تحقیقات اقتصادی، دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۲، ص ۱۰۷-۱۲۸

تحلیل تأثیرات اقتصادی و اجتماعی ایجاد و توسعهٔ بازار آب در بخش کشاورزی (مطالعهٔ موردی اراضی پایین‌دست سد شیرین‌درهٔ بجنورد)

علی کرامت‌زاده

گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان (نویسندهٔ مسئول)

alikeramatzadeh@yahoo.com

امیرحسین چیذری

گروه اقتصاد کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکدهٔ اقتصاد و توسعهٔ کشاورزی

dr.chizari@gmail.com

غلامعلی شرزه‌ای*

گروه اقتصاد، دانشگاه تهران

gasharzei@ yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۴/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۹

چکیده

در مطالعهٔ حاضر به بررسی بازار آب و تحلیل تأثیرات اقتصادی و اجتماعی ناشی از آن در مناطق مختلف اراضی پایاب سد شیرین‌درهٔ استان خراسان شمالی پرداخته شده است. در این مطالعه نخست، با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی به برآورد توابع تقاضای آب، شبیه‌سازی بازار آب و تعیین قیمت تعادلی آب در شرایط مختلف خشک‌سالی و نرمال می‌پردازیم، سپس، تأثیرات اقتصادی و اجتماعی ناشی از اعمال قیمت تعادلی آب در منطقهٔ مورد مطالعه را بررسی می‌کنیم. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ایجاد بازار آب رفاه کل مناطق را به میزان ۲۶۴۰ و ۱۱۸۲ میلیون ریال، مجموع کل سود حاصل از کشت محصولات را به میزان ۱۲ و ۲۳ درصد و اشتغال ناشی از تغییر الگوی کشت را نیز به میزان ۶۲ و ۳۲ درصد در شرایط نرمال و خشک‌سالی افزایش خواهد داد. نتایج این مطالعه از اطلاعات سال زراعی۸۷ -۱۳۸۶ با تکمیل ۱۸۷ پرسش‌نامه و با استفاده از بستهٔ نرم‌افزاری GAMS استخراج شده است.

کلیدواژه‌ها: تقاضای آب، عرضهٔ آب، بازار آب، قیمت تعادلی نهادهٔ آب، سد شیرین‌دره.

طبقه‌بندی JEL: Q12 و Q25.

---

* تهران، خیابان کارگر شمالی، تقاطع جلال‌آل احمد، دانشکدهٔ اقتصاد دانشگاه تهران، طبقه چهارم.
تلفن: ۶۱۱۱۸۰۸۴-۰۲۱

۱. مقدمه

وجود خلأ بین توان تأمین و شدت تقاضای آب از یک طرف، و افزایش روزافزون تقاضای آب به علت رشد جمعیت شهرنشینی، بهبود شیوه های زندگی، افزایش نیاز به مواد غذایی و پیدایش نیازهای جدید مصرف آب از طرف دیگر، بیانگر این مهم است که تقاضای آب بحران آفرین است و یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن حاضر بشر محسوب می‌شود که می‌تواند منشأ بسیاری از تحولات مثبت و منفی جهان باشد. بنابراین، با توجه به تنگناهای موجود در استفادهٔ بهینه از این منبع ارزشمند، خصوصاً در بخش کشاورزی، اتخاذ سیاست‌ها و راهبردهای درازمدت ضروری است تا با تأمین آب و تخصیص آن بین بخش ها و مصارفی که بالاترین بازده نهایی را تولید می کنند، مدیریت آب کشاورزی بهبود یابد و بین عرضه و تقاضای آن تعادل برقرار شود. در برقراری این تعادل، مانند هر کالا و نهاده‌ای، قیمت یا ارزش آب نقش تعیین‌کننده‌ای دارد و اگر این قیمت به‌درستی تعیین شود، انتظار می‌رود که بسیاری از مسائل موجود در مدیریت منابع آب برطرف شود (Gibbons, 1987). ایجاد بازار آب و تعیین قیمت آب باعث می‌شود که آب بین متقاضیان متناسب با فایده یا ارزش تولید نهایی آن توزیع شود و انگیزهٔ لازم در مصرف‌کنندگان برای صرفه‌جویی در مصرف آب و جلوگیری از اسراف یا اتلاف آن ایجاد شود (Easter et al., 1999). به نظر اقتصاددانان کشاورزی، در صورت وجود سیستم حقوقی مالکیت خصوصی با قابلیت انتقال منابع آبی، ایجاد و توسعهٔ بازار آب سبب افزایش ضریب اطمینان در دسترسی به آب و کاهش ریسک کشاورزان می‌شود و به نحو مطلوبی مدیریت و تخصیص بهینهٔ آب را منعکس می‌کند (Garrido, Johansson, 2002; 1998).

