگان را ترغیب کند تا ارزش آب را به حداکثر برسانند [۱۳]. استفاده از مدل‌سازی افتراقی برای گروه‌های مختلف کشاورزان در تولید انواع محصول نیز که به تعیین گروه‌های همگن در طبقه‌بندی کشاورزان منجر می‌شود، می‌تواند به راه‌حلی مناسب در قیمت‌گذاری آب آبیاری و تغییرات در برنامه‌های کشاورزان شود [۱۲].

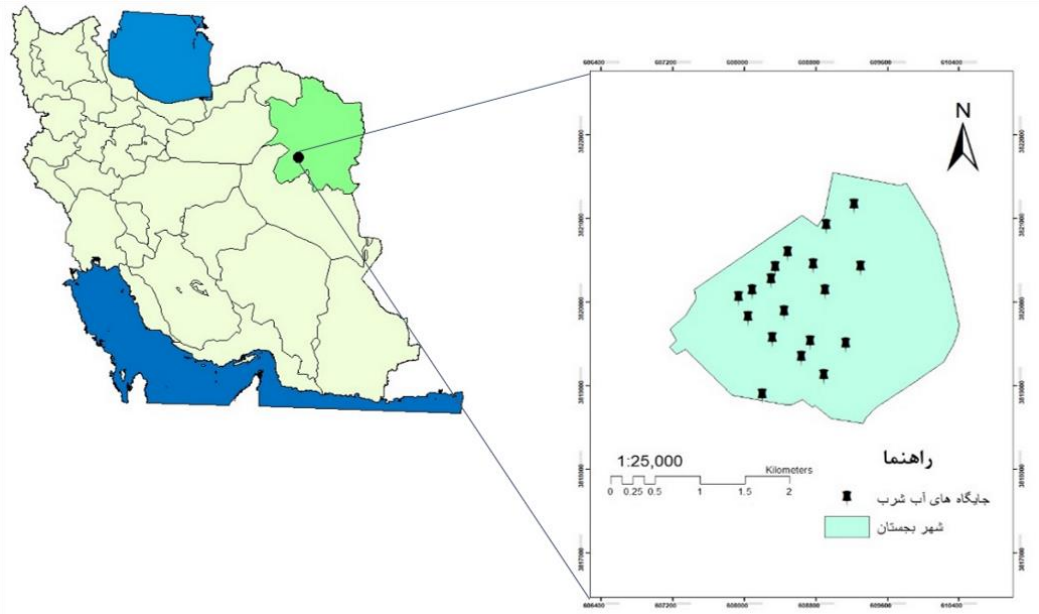
انتخاب مناسب‌ترین روش در تعیین قیمت آب، دارای یک الگوی مشخص و تعیین‌شده نیست. باید در هر منطقه با توجه به شرایط و تأثیر عوامل مختلف در افزایش یا کاهش قیمت آب موردبررسی قرار گیرد [۶]. حوزهٔ مطالعاتی بجستان با کمبود منابع آبی هم در بخش کمّی و هم کیفی در بخش‌های مختلف شرب، بهداشت و کشاورزی روبه‌رو است. عمده مصرف آب این دشت در بخش کشاورزی است. در بخش خانگی (شرب و بهداشت) نیز، آب انتقالی از پلایا، عمده حجم آب موردنیاز را تأمین می‌کند. از آنجا که این منبع آبی، شوری بالایی دارد، تأمین آب با کیفیت مناسب، با تکیه بر فرآیند شیرین‌سازی خواهد بود. آنچه این منطقه را از سایر مناطق با کمبود آب شرب و بهداشتی، متمایز می‌سازد، طرح جداسازی آب شرب از آب بهداشتی به صورت جایگاه‌های برداشت آب شرب در سطح شهر است که با گالن توسط مردم صورت می‌گیرد.

در این مطالعه، قیمت آب در کاربری‌های مختلف از جمله شرب، صنعت و کشاورزی محاسبه شده است. در آخر نسبت سود به هزینه محاسبه بدست می‌آید تا واقعیت نحوهٔ کنونی تخصیص آب، در کاربری‌های مختلف از نظر اقتصادی، در دشت بجستان تعیین شود.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

دشت بجستان در جنوب استان خراسان‌رضوی واقع شده و از مناطق خشک این استان محسوب می‌شود. بارندگی متوسط سالانهٔ این حوزه ۱۲۰ میلی‌متر در سال است و از دشت‌های بحرانی تأمین آب در کاربری‌های مختلف است. جمعیت بخش مرکزی شهر بجستان ۱۴۰۳۲ نفر است. تأمین آب شرب در بخش شهری با برداشت آب از جایگاه‌های دولتی با کارت هوشمند و گالن صورت می‌گیرد. این طرح از سال ۱۳۹۳ در سطح شهر بجستان اجرا شده است و تعداد ۱۸ جایگاه با شعاع ۳۵۰ متری در مساحت ۳۵۰ هکتار واقع شده است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی و جایگاه‌های برداشت آب شرب بجستان

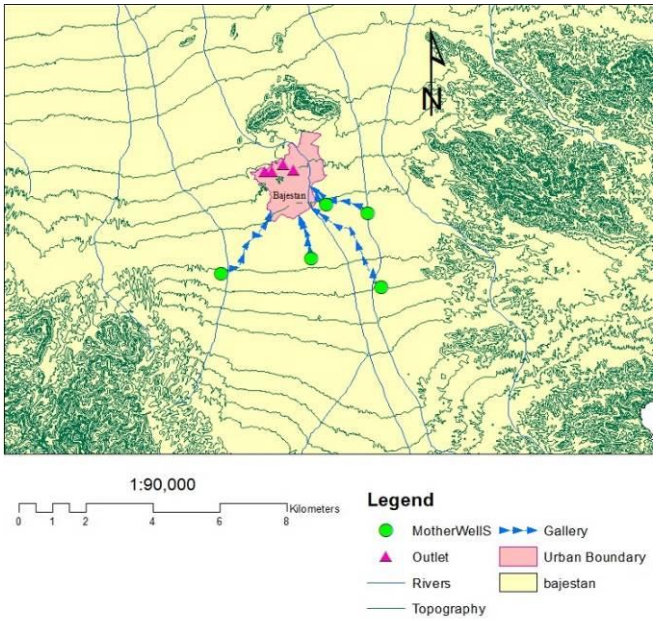
روش پژوهش

محاسبهٔ ارزش‌گذاری اقتصادی آب دشت بجستان در بخش‌های مختلف

۱-بخش کشاورزی

شغل غالب مردم بجستان، کشاورزی است. این منطقه دارای سه ساختار ژئومورفولوژیکی کوهستانی، دشتی و پلایایی با کیفیت متفاوت آب است. منبع اصلی تأمین منابع آب کشاورزی دشت بجستان، سه رشته قنات می‌باشد که در سطح دشت واقع شده و دارای کیفیت مناسبی است (شکل۲).

از آنجا که بخش زیادی از منابع آب زیرزمینی دشت بجستان مالکیت شخصی دارد، چالش‌های عمده‌ای برای تأمین منابع آبی رخ داده است؛ چرا که بخش اعظم آب در این منطقه (بیش از ۹۴ درصد)، در بخش کشاورزی استفاده می‌شود. در واقع، آب با کیفیت بالاتر، در بخش کشاورزی صرف می‌شود.



شکل ۲- نقشه‌ی موضوعی قنات‌های بجستان در تأمین آب کشاورزی دشت بجستان

سه محصول اصلی این دشت شامل انار، پسته و زعفران است و واحد اندازه‌گیری آب یک واحد قدیمی به نام «تاس» می‌باشد. زمان هر تاس در حدود ۴/۵ دقیقه است و مدت زمانی است که طول می‌کشد تا تاس در آب غوطه‌ور شود. واحد اندازه‌گیری مساحت در بخش کشاورزی، «قفیز» است. هر قفیز معادل ۳۶۶ مترمربع می‌باشد. تعداد تاس مورد نیاز برای هر قفیز با توجه به نوع محصول و نیز زمان آبیاری برای هر محصول متفاوت خواهد بود. برای مثال، تعداد تاس برای محصول انار و زعفران در هر قفیز، ۲ تاس و پسته یک تاس است. فاصلهٔ بین هر آبیاری تا آبیاری بعدی را یک مدار (دوره) می‌نامند که معمولاً ۱۰، ۱۴ و یا ۲۱ روز می‌باشد. بدین ترتیب، با توجه به نوع محصول، حجم آب موردنیاز محاسبه خواهد شد. سپس باتوجه به قیمت آب کشاورزی، هزینهٔ سالانه برای هر محصول بدست می‌آید.

۱-۱- محاسبهٔ هزینهٔ آب کشاورزی برای محصولات مختلف

مجموع آبی سه رشته قنات، ۶۵ لیتر برثانیه است. در این پژوهش به ازای هر محصول، حجم آب مورد نیاز برای هر قفیز (۳۳۶ مترمربع) محاسبه می‌شود [۲۰] و هزینهٔ آب در سال بدست می‌آید. در این محاسبه، زمان کلی استفاده از تاس[1](TU) براساس تعداد مدار مورد نیاز[2](NP) برای

[1]. Time of Using (TU)
[2]. Number of Period (NP)

هر محصول[1](Y) و در زمان مشخص هر تاس[2](t) بدست می‌آید (معادله ۱) [۲۸].

$$TU\ (min) = NP \times Y \times t \quad (۱)$$

حجم آب مورد استفاده در سال[3] (V_t) از حاصل‌ضرب زمان کلی استفاده از تاس(TU) در دبی بر حسب مترمکعب بر ثانیه (Q) به‌دست می‌آید (معادله ۲) [۲۸].

$$Vt(\frac{m3}{yr}) = TU(s) \times Q(\frac{m3}{s}) \quad (۲)$$

با توجه به هزینهٔ هر تاس آب (C) در سال، مجموع هزینهٔ آب کشاورزی به ازای هر محصول در واحد قفیز در سال(C_t) از معادله ۳ بدست می‌آید [۲۸]:

$$Ct(\frac{IRR}{yr}) = C(IRR) \times T \quad (۳)$$

۲-۱- درآمدهای حاصل از محصولات مختلف بخش کشاورزی و محاسبهٔ نسبت سود به هزینه

پس از محاسبهٔ هزینه، به‌منظور تعیین نسبت سود به هزینه بایستی میزان درآمد را محاسبه نماییم. درآمد سالانه بر مبنای هر قفیز در انواع مختلف محصول محاسبه می‌شود. میزان درآمد[4](I)، از حاصلضرب تولید متوسط هر محصول در قفیز زمین زراعی[5](P_A) با قیمت واحد فروش[6](U_p) هر کدام در سال ۱۴۰۱ زراعی براساس (معادله ۴) برآورد می‌شود [۲۸]:

$$I(\frac{IRR}{yr}) = Up(IRR) \times PA(kg) \quad (۴)$$

نسبت سود به هزینه (B/C) از تقسیم ارزش فعلی درآمدها به ارزش فعلی هزینه‌ها به صورت زیر (معادله ۵) حاصل می شود [۸]:

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{Bt}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{Ct}{(1+r)^t}} \quad (۵)$$

در صورت بزرگ‌تر یا مساوی‌بودن نسبت فایده به هزینه، طرح دارای توجیه اقتصادی است [۸].

ارزش‌گذاری اقتصادی آب در مناطق مختلف به تخصیص منابع آبی در کاربری‌های مختلف و مدیریت مصرف آن کمک شایانی خواهد نمود.

۲- بخش شرب و بهداشت

منبع تأمین آب شرب و بهداشتی از حاشیهٔ پلایا بجستان است که با اختلاف ارتفاع بیش از ۴۰۰ متر به سطح دشت منتقل می‌شود و پس از شیرین‌سازی و تصفیه با توجه به نوع کاربرد آن (شرب یا بهداشتی) به شبکه وارد می‌شود.

وضعیت آب شرب شهر بجستان در مرحلهٔ بحران قرار دارد و متکی به طرح جداسازی آب شرب از بهداشتی می‌باشد. مقدار EC آب ورودی به تصفیه‌خانه در حدود ۶۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر می‌باشد. از آنجا که آب شرب نیاز به شیرین‌سازی بیشتری داشته و بایستی میزان آن تا ۵۰۰ میکروموس بر سانتیمتر کاهش یابد، طبیعتاً فرآیند طولانی‌تری را در شیرین‌سازی طی خواهد کرد تا به استاندارد لازم برسد اما آب بهداشتی با میانگین EC در حدود ۴۰۰۰-۳۰۰۰ به شبکهٔ بهداشتی تزریق می‌شود.

۲-۱- محاسبات هزینهٔ آب بهداشتی

آب بهداشتی در فصول مختلف دارای کیفیت‌های مختلف است، اما به‌صورت معمول، آب پس از انتقال به دشت، بعد از تصفیه به شبکه بهداشتی وارد می‌شود؛ بنابراین قیمت هر مترمکعب آب بهداشتی برابر با قیمت آب شور انتقالی است که از مجموع هزینه‌های ثابت و متغیر تأمین و استخراج آب بدست می‌آید. هزینه‌های ثابت تأمین آب (استخراج آب) (FCs[7]) از مجموع هزینه‌های پروژهٔ انتقال

[1]. Yield
[2]. Time
[3]. Total of Volume (V_t)
[4]. Incomes (I)
[5]. Average Products (P_A)
[6]. Unit Price (U_p)
[7]. Fixed Costs (FCs)

آب و استخراج آن به دشت بجستان از سال ۱۳۸۴ می‌باشد، بدست می‌آید. این هزینه‌ها با استفاده از شاخص CPI (شاخص تورم بانک مرکزی) به‌روزرسانی می‌شود [۲۵]. در واقع، با هزینهٔ صرف شده در سال شروع طرح (۱۳۸۴) و سال انتهایی (۱۴۰۱) و درنظرگرفتن نرخ تورم، هزینهٔ صرف شده بدست می‌آید.

هزینه‌های متغیر تأمین و استخراج آب[1](VCs) نیز شامل نیروی انسانی، هزینه انرژی، مواد مصرفی، عوارض، بهره‌برداری و ... می‌باشد [۱۶].

سپس قیمت هر مترمکعب آب‌شور[2] (آب بهداشتی) در دورهٔ طرح[3] به‌صورت معادله (۶) محاسبه می‌شود [۲۵]:

$$\textbf{(PSW) (m}^3\textbf{/yr)}\ (\text{IRR}) = \frac{\sum Variable\ Costs\ (m3/yr) + \frac{Fixed\ Costs}{Period\ of\ Analysis + Pathway\ Length}(m3/yr)}{365 \times Per\ Capita\ Salty\ Water\ (m3/day)} \quad (۶)$$

۲-۲- محاسبات درآمد فروش آب بهداشتی و تعیین نسبت سود به هزینه

قیمت فروش هر مترمکعب آب بهداشتی مطابق با هزینهٔ هر مترمکعب آب، از سوی شرکت آب‌وفاضلاب تعیین می‌شود. بنابراین میزان درآمد حاصل از آب بهداشتی با درنظرگرفتن هزینهٔ واحد هر مترمکعب آب بهداشتی و با توجه به بُعد مصرفی هر خانوار تعیین می‌شود.

با ضرب قیمت هر مترمکعب آب در جمعیت شهر بجستان[4](Pws) و درنظرگرفتن سرانهٔ روزانه آب بهداشتی که ۱۱۰ لیتر (PCD) در روز می‌باشد، درآمد روزانهٔ شرکت آب و فاضلاب از آب بهداشتی[5](DI) در روز (معادله ۷) و سپس در سال[6](YI) (معادله ۸) بدست می‌آید [۲۵]:

$$DI = Pws \times PCD \quad (۷)$$

$$YI = DI \times 365 \quad (۸)$$

۲-۳- محاسبهٔ هزینهٔ تمام شدهٔ آب شرب

طرح تأمین آب شرب با کیفیت مناسب از طریق جایگاه‌ها در سطح شهر بجستان اجرا شده است، این جایگاه‌ها با مسافت مشخصی از یکدیگر قرار گرفته‌اند که امکان برداشت آب با گالن را برای مردم فراهم می‌کند. این برداشت‌ها از طریق کارت هوشمند صورت می‌گیرد (شکل ۳).

شکل ۳- شکل جایگاه‌های برداشت آب شرب در سطح شهر بجستان

به‌منظور محاسبهٔ هزینهٔ هر مترمکعب آب شرب، ابتدا بایستی هزینه‌های انتقال آب به دشت محاسبه شود که در بخش قبلی (آب بهداشتی) بدست آمد. سپس هزینه‌های شیرین‌سازی و توزیع به مجموع هزینه‌های گفته شده، اضافه می‌شود تا قیمت هر مترمکعب آب قابل‌شرب بدست آید. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های شیرین‌سازی آب شور می‌باشد که در دو بخش هزینه‌های ثابت و متغیر می‌باشد و از آرشیو شرکت آب و فاضلاب بجستان بدست می‌آید

[1].Variable Costs (VCs)
[2]. Price of Saltwater (PSW)
[3]. Period of Analysis (PA)
[4]. Price of Sanitary Water (P_{ws})
[5]. Daily Income (DI)
[6]. Yearly Income (YI)

[۱۶]. بنابراین، ابتدا باتوجه به مجموع هزینه‌های شیرین‌سازی، قیمت هر مترمکعب آب شیرین[1] از مخزن تا جایگاه‌ها به‌صورت معادله ۹ محاسبه می‌شود [۲۵]. در پایان، قیمت نهایی هر مترمکعب آب شیرین[2] به‌صورت معادلهٔ ۱۰ از مجموع هزینه‌های انتقال آب و شیرین‌سازی، محاسبه می‌شود [۲۵].

$$\textbf{PFW } (m^3/yr)\ (IRR) = \frac{\sum Variable\ Costs\ (m3/yr) + \frac{Fixed\ Costs}{Period\ of\ Analysis}(m3/yr)}{365 \times Per\ Capita\ Fresh\ Water\ (m3/day)} \quad (۹)$$

$$\textbf{PFW } (m^3/yr)\ (IRR) = \frac{\sum Variable\ Costs\ (m3/yr) + \frac{Fixed\ Costs}{Period\ of\ Analysis}(m3/yr)}{365 \times Per\ Capita\ Fresh\ Water\ (m3/day)} \quad (۱۰)$$

۲-۴- محاسبات درآمد فروش آب شرب و نسبت سود به هزینه

میزان درآمد و نیز میزان مصرف مشترکان در فصول مختلف به ازای هر مترمکعب آب شرب، با اطلاعات بدست آمده از امور مشترکین آب‌وفاضلاب بجستان بدست می‌آید. برای اقتصادی‌بودن یا نبودن طرح بایستی میزان درآمدها، هزینه‌ها و زیان را براساس قیمت مصوب کنونی و قیمت واقعی، محاسبه نمود. با توجه به این که تنها منبع درآمدی شبکهٔ آب شرب شهر بجستان، قیمت ۱۰۰ ریال به ازای هر لیتر آب است، جریان درآمدی خالص (NFC) به‌صورت معادلهٔ ۱۱ بدست می‌آید [۲۵]. سپس نسبت سود به هزینه در فصول مختلف محاسبه می‌شود.

(۱۱)

$NFC(IRR/yr)$= درآمد بر اساس قیمت مصوب فعلی- درآمد بر اساس قیمت واقعی

۳- بخش فضای سبز

تأمین آب برای فضاهای سبز شهری و پارک‌ها بر عهدهٔ سازمان خدمات شهری و شهرداری است. منبع تأمین آب موردنیاز این فضاها، از ترکیب آب یک چاه واقع در محدودهٔ شهر بجستان و آب انتقالی از پلایا می‌باشد. مقدار EC آب فضای سبز شهری نیز در حدود ۵۰۰۰-۳۰۰۰ میکروموس‌برسانتیمتر می‌باشد. مساحت فضای سبز شهری در حدود ۳۰ هکتار است که شامل دو پارک به مساحت ۴ و ۶ هکتار و مابقی آن، فضای سبز بلوارها می‌باشد. جمعیت کنونی شهر بجستان در حال‌حاضر در حدود ۱۴۰۳۲ نفر می‌باشد، بنابراین سرانهٔ هر نفر از فضای سبز شهری در حدود ۲۰ مترمربع می‌باشد. دبی آب مورد بهره‌برداری توسط شهرداری جهت آبیاری فضای سبز در حدود ۱۵ لیتر بر ثانیه است[۴].

۳-۱- محاسبات هزینهٔ آب فضای سبز

نوع گونه‌های مورداستفاده در فضای سبز شهری شامل گونه‌های توت، نارون، اقاقیا، کاج، نخل زینتی، زیتون تلخ و گل‌های زینتی شامل انواع رز، داوودی، شب‌بو، بنفشه، همیشه‌بهار و گل‌های گوشتی مانند گل یخ است. طبق نظر کارشناسان فضای سبز شهرداری، آبیاری فضای سبز هر روز انجام نمی‌شود و به‌صورت مجموع کل دورهٔ آبیاری حدود ۹ ماه در سال است و بسته به نوع گونه‌های مورد استفاده، حجم آبیاری موردنیاز و فصل مورداستفاده، مقدار آن متفاوت خواهد بود.

با احتساب دبی مدنظر، حجم روزانه آب موردنیاز[3] (V_d) از حاصلضرب دبی (Q) بر حسب m^3/s در بازهٔ زمانی ۲۴ ساعته t (۸۶۴۰۰ ثانیه) معادله ۱۲ و حجم سالانه آب موردنیاز[4] (V_y) نیز در بازهٔ زمانی ۹ ماهه (T) (۲۷۰ روز) بدست خواهد آمد [۴] (معادله ۱۳).

$$Vd(m3) = Q \times t \quad (۱۲)$$

$$Va(m3) = Q \times T \times t \quad (۱۳)$$

[1]. Price of Fresh Water(PFW)
[2]. Final Price of Fresh Water(FPFW)
[3]. Daily Volume (V_d)
[4]. Annual Volume (V_a)

۴- مقایسهٔ حجم آبی و هزینهٔ واقعی و موجود در کاربری‌های فضای سبز و شرب و بهداشتی

پس از محاسبهٔ هزینهٔ هر مترمکعب آب شرب (طی فرآیند انتقال و شیرین‌سازی) به منظور بررسی میزان مطلوبیت جداسازی آب شرب از آب بهداشتی و فضای سبز، مقایسه‌ای بین هزینهٔ واقعی و موجود در آب مصرفی در کاربری‌های مختلف (بهداشت و فضای سبز) انجام می‌شود و هزینهٔ هر مترمکعب آب با درنظرگرفتن هزینهٔ پرداخت شده (موجود) و هزینهٔ واقعی برای هر مترمکعب آب در مصارف مختلف بدست می‌آید.

نتایج

۱- بخش کشاورزی

۱-۱- هزینهٔ آب کشاورزی از محصولات مختلف

از مجموع دبی آبی سه رشته قنات، در آبیاری بخش کشاورزی استفاده می‌شود. با توجه به نوع محصول، حجم آب موردنیاز برای هر قفیز محاسبه می‌شود و هزینهٔ آب در سال بدست می‌آید. هزینهٔ خرید یا اجارهٔ هر تاس آب (C) در حدود ۸,۰۰۰,۰۰۰ ریال در سال است، بنابراین مجموع هزینهٔ آب کشاورزی به ازای هر محصول در واحد قفیز در سال (C_t) به صورت جدول ۱ بدست می‌آید.

جدول ۱- هزینهٔ آب مورد نیاز محصولات زراعی دشت بجستان (به ریال) در سال به ازای هر قفیز در سال ۱۴۰۱

Cost (IRR/yr)	$V_t(m^3/yr)$	TU(min)	NP	TU	Y
۱۶,۰۰۰,۰۰۰	۷۳۷,۱	۱۸۹	۲۱	۲	انار
۱۶,۰۰۰,۰۰۰	۷۰,۲	۱۸	۲	۲	زعفران
۱۲,۰۰۰,۰۰۰	۳۱۵,۹	۸۱	۱۲	۱,۵	پسته

همان‌گونه که جدول ۱ نشان می‌دهد که هزینهٔ آب مورد نیاز برای انار و زعفران، در هر قفیز یکسان و برابر با ۱۶ میلیون ریال در سال است. اکنون برای بدست آوردن هزینهٔ واقعی، لازم است که علاوه بر محاسبهٔ هزینهٔ آب، هزینهٔ سایر نهاده‌های کشاورزی شامل کود، شخم، سم‌پاشی، کاشت، ایاب و ذهاب نیروی انسانی، ماشین‌آلات کشاورزی و همچنین استهلاک سرمایه زمین بدست آید که برای هر محصول در هر قفیز به صورت جدول ۲ محاسبه شد.

جدول ۲- محاسبات میزان نسبت سود به هزینه بر حسب ریال در سال محصولات کشاورزی در هر قفیز در سال ۱۴۰۱

نوع محصول کشاورزی	هزینهٔ مصرفی سالانه به ازای هر قفیز در تولید محصول							
	کاشت و هرس (IRR)	کوددهی (IRR)	شخم (IRR)	سمپاشی (IRR)	استهلاک سرمایهٔ زمین (IRR)	آب (IRR)	مجموع (IRR)
انار	۳,۵۰۰,۰۰۰	۶,۵۰۰,۰۰۰	۳,۵۰۰,۰۰۰	۱,۰۰۰,۰۰۰	۱۵,۲۰۰,۰۰۰	۱۶,۰۰۰,۰۰۰	۴۵,۷۰۰,۰۰۰
زعفران	۱,۰۰۰,۰۰۰	۱,۰۰۰,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰	۱,۰۰۰,۰۰۰	۷,۶۰۰,۰۰۰	۱۶,۰۰۰,۰۰۰	۲۷,۱۰۰,۰۰۰
پسته	۳,۵۰۰,۰۰۰	۲۵,۲۰۰,۰۰۰	۳,۵۰۰,۰۰۰	۸,۰۰۰,۰۰۰	۱۵,۲۰۰,۰۰۰	۱۲,۰۰۰,۰۰۰	۶۷,۴۰۰,۰۰۰

۱-۲- درآمدهای حاصل از محصولات بخش کشاورزی و محاسبهٔ نسبت سود به هزینه

به‌منظور تعیین نسبت سود به هزینه، میزان درآمد می‌بایست محاسبه شود، درآمد سالانه در هر قفیز در انواع مختلف محصولات براساس معادله ۴ به شرح جدول ۳ است. این درآمد، درآمد ناخالص بدست آمده از فروش محصولات مختلف کشاورزی است و در نهایت نسبت سود به هزینه (B/C) بدست می‌آید (جدول۴).

جدول ۳- درآمد حاصل از محصولات زراعی دشت بجستان به ریال به ازای هر قفیز در سال ۱۴۰۱

P	P_A(Kg)	U_p(IRR)	I(IRR/yr)
انار	۵۰۰	۷۰,۰۰۰	۳۵,۰۰۰,۰۰۰
زعفران	۲۰	۳,۰۰۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰,۰۰۰
پسته	۱۵۰	۴۰۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰,۰۰۰

جدول ۴- محاسبات میزان نسبت سود به هزینه (B/C) در محصولات کشاورزی در هر قفیز در سال ۱۴۰۱

نام محصول	مجموع سود (IRR/yr)	مجموع هزینه (IRR/yr)	B/C
انار	۳۵,۰۰۰,۰۰۰	۴۵,۷۰۰,۰۰۰	۰/۷۶
زعفران	۶۰,۰۰۰,۰۰۰	۲۷,۱۰۰,۰۰۰	۲/۲
پسته	۶۰,۰۰۰,۰۰۰	۶۷,۴۰۰,۰۰۰	۰/۸۹

۲- بخش شرب و بهداشت

هزینهٔ تمام شده (واقعی) در بخش شرب و بهداشت و در هر مترمکعب آب بهداشتی برابر با قیمت آب شور انتقالی، بدون نیاز به شیرین‌سازی است. برآورد این هزینه‌ها بر اساس سال اجرا و ثبت‌شده در پرونده‌های طرح‌ها، استخراج و هزینه‌ها به‌روزرسانی شد. اما در بخش شرب علاوه بر هزینه‌های انتقال آب به دشت، هزینه‌های تصفیه و شیرین‌سازی و نیز توزیع آب (جایگاه‌های دولتی) در دو بخش هزینه‌های ثابت (اولیه) و متغیر (جاری) موردبررسی قرار می‌گیرد.

۲-۱- تعیین قیمت هر مترمکعب آب انتقالی (هزینهٔ آب بهداشتی)

۱- هزینه‌های ثابت تأمین آب (استخراج آب)

باتوجه به این که سال شروع طرح انتقال و استخراج آب سال ۱۳۸۴ می‌باشد، مبلغ ۱۵۰۹۸۳۳۷۴۷۷ریال و بر اساس شاخص CPI به حدود ۳۲۲،۸۹۹،۵۲۰،۶۱۰ ریال در سال ۱۴۰۱رسیده است [۳۷].

۲- هزینه‌های متغیر تأمین و استخراج آب

هزینه‌های جاری طرح شامل نیروی انسانی، هزینه انرژی، مواد مصرفی، عوارض، بهره‌برداری و غیره می‌باشد که با توجه به حجم آب روزانهٔ ۴۰ مترمکعب و آب شیرین‌سازی شده، ۲۷ متر مکعب در هر شبانه‌روز است [۲۵] که به صورت جدول ۵ تفکیک و محاسبه شد. مرحلهٔ بعد نوبت به محاسبهٔ قیمت هر مترمکعب آب‌شور (آب بهداشتی) می‌رسد، این محاسبات در دورهٔ طرح محاسبه شد [۲۵]. بنابراین قیمت هر مترمکعب آب بهداشتی در سال ۱۴۰۱ به مبلغ ۶۰۷۶۲۷,۹۵ ریال رسیده است.

جدول ۵- هزینه‌های متغیر تأمین و انتقال آب به دشت

شرح موارد	مجموع هزینه‌ها (ریال)
هزینه جاری تأمین برق دوچاه از دشت منصوری (چاه شماره ۱ و ۲)	۴،۲۵۱،۵۲۰،۱۶۴
هزینهٔ جاری دستمزد راهبری برای دو ایستگاه پمپاژ موجود در مسیر انتقال	۲،۶۱۹،۸۹۷،۱۲۰
هزینهٔ جاری اورهال، سرویس و نگهداری شیرآلات و سایر منصوبات مورداستفاده در سال	۱،۷۵۰،۸۰۰،۰۰۰
مجموع	۸,۶۲۲,۲۱۷,۲۸۴

مأخذ: آرشیو آب و فاضلاب شهری بجستان، ۱۳۹۳

$$\textbf{(PSW) (m}^3\textbf{/yr) (IRR)} = \frac{\sum Variable\ Costs\ (m3/yr) + \frac{Fixed\ Costs}{Period\ of\ Analysis + Pathway\ Length}(m3/yr)}{365 \times Per\ Capita\ \ Salty\ Water\ (m3/day)} = 607627.95$$

(۱۳)

۲-۲-محاسبات درآمد فروش آب بهداشتی و محاسبهٔ نسبت سود به هزینه

قیمت هر مترمکعب آب در این بخش ۱۱۰۰۰ ریال به مشترکان ارائه می‌شود. طبق آمار موجود از جمعیت شهر بجستان، ۱۴۰۳۲ نفر و نیز سرانهٔ روزانهٔ هر نفر ۱۱۰ لیتر می‌باشد، بنابراین درآمد روزانهٔ شرکت آب‌وفاضلاب از آب بهداشتی، ۱۶,۹۷۸,۷۲۰ ریال در روز و ۶,۱۹۷,۲۳۲,۸۰۰ ریال در سال می‌باشد. طبق محاسبات سود و هزینه در بخش آب بهداشتی، نسبت سود به هزینه برابر با ۰,۱۸۲ می‌باشد.

۲-۳-تعیین قیمت هر مترمکعب آب شرب

پس از تعیین ارزش ریالی هزینه‌های انتقال آب، ارزیابی و تخمین هزینه‌های توزیع آب شرب در روش کنونی تعیین می‌شود که همانند بخش قبلی شامل هزینه‌های ثابت و متغیر می‌باشد، سپس این هزینه به مجموع هزینه‌های قبلی اضافه می‌شود تا هزینهٔ هر مترمکعب آب شرب محاسبه شود [۲۵] اطلاعات جمع‌آوری‌شده در جدول‌های ۶ و ۷ ارائه شده است.

جدول ۶- هزینه‌های ثابت در طرح کنونی جایگاه‌های دولتی شبکه توزیع آب شرب بر حسب ریال در سال در سال ۱۴۰۱

هزینه‌های ثابت	شرح موارد	مجموع هزینه‌ها (ریال)
هزینه‌های تأسیسات	زمین موردنیاز، ساختمان و احداث سوله، احداث مخزن ۵۰۰ مترمکعبی	۵۶,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
ماشین‌آلات و تجهیزات	تجهیزات سیستم نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس و تجهیزات برداشت، تجهیزات اندازه‌گیری کیفی آب	۵,۴۱۶,۸۴۱,۰۰۰
تأسیسات عمومی	وسایل دفتری، تجهیزات و تأسیسات عمومی و تأمین آب، هزینه‌های برقی، هزینه‌های مکانیکی	۳,۰۸۳,۳۵۰,۰۰۰
هزینه‌های قبل از بهره‌برداری	هزینه‌های خدمات مهندسی، مطالعات و مشاوره	۱,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰
مجموع		۶۵۷۰۰۱۹۱۰۰۰
به‌روزرسانی هزینه‌ها (۱۴۰۰)		۵۳۲،۸۴۴،۹۰۷،۴۸۳

مأخذ: آرشیو آب و فاضلاب شهری بجستان، ۱۳۹۳

قیمت هر مترمکعب آب شیرین از مخزن تا جایگاه‌ها نیز محاسبه شده [۲۶] و در نهایت قیمت نهایی هر مترمکعب آب شیرین به‌صورت زیر محاسبه می‌شود [۲۵].

$$\textbf{PFW (m}^3\textbf{/yr) (IRR)} = \frac{\sum Variable\ Costs\ (m3/yr) + \frac{Fixed\ Costs}{Period\ of\ Analysis}(m3/yr)}{365 \times Per\ Capita\ \ Fresh\ Water\ (m3/day)} = ۲۱۳۴۷۰۷,۴۹$$

(۱۴)

$$\textbf{FPFW (m3/yr)(IRR)} = \sum Desalinated\ Water\ (m3/yr)\ (IRR)\ +\ Saline\ transfer\ Water\ (m3/yr)\ (IRR) = ۲۷۴۲۳۳۴,۹۵$$
$$(IRR)$$

(۱۵)

جدول ۷- هزینه‌های متغیر در طرح کنونی جایگاه‌های دولتی شبکه توزیع آب شرب به ریال در سال ۱۴۰۱

شرح موارد	مجموع هزینه‌ها(ریال)
هزینه‌های کل آب ورودی به شبکه (قیمت هر لیتر آب ورودی به شبکه ۵ ریال می‌باشد)	۷۳۰۰۰۰۰۰
هزینه‌های تعمیر و نگهداری پیشگیرانه	۱۸،۸۵۰،۶۸۶
هزینه برق(چاه‌های تأمین آب، آب‌شیرین‌کن، جایگاه‌های برداشت)	۷۵۶،۵۱۰،۲۶۲
دستمزد راهبری و بهره‌برداری	۹۸۹،۵۳۵،۸۰۳
لوازم و ابزار مصرفی	۱،۴۳۸،۱۴۸،۷۳۹
مجموع	۳۲۷۶۰۴۵۴۹۰

۲-۴- محاسبات درآمد فروش آب شرب

برای محاسبهٔ جریان درآمدی خالص (NFC) و به‌صرفه بودن یا نبودن طرح کنونی، اختلاف بین قیمت مصوب کنونی و قیمت واقعی، محاسبه شد. تنها منبع درآمدی شبکهٔ آب شرب شهر بجستان، قیمت ۱۰۰ ریال به ازای هرلیتر آب می‌باشد، جریان درآمدی خالص (NFC) به صورت جدول ۸ بدست آمد. سپس نسبت سود به هزینه در فصول مختلف برای آب شرب محاسبه شد (جدول ۹).

جدول ۸- محاسبات درآمد شبکه کنونی توزیع آب شرب و جریان درآمدی خالص بر حسب ریال در سال ۱۴۰۱

جریان درآمدی خالص NFC(IRR/yr)	درآمد بر اساس قیمت واقعی (IRR/yr)	درآمد بر اساس قیمت مصوب فعلی (IRR/yr)	مصرف آب (m^3/day)	زمان
۷۳۰۵۷۴۹۳,۶۵	۷۴۰۴۳۰۴۳,۶۵	۹۸,۵۵۵,۰۰۰	۲۷	سالانه
۳۵۶۷۱۵۲۱,۸۲	۳۷۰۲۱۵۲۱,۸۲	۱,۳۵۰,۰۰۰	۱۳,۵	بهار و تابستان
۲۶۴۲۳۳۴۹,۵	۲۷۴۲۳۳۴۹,۵	۱,۰۰۰,۰۰۰	۱۰	پاییز و زمستان

مأخذ: آرشیو آب و فاضلاب شهری بجستان، ۱۳۹۳

جدول ۹- محاسبات نسبت سود به هزینه در روش کنونی تأمین و توزیع آب شرب

نوع توزیع آب شرب	هزینهٔ هر مترمکعب به ریال	بهای فروش سالانه آب برای روش به ازای هر مترمکعب (ریال)	B/C
انتقال آب به دشت (آب‌شور)	۶۰۷۶۲۷,۹۵	۱۰,۰۰۰	۰,۰۳
جایگاه برداشت کنونی (آب شیرین)	۲۷۴۲۳۳۴,۹۵	۱۰۰,۰۰۰	۰,۱۱۸

مأخذ: آرشیو آب و فاضلاب شهری بجستان، ۱۳۹۳

۳- بخش فضای سبز

۳-۱- محاسبات هزینهٔ آب در بخش فضای سبز

با احتساب دبی ۱۵ لیتربرثانیه، حجم آب روزانه مورد نیاز در فضای سبز شهری بجستان آب (V_d) و سپس حجم سالانه آب موردنیاز (V_y) به‌صورت جدول ۱۰ محاسبه شد.

هزینهٔ هر مترمکعب آب فضای سبز نیز در حدود ۱۸۰۰۰۰ ریال می‌باشد [۴]. بنابراین، قیمت آب مصرفی در بخش فضای سبز به‌صورت سالانه از حاصلضرب حجم سالانه در قیمت واحد ۱۸۰۰۰۰ ریال بدست می‌آید (جدول۱۰).

جدول ۱۰- محاسبات هزینه هر مترمکعب آب در بخش فضای سبز شهری بجستان بر حسب ریال در سال ۱۴۰۱

نوع کاربری آبی	$V_d(m^3)$	$V_y(m^3)$	Cost (IRR/yr)
فضای سبز	۹۵۸/۶۸	۳۴۹۹۲۰	۶۲,۹۸۵,۶۰۰,۰۰۰

۴-مقایسهٔ حجم آبی و هزینهٔ واقعی و موجود در کاربری‌های فضای سبز و شرب و بهداشتی

پس از محاسبهٔ هزینهٔ هر مترمکعب آب شرب (طی فرآیند انتقال و شیرین‌سازی) به‌منظور بررسی امکان میزان مطلوبیت جداسازی آب شرب از آب بهداشتی و فضای سبز، مقایسه‌ای بین هزینهٔ واقعی و موجود در آب مصرفی در کاربری‌های مختلف (بهداشت و فضای سبز) در جدول ۱۱ انجام شد. هزینهٔ هر مترمکعب آب با درنظر گرفتن هزینهٔ پرداخت شده (موجود) و هزینهٔ واقعی برای هر مترمکعب آب در مصارف مختلف بدست آمد.

جدول ۱۱- محاسبات میزان نسبت سود به هزینه در روش کنونی تأمین و توزیع آب شرب

نوع کاربری آبی	هزینهٔ هر مترمکعب (موجود) (IRR)	هزینهٔ صرف شده هر مترمکعب (واقعی) (IRR)	حجم آب مصرفی روزانه (m^3)	هزینهٔحجم آب مصرفی روزانه به ازای جمعیت شهری (موجود) (IRR)	هزینهٔ حجم آب مصرفی روزانه به ازای جمعیت شهری (واقعی) (IRR)	نسبت بین هزینهٔ واقعی و موجود
فضای‌سبز	۱۸۰,۰۰۰	۶۰۷۶۲۷,۹۵	۹۵۸,۶۸	۱۷۲,۵۶۲,۴۰۰	۵۸۲,۵۲۰,۷۶۳	۳/۳۷
بهداشتی	۱۱,۰۰۰	۶۰۷۶۲۷,۹۵	۱۵۴۳,۵۲	۱۶,۹۷۸,۷۲۰	۹۳,۲۸۳,۰۴۲	۵/۴۹
شرب	۱۰۰,۰۰۰	۲۷۴۲۳۳۴,۹۵	۴۲,۰۹۶	۴,۲۰۹,۶۰۰	۱۱۵,۴۴۱,۳۳۲	۲۷/۴۲

نتایج نشان می‌دهد که آب شرب با بیشترین هزینهٔ صرف شده در تولید هر مترمکعب آن، گران‌ترین کاربری آبی محسوب می‌شود. دلیل اصلی این امر انتقال آب از پلایا در یک مسافت ۲۴ کیلومتری و شیرین‌سازی حجم آبی موردنیاز است. در صورتی‌که آب موردنیاز هم در بخش شرب و هم بهداشت، از سطح دشت تأمین شود، کاهش هزینه‌های تصفیه و شرین‌سازی و نیز کاهش تخریب تأسیسات زیربنایی به‌دنبال، خواهد داشت.

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از راهکارهای مدیریت آب، تعیین قیمت واقعی نهاده آب است. اطلاع از ارزش آب در بخش‌های مختلف اقتصادی، نقش تعیین‌کننده‌ای در مدیریت تقاضای آب دارد. مطالعات کرامت زاده و همکاران نشان داد که اگر این ارزش کمتر از واقعیت برآورد شود، باعث عدم‌تخصیص بهینه آب در بین مصارف مختلف می‌شود [۱۹]. از سوی دیگر قیمت‌گذاری براساس نوع محصول با وزن‌دهی در مکان‌هایی که دارای محصولات با قیمت بالا و تعیین قیمت بیشینه آب با توجه متناسب با حجم آب مصرفی توصیه می‌شود [۶].

محدودهٔ مطالعاتی بجستان، در تأمین آب شرب و بهداشتی با کیفیت، با چالش عمده‌ای در بخش تخصیص منابع آبی روبه‌رو است. علی‌رغم وجود منابع آبی با کیفیت در دشت، تأمین آب شرب، بهداشت و فضای سبز، از آب انتقالی از پلایا با اختلاف ارتفاع بیش از ۴۰۰ متر تأمین می‌شود، این در حالی است که آب با کیفیت مناسب در بخش کشاورزی در سطح دشت به مصرف می‌شود.

برای تأمین آب با کیفیت در بخش شرب، از فرآیند شیرین‌سازی با روش اسمز معکوس استفاده می‌شود تا آب شرب به کیفیت لازم برسد. بنابراین، هزینهٔ زیادی صرف این بخش می‌شود که نیازمند تحلیل و بررسی به‌منظور تعیین قیمت واقعی آب است. تجزیه‌وتحلیل اقتصادی قیمت‌ها، در بخش عرضه، تقاضا و نهاده‌ها، نقش مهمی در برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت پایدار سیستم‌های تأمین و توزیع منابع آب ایجاد می‌کند [۳] و استفاده از آن منجر به اتخاذ سیاست‌ها و تدابیری می‌شود که می‌تواند ساختار اقتصادی و الگوی مصرف آب را تغییر دهد [۲۵]. در واقع

آب، یکی از نهاده‌های ثابت و محدودکننده است که تغییرات قیمت آن نوع فعالیت‌ها و میزان عرضه را در مناطق مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲۴].

در این تحقیق با بررسی بین قیمت واقعی (برآورد شده) با قیمت موجود در بخش‌های مختلف، نسبت سود به هزینه (در مواردی که درآمدزایی وجود دارد) و نیز نسبت بین قیمت واقعی و قیمت موجود در بخش‌های مختلف شرب، کشاورزی و فضای سبز بدست آمد. امیدی و همکاران (۱۴۰۰) محاسبه دقیق قیمت آب کشاورزی را به عنوان ابزاری برای تصمیم‌گیری سریع در نوع کشت در بخش کشاورزی عنوان کردند [۲۹].

از آنجا که در این تحقیق نیز بخش اصلی نهادهٔ آب با کمیت و کیفیت مناسب در بخش کشاورزی حوزه بجستان به مصرف می‌رسد، محاسبهٔ قیمت واقعی این نهاده مدنظر است. از مدل‌های برنامه‌ریزی و راهبردهای قیمتی مختلفی برای تعیین ارزش آب در مناطق مختلف به منظور تعیین ارزش آب استفاده می‌شود [۹].

در این تحقیق از نسبت بین هزینهٔ واقعی و هزینهٔ موجود استفاده شد. نتایج نشان داد که در خصوص آب شرب ۲۷/۴۲، فضای سبز ۳/۳۷ و آب بهداشتی ۵/۴۹ است. افزایش این نسبت در آب شرب به علت هزینه‌های بالای شیرین‌سازی است. همچنین این نسبت در مورد سایر کاربری‌ها قابل توجه است و این امر به علت انتقال آب از پلایا به دشت و بالابودن هزینه‌های انتقال در ایستگاه‌های پمپاژ، تخریب تأسیسات انتقال به دلیل کیفیت پایین آب، نیروی انسانی و نیز هزینه‌های تعمیر و نگهداری است. این در حالی است که نسبت سود به هزینه در مورد آب کشاورزی در محصول انار ۰/۸۷ و در پسته ۰/۸۹ می‌باشد و تنها در محصول زعفران ۲/۲ است که نشان از به‌صرفه نبودن تولید محصول کشاورزی در دشت بجستان می‌دهد. یکی از مهم‌ترین دلایل عدم‌مصرف بهینه آب در سراسر کشور در بخش‌های مختلف، کم‌بودن قیمت آب نسبت به قیمت واقعی آن است که منجر به راندمان پایین آب در بخش‌های مختلف شرب، بهداشت و کشاورزی می‌شود. از این نظر مناطق با بحران آب را با مشکلات عدیده روبه‌رو خواهد کرد که این امر با مطالعات حیاتی و همکاران در استان خراسان رضوی در برآورد قیمت واقعی تطابق داشت [۱۴].

مقدار EC آب قنوات در حدود ۱۹۰۰ میکروموس‌برسانتیمتر می‌باشد که نیازی به تصفیه و شیرین‌سازی زیادی ندارد. بنابراین، در صورتی که کشاورزان بازنشست و یا خرده مالکان، سهم آب خود را از قنوات به شرکت آب و فاضلاب در ازای دریافت هزینهٔ هر مترمکعب آب حتی با قیمت یک‌سوم آب تمام شده در بخش شرب بفروشند، به درآمد مطلوب‌تری نسبت به درآمد حاصل از کشاورزی خواهند رسید. وقوع این جریان، از میزان اُفت سفره و تجمع نمک در خاک و بیابان‌زایی خواهد کاست. بنابراین قیمت‌گذاری آب زیرزمینی از جمله مهم‌ترین سیاست‌های مدیریت تقاضای آب می‌باشد که می‌تواند افزون بر استفاده بهینه از آب، مشوقی برای ذخیره و حفاظت از منابع آبی باشد [۳۰].

References

[1]. Abraham, T., & Luthra, A. (2011). Socio-economic & technical assessment of photovoltaic powered membrane desalination processes for India. *Desalination*, *268*(1-3), 238-248.

[2]. Abu-Zeid, M. (2001). Water pricing in irrigated agriculture. *International Journal of Water Resources Development*, *17*(4), 527-538.

[3]. Asian Development Bank, Annual Report. (2004). Page: 115. www.adb.org/publication.

[4]. Bajestan Municipality. (2022). Annual report of Green space services of Bajestan Municipality, pages: 30-45. [in Farsi]

[5]. Balali, H., & Lal, F. K. (2022). Economic Valuation of Groundwater in Agriculture Sector (Case Study: Hamedan-Bahar Plain). *Journal of Agricultural Economics and Development*, *36*(1), 37-48. [in Farsi]

[6]. Chimeh, T., Ebrahimi, K., Horfar A. H. & Iraqi Nejad, S. (2013). Evaluating the economic value of agricultural water with a pricing approach based on the type of product in the Qazvin Plain. *Journal of*

Water Research in Agriculture, *28*(1), 171-181. [in Farsi]

[7]. Cortignani, R., & Severini, S. (2009). Modeling farm-level adoption of deficit irrigation using Positive Mathematical Programming. *Agricultural water management*, *96*(12), 1785-1791.

[8]. Devarakonda, S., (2019). Calculating the Economic Viability of Corporate Trainings (Traditional & eLearning) using Benefit-Cost Ratio (BCR) and Return on Investment (ROI). *International Journal of Advanced Corporate Learning*, *12*(1), 41-57.

[9]. Doppler, W., Salman, A.Z., Al-Karablieh, E. K., Wolff, H. P. (2002). The impact of water price strategies on the allocation of irrigation water: the case of the Jordan Valley. *Agr Water Manage, 55*(3): 171-182. DOI: 10.1016/S0378-3774(01)00193-7

[10]. Ebrahimi Nourali, A., Emami Jazeh, K., & Mohammadi, T. (2021). Economic Strategy for Improving the Efficiency (Cost) of Iranian Water and Sewerage Companies: Application of Stochastic Frontier Methods Based on Panel Data. *Economic Strategy*, *10*(37), 289-320.

[11]. Gleeson, T., Alley, W. M., Allen, D. M., Sophocleous, M. A., Zhou, Y., Taniguchi, M., & VanderSteen, J. (2012). Towards sustainable groundwater use: Setting long-term goals, backcasting, and managing adaptively. *Groundwater, 50*(1), 19-26.

[12]. Gómez-Limón, J. A., & Riesgo, L. (2004). Irrigation water pricing: differential impacts on irrigated farms. *Agricultural economics*, *31*(1), 47-66.

[13]. Griffin, R. C. (2001). Effective water pricing 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, *37*(5), 1335-1347.

[14]. Hayati, B. E., Shahbazi, H., KavousiKalashmi, M., & Khodavardizadeh, M. (2009). Estimating the real price of water in wheat and barley production: production function approach (case study: North, Razavi and South Khorasan provinces). *Sustainable Agriculture Knowledge Journal*, *19*(1), 143-155. [in Farsi]

[15]. Iglesias, E., Garrido, A., & Go´mez-Ramos, A. (2007). Economic drought management index to evaluate water institutions' performance under uncertainty. *Journal of Agriculture Resource Economic. 51*(1), 17-38. doi: 10.1111/j.1467-8489.2007.00361

[16]. Iranian Deputy of Water and ABFA (2014). Criteria for designing urban and rural water transmission and distribution systems Ministry of Power of Iran, pages: 10-15. [in Farsi]

[17]. Johansson, R.C. (2000). Pricing Irrigation Water: A Literature Survey. The World Bank, Washington, DC, p. 80.

[18]. Karagiannis, I. C., & Soldatos, P. G. (2008). Water desalination cost literature: review and assessment. *Desalination*, *223* (1-3), 448-456.

[19]. Keramat Zadeh, A., Chizri, A., & Mirzaei, A. (2006). Determining the economic value of irrigation water through optimal cropping pattern for integrated farm and horticulture. *Journal of Agricultural Economics and Development*, *14*(54): 35-60.

[20]. Khorasan Regional Water Company. (2018). Studies on updating the balance of water resources of the study areas of the Central Desert catchment area - leading to the water year 2010-2018. Assessment of water resources, Appendix No. 21: Report on the balance of water resources of the study area of Bajestan-Younesi. 5(21), page: 22. [in Farsi]

[21]. Kinzelbach, W., Bauer, P., Siegfried, T., & Brunner, P. (2003). Sustainable groundwater management-Problems and scientific tool. *Episodes-Newsmagazine of the International Union of Geological Sciences*, *26*(4), 279-284.

[22]. Kumar, G., & Karney, B. W. (2007). Electricity usage in water distribution networks. *In 2007 IEEE Canada Electrical Power Conference*, 97-102.

[23]. Lashkaripour, G. R., & Zivdar, M. (2005). Desalination of brackish groundwater in Zahedan city in Iran. *Desalination*, *177*(1-3), 1-5. [in Farsi]

[24]. Mohammadi, H., & Mohammad Rezazadeh, N. (2011). Economic tools of Groundwater resource management in the world and Iran. The second national conference of applied research on water resources of Iran, Zanjan Regional Water Company, Zanjan, Iran. [in Farsi]

[25]. Mohammadzadeh, F., Ekhtesasi, M.R., Hosseini, S.Z., Hashemi, H., & Alaeei, M. (2022). Comparison and evolution of the operation's drinking water distribution and supply methods and introduction of the best suitable by using MCDA methods and SWOT strategic analysis (Case study: Bajesian plain watershed), Ph.D. Thesis, Yazd University, 100-104.

[26]. Nazari, B., Liaghat, A., Akbari, M. R., & Keshavarz, M. (2018). Irrigation water management in Iran: Implications for water use efficiency improvement. *Agricultural water management*, 208, 7-18. [in Farsi]

[27]. Niamnsi, Y. N., Mbue, I. N. (2009). Estimation for ground water balance based on recharge and discharge: a tool for sustainable ground water management, zhongmu county alluvial plain aquifer, Henan province, china. *Journal of American Science*, *5*(2):40-83.

[28]. Office of Three Qanats of Bajestan, (2022). Annual report of water allocation and calculations of three Qanats of Bajestan, The third annual report, page 1-80. [in Farsi]

[29]. Omidi, F.A., Ebrahimi, M.A & Fazlolahi, H. (2019). Development of AWPM Model for Determining the Economic Value of Water. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, *50*(1), 137-146. [in Farsi]

[30]. Shirzadi Leskokalaye, S., Saboni, S., Davari, K., & Kikha, A. A. (2018). The effect of irrigation water pricing policy on the level of groundwater in the Neishabur watershed. *Agricultural Economics Research*, *10*(1), 187-220. [in Farsi]

[31]. Sobohi, M., Soltani, G., & Zibaie, M. (2007). Evaluation of the Strategies for Groundwater Resources Management: A Case Study in Narimani Plain, Khorasan Province. *Journal of Water and Soil Science*, *11*(1), 475-485. [in Farsi]

[32]. Soleimani, H., & Hasni, A. M. (2008). Estimation of water unit cost, water (WUE) efficiency and water added value for major crops in Darab as an arid area. *Journal Iranian Agricultural Knowledge Quarterly*, *5*(1), 45-60. [in Farsi]

[33]. Soltani, G. (2012). Comparative study of agricultural water use and demand management in MENA countries. *Journal of Agricultural Economics Researches*, *4*(2), 1-25.

[34]. Shahrestani, H. (2014). Organizing and managing optimal water consumption in agriculture. *Journal of Agriculture Engineering Natural Resources, 45*(12): 37-41. [in Farsi]

[35]. Shooshtarian, A., Zibaei, M., & Soltani, G. R. (2012). Sustainable farm system management considering economic and environmental attitudes. *Applied Economics Letters*, *19*(17), 1745-1752. DOI: 10.1080/13504851.2012.659335.

[36]. Tsur, Y. (2005). Economic aspects of irrigation water pricing. *Canadian Water Resources Journal*, *30*(1), 31-46.

[37]. Water Authority of Khorasan Razavi Province (2003). Proposal to extend the ban on 15 plains of Khorasan Razavi province. Technical report of Bajestan-Younesi study area, pp: 103. [in Farsi]

[38]. Ziolkowska, J. R. (2015). Is desalination affordable? Regional cost and price analysis. *Water Resources Management*, *29*(5), 1385-1397.

Economic valuation of water to examine water allocation in different usages (Case study: Bajestan plain) (Research Paper)

1- Fatemeh Mohammadzadeh*, Ph.D. in Watershed Management Science, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.
mohamadzade.fb@gmail.com
2- Ahmad Fatahi Ardakani, Associate Professor of Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran.

Received: 11 Jun. 2022
Accepted: 07 Nov. 2022

Abstract
To provide quality water for various uses in drinking, health and agricultural sectors, arid regions of our country is facing many challenges. Due to its strategic location and higher sensitivity, drinking water needs better quality. The study area of Bajestan is one of dry lands of Razavi Khorasan province. This city is located in the central area of this area. The agricultural water of this plain is supplied from three Qanats with good quality of the plain, and original resource water for drinking, sanitation and urban green spaces is supplied from the transfer water of playa with lower quality. Since most of groundwater of this area is used in the agricultural sector, this research is aimed at economic analysis of prices, in order to determine the actual price of water input in different uses and compare their ratio. Benefit to cost is done in allocating the type of water source. Considering the population of Bajestan city of 14000 people and daily per capita consumption of 3 liters per person, the daily cost of 42.09 m^3 of drinking water is 115441332 IRRs, while the actual daily cost of water in the health sector for this population is 93283042. The results of analysis of costs in the agricultural sector in pomegranate, saffron and pistachio products showed that the ratio of profit to cost is 0.87, 2.2 and 0.89, respectively, which shows that the production of product is not efficient. This is the sector and in the case of raw water sold by farmers to Water Company, even at a third of the actual price of drinking water, that is 914000 IRRs. It leads to a decrease in the aquifer and also to an increase in profit for the smallholder farmers and the management, optimizing water consumption and allocation will help.

Keywords: Water Input, Optimal Consumption Management, Real Price, Economic Analysis.