فصلنامهٔ اقتصاد و الگوسازی
دانشگاه شهید بهشتی، تابستان ۱۳۹۵

Quarterly Journal of Economics and Modelling
Shahid Beheshti University

کاربرد نظریه طراحی مکانیسم و نظریه تطبیق در طراحی بازار آب: رویکرد نهادی

سید پرویز جلیلی کامجو*

تاریخ دریافت ۱۳۹۴/۲/۲۸ تاریخ پذیرش ۱۳۹۵/۲/۱۴

چکیده

در این پژوهش طراحی بازار آب با استفاده از نظریه‌های طراحی مکانیسم درون بخشی و برآورد توابع عرضه و تقاضای آب در سیستم معادلات همزمان در دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۰انجام گرفت. قیمت حدی حقیقی و اسمی آب در این بخش ۶۵۳۲/۴۵ و ۱۲۰۷۲/۲ ریال برآورد شد. همچنین با تابع تقاضای آب، قیمت حدی حقیقی و اسمی آب کشاورزی را ۹۷۷/۲۱ و ۱۶۹۸/۴۴۲ ریال برآورد گردید. تابع عرضه بلندمدت اقتصادی آب با استفاده از تابع هزینه درجه سه تعمیم یافته برآورد شد. ارزش نهایی حقیقی و اسمی یک مترمکعب آب در بخش مسکونی به صورت میانگین ۴۴۶۲/۳۴ و ۸۴۳۰/۳۱، کشاورزی ۶۲۰/۳۹۹ و ۱۰۹۹/۸۱۳، صنعت و معدن ۴۱۱۰/۵۴ و ۷۷۲۷/۰۸، گردشگری ۱۱۴۶/۳۸ و محیط زیست ۵۹۶/۷۳۹ ریال محاسبه شد. مبتنی بر نقاط تعادل استخراج شده با کاربرد رویکرد نظری طراحی مکانیسم و تطبیق‌های دو سویه اقدام به طراحی دو تطبیق مبتنی بر نقاط تعادل اولیه و ثانویه شد. مکانیسم‌های طراحی شده بر اساس الگوریتم گیل- شپلی (الگوریتم پذیرش تاخیری) حل شدند.

کلیدواژه‌ها: بازار آب، طراحی بازار، طراحی مکانیسم، جورسازی، نهادگرایی، الگوریتم گیل- شپلی.
طبقه‌بندی JEL: L95، Q11، Q41، R41.

* استادیار گروه اقتصاد دانشکده علوم انسانی دانشگاه آیت ا.. بروجردی (ره)، Parviz.jalili@abru.ac.ir

۱- مقدمه

خاورمیانه با داشتن ۵ درصد جمعیت جهان، فقط یک درصد از آب‌های جاری دنیا را دارد (وزارت نیرو، ۱۳۹۲). ایران با متوسط بارندگی ۲۶۰ میلی‌متر در سال از کشورهای خشک جهان است. بر اساس آمار ارائه شده در پنجمین کنفرانس بین المللی اقتصاد کشاورزی آسیا عنوان گردید که پس از سال ۲۰۵۰ میلادی، ایران یکی از کشورهای تشنه دنیا خواهد بود (جفره و علیزاده، ۱۳۸۹). امروزه با افت ریزش‌های جوی و افزایش دمای زمین، افزایش جمعیت و نیاز به تولید بیشتر محصولات کشاورزی و صنعتی، افزایش برداشت آب‌های زیرزمینی و کاهش آب‌های سطحی، رقابت در استفاده از منابع آب شدیدتر و تخصیص بهینه آب بین متقاضیان در بخش‌های مختلف اقتصادی بسیار پیچیده شده است. اقتصاد کلاسیک به عنوان پیشتاز عرصه تخصیص بهینه منابع در دو قرن اخیر بهترین ابزار خود یعنی بازار را به عنوان راه‌حلی به منظور تخصیص بهینه آب (شیرین) و رفع معظل کمبود آب در مقابل تقاضای فزاینده آن تجویز می‌نماید. هدف اصلی این پژوهش طراحی بازار آب درون حوضه‌ای در حوضه آبریز زاینده‌رود و ارایه چارچوب نهادی و عملی تشکیل بازار آب است. در این راستا نیاز به استخراج نقطه تعادل کلی بازار آب است که از برآورد عرضه اقتصادی بلندمدت آب و تقاضای کلی آب شامل تقاضا در بخش‌های مسکونی، کشاورزی، صنعت و معدن، محیط زیست و گردشگری، استخراج می‌گردد. البته امروزه نگاه به بازار از حالت سنتی خود خارج شده و اقتصاددانان کلاسیک پا را فراتر از تحلیل بازار نهاده و اقدام به طراحی بازار برای برخی از کالاها همچون آب که یک کالا و خدمت شبه‌عمومی است، نموده‌اند. در گذشته این گمان می‌رفت که با ابزار بازار اقتصاد کلاسیک نمی‌توان کالای شبه‌عمومی را تخصیص داد و در حالت حادتر کالاهایی مانند آب و خدمات ناشی از آن اصلا کالای بازاری محسوب نمی‌شوند. نتایج تجربی نشان داد که در مناطق مختلف جهان بخش دولتی با بروکراسی عریض و طویل در ارتباط با تخصیص بهینه و پایدار آب بین

متقاضایان مختلف ناکآرمد ظاهر شده است و گرایش به سمت تخصیص‌های بـازاری آب است (وانگ و همکاران[1]، ۲۰۰۳). در دهه‌های اخیر با گسترش مکانیسـم بـازار در ابعـاد مختلف، اقتصاددانان مبادله آب، استفاده از مکانیسم بازار و توانـایی بخـش خصوصـی در تخصیص بهینه آب و خدمات ناشی از آن را پیشنهاد مـی‌دهنـد (چانـگ و سـوندینگ[2]، ۲۰۰۶).

ساختار ادامه این مقاله به این شکل است که در بخش دوم پیشینه پـژوهش و بـازار آب در مناطق مختلف جهان ارایه می‌گردد. بخش سوم به ادبیات نظری اختصـاص دارد. در بخش چهارم الگوی اقتصادسنجی بـرآورد خواهـد شـد و در نهایـت نتیجـه‌گیـری در بخش پنجم مورد بحث قرار خواهد گرفت.

۲- پیشینه پژوهش

لندری[3](۲۰۰۱) در مقاله‌ای با عنوان "بازار آب چگونه می‌تواند به چالش‌ها پاسخ دهد" به ویژگی تخصیص آب در بازار و حذف محدودیت‌ها در مصارف آب تأکید می‌نمایـد. وی بـا ضروری دانستن پویایی قوانین آب و حذف دخالت‌های مستقیم دولت وضع مجموعه‌ای از قوانین و دستورالعمل‌ها که متولی اجرای آن صاحبان حقوق آب باشند را لازمـه تشـکیل یک بازار آب کارا می‌داند. انسینک و هوبا[4] (۲۰۱۲) قدرت بازار را بر اسـتخراج، انتقـال و قیمت آب با استفاده از یک تعادل کورنات- والراس در بازار آب تحلیل نمودند. اندرسـون و همکاران (۲۰۱۳)، به تحلیل بحران آب و حقوق آب و تاثیر آنها بر بازار آب پرداختنـد. گرافتون و هورن[5] (۲۰۱۴) به ارزیابی بازار آب موری شامل تعویض و مبادله حق آبه‌های دائمی و اجاره، محدودیت‌های مبادله آب، اطلاعات مورد نیـاز بـازار آب، واکـنش‌هـا بـه

[1] Wang et al
[2] Chong and Sunding
[3] Landry
[4] Ansink and Houba
[5] Grafton and Horne

قیمت‌های بازاری و منافع زیست محیطی بازار آب در استرالیا پس از اصلاحات آب پرداختند.

بازار آب آمریکا: در ایالت‌های مختلف مانند نیومکزیکو، کالیفرنیا، کلرادو، آریزونا و سایر ایالت‌ها بازارهای آب با ویژگی‌های مختلف وجود دارد که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌گردد.

نیومکزیکو: سابقه مدیریت و تخصیص آب توسط مدیریت مرکزی و ارایه اصول یکپارچه تخصیص آب در این ایالت به یکصد سال قبل برمی‌گردد. در قرن ۲۱ قوانین دقیق تعریف حقوق مالکیت قابل انتقال و احداث تاسیسات زیربنایی و انتشار اطلاعات به‌روز و دقیق در ارتباط با مبادله آب، بازار آب در نیومکزیکو را به یکی از کارآترین بازارهای آب جهان در تخصیص منابع زیرزمینی و سطحی آب مبدل نموده است. خوش اخلاق در رساله دکتری با عنوان پیش‌بینی ارزش حق آبه: مطالعه موردی نیومکزیکو، به برآورد عرضه و تقاضای آب در بخش‌های مختلف در قالب یک سیستم معادلات همزمان پرداخت و ارزش حق آبه‌های بخش کشاورزی را در سال‌های آتی پیش‌بینی نمود (خوش اخلاق، ۱۹۷۷).

کالیفرنیا: در کالفرنیا یک نهاد مبادله آب با عنوان بانک آب ایجاد شده است. بانک آب یک نهاد پیشنهاد خرید و فروش آب تحت مجموعه قوانین و قیمت و مقدارهای معین در مناطق مشخص است (هو و گودمن[1]، ۱۹۹۵). اصول نهاد بانک آب به این صورت است: مقادیر انتقال اختیاری است، از حیات وحش و بخصوص ماهی‌ها باید حفاظت شود، انتقال آب نباید به منابع آب زیرزمینی خسارت وارد نماید، کارایی آب باید در بخش‌های دریافت کننده بالاتر از بخش انتقال دهنده باشد و در نهایت باید حقوق مالکیت آب بصورت دقیق رعایت گردد. پروژه دره مرکزی در کالیفرنیا در راستای ایجاد تسهیلات زیربنایی به منظور تسهیل مبادلات آب ایجاد شده است (کری و

[1] Howe and Goodman

سوندینگ[1]، ۲۰۰۱: ۲۸۴). اثرات مستقیم و غیرمستقیم اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی این مبادلات و افزایش درآمد خریداران و فورشندگان آب توسط کوپک و کریث[2] (۱۹۹۲) و هویت و همکاران[3] (۱۹۹۲) مورد ارزیابی قرار گرفته است.

کلرادو و آریزونا: در ایالت کلرادو حق‌آبه‌ها بصورت دقیق توسط یک اتاق تسویه تعریف می‌شود. این اتاق تسویه مسئولیت تسویه حساب‌های اجاره حق‌آبه‌ها، انتشار مجوز انتقال دائمی حق‌آبه‌ها با ارزیابی همه جانبه انتقال، یعنی جنبه‌های زیست‌محیطی، توانایی تامین مالی انتقال و صلاحیت اقتصادی، هدف دریافت کننده حق مالکیت و قید جلوگیری از انحصاری شدن بازار را بر عهده دارد. البته در این ایالت آب و پروژه‌های سرمایه‌گذاری انتقال آب به بخش خصوصی واگذار نشده و متعلق به دولت است اما افراد بر اساس حق مالکیت تعریف شده تحت قوانین اتاق تسویه حق مبادله آب را دارند. مالکیت بر اساس حق تاریخی و مالکیت بعد از اجرای انتقال آب از سایر حوضه‌های آبریز که توسط دولت و بر اساس سهام، منتشر شده است. پروژه‌های تامسون بزرگ از پیشرفته‌ترین پروژه‌های جهان در راستای ایجاد تاسیسات زیربنایی مبادله آب در این ایالت است. حق‌آبه‌ها در بازار آب اریزونا نسبت به بازار آب کلرادو ناهمگن‌تر است و این محدودیت‌ها منجر به مبادله کمتر در آریزونا و قیمت پایین‌تر آب نسبت به کلرادو شده است. بازار آب در آریزونا نحیف است و همین امر تعداد مبادلات و پویایی مبادلات حق‌آبه‌ها را کاهش داده و مکانیسم بازار قدرت لازم برای تعیین دقیق قیمت ندارد (چانگ و سوندینگ، ۲۰۰۶).

