مجله تحقيقات اقتصادی / شماره ۷۳ / خرداد و تير ۱۳۸۵ / صفحات ۲۹۴-۲۶۹

تحليل هزينه- فايده انتقال آب از سد سيبويه(سيوند) به‌شهرستان ارسنجان - استان فارس

مرتضي حسن‌شاهي*

رحمان خوش‌اخلاق**

تاريخ دريافت: ۸۴/۷/۱۷ تاريخ پذيرش: ۸۴/۹/۱۵

چكيده

شهرستان ارسنجان در شمال غربي استان فارس واقع شـده و از لحـاظ كـشاورزي و دامـداري و جنگل غني است مشكل عمده اين شهرستان كمبود آب است. به‌طوري‌كه آب موجود بـراي كمتـر از نيمي از اراضي كشاورزي كفايت مي‌كند. از طرف ديگر وزارت نيرو و در حال احـداث يـك سـد روي رودخانه سيوند واقع در شمال غرب ارسنجان با هـدف انتقـال سـالانه ۶۰ ميليـون مترمكعـب از آب رودخانه مذكور به‌شهرستان ارسنجان است. اما انتقال آب از دو مسير با حفر كانال امكان‌پذير است.

۱- سد سيوند ـ جنگل ارسنجان - شهر ارسـنجان - اراضـي كـشاورزي اطـراف شـهر و دهـستان علي‌آباد ملك (يا مسير ۱).

۲- سد انحرافي هشتيجان - دشت سيدان و فاروق - اراضـي كـشاورزي دهـستان‌هـاي خبريـز و شوراب (مسير ۲).

انتقال آب از مسير ۱ به‌علت وجود يك گردنه (گردنه كمين) نياز به‌حفاري بيـشتر دارد, لـذا هزينـه بيشتري نسبت به‌مسير ۲ دارد. اما اراضي ناحيه ۱ كم آبتر و خاك آنها موغوب‌تر است. ولي اراضي ناحيه دو داراي خاك‌هاي نيمه شور بوده و مرغوب نيست. در اين تحقيق تقاضا و عرضه كل آب براي دو ناحيه تخمين زده شده, و سپس ميزان آب ورودي از سد مذكور به‌عرضه آب (به‌طور جداگانه) دو ناحيه اضـافه شده, و سپس اضافه رفاه (افزايش در مازاد مصرف‌كننده و توليدكننده) جامعه اندازه‌گيـري شـده اسـت. براي انجام اين تحقيق مدل‌هاي مطلوبيت استون- گري, كلاين روبـين و مـدل بهينـه سـارزي عملكـرد مؤسسات كشاورزي استفاده شده است. نتايج نشان مي‌دهد كه انتقال آب از مسير ۱ اقتصادي‌تر است

طبقه‌بندي **JEL**: D6.

كليد واژه: مدل استون-گري، تقاضاي آب كشاورزي، شهري، عرضه آب ارسنجان.

---

* عضو هيأت علمي دانشگاه آزاد اسلامي واحد ارسنجان و شيراز. Hasanshahi @ Noavar . com

** عضو هيأت علمي دانشگاه اصفهان Hasanshahi @ Noavar . com

۱- مقدمه

از ديرباز يكي از مسائل مورد توجه بشر, مديريت و پيش‌بيني منابع آب و برنامه‌ريزي جهت تأمين و توزيع آب مورد نياز انسان است. در اين ارتباط مسائل مختلفي از جمله ميزان مطلوب عرضه آب و پيش‌بيني مقدار مصرف آب در آينده, نحوه تأمين و ذخيره اين مقدار آب, ميزان سرمايه, بودجه و نحوه تأمين آن, توزيع مكاني و زماني آب در مصارف شهري و خانگي و مسائلي از قبيل نحوه تأمين و چگونگي توزيع آب مورد نياز كشاورزي, انتخاب نوع محصول براساس ميزان آب موجود و پيش‌بيني شده, توزيع فراواني نزولات جوي, تأثير كيفيت آب بر ميزان توليد محصولات مطرح شده است, كه جواب‌هاي مناسب و دقيقي را طلب مي‌كند. همچنين براي سازمان‌ها و ارگان‌هاي تأمين و اداره كننده آب مورد نياز, اطلاع از ميزان ذخاير موجود آب چه ذخاير زيرزميني و چه ذخاير روي زميني, هزينه‌هاي تهيه آب, طرح بهينه تأمين آب مورد نياز و عوامل مؤثر بر آن, ميزان آب مورد تقاضا چه در مصارف شهري و غير شهري, توزيع زماني و مكاني تقاضا, نحوه تأمين آب مورد نياز, انتخاب روش‌هاي مناسب آبياري و غيره... لازم است.

به‌منظور ايجاد تاسيسات و انجام سرمايه‌گذاري‌هاي لازم جهت تأمين آب مورد تقاضا, شناخت عوامل مؤثر بر ميزان عرضه آب چه در شهر و چه در كشاورزي, ميزان تقاضاي آب در مصارف خانگي, تجاري, صنعتي, الكتريكي و كشاورزي, تعيين مدل و تخمين توابع تقاضا و عرضه آب در مصارف متعدد و توسط گروه‌هاي مختلف مصرف‌كننده تحت شرايط مختلف زماني و مكاني و جوي, از جمله مسائل مورد توجه سازمان‌هايي است كه به‌نحوي با آب در ارتباط هستند.

علاوه بر موارد فوق‌الذكر, در ارزيابي اقتصادي طرح‌هاي سرمايه‌گذاري آب جهت انتخاب يك طرح (در صورتيكه بودجه سرمايه‌گذاري محدود باشد) با استفاده از طرق و شيوه‌هاي متداول در كتب اقتصادي, نياز به‌اطلاعاتي راجع به‌توابع تقاضا, عرضه, توليد و هزينه توليد آب در بخش‌هاي شهري و كشاورزي است. جهت تخمين پارامترهاي توابع تقاضاي آب شرب در گذشته اغلب

سازمان‌ها تنها از عامل جمعيت و چگونگي توزيـع و رشـد آن اسـتفاده نمـوده در حالي‌كه تقاضاي آب شرب نه تنها تابعي از عوامل مذكور, بلكه همچنين تـابعي از عوامل جوي مانند درجه حرارت, رطوبت نسبي, بارندگي, تعداد روزهاي يخبنـدان در سـال, و عوامـل اقتـصادي ماننـد درامـد سـرانه, سـليقه فـردي, قيمـت آب, پيشرفت‌هـاي تكنولـوژي, مـساحت و نـوع منـازل مـورد اسـتفاده, تغييـر سـطح استانداردهاي زندگي, پيشرفت‌هاي پزشكي و كيفيت آب است.

تقاضاي آب در بخش كشاورزي نيز نه تنها تابعي از قيمت آب بلكـه همچنـين تابعي از قيمت و نوع محصولات كشاورزي, قيمت ساير عوامـل توليـد محـصولات كشاورزي, درجه جانشيني آب با ساير عوامل توليد, كيفيت و كميت خـاك و آب, وضعيت طبيعي و اقليمي منطقه و شرايط آب و هوايي اسـت. همچنـين هزينـه و عرضه آب تابعي از عوامل توليد, قيمت عوامل توليد, پيـشرفت تكنولـوژي, ميـزان موجودي آب منابع زيرزميني و ميزان برداشت آب از منابع مذكور, است.

هدف اين تحقيق ارزيابي و مقايسه اقتصادي دو طرح سرمايه‌گذاري انتقال آب به‌شهرستان ارسنجان است. وزارت نيرو در نظر دارد با احداث سد سـيبويه‌بـر روي رودخانه سيوند, سالانه ٦٠ ميليون مترمكعب آب بـه‌شهرسـتان ارسـنجان منتقـل كند و از آنجا كه انتقال آب از دو مسير ١ـ مسير سد سيبويهـ جنگـل ارسـنجان ـ شهر ارسنجان, توابع ارسنجان ٢ـ مسير سد انحرافي هشتيجان ـ دشت سـيدان و فاروق ـ توابع ارسنجان, امكان‌پذير است و وزارت نيرو، طـرح ٢ را پذيرفتـه اسـت. لذا در اين تحقيق هر دو طرح ارزيابي اقتصادي شده‌اند. در اين راستا ابتـدا توابـع تقاضا و عرضه آب شهري و كشاورزي تخمين و سپس با تخمين عرضه و تقاضـاي كل آب و تعيين نقطه تعادل بازار آب, قبل و بعد از اجـراي هـر طـرح و محاسـبه سود حاصله به‌مقايسه دو طرح مي‌پردازيم.

براي انجام اين تحقيق گام‌هاي زير برداشته شده است.

١- تخمين توابع تقاضاي آب در بخش شهري بـا اسـتفاده از مـدل مطلوبيـت استون - گري و روش رگرسيون دو مرحله‌اي.

٢- تخمين توابع تقاضاي آب در بخـش كـشاورزي بـا اسـتفاده از روش بهينـه

كردن عملكرد مؤسسات كشاورزي.

۳- تخمين توابع تقاضاي كل براي آب, بـراي هـر ناحيـه بـه‌طـور جداگانـه, از طريق جمع تقاضاي آب شهري و كشاورزي (بندهاي ۱ و ۲).

٤- تخمين توابع هزينه استخراج آب براي هر ناحيه به‌طور جداگانـه, و سـپس محاسبه هزينه نهايي و عرضه آب.

٥- تعيين قيمت و مقدار تعادل از طريق برخورد تقاضا و عرضه آب.

٦- افزايش آب ورودي از سد, به‌عرضه آب در هر ناحيه و محاسبه اضـافه رفـاه ايجاد شده.

٧- انتخاب مسير ۱ به‌عنوان مسير اقتصادي‌تر.

۲- بررسي اجمالي مطالعات انجام شده در زمينه تقاضاي آب

۲-۱- تقاضاي آب شهري

از سال‌هاي ۱۹٥۰ به‌بعد تحقيقات در زمينه تخمين تقاضاي آب از لحاظ كمي و كيفي در حال افزايش بوده است. تعدادي از اين تحقيقات كه از مجلات مختلف استخراج و ترجمه شده‌اند, در دسترس است, اما به‌علت حجم زياد از آوردن همـه آنها خودداري مي‌كنيم فقط ويژگي‌هاي كلي آنها به‌بشرح زير ارائه مي‌شود.

۱- از سـال ۱۹٥۰ تـا ۱۹۷۷ در تحقيقـاتي كـه توسـط «سـاندرز», «يانـگ», «هاوولينااوياور», «مورگـان», «بـرري و بـونم», «جـونز و مـوريس» انجـام شـده, تقاضاي آب شرب تابعي از قيمـت آب (قيمـت متوسـط[1]), درامـد مـصرف‌كننـده, بعدها با گذشت زمان عوامل ديگري مانند ميزان بارندگي و رطوبت هوا وارد مـدل شده تا بتوانند بهترتقاضاي آب را تشريح كنند. سپس در سـال ۱۹٦۷ هاوولينـا و بارو به‌تخمين تقاضاي آب در مصارف داخلي و غير داخلـي پرداختـه و عـلاوه بـر قيمت متوسط آب, قيمت نهايي[2], ارزش منزل مـسكوني, تعـداد افـراد سـاكن در منزل, عمر منزل مسكوني, شاخص قيمت منطقه‌اي و چند متغير ديگر را نيز وارد

1- Avrage price.

۲- چون قيمت آب خانگي پلكاني بالا مي رود ، قيمت آخرين واحد آب به قيمت نهايي معروف است .

مدل كرده‌اند.

در سال ۱۹۷۳ «مورگان» «ارزش دارايي» مصرف‌كننده را وارد و قيمت آب را از مدل حذف كرد (در اين مطالعه «صرفه‌جويي‌هاي حاصل از مقياس» در رابطه با متغير «بعد خانوار» مشاهده شده است). در سال ۱۹۷٦ «جونز و موريس» متغيرهاي ابزاري را وارد مدل و علاوه بر آن متغيرهاي تاريخ ساخت منزل مسكوني, سطح تحصيلات خانوار (رئيس خانوار), شغل رئيس خانوار, اتومبيل و چند متغير ديگر را به‌مدل اضافه نمودند. تا به‌اينجا اكثر مدل‌ها خطي بوده است.

۲- دوره دوم از سال ۱۹۷۷ تا ۱۹۸۵, در تحقيقاتي كه توسط «كاتزمان, دانيسلون, كوكران, كتون » انجام شده, علاوه بر متغيرهاي قبلي «متغيرهاي مجازي» جهت اندازه‌گيري تغييرات قيمت آب بر تقاضا و تفكيك اثرات ماه‌هاي خشك و بارندگي وارد مدل شده است.

۳- از سال ۱۹۸۵ به‌مدل‌هاي ديناميك جهت تخمين تقاضاي آب, نيز توجه شده است. در سال ۱۹۸۰, «آگته و بيلينگز» با ارائه يك مدل ديناميك به‌تخمين تقاضاي آب پرداخته‌اند. تقاضاي آب در اين مدل‌ها تابعي از قيمت آب, تفاوت قيمت[1] و تقاضاي آب در يك دوره قبل است. «القنابيت و جانستون» در سال ۱۹۸۵, به‌تخمين پارامترهاي توابع تقاضاي استخراج شده از مدل مطلوبيت استون - گري پرداختند. در اين متد, علاوه بر تخمين تقاضاي آب مقداري نيز به‌عنوان «حداقل آب لازم براي معيشت» برآورد مي‌شود.

در سال ۱۹۸٦ «خير و سروشيان» با توجه به‌«تئوري واقع‌سازي» جهت تعيين الگوي تقاضاي شهري آب, روشي متفاوت با روش معمول رگرسيون كلاسيك را به‌كار گرفتند. در اين تحقيق مسأله قابل توجه علاوه بر مسأله فوق, توجه به‌نا اطميناني آمار و اطلاعات است. در همين سال «چيكون», «دلر» و «رامامورتي» با وارد كردن متغيرهاي «قيمت نهايي» و «تفاوت قيمت» و «قيمت ثانويه[2]» با استفاده از متد معادلات هم‌زمان دو مرحله‌اي و سه مرحله‌اي, به‌تخمين

۱- در مدل‌هاي مذكور تفاوت قيمت در دو دوره متوالي نيز به عنوان يك متغير جديد وارد مدل شده است .

2- Second price.

پارامترهاي تقاضاي آب پرداختهاند.

در سال ۱۹۸۸, رونالد و تيلز, بهتفكيك تقاضاي كل بـه٦ تقاضاي جداگانـه شامل ١- تقاضاي خانگي ٢- تجاري ٣- صنعتي ٤- عمومي ٥- كشاورزي, آبياري و ٦- تقاضاي منازل بدون كنتور پرداختند.

در سال ۱۳۷۰ رضا كلاهي نيز تحقيقي شبيه آنچه كه جانستون انجـام داده را براي شهر شيراز انجام داده است

بالأخره در سال ۱۹۹۲ «نيسادمي» در تخمين پارامترهاي تابع تقاضـاي آب از «مدل شين[1]» استفاده كرده است. هـدف وي آزمـون ايـنكـه «مـصرفكننـدگان نسبت بهقيمتهاي متوسط يا نهايي واكنش نشان ميدهند» بوده است. متدلوژي مورد استفاده در تمامي تحقيقات فوق, روش رگرسيون حداقل مربعات معمولي يا روشهاي ۲ مرحلهاي و ۳ مرحلهاي بوده است.

۲-۲- تقاضاي آب كشاورزي

- «كلسو» و همكارانش در سال ۱۹۷۳ جهت تخمـين تقاضـاي آب كـشاورزي ايالت آريزوناي آمريكا از روش بهينه كردن عملكرد مؤسسات استفاده كرد.

- «گيسر» در سال ۱۹۷۰ با روش فوق تقاضاي آب آبيـاري بـراي حوضـه رود خانه پكوس از ايالت نيومكزيكوي آمريكـا را تخمـين زد. در ايـن تحقيـق از روش برنامهريزي خطي استفاده شده است.