بهلولوند و صدر (۱۳۸۵) با برآورد تابع تقاضای آب در منطقهٔ مجن شهرستان شاهرود نشان دادند که در مجموع ۳۰ درصد آب مصرفی زارعان از محل مبادلات بازار آب تأمین می‌شود و بیان کردند که قیمت گذاری آب از طریق بازار آب سبب اصلاح الگوی تخصیص و کاهش هدررفت آب می‌شود. کیانی (۱۳۸۷) نیز به برآورد توابع عرضه و تقاضای آب می‌پردازد و بیان می‌کند که به طور متوسط ۲۲ - ۲۸ درصد از آب مصرف‌شده از طریق بازار تأمین می‌شود. رینادو[1] و همکاران (۱۹۹۷) با بررسی عملکرد بازار آب در پاکستان نشان دادند که نرخ مبادلات آب چاه‌های الکتریکی، دیزلی و مکانیکی نیز به ترتیب برابر با ۰/۰۰۴، ۰/۰۰۸ و ۰/۰۰۷ دلار بر مترمکعب است. هرن و ایستر[2] (۱۹۹۷) به بررسی منافع اقتصادی و مالی حاصل از مبادلات انجام‌شده در کشور شیلی پرداختند و نشان دادند که منافع اقتصادی هر سهم در هر سال معادل ۷۹۰ دلار و، بر اساس تحلیل مالی، مازاد خالص فروشندگان و خریداران به ترتیب معادل ۱۱۵۶ و ۳۰۴۷ دلار برای هر

1. Rinaudo
2. Hearne and Easter

مترمکعب در سال است. گاریدو[1] (۲۰۰۰) به ارزیابی سناریوهای مختلف انتقال آب بین کشاورزان داخل یک منطقه همچنین، بین کشاورزان مناطق مختلف آبیاری در قیمت تعادلی ناشی از بازارهای مختلف آب در بخش کشاورزی اسپانیا پرداخته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میزان مشارکت در بازارهای آب به میزان زیادی به سطح هزینه‌های مبادلات بستگی دارد. آریازا[2] و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی به برآورد توابع تقاضای نهادهٔ آب گروه‌های مختلف کشاورزان در جنوب اسپانیا پرداختند و با درنظرگرفتن سناریوهای مختلف عرضهٔ ثابت و برون‌زای آب، ارزش تولید نهایی گروه‌های مختلف کشاورزان برای نهادهٔ آب را برآورد و از نامساوی‌بودن آن بین گروه‌های مختلف، نوع مشارکت در بازار را مشخص کردند و به بررسی تأثیرات اقتصادی و اجتماعی ایجاد بازار آب در منطقه پرداختند. کالاتراوا و گاریدو[3] (۲۰۰۵) در جنوب اسپانیا تصمیمات مشارکت کشاورزان در بازارهای آب را ارزیابی و بیان کردند اگر سهم آب کشاورز بیشتر (کمتر) از مقدار آب مصرف‌شده در پروسهٔ تولید باشد، کشاورز، به‌منزلهٔ فروشنده (خریدار)، در بازار مشارکت خواهد کرد. زکری و ایستر[4] (۲۰۰۵) با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی به شبیه‌سازی بازار آب و ارزیابی منافع اقتصادی حاصل از ایجاد بازار آب بین کشاورزان همچنین، بین کشاورزان و شرکت‌های تأمین‌کنندهٔ آب شهری در کشور تونس با درنظرگرفتن چهار سناریوی مختلف میزان آب پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که حجم مبادلات بین کشاورزان محدود است و تأثیر ناچیزی در درآمد آنها دارد، ولی حجم انتقال آب از کشاورزان به شرکت‌های تأمین‌کنندهٔ آب شهری بالاست و سود کشاورزان را حدود ۷/۹ درصد افزایش می‌دهد. گومز لیمون و مارتینز[5] (۲۰۰۶) برای تحلیل تأثیرات اقتصادی و اجتماعی ناشی از ایجاد بازار آب با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره[6] (MCDM) به شبیه‌سازی بازار آب نقدی آبیاری در اسپانیا پرداختند و بیان کردند که بازار آب باعث می‌شود نهادهٔ آب از مصارف با بهره‌وری پایین به سمت مصارف با بهره‌وری بالا منتقل شود.

اهمیت بالای بخش کشاورزی در تولید نیازهای غذایی و اشتغال‌زایی از یک طرف، و آسیب‌پذیربودن فعالان این بخش، به‌ویژه کشاورزان، از طرف دیگر، بیانگر آن است که سیاست‌های اجرایی در این بخش از حساسیت بالایی برخوردار است و باید ضریب اطمینان بالایی داشته باشد؛ بنابراین، قبل از اجرای سیاست‌هایی نظیر سیاست قیمت‌گذاری منابع آب و ایجاد بازار آب باید

1. Garrido
2. Arriaza
3. Calatrava & Garrido
4. Zekri & Easter
5. Gomez limon & Martinez
6. Multi Criteria Decision Making (MCDM)