استرالیا: حق آب قابل انتقال در چندین ایالت استرالیا تقریبا قبل از دهه ۱۹۸۰ در ولز جنوبی جدید و جنوب استرالیا و بعد از دهه ۱۹۸۰ در کوییزنلند و ویکتوریا آغاز شد (اوزکواسکی، ۲۰۰۸). در سال‌های ۱۹۷۸ تا ۱۹۸۸ یک روند صعودی فزاینده در مبادله

[1] Carey and Sunding
[2] Coppock and Kreith
[3] Howitt et al

آب مشاهده می‌گردد. بطوریکه در این دوره ۵ تا ۱۰ درصد آب مصرفی در ایالات‌های فوق مبادله شده است. البته مبادله آب دائمی نیست و بصورت فصلی است. مبادله دائمی آب در سال‌های بعدی تحت قوانین خاص ممکن شد. قوانین بسیار دقیقی برای حفظ تقاضای آب زیست‌محیطی توسط نهادهای مختلف پیشنهاد شد که بصورت قوانین منظم در مبادلات آب به اجرا درآمد. برنامه ملی اصلاح آب که مرحله اول آن در بین سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۴ انجام شد نشان داد که مبادله آب بهترین ابزار جهت تخصیص بهینه آب است. البته کارایی نظم نهادی جدید به نام بازار آب، بستگی به تطابق ارکان این نهاد با الزامات زیست‌محیطی، نهادها، هنجارها و ساختارهای حوضه آبریز مورد نظر دارد (استراتون و همکاران[1]، ۲۰۰۹: ۷۴۳). شکست نهادی مهم‌ترین مانع در عملکرد بازار آب در استرالیا است (پیگرام[2]، ۱۹۹۳). حوضه آب‌ریز موری دارلینگ از پیشرفته‌ترین بازارهای آب جهان است و ۹۰ درصد مبادلات بازار آب در استرالیا در این بازار اتفاق می‌افتد (کمیسیون ملی آب استرالیا، ۲۰۱۱).

بازار آب زیرزمینی هند: بازار آب زیرزمینی به شکل‌های متنوع در گجرات هند فعال است (شاه، ۱۹۹۲؛ سالث[3]، ۱۹۹۶). خرید و فروش آب در گجرات هند یک سنت قدیمی است و بازار آب یک نهاد اقتصادی بسیار سطح بالایی است. بازار پیشرفته آب در گجرات هند از سایر بازارهای جنوب آسیا به دو دلیل متفاوت است. ۱- کشاورزان در مکانیسم‌های جدید استخراج آب که بخش خصوصی در آن اشتغال دارد سرمایه‌گذاری‌های گسترده انجام می‌دهند. ۲- سرمایه‌گذاری‌های خصوصی بسیار قابل توجه در شبکه لوله‌کشی زیرزمینی درجه بالایی از رقابت بین فروشندگان آب ایجاد نموده است.

اسپانیا: بازار آب کمپ دتاراگونا یک بازار آب کاربردی برای کشورهای درحال

[1] Straton et al
[2] Pigram
[3] Shah and Saleth

توسعه است. مبادله آب در منطقه سیورانا - ریودکانیز که شامل دو رودخانه است از سال ۱۹۰۴ بصورت سنتی وجود دارد. سد ریودکانیز در سال ۱۹۱۸ ساخته و در سال ۱۹۹۱ به بیش از دو نیم برابر افزایش ظرفیت داده شد. بعد از آبگیری مجدد سد سهم ده درصد بخش خصوصی بصورت حق‌آبه به آنها پرداخت شد. دو سوم آب انتقال داده شده به بخش کشاورزی و صنعت فروخته می‌شود و یکی سوم آن به شهر ریوس اختصاص دارد. امکان مبادله بین بخشی نیز در این سیستم وجود دارد. این روش شامل هزینه‌های نگهداری و تعمیر تاسیسات انتقال بجز سد سیورانا نیز می‌شود. البته مالکیت آب در اسپانیا متعلق به ملت است اما دولت حق استفاده آن را با استفاده از قراردادهای حق‌آبه موقت به مصرف‌کنندگان مختلف واگذارمی‌نماید

شیلی: طرح کد ملی آب که یک حق آبه قابل انتقال مستقل از مالکیت و نوع استفاده زمین است از سال ۱۹۸۱ و بعد از انقلاب سیاسی در شیلی آغاز شد. چهار نوع مالکیت دائمی (برای منابع تخلیه نشده)، مالکیت شرطی (برای منابع مازاد)، مالکیت مصرفی و غیرمصرفی تعریف شد. مالکیت بوسیله درخواست و دادخواهی به دولت، استفاده تاریخی در طول زمان و خرید از مالکان ایجاد می‌شود (گازموری[1]، ۱۹۹۴).

صدر (۱۳۸۲) به ارزیابی نقش نهاد بازار و بخش عمومی در مدیریت و توسعه پایدار بخش آب و حل مشکلات پیش‌روی صنعت آب با استفاده از مکانیسم بازار پرداخت. جعفری (۱۳۸۳) در مقاله‌ای تحت عنوان رویکرد بازار آب و الزامات آن، به ارزیابی قدرت بازار در تخصیص بهینه آب در ایران پرداخت. جفره و علیزاده (۱۳۸۹) به ارزیابی نقش بازار در تخصیص منابع آب و ابعاد قانونی و حقوقی آن پرداختند. کرامت‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) به تحلیل تأثیرات اقتصادی و اجتماعی ایجاد و توسعهٔ بازار آب در بخش کشاورزی، ارزیابی بازار آب و تحلیل تأثیرات اقتصادی و اجتماعی ناشی از آن پرداختند. نتایج نشان داد که ایجاد بازار آب رفاه کل مناطق را افزایش خواهد داد. یوسفی و

[1] Gazmuri

همکاران (۱۳۹۳) به ارزیابی آثار رفاهی تخصیص بازاری منابع آب با استفاده از الگوی تعادل عمومی پرداختند و جهت لحاظ ارزش حقیقی آب در حساب‌های ملی، آب به عنوان عامل اولیه تولید در ماتریس حسابداری اجتماعی وارد شد. نتایج ایجاد بازار آب در شرایط کم آبی نشان داد که رفاه خانوارهای شهری و روستایی به ترتیب کاهش و افزایش می‌یابد.

۳- ادبیات نظری و روش‌شناسی پژوهش

بازار چیست؟ بازار کجاست؟ وظیفه بازار چیست؟ بازار چگونه شکست می‌خورد؟ در صورت شکست، چگونه باید احیاء یا ترمیم شود؟ چگونه می‌توان نیروهای بازار را در جهت درک ترجیحات یا ابراز صحیح ترجیحات شرکت‌کنندگان در بازار هدایت نمود؟ (راث، ۲۰۱۲). با پیشرفت تکنولوژی و شیوه تولید در سمت عرضه، تغییر سلیقه در سمت تقاضا و تغییر کمیت و کیفیت مبادله، نقش نیروهای بازار در راستای تسهیل مبادلات در جهت افزایش رفاه بشر امروزی چیست؟ آدام اسمیت در کتاب «ثروت ملل» مبادله میان فعالان اقتصادی را منشأ ثروت ملل معرفی می‌کند، چرا که در صورت تحقق مبادله، طرفین مبادله منتفع می‌شوند و ارزش‌هایی خلق می‌شود که بدون مبادله خلق نمی‌شد. اقتصاددانان کلاسیک مسائل بازار را با تعدیل عرضه و تقاضا توسط قیمت مورد بحث قرار می‌دادند اما نظریه و شواهد تجربی بصورت مشترک نشان می‌دهند که بازارها و درپی آن مکانیسم قیمت‌ها در مواردی قادر به تخصیص منابع نیستند (راث، ۲۰۱۲). بسیاری از معاملات نه در بازارهای آزاد بلکه در درون شرکت‌ها و در چانه‌زنی میان اشخاص یا گروه‌های ذینفع و به میزبانی یک سری نهادهای دیگر انجام می‌گیرد. نکته مشترک تمام بازارها این است که قیمت تعادلی کالا و خدمات در آن تا حدی توسط عرضه و تقاضا تعیین می‌شود و در نتیجه، اینکه چه کسی چه کالایی و به چه مقدار تولید نماید (تخصیص منابع) توسط قیمت تعیین خواهد شد. اما چرا در ارتباط با برخی

کالا و خدمات امکان تشکیل بازار نیست و قیمت وظیفه خود یعنی تخصیص پایدار[۱] منابع را بخوبی انجام نمی‌دهد؟ (راث، ۲۰۱۲). اولین گام به منظور طراحی بازار شناخت نوع و دلیل شکست بازار است. شکست بازار عمدتا ناشی از «نحیف بودن بازار (پراکنده بودن مشارکت‌کنندگان در بازار، عدم ارتباط مفید و مناسب طرفین و عدم آگاهی متقابل از ترجیحات واقعی مشارکت‌کنندگان)»، «ازدحام[۲]»، «نبودن امنیت در آشکارسازی ترجیحات[۳] (یعنی شرایط به نحوی باشد که کسی انگیزه خروج از بازار و انجام مبادله غیررسمی را نداشته باشد، افراد تمایل برای ورود به بازار داشته باشند، پس از ورود به بازار کسی مجبور نشود برای رسیدن به اهداف خود رفتار استراتژیک بروز دهد[۴] یا ترجیحات واقعی خود را آشکار ننماید، اطلاعات درست افشاء نکند یا دچار تکذیب ترجیحات باشد (راث، ۲۰۰۸، ۱۹۹۹؛ راث، ۲۰۱۲). البته سه دلیل مهم دیگر شکست بازار یعنی «تولید کالای عمومی خالص»، «دخالت مستقیم دولت داخلی یا دولت‌های خارجی» و «وجود اثرات خارجی» نیز در درون سه مورد فوق در نظر گرفته شده است. گام دوم در طراحی بازار شناخت ابزارهای اقتصادی جهت طراحی بازار است، که شامل نظریه بازی‌ها، اقتصاد آزمایشگاهی، نظریه بازار جایگزین، ترجیحات آشکارشده، ترجیحات بیان‌شده، مکانیسم طراحی و جورسازی (بازی‌های همکارانه یا نظریه‌های تقابل) است. راهکار اصلی برای حل بازی‌های طراحی مکانیسم ایجاد انگیزه برای عاملان اقتصادی برای آشکار کردن اطلاعات است. در یک دسته‌بندی کلی طراحی

---

[۱] Stable Allocation تخصیصی پایدار است که هیچ فردی احساس منافع ناشی از یک مبادله بیشتر نداشته باشد (راث، ۱۹۹۹).

[۲] Overcome the Congestion. به مشارکت‌کنندگان در بازار وقت کافی یا ابزار لازم برای انجام سریع مبادلات داده نشود

[۳] امنیت برای اِبراز و اطلاعاتِ درست و اقدام بر مبنای اطلاعات درست ضرورت دارد (Safe and Simple Market Participation).

[۴] Strategic Behavior منظور از رفتار استراتژیک آن است که افراد برای دستیابی به اهداف خود ترجیحات واقعی خود را بروز ندهند و طوری رفتار کنند که به هدف نهایی خود برسند، و لو اینکه این کار به ضرر دیگران تمام شود.

مکانیسم را می‌توان به دو دسته طراحی تخصیص‌های قیمتی و غیرقیمتی دسته‌بندی کرد (لئونید هورویچ، ۱۹۶۰: ۶). نظریه قراردادها، نظریه حراج و نظریه جورسازی، نظریه چانه‌زنی مکانیسم روش‌های تامین منابع کالاهای عمومی، طراحی نظام‌های رای‌گیری برای بیشینه‌سازی مطلوبیت اجتماعی، طراحی ساختارهایی که مانع از ائتلاف برخی از بازیگران که باعث کاهش مطلوبیت کل می‌گردد، از زیرمجموعه‌های طراحی مکانیسم محسوب می‌گردند. مبنای تفکر این پژوهش این است که آب در حوضه آب‌ریز زاینده‌رود یک کالای اقتصادی است، باید انگیزه‌ها و ترجیحات صحیح در طرف عرضه و تقاضا آشکار، تعیین کننده‌های عرضه و تقاضا مشخص و قوانین و نهادهای لازم تصویب و تبیین گردند تا بتوان به منافع ناشی از مبادله و تخصیص بهینه در حوضه زاینده‌رود دست یافت. کشور ایران از نظر تقسیمات آبی به ۸ منطقه و ۳۸ حوضه آبریز، ۱۴۷ زیر حوضه و ۶۱۸ واحد هیدرولوژیک تفکیک شده است. حوضه آبریز زاینده‌رود به عنوان اولین حوضه از منطقه ششم در فلات مرکزی ایران و با کد ۱-۶ تعریف شده است. (حاجیان، ۱۳۹۲). تابع تقاضای آب در بخش مسکونی با استفاده از یک تابع مطلوبیت استون- گیری و قید بودجه غیرخطی با در نظر گرفتن متوسط دمای سالیانه تصریح شد (گریفین، ۲۰۰۶، خوش‌اخلاق و همکاران، ۱۳۹۲).

$$MAX \quad U^* = \beta_1 \log(X_1 - \gamma_1) + \beta_2 \log(X_2 - \gamma_2)$$
$$\text{St: } M = P_1 X_1 + P_2 X_2 \ , \ X_i > \gamma_i \ \ (i = 1,2),\ \beta_1 + \beta_2 = 1,\ 0 \le \beta_1, \beta_2 \le 1 \quad (۱)$$

تابع تقاضای کشاورزی با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ و بدست آوردن تابع هزینه لگاریتمی متناظر با این تابع تولید با کاربرد بسط دوم سری تیلور و بهره‌گیری از لم شفارد تصریح شد (گریفین، ۲۰۰۶).

$$Y = \alpha_0 \prod_{i=1}^{n} x_i^{\alpha_1} \cdot e^{\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} b_{ij} \ln x_i \ln x_j} \quad (۲)$$

تابع تقاضای صنعت و معدن نیز با استفاده از یک تابع ترانسلوگ و روش مشابه مرحله قبل برآورد شد. تابع عرضه بلندمدت اقتصادی آب نیز با استفاده از یک تابع

هزینه درجه سوم تعمیم‌یافته تصریح شد (خوش‌اخلاق، ۱۹۷۷). سپس مجموع چهار تابع فوق در یک سیستم معادلات همزمان در دوره ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱ تصریح شد.

$$\mathrm{Q^D_{w1}} = \alpha_0 + \alpha_1(\mathrm{I}/\,P_{w1}) + \alpha_2(P/\,P_{w1}) + \alpha_3 T + \mathrm{U_1}$$
$$Q^D_{w2} = \alpha_5 + \alpha_6 P_{W2} + \alpha_7 PMA + \alpha_8 PEA + \alpha_9 PPA + \alpha_{10} PLA + \alpha_{11} PSA + U_2$$
$$Q^D_{w3} = \alpha_{13} + \alpha_{14} P_{W3} + \alpha_{15} PKIS + \alpha_{16} PENI + \alpha_{17} PPI + \alpha_{18} PLIS + U_3$$
$$Q^S = \lambda_0 + \lambda_1 P_{W_4} + \lambda_2 PL + \lambda_3 PK + \lambda_4 RS + \lambda_5 PE + U_6$$
$$Q^D_{w1} + Q^D_{w2} + Q^D_{w3} = Q^S_w \qquad (۳)$$

۴- یافته‌های پژوهش

به دلیل موهومی و چندجمله‌ای بودن متغیر وابسته در برآورد ارزش آب یا تمایل نهایی به پرداخت برای آب در بخش گردشگری و محیط زیست امکان برآورد سیستمی تقاضای زیست محیطی و گردشگری در سیستم ذیل وجود ندارد. برای حل این مشکل از جمع افقی تقاضای زیست محیطی و گردشگری با تابع تقاضای کلی آب استفاده می‌گردد.

جدول ۱- معرفی متغیرها و برآورد سیستم معادلات همزمان

	نماد متغیر	نام متغیر	متغیر جایگزین	واحد متغیر	علامت	ضریب [احتمال]
۱	Q^D_{w1}	مقدار تقاضای آب در بخش مسکونی	مقدار مصرف آب در چهار بخش خانگی، مصارف عمومی، تولیدی و تجاری و فضای سبز	میلیون مترمکعب سالانه	متغیر وابسته	-
۲	Q^D_{w2}	مقدار تقاضای آب در بخش کشاورزی	مقدار تقاضای آب در بخش کشاورزی	میلیون مترمکعب سالانه	متغیر وابسته	-
۳	Q^D_{w3}	مقدار تقاضای آب صنعت در بخش	مقدار تقاضای آب صنعت در بخش	میلیون مترمکعب سالانه	متغیر وابسته	-

	نماد متغیر	نام متغیر	متغیر جایگزین	واحد متغیر	علامت	ضریب [احتمال]
۴	Q_w^s	مقدار عرضه آب	مجموع برآورد طبیعی زاینده‌رود، استخراج آب زیرزمینی از چاه‌های عمیق، نیمه‌عمیق، قنات، چشمه، کانال اول-دوم، چشمه لنگان وخدنگستان	میلیون مترمکعب	متغیر وابسته	-
۵	P_{wUr}	قیمت آب در بخش مسکونی	قیمت آب اعلام شده توسط سازمآن‌های آب و فاضلاب	مترمکعب ریال	رابطه معکوس	-
۶	P_{WAg}	قیمت آب در بخش کشاورزی	میانگین وزنی حداکثر قیمت یک مترمکعب سالانه آب مصرفی محصولات مختلف	مترمکعب ریال	رابطه معکوس	۹/۰۴۶۳۵۶ [۰/۰۸۸۲۳]
۷	Pww_{tAg}	لگاریتم نسبت قیمت آب در کشاورزی	لگاریتم قیمت آب در بخش کشاورزی تقسیم بر قیمت آب	-	رابطه معکوس	−۲/۷۸۳۰۵۰ [۰/۰۰۰۰۸۸]
۸	P_{WIn}	قیمت آب در بخش صنعت و معدن	متوسط قیمت آب صنعت در بخش‌های مختلف	مترمکعب ریال	رابطه معکوس	−۵/۵۴۵۱۴۰ [۰/۰۱۱۹۲۹]
۹	$\mathrm{PWW}_{t\mathrm{In}}$	لگاریتم نسبت قیمت آب در صنعت	لگاریتم قیمت آب در بخش صنعت تقسیم بر قیمت آب	-	رابطه معکوس	۹/۵۲۴۳۷۰۱ [۰/۰۰۰۰]
۱۰	P_{Ws}	قیمت آب در بخش عرضه	میانگین وزنی یک مترمکعب آب سطحی و زیرزمینی بنابر پروژهای ذخیره و نحوه استخراج	مترمکعب ریال	رابطه مثبت	۰/۰۲۰۹۹۸۳ [۰/۰۹۷۴۰۰۲]

	نماد متغیر	نام متغیر	متغیر جایگزین	واحد متغیر	علامت	ضریب [احتمال]
۱۱	α_0	عرض از مبدا تابع تقاضای شرب	-	-	رابطه مثبت	−۷۷۰/۶۰۱۵۸ [۰/۶۸۲۶۰۳]
۱۲	$IPO/_{Pw}$	درآمد	تولید ناخالص داخلی سالانه	میلیون ریال	رابطه مثبت	۰/۱۰۷۵۶۷۸ [۰/۰۰۰۰]
۱۳	$PPO/_{Pw}$	قیمت سایر کالاها و خدمات	شاخص قیمت مصرف کننده در استان اصفهان	واحد ندارد	رابطه منفی	−۰/۰۳۶۲۵۰۱۰ [۰/۰۵۸۶۳۵]
۱۴	TPO	متغیر آب و هوا	متوسط دمای سالیانه هوا	سانتی گراد	رابطه مثبت	۰/۱۳۶۰۴۷۳ [۰/۰۹۷۴۷۶]
۱۵	$\propto_5$	عرض از مبدا کشاورزی	-	-	-	۹۵۱۱/۰۱۶ [۰/۱۱۳۲۰۴]
۱۶	PEA	قیمت زمین کشاورزی	متوسط اجاره‌بهای یک هکتار زمین برای ۲۵ محصول	در هر فصل کشت (ریال)	رابطه منفی	−۰/۲۳۳۶۷۲ [۰/۱۵۱۸۹۰]
۱۷	PPA	قیمت محصول کشاورزی	ارزش ستانده بخش کشاورزی	میلیون ریال در سال	رابطه مثبت	۳/۷۸۲۴۷۰ [۰/۰۰۰۰]
۱۸	PLA	دستمزد نیروی کار بخش کشاورزی	متوسط در آمد حقوق بگیران در بخش روستایی	ریال سالیانه	رابطه منفی	−۰/۱۹۳۲۷۰۱ [۰/۰۱۱۹۷۴]
۱۹	PMA	قیمت ماشین آلات بخش کشاورزی	ارزش کار تراکتور (متوسط سالانه)	ریال در ساعت	رابطه منفی	−۰/۱۲۳۸۱۴ [۰/۰۶۰۰۱۹]

	نماد متغیر	نام متغیر	متغیر جایگزین	واحد متغیر	علامت	ضریب [احتمال]
۲۰	PSA	قیمت بذر	قیمت ۲۵ بذر مصرفی محصولات کشاورزی (متوسط وزنی سالانه)	ریال در هکتار	رابطه منفی	−۰/۰۹۷۹۴۱ [۰/۰۷۷۹۰۱]
۲۱	$\propto_{13}$	عرض از مبدا صنعت	-	-	-	۳۸۹۸۶/۰۶۶۸ [۰/۲۵۵۲۰۷]
۲۲	PLIS	قیمت نیروی کار در بخش صنعت	میانگین وزنی متوسط پرداخت به نیروی کار در صنعت و معدن	ریال در سال	رابطه منفی	−۱/۰۲۲۴۴۸ [۰/۳۸۳۵۶۶]
۲۳	PKIS	اجاره سرمایه در بخش صنعت	نرخ سود بانکی بعلاوه نرخ استهلاک ۶ درصد	درصد	رابطه منفی	−۰/۴۸۹۹۳۹ [۰/۰۳۶۸۰۷]
۲۴	PES	قیمت انرژی در بخش صنعت	انرژی‌های مصرف شده شامل برق، بنزین، گازوئیل، نفت سیاه در صنایع مختلف	ژول ریال	رابطه منفی	−۰/۷۵۷۵۴۳۸ [۰/۰۸۳۷۶۷]
۲۵	PPS	ارزش تولید	ارزش ستاده کلیه صنایع و معادن	میلیون ریال در سال	رابطه مثبت	۵/۷۳۸۳۰۱ [۰/۰۴۷۳۰۰۳]
۲۶	λ_0	عرض از مبدا تابع عرضه	-	-	رابطه مثبت	۱۵/۷۶۰۰۰۲ [۰/۵۴۲۱۰۰]
۲۷	RS	میزان بارندگی	میزان بارندگی در۴ ایستگاه اورگان، سدزاینده‌رود، اسکندری و قلعه سرخ	سالانه برحسب میلی متر	رابطه مثبت	۰/۰۰۳۹۵۰۷۱ [۰/۰۰۰۰]
۲۸	PK	قیمت سرمایه در بخش عرضه آب	نرخ بهره بلندمدت+ نرخ استهلاک	درصد	رابطه منفی	−۰/۰۳۰۱۸۲۳ [۰/۰۳۴۴۰۱]

	نماد متغیر	نام متغیر	متغیر جایگزین	واحد متغیر	علامت	ضریب [احتمال]
۲۹	PL	قیمت نیروی کار در بخش عرضه آب	میانگین وزنی متوسط پرداخت به نیروی کار در صنعت و معدن	ریال در سال	رابطه منفی	−۰/۰۰۰۰۰۲۰ [۰/۰۰۰۰۷۷۰۱]
۳۰	PE	قیمت انرژی در بخش عرضه آب	انرژی‌های مصرف شده شامل برق، بنزین، گازوئیل، نفت سیاه در صنایع مختلف	ژول ریال	رابطه منفی	−۴۵۵۹۹۵/۰۳ [۰/۶۱۲۹۰۲]

منبع: یافته‌های پژوهش داده‌های مربوط به قیمت‌ها بر اساس سال پایه ۱۳۸۳ حقیقی شده‌اند.

۴-۱- برآورد تابع تقاضای آب در بخش گردشگری

به این دلیل که متغیر وابسته در تقاضای آب محیط زیست و گردشگری از نوع ناپیوسته است امکان برآورد آنها در سیستم معادلات همزمان فوق وجود ندارد. با استفاده از الگوهای لاجیت شرطی و آشیانه‌ای حداکثر تمایل به پرداخت نهایی برای آب در این دو بخش برآورد می‌گردد سپس با برآورد نیاز زیست‌محیطی رودخانه و تالاب به آب با استفاده از روش تنانت و تبخیر از سطح آزاد طشت ترکیب می‌گردد تا قیمت هر مترمکعب آب در بخش گردشگری و محیط زیست به صورت مجزا برآورد گردد، تا در طراحی بازار آب مورد استفاده قرار گیرد. در این دو بخش از پنج مطالعه مجزای جلیلی و همکاران (۱۳۹۳)، جلیلی (۱۳۹۵) برای برآورد تمایل نهایی به پرداخت آب در بخش گردشگری، مطالعات دیگر جلیلی و همکاران (۱۳۹۴، ۱۳۹۵) برای تمایل نهایی به پرداخت آب در بخش محیط زیست و در نهایت مطالعه جلیلی و خوش‌اخلاق (۱۳۹۴) برای برآورد قیمت هر مترمکعب آب در بخش گردشگری و محیط زیست استفاده شده است.

جدول ۲- قیمت ضمنی یا تمایل به پرداخت برای هر سطح یک ویژگی در زاینده‌رود به منظور استخراج قیمت آب

ویژگی	الگوی لاجیت شرطی		الگوی لاجیت آشیانه‌ای	
	تمایل به پرداخت	شاخص	تمایل به پرداخت	شاخص
حفظ تنوع جنگلی و چشم انداز طبیعی تفرجگاه	۶۸۳۲/۱۳۸*	۷۰/۳۸	۱۲۶۵۰/۰۰۰*	۷۴/۴۳
حفظ آثار باستانی و تاریخی موجود در تفرجگاه	۶۷۴۴/۸۹۴	۶۹/۴۸	۱۱۴۳۳/۳۳۳	۶۷/۲۷
حفظ بهداشت محیط و آب رودخانه تفرجگاه	۴۵۵۱/۸۳۹	۴۶/۸۹	۳۹۸۸/۸۸۸	۲۳/۴۷
وجود آب در جریان در سطح رودخانه	۹۷۰۷/۰۴۵	۱۰۰	۱۶۹۹۴/۴۴۴	۱۰۰

منبع: جلیلی و همکاران، ۱۳۹۴ * قیمت‌ها به ریال هستند.

در مطالعه جلیلی و خوش‌اخلاق (۱۳۹۵) مبتنی بر روش تنانت، حداقل نیاز زیست‌محیطی زاینده‌رود ۱۵۸ میلیون مترمکعب در سال برآورد شده است که با ترکیب تمایل نهایی به پرداخت برای بهبود یا تنزل (افزایش یا کاهش یک فصل) جریان آب در روش آزمون انتخاب بر اساس الگوی لاجیت شرطی و آشیانه‌ای در مطالعه دیگر جلیلی و همکاران (۱۳۹۳) و جلیلی (۱۳۹۵)، ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب در بخش گردشگری در حوضه آب‌ریز زاینده‌رود ۱۱۴۶/۳۸۵ریال برآورد شد.

۴-۲- برآورد تابع تقاضای آب در بخش محیط زیست

با ترکیب نتایج مطالعه جلیلی و خوش‌اخلاق (۱۳۹۴) در برآورد نیاز زیست‌محیطی ۱۵۹ میلیون مترمکعبی تالاب در روش تبخیر از سطح طشت (۷ میلی متر روزانه و ۷۰ کیلومترمربع سطح تالاب) و حداکثر تمایل به پرداخت افراد برای افزایش یک سطح (۵۰ سانتیمتر افزایش سطح آب تالاب) آب ورودی به تالاب در الگوی آزمون انتخاب مبتنی بر مطالعه جلیلی و همکاران (۱۳۹۳) و جلیلی و همکاران (۲۰۱۶) ارزش اقتصادی یا تمایل به پرداخت نهایی افراد برای هر مترمکعب آب در بخش محیط‌زیست (تالاب گاوخونی) در حوضه آب‌ریز زاینده‌رود ۵۹۶/۷۳۹ ریال برآورد می‌گردد تا در

طراحی مکانیسم در حوضه آبریز زاینده‌رود مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۳- تمایل به پرداخت برای هر سطح ویژگی‌های تالاب گاوخونی برای استخراج قیمت آب در بخش محیط‌زیست

نوع الگو	لاجیت شرطی CLM		لاجیت آشیانه‌ای NLM	
ویژگی	تمایل به پرداخت	شاخص	تمایل به پرداخت	شاخص
حفظ تنوع گیاهی و جنگلی تالاب	۱۰۷۹۷/۳	۶۴/۶۵	۸۶۳۶/۱	۶۸/۶۳
حفظ زیستگاه و حیات موجودات تالاب	۱۶۶۹۸/۷	۱۰۰	۱۲۵۸۴/۲	۱۰۰
حفظ بهداشت محیط و آب تالاب	۱۴۶۱۷/۶	۸۷/۵۳	۱۱۵۵۳	۹۱/۸۱
افزایش سطح آب تالاب	۵۵۸۷/۸۴	۳۳/۴۶	۴۷۴۰/۱	۳۷/۶۷

منبع: جلیلی و همکاران، ۱۳۹۴ * قیمت‌ها به ریال هستند.

۴-۳- برآورد تابع تقاضای شرب

مبتنی بر نتایج برآورد سیستم معادلات همزمان در جدول (۳) تابع تقاضای شرب در میانگین متغیرهای مستقل (دنگیو، ۲۰۱۲) به صورت زیر برآورد می‌گردد:

$$\hat{Q}_{tw}^{DRe} = 154.2281687 + 549205.099/\hat{\mathrm{P}}_{\mathrm{tWRe}} \qquad (۴)$$

کشش‌های تابع تقاضای شرب به ترتیب شامل کشش خودی قیمتی تقاضا، کشش متقاطع قیمتی تقاضا و کشش **درآمدی** بطور نمونه برای سال ۱۳۹۱ در حوضه آبریز زاینده‌رود محاسبه می‌گردد.

$$E^{D}_{Q_W^{DUR},\ pw} = \ dQ_W^{DUR}/dP_W \,.\, P_W/w = \left(-\alpha_1\, I/Pw^2 - \alpha_2\, {}^{P}/_{Pw^2}\right).$$

$$Pw/I = -0.361$$

$$E^{D}_{Q_W^{DUR},P} = dQ_W^{DUR}/dP_W \,.\, P/Q_W^{DUR} \ = \alpha_2(1/Pw)(\,P/Q_W^{DUR}) = -0.2431$$

$$E^{D}_{Q_W^{DUR},I} = \ dQ_W^{DUR}/d\mathrm{I}\ .\ I/Q_W^{DUR} = \alpha_1(1/Pw)(I/Q_W^{DUR}) = 0.5223 \qquad (۵)$$

جدول ۴- جدول تقاضای شرب در حوضه آب‌ریز زاینده‌رود

سال	عرض از مبدا تابع تقاضای استون- گیری	شیب تابع تقاضای استون- گیری	مقدار حداقل شرب روزانه به لیتر
۱۳۸۰	۱۳۳.۴	۲۳۶۸۲۵.۵	۹۱.۸
۱۳۸۱	۱۱۹.۸	.۳۷۸۷۸۳	۹۰.۲
۱۳۸۲	۱۲۴.۷	۴۳۴۷۵۲.۶	۹۲.۴
۱۳۸۳	۱۳۳.۸	۴۸۵۰۸۹.۹	۹۷.۵
۱۳۸۴	۱۴۱.۴	.۵۳۶۵۵۶	۱۰۱.۴
۱۳۸۵	۱۵۰.۸	۵۰۷۴۶۵.۷	۱۰۶.۶
۱۳۸۶	.۱۶۹	۶۰۸۹۰۸.۴	۱۰۷.۵
۱۳۸۷	۱۷۴.۱	۶۲۰۷۲۷.۱	۱۰۹.۳
۱۳۸۸	۱۷۵.۵	۶۷۷۵۴۵.۸	۱۰۸.۶
۱۳۸۹	۱۷۰.۷	۶۵۴۵۴۳.۵	۱۰۴.۱
۱۳۹۰	۱۷۹.۲	۶۸۳۱۵۴.۳	۱۰۷.۷
۱۳۹۱	۱۷۸.۳	۷۶۶۱۰۹.۵	۱۰۵.۸
میانگین	۱۵۴.۲	۵۴۹۲۰۵.۱	۱۰۱.۹

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۵- کشش تابع تقاضای آب شرب و مقدار تغییر متغیر وابسته با یک واحد تغیر در متغیرهای مستقل

نام متغیر مستقل	قیمت آب	درآمد حقیقی	شاخص قیمت سایر کالاها	دمای هوا
کشش	−۰/۳۶۱	۰/۵۲۲۳	−۰/۲۴۳۱	۰/۲۹۸۲
تغییر متغیر وابسته	−۱/۶۰۲۱۵	۰/۸۴۴۴	−۰/۵۴۲۸	۰/۲۲۰۴

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۴- برآورد تقاضای آب کشاورزی

مبتنی بر نتایج جدول (۱) و سیستم معادلات (۳) با ثابت در نظر گرفتن سایر متغیرهای تاثیر گذار بر مقدار تقاضای آب در بخش کشاورزی و محاسبه میانگین سال‌های فوق،

تابع تقاضای آب (به صورت تابه تقاضای کوتاه‌مدت) به صورت یک تابع بین مقـدار آب و قیمت آب به صورت زیر برآورد می‌گردد:

$$\widehat{Q}_{tw}^{DAg} = -6497.836 + 6346914.89/\widehat{P}_{tWAg} \quad (۶)$$

جدو ل ۵- جدول تقاضای آب کشاورزی برای سال‌های مورد مطالعه در حوضه آب‌ریز زاینده‌رود

سال	عرض از مبدا کشاورزی	شیب تابع تقاضای کشاورزی	قیمت حدی حقیقی	قیمت حدی اسمی
۱۳۸۰	۶۶۰۵.۳-	.۵۹۱۴۲۱۹	۸۹۵.۴	۵۸۰.۲
۱۳۸۱	۶۵۵۱.۱-	۶۱۶۸۴۱۷.۸	۹۴۱.۶	۷۰۷.۱
۱۳۸۲	۶۳۴۸.۳-	۶۲۸۳۲۵۳.۸	۹۸۹.۸	۸۵۹.۱
۱۳۸۳	۶۵۳۹.۳-	۶۵۰۰۲۲۳.۲	.۹۹۴	.۹۹۴
۱۳۸۴	۶۶۰۲.۷-	۶۹۱۸۵۰۳.۸	۱۰۴۷.۸	۱۱۷۵.۷
۱۳۸۵	۶۴۹۳.۳-	۷۱۰۶۵۸۱.۲	۱۰۹۴.۵	۱۳۷۴.۶
۱۳۸۶	۶۲۲۲.۵-	۶۶۷۱۷۷۴.۱	۱۰۷۲.۲	۱۵۸۴.۷
۱۳۸۷	۶۵۲۶.۳-	۶۵۳۲۷۹۰.۹	.۱۰۰۱	۱۸۵۶.۹
۱۳۸۸	۶۶۱۹.۶-	۶۳۰۲۷۳۱.۹	۹۵۲.۱	۱۹۵۶.۶
۱۳۸۹	۶۴۳۱.۷-	۶۰۷۸۷۸۰.۸	۹۴۵.۱	۲۲۱۹.۲
۱۳۹۰	۶۵۴۴.۸-	۵۹۲۰۶۴۰.۲	۹۰۴.۶	۳۴۵۰.۳
۱۳۹۱	۶۴۸۹.۳-	۵۷۶۵۰۶۲.۱	۸۸۸.۴	۳۶۲۲.۹
میانگین	۶۴۹۷.۸-	۶۳۴۶۹۱۴.۹	۹۷۷.۲	۱۶۹۸.۴

منبع: یافته‌های پژوهش قیمت‌ها به ریال است.

جدول ۶- کشش تقاضای آب کشاورزی و مقدار تغیر متغیر وابسته با یک درصد تغیر در متغیرهای مستقل

نام متغیر مستقل	قیمت آب	قیمت نیروی کار	قیمت زمین	قیمت ماشین‌آلات	قیمت بذر	تولید بخش کشاورزی
کشش	-۰/۳۵۱۳	-۰/۰۳۴۳	-۰/۰۴۱۴	-۰/۰۲۱۹	-۰/۰۱۷۳۸	۰/۶۷۱۴
تغییر متغیر وابسته	-۹/۲۲۶۶	-۰/۹۰۰۸۳	-۱/۰۸۹۱	-۰/۵۷۷۰۹	-۰/۴۵۶۵۰۲	۱۷/۶۳۰۰۸

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۵- برآورد تابع تقاضای صنعت و معدن

مبتنی بر نتایج جدول (۱) و سیستم معادلات (۳) با ثابت در نظر گرفتن سایر متغیرهای تاثیر گذار بر مقدار تقاضای آب در بخش صنعت و معدن و در نظر گرفتن متغیرهای مستقل در مقدار میانگین، تابع تقاضای آب به صورت یک تابع بین مقدار آب و قیمت آب به صورت زیر برآورد می‌گردد:

$$\widehat{Q}_{tw}^{DIn} = -473.693 + 3093302.65/\widehat{P}_{tWIn} \quad (۷)$$

جدو ل ۷- استخراج جدول تقاضای صنعت و معدن برای سال‌های مورد مطالعه در حوضه آب‌ریز زاینده‌رود

سال	عرض از مبدا بخش صنعت	شیب تابع تقاضای بخش صنعت	قیمت حدی حقیقی	قیمت حدی اسمی
۱۳۸۰	۴۷۰.۴-	۲۵۷۹۹۱۲.۴	.۵۴۸۵	۳۵۵۴.۳
۱۳۸۱	۵۰۷.۲-	۳۰۶۴۸۴۵.۴	۶۰۴۲.۶	.۴۵۳۸
۱۳۸۲	۴۵۹.۵-	۲۹۸۰۲۴۳.۳	۶۴۸۶.۲	.۵۶۳۰
۱۳۸۳	۴۹۵.۷-	۳۱۶۵۶۸۲.۷	۶۳۸۶.۷	۶۳۸۶.۷
۱۳۸۴	.۵۰۴-	۳۴۶۰۱۶۴.۹	۶۸۶۵.۸	۷۷۰۳.۴
۱۳۸۵	۴۶۲.۴-	.۳۴۲۰۹۶۶	۷۳۹۷.۷	۹۲۹۱.۵
۱۳۸۶	۴۷۵.۸-	۳۴۰۷۳۳۸.۳	۷۱۶۱.۳	۱۰۵۸۴.۴
۱۳۸۷	۴۵۹.۶-	۳۱۸۲۹۸۲.۷	۶۹۲۴.۸	۱۲۸۴۵.۶
۱۳۸۸	۴۶۸.۵-	۳۰۹۶۹۹۹.۴	۶۶۱۰.۲	.۱۳۵۸۴
۱۳۸۹	۴۶۹.۸-	۳۰۵۳۹۳۲.۴	۶۵۰۱.۱	۱۵۲۶۴.۶
۱۳۹۰	.۴۴۷-	.۲۸۷۶۰۳۰	۶۴۳۴.۴	۲۴۵۴۰.۸
۱۳۹۱	۴۶۴.۵-	۲۸۳۰۵۳۴.۳	۶۰۹۳.۶	۳۰۹۴۳.۴
میانگین	۴۷۳.۷-	۳۰۹۳۳۰۲.۷	۶۵۳۲.۵	۱۲۰۷۲.۲

منبع: یافته‌های پژوهش قیمت‌ها به ریال است

جدول ۸- کشش تقاضای صنعت و معدن و مقدار تغییر متغیر وابسته با یک درصد تغییر متغیرهای مستقل

نام متغیر مستقل	قیمت آب	قیمت سرمایه	قیمت انرژی	قیمت نیروی کار	تولید کشاورزی
کشش	-۰/۱۴۸۵۱	-۰/۰۸۷۲۴	-۰/۰۶۰۸۵	-۰/۰۸۲۱	۰/۴۶۱۰۶
تغییر متغیر وابسته	-۰/۳۱۲۸۷	-۰/۱۸۳۷۹	-۰/۱۲۸۱۹	-۰/۱۷۳۰۶	۰/۹۷۱۳۰

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۶- برآورد تابع عرضه بلندمدت اقتصادی آب

جدو ل ۹- استخراج جدول عرضه آب برای سال‌های مورد مطالعه در حوضه آب‌ریز زاینده‌رود

سال	عرض از مبدا	شیب تابع عرضه	شیب منحنی عرضه
۱۳۸۰	۲۹۱.۸	۲.۰۹۹۸۳	۰.۴۷۶
۱۳۸۱	۵۲۲.۴	۲.۰۹۹۸۳	۰.۴۷۶۲۳
۱۳۸۲	۴۸۶.۱	۲.۰۹۹۸۳	۰.۴۷۶۲۳
۱۳۸۳	۳۴۲.۶	۲.۰۹۹۸۳	۰.۴۷۶۲۳
۱۳۸۴	۲۵۰.۲	۲.۰۹۹۸۳	۰.۴۷۶۲۳
۱۳۸۵	۷۰۴.۸	۲.۰۹۹۸۳	۰.۴۷۶۲۳
۱۳۸۶	۷۱۳.۱	۲.۰۹۹۸۳	۰.۴۷۶۲۳
۱۳۸۷	۵۴۹.۶	۲.۰۹۹۸۳	۰.۴۷۶۲۳
۱۳۸۸	۷۸۶.۹	۲.۰۹۹۸۳	۰.۴۷۶۲۳
۱۳۸۹	۴۲۵.۳	۲.۰۹۹۸۳	۰.۴۷۶۲۳
۱۳۹۰	۴۲۴.۳	۲.۰۹۹۸۳	۰.۴۷۶۲۳
۱۳۹۱	.۴۲۳	۲.۰۹۹۸۳	۰.۴۷۶۲۳
میانگین	۴۹۳.۳	۲.۰۹۹۸۳	۰.۴۷۶۲۳

منبع: یافته‌های پژوهش

مبتنی بر نتایج جدول (۱) و سیستم معادلات (۳) با ثابت در نظر گرفتن سایر متغیرهای تاثیر گذار بر مقدار عرضه آب و در نظر گرفتن میانگین توابع برآورد شده،

تابع عرضه آب به صورت یک تابع بین مقدار آب و قیمت آب به صورت زیر برآورد می‌گردد:

$$\widehat{\mathrm{Q}}_{tw}^{s} = 493.349 + 2.0998\ (\widehat{\mathrm{PW}}_{ts}) \qquad (۸)$$

جدول ۱۰- کشش تابع عرضه آب و مقدار تغییر متغیر وابسته با تغییر یک درصد متغیرهای مستقل

نام متغیر مستقل	قیمت آب	قیمت نیروی کار	قیمت سرمایه	میزان بارندگی	قیمت انرژی
کشش	۰/۰۰۰۵۶	−۰/۰۱۰۶	−۰/۰۲۴۲	۰/۱۷۷۹۷	−۰/۰۱۲۵۷
تغییر متغیر وابسته	۱/۸۳۵۶۹	−۰/۳۴۵۴۱	−۰/۷۸۴۷۴	۰/۵۷۶۸۰	−۰/۴۰۷۵۸۴

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۷- برآورد نقطه تعادل اولیه بازار آب

مبتنی بر نتایج جدول (۱) به ترتیب سه تابع تقاضای شرب، کشاورزی و صنعت و معدن و تابع عرضه بلندمدت اقتصادی آب استخراج می‌گردد و در نهایت نقطه تعادل عرضه و تقاضا محاسبه می‌گردد.

$$\begin{aligned}
\hat{Q}_{w1}^{DRe} &= 154.2281687 + 549205.099/\hat{\mathrm{P}}_{\mathrm{tWRe}} \\
\hat{Q}_{tw}^{DAg} &= -6497.836 + 6346914.89/\hat{P}_{tWAg} \\
\widehat{\mathrm{Q}}_{\mathrm{tw}}^{\mathrm{DIn}} &= -473.693 + 3093302.65/\hat{\mathrm{P}}_{\mathrm{tWIn}} \\
\widehat{\mathrm{Q}}_{tw}^{s} &= 493.349 + 2.0998\ (\widehat{\mathrm{PW}}_{ts}) \\
D_{1\mathrm{w}}^{AD} &= Q_{w1}^{D} + Q_{w2}^{D} + Q_{w3}^{D} = Q_{w}^{s}
\end{aligned} \qquad (۹)$$

در این حالت نقطه بهینه اولیه به این صورت خواهد بود:

$$\mathrm{Q}^{*} = 2696.74211 \quad \mathrm{Mm}^{3} \qquad \hat{P}_{R}^{*} = 1049.3152 \quad \mathrm{Rials} \qquad (۱۰)$$

جدول ۱۱- برآورد نقطه تعادل و قیمت حقیقی و اسمی تعادلی بر اساس سیستم معادلات (۸)

سال	مقدار تعادلی اولیه	قیمت تعادلی حقیقی اولیه	قیمت اسمی اولیه
۱۳۸۰	۲۲۷۹.۹	۹۴۶.۷	۶۱۳.۵
۱۳۸۱	۲۶۳۱.۵	۱۰۰۴.۴	۷۵۴.۳
۱۳۸۲	۲۶۶۴.۷	۱۰۳۷.۵	۹۰۰.۵
۱۳۸۳	۲۵۸۸.۸	۱۰۶۹.۷	۱۰۶۹.۷
۱۳۸۴	۲۶۳۷.۱	۱۱۳۶.۷	۱۲۷۵.۴
۱۳۸۵	۳۰۵۴.۹	۱۱۱۹.۲	۱۴۰۵.۷
۱۳۸۶	۳۰۵۴.۸	۱۱۱۵.۲	۱۶۴۸.۲
۱۳۸۷	۲۸۰۶.۳	۱۰۷۴.۷	۱۹۹۳.۶
۱۳۸۸	۲۹۳۵.۶	۱۰۲۳.۳	۲۱۰۲.۸
۱۳۸۹	۲۶۲۲.۵	۱۰۴۶.۴	۲۴۵۶.۹
۱۳۹۰	۲۵۵۰.۴	۱۰۱۲.۵	۳۸۶۱.۶
۱۳۹۱	۲۵۳۴.۵	۱۰۰۵.۶	۵۱۰۶.۲
میانگین	۲۶۹۶.۷	۱۰۴۹.۳	۱۹۳۲.۴

منبع: یافته‌های پژوهش　　واحد: میلیون مترمکعب، ریال

به منظور استفاده از مکانیسم پذیرش تاخیری یا الگوریتم گیل- شپلی فروض زیر را در نظر گرفته می‌شود.

- سه بخش کشاورزی M_1، صنعت و معدن M_2 و مسکونی M_3 متقاضی آب هستند.
- سه بخش فوق هر سال بر اساس سهم از نسبت کل و نه به صورت مطلق دارای حق‌آبه هستند.
- سه بخش ذکر شده می‌توانند حق‌آبه مازاد بر مصرف خود را عرضه نمایند و به عرضه‌کننده اقتصادی آب تبدیل گردند. حتی این بخش‌ها در صورت توجیه اقتصادی با تغییر فرآیند تولید خود می‌توانند به تولیدکننده آب تبدیل گردند. بخش کشاورزی W_1، صنعت و معدن W_2 و مسکونی W_3.

در این تطبیق که تقریبا مشابه دنیای واقعی است و حالت اول در برآورد نقطه تعادل بود، سهم بخش محیط‌زیست و گردشگری در نظر گرفته نمی‌شود. بر اساس معیارهای تطبیق، ترجیحات عرضه و تقاضاکنندگان آب به شکل زیر است:

M_1: (W_1, W_3, W_2) W_1: (M_2, M_1, M_3)
M_2: (W_1, W_2, W_3) W_2: (M_2, M_3, M_1)
M_3: (W_3, W_1, W_2) W_3: (M_2, M_3, M_1) (۱۱)

M_1:(W_1, W_3, W_2) تقاضا کننده اول ترجیح می‌دهد که به دلیل حجم بالای تقاضای مورد نیاز ابتدا از بخش کشاورزی آب تهیه نماید. سپس به دلیل تفاوت قیمت و امکان وجود صرفه‌جویی ابتدا خرید آب از بخش مسکونی را ترجیح می‌دهد و در نهایت در صورت نبود آب، پیشنهاد قیمت بالاتر و توانایی پرداخت از بخش صنعت و معدن آب خریداری می‌نماید. M_2: (W_1, W_2, W_3) تقاضا کننده دوم یعنی صنعت و معدن ترجیح می‌دهد که به دلیل گستردگی حجم عرضه، امنیت تامین آب و قیمت پائین آب از بخش کشاورزی آب تهیه نماید و در مرحله دوم به صورت درون بخشی تامین نیاز نماید و در مرحله آخر از صرفه جویی در بخش مسکونی خریداری نماید. M_3: (W_3, W_1, W_2) تقاضای بخش مسکونی نیز ابتدا از خود بخش مسکونی تهیه می‌گردد و در صورت نیاز بیشتر با توجه به قیمت از بخش کشاورزی و در نهایت از بخش صنعت و معدن تهیه می‌گردد. در سمت مقابل، عرضه‌کنندگان نیز ترجیحات واقعی خود را به این شکل بیان می‌دارند که برای هر سه عرضه‌کننده تقاضاکننده صنعت و معدن در ارجحیت قرار دارد زیرا قیمت بالاتری پرداخت می‌نمایند. W_1 : (M_2, M_1, M_3) کشاورزان ترجیح می‌دهند که به دلیل حجم گسترده تقاضا بجای بخش مسکونی آب را به بخش کشاورزی به فروش برسانند و در صورت وجود مازاد آن را به بخش مسکونی که تقاضایی ناپایدار است و نیاز به افزایش کیفیت آب است عرضه نمایند. بخش صنعت و معدن و مسکونی نیز ترجیحات مشابه دارند و قیمت اصل اساسی در ترجیحات آنان را دارد به طوری که بخش صنعت و معدن در ارجحیت و کشاورزی در مرحله آخر قرار دارد.

حل الگوریتم پذیرش تاخیری: چون مبادلات همگن نیستند الگوریتم پیشنهادی الگوریتم مبتنی بر قیمت خواهد بود. حل الگوریتم به دو صورت انجام می‌پذیرد. پیشنهاد از طرف عرضه‌کنندگان یا پیشنهاد از طرف تقاضاکنندگان که منجر به نتایج متفاوت می‌گردد. ویژگی این بازار این است که در صورتی که مقداری آب خریداری نشود و عرضه‌کننده نیز نیاز به مصرف آن نداشته باشد در آخر دوره مالی این آب توسط بخش محیط‌زیست با حداقل قیمت خریداری خواهد شد. حداکثر مقدار تکرار مراحل در این الگوریتم برابر با $n^2 - 2n + n$ که در آن n تعداد عرضه‌کننده یا تقاضاکننده است (گیل و شپلی، ۱۹۶۲).

حالت اول: تقاضاکنندگان شروع کننده مکانیسم باشند: این مکانیسم در دو مرحله قابل حل است (M_3, W_3). مرحله اول: فقط تقاضاکننده سوم با عرضه‌کننده سوم تطبیق می‌یابد و دو تخصیص دیگر به مرحله دوم انتقال می‌یابد. در مرحله دوم چون هر دو تقاضاکنندگان دوم و سوم، عرضه‌کننده اول را ترجیح می‌دهند از ترجیحات عرضه‌کننده در طرف مقابل بازار استفاده می‌نماییم که تقاضاکننده دوم را در اولویت ترجیحات قرار داده است. بدین ترتیب در مرحله دوم انطباق (M_2, W_1) اتفاق می‌افتد و تنها عرضه و تقاضاکننده که ناچارا با یکدیگر انطباق می‌یابند (M_1, W_2) است.

حالت دوم: عرضه‌کنندگان شروع کننده مکانیسم باشند: این مکانیسم نیز در دو مرحله قابل حل است. عرضه‌کنندگان تقاضای کننده صنعت و معدن را در اولویت قرار داده‌اند زیرا این بخش بالاترین ارزش افزوده را برای آب ایجاد می‌نماید و به این ترتیب می‌تواند قیمت بالاتری را پیشنهاد دهد. اما به دلیل ایجاد گرده در بازی به سمت طرف مقابل بازار یعنی سمت تقاضا می‌رویم تا مشخص شود که صنعت و معدن کدام عرضه‌کننده را در اولویت قرار داده است. بخش صنعت و معدن به دلایل ذکر شده بخش کشاورزی را در اولویت قرار داده است به این ترتیب در مرحله اول انطباق (W_1, M_2) رخ می‌دهد. در مرحله دوم نیز که تقاضا کننده M_2 تامین شده‌است رقابت عرضه‌کننده دوم W_2 و سوم W_3 برای

فروش آب به تقاضاکننده سوم که قیمت بالاتری را می‌پردازد خواهد بود که بـه دلیـل تشـابه ترجیحات مجددا به سمت مقابـل بـازار توجـه مـی‌نمـایم کـه در ایـن صـورت نیـز انطبـاق (W_2, M_1) رخ می‌دهد و تنها انطباق باقیمانده نیز (W_3, M_3) خواهد بود.

جدول ۱۲- مراحل انطباق مکانیسم طراحی بازار آب در حوضه آب‌ریز زاینده‌رود از سمت عرضه و تقاضاکنندگان مبتنی بر تعادل اولیه

تقاضای بخش مسکونی	تقاضای بخش صنعت و معدن	تقاضای بخش کشاورزی	شروع کننده انطباق		عرضه‌ی بخش مسکونی	عرضه‌ی بخش صنعت و معدن	عرضه‌ی بخش کشاورزی
			تقاضاکنندگان	عرضه‌کنندگان			
M_3	M_2	M_1			W_3	W_2	W_1
-	W_1 و W_2 و W_3	-	گام ۱		M_3	-	M_1 و M_2
W_2 و W_3	W_1	-	گام ۲		M_1 و M_3	-	M_2
W_3	W_1	W_2	گام ۳ = تطبیق نهایی		M_3	M_1	M_2
عرضه‌ی بخش مسکونی	عرضه‌ی بخش کشاورزی	عرضه‌ی بخش صنعت و معدن	عرضه‌کنندگان	تقاضاکنندگان	تقاضای بخش مسکونی	تقاضای بخش کشاورزی	تقاضای بخش صنعت و معدن

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۸- برآورد نقطه تعادل ثانویه بازار آب

در تعادل ثانویه تقاضای بخش گردشگری و تقاضای بخش محیط زیست برای آب نیز به سـه تابع تقاضای و تابع عرضه قبلی اضافه مـی‌گـردد. بـر اسـاس روش کارولینـای جنـوبی، روش تنانت (مونتانا) و میانگین ایـن دو روش نیـاز آبـی زاینـده‌رود بـه ترتیـب ۳۳۲، ۱۷۶ و ۲۵۴ میلیون مترمکعب در سال برآورد شد. حداقل آب مورد نیـاز بـرای تـالاب بـه روش تبخیـر از سطح، ۱۹۲ میلیون مترمکعب در سال محاسبه گردید (جلیلی و خوش‌اخلاق، ۱۳۹۳).

$$\hat{Q}_{w1}^{DRe} = 154.2281687 + 549205.099/\hat{P}_{tWRe}$$
$$\hat{Q}_{tw}^{DAg} = -6497.836 + 6346914.89/\hat{P}_{tWAg}$$
$$\hat{Q}_{tw}^{DIn} = -473.693 + 3093302.65/\hat{P}_{tWIn}$$
$$\hat{Q}_{tw}^{DRE} = 254$$
$$\hat{Q}_{tw}^{DEN} = 179 \qquad (۱۲)$$
$$\hat{Q}_{tw}^{s} = 493.349 + 2.0998\,(\hat{P}W_{ts})$$
$$D_{3w}^{AD} = Q_{w1}^{D} + Q_{w2}^{D} + Q_{w3}^{D} + Q_{w5}^{DRE} + \hat{Q}_{tw}^{DEN} = Q_{w}^{s}$$

جدول ۱۳- برآورد نقطه تعادل و قیمت حقیقی و اسمی تعادلی بر اساس معادله (۱۰)

سال	مقدار تعادلی ثانویه	قیمت تعادلی حقیقی ثانویه	قیمت تعادلی اسمی ثانویه
۱۳۸۰	۲۳۵۷.۴	۹۸۳.۷	۶۳۷.۴
۱۳۸۱	۲۷۱۰.۴	.۱۰۴۲	۷۸۲.۵
۱۳۸۲	۲۷۴۷.۳	۱۰۷۶.۸	۹۳۴.۷
۱۳۸۳	۲۶۷۲.۳	۱۱۰۹.۵	۱۱۰۹.۵
۱۳۸۴	.۲۷۲۴	۱۱۷۸.۱	۱۳۲۱.۸
۱۳۸۵	۳۱۳۸.۸	۱۱۵۹.۲	۱۴۵۵.۹
۱۳۸۶	۳۱۴۰.۵	.۱۱۵۶	۱۷۰۸.۵
۱۳۸۷	۲۸۸۹.۲	۱۱۱۴.۲	۹.۲۰۶۶
۱۳۸۸	۳۰۱۳.۸	۱۰۶۰.۵	۲۱۷۹.۳
۱۳۸۹	۲۷۰۵.۶	.۱۰۸۶	۲۵۴۹.۹
۱۳۹۰	۲۶۳۱.۲	.۱۰۵۱	۴۰۰۸.۵
۱۳۹۱	۲۶۱۵.۳	.۱۰۴۴	۵۳۰۱.۶
میانگین	۲۷۷۸.۸	۱۰۸۸.۴	۲۰۰۴.۷

منبع: یافته‌های پژوهش واحد: میلیون مترمکعب، ریال

در این حالت نقطه بهینه e_2 به این صورت خواهد بود:

$$\hat{Q}_2^* = 2778.8331\ \text{Mm}^3 \qquad \hat{P}_{2R}^* = 1088.4091 \qquad \text{Rials} \qquad (۱۳)$$

در این تطبیق علاوه بر سه بخش کشاورزی، صنعت و معدن و مسکونی یک بخش

تجمیع شده گردشگری و محیط‌زیست نیز که نیاز آن‌ها به صورت حداقل نیاز زیست‌محیطی که مصرفی در نظر گرفته شده‌است به بازیگران مکانیسم تطبیق اضافه می‌گردد و تطبیق مبتنی بر نقطه تعادل دوم تحلیل می‌گردد. M_4 تقاضای بخش محیط‌زیست و گردشگری برای آب، W_4 عرضه بخش محیط‌زیست و گردشگری در صورتی که حداقل نیاز زیست‌محیطی آب از طریق بارش‌های جوی تامین گردد یا اینکه در فصولی نیاز به حق‌آبه کمتر داشته باشد.

$$\begin{aligned} M_1&: (W_1, W_2, W_3, W_4) & W_1&: (M_4, M_3, M_1, M_2) \\ M_2&: (W_1, W_4, W_3, W_2) & W_2&: (M_2, M_4, M_1, M_3) \\ M_3&: (W_2, W_1, W_3, W_4) & W_3&: (M_4, M_1, M_2, M_3) \\ M_4&: (W_4, W_2, W_3, W_1) & W_4&: (M_3, M_2, M_1, M_4) \end{aligned} \qquad (۱۴)$$

جدول ۱۴- مراحل انطباق مکانیسم طراحی بازار آب در حوضه زاینده‌رود از سمت تقاضاکنندگان مبتنی بر تعادل ثانویه

عرضه‌کنندگان در حوضه آب‌ریز زاینده‌رود	عرضه‌ی بخش کشاورزی	عرضه‌ی بخش صنعت و معدن	عرضه‌ی بخش مسکونی	عرضه‌ی بخش محیط‌زیست و گردشگری
	W_1	W_2	W_3	W_4
گام ۱	M_1 و M_2	M_3	-	M_4
گام ۲	M_1	M_3	-	M_4 و M_2
گام ۳	M_1	M_3 و M_4	-	M_2
گام ۴	M_1 و M_3	M_4	-	M_2
گام ۵	M_3	M_1 و M_4	-	M_2
گام ۶= تطبیق نهایی	M_3	M_4	M_1	M_2
تقاضاکنندگان در حوضه آب‌ریز زاینده‌رود	تقاضای بخش مسکونی	تقاضای بخش محیط‌زیست و گردشگری	تقاضای بخش کشاورزی	تقاضای بخش صنعت و معدن

منبع: یافته‌های پژوهش

اگر بازی با پیشنهاد تقاضاکنندگان شروع شود در آن صورت الگوریتم پذیرش

تاخیری در شش مرحله انطباق می‌دهد و پیامدهای نهایی بازی را مشخص می‌نماید. همان طور که مشاهده می‌شود جفت‌های (W_1 , M_3) ، (W_2 , M_4) ، (W_3 , M_1) ، (W_4 , M_2) به عنوان تطبیق‌های پایدار حاصل می‌شود و اگر بازی با پیشنهاد عرضه‌کنندگان شروع شود در آن صورت تطبیق‌های به صورت زیر خواهد بود:

جدول ۱۵- مراحل انطباق مکانیسم طراحی بازار آب در حوضه زاینده‌رود از سمت عرضه‌کنندگان مبتنی بر تعادل e_3

تقاضای بخش محیط‌زیست و گردشگری	تقاضای بخش مسکونی	تقاضای بخش صنعت و معدن	تقاضای بخش کشاورزی	تقاضاکنندگان در حوضه آب‌ریز زاینده‌رود
M_4	M_3	M_2	M_1	
W_1 و W_3	W_4	W_2	-	گام ۱
W_3	W_1 و W_4	W_2	-	گام ۲
W_3	W_1	W_2 و W_4	-	گام ۳
W_2 و W_3	W_1	W_4	-	گام ۴
W_2	W_1	W_4	W_3	گام ۵= تطبیق نهایی
عرضه‌ی بخش صنعت و معدن	عرضه‌ی بخش کشاورزی	عرضه‌ی بخش محیط‌زیست و گردشگری	عرضه‌ی بخش مسکونی	عرضه‌کنندگان در حوضه آب‌ریز زاینده‌رود

منبع: یافته‌های پژوهش

همان طور که مشاهده می‌شود در این حالت نیز تطبیق‌های پایدار به شکل (W_1 , M_3)، (W_2 , M_4)، (W_3 , M_1)، (W_4 , M_2) حاصل می‌شود . همان طور که ذکر شد به دلیل اینکه عرضه‌کنندگان و تقاضاکنندگان از یک جنس هستند و ریشه ترجیحات آن‌ها یک عقلانیت است بازی از هر طرف بازار که شروع شود مکانیسم تطبیق

طوری خواهد بود که تطبیق نهایی مشابه می‌گردد فقط اگر بازی از سمت عرضه‌کنندگان شروع شود تطبیق نهایی در یک مرحله کمتر منتج می‌گردد. به این ترتیب مکانیسم طراحی شده علاوه بر اینکه برآوردی از میزان انتقال آب بین بخش‌های مختلف را آشکار می‌سازد می‌تواند بر میزان حجم سرمایه‌گذاری‌ها در زیرساخت‌ها و تاسیسات انتقال آب نیز موثر باشد. همچنین قدرت بازار در انتقال آب از بخش با ارزش افزوده کمتر به ارزش افزوده بیشتر را نشان می‌دهد. در نهایت به منظور شروع اولیه بازار آب و تقویت و حمایت از آن نیاز به یک اتاق تسویه پایاپای است که عرضه‌کنندگان و تقاضاکنندگان را ابتدا در درون بخش سپس با گسترش اطلاعات و تسهیل ارتباطات انطباق دهد.

در بازار آب زاینده‌رود که ساختار آن به شکل فوق تعیین شده‌است می‌توان بر اساس تعریف حقوق مالکیت اولیه انواع مختلف نظریه بازی‌ها را طراحی نمود.

۱- فرض می‌شود که هیچ مالکیتی وجود ندارد. در این صورت مبادله‌ای اتفاق نمی‌افتد تخصیص کاملا دولتی است

۲- برای برخی کشاورزان مالکیت مبتنی بر پولی که کشاورزان برای احداث لوله به رضاشاه داده‌اند، تعریف شد.

۳- به دلیل عدم تفکیک مالکیت آب از زمین برای تمام کشاورزان حق مالکیت آب تعیین شود و پس از آن دیگر هیچ زمینی با مالکیت آب فروخته نمی‌شوند و این دو دو دارایی مجزا محسوب می‌گردند و حتی در تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی به مسکونی باید حق آبه به صورت مجزا به شهرداری واگذار گردد.

۴- مالکیت برای کشاورزان و محیط‌زیست تعریف گردد.

۵- حق مالکیت آب در یک پذیره‌نویسی در بازار اولیه بفروش برسد و شهرداری به نمایندگی از تمام انشعاب داران، کشاورزان به صورت مجزا، صنایع و معدن به صورت انفرادی، سازمان محیط‌زیست به نمایندگی بخش محیط‌زیست و سازمان گردشگری به

نمایندگی از بخش گردشگری اقدام به خرید حق مالکیت نمایند. سقف فروش مالکیت در بازار اولیه بر اساس نقاط تعادل بدست آمده از برآورد سیستم معادلات عرضه و تقاضای کل و ویژگی هر یک از مشتریان فروخته می‌شود مانند مساحت زمین کشاورزی یا مقدار تولید در صنعت.

۴-۹- چارچوب نهادی بازار آب

یکی از مهم‌ترین گام‌ها در طراحی بازار آب شناخت ساختار بازار آب است. در آمریکا بر اساس ویژگی‌های اقتصادی، حقوقی، اجتماعی و جغرافیایی بازارهای آب دارای تفاوت‌های ساختاری هستند. به طوری که تشکیل بازار آب نیاز به رشد در چهار بُعد دارد. که به ترتیب زمان‌بر بودن لحاظ تغییرات شامل رشد فرهنگی و نهادی در پذیرش نهاد بازار آب، رشد فنی و تکنولوژیکی، رشد قانونی و حکمرانی آب و در نهایت رشد اقتصادی و تخصیص اقتصادی منابع آب. تعیین دقیق ساختار بازار آب در عمل، دارای تاثیر مستقیم بر کارایی این بازار دارد. در این بازار، تخصیص کلیه برداشت‌ها با هدف حداکثر سازی خالص ارزش فعلی منابع آب انجام می‌شود. بدین ترتیب مشخصات تشکیل نهاد بازار آب در ایران به صورت زیر خلاصه می‌گردد:

[۱] اصلاحات در بخش سازمانی (نظام آئین‌نامه‌ای و رفع تعارضات حقوق آب، قوانین ایالتی و متناسب با ساختار منطقه جغرافیایی) و نظارتی، مدیریت منابع آب و نقش دولت (نقش دولت به دلیل اثرات منفی خارجی، ایجاد پساب‌ها، حداقل معاش، حق نسل آینده و مسایل زیست‌محیطی و ... غیرقابل انکار است). ساختار بازار باید به شکلی باشد که تقاضاهای غیراقتصادی ابتدا بوسیله قانون (منع قانونی در ورود به بازار) و سپس از طریق مکانیسم بازار (افزایش هزینه‌ی مصرف آب که منجر به کاهش سود و خروج از بازار می‌گردد) حذف شوند. (اوزکواسکی، ۲۰۰۸).

[۲] تغییر از تخصیص دولتی به تخصیص بازاری و ورود بخش خصوصی به مسئله

تبدیل منابع آب مهار شده به منابع آب قابل اتکاء، در تمام بخش‌های کشاورزی، صنعت و معدن و شرب (تشکیل بازار بین بخشی).

[۳] تثبیت حقوق آب قابل مبادله، قابل حفاظت، قابل مبادله و قابل تفکیک و تجزیه به منظور تشکیل و تقویت بازارهای آب از اصول اولیه تشکیل بازار آب است (گریفین و هژو[1]، ۱۹۹۳).

[۴] تقویت مدیریت جلب مشارکت‌کنندگان اجتماعی در بازار آب (آستروم، ۱۹۹۰) و فرهنگ‌سازی و اعتمادسازی پذیرش بازار آب (جعفری، ۱۳۸۳).

[۵] تقویت زیرساخت‌های فیزیکی لازم برای مبادله، تولید اقتصادی آب، ابزارهای اندازه‌گیری آب و حسابداری آب.

[۶] ایجاد بانک آب (پایگاه اطلاعاتی روزآمد) یا اتاق ثبت عرضه و تقاضا (اطلاعات بیلان آب حوضه، کیفیت آب، منابع و مصارف، ثبت حقوق آب، ثبت میزان برداشت‌ها در انواع مصارف (مصرف نهایی یا نهاده‌ای)، قیمت‌های پیشنهادی خرید و فروش، اتاق تسویه (اوزکواسکی[2]، ۲۰۰۸) و صندوق پس انداز) وجود بانک آب و اتاق تسویه منجر به رفع شکست بازار از نوع تنک بودن بازار یا لاغر بودن بازار می‌گردد.

[۷] مبادلات می‌تواند به صورت حراج پیوسته و در جهت افزایش شفافیت اطلاعات و کاهش هزینه مبادله به صورت اینترنتی انجام گیرد و می‌توان از شرکت‌های کارگزاری نیز بهره برد. پیشنهادهای عرضه به صورت نزولی از پائین‌ترین قیمت و پیشنهادهای تقاضا نیز به صورت نزولی از بالاترین قیمت ثبت می‌شوند و از بالا به ترتیب با یکدیگر تسویه می‌گردند.

[۸] استفاده از نهادهای مردمی و محلی برای تقویت بازارهای آب محلی و تشکیل پلیس آب، دادگاه آب و صنف آب، زیرا روشن است که حقوق مالکیت تضمین شده،

[1] Griffin and Hsu
[2] Oczkowski

نیازمند نظام قضاوت و داوری منصفانه و دقیق است (آستروم، ۱۹۹۰).

[۹] کاهش هزینه مبادله از طریق کاهش محدودیت‌های غیربازاری، رانت و سواری مجانی (در منابع مشترک) که موجب تحریف قیمت می‌گردد. همچنین هرگونه اثرات خارجی ناشی از برداشت و انتقال آب باید توسط دولت با ابزارهای اقتصادی نظیر مالیات سبز یا مالیات پیگو برای ذی‌نفعان داخلی گردد. یکی از ابزارهای مهم کاهش هزینه مبادله ایجاد شرکت‌های کارگزاری خصوصی تسهیل کننده مبادله هستند.

[۱۰]در بازار آب قیمت آب بستگی به زمان (روز یا شب)، دائمی یا موقت بودن مبادله، دبی آب، سطحی یا زیرزمینی بودن آب، حجم آب، فصل یا خشکسالی و سایر موارد دارد. منابع آب زیرزمینی، جریان‌های سطحی، پساب‌های تصفیه شده، جریان‌های فاضلاب، آب‌های زهکشی شده و حتی در یک فضای ایده آل، آب‌های شیرین شده، بارندگی حاصل از باروری ابرها (آب‌های نامتعارف)، با کیفیت‌های متفاوت می‌توانند جایگزین هم باشند و تفاوت قیمت هر کدام از این منابع با تشکیل بازار و نهادینه شدن آن مشخص می‌شود (وانگ و همکاران، ۲۰۰۳: ۱۲).

[۱۱]در کنار مکانیسم بازار آب باید تولید کالاهای آب‌بر یا تاسیس صنایع آب‌بر (نیروگاه‌های برق) در بعضی مناطق با دخالت دولت از طریق مکانیسم بازار محدود گردد و سیاست تعیین سقف برداشت یا سقف مصرف در بخش‌های مختلف مسکونی، کشاورزی و صنعت و معدن اجرا گردد.

[۱۲]برآورد متوسط بارش، میزان جریان آب‌های سطحی، نفوذ و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی، میزان تبخیر، میزان ورود و خروج آب از حوضه آب‌ریز باید ارزیابی شود تا رژیم‌های تخصیص و بخصوص مکانیسم بازار، کارایی فنی را داشته باشد (مک‌کینی و همکاران[1]، ۱۹۹۹).

[۱۳]منع تشکیل بازارهای غیررسمی و تبدیل بازارهای محلی غیررسمی به بازارهای

[1] McKinney et al

رسمی آب. زیرا جلوگیری از ضعف بـازار رسـمی و افـزایش قـدرت بـازار رسـمی آب، از نوسانات و ریسک قیمت در بازار آب می‌کاهد (اوزکواسـکی، ۲۰۰۸). بـازار آب بـه دلیـل هزینه‌های مبادله در بازار رسمی، تمایل به بازارهـای محلـی و غیررسـمی دارد (کـاری و سوندینگ، ۲۰۰۱).

[۱۴] تعیین حق‌آبه برای بخش محیط‌زیست البته بـازار آب کـه مسـتلزم آن تعیـین دقیق حق‌آبه‌ها است از تحمیل بار سنگین کمبود آب به پائین دست رودخانه جلـوگیری می‌نماید (شرزه‌ای، ۱۳۸۹).

[۱۵] تعیین حق‌آبه برای بخش گردشگری با تولیت سـازمان گردشـگری کـه هزینـه خرید حق‌آبه (دائمی یا اجاره) از طریق دریافت تمایل بـه نهـایی بـه پرداخـت افـراد در بخش گردشگری تامین مالی می‌گردد.

[۱۶] تعیین استراتژی‌هـای تنبیهـی بـرای خاطیـان از قـوانین بـازار آب (آسـتروم، ۱۹۹۰)، اگر چشم انداز تنبیه به اندازه کافی قوی باشد بازیکن‌ها را از انحـراف از بـازی و قواعد بازار باز می‌دارد (شاکری، ۱۳۸۷) برای مثال جلوگیری از برداشت‌های غیرقانونی و منهدم نمودن چاه‌ها و قنات‌های بدون مجوز (جلوگیری از قاچاق آب).

[۱۷] جدایی مالکیت آب از زمین در بخش کشاورزی به عنوان مهم‌ترین مانع مبادلـه آب در این بخش (آستروم، ۱۹۹۰).

[۱۸] تفاوت بین فروش آب (انتقال دائمی) و اجاره آب (انتقال موقت) (خوش‌اخـلاق، ۱۹۷۷).

[۱۹] اجرای سیاسـت‌هـای تشـویقی در چـارچوب بـازار آب ماننـد حـق فـروش آب صرفه‌جویی شده در بازار آب و عدم اخذ مالیات از مبادلات آب.

[۲۰] تعیـین نحـوه ورود و خـروج بـه بـازار بـه طـوری کـه مصـرف‌کننـدگان و تولیدکنندگان آب بدانند چه آب‌های قابلیت خرید و فروش دارنـد و بـرای اخـذ قابلیـت خرید و فروش صاحبان آب باید چه ویژگی‌هایی داشته باشند (وانگ، ۲۰۰۳: ۱۵).

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

طراحی بازار و استفاده از نظریه بازی‌ها (مکانیسم جورسازی یا نظریه تقابل) در تخصیص آب در یک حوضه آبریز با در نظر گرفتن هر پنج بخش تقاضای آب شرب مسکونی، تقاضای کشاورزی، صنعت و معدن، تقاضای آب گردشگری و تقاضای آب محیط زیست یک پیشرفت متدولوژیکی و تکنیکی در اقتصاد آب، بخصوص در ایران است. روش‌های مختلفی به منظور تخصیص آب در یک حوضه آبریز پیشنهاد شده است و در کشورهای مختلف تجربیات متفاوتی حاصل شده است اما آنچه مورد نظر و هدف این پژوهش است استفاده از مکانیسم بازار و تجارت آب به منظور تخصیص بهینه آب در حوضه آب‌ریز زاینده‌رود است. این پژوهش به منظور برآورد توابع عرضه و تقاضای آب در حوضه آب‌ریز زاینده‌رود از یک سیستم معادلات همزمان در دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۰ بهره برده است. در این پژوهش طراحی مکانیسم بازار آب در حوضه آب‌ریز با استفاده از نظریه‌های طراحی مکانیسم بین بخشی انجام گرفته است. به طوری که تابع تقاضای بخش صنعت و معدن با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ و تابع هزینه متناظر و استفاده از لم شفارد برای نهاده آب، تصریح شد. قیمت حدی حقیقی و اسمی آب در این بخش به ترتیب ۶۵۳۲/۴۵ و ۱۲۰۷۲/۲ ریال برآورد شد. تابع تقاضای آب در بخش کشاورزی نیز با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ تصریح شد و قیمت حدی حقیقی و اسمی آب در بخش کشاورزی نیز به ترتیب ۹۷۷/۲۱ و ۱۶۹۸/۴۴۲ ریال برآورد گردید. تابع تقاضای آب شرب با استفاده از تابع مطلوبیت استون- گری و قید بودجه غیرخطی خانوار تصریح شد. تابع عرضه بلندمدت اقتصادی آب نیز با استفاده از یک تابع هزینه درجه سه تعمیم یافته برآورد شد. نتایج حاصل از محاسبه میانگین ارزش اقتصادی یک مترمکعب آب در بخش‌های مختلف نشان می‌دهد که ارزش اقتصادی یا ارزش نهایی حقیقی و اسمی یک مترمکعب آب در بخش مسکونی به صورت میانگین به ترتیب ۴۴۶۲/۳۴ و ۸۴۳۰/۳۱ ریال، در بخش کشاورزی ۶۲۰/۳۹۹ و ۱۰۹۹/۸۱۳، در بخش صنعت و معدن ۴۱۱۰/۵۴

و ۷۷۲۷/۰۸، در بخش گردشگری ۱۱۴۶/۳۸ و در بخش محیط زیست ۵۹۶/۷۳۹ ریال است. در نهایت این پژوهش مبتنی بر نقاط تعادل استخراج شده در سیستم معادلات عرضه و تقاضای کل در حوضه آب‌ریز زاینده‌رود با استفاده از رویکرد نظری طراحی مکانیسم و تطبیق‌های دو سویه اقدام به طراحی دو تطبیق مبتنی بر نقاط تعادل اولیه و ثانویه نمود. مکانیسم‌های طراحی شده بر اساس الگوریتم گیل- شپلی یا الگوریتم پذیرش تاخیری حل شدند که در تعادل اولیه جفت‌های (M_3, W_3)، (M_2, W_1) و (M_1, W_2) در سه مرحله انطباق یافتند و در تعادل دوم ثانویه جفت‌های (W_4, M_2)،(W_1, M_3)، (W_2, M_4)، (W_3, M_1) از سمت عرضه‌کنندگان در پنج مرحله و از سمت تقاضاکنندگان در شش مرحله انطباق یافتند.

منابع

- Ansink, E. & Houba, H. (2012). Market Power in Water Markets. *Journal of Environmental Economics and Management*, 64, 237–252.
- Carey, J.M. & Sunding, D.L. (2001). Emerging Markets in Water: A Comparative Institutional Analysis of the Central Valley and the Colorado-Big Thompson Projects. *Natural Resources Journal*, 41, 283-328.
- Chong, H. & and Sunding, D. (2006). Water Markets and Trading. *The Journal of Annual Review of Environmental Resources*, 31(11), 1-26.
- Grafton, R.Q. & Horne, J. (2014). Water Markets in the Murray-Darling Basin. *Agricultural Water Management*, 145, 61–71.
- Griffin, R.C., (2006). *Water Resource Economics: The Analysis of Scarcity, Policies, and Projects*. MIT Press.
- Howe, C.W. & Goodman, D.J. (1995). Resolving Water Transfer Conflicts Through Changes in Water Market Process. in A. Dinar and E.T. Loehman (Eds.), Water Quantity/Quality Management and Conflict Resolution: Institutions, Processes and Economic Analysis, Preager, Westport, Connecticut, 119-129.
- Jafari, S.A. (2003). Water Market Approach and Its Requirements. *Journal of Agriculture Economy*, 12(48), 75-103 (In Persian).
- Jalili Kamju, S.P. (2015). Stable Allocation and Practice of Water Market

Design (The Case Study: Zayanderud River Basin). University of Isfahan, Faculty of of Administrative Sciences and Economic, Ph.D. Thesis (In Persian).

- Jalili Kamju, S.P. (2016). Choice Experiment – Conditional Logit: A New Approach in Estimate of Visitor's WTP with Zayanderood Ecosystem Services. *Journal of Environmental Research*, forthcoming (In Persian).
- Jalili Kamju, S.P. & Khoshakhlagh, R. (2016). Using the Game Theory in Optimal Allocation of Water in Zayandehrud. *Journal of Iran Applied Economics*, 5(18), 53-80 (In Persian).
- Jalili Kamju, S.P., Khoshakhlagh, R., Fotros. M.H. & Derakhshan, M. (2013). Regional and Non-regional Visitor's Preferences Estimation for Zayanderood Ecosystem's Services: Choice Modeling. *Journal of Energy Economic*, 11(42), 1-24 (In Persian).
- jalili kamju, S.P., Khoshakhlagh, R., Samadi, S. & Kiani, G. (2014). Estimation of Economic and Protection Value of Gavkhony Wetland Ecosystem Characteristics: Choice Experiment– Conditional Logit. *Journal of Economic Research*, 50(1), 99-127 (In Persian).
- Jefreh, M. & Alizade, S. (2008). Evaluate of Market Role in Optimal Allocation of Water. *Journal of Economic Science*, 2(8), 79-95 (In Persian).
- Keramtzade, A. Vhizari, H. & Sharzie, G. (2010). Roe of Water Market at Evaluate of Agricultural Water Economic Value. *Economic Research and Agricultural Development*, 2(1), 29-44 (In Persian).
- Khoshakhlagh, R. Sajadi. M., Rajabi, M. & Khashei, M. (2016). Evaluate of Aggregate Demand Water (Isfahan Case Study). *Natural Economic Resources*, 1(1), 1-19 (In Persian).
- Landry C.J. (2001). How Water Markets Can End Conflicts: A Guide for Policy Markets. Political Economy Research Center.
- McKinney, D.C., Cai, X., Rosegrant, M.W., Ringler, C. & Scott, C.A. (1999). Modeling Water Resources Management at the Basin Level, Review and Future Directions, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.
- Oczkowski, E. (2008). Excess Demand, Market Power and Price Adjustment in Clearinghouse Auction Markets for Water, *Economic Analysis Policy*, 38(2), 261-276.
- Pigram, J., (1993). Property Rights and Water Markets in Aus-tralia: an

Evolutionary Process Toward Institutional Reform. *Water Resources Res.*, 29, 1313–1319.

- Power Ministration. (2012). Update of Water General Project with Approach Continues Management of Water Resources (In Persian).
- Roth, A.E. (1999). The NRMP as a Labor Market. *The American Medical Association*, 275, 1054-1056.
- Roth, A.E. (2008). Deferred Acceptance Algorithms: History, Theory, Practice, and Open Questions. *International Journal of Game Theory*, 36(3), 537-569.
- Roth, AE. (2012). The Theory and Practice of Market Design. Lecture Prize, Nobel Lecture, Working Paper.
- Jalili Kamju, S.P, Khoshakhlagh, R., Shirinkhah, Y., Samadi, S. & Kiani, G.H. (2016). Application of Nested Logitech Model for Ecosystem Services Valuation (Case study: Gavkhony Wetland). *Journal of Ecopersia Isfahan Province*, 4(1), Page 1251-1267 (In Persian).
- Wang, L., Fang, L. & Hipel, W. (2003). Water Resources Allocation: A Cooperative Game Theoretic Approach. *Journal of Environmental Informatics*, 2(2), 11-22.
- Yousefi, A., Hasanzade, M. & Keramtzade, A. (2016). Evaluate the Welfare Effect of Water Marketable Allocation in Iran. *Journal of Iran Water Resources Research*, 10(1), 15-225 (In Persian).