- در سال ١٩٦٦, بين و همكارانش با اسـتفاده از تئـوري عملكـرد مؤسـسات, بهتخمين تقاضاي آب در بخش كشاورزي پرداختند.

- «هدي» در سال ۱۹۷۱ با استفاده از مدل برنامهريزي خطـي تقاضـاي آب را براي ٥١ ناحيه در غرب آمريكا برآورد كـرد. وي در ايـن تحقيـق هزينـه توليـد را مشروط بهيكسري محدوديتها حداقل كرد.

در سال ۱۹۷۲, هدي و همكارانش بهپيشبيني آب مورد نياز آمريكا براي سال ۲۰۰۰ ميلادي پرداختند.

1- Chine model.

- «نيسوپادومي» با استفاده از داده‌هاي سال ۱۹۷۷ تا ۱۹۸۰ به‌تخمين تقاضاي آب در مزارع بزرگ تگزاس پرداخت.
- «سوتلو» در سال ۲۰۰۰ ميلادي مدل برنامه‌ريزي خطي را براي ٦ مزرعه بزرگ و ۳۱۱ مزرعه ديگر در مسكو به‌كار برد.
- «زيگلروبل» در سال ۱۹۸٤ پارامترهاي تابع هزينه كل آب را تخمين زدند.

۳-۲- روش و مدل‌ها

روش مورد استفاده در اين تحقيق معيار اضافه رفاه جامعه (مازاد مصرف كننـد و مازاد توليدكننده) است لذا در راستاي اين تحقيق ابتدا توابع تقاضاي آب شرب، سپس توابع تقاضاي آب در بخش كشاورزي و در پايان با جمع تقاضاهاي شرب و كشاورزي آب, تقاضاي كل آب را براي دو ناحيه از شهرستان ارسنجان به‌طور مجزا تخمين زده‌ايم. همين مراحل براي تابع عرضه كل آب نيز تكرار شده است, در پايان با اضافه كردن آب ورودي از سد سيبويه به‌دو ناحيه مذكور (كه در نتيجه منحني عرضه كل آب به‌سمت راست حركت مي‌كند) ميزان اضافه رفا را اندازه‌گيري كرده‌ايم, با توجه به‌مباحث فوق در اين تحقيق از ۳ مدل استفاده كرده‌ايم: ۱ـ تقاضاي آب شرب, ۲ـ تقاضاي آب كشاورزي, ۳ـ عرضه آب.

۳- مبناي نظري مدل تقاضاي آب شهري

۱- براي تخمين تابع تقاضاي آب (شهر ارسنجان) از مدل مطلوبيت كلاين- روبين يا استوان ـ گري استفاده شده است, فرم رياضي مدل به‌شرح زير است.

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

كه در آن U: مطلوبيت: Q_i ميزان مصرف كالاي i ام و γ_i حداقل مورد نياز از كالاي i ام جهت ادامه زندگي و β_i پارامترهاي مدل هستند. با در نظرگرفتن محدوديت بودجه مصرف‌كننده $(M = \sum_{i=1}^{n} p_i Q_i)$ و دو دسته كالا ۱- آب (Q_1), ۲- سايركالاها و خدمات (Q_2) ميزان مطلوبيت حداكثر شده و تابع تقاضاي آب

شرب به‌صورت زير استخراج شده است:

$$Q_1 = \Pi_0 + \Pi_1(\frac{M}{P_1}) + \Pi_2(\frac{P_2}{P_1}) + \Pi_3(T) \quad (۲)$$

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

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

كه در آن Q_1: تقاضاي آب, M درامد اسمي مصرف‌كننده, P_1 قيمت آب, P_2 قيمت ساير كالاها و خدمات و T عامل جوي مي‌باشند.

۴- مبناي نظري مدل تقاضاي آب در بخش كشاورزي

براي تخمين آب كشاورزي از تئوري بهينه كردن عملكرد مؤسسات كشاورزي استفاده شده است, در اين قسمت ابتدا توابع توليد با بازده ثابت براي ۱۰ محصول و ٦ كلاسه خاك (مجموعاً ٦٠ تابع براي هر ناحيه) تخمين زده شده است, سپس با كاربرد مدل برنامه‌ريزي خطي, سود كشاورزي حداكثر شده است و قيمت سايه‌اي آب محاسبه و در مرحله بعد با تغيير در ميزان موجودي آب, مجدداً سود حداكثر شده و ارزش توليد نهايي يا قيمت سايه‌اي براي آب منظورشده و اين كار حدود ٦٠ بار تكرار شده است و در پايان با روش رگرسيون تقاضاي آب تخمين زده شده است.

فرم مدل برنامه‌ريزي خطي به‌صورت زير است:

$$\begin{aligned} &Max: \quad Z = \sum_{i=1}^{n} c_i x_i, \\ &s.t \quad \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} a_{ij}\, x_{ij} \ge b_i, x_j \ge 0 \end{aligned} \quad (۳)$$

كه در آن: Z سود كل كشاورزي, x_i سطح زير كشت محصول i ام, c_i سود هر هكتار محصول i ام, a_{ij} ميزان عامل توليدي i ام مورد نياز يك هكتار محصول j ام و bi ميزان موجودي عامل توليدي i ام است. مدل برنامه‌ريزي خطي مورد استفاده در اين تحقيق به‌صورت زير است:

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

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

$$X_{ij}\ge 0$$

كه در آن p_i: قيمت هر واحد محصول i ام توليد شده در يك هكتار زمين و V_{kij}: مبلغ پرداختي به‌عامل k ام جهت كار در يك هكتار مزرعه i ام از خاك j ام. ساير متغيرها به‌صورت مدل ۳ تعريف مي‌شوند. در اين بخش از ۳۰ عامل توليد (آب, كود, سموم... استفاده شده است).

۵- مبناي نظري عرضه آب

براي تخمين ميزان عرضه آب ابتدا تابع هزينه كل توليد آب را تخمين زده‌ايم براي ابتكار تابع هزينه كل آب را تابعي از ميزان آب استخراج شده و ساير متغيرهاي اثر گذار بر هزينه آب كه در دنباله معرفي خواهند شده گرفته‌ايم, سپس با مشتق گرفتن از هزينه كل نسبت به‌مقدار آب توليد شده, هزينه‌هاي نهايي را استخراج كرده‌ايم و نهايتا قسمت صعودي هزينه نهايي (كه بالاتر از هزينه متوسط است) را به‌عنوان تابع عرضه آب در نظر گرفته‌ايم.

مدل انتخابي به‌صورت زير است:

$$TC=a_0+a_1W+a_2W^2+a_3W^3+a_4H+a_5M+a_6DAY+a_7S+ a_8I+\sum_{i=9}^{11}a_iD_{i-8}+\sum_{i=12}^{14}a_iD_{i-11}W+\sum_{i=15}^{17}a_iD_{i-14}W^2+\sum_{i=18}^{20}a_iD_{i-17}W^3 \qquad (5)$$

كه در آن، TC: هزينه كل توليد، W: ميزان آب توليد شده, H: قدرت موتور پمپ مورد مطالعه بر حسب اسب بخار، M: عمق چاه مورد مطالعه، DAY: تعداد روزهاي سال كه از موتورپمپ استفاده شده است. S: مساحت اراضي مورد آبياري توسط موتور پمپ در سال زراعي ۷۲ ـ ۱۳۷۱ I: اندازه دهانه لوله پمپ (بر حسب اينچ), D: متغير مجازي براي ٤ نوع موتور پمپ مورد استفاده در منطقه (براي ناحيه ۱, چهار نوع و براي ناحيه ۲ دو نوع). a_i: پارامترهايي هستند كه بايد

تخمين زده شوند.