مطالعات دقیقی در زمینهٔ تحلیل واکنش رفتار کشاورزان و تأثیر سیاست‌ها در آنان انجام گیرد. برای این مهم از رهیافت‌های نوین همانند برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی[1] (PMP) استفاده می‌شود که هاویت[2] (۱۹۹۵) این رهیافت را برای غلبه بر مشکلات الگوهای برنامه‌ریزی هنجاری[3] (NMP) در تحلیل سیاست‌ها معرفی کرده است. وارد[4] (۲۰۰۳) با استفاده از رهیافت مذکور به ارزیابی واکنش کشاورزان به سیاست‌های قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی پرداخته است. روهام و دابرت[5] (۲۰۰۳)، با درنظرگرفتن کشش جانشینی بیشتر بین واریته‌های یک محصول در مقایسه با نرخ جانشینی محصولات با یکدیگر، مدل استاندارد ارائه‌شدهٔ هاویت (۱۹۹۵) را بسط دادند و بیان کردند که نتایج این مدل در مقایسه با مدل استاندارد به شرایط واقعی نزدیک‌تر است. کورتیگنانی و سورینی[6] (۲۰۰۹) با استفاده از مدل PMP به بررسی تأثیر افزایش هزینهٔ تأمین آب، کاهش آب در دسترس و تغییر در قیمت محصولات کشاورزی در الگوی کشت در ایتالیا پرداختند. تمامی این محققان بیان می‌کنند که مدل‌های PMP در زمینهٔ تحلیل سیاست‌ها و ارزیابی آنها نتایج واقعی و سازگارتری را ارائه می‌دهند.

۲. تعریف بازار آب و مباحث قانونی

بازار آب به مکانیسمی از تخصیص آب بر مبنای مبادلهٔ حقابه برای مصرف آب گفته می‌شود که به تخصیص بهینهٔ آب می‌انجامد (Pujol *et al.*, 2005). به طور کلی، بازار آب ترتیباتی است که از طریق آن دارندگان مجوز بهره‌برداری از منابع آب، بر اساس قواعد مشخصی، حقوق خود را با یکدیگر یا با متقاضیان جدید مبادله می‌کنند.

بر اساس مادهٔ ۱۵۲ قانون مدنی ایران، اگر فردی با حفر چاه یا احداث نهر به منبع مشترکی دسترسی یابد، نسبت به آب استخراج‌شده مالکیت خصوصی پیدا می‌کند و می‌تواند همه یا بخشی از آب حیازت‌شده را بفروشد. همچنین، بر اساس مادهٔ ۱۰۶ قانون سوم توسعهٔ اقتصادی – اجتماعی کشور و مستندات اجرایی مادهٔ ۱۷ قانون چهارم توسعه، بر لزوم تقویت بازارهای آب محلی و تسهیل مبادلات تأکید شده است، ولی بر اساس مواد ۲۷ و ۲۸ قانون توزیع عادلانهٔ آب، مالکیت آب وابسته به زمین است و مبادلهٔ دائم یا موقت حقابهٔ آب‌های سطحی مهارشدهٔ دولت بدون موافقت وزارت نیرو جرم محسوب می‌شود. برای اتخاذ دیدگاهی جامع در چارچوب مقررات موجود، به

1. Positive Mathematical Programming (PMP)
2. Howitt
3. Normative Mathematical Programming (NMP)
4. Ward
5. Roham & Dabbert
6. Cortignani & Severini

تفکیک منابع آب سطحی و زیرزمینی، جدول ۱ ارائه می‌شود. بر اساس اطلاعات این جدول، اگر چه مبادلهٔ حقابه بدون مبادلهٔ زمین محدودیت قانونی دارد، اما در برخی موارد از جمله استفاده نکردن صاحب حقابه، با اجازهٔ وزارت نیرو، امکان مبادلهٔ آن وجود دارد. بنابراین، حتی بر اساس مواد ۲۷ و ۲۸ نیز، تغییر کاربری و خرید و فروش حقابه با مجوز و هماهنگی وزارت نیرو مجاز شناخته شده است، البته در مناطقی که مبادلهٔ آب منجر به استفادهٔ کاراتر از منابع آب و رشد اقتصادی آن منطقه می‌شود. حتی در مورد منابع آب زیرزمینی در دشت‌های ممنوعه نیز به صورت کنترل‌شده با هماهنگی دولت، بر اساس مواد ۲۷، ۱۶ و ۷ قانون توزیع عادلانهٔ آب، شرایط دادوستد، تغییر کاربری و جابه‌جایی چاه‌ها و قنوات امکان‌پذیر است. آب‌های استحصالی از منابع آب سطحی مهارنشده نیز، در صورت وجود تقاضا، مبادله پذیرند و منع قانونی برای آنها وجود ندارد. مبادلهٔ حقابهٔ حاصل از منابع سطحی مهارشدهٔ دولت نیز با موافقت وزارت نیرو به صورت دائم یا موقت امکان‌پذیر است.

جدول ۱. وضعیت خرید و فروش آب منابع سطحی و زیرزمینی از نظر قانونی

نوع منبع	تغییر کاربری	جابه‌جایی	خرید و فروش
آب سطحی مهارشده	با مجوز دولت (مواد ۲۴ بند ه ،و، ز؛ ۲۷، بند ط ۲۹ و ق. ت. س.*)	-	با مجوز دولت (مواد ۲۴ بند ه ،و، ز؛ ۲۷، بند ط ۲۹ و ق. ت. س.*)
آب سطحی مهارنشده	با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی محدودیتی وجود ندارد.		
چشمه	با مجوز دولت (بند ط مادهٔ ۲۹)		با مجوز دولت (بند ط مادهٔ ۲۹)
قنات	با مجوز دولت (بند ط مادهٔ ۲۹)	با مجوز دولت (مادهٔ ۱۶ و بند ط مادهٔ ۲۹)	با مجوز دولت (بند ط مادهٔ ۲۹)
چاه	با مجوز دولت (مادهٔ ۷ و بند ط مادهٔ ۲۹)	با مجوز دولت (مادهٔ ۱۶ و بند ط مادهٔ ۲۹)	با مجوز دولت (مادهٔ ۷ و بند ط مادهٔ ۲۹)

منبع: وزارت نیرو

* ق. ت. س. : قانون تشویق سرمایه‌گذاری

بنابراین، بر مبنای این مصوبات، ضمن رعایت موارد قانونی، حفظ حقوق سایر حقابه‌داران و توجه به جنبه‌های زیست‌محیطی ایجاد بازار آب امکان‌پذیر است و بایستی اقدامات لازم برای

تسهیل مبادلهٔ حقابه، تغییر کاربری منابع آب، ارائهٔ اطلاعات و کمک به رفع اختلافات احتمالی، به منظور پیشبرد اهداف بازار آب، اتخاذ شود. بر این اساس، در مطالعهٔ حاضر به بررسی بازار آب و تحلیل تأثیرات اقتصادی و اجتماعی آن در بخش کشاورزی پرداخته می‌شود.

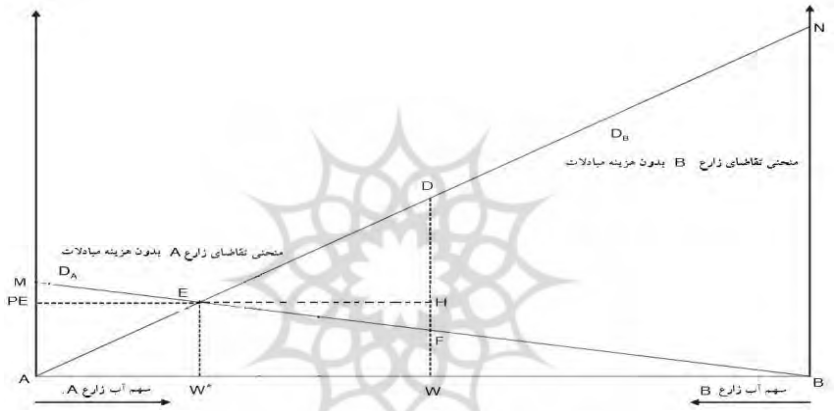
۳. مشخصات منطقهٔ تحقیق

منطقهٔ مورد مطالعه در استان خراسان شمالی قرار دارد که با میانگین بارندگی سالانه ۲۹۴ میلی‌متر و سرانهٔ آب ۲۹۹۵ مترمکعب در سال از دشت‌های ممنوع و بحرانی به حساب می‌آید. این استان دارای ۵ سد مخزنی در دست بهره‌برداری با حجم آب درخور تنظیم سالیانه ۱۶۳ میلیون مترمکعب و ۷۹۸۳ هکتار اراضی پایاب، ۳۱۸۶ حلقه چاه، ۲۶۳۵ دهنه چشمه و ۶۲۷ رشته قنات است؛ به طوری که، سهم آب های زیرزمینی و سطحی از کل منابع آب تجدیدشوندهٔ استان به ترتیب ۳۲ و ۶۸ درصد است. مطالعهٔ حاضر در اراضی پایاب سد شیرین دره با حجم حقابهٔ ۱۸/۴ میلیون مترمکعب، حجم آب مازاد ۲۲/۴ میلیون مترمکعب و کل اراضی آبخور سد از شبکهٔ ۵۱۳۰ هکتار انجام یافته است (بی‌نام، ۱۳۸۶؛ بی‌نام، ۱۳۸۰).

۴. روش‌شناسی تحقیق

بر اساس یک تعادل جزئی در بخش کشاورزی، اگر فرض کنیم که در منطقه دو (گروه) زارع A و B به ترتیب با AW و BW واحد سهم آب از منابع آبی مختلف مطابق نمودار ۱ باشند، در صورتی که امکان مبادلهٔ آب بین این دو زارع وجود نداشته باشد، هر یک از دو زارع سهم آب خود را برای تولید محصولات خود استفاده می‌کنند. در این حالت ارزش کل تولید زارع A و B به ترتیب معادل مساحت‌های AMFW و BNDW و ارزش تولید نهایی آنها به ترتیب معادل FW و DW است. تفاوت در ارزش تولید نهایی این دو (گروه) زارع به سطح فنّاوری تولید آنها بستگی دارد که به سطح مهارت، تجربه، دانش فنی، سطح زیر کشت و ... وابسته است. تفاوت در سطح ارزش تولید نهایی نهادهٔ آب زمینهٔ مبادلهٔ آب را بین این دو گروه فراهم می‌کند. حال اگر بازار تشکیل شود و امکان مبادلهٔ آب بین دو زارع بدون هیچ گونه هزینهٔ مبادله‌ای وجود داشته باشد، در این حالت، با توجه به ارزش بیشتر تولید نهایی آب زارع B نسبت به زارع A، زارع B با خرید آب و زارع A با فروش آب می‌توانند سود خود را افزایش دهند. اگر زارع B اقدام به خرید WW^{*} واحد آب از زارع A کند، ارزش تولید کل خود را به میزان $WDEW^{*}$ واحد پولی افزایش می‌دهد که برای خرید این مقدار آب $WHEW^{*}$ واحد پولی هزینه کرده است و در نهایت از این مبادله میزان HDE واحد پولی سود می‌برد. زارع A نیز با فروش آب به میزان WW^{*} واحد به میزان $WHEW^{*}$ واحد پولی درآمد

کسب می‌کند و در اثر خارج‌کردن این مقدار آب از جریان تولید فقط به اندازهٔ $WFEW^*$ واحد پولی از ارزش تولید وی کاسته شده است؛ زارع A نیز از این مبادله به میزان FHE واحد پولی سود می‌برد. بنابراین، در نتیجهٔ تشکیل بازار آب و فراهم‌شدن امکان مبادله بین دو زارع، با فرض نبود هزینهٔ مبادله هر دو زارع سود می‌برند و سود کل مبادله معادل FDE واحد پولی است. این مبادله تا زمانی ادامه می یابد که ارزش تولید نهایی نهادهٔ آب برای هر دو زارع یکسان شود. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که مبنای مبادله در بازار آب تفاوت در ارزش تولید نهایی نهادهٔ آب است که مکانیزم بازار از طریق انتقال آب از مصارف با ارزش تولید نهایی کمتر به مصارف با ارزش تولید نهایی بیشتر منجر به تخصیص بهینهٔ نهادهٔ آب می‌شود و سود کل مصرف‌کنندگان را نیز حداکثر می‌کند.



منبع:(Pujol et al., 2006)

نمودار ۱. مکانیزم مبادلهٔ آب در بازار آب در حالت نبود هزینهٔ مبادلات

از آنجا که در جهان واقعی مبادلات دارای هزینه‌هایی مانند هزینهٔ جست‌وجوی طرفین مبادله، هزینهٔ مذاکره، هزینهٔ احراز هویت قانونی مالک حقابه، هزینهٔ ثبت مبادله و هزینهٔ تضمین مبادله است، بنابراین، باید در مکانیزم مبادله در بازار آب هزینهٔ مبادلات نیز لحاظ و تأثیر آن در عملکرد بازار بررسی شود. با لحاظ هزینهٔ مبادلات در مکانیزم مبادلهٔ بازار آب میزان تمایل به فروش فروشندهٔ آب کمتر می‌شود؛ به عبارت دیگر، میزان تقاضای آب افزایش می‌یابد و منحنی تقاضا به سمت بالا منتقل می‌شود و زارع خریدار آب نیز در حالت وجود هزینهٔ مبادلات تمایل کمتری به خرید آب خواهد داشت و منحنی تقاضای آن به سمت پایین منتقل می‌شود. بنابراین، در حالت لحاظ هزینهٔ مبادلات در مکانیزم مبادلهٔ بازار آب اولاً، میزان مشارکت (حجم مبادلات) در بازار آب و سود کل حاصل از بازار کاهش می‌یابد؛ ثانیاً، قیمت تعادلی نهادهٔ آب در بازار افزایش می‌یابد. لحاظ

هزینهٔ مبادلات در مکانیزم مبادلهٔ آب در بازار آب به دو صورت ثابت (به ازای هر مبادله) و متغیر (به ازای هر واحد حجم مبادلات) است که در اکثر مطالعات بازار آب هزینهٔ مبادلات را به صورت متغیر به ازای میزان آب مبادله‌شده در نظر می‌گیرند (Riesgo and Gomez Limon, 2006).

۱.۴. رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP)

رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی، که یک روش تحلیل تجربی است، سعی می‌کند با استفاده از همهٔ اطلاعات الگویی را طراحی کند که محدودیت‌ها، فرصت‌ها و اهداف شرایط موجود را منعکس کند، سپس، تحت فروض ناشی از اجرای سیاست مورد نظر به بررسی تأثیر تغییر عوامل مختلف مدل بپردازد (Arfini et al., 2003; Roham and Dabbert, 2003). به طور کلی، یک مدل برنامه‌ریزی اثباتی در ۳ مرحله به صورت زیر انجام می‌شود (Howitt, 1995; Paris and Howitt, 1998):

مرحلهٔ I) تبیین مدل برنامه‌ریزی خطی معمولی[1] (LP) با محدودیت‌های کالیبراسیون برای برآورد قیمت‌های سایه‌ای:

تابع هدف مدل LP عبارت است از:

$$(۱)\quad Max\ \pi = \sum_{r}\sum_{c}\left[A_{cr}\left(P_{cr}Y_{cr}(WU_{cr}) + SI_{cr} - PW_{ro}.WU_{ro} - TC_{cr}\right)\right]$$

که c مربوط به محصولات شامل گندم آبی، پنبه، برنج، خیار پاییزه، گوجه‌فرنگی، ذرت، جوآبی، کلزا، یونجه و انگور است؛ r مربوط به مناطق شامل MOH (محمدآباد)، HKG (حصه‌گاه- کوشکی – قلندرتپه)، BGI (بازاره - قارناس – اینجانلو)، KAP (کیکانلو -پیش‌قلعه)، EKO (اسفیدان- کشک‌آباد- بوربور- چشمه‌گاه) و EGS (عشق‌آباد- گزآباد- شش‌خانه) و o مربوط به منابع تأمین آب شامل حقابهٔ سد، آب مازاد سد، رودخانه و چاه است. A سطح زیر کشت بر حسب هکتار، P قیمت محصول بر حسب ریال به کیلوگرم، Y عملکرد محصول بر حسب کیلوگرم در هکتار و به صورت تابع درجهٔ دوم از مقدار آب مصرفی، WU آب مصرفی محصول بر حسب مترمکعب در هکتار، SI درآمد فرعی محصول بر حسب ریال در هکتار، PW هزینهٔ تأمین آب بر حسب ریال بر مترمکعب، WU آب مصرفی بر حسب مترمکعب در هکتار و TC کل هزینهٔ متغیر تولید محصول بر حسب ریال در هکتار است.

تابع هدف فوق با توجه به محدودیت‌های زیر حداکثر می‌شود:

۱. محدودیت زمین

$$(۲)\quad \sum_{mc} A_{cr} \le TA_{r}$$

1. Linear Programming

$$(۳)\ \sum_{sc} A_{cr} \le \sum_{rc} A_{cr}$$

که TA_r کل اراضی درخور آبیاری منطقهٔ rام بر حسب هکتار است و در مجموع تعداد ۱۲ سطر محدودیت برای زمین زراعی در مدل در نظر گرفته شده است.

۲. محدودیت آب

$$WU_{rov} \le TW_{rov}$$
$$(۴)\ \sum_{o} WU_{rov}.EF_{ro} \ge \sum_{c} WR_{crv}.A_{cr}$$
$$WR_{crv} = \sum_{m} ETC_{crm} - 0.75R_{rmv}$$

که v بیانگر سناریوهای مختلف کمیابی نهادهٔ آب شامل سال زراعی نرمال و خشک‌سالی، m بیانگر ماه‌های مختلف سال شامل Apr، May، Jun، Jul، Aug، Sep، Oct، Nov، Dec، Jan، Feb، و Mar به ترتیب معادل فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر، آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند، TW_{rov} کل آب در دسترس منطقهٔ rام از منبع آبی oام در شرایط آب و هوایی vام بر حسب مترمکعب، EF راندمان کل آبیاری (شامل راندمان انتقال، توزیع و مصرف آب) بر حسب درصد، WR نیاز آب آبیاری خالص محصول بر حسب مترمکعب، ETC نیاز آبی خالص ماهانهٔ محصول بر حسب مترمکعب و R متوسط بارندگی در منطقه بر حسب مترمکعب است. برای محدودیت آب به تعداد محصولات، تعداد مناطق، تعداد منابع آبی، شرایط مختلف آب و هوایی یعنی در مجموع تعداد ۱۸۰ سطر محدودیت در نظر گرفته شده است.

۳. محدودیت نیروی کار

$$(۵)\ \sum_{c} L_{crs}.A_{cr} \le TL_{sr}$$

که s بیانگر فصول مختلف سال شامل بهار، تابستان، پاییز و زمستان، L نیروی کار مورد نیاز هر هکتار محصول بر حسب نفرروزکار و TL کل نیروی کار درخور حسب نفرروزکار است. بر حسب تعداد مناطق و تعداد فصول سال، در مجموع تعداد ۲۴ سطر محدودیت نیروی کار در مدل‌ها لحاظ شده است.

۴. محدودیت سم و کود شیمیایی

$$(۶)\ \sum_{c} CH_{crf}.A_{cr} \le TCH_{fr}$$

که f بیانگر کود و سموم شیمیایی مختلف شامل کودهای فسفاته، ازته، پتاسه، کود حیوانی و سموم شیمیایی، CH انواع مختلف کود و سم مورد نیاز محصول بر حسب کیلوگرم و TCH کل انواع مختلف کود و سم در دسترس است. تعداد سطر محدودیت کود و سم نیز بر اساس انواع مختلف

کودهای شیمیایی و دامی و تعداد مناطق، در مجموع ۳۰ سطر محدودیت است.

۵. محدودیت ماشین‌آلات کشاورزی

$$(۷)\ \sum_{c} M_{crt}.A_{cr} \le TM_{tr}$$

که t بیانگر ماشین‌آلات کشاورزی شامل تراکتور و کمباین، M ماشین‌آلات مختلف مورد نیاز هر هکتار محصول بر حسب ساعت و TM کل ساعات در دسترس انواع مختلف ماشین‌آلات کشاورزی است. بر حسب انواع ماشین‌آلات و تعداد مناطق در مجموع تعداد ۱۲ محدودیت مرتبط با ماشین‌آلات کشاورزی در مدل‌های ریاضی در نظر گرفته شده است.

۶. محدودیت سرمایه‌گذاری نقدی

$$(۸)\ \sum_{c} K_{cr}.A_{cr} \le TK_{r}$$

که K هزینه‌های نقدی مورد نیاز هر هکتار محصول بر حسب میلیون ریال و TK کل سرمایه‌گذاری نقدی در دسترس است. برای این محدودیت نیز تعداد ۶ سطر محدودیت در مدل‌ها لحاظ شده است.

۷. محدودیت کالیبراسیون

$$(۹)\ A_{cr} \le CA_{cr}(1+\varepsilon_1) \qquad [\lambda_{cr}]$$

$$(۱۰)\ \sum_{c} A_{cgr} \le \sum_{g} CA_{cgr}(1+\varepsilon_2) \qquad [\rho_{cgr}]$$

که g مربوط به گروه محصولات مشابه شامل گروه غلات (گندم، جو و ذرت)، گروه دانه‌های روغنی (پنبه و کلزا)، گروه برنج (برنج)، گروه سبزیجات (خیار و گوجه‌فرنگی)، گروه یونجه (یونجه) و گروه انگور (انگور)، CA سطح زیر کشت فعلی محصول، λ_{cr} ارزش سایه‌ای محدودیت سطح زیر کشت محصول cام در منطقهٔ rام، ρ_{cgr} ارزش سایه‌ای محدودیت سطح زیر کشت محصول cام از گروه محصولات مشابه gام در منطقهٔ rام و ε_1 و ε_2 اعداد مثبت بسیار کوچکی که برای جلوگیری از هم‌بستگی خطی و ظهورنداشتن قیمت سایه‌ای صفر در مدل لحاظ می‌شوند.

مرحلهٔ II) برآورد ضرایب تابع هدف غیرخطی از طریق قیمت‌های سایه‌ای مدل LP:

تابع هدف غیرخطی در مرحلهٔ دوم از طریق قراردادن یک تابع هزینهٔ غیرخطی در تابع هدف مدل LP به دست می‌آید. فرم کلی تابع هزینهٔ غیرخطی به صورت زیر است:

$$(۱۱)\ VC_{cr}(A_{cr}) = \alpha_{cr}.A_{cr} + \frac{1}{2}\beta_{cr}.A_{cr}^2 + \frac{1}{2}\gamma_{cgr}.A_{cgr}^2$$

که α_{cr} پارامترهای جزء خطی، β_{cr} پارامترهای جزء درجهٔ دوم تابع هزینهٔ محصول cام در منطقهٔ rام و γ_{cgr} پارامترهای جزء درجهٔ دوم تابع هزینهٔ محصول cام از محصولات هم‌گروه و

مشابه gام در منطقهٔ rام است.

ضرایب تابع هزینهٔ غیرخطی ملحوظ در مدل به صورت زیر برآورد می‌شوند:

$$(۱۲)\ \alpha_{cr} = C_{cr}$$

$$(۱۳)\ \beta_{cr} = \frac{\lambda_{cr}}{CA_{cr}}$$

$$(۱۴)\ \gamma_{cgr} = \frac{\rho_{cgr}}{\sum_{g} CA_{cgr}}$$

که C_{cr} هزینهٔ تولید محاسبه‌شدهٔ محصول cام در منطقهٔ rام است و λ_{cr} و ρ_{cgr} نیز از روابط (۹) و (۱۰) به دست می‌آیند.

مرحلهٔ III) تبیین یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی از طریق قراردادن ضرایب برآوردی تابع هزینه در تابع هدف مدل LP بدون محدودیت‌های کالیبراسیون:

در این مرحله، تابع هدف مدل برنامه‌ریزی غیرخطی شامل تابع هزینهٔ درجهٔ دوم به صورت زیر است:

$$(۱۵)\ Max\ \pi = \sum_{r}\sum_{c}\left[A_{cr}\cdot(P_{cr}\cdot Y_{cr}(WU_{cr}) + SI_{cr}) - PW_{ro}.WU_{ro} - VC_{cr}(A_{cr})\right]$$

تابع هدف مدل برنامه‌ریزی درجهٔ دوم نیز با توجه به محدودیت‌های منابع (روابط ۲ - ۸) و بدون محدودیت‌های کالیبراسیون (روابط ۹ و ۱۰) حداکثر می‌شود. حال مدل غیرخطی کالیبره‌شده به طور صحیحی سطح زیر کشت موجود و ارزش سایه‌ای منابع را بازتولید می‌کند و برای شبیه‌سازی بازار آب و بررسی واکنش کشاورزان به اجرای سیاست‌های مختلف، نظیر سیاست قیمت‌گذاری منابع آبی، مناسب است.

۲.۴. شبیه‌سازی بازار آب

پس از تبیین مدل PMP مدل بازار آب منطقه به صورت زیر شبیه‌سازی شده است. هزینهٔ مبادلات آب بین مناطق نیز به صورت مساوی بین خریدار و فروشنده و معادل ۱۰ درصد (بر اساس نتایج مطالعات مختلف (Hearne and Easter, 1997; Zekri and Easter, 2005) هزینهٔ تأمین آب در نظر گرفته شده است. بر این اساس، تابع هدف مدل شبیه سازی بازار آب بین منطقه‌ای به صورت زیر است:

$$(۱۶)\ Max\ \ TRS = \sum_{r}\sum_{o}\begin{bmatrix} RS_r(\gamma\cdot TW_{ro} + WB_{ro} - WS_{ro}) - PW_{ro}\cdot TW_{ro} - (MPW_o + 0.5TC_{ro})\cdot WB_{ro} \\ +(MPW_o - 0.5TC_{ro})\cdot WS_{ro} \end{bmatrix}$$

که TRS کل رفاه مناطق، RS_r رفاه منطقهٔ rام، γ ضریب کمیابی آب، WB_{ro} آب خریداری‌شدهٔ منطقهٔ rام از منبع آب oام، WS_{ro} آب فروخته‌شدهٔ منطقهٔ rام از منبع آب oام، PW_{ro} هزینهٔ تأمین

آب منبع oام در منطقهٔ rام، MPW_{ro} قیمت تعادلی آب منبع oام بین مناطق و TC_{ro} هزینهٔ مبادلهٔ آب منبع oام در منطقهٔ rام است.

مدل بازار آب بین‌منطقه‌ای با توجه به محدودیت‌های زیر شبیه‌سازی و حداکثر شده است:

$$(۱۷) \quad WU_{ro} - WB_{ro} + WS_{ro} \le TW_{ro}$$

$$(۱۸) \quad WB_{ro} \le \sum_{r'} WS_{r'o} \quad for \quad r \ne r'$$

$$(۱۹) \quad \sum_{r} WB_{ro} = \sum_{r} WS_{ro}$$

$$(۲۰) \quad \sum_{r} WU_{ro} \cdot EF_{o} \ge \sum_{c} WR_{crv} \cdot A_{cr}$$

$$(۲۱) \quad RPW_{ro} - \lambda^{*}_{ro}(TW_{ro}) \ge 0$$

$$(۲۲) \quad MPW_{o} = Min\left(r, RPW_{ro}\right) + PW_{ro} + TC_{ro}$$

$$(۲۳) \quad RS_{r}(WU_{ro}) - (MPW_{ro} + 0.5TC_{ro}) \cdot WB_{ro} + (MPW_{ro} - 0.5TC_{ro}) \cdot WS_{ro} - RS_{r}(TW_{ro}) \ge 0$$

که در این روابط RPW_{ro} تمایل به پرداخت منطقهٔ rام برای منبع آب oام است و سایر متغیرها قبلاً توضیح داده شده است. رابطهٔ (۱۷) بیانگر آن است که مجموع آب مصرفی هر منطقه با خالص آب مبادله‌شده بایستی کوچک‌تر مساوی کل آب در دسترس هر منطقه باشد. روابط (۱۸) و (۱۹) بیانگر آن است که کل آب خریداری شدهٔ هر منطقه با کل آب فروخته شدهٔ سایر مناطق برابر است؛ همچنین، کل مقدار آب خریداری شده در منطقه با کل آب فروخته شده در منطقه برابر است. رابطهٔ (۲۰) بیان می‌کند که خالص آب مصرفی باید بزرگ‌تر مساوی آب آبیاری مورد نیاز فعالیت‌های مختلف تولیدی کشاورزی باشد. بر اساس روابط (۲۱) و (۲۲) قیمت تعادلی آب در بازار بایستی اولاً، منعکس کنندهٔ ارزش سایه‌ای نهادهٔ آب و ثانیاً، از حداقل تمایل به پرداخت مناطق مختلف برای نهادهٔ آب به علاوهٔ هزینهٔ تأمین و هزینهٔ مبادلات بیشتر باشد. رابطهٔ (۲۳) بیان می کند که در اثر سیاست ایجاد بازار آب نباید رفاه مصرف کننده نسبت به حالت قبل از ایجاد بازار کاهش یابد. به عبارت دیگر، این محدودیت تضمین می کند که سیاست ایجاد بازار آب به افزایش رفاه کشاورزان و مناطق مختلف منجر می شود و در صورت افزایش نیافتن رفاه، ایجاد بازار آب و مبادلهٔ آب صورت نخواهد گرفت.

۳.۴. شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی

بعد از اجرای مدل شبیه‌سازی بازار آب، در تحلیل نتایج ایