

تحلیل هزینه - فایده انتقال آب از سد سیبویه (سیوند) به شهرستان ارسنجان - استان فارس

مرتضی حسن شاهی*

رحمان خوش اخلاق**

تاریخ دریافت: ۸۴/۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۸۴/۹/۱۵

چکیده

شهرستان ارسنجان در شمال غربی استان فارس واقع شده و از لحاظ کشاورزی و دامداری و جنگل غنی است مشکل عمده این شهرستان کمبود آب است. به طوری که آب موجود برای کمتر از نیمی از اراضی کشاورزی کفایت می کند. از طرف دیگر وزارت نیرو و در حال احداث یک سد روی رودخانه سیوند واقع در شمال غرب ارسنجان با هدف انتقال سالانه ۶۰ میلیون مترمکعب از آب رودخانه مذکور به شهرستان ارسنجان است. اما انتقال آب از دو مسیر با حفر کانال امکان پذیر است.

۱- سد سیوند - جنگل ارسنجان - شهر ارسنجان - اراضی کشاورزی اطراف شهر و دهستان علی آباد ملک (با مسیر ۱).

۲- سد انحرافی هشتیجان - دشت سیدان و فاروق - اراضی کشاورزی دهستان های خیریز و شوراب (مسیر ۲).

انتقال آب از مسیر ۱ به علت وجود یک گردنه (گردنه کمین) نیاز به حفاری بیشتر دارد، لذا هزینه بیشتری نسبت به مسیر ۲ دارد. اما اراضی ناحیه ۱ کم آبتر و خاک آنها مرغوب تر است. ولی اراضی ناحیه ۲ دارای خاک های نیمه شور بوده و مرغوب نیست. در این تحقیق تقاضا و عرضه کل آب برای دو ناحیه تخمین زده شده، و سپس میزان آب ورودی از سد مذکور به عرضه آب (به طور جداگانه) دو ناحیه اضافه شده، و سپس اضافه رفاه (افزایش در مازاد مصرف کننده و تولیدکننده) جامعه اندازه گیری شده است. برای انجام این تحقیق مدل های مطلوبیت استون-گری، کلاین روبین و مدل بهینه سازی عملکرد مؤسسات کشاورزی استفاده شده است. نتایج نشان می دهد که انتقال آب از مسیر ۱ اقتصادی تر است

طبقه بندی JEL: D6.

کلید واژه: مدل استون-گری، تقاضای آب کشاورزی، شهری، عرضه آب ارسنجان.

۱- مقدمه

از دیرباز یکی از مسائل مورد توجه بشر، مدیریت و پیش‌بینی منابع آب و برنامه‌ریزی جهت تأمین و توزیع آب مورد نیاز انسان است. در این ارتباط مسائل مختلفی از جمله میزان مطلوب عرضه آب و پیش‌بینی مقدار مصرف آب در آینده، نحوه تأمین و ذخیره این مقدار آب، میزان سرمایه، بودجه و نحوه تأمین آن، توزیع مکانی و زمانی آب در مصارف شهری و خانگی و مسائلی از قبیل نحوه تأمین و چگونگی توزیع آب مورد نیاز کشاورزی، انتخاب نوع محصول براساس میزان آب موجود و پیش‌بینی شده، توزیع فراوانی نزولات جوی، تأثیر کیفیت آب بر میزان تولید محصولات مطرح شده است، که جواب‌های مناسب و دقیقی را طلب می‌کند. همچنین برای سازمان‌ها و ارگان‌های تأمین و اداره کننده آب مورد نیاز، اطلاع از میزان ذخایر موجود آب چه ذخایر زیرزمینی و چه ذخایر روی زمینی، هزینه‌های تهیه آب، طرح بهینه تأمین آب مورد نیاز و عوامل مؤثر بر آن، میزان آب مورد تقاضا چه در مصارف شهری و غیر شهری، توزیع زمانی و مکانی تقاضا، نحوه تأمین آب مورد نیاز، انتخاب روش‌های مناسب آبیاری و غیره... لازم است.

به‌منظور ایجاد تاسیسات و انجام سرمایه‌گذاری‌های لازم جهت تأمین آب مورد تقاضا، شناخت عوامل مؤثر بر میزان عرضه آب چه در شهر و چه در کشاورزی، میزان تقاضای آب در مصارف خانگی، تجاری، صنعتی، الکتریکی و کشاورزی، تعیین مدل و تخمین توابع تقاضا و عرضه آب در مصارف متعدد و توسط گروه‌های مختلف مصرف‌کننده تحت شرایط مختلف زمانی و مکانی و جوی، از جمله مسائل مورد توجه سازمان‌هایی است که به‌نحوی با آب در ارتباط هستند.

علاوه بر موارد فوق‌الذکر، در ارزیابی اقتصادی طرح‌های سرمایه‌گذاری آب جهت انتخاب یک طرح (در صورتیکه بودجه سرمایه‌گذاری محدود باشد) با استفاده از طرق و شیوه‌های متداول در کتب اقتصادی، نیاز به اطلاعاتی راجع به توابع تقاضا، عرضه، تولید و هزینه تولید آب در بخش‌های شهری و کشاورزی است. جهت تخمین پارامترهای توابع تقاضای آب شرب در گذشته اغلب

سازمان‌ها تنها از عامل جمعیت و چگونگی توزیع و رشد آن استفاده نموده در حالی که تقاضای آب شرب نه تنها تابعی از عوامل مذکور، بلکه همچنین تابعی از عوامل جوی مانند درجه حرارت، رطوبت نسبی، بارندگی، تعداد روزهای یخبندان در سال، و عوامل اقتصادی مانند درآمد سرانه، سلیقه فردی، قیمت آب، پیشرفت‌های تکنولوژی، مساحت و نوع منازل مورد استفاده، تغییر سطح استانداردهای زندگی، پیشرفت‌های پزشکی و کیفیت آب است.

تقاضای آب در بخش کشاورزی نیز نه تنها تابعی از قیمت آب بلکه همچنین تابعی از قیمت و نوع محصولات کشاورزی، قیمت سایر عوامل تولید محصولات کشاورزی، درجه جانشینی آب با سایر عوامل تولید، کیفیت و کمیت خاک و آب، وضعیت طبیعی و اقلیمی منطقه و شرایط آب و هوایی است. همچنین هزینه و عرضه آب تابعی از عوامل تولید، قیمت عوامل تولید، پیشرفت تکنولوژی، میزان موجودی آب منابع زیرزمینی و میزان برداشت آب از منابع مذکور، است.

هدف این تحقیق ارزیابی و مقایسه اقتصادی دو طرح سرمایه‌گذاری انتقال آب به شهرستان ارسنجان است. وزارت نیرو در نظر دارد با احداث سد سیبویه بر روی رودخانه سیوند، سالانه ۶۰ میلیون مترمکعب آب به شهرستان ارسنجان منتقل کند و از آنجا که انتقال آب از دو مسیر ۱- مسیر سد سیبویه- جنگل ارسنجان - شهر ارسنجان، توابع ارسنجان ۲- مسیر سد انحرافی هشتیجان - دشت سیدان و فاروق - توابع ارسنجان، امکان‌پذیر است و وزارت نیرو، طرح ۲ را پذیرفته است. لذا در این تحقیق هر دو طرح ارزیابی اقتصادی شده‌اند. در این راستا ابتدا توابع تقاضا و عرضه آب شهری و کشاورزی تخمین و سپس با تخمین عرضه و تقاضای کل آب و تعیین نقطه تعادل بازار آب، قبل و بعد از اجرای هر طرح و محاسبه سود حاصله به مقایسه دو طرح می‌پردازیم.

برای انجام این تحقیق گام‌های زیر برداشته شده است.

- ۱- تخمین توابع تقاضای آب در بخش شهری با استفاده از مدل مطلوبیت استون - گری و روش رگرسیون دو مرحله‌ای.
- ۲- تخمین توابع تقاضای آب در بخش کشاورزی با استفاده از روش بهینه

کردن عملکرد مؤسسات کشاورزی.

- ۳- تخمین توابع تقاضای کل برای آب، برای هر ناحیه به‌طور جداگانه، از طریق جمع تقاضای آب شهری و کشاورزی (بندهای ۱ و ۲).
- ۴- تخمین توابع هزینه استخراج آب برای هر ناحیه به‌طور جداگانه، و سپس محاسبه هزینه نهایی و عرضه آب.
- ۵- تعیین قیمت و مقدار تعادل از طریق برخورد تقاضا و عرضه آب.
- ۶- افزایش آب ورودی از سد، به‌عرضه آب در هر ناحیه و محاسبه اضافه رفاه ایجاد شده.
- ۷- انتخاب مسیر ۱ به‌عنوان مسیر اقتصادی‌تر.

۲- بررسی اجمالی مطالعات انجام شده در زمینه تقاضای آب

۲-۱- تقاضای آب شهری

از سال‌های ۱۹۵۰ به‌بعد تحقیقات در زمینه تخمین تقاضای آب از لحاظ کمی و کیفی در حال افزایش بوده است. تعدادی از این تحقیقات که از مجلات مختلف استخراج و ترجمه شده‌اند، در دسترس است، اما به‌علت حجم زیاد از آوردن همه آنها خودداری می‌کنیم فقط ویژگی‌های کلی آنها به‌شرح زیر ارائه می‌شود.

۱- از سال ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۷ در تحقیقاتی که توسط «ساندرز»، «یانگ»، «هاوولیناویاور»، «مورگان»، «برری و بونم»، «جونز و موریس» انجام شده، تقاضای آب شرب تابعی از قیمت آب (قیمت متوسط^۱)، درآمد مصرف‌کننده، بعدها با گذشت زمان عوامل دیگری مانند میزان بارندگی و رطوبت هوا وارد مدل شده تا بتوانند بهتر تقاضای آب را تشریح کنند. سپس در سال ۱۹۶۷ هاوولینا و بارو به تخمین تقاضای آب در مصارف داخلی و غیر داخلی پرداخته و علاوه بر قیمت متوسط آب، قیمت نهایی^۲، ارزش منزل مسکونی، تعداد افراد ساکن در منزل، عمر منزل مسکونی، شاخص قیمت منطقه‌ای و چند متغیر دیگر را نیز وارد

1- Average price.

۲- چون قیمت آب خانگی پلکانی بالا می‌رود، قیمت آخرین واحد آب به قیمت نهایی معروف است.

مدل کرده‌اند.

در سال ۱۹۷۳ «مورگان» ارزش دارایی «مصرف‌کننده را وارد و قیمت آب را از مدل حذف کرد (در این مطالعه «صرفه‌جویی‌های حاصل از مقیاس» در رابطه با متغیر «بعد خانوار» مشاهده شده است). در سال ۱۹۷۶ «جونز و موریس» متغیرهای ابزاری را وارد مدل و علاوه بر آن متغیرهای تاریخ ساخت منزل مسکونی، سطح تحصیلات خانوار (رئیس خانوار)، شغل رئیس خانوار، اتومبیل و چند متغیر دیگر را به مدل اضافه نمودند. تا به اینجا اکثر مدل‌ها خطی بوده است.

۲- دوره دوم از سال ۱۹۷۷ تا ۱۹۸۵، در تحقیقاتی که توسط «کاترمان، دانیسلون، کوکران، کتون» انجام شده، علاوه بر متغیرهای قبلی «متغیرهای مجازی» جهت اندازه‌گیری تغییرات قیمت آب بر تقاضا و تفکیک اثرات ماه‌های خشک و بارندگی وارد مدل شده است.

۳- از سال ۱۹۸۵ به مدل‌های دینامیک جهت تخمین تقاضای آب، نیز توجه شده است. در سال ۱۹۸۰، «آگته و بیلینگز» با ارائه یک مدل دینامیک به تخمین تقاضای آب پرداخته‌اند. تقاضای آب در این مدل‌ها تابعی از قیمت آب، تفاوت قیمت^۱ و تقاضای آب در یک دوره قبل است. «القنابیت و جانستون» در سال ۱۹۸۵، به تخمین پارامترهای توابع تقاضای استخراج شده از مدل مطلوبیت استون - گری پرداختند. در این متد، علاوه بر تخمین تقاضای آب مقداری نیز به عنوان «حداقل آب لازم برای معیشت» برآورد می‌شود.

در سال ۱۹۸۶ «خیر و سروشیان» با توجه به «تئوری واقع‌سازی» جهت تعیین الگوی تقاضای شهری آب، روشی متفاوت با روش معمول رگرسیون کلاسیک را به کار گرفتند. در این تحقیق مسأله قابل توجه علاوه بر مسأله فوق، توجه به نا اطمینانی آمار و اطلاعات است. در همین سال «چیکون»، «دلر» و «رامامورتی» با وارد کردن متغیرهای «قیمت نهایی» و «تفاوت قیمت» و «قیمت ثانویه»^۲ با استفاده از متد معادلات هم‌زمان دو مرحله‌ای و سه مرحله‌ای، به تخمین

۱- در مدل‌های مذکور تفاوت قیمت در دو دوره متوالی نیز به عنوان یک متغیر جدید وارد مدل شده است.

2- Second price.

پارامترهای تقاضای آب پرداخته‌اند.

در سال ۱۹۸۸، رونالد و تیلز، به تفکیک تقاضای کل به ۶ تقاضای جداگانه شامل ۱- تقاضای خانگی ۲- تجاری ۳- صنعتی ۴- عمومی ۵- کشاورزی، آبیاری و ۶- تقاضای منازل بدون کنتور پرداختند.

در سال ۱۳۷۰ رضا کلاهی نیز تحقیقی شبیه آنچه که جانستون انجام داده را برای شهر شیراز انجام داده است

بالاخره در سال ۱۹۹۲ «نیسادمی» در تخمین پارامترهای تابع تقاضای آب از «مدل شین^۱» استفاده کرده است. هدف وی آزمون این که «مصرف‌کنندگان نسبت به قیمت‌های متوسط یا نهایی واکنش نشان می‌دهند» بوده است. متدولوژی مورد استفاده در تمامی تحقیقات فوق، روش رگرسیون حداقل مربعات معمولی یا روش‌های ۲ مرحله‌ای و ۳ مرحله‌ای بوده است.

۲-۲- تقاضای آب کشاورزی

- «کلسو» و همکارانش در سال ۱۹۷۳ جهت تخمین تقاضای آب کشاورزی ایالت آریزونا آمریکا از روش بهینه کردن عملکرد مؤسسات استفاده کرد.

- «گیسر» در سال ۱۹۷۰ با روش فوق تقاضای آب آبیاری برای حوضه رود خانه پکوس از ایالت نیومکزیکوی آمریکا را تخمین زد. در این تحقیق از روش برنامه‌ریزی خطی استفاده شده است.

- در سال ۱۹۶۶، بین و همکارانش با استفاده از تئوری عملکرد مؤسسات، به تخمین تقاضای آب در بخش کشاورزی پرداختند.

- «هدی» در سال ۱۹۷۱ با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی تقاضای آب را برای ناحیه در غرب آمریکا برآورد کرد. وی در این تحقیق هزینه تولید را مشروط به یکسری محدودیت‌ها حداقل کرد.

در سال ۱۹۷۲، هدی و همکارانش به پیش‌بینی آب مورد نیاز آمریکا برای سال ۲۰۰۰ میلادی پرداختند.

1- Chine model.

- «نیسویادومی» با استفاده از داده‌های سال ۱۹۷۷ تا ۱۹۸۰ به تخمین تقاضای آب در مزارع بزرگ تگزاس پرداخت.
- «سوتلو» در سال ۲۰۰۰ میلادی مدل برنامه‌ریزی خطی را برای ۶ مزرعه بزرگ و ۳۱۱ مزرعه دیگر در مسکو به کار برد.
- «زیگلرویل» در سال ۱۹۸۴ پارامترهای تابع هزینه کل آب را تخمین زدند.

۳-۲- روش و مدل‌ها

روش مورد استفاده در این تحقیق معیار اضافه رفاه جامعه (مازاد مصرف کنند و مازاد تولیدکننده) است لذا در راستای این تحقیق ابتدا توابع تقاضای آب شرب، سپس توابع تقاضای آب در بخش کشاورزی و در پایان با جمع تقاضاهای شرب و کشاورزی آب، تقاضای کل آب را برای دو ناحیه از شهرستان ارسنجان به‌طور مجزا تخمین زده‌ایم. همین مراحل برای تابع عرضه کل آب نیز تکرار شده است، در پایان با اضافه کردن آب ورودی از سد سیبویه به دو ناحیه مذکور (که در نتیجه منحنی عرضه کل آب به سمت راست حرکت می‌کند) میزان اضافه رفاه را اندازه‌گیری کرده‌ایم، با توجه به مباحث فوق در این تحقیق از ۳ مدل استفاده کرده‌ایم: ۱- تقاضای آب شرب، ۲- تقاضای آب کشاورزی، ۳- عرضه آب.

۳- مبنای نظری مدل تقاضای آب شهری

- ۱- برای تخمین تابع تقاضای آب (شهر ارسنجان) از مدل مطلوبیت کلاین-روبین یا استوان - گری استفاده شده است، فرم ریاضی مدل به شرح زیر است.

$$U = \prod_{i=1}^n (Q_i - \gamma_i)^{\beta_i} \quad (1)$$

که در آن U : مطلوبیت؛ Q_i : میزان مصرف کالای i ام و γ_i حداقل مورد نیاز از کالای i ام جهت ادامه زندگی و β_i پارامترهای مدل هستند. با در نظر گرفتن

محدودیت بودجه مصرف‌کننده ($M = \sum_{i=1}^n p_i Q_i$) و دو دسته کالا ۱- آب (Q_1)،

- ۲- سایر کالاها و خدمات (Q_2) میزان مطلوبیت حداکثر شده و تابع تقاضای آب

شرب به صورت زیر استخراج شده است:

$$Q_1 = \Pi_0 + \Pi_1 \left(\frac{M}{P_1} \right) + \Pi_2 \left(\frac{P_2}{P_1} \right) + \Pi_3 (T) \quad (2)$$

$$\pi_0 = \gamma_1 (1 - \beta_1) = \gamma_1 \beta_2$$

$$\pi_1 = \beta_1, \pi_2 = -\beta_1 \gamma_1$$

که در آن Q_1 : تقاضای آب، M درآمد اسمی مصرف‌کننده، P_1 قیمت آب، P_2 قیمت سایر کالاها و خدمات و T عامل جوی می‌باشند.

۴- مبنای نظری مدل تقاضای آب در بخش کشاورزی

برای تخمین آب کشاورزی از تئوری بهینه کردن عملکرد مؤسسات کشاورزی استفاده شده است، در این قسمت ابتدا توابع تولید با بازده ثابت برای ۱۰ محصول و ۶ کلاسه خاک (مجموعاً ۶۰ تابع برای هر ناحیه) تخمین زده شده است، سپس با کاربرد مدل برنامه‌ریزی خطی، سود کشاورزی حداکثر شده است و قیمت سایه‌ای آب محاسبه و در مرحله بعد با تغییر در میزان موجودی آب، مجدداً سود حداکثر شده و ارزش تولید نهایی یا قیمت سایه‌ای برای آب منظور شده و این کار حدود ۶۰ بار تکرار شده است و در پایان با روش رگرسیون تقاضای آب تخمین زده شده است.

فرم مدل برنامه‌ریزی خطی به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \text{Max:} \quad Z &= \sum_{i=1}^n c_i x_i, \\ \text{s.t} \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} x_{ij} &\geq b_i, x_j \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

که در آن: Z سود کل کشاورزی، x_i سطح زیر کشت محصول i ام، c_i سود هر هکتار محصول i ام، a_{ij} میزان عامل تولیدی i ام مورد نیاز یک هکتار محصول j ام و b_i میزان موجودی عامل تولیدی i ام است. مدل برنامه‌ریزی خطی مورد استفاده در این تحقیق به صورت زیر است:

$$Max : Z = \sum_{j=1}^y \sum_{i=1}^{10} x_{is} (p_i - \sum_{k=1}^{30} v_{kij}) \quad (4)$$

$$S.t : \sum \sum \sum a_{kij} x_{ij} \leq b_s$$

$$X_{ij} \geq 0$$

که در آن p_i : قیمت هر واحد محصول i ام تولید شده در یک هکتار زمین و V_{kij} : مبلغ پرداختی به عامل k ام جهت کار در یک هکتار مزرعه i ام از خاک j ام. سایر متغیرها به صورت مدل ۳ تعریف می‌شوند. در این بخش از ۳۰ عامل تولید (آب، کود، سموم... استفاده شده است).

۵- مبنای نظری عرضه آب

برای تخمین میزان عرضه آب ابتدا تابع هزینه کل تولید آب را تخمین زده‌ایم برای ابتکار تابع هزینه کل آب را تابعی از میزان آب استخراج شده و سایر متغیرهای اثر گذار بر هزینه آب که در دنباله معرفی خواهند شده گرفته‌ایم، سپس با مشتق گرفتن از هزینه کل نسبت به مقدار آب تولید شده، هزینه‌های نهایی را استخراج کرده‌ایم و نهایتاً قسمت صعودی هزینه نهایی (که بالاتر از هزینه متوسط است) را به عنوان تابع عرضه آب در نظر گرفته‌ایم. مدل انتخابی به صورت زیر است:

$$TC = a_1 + a_2 W + a_3 W^2 + a_4 W^3 + a_5 H + a_6 M + a_7 DAY + a_8 S + a_9 I + \sum_{i=9}^{11} a_i D_{i-8} + \sum_{i=12}^{14} a_i D_{i-11} W + \sum_{i=15}^{17} a_i D_{i-14} W^2 + \sum_{i=18}^{20} a_i D_{i-17} W^3 \quad (5)$$

که در آن، TC : هزینه کل تولید، W : میزان آب تولید شده، H : قدرت موتور پمپ مورد مطالعه بر حسب اسب بخار، M : عمق چاه مورد مطالعه، DAY : تعداد روزهای سال که از موتور پمپ استفاده شده است. S : مساحت اراضی مورد آبیاری توسط موتور پمپ در سال زراعی ۷۲ - ۱۳۷۱: اندازه دهانه لوله پمپ (بر حسب اینچ)، D : متغیر مجازی برای ۴ نوع موتور پمپ مورد استفاده در منطقه (برای ناحیه ۱، چهار نوع و برای ناحیه ۲ دو نوع). a_i : پارامترهایی هستند که باید

تخمین زده شوند.

چون در شرایط رقابت کامل، تولیدکننده (برای حداکثر سود) در جایی عمل می‌کند که شرط تساوی بین قیمت آب (p_w) و هزینه نهایی تولید آب ($MC = P_w$) برقرار باشد، بنابراین از مدل فوق نسبت به W مشتق گرفته و هزینه نهایی به دست می‌آید، سپس قیمت آب را جایگزین هزینه نهایی کرده و تابع عرضه را استخراج می‌کنیم.

$$MC = P_w = a_1 + 2a_2w + 3a_3w^2 \quad (۶)$$

با حل رابطه ۶ برای w خواهیم داشت:

$$W = \begin{cases} = \frac{-a_2}{3a_3} + \sqrt{\frac{a_2^2 - 3a_1a_3 + 3a_3p_w}{3a_3}} & MC \geq AC \\ = 0 & \end{cases} \quad (۷)$$

در غیر این صورت مدل عرضه فوق، برای یک بنگاه تولید آب صادق است.

۶- یافته‌های تحقیق

گام (۱): نتایج تخمین تقاضای آب شرب

با استفاده از رابطه ۲ و خط بودجه رابطه زیر برآورد شده است (روش رگرسیون دو مرحله‌ای) M_t درآمد سرانه، p_{it} قیمت سایر کالاها و خدمات (شاخص قیمت خرده فروشی) و p_{1t} قیمت هر مترمکعب آب است.

= تقاضای سرانه سالانه در همه مصارف (مترمکعب^۱)

$$24.24 + 0.04943 \frac{M_t}{p_{1t}} - 4.572 \frac{p_{2t}}{p_{1t}} + 1.716T \quad (۸)$$

$$(4.8) \quad (21) \quad (18) \quad (+4)$$

$$= 1235100 + \frac{6454000}{P_{1t}} \quad (۹)$$

گام (۲): تخمین و ضرائب تابع و منحنی تقاضای آب در بخش کشاورزی نواحی ۱ و ۲

جهت استخراج منحنی فوق‌الذکر گام‌های زیر برداشته شده است:

۱- برای $M > \frac{4.572}{0.04943}$ شیب تابع فوق نسبت به p_{1t} منفی است.

گام اول: در ابتدا پارامترهای مدل (۴) با استفاده از آمارهای جمع آوری شده از سطح منطقه تخمین زده شده است. گام دوم: با فرض عدم وجود آب (مقدار آب برابر با صفر، $w = 0$) مدل (۴) با نرم افزار Qsbwin و روش سمپلکس حل و سپس قیمت سایه‌ای یا سود نهایی آب از طریق دوگان مسأله محاسبه و به عنوان قیمتی که تقاضا در آن برابر با صفر است، منظور شده است، سپس با افزایش موجودی آب به میزان معین و ثبات سایر شرایط مجدداً مدل مذکور حل و قیمت سایه‌ای تخمین زده شده، به عنوان قیمتی که در آن تقاضا به اندازه میزان موجودی آب در این حالت است منظور شده است، این وضع ادامه یافته تا قیمت سایه‌ای آب به صفر برسد. با وصل نقاط قیمت و مقدار منحنی تقاضای آب طی شکل ۲ ارائه شده است، برای ناحیه ۲ نیز نمودار مشابهی استخراج شده است. در مراحل بعد با استفاده از داده‌هایی که از قیمت سایه‌ای و مقدار موجودی آب برای ۶۰ نقطه در اختیار داشتیم با کاربرد مدل رگرسیون ضرایب تابع تقاضای خطی آب برآورد شده است. مدل تقاضای مورد استفاده به صورت زیر است:

که در آن w و p_w ترتیب تقاضای آب، قیمت آب و جزء اخلال جمله است.

گام (۳): تخمین توابع تقاضای کل آب (شهری و کشاورزی)

۱- با جمع تقاضای آب کشاورزی و شهری در ناحیه یک (مدل ۹)، تقاضای کل آب \bar{w}_1 را به صورت زیر استخراج کرده‌ایم (بر حسب مترمکعب)

$$\bar{w}_1 = 254235106 - 1297000P_w + \frac{6454000}{P_w} \quad (12)$$

(34.5) (-20) (4.8)

$$R^2 = 92.4\%$$

۲- چون در ناحیه ۲ تقاضای آب شهری بسیار ناچیز است، لذا نادیده گرفته شده است و تقاضای کل آب همان تقاضای آب کشاورزی \bar{w}_2 منظور شده است.

$$\bar{w}_2 = 230500000 - 1300000P_w \quad (13)$$

(24) (-10)

$$R^2 = 85\%$$

گام (۴): تخمین تابع عرضه کل آب

تابع عرضه کل آب شامل مجموع عرضه آب از طریق چاه‌ها، قنوت، چشمه‌ها و عرضه آب انتقالی از سد سیبویه است، هر کدام از توابع فوق به‌طور جداگانه برای دو ناحیه در وضعیت فعلی و بعد از انتقال آب از سد یا فرض کنترل دولت بر استخراج آب و با فرض عدم کنترل دولت، برآورد شده است که در اینجا فقط تابع عرضه کل آب برای هر ناحیه با فرض عدم کنترل دولت بر آب چاه‌ها ارائه می‌شود.

تابع عرضه کل آب در ناحیه ۱

عرضه کل آب برابر با عرضه آب توسط چاه‌ها، عرضه آب توسط قنوت، عرضه آب توسط چشمه‌ها به‌صورت زیر خواهد بود. (برای توضیح بیشتر به‌ضمیمه B مراجعه شود).

$$\begin{aligned}
 W_{s_1} = & \begin{cases} = 123800000 & \text{if } \leq 443 < p_w \\ = 108000000 + \sqrt{5.5 \times 10^{11} p_w + 2.0363 \times 10^{12}} & \text{if } 224.5 \leq p_w < 443 \\ = 966000000 + \sqrt{6.23 \times 10^{11} p_w + 4.93 \times 10^{12}} + \\ \sqrt{5.55 \times 10^{11} p_w + 2.0363 \times 10^{12}} & \text{if } 108.5 \leq p_w < 224.5 \\ = 631300000 + \sqrt{6.23 \times 10^{11} p_w - 4.93 \times 10^{12}} + \\ \sqrt{5.55 \times 10^{11} p_w + 2.0363 \times 10^{12}} + \sqrt{9.543 \times 10^{12} p_w} + 6.97 \times 10^{12} & \text{if } 27 \leq p_w < 108.5 \\ = 456000000 + \sqrt{6.23 \times 10^{11} p_w + 4.93 \times 10^{12}} + \\ \sqrt{5.55 \times 10^{11} p_w + 2.0363 \times 10^{12}} + \sqrt{9.543 \times 10^{11} p_w + 4.97 \times 10^{12}} + \\ \sqrt{2.29 \times 10^{13} p_w - 3.16 \times 10^{14}} & \text{if } 23/5 \leq p_w < 27 \\ = 40000000 + \sqrt{5.55 \times 10^{11} p_w + 2.0363 \times 10^{12}} + \\ \sqrt{9.543 \times 10^{12} p_w} + 6.97 \times 10^3 + \sqrt{2.297 \times 10^{13} p_w + 3.16 \times 10^{14}} + \\ = 27650000 + \sqrt{9.543 \times 10^{12} p_w + 6.97 \times 10^{13}} + \\ \sqrt{5.55 \times 10^{11} p_w - 2.0363 \times 10^{12}} & \text{if } 13.74 \leq p_w < 17.35 \\ = 21800000 \times \sqrt{9.543 \times 10^{11} p_w} & \text{if } 6.11 \leq p_w < 13.74 \\ = 0 & \text{Else} \end{cases} \quad (14)
 \end{aligned}$$

استخراج تابع عرضه کل آب برای ناحیه ۲

$$\begin{cases}
 = 167000000 & \text{if } 301.3 < p_w \\
 = 101610000 + \sqrt{1.4 \times 10^{11} p_w + 3.11 \times 10^{12}} & \text{if } 106.3 \leq p_w < 301.3 \\
 = 61200000 + \sqrt{1.4 \times 10^{12} p_w + 3.11 \times 10^{13}} + \\
 \sqrt{1.4 \times 10^{12} p_w + 1.764 \times 10^{14}} & \text{if } 10 \leq p_w < 106.3 \\
 = 38600000 + \sqrt{1.4 \times 10^{13} p_w + 1.764 \times 10^{14}} & \text{if } 0.1 \leq p_w < 10 \\
 = 16000000 & \text{Else}
 \end{cases} \quad (15)$$

۷- نتایج و تحلیل‌ها

در این قسمت نتایج کلی مربوط به ارزیابی اقتصادی آب مورد بررسی قرار می‌گیرد همان‌گونه که در قسمت اول بیان شد، هدف این تحقیق بررسی اقتصادی دو طرح سرمایه‌گذاری آبرسانی به شهرستان ارسنجان است، مکانیسم مورد استفاده برای تحقیق «روش بازار» و معیار انتخاب طرحها، «اضافه رفاه جامعه» است. تذکر: بار دیگر لازم به توضیح است که در این تحقیق منظور از «طرح اول» یا «مسیر اول» انتقال آب از سد سیبویه (از طریق گردنه کمین) به شهرستان ارسنجان (ناحیه ۱) و منظور از «طرح دوم» یا «مسیر دوم» انتقال آب از سد هشتیجان (از طریق دشت سیدان - فاروق) به شهرستان ارسنجان (ناحیه ۲) است. نتایج تحقیقات اقتصادی انجام شده در زمینه ارزیابی اقتصادی انتقال دو طرح فوق‌الذکر در ۲ حالت و هر حالت در ۴ سناریو ارائه می‌شود.

حالت اول: اندازه‌گیری و مقایسه «اضافه رفاه» ایجاد شده برای جامعه در نتیجه انتقال آب به هر کدام از نواحی است، با این فرض که دولت هیچ‌گونه کنترلی روی میزان تولید آب توسط تولیدکنندگان آب نداشته باشند (بدون توجه به حفظ تعادل آب سفره‌های زیر زمینی) این فرض به این جهت است که در منطقه مورد مطالعه، معمولاً تولیدکنندگان بیش از مقداری که طبق پروانه اخذ شده از سازمان آب منطقه‌ای فارس مجاز هستند، آب برداشت می‌کنند، چون

هزینه تولید آب بسیار کمتر از ارزش تولید نهایی آن است).

حالت دوم: اندازه‌گیری و مقایسه «اضافه رفاه» ایجاد شده در نتیجه انتقال آب به هر کدام از نواحی با این فرض که دولت کنترل کامل بر میزان تولید آب داشته و با نصب کنتور یا هر وسیله دیگری اجازه برداشت اضافی به هیچ کس داده نشود، یا به عبارت دیگر تعادل بیولوژیکی منابع آب حفظ شود.

سناریوی ۱ و ۲: همان‌طور که گفته شد هر حالت شامل ۴ سناریو است در سناریوهای ۱ و ۲ تمامی آب انتقالی، در یک ناحیه به مصرف خواهد رسید (۶۰ میلیون مترمکعب آب در سال).

سناریوی ۳: در این سناریو فرض می‌شود که حجم آب انتقالی به‌طور عادلانه بین دو ناحیه تقسیم شود یا به عبارت دیگر در رابطه با تقسیم آب در منطقه اجرا می‌شود (۳۰ میلیون مترمکعب برای هر ناحیه) (عدالت اجتماعی)

سناریوی ۴: حجم آب انتقالی به دو ناحیه تخصیص می‌یابد، با این فرض که آخرین واحد آب طوری بین دو ناحیه اختصاص می‌یابد که ارزش تولید نهایی آب تقسیم بر قیمت (هزینه نهایی) آب در هر دو ناحیه را برابر کند یعنی باید رابطه زیر برقرار باشد.

$$\frac{VMP_{w1}}{P_{w1}} = \frac{VPM_{w2}}{P_{w2}} \quad (14)$$

که در آن: (VMP_{wi}) ارزش تولید نهایی آب در ناحیه i ام، P_{wi} قیمت هر واحد آب (هزینه متوسط آب) یا به عبارت دیگر در سناریوی ۴، تقسیم آب بین دو ناحیه براساس عدالت اقتصادی خواهد بود.

تحلیل سناریوی (۲): کل هزینه اجرایی طرح ۲ برابر یا ۱۴۱۹۹۱۵۳۲۹۰ ریال یا تقریباً ۱۴/۲ میلیارد ریال محاسبه شده است (شرکت سکو). نرخ برگشت سرمایه برای این‌گونه طرحها در آمریکا بین ۴ تا ۶ درصد و در ایران ۵ درصد در نظر گرفته می‌شود. با در نظر گرفتن نرخ ۵٪ برای این طرح، دولت بایستی سالانه ۷۱۰۰۰۰۰۰۰ ریال بابت انتقال آب، دریافت کند که با تقسیم آن بر میزان آب، هزینه هر مترمکعب آب ۱۱/۸۳۳۳ ریال خواهد شد. (فرض می‌شود دولت قیمت

آب را برابر با هزینه متوسط آن قرار دهد) به این طریق هزینه طرح در مدت ۲۰ سال برگشت می‌شود (عمر مفید پروژه ۵۰ سال تخمین زده می‌شود).

لازم به تذکر است مبلغ مذکور براساس قیمت‌های سال ۱۳۷۰ است و در سال‌های بعد، این مبلغ طبق نرخ تورم تعدیل می‌شود و چون این تعدیل برای قیمت محصولات کشاورزی هزینه تولید آب توسط چاه‌ها و غیره... انجام می‌شود، بنابراین مشکلی از این جهت نخواهد بود (یعنی با افزایش تورم منحنی‌های عرضه و تقاضای به یک نسبت با بالا منتقل خواهند شد).

پس عرضه آب بعد از انتقال آب سد برابر با همان منحنی عرضه آب در موقعیت کنونی (برای قیمت‌های پایین‌تر از ۱۱/۸۳۳۳ ریال) با اضافه ۶۰ میلیون مترمکعب برای قیمت‌های بالاتر یا مساوی ۱۱/۸۳۳۳ ریال خواهد بود (یعنی بعد از انتقال آب، عرضه به اندازه ۶۰ میلیون مترمکعب به‌راست می‌کند).

تحلیل اقتصادی طرح آبرسانی به ناحیه ۲: معیار ما همان‌طور که چندین بار متذکر شدیم، اندازه‌گیری اضافه رفاه (مازاد مصرف‌کننده و تولیدکننده) ایجادشده برای جامعه به‌دنبال اجرای طرح است. در اینجا مراحل تحلیل را با استفاده از منحنی (۱) که بیان ترسیمی توابع (۱۳)، (۱۵) است، نشان می‌دهیم. نمودار مذکور بیانگر منحنی‌های تقاضا و عرضه کل آب در حالت فعلی و بعد از انتقال آب از سد به میزان ۶۰۰۰۰۰۰۰ مترمکعب در سال است (منحنی‌های مذکور سالانه هستند) همان‌طور که از نمودار مشخص است، تعادل اولیه بازار در نقطه E (با مختصات: قیمت برابر با ۷۷/۳۵ ریال و مقدار آب ۱۳۰ میلیون مترمکعب در سال) برقرار است. اضافه رفاه جامعه برابر با مساحت شکل هندسی OAE,BCD (برحسب میلیون ریال) است، که از این مقدار مساحت مثلث AHE به‌مازاد مصرف‌کنندگان و مساحت OHE,BCD به‌مازاد تولیدکنندگان تعبیر می‌شود.

با اضافه شدن آب انتقالی از سد، تابع عرضه کل بالای قیمت ۱۱/۸۳۳۳ به‌اندازه ۶۰ میلیون مترمکعب به‌راست می‌کند ($W_{S2D} \Leftarrow W_{S2}$) و تعادل در نقطه جدید E_1 با قیمت ۴۳/۳ ریال و مقدار ۱۷۴ میلیون مترمکعب ایجاد می‌شود، اضافه رفاه جامعه به‌اندازه مساحت $OAE,NBCD$ خواهد بود که در

نتیجه اجرای این طرح اضافه رفاه جامعه به اندازه مساحت شکل هندسی BE, E_1N افزایش یافته است (باننگرال گیری از ناحیه مذکور در نمودار ۱ (با استفاده از توابع ۱۳ و ۱۵) به میزان اضافه رفاه ۲۸۹۲۴۶۷۷۲۵ ریال خواهد بود).

تحلیل اقتصادی طرح آبرسانی به ناحیه ۱

نحوه محاسبه هزینه خاکبرداری اضافی مسیر اول در گردنه کمین: با توجه به این که در مسیر ۱ گردنه کمین واقع شده و ۵۰ متر از سطح سد سیبویه بالاتر است، لذا نیاز به حفاری و تونل دارد، به همین دلیل ابتدا هزینه حفاری را تخمین زده ایم، تا به هزینه های انتقال آب به ناحیه یک اضافه کنیم. برای انتقال آب از این گردنه می توان از تونل، دستگاه های پمپاژ یا کانال استفاده کرد به علت پایین بودن هزینه نسبی حفر کانال هزینه های روش اخیر برآورد و به هزینه کل انتقال آب (۱۴۱۹۹۱۵۲۲۹۰ ریال) اضافه شده است. ابعاد کانال مورد استفاده و توپولوژی منطقه به صورت زیر است:

۱- عرض تحتانی کانال ۵ متر و به ازای هر ۳ متر ارتفاع، ۲ متر به عرض کانال افزوده می شود (اگر عرض تحتانی کانال ۲۰ متر نیز، در نظر گرفته شود به علت درآمدهای زیادتر طرح اول نسبت به طرح دوم، تغییری در نتایج حاصله ایجاد نخواهد شد). ۲- چون ارتفاع از سطح دریا در سعادت آباد ۱۸۰۰ متر و حداکثر روی گردنه کمین به ۱۸۵۰ متر می رسد، و شدت تغییر شیب در تمامی مسیر ۱۱/۵ کیلومتری یکسان نیست لذا مسیر مذکور به ۷ قسمت تقسیم شده است (جهت محاسبه حجم خاکبرداری) ۳- به ازای هر کیلومتر یک متر شیب در نظر گرفته شده است. ۴- تنها ۳/۵ کیلومتر (۰/۳۰) از مسیر مذکور بین ۲۰ تا ۵۰ متر ارتفاع از سطح روستای علی آباد کمین دارند.

تحلیل اقتصادی طرح (۱): در اینجا نیز روش تحقیق «روش بازار» و معیار انتخابی، اضافه رفاه مصرف کننده و تولیدکننده (مانند حالت قبل) است، شکل (۲) نمایانگر عرضه و تقاضای آب در حالت فعلی و بعد از انتقال آب از سد است، برای منحنی های عرضه و تقاضا در نقطه E با قیمت ۱۰۴/۵ ریال و مقدار ۱۱۸/۷ میلیون مترمکعب تعادل برقرار است، با اضافه شدن آب سد منحنی عرضه بالای

قیمت ۱۵/۲۲ ریال به اندازه ۶۰ میلیون به‌راست شیفت می‌کند و تعادل جدید در نقطه E_1 با قیمت ۶۵/۶ ریال و مقدار ۱۶۹/۵ مترمکعب برقرار است که در نتیجه اضافه رفاه جامعه از مساحت (KC_1OXE) به‌مساحت $(DGMK_1OXE)$ افزایش یافته و مساحت (DM_1E_0EK) افزایش در اضافه رفاه جامعه است. از این مقدار (XBE_1) به‌مآزاد مصرف‌کنندگان و $(DH1K_0AE)$ به‌مآزاد تولیدکنندگان تعبیر می‌شود. مساحت قسمت مذکور از طریق انتگرال‌گیری مجاسبه و برابر با ۴۱۷۹۰۶۶۰۰۸ ریال است.

مقایسه اقتصادی دو طرح مذکور (یا دوسناریوی او ۲): در پایان این قسمت نتایج اقتصادی دو طرح سرمایه‌گذاری جهت آبرسانی به‌ارسنجان را طبق فرضیات مربوطه، بررسی می‌کنیم.

طرح دوم آبرسانی، هزینه‌ای معادل با ۱۴/۲ میلیارد ریال در برخواهد داشت که با احتساب نرخ ۵٪ برای بازده سرمایه‌گذاری، درآمد دولت سالانه ۷۱۰ میلیون ریال و اضافه رفاه ایجاد شده در نتیجه اجرای طرح معادل با ۲۸۹۲۴۶۷۷۲۵ ریال است.

طرح اول آبرسانی، هزینه‌ای معادل با ۲۶۲۷۶۴ / ۱۸ میلیارد ریال که با احتساب نرخ ۵٪ برای بازده سرمایه‌گذاری درآمد سالانه دولت از بابت فروش آب ۹۱۳ / ۱۳۸۲۰۰ میلیون ریال و اضافه رفاه ایجاد شده در نتیجه اجرای طرح معادل با ۴۱۷۹۰۶۶۰۰۰ ریال است.

پس اجرای طرح اول می‌تواند به‌میزان ۱۲۸۶۵۹۸۲۷۸ ریال اضافه رفاه بیشتر یا سود خالص بیشتر برای جامعه هر سال ایجاد کند.

همان‌طور که از جدول (۱) پیداست، حتی اگر هزینه‌های طرح اول به ۴۴ میلیارد ریال یعنی در حدود ۲/۵ برابر محاسبه‌شده نیز افزایش یابد باز طرح اول به‌لحاظ ایجاد درآمدهای بالاتر، اقتصادی‌تر است، یا به‌عبارت واضح‌تر حتی اگر هزینه‌های اضافی طرح اول جهت خاکبرداری از گردنه کمین به ۲۹۸۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال نیز افزایش یابد، باز طرح اول اقتصادی‌تر از طرح دوم است.

هر چند که هزینه‌های اجرایی طرح اول بیشتر است، اما درآمدهای حاصله

آنقدر بالاتر است که حتی اگر هزینه‌های اجرایی طرح اول به ۲/۵ برابر هزینه‌های اجرایی طرح دوم برسد، طرح اول باز مقرون به صرفه تر خواهد بود، توجه به مسائل و نکات زیر اقتصادی تر بودن طرح اول را بیشتر نشان می‌دهد.

۱- با اجرای طرح دوم، آب منتقل شده تنها در توابع ارسنجان قابل استفاده است (چون این مسیر تنها از دشت سیدان - فاروق عبور می‌کند و دشت مذکور با کم آبی مواجه نیست) در حالی که با اجرای طرح اول آب منتقل شده، از ابتدای سد تا آخرین روستاهای ارسنجان از جمله شهر ارسنجان - جنگل ارسنجان اراضی اطراف شهر ارسنجان - کلیه روستاهای ارسنجان (در ناحیه ۱ و ۲) و دشت سعادت آباد و اراضی بین علی آباد کمین تا شهر ارسنجان، قابل استفاده خواهد بود، اگر درآمدهای ناشی از عبور آب از سایر نقاط مذکور را به آن اضافه کنیم، (در اینجا فقط درآمدهای حاصله در منطقه ارسنجان منظور شده است) اضافه رفاه بسیار بیش از مقدار فوق (۴/۴ میلیارد ریال) خواهد شد. برای منظور کردن تمامی درآمدهای حاصله از اجرای این طرح می‌توان تقاضا و عرضه آب در سایر نقاط مذکور را محاسبه و به تقاضا و عرضه کل ناحیه ۱ اضافه کرد و سپس اضافه رفاه را اندازه گرفت.

۲- در ناحیه ۲ تقاضای تفریحی برای آب وجود ندارد، در حالی که در ناحیه ۱ به علت عبور مسیر انتقال آب از جنگل و پارک‌های جنگلی تقاضای تفریحی وجود دارد. پس اگر تقاضای تفریحی آب نیز تخمین زده شود و به تقاضای کل شکل (۲) اضافه شود منجر به شیفت تابع مذکور به سمت بیرون و افزایش رفاه خواهد شد.

۳- چون هم‌زمان، طرحی نیز در دست مطالعه است تا از سد سیبویه آب به روستاهای دشت سعادت آباد منتقل شود، بنابراین انتخاب طرح اول باعث کاهش بسیاری از هزینه‌های این طرح خواهد شد، چون بخشی از هزینه‌های کانال‌سازی کاهش می‌یابد (یعنی جهت انتقال آب به دشت سعادت آباد می‌توان از کانال مربوط به طرح ۱ (آبرسانی به ارسنجان) استفاده کرد).

۴- خاک‌های هر دو ناحیه به علت افزایش شدید روند بهره‌برداری از آب‌های زیر زمینی در حال شور شدن هستند، یعنی خسارت بیولوژیکی وارده به هر کدام

از نواحی در اثر عدم اجرای طرح یکسان است.

۵- به علت پیوستگی سفره‌های آب ناحیه ۱ و ۲ و ارتفاع بالاتر ناحیه ۱ قسمتی از آب‌های منابع زیر زمینی ناحیه ۱ به منابع زیر زمینی ناحیه ۲ نفوذ می‌کند.

۶- درآمدها و هزینه‌های غیر مستقیم ناشی از اجرای طرح برای دو ناحیه یکسان نیست. تقریباً تمامی درآمدها و هزینه‌های طرح دوم (مسیر سیدان - فاروق) در محاسبات منظور شده ولی برای اول هر چند که تمامی هزینه‌ها منظور شده، اما بسیاری از درآمدهای که در اثر اجرای طرح ایجاد می‌شود (بندهای ۱ و ۲ و ۳) به علت نبودن آمار و وقت کافی، محسوب نشده است (بنابراین اگر تمامی درآمدهای حاصله بحساب آید اضافه رفاه محاسبه شده برای ناحیه ۱ خیلی بیشتر از ۴۴ میلیارد ریال خواهد بود). پس انتخاب طرح اول برای جامعه اقتصادی تر است.

عمر مفید پروژه ۵۰ سال پیش‌بینی شده است بنابراین کل درآمد دولت در طول مدت عمر مفید پروژه براساس قیمت‌های سال ۱۳۷۲ برای طرح اول برابر با ۶۵۷ / ۴۵ میلیارد ریال و برای طرح دوم حدود ۳۵/۵ میلیارد ریال خواهد بود و کل درآمد اضافی ایجاد شده برای جامعه با اجرای طرح اول مبلغ ۶۵ / ۳۵ میلیارد تومان و برای طرح دوم ۲۸ میلیارد تومان است.

متأسفانه طرح مذکور بدون هیچگونه تحلیل اقتصادی قرار است از مسیر ۲ اجرا شود و نتایج این تحقیق نیز حاکی از عدم اقتصادی بودن طرح فوق است علی‌رغم این که معاون وزیر نیرو در دولت آقای هاشمی رفسنجانی دانشگاه شیراز از سازمان آب منطقه‌ای فارس در خواست کرده‌اند که مسیر ۱ اجرا شود ولی متأسفانه این سازمان بدون ارائه هیچ دلیلی حاضر به این کار نشده است.

۸- پیشنهادات

به دنبال تحقیقات نسبتاً وسیع «در ارتباط با انتخاب مسیر مناسب جهت انتقال آب از سد سیبویه به شهرستان ارسنجان» که در زمینه‌های اقتصاد آب و اقتصاد کشاورزی در سطح شهرستان ارسنجان انجام شده و نتایج آن نیز از

نظرتان گذشت، طبق روال پیشنهادات زیر ارائه می شود.

۱- بنا به دلایل زیر انتخاب طرح اول «انتقال آب از سد سیبویه به شهرستان ارسنجان از طریق گردنه کمین» توصیه می شود.

الف) طبق جدول (۱) که خلاصه تحقیق در این زمینه است انتخاب طرح اول باعث ایجاد اضافه درآمدی معادل با ۴/۲۳۵ میلیارد ریال خواهد شد، «اگر دولت کنترلی بر میزان برداشت آب توسط چاهها نداشته باشد»، و باعث ایجاد اضافه درآمدی معادل با ۶/۹۳۰ میلیارد ریال خواهد شد، «اگر دولت اجازه اضافه برداشت آب به مشترکین ندهد». در حالی که اجرای طرح دوم (انتقال آب از طریق دست سیدان) باعث ایجاد اضافه درآمدی معادل با ۲/۹ میلیارد و ۵/۷۷ میلیارد ریال به ترتیب در حالتی که «دولت کنترلی بر میزان برداشت آب توسط چاهها نداشته» و حالتی که «دولت کنترل کامل بر چاهها دارد» خواهد شد.

ب) در این تحقیق کلیه درآمدها و هزینه‌های مستقیم طرح دوم محسوب در حالی که برای طرح اول کلیه هزینه‌ها و تنها بخشی از درآمدها محسوب شده است، اگر درآمدهای ناشی از اجرای طرح اول دشت سعادت آباد نیز منظور شود. اضافه رفاه طرح اول به مراتب بیش از این مقدار خواهد بود.

ج) اجرای طرح اول تقاضای تفریحی آب در جنگل شمال غربی و غرب شهر ارسنجان را بالا خواهد برد در حالی که این گونه درآمدها در تحقیق منظور نشده است.

د: با اجرای طرح اول علاوه بر اقتصادی تر بودن، کمبود آب، در سطح شهر ارسنجان نیز برطرف خواهد شد.

ه: اجرای طرح اول باعث تغذیه سفره‌های آب در ناحیه ۲ نیز خواهد شد، در حالی که عکس مسأله صادق نیست.

و: پیامدهای اجرای دو طرح از نظر اجتماعی، حقوقی و سیاسی یکسان، ولی از نظر اقتصادی طرح اول بهتراست.

۲- انتخاب طرح دوم (انتقال از طریق دشت سیدان - فاروق) (نسبت به طرح اول) کاری غیراقتصادی خواهد بود.

فهرست منابع

- ۱- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. «آمار مربوط به شاخص قیمت کالاها و خدمات» از (۱۳۶۰ تا ۱۳۷۲) تهران.
- ۲- سازمان آب منطقه‌ای اصفهان. (۱۳۷۱). مطالعات مرحله اول طرح انتقال آب، تونل کوه‌رنگ.
- ۳- سازمان آب منطقه‌ای فارس. (۱۳۵۳). مطالعات توسعه بهره‌برداری از منابع زیرزمینی آب ارسنجان. (تهران: مهندسین مشاور جویباب).
- ۴- سازمان آب منطقه‌ای فارس. (۱۳۶۶). مطالعات توسعه بهره‌برداری از منابع زیرزمینی آب دشت توابع ارسنجان.
- ۵- سازمان آب منطقه‌ای فارس. (۱۳۷۰). قرارداد شماره ۱: تونل انحراف آب سد سیوند - جلد پنجم، فهرست بهاء و برآورد مقادیر کار (تهران: مهندسین مشاور سکو).
- ۶- سازمان آب منطقه‌ای فارس. (۱۳۷۱). مطالعات مرحله اول سد و شبکه آبیاری و زهکشی سیبویه، (جلد چهارم) اهداف طرح و شمای کلی پروژه (تهران: مهندسین مشاور سکو).
- ۷- سازمان آب منطقه‌ای فارس. (۱۳۷۲). ادامه مطالعات توسعه بهره‌برداری از منابع زیرزمینی آب دشت توابع ارسنجان.
- ۸- سازمان آب منطقه‌ای فارس. (۱۳۷۲). مطالعات مرحله اول سد و شبکه آبیاری و زهکشی سیبویه، (جلد چهارم) وضعیت موجود منطقه طرح. (تهران: مهندسین مشاور سکو).
- ۹- سازمان آب منطقه‌ای فارس. (۱۳۷۲). مطالعات مرحله اول سد و شبکه آبیاری و زهکشی سیبویه (جلد ششم) سیمای طرح سد سیبویه. (تهران: مهندسین مشاور سکو).
- ۱۰- سازمان آب منطقه‌ای فارس. مطالعات مرحله اول سد و شبکه آبیاری و زهکشی سیبویه (جلد نهم). برآورد هزینه و اقتصاد طرح (تهران: مهندسین مشاور سکو).
- ۱۱- سازمان برنامه و بودجه. «آمار مربوط به هزینه‌های سالانه خانوار در استان فارس» تهران.
- ۱۲- سازمان برنامه و بودجه. «آمار مربوط به هزینه‌های سالانه خانوار در ایران». تهران.
- ۱۳- عظیمی، حسین. (۱۳۷۱). مدارهای توسعه نیافتگی در اقتصاد ایران. تهران: نشرنی.
- ۱۴- کوئیپز، ادوارد. (۱۳۵۳). اقتصاد طرح‌های منابع آب (ترجمه فرهنگ فخام زاده). تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

- ۱۵- گجرائی، دامودار. (۱۳۷۲). مبانی اقتصاد سنجی (ترجمه حمید ابریشمی). تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۶- مرکز آمار ایران. «سالنامه‌های آماری» سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۷۲.
- ۱۷- موریس. اس. چارلز، فیلیپس، اون. آر. (۱۳۷۱). تحلیل اقتصادی نظریه و کاربرد (سد - اقتصاد خرد) (جلد دوم) (ترجمه حسن سبحانی). تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- 18- Arizona water commission. (1975). *Inventory of resource and uses*. (Phase 1, Arizona state water plan).
- 19- Agthe, D. E. & Billings, R. B. (1980). *Dynamic models of residential water demand*. Water Resources Research, 16(3), 476-480.
- 20- Al-Qunaibet, M. H. & Johnston, R. S. (1985). *Municipal demand for water in Kuwait: Methodological issues and empirical results*. Water Resources Research, 21(4), 433-438.
- 21- Boland, J. J. & Mallory, C. W. (1973). *Comments on Residential water demand Forecasting*, Water Resources Research, 9(3), 368-370.
- 22- Berry, D. W. & Bonen, G. W. (1974). *Predicting the municipal for water*. Water Resources Research, 10(6), 1239-42.
- 23- Chicoine, D. L., Deller, S. C. & Ramamurthy, C. (1986). *Water demand estimation Under block rate pricing: A simultaneous equation approach*. Water Resources Research, 22(6), 859-863.
- 24- Cochran, R. & Cotton, A. W. (1985). *Municipal water demand study, Oklahoma City and Tulsa*, Water Resources Research, 21(7), 941-943.
- 25- Danielson, L. E. (1979). *An analysis of residential demand for water using micro Time-Series data*. Water Resources Research, 15(4), 763-767.
- 26- Gisser, M. (1973). *Agricultural demand for water in the pecos River basin: An Addendum*. Water Resources Research, 9(5) 1429-1432.
- 27- Gisser, M. (1970). *Linear programming models for estimating the agricultural demand Function for imported water in the pecos river basin*. Water Resources Research, 6(4), 1025-1032.
- 28- Griffin, R. C. & Perry, G. M. (1958). *Volumetric pricing of agricultural water Supplies: A case study*. Water Resources Research, 21(7), 944-950.
- 29- Greene, W. H. *Econometric Analysis*. New York: Macmillan publishing Co.
- 30- Hank, S. H. & Demar. *Residential water demand: A pooled time series, cross Section Study of Malmo, Sweden*. Water Resources Bulletin. 18(4), 621-625.
- 31- Hansen, R. D. & Narayanan, R. (1981). *A monthly time series model of municipal Water demand*. Water Resources Bulletin, 17(4), 578-585.
- 32- Heady, E. O., Madsen, H. C., Nicol, K. J. & Hargrove, S. H. (1973). -

- National and Interregional models of water demand, land use and agricultural policies.* Water Resources Research, 9(4), 777-791.
- 33- How, C. W. & Linaweaver, F. P. (1967). The impact of Price on residential water Demand and its relation to system design and price structure. Water Resources Research, 3(1), 13-32.
- 34- Howe, C. W. (1972). Benefit-Cost Analysis for water system planing (2nd ed).
- 35- Johnston, J. (1984). *Econometric Methods* (3rd ed). New York: McCraw-Hill Book Co.
- 36- Jones, C. V. & Morris, J. R. (1984). *Instrumental price estimates. And residential Water demand.* Water Resources Research, 20(2), 197-202.
- 37- Katzman, M. T. (1977). Income and price elasticities of demand for water in Developing countries. Water Resources Bulletin, 13(1), 47-55.
- 38- Kher, L. K. & Sorrooshian, S. (1986). *Identification of water demand models from Nosi data.* Water Research 22(3), 322-330.
- 39- Khoshakhlagh, R. (1977). *Forecasting future market values of water rights in New Mexico.* Unpublished doctoral dissertation, New Mexico State University.
- 40- Layard, P. R. G. & Walters, A. A. (1978) *Microeconomic theory.* New York: McCraw-Hill Book Co.
- 41- Lansford, R. R., Ben-David, S., Gebhard, T. G., Brutsaert, W. & Creel, B. - J. (1973). *An analytical interdisciplinary evaluation of the utilization of the water resources of The Rio Grande in New Mexico.* (WRRRI report No. 020). New Mexico: Water Resources research institute.
- 42- Maddala, G. (1977). *Econometrics.* New York: McCraw-Hill Book Co.
- 43- Morgan, W. D. (1973). *Residential water demand: the case from micro data.* Water Resources Research, 9(4), 1065-1067.
- 44- Nieswiadomy, M. (1985). *The demand for irrigation water in the high plains of Texas, 1957-1980.* American: Agricultural Economics Association.
- 45- Nieswiadomy, M. L. (1992). Estimating Urban Residential water demand: Effects of Price structure, conservation, and education. Water Resources Research. 28(3), 609-615.
- 46- Saunders, R. J. (1969). Forecasting water demand: An inter and intra-community Study. West Virginia University, Business and Economic Studies, 11(2).
- 47- Saleem, Z. A. & Jacob, C. E. (1971). *Dynamic programming model and quantitative Analysis roswell basin, New Mexico.* (WRRRI Report No. 10). New Mexico: Water Resources Research Institute.
- 48- Teeple, R. K. (1988). *Resources Demand under complex rate schedules: water price specification issues.*

- 49- Thompson, R. G. Hyatt, M. L, McFarland, W. & Young H. P. (1971). *Forecasting Water demand. National Water Commission.* (NWC-F-72-030).
- 50- Teeples, R. (1988). *Effects of complex rate schedules on total demand for water.* Department of Economics, Claremont Mckenna College.
- 51- Yamauchi. H. & Huang, W. Y. (1977). *Alternative models for estimating the series. Components of water consumption data.* Water Resources Bulletin, 13(3), 599-608.
- 52- Young, G. K., Bondelid, T. R. & Daley, S. A. (1980). *Methods for water supply Forecasting. Water Resources Research,* 16(3), 556-564.
- 53- Young. R. A. (1973). *Price elasticity of demand for water: A case study of tucson, Arizona.* Water Resources Research, 9(4), 1068-1072.
- 54- Ziegler, J. A. & Bell, S. E. (1984). *Estimating demand for intake water by Self-supplied firms.* Water Resources Research, 20(1), 4-8.

ضمیمه

برای استخراج تابع ۷، تابع ۶ را برای W حل کرده‌ایم و سپس بخشی از MC که بالای حداقل AC است را به‌عنوان تابع عرضه منظور کرده‌ایم برای استخراج تابع ۱۲ نیز به‌همین صورت عمل کرده‌ایم ابتدا هزینه کل (مدل ۵) برای چاه‌ها، قنوات و چشمه‌ها، جداگانه، تخمین و سپس با گرفتن مشتق نسبت به W ، هزینه نهایی MC را استخراج کرده‌ایم چون تابع هزینه مجموع سه تابع فوق است لذا پیوسته نبوده، و چند جا شکستگی دارد، بنابراین MC نیز به‌صورت یک تابع شکسته در آمده است (به‌عنوان مثال:

$$\frac{-a_2}{3a_3} \text{ در مدل (۱۲) برابر با } ۱۰۸۰۰۰۰۰۰ \text{ و } 3a_3 \text{ برابر با } ۱۰^{11} \times ۵/۵ \text{ است.}$$

جدول ۱- مقایسه سناریوی مختلف از نظر در آمد - هزینه و سود اقتصادی برای جامعه خلاصه تحلیل هزینه - فایده انتقال آب به شهرستان ارسنجان

حالت	سناریو	محل مسیر	سیاست دولت	هزینه عملیاتی طرح	جداگانه هزینه‌هایی که تاثیری بر نتایج تحقیق ندارد	درآمد ایجاد شده برای جامعه (ریال) سالانه	هزینه ایجاد شده برای جامعه (ریال) سالانه	درآمد ایجاد شده برای دولت (ریال)	اضافه رفاه ایجاد شده برای جامع (ریال)	B/C	محل مصرف آب
اول	۱	دشت سیدان - فاروق	عدم کنترل بر میزان تولید آب توسط چاه‌ها	۱۴۲۰۰۰۰۰	۱۴۲۰۰۰۰۰	۳۶۰۰۰۰۰۰	۷۱۰۰۰۰۰۰	۷۱۰۰۰۰۰۰	۲۹۰۰۰۰۰۰۰	۴/۱	۲
	۲	گردنه کمین - شهر ارسنجان		۱۸۲۶۲۷۶۴۰۰۰	۴۴۰۰۰۰۰۰	۵۱۰۰۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۴۲۰۰۰۰۰۰۰	۴/۶	۱
	۳	گردنه کمین - شهر ارسنجان		۱۸۲۶۲۷۶۴۰۰۰	۴۰۰۰۰۰۰۰	۴۹۰۰۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰۰۰۰	۴/۳۶	۱ و ۲
	۴	گردنه کمین - شهر ارسنجان		۱۸۲۶۲۷۶۴۰۰۰	۴۵۰۰۰۰۰۰۰	۵۱۵۰۰۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۴۲۳۵۰۰۰۰۰	۴/۶۴	۱ و ۲
دوم	۱	گردنه کمین - شهر ارسنجان	کنترل کامل از اضافه تولید آب توسط چاه‌ها	۱۸۲۶۲۷۶۴۰۰۰	۳۶۶۰۰۰۰۰۰	۷۶۰۰۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۶۷۰۰۰۰۰۰۰	۷/۳۳	۱
	۲	دشت سیدان - فاروق		۱۴۲۰۰۰۰۰۰	۱۴۲۰۰۰۰۰۰	۵۶۰۰۰۰۰۰۰	۷۱۰۰۰۰۰۰۰	۷۱۰۰۰۰۰۰۰	۵۷۷۰۰۰۰۰۰	۸/۱	۲
	۳	گردنه کمین - شهر ارسنجان		۱۸۲۶۲۷۶۴۰۰۰	۳۹۰۰۰۰۰۰۰	۷۷۴۰۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۶۸۰۰۰۰۰۰۰	۷/۵	۱ و ۲
	۴	گردنه کمین - شهر ارسنجان		۱۸۲۶۲۷۶۴۰۰۰	۴۱۰۰۰۰۰۰۰	۷۸۵۰۰۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۶۹۳۰۰۰۰۰۰	۷/۶	۱ و ۲