چون در شرايط رقابت كامل, توليدكننده (براي حداكثر سود) در جـايي عمـل مـي‌كنـد كـه شـرط تـساوي بـين قيمـت آب (p_w) و هزينـه نهـايي توليـد آب ($MC = P_W$) برقرار باشد, بنابراين از مدل فوق نسبت به W مشتق گرفته و هزينه نهايي به‌دست مي‌آيد,سپس قيمت آب را جايگزين هزينه نهايي كرده و تابع عرضه را استخراج مي‌كنيم.

$$MC = P_W = a_1 + 2a_2w + 3a_3w^2 \qquad (۶)$$

با حل رابطه ٦ براي w خواهيم داشت:

$$\text{تابع عرضه آب بنگاه} = W \begin{cases} = \dfrac{-a_۲}{۳a_۳} + \dfrac{\sqrt{a_۲^{۲} - ۳a_۱a_۳ + ۳a_۳p_w}}{۳a_۳} & MC \geq AC \\ = ۰ \end{cases} \qquad (۷)$$

در غير اين صورت مدل عرضه فوق, براي يك بنگاه توليد آب صادق است.

۶- يافته‌هاي تحقيق

گام (۱): نتايج تخمين تقاضاي آب شرب

با اسـتفاده از رابطـه۲ و خـط بودجـه رابطـه زيـر بـرآورد شـده اسـت (روش رگرسيون دو مرحلـه‌اي) M_t درامـد سـرانه, ρ_{it} قيمـت سـاير كالاهـا و خـدمات (شاخص قيمت خرده فروشي) و p_{1t} قيمت هر مترمكعب آب است.

تقاضاي سرانه سالانه در همه مصارف(مترمكعب[۱]) =

$$24.24 + 0.04943\frac{Mt}{p_{1t}} - 4.572\frac{p_{2t}}{p1t} + 1.716T \qquad (۸)$$

(4.8) (21) (18) (+4)

$$\text{تقاضاي كل آب شرب ارسنجان (مترمكعب)} = 1235100 + \frac{6454000}{P_{1t}} \qquad (۹)$$

گام (۲): تخمين و ضرائب تابع و منحني تقاضاي آب در بخش كشاورزي نواحي ۱ و۲

جهت استخراج منحني فوق‌الذكر گام‌هاي زير برداشته شده است:

۱- براي $M > \frac{4.572}{0.04943}$ شيب تابع فوق نسبت به p_{1t} منفي است.

گام اول: در ابتدا پارامترهاي مدل (٤) با استفاده از آمارهاي جمـع آوري شـده ازسطح منطقه تخمين زده شده است. گام دوم:با فرض عدم‌وجـود آب (مقـدار آب برابر با صفر, $w = 0$) مدل (٤) با نرم افزار Qsbwin و روش سمپلكس حل و سپس قيمت سايه‌اي يا سود نهايي آب از طريق دوگان مسأله محاسبه و به‌عنوان قيمتي كه تقاضا در آن برابر با صفر است, منظور شده است, سپس بـا افـزايش موجـودي آب به‌ميزان معين و ثبات ساير شرايط مجدداً مدل مذكور حل و قيمـت سـايه‌اي تخمين زده شده , به‌عنوان قيمتي كه در ان تقاضا به‌اندازه ميزان موجودي آب در اين حالت است منظور شده است, اين وضـع ادامـه يافتـه تـا قيمـت سـايه‌اي آب به‌صفر برسد. با وصل نقاط قيمت و مقدار منحني تقاضاي آب طي شـكل ۲ ارائـه شده است, براي ناحيه ۲ نيز نمودار مشابهي استخراج شده است. در مراحـل بعـد با استفاده از داده‌هايي كه از قيمت سايه‌اي ومقدار موجودي آب براي ٦٠ نقطه در اختيار داشتيم با كاربرد مدل رگرسيون ضرايب تابع تقاضاي خطي آب براورد شده است. مدل تقاضاي مورد استفاده به‌صورت زير است:

$W_t = \beta_o + \beta_1 p_w + u_t$ كه در آن w و p_w ترتيب تقاضاي آب, قيمت آب و جـزء اخلال جمله است.

گام (۳): تخمين توابع تقاضاي كل آب (شهري و كشاورزي)

۱- با جمع تقاضاي آب كشاورزي و شهري در ناحيه يـك (مـدل ۹), تقاضـاي كل آب $\overline{w}_1$ را به‌صورت زير استخراج كرده‌ايم (بر حسب مترمكعب)

$$\overline{w}_1 = 254235106 - 1297000P_W + \frac{6454000}{P_W} \qquad (12)$$
$$(34.5) \quad (-20) \quad (4.8)$$
$$R^2 = 92.4\%$$

۲- چون در ناحيه ۲ تقاضاي آب شهري بسيار ناچيز است, لـذاناديـده گرفتـه شده است و تقاضاي كل آب همان تقاضاي آب كشاورزي $\overline{W}_2$ منظور شده است.

$$\overline{w}_2 = 230500000 - 1300000P_W \qquad (13)$$
$$(24) \quad (-10)$$
$$R^2 = 85\%$$

گام (٤): تخمین تابع عرضه کل آب

تابع عرضه کل آب شامل مجموع عرضه آب از طریق چاه‌ها, قنوات, چشمه‌ها و عرضهآب انتقالي از سد سيبويه است, هر كدام از توابع فوق بـه‌طورجداگانـه بـراي دو ناحيه در وضعيت فعلي و بعد از انتقال آب از سد يـا فـرض كنتـرل دولـت بـر استخراج آب و با فرض عدم‌كنترل دولت, برآورد شده است كه در اينجا فقط تـابع عرضه كل آب براي هر ناحيه با فرض عدم‌كنترل دولت بر آب چاه‌ها ارائه مي‌شود.

تابع عرضه کل آب در ناحیه ۱

عرضه کل آب برابر با عرضه آب توسط چاه‌ها, عرضه آب توسط قنوات, عرضـه آب توسط چشمه‌ها به‌صورت زير خواهد بود. (براي توضـيح بيـشتر بـه‌ضـميمه B مراجعه شود).

$$W_{s_1} = \begin{cases} = 123800000 & \text{if } \leq 443 < p_w \\ = 108000000 + \sqrt{5.5\times10^{11} p_w + 2.0363\times10^{12}} & \text{if } 224.5 \leq p_w < 443 \\ = 966000000 + \sqrt{6.23\times10^{11} p_w + 4.93\times10^{12}} + \\ \sqrt{5.55\times10^{11} p_w + 2.0363\times10^{12}} & \text{if } 108.5 \leq p_w < 224.5 \\ = 631300000 + \sqrt{6.23\times10^{11} p_w - 4.93\times10^{12}} + & \text{if } 27 \leq p_w < 108.5 \\ \sqrt{5.55\times10^{11} p_w + 2.0363\times10^{12}} + \sqrt{9.543\times10^{12} p_w + 6.97\times10^{12}} \\ = 456000000 + \sqrt{6.23\times10^{11} p_w + 4.93\times10^{12}} + & \text{if } 23/5 \leq p_w < 27 \\ \sqrt{5.55\times10^{11} p_w} + 2.0363\times10^{12} + \sqrt{9.543\times10^{11} p_w + 4.97\times10^{12}} + \\ \sqrt{2.29\times10^{13} p_w - 3.16\times10^{14}} \\ = 40000000 + \sqrt{5.55\times10^{11} p_w + 2.0363\times10^{12}} + & \text{if } 17.35 \leq p_w < 13.74 \\ \sqrt{9.543\times10^{12} p_w + 6.97\times10^{3}} + \sqrt{2.297\times10^{13} p_w + 3.16\times10^{14}} + \\ = 27650000 + \sqrt{9.543\times10^{12} p_w + 6.97\times10^{13}} + & \text{if } 13.74 \leq p_w < 17.35 \\ \sqrt{5.55\times10^{11} p_w - 2.0363\times10^{12}} \\ = 21800000 \times \sqrt{9.543\times10^{11} p_w} & \text{if } 6.11 \leq p_w < 13.74 \\ = 0 & \text{Else} \end{cases} \quad (۱٤)$$

استخراج تابع عرضه کل آب براي ناحيه ۲

$$W_{s_2}\begin{cases} = 167000000 & if \quad 301.3 < p_w \\ = 101610000 + \sqrt{1.4\times10^{11} p_w + 3.11\times10^{12}} & if \quad 106.3 \le p_w < 301.3 \\ = 61200000 + \sqrt{1.4\times10^{12} p_w + 3.11\times10^{13}} + \\ \sqrt{1.4\times10^{12} p_w + 1.764\times10^{14}} & if \quad 10 \le p_w < 106.3 \\ = 3860000 + \sqrt{1.4\times10^{13} p_w + 1.764\times10^{14}} & if \quad 0.1 \le p_w < 10 \\ = 16000000 & Else \end{cases} \qquad (۱۵)$$

۷- نتایج و تحلیل‌ها

در این قسمت نتایج کلي مربوط به‌ارزیـابي اقتـصادي آب مـورد بررسـي قـرار مي‌گیرد همان‌گونـه کـه در قـسمت اول بیـان شـد, هـدف ایـن تحقیـق بررسـي اقتصادي دو طرح سرمایه‌گذاري آبرساني به‌شهرستان ارسـنجان اسـت, مکانیـسم مورد استفاده براي تحقیق «روش بـازار» و معیـار انتخـاب طرحهـا, «اضـافه رفـاه جامعه» است.تذکر: بار دیگر لازم به‌توضیح است که در این تحقیق منظور از«طرح اول» یـا «مـسیر اول» انتقـال آب از سـد سـیبویه (از طریـق گردنـه کمـین) به‌شهرستان ارسنجان (ناحیه ۱) و منظور از «طرح دوم» یـا «مـسیر دوم» انتقـال آب از سد هشتیجان (از طریق دشـت سـیدان ـ فـاروق) بـه‌شهرسـتان ارسـنجان (ناحیه ۲) است.نتایج تحقیقات اقتصادي انجام شده در زمینـه ارزیـابي اقتـصادي انتقال دو طرح فوق‌الذکر در ۲ حالت و هر حالت در ٤ سناریو ارائه مي‌شود.

حالت اول: اندازه‌گیري و مقایسه «اضافه رفـاه» ایجـاد شـده بـراي جامعـه در نتیجه انتقال آب به‌هر کدام از نواحي اسـت, بـا ایـن فـرض کـه دولـت هیچگونـه کنترلي روي میزان تولید آب توسط تولیدکنندگان آب نداشته باشند (بدون توجه به‌حفظ تعادل آب سفره‌هاي زیر زمیني) ایـن فـرض بـه‌ایـن جهـت اسـت کـه در منطقه مورد مطالعه, معمولاً تولیدکنندگان بیش از مقداري که طبق پروانـه اخـذ شده از سازمان آب منطقه‌اي فارس مجاز هستند, آب برداشـت مـي‌کننـد, چـون

هزينه توليد آب بسيار كمتر از ارزش توليد نهايي آن است).

حالت دوم: اندازه‌گيري و مقايسه«اضافه رفاه» ايجاد شده در نتيجه انتقال آب به‌هر كدام از نواحي با اين فرض كه دولت كنترل كامل بر ميزان توليد آب داشته و با نصب كنتور يا هر وسيله ديگري اجازه برداشت اضافي به‌هيچ كس داده نشود, يا به‌عبارت ديگر تعادل بيولوژيكي منابع آب حفظ شود.

سناريوي ۱ و ۲: همان‌طور كه گفته شد هر حالت شامل ٤ سناريو است در سناريوهاي ۱ و ۲ تمامي آب انتقالي, در يك ناحيه به‌مصرف خواهد رسيد (٦۰ ميليون مترمكعب آب در سال).

سناريوي ۳: در اين سناريو فرض مي‌شود كه حجم آب انتقالي به‌طور عادلانه بين دو ناحيه تقسيم شود يا به‌عبارت ديگر در رابطه با تقسيم آب در منطقه اجرا مي‌شود (۳۰ ميليون مترمكعب براي هر ناحيه) (عدالت اجتماعي)

سناريوي ٤: حجم آب انتقالي به‌دو ناحيه تخصيص مي‌يابد, با اين فرض كه آخرين واحد آب طوري بين دو ناحيه اختصاص مي‌يابد كه ارزش توليد نهايي آب تقسيم بر قيمت (هزينه نهايي) آب در هر دو ناحيه را برابر كند يعني بايد رابطه زير برقرار باشد.

$$\frac{VMP_{w۱}}{p_{w۱}} = \frac{VPM_{w۲}}{pw_{۲}} \qquad (۱۴)$$

كه در آن: (VMP_{wi}) ارزش توليد نهايي آب در ناحيه iام , pw_i قيمت هر واحد آب (هزينه متوسط آب) يا به‌عبارت ديگر در سناريوي ٤, تقسيم آب بين دو ناحيه براساس عدالت اقتصادي خواهد بود.

تحليل سناريوي (۲): كل هزينه اجرايي طرح ۲برابر يا ١٤١٩٩١٥۳۲۹۰ ريال يا تقريباً ١٤/۲ ميليارد ريال محاسبه‌شده است (شركت سكو). نرخ برگشت سرمايه براي اين‌گونه طرحها در آمريكا بين ٤ تا ٦ درصدو در ايران ٥ درصد در نظر گرفته مي‌شود.با در نظر گرفتن نرخ ٥% براي اين طرح, دولت بايستي سالانه ۷۱۰۰۰۰۰۰ ريال بابت انتقال آب, دريافت كند كه با تقسيم آن بر ميزان آب, هزينه هر مترمكعب آب ۱۱/۸۳۳۳ ريال خواهد شد. (فرض مي‌شود دولت قيمت

آب را برابر با هزينه متوسط آن قرار دهد) به‌اين طريق هزينه طـرح در مـدت ۲۰ سال برگشت مي‌شود (عمر مفيد پروژه ۵۰ سال تخمين زده مي‌شود).

لازم به‌تذكر است مبلغ مـذكور براسـاس قيمـت‌هـاي سـال ۱۳۷۰ اسـت و در سال‌هاي بعد, اين مبلغ طبق نرخ تورم تعديل مي‌شود و چـون ايـن تعـديل بـراي قيمت محصولات كشاورزي هزينه توليد آب توسط چاه‌ها و غيره... انجام مي‌شـود, بنابراين مشكلي از اين جهت نخواهد بود (يعني با افزايش تورم منحني‌هاي عرضه و تقاضاي به‌يك نسبت با بالا منتقل خواهند شد.)

پس عرضه آب بعد از انتقـال آب سـد برابـر بـا همـان منحنـي عرضـه آب در موقعيت كنوني (براي قيمت‌هاي پايين‌تر از ۱۱/۸۳۳۳ ريـال) باضـافه ٦٠ ميليـون مترمكعب براي قيمت‌هاي بالاتر يا مساوي ۱۱/۸۳۳۳ ريال خواهد بود (يعني بعـد از انتقال آب, عرضه به‌اندازه ٦٠ ميليون مترمكعب به‌راست شيفت مي‌كند).

تحليل اقتصادي طرح آبرساني به‌ناحيه ۲: معيار ما همان‌طور كه چنـدين بـار متذكر شديم, اندازه‌گيري اضافه رفاه (مازاد مصرف‌كننده و توليدكننده) ايجادشده براي جامعه به‌دنبال اجراي طرح است. در اينجا مراحـل تحليـل را بـا اسـتفاده از منحني (۱) كه بيان ترسيمي توابـع (۱۳), (۱۵) اسـت, نـشان مـي‌دهـيم.نمـودار مذكور بيانگر منحني‌هاي تقاضا و عرضه كل آب در حالت فعلي و بعد از انتقال آب از سد به‌ميزان ٦٠٠٠٠٠٠٠ مترمكعب در سال است (منحني‌هـاي مـذكور سـالانه هستند) همان‌طور كه از نمودار مشخص است, تعادل اوليه بـازار در نقطـه $E_\circ$ (بـا مختصات: قيمت برابر با ۷۷/۳۵ ريال و مقدار آب۱۳۰ ميليون مترمكعب در سـال) برقرار است. اضـافه رفـاه جامعـه برابـر بـا مـساحت شـكل هندسـي $OAE_\circ BCD$ (برحسب ميليون ريال) است, كه از اين مقـدار مـساحت مثلـث $AHE_\circ$ بـه‌مـازاد مصرف‌كنندگان و مساحت $OHE_\circ BCD$ به‌مازاد توليدكنندگان تعبير مي‌شود.

با اضافه شدن آب انتقالي از سـد, تـابع عرضـه كـل بـالاي قيمـت ۱۱/ ۸۳۳۳ به‌اندازه ٦٠ ميليون مترمكعب به‌راست شيفت مي‌كنند ($W_{S2} \Rightarrow W_{S2D}$) و تعـادل در نقطه جديد E_1 با قيمت ٤۳/۳ ريال و مقـدار ۱۷٤ ميليـون مترمكعـب ايجـاد مي‌شود, اضافه رفاه جامعه به‌انـدازه مـساحت OAE_1NBCD خواهـد بـود كـه در

نتيجه اجراي اين طرح اضافه رفاه جامعه به‌اندازه مساحت شكل هندسي BE_1E_1N افزايش يافته است (باانتگرال‌گيري از ناحيه مذكوردر نمودار ۱ (با استفاده از توابع ۱۳ و ۱۵) به‌ميزان اضافه رفاه ۲۸۹۲٤٦۷۷۲۵ ريال خواهد بود.)

تحليل اقتصادي طرح آبرساني به‌ناحيه ۱

نحوه محاسبه‌هزينه خاكبرداري اضافي مسير اول در گردنه كمين: با توجه به‌اين كه در مسير ۱ گردنه كمين واقع شده و ۵۰ متر از سطح سد سيبويه بالاتر است, لذا نياز به‌حفاري و تونل دارد, به‌همين دليل ابتدا هزينه حفاري را تخمين زده‌ايم , تا به‌هزينه‌هاي انتقال آب به‌ناحيه يك اضافه كنيم. براي انتقال آب از اين گردنه مي‌توان از تونل, دستگاه‌هاي پمپاژ يا كانال استفاده كرد به‌علت پايين بودن هزينه نسبي حفر كانال هزينه‌هاي روش اخير برآورد و به‌هزينه كل انتقال آب (۱٤۱۹۹۱۵۲۲۹۰ريال) اضافه شده است. ابعاد كانال مورد استفاده وتوپولوژي منطقه به‌صورت زير است:

۱- عرض تحتاني كانال ۵ متر و به‌ازاي هر ۳ متر ارتفاع, ۲ متر به‌عرض كانال افزوده مي‌شود (اگر عرض تحتاني كانال ۲۰ متر نيز، در نظر گرفته شود به‌علت درآمدهاي زيادتر طرح اول نسبت به‌طرح دوم, تغييري در نتايج حاصله ايجاد نخواهد شد.) ۲- چون ارتفاع از سطح دريا در سعادت آباد ۱۸۰۰ متر و حداكثر روي گردنه كمين به۱۸۵۰ متر مي‌رسد, و شدت تغيير شيب در تمامي مسير ۱۱/۵ كيلومتري يكسان نيست لذا مسير مذكور به۷قسمت تقسيم شده است (جهت محاسبه حجم خاكبرداري) ۳- به‌ازاي هر كيلومتر يك متر شيب در نظر گرفته شده است. ٤- تنها ۳/۵ كيلومتر (۳۰%) از مسير مذكور بين ۲۰ تا ۵۰ متر ارتفاع از سطح روستاي علي آباد كمين دارند.

تحليل اقتصادي طرح (۱): در اينجا نيز روش تحقيق «روش بازار» و معيار انتخابي, اضافه رفاه مصرف‌كننده و توليدكننده (مانند حالت قبل) است, شكل (۲) نمايانگر عرضه و تقاضاي آب در حالت فعلي و بعد از انتقال آب از سد است, براي منحني‌هاي عرضه و تقاضا در نقطه E با قيمت ۱۰٤/۵ريال و مقدار ۱۱۸/۷ ميليون مترمكعب تعادل برقرار است, با اضافه شدن آب سد منحني عرضه بالاي

قیمت ۱۵/۲۲ ریال به‌اندازه ٦۰ میلیون به‌راست شیفت مي‌کند و تعادل جدید در نقطهE_1 با قیمت ٦٥/٦ ریال و مقدار ١٦٩/٥ 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) به‌مازاد مصرف‌کنندگان و ($DHIIK_0AE$) به‌مازاد تولیدکنندگان تعبیر مي‌شود. مساحت قسمت مذکور از طریق انتگرال‌گیري مجاسبه‌و برابر با ٤١٧٩٠٦٦٠٠٨ ریال است.

مقایسه اقتصادي دو طرح مذکور (یا دوسناریوي ۱و ۲): در پایان این قسمت نتایج اقتصادي دو طرح سرمایه‌گذاري جهت آبرساني به‌ارسنجان را طبق فرضیات مربوطه, بررسي مي‌کنیم.

طرح دوم آبرساني, هزینه‌اي معادل با ١٤/٢ میلیارد ریال در برخواهد داشت که با احتساب نرخ ۵% براي بازده سرمایه‌گذاري, درامد دولت سالانه ۷۱۰ میلیون ریال و اضافه رفاه ایجاد شده در نتیجه اجراي طرح معادل با ٢٨٩٢٤٦٧٧٢٥ ریال است.

طرح اول آبرساني, هزینه‌اي معادل با ٢٦٢٧٦٤ / ۱۸ میلیارد ریال که با احتساب نرخ ۵% براي بازده سرمایه‌گذاري درامد سالانه دولت از بابت فروش آب ۱۳۸۲۰۰ / ۹۱۳ میلیون ریال و اضافه رفاه ایجاد شده در نتیجه اجراي طرح معادل با ٤١٧٩٠٦٦٠٠٠ ریال است.

پس اجراي طرح اول مي‌تواند به‌میزان ١٢٨٦٥٩٨٢٧٨ ریال اضافه رفاه بیشتر یا سود خالص بیشتر براي جامعه هر سال ایجاد کند.

همان‌طور که از جدول (۱) پیداست, حتي اگر هزینه‌هاي طرح اول به٤٤ میلیارد ریال یعني در حدود ۲/۵ برابر محاسبه‌شده نیز افزایش یابد باز طرح اول به‌لحاظ ایجاد درآمدهاي بالاتر, اقتصادي‌تر است, یا به‌عبارت واضح‌تر حتي اگر هزینه‌هاي اضافي طرح اول جهت خاکبرداري از گردنه کمین به ۲۹۸۰۰۰۰۰۰۰ ریال نیز افزایش یابد, باز طرح اول اقتصادي‌تر از طرح دوم است.

هر چند که هزینه‌هاي اجرایي طرح اول بیشتر است, اما درآمدهاي حاصله

آنقدر بالاتر است که حتي اگر هزينه‌هاي اجرايي طرح اول به۲/۵ برابر هزينه‌هاي اجرايي طرح دوم برسد, طرح اول باز مقرون به‌صرفه‌تر خواهد بود, توجه به‌مسائل و نکات زير اقتصادي‌تر بودن طرح اول را بيشتر نشان مي‌دهد.

۱- با اجراي طرح دوم, آب منتقل شده تنها در توابع ارسنجان قابل استفاده است (چون اين مسير تنها از دشت سيدان - فاروق عبور مي‌کند و دشت مذکور با کم آبي مواجه نيست) در حالي‌که با اجراي طرح اول آب منتقل شده, از ابتداي سد تا آخرين روستاهاي ارسنجان از جمله شهر ارسنجان - جنگل ارسنجان اراضي اطراف شهر ارسنجان - کليه روستاهاي ارسنجان (در ناحيه ۱و ۲) و دشت سعادت آباد و اراضي بين علي آباد کمين تا شهر ارسنجان, قابل استفاده خواهد بود, اگر درآمدهاي ناشي از عبور آب از ساير نقاط مذکور را به‌آن اضافه کنيم, (در اينجا فقط درآمدهاي حاصله در منطقه ارسنجان منظور شده است) اضافه رفاه بسيار بيش از مقدار فوق (٤/ ٤ ميليارد ريال) خواهد شد. براي منظور کردن تمامي درآمدهاي حاصله از اجراي اين طرح مي‌توان تقاضا و عرضه آب در ساير نقاط مذکور را محاسبه‌و به‌تقاضا و عرضه کل ناحيه ۱ اضافه کرد و سپس اضافه رفاه را اندازه گرفت.

۲- در ناحيه ۲ تقاضاي تفريحي براي آب وجود ندارد, در حالي‌که در ناحيه ۱ به‌علت عبورمسير انتقال آب از جنگل و پارك‌هاي جنگلي تقاضاي تفريحي وجود دارد. پس اگر تقاضاي تفريحي آب نيز تخمين زده شود و به‌تقاضاي کل شکل (۲) اضافه شود منجر به‌شيفت تابع مذکور به‌سمت بيرون و افزايش رفاه خواهد شد.

۳- چون هم‌زمان, طرحي نيز در دست مطالعه است تا از سد سيبويه آب به‌روستاهاي دشت سعادت‌آباد منتقل شود, بنابراين انتخاب طرح اول باعث کاهش بسياري از هزينه‌هاي اين طرح خواهد شد, چون بخشي از هزينه‌هاي کانال‌سازي کاهش مي‌يابد (يعني جهت انتقال آب به‌دشت سعادت آباد مي‌توان از کانال مربوط به‌طرح ۱ (آبرساني به‌ارسنجان) استفاده کرد).

٤- خاك‌هاي هر دو ناحيه به‌علت افزايش شديد روند بهره‌برداري از آب‌هاي زير زميني در حال شور شدن هستند, يعني خسارت بيولوژيکي وارده به‌هر کدام

از نواحي در اثر عدم‌اجراي طرح يكسان است.

۵- به‌علت پيوستگي سفره‌هاي آب ناحيه ۱و ۲ و ارتفاع بالاتر ناحيه ۱ قسمتي از آب‌هاي منابع زير زميني ناحيه ۱ به‌منابع زير زميني ناحيه ۲ نفوذ مي‌كند.

٦- درآمدها و هزينه‌هاي غير مستقيم ناشـي از اجـراي طـرح بـراي دو ناحيـه يكسان نيست. تقريباً تمامي درآمدهـا و هزينـه‌هـاي طـرح دوم (مـسير سـيدان ـ فاروق) در محاسبات منظورشده ولي براي اول هر چند كه تمامي هزينه‌ها منظـور شده, اما بسياري از درآمدهاي كه در اثر اجراي طرح ايجاد مي‌شود (بندهـاي ۱ و ۲ و ۳) به‌علت نبودن آمار و وقت كافي, محسوب نشده است (بنابراين اگر تمـامي درآمدهاي حاصله بحساب آيد اضافه رفاه محاسبه‌شده براي ناحيه ۱ خيلي بيـشتر از ٤٤ ميليارد ريال خواهد بود).پس انتخاب طـرح اول بـراي جامعـه اقتـصادي‌تـر است.

عمر مفيد پروژه ۵۰ سال پيش‌بيني شده است بنـابراين كـل درامـد دولـت در طول مدت عمر مفيد پروژه براساس قيمت‌هاي سال ۱۳۷۲ براي طرح اول برابر با ٦۵۷ / ٤۵ ميليارد ريال و براي طرح دوم حدود ۳۵/۵ ميليارد ريال خواهـد بـود و كل درامد اضافي ايجاد شده براي جامعه با اجراي طرح اول مبلغ ٦۵ / ۳۵ميليـارد تومان و براي طرح دوم ۲۸ ميليارد تومان است.

متأسفانه طرح مذكور بدون هيچگونه تحليل اقتـصادي قـرار اسـت از مـسير ۲ اجرا شود و نتايج اين تحقيق نيز حاكي از عدم‌اقتصادي بودن طرح فوق است علي رغم اين‌كه معاون وزير نيرو در دولت آقاي هاشمي رفـسنجاني دانـشگاه شـيراز از سازمان آب منطقه‌اي فارس در خواست كـرده‌انـد كـه مـسير ۱ اجـرا شـود ولـي متأسفانه اين سازمان بدون ارائه هيچ دليلي حاضر به‌اين كار نشده است.

۸- پيشنهادات

به‌دنبال تحقيقات نسبتاً وسيع «در ارتبـاط بـا انتخـاب مـسير مناسـب جهـت انتقال آب از سد سيبويه به‌شهرستان ارسنجان» كه در زمينـه‌هـاي اقتـصاد آب و اقتصاد كشاورزي در سـطح شهرسـتان ارسـنجان انجـام شـده و نتـايج آن نيـز از

نظرتان گذشت، طبق روال پيشنهادات زير ارائه مي‌شود.

۱- بنا به‌دلايل زير انتخاب طرح اول «انتقال آب از سد سيبويه به‌شهرستان ارسنجان از طريق گردنه كمين» توصيه مي‌شود.

الف) طبق جدول (۱) كه خلاصه تحقيق در اين زمينه است انتخاب طرح اول باعث ايجاد اضافه درآمدي معادل با ٤/۲۳۵ ميليارد ريال خواهد شد, «اگر دولت كنترلي بر ميزان برداشت آب توسط چاه‌ها نداشته باشد»، و باعث ايجاد اضافه درآمدي معادل با ٦/۹۳۰ ميليارد ريال خواهد شد, «اگر دولت اجازه اضافه برداشت آب به‌مشتركين ندهد». در حالي كه اجراي طرح دوم (انتقال آب از طريق دست سيدان) باعث ايجاد اضافه درآمدي معادل با ۲/۹ ميليارد و ٥/۷۷ ميليارد ريال به‌ترتيب در حالتي كه «دولت كنترلي بر ميزان برداشت آب توسط چاه‌ها نداشته» و حالتي كه «دولت كنترل كامل بر چاه‌ها دارد» خواهد شد.

ب) در اين تحقيق كليه درآمدها و هزينه‌هاي مستقيم طرح دوم محسوب در حالي‌كه براي طرح اول كليه هزينه‌ها و تنها بخشي از درآمدها محسوب شده است, اگر درآمدهاي ناشي از اجراي طرح اول دشت سعادت آباد نيز منظور شود. اضافه رفاه طرح اول به‌مراتب بيش از اين مقدار خواهد بود.

ج) اجراي طرح اول تقاضاي تفريحي آب در جنگل شمال غربي و غرب شهر ارسنجان را بالا خواهد برد در حالي‌كه اين‌گونه درآمدها در تحقيق منظور نشده است.

د: با اجراي طرح اول علاوه بر اقتصادي‌تر بودن, كمبود آب, در سطح شهر ارسنجان نيز برطرف خواهد شد.

هـ: اجراي طرح اول باعث تغذيه سفره‌هاي آب در ناحيه ۲ نيز خواهد شد, در حالي‌كه عكس مسأله صادق نيست.

و: پيامدهاي اجراي دو طرح از نظر اجتماعي, حقوقي و سياسي يكسان, ولي از نظر اقتصادي طرح اول بهتراست.

۲- انتخاب طرح دوم (انتقال از طريق دشت سيدان ـ فاروق) (نسبت به‌طرح اول) كاري غيراقتصادي خواهد بود.

فهرست منابع

۱- بانك مركزي جمهوري اسلامي ايران. «آمار مربوط به‌شاخص قيمت كالاها و خـدمات» از (۱۳٦۰ تا ۱۳۷۲) تهران.

۲- سازمان آب منطقه‌اي اصفهان. (۱۳۷۱). مطالعات مرحلـه اول طـرح انتقـال آب, تونـل كوهرنگ.

۳- سازمان آب منطقه‌اي فارس. (۱۳۵۳). مطالعات توسعه بهره‌برداري از منـابع زيرزمينـي آب ارسنجان. (تهران: مهندسين مشاور جويباب).

٤- سازمان آب منطقه‌اي فارس. (۱۳٦٦). مطالعات توسعه بهره‌برداري از منـابع زيرزمينـي آب دشت توابع ارسنجان.

٥- سازمان آب منطقه‌اي فارس. (۱۳۷۰). قرارداد شماره ۱: تونل انحراف آب سد سـيوند ـ جلد پنجم, فهرست بهاء و برآورد مقادير كار (تهران: مهندسين مشاور سكو).

٦- سازمان آب منطقه‌اي فـارس. (۱۳۷۱). مطالعـات مرحلـه اول سـد و شـبكه آبيـاري و زهكشي سيبوبه, (جلد چهارم) اهداف طرح و شـماي كلـي پـروژه (تهـران: مهندسـين مشاور سكو).

۷- سازمان آب منطقه‌اي فارس. (۱۳۷۲). ادامـه مطالعـات توسـعه بهـره‌بـرداري از منـابع زيرزميني آب دشت توابع ارسنجان.

۳- سازمان آب منطقه‌اي فـارس. (۱۳۷۲). مطالعـات مرحلـه اول سـد و شـبكه آبيـاري و زهكشي سيبوبه, (جلد چهارم) وضعيت موجود منطقه طرح. (تهران: مهندسين مـشاور سكو).

٤- سازمان آب منطقه‌اي فـارس. (۱۳۷۲). مطالعـات مرحلـه اول سـد و شـبكه آبيـاري و زهكشي سيبوبه(جلد ششم) سيماي طرح سد سيبوبه. (تهران: مهندسين مشاور سكو).

٥- سازمان آب منطقه‌اي فـارس. مطالعـات مرحلـه اول سـد و شـبكه آبيـاري و زهكـشي سيبوبه(جلد نهم). برآورد هزينه و اقتصاد طرح (تهران: مهندسين مشاور سكو).

٦- سازمان برنامه و بودجه. «آمار مربوط به‌هزينـه‌هـاي سـالانه خـانوار در اسـتان فـارس» تهران.

۷- سازمان برنامه و بودجه. «آمار مربوط به‌هزينه‌هاي سالانه خانوار در ايران». تهران.

۸- عظيمي, حسين. (۱۳۷۱). مدارهاي توسعه نيافتگي در اقتصاد ايران. تهران: نشرني.

۹- كوئيپز, ادوارد. (۱۳۵۳). اقتصاد طرح‌هاي منابع آب (ترجمه فرهنگ فخام زاده). تهران: انتشارت دانشگاه تهران.

۱۰- گجرايي, دامودار. (۱۳۷۲). مباني اقتـصاد سـنجي (ترجمـه حميـد ابريـشمي). تهـران: انتشارات دانشگاه تهران.
۱۱- مركز آمار ايران. «سالنامه‌هاي آماري» سال‌هاي ۱۳٦۰ تا ۱۳۷۲.
۱۲- موريس. اس. چارلز, فيليپس, اون. آر. (۱۳۷۱). تحليل اقتصادي نظريه و كاربرد (ســد ـ ـ اقتصاد خرد) (جلد دوم) (ترجمه حسن سبحاني). 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 emprical results*. Water - Rrsorces 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 municipial 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 simultanesous equation approach*. Water Resources Research, 22(6), 859-863.
24- Cochran, R. & Cotton, A. W. (1985). *Municipial 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 eslimating the agricultural demand Function for imported water in the pecos river basin. Water Resources Reseach, 6(4), 1025-1032.
28- Griffin, R. C. & Perry, G. M. (1958). *Volumetric pricing of agricultural water Supplies: A case study*. Water Ressources 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, croos 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 Priceon 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 (2 nd ed).

35- Johnston, J. (1984). *Econometric Methods* (3 rd 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 Nosiy 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 resoreces of The Riogrande in New Mexico.* (WRRI 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 Rsources Research. 28(3), 609-615.

46- Saunders, R. J. (1969). Forcasting 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 progamming model and quantitative Analysis roswell basin, New Mexico*. (WRRI Report No. 10). New Mexico: Water Resorces Research Institute.

48- Teeples, R. K. (1988). *Resources Demand under complex rate schedles*: 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 schedles 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 elasticty 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.

ضميمه

براي استخراج تابع ۷, تابع ٦ را براي W حل كرده‌ايم و سپس بخـشي از MC كه بالاي حداقل AC است را به‌عنوان تابع عرضه منظور كرده‌ايم بـراي اسـتخراج تابع ۱۲ نيز به‌همين صورت عمل كرده‌ايم ابتدا هزينه كل (مدل ٥) براي چـاه‌هـا, قنوات و چشمه‌ها, جداگانه, تخمين و سپس با گرفتن مشتق نسبت بهW, هزينـه نهايي MC را استخراج كرده‌ايم چون تابع هزينه مجموع سه تابع فـوق اسـت لـذا پيوسته نبوده, و چند جا شكستگي دارد, بنابراين MC نيز بـه‌صـورت يـك تـابع شكسته در آمده است (به‌عنوان مثال:

$\frac{-a_۲}{۳a_۳}$ درمدل (۱۲) برابر با ۱۰۸۰۰۰۰۰ و $3a_3$ برابر با $۱۰^{۱۱}$ × ٥/٥ است.

جدول ۱- مقايسه سناريوي مختلف از نظر در آمد - هزينه و سود اقتصادي براي جامعه
خلاصه تحليل هزينه - فايده انتقال آب به‌شهرستان ارسنجان

حالت	سناریو	محل مسیر	سیاست دولت	هزینه عملیاتی طرح	حداکثر هزینه‌هایی که تأثیری 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)	$\frac{B}{C}$	محل مصرف آب
اول	۱	دشت سیدان ـ فاروق	عدم‌کنترل بر میزان تولید آب توسط چاه‌ها	۱٤۲۰۰۰۰۰۰۰۰	۱٤۲۰۰۰۰۰۰۰۰	۳٦۰۰۰۰۰۰۰۰	۷۱۰۰۰۰۰۰۰	۷۱۰۰۰۰۰۰۰	۲۹۰۰۰۰۰۰۰۰	٤/۱	۲
	۲	گردنه کمین ـ شهر ارسنجان		۱۸۲٦۲۷٦٤۰۰۰	٤٤۰۰۰۰۰۰۰۰۰	٥۱۰۰۰۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	٤۲۰۰۰۰۰۰۰۰	٤/٦	۱
	۳	گردنه کمین ـ شهر ارسنجان		۱۸۲٦۲۷٦٤۰۰۰	٤۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	٤۹۰۰۰۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	٤۰۰۰۰۰۰۰۰۰	٤/۳٦	۱و۲
	٤	گردنه کمین ـ شهر ارسنجان		۱۸۲٦۲۷٦٤۰۰۰	٤٥۰۰۰۰۰۰۰۰۰	٥۱٥۰۰۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	٤۲۳٥۰۰۰۰۰۰	٤/٦٤	۱و۲
دوم	۱	گردنه کمین ـ شهر ارسنجان	جلوگیری کامل از اضافه تولید آب توسط چاه‌ها	۱۸۲٦۲۷٦٤۰۰۰	۳٦٦۰۰۰۰۰۰۰۰	۷٦۰۰۰۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	٦۷۰۰۰۰۰۰۰۰	۷/۳۳	۱
	۲	دشت سیدان ـ فاروق		۱٤۲۰۰۰۰۰۰۰۰	۱٤۲۰۰۰۰۰۰۰۰	٥٦۰۰۰۰۰۰۰۰	۷۱۰۰۰۰۰۰۰	۷۱۰۰۰۰۰۰۰	٥۷۷۰۰۰۰۰۰۰	۸/۱	۲
	۳	گردنه کمین ـ شهر ارسنجان		۱۸۲٦۲۷٦٤۰۰۰	۳۹۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۷۷٤۰۰۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	٦۸۰۰۰۰۰۰۰۰	۷/٥	۱و۲
	٤	گردنه کمین ـ شهر ارسنجان		۱۸۲٦۲۷٦٤۰۰۰	٤۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۷۸٥۰۰۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	۹۱۳۲۰۰۰۰۰	٦۹۳۰۰۰۰۰۰۰	۷/٦	۱و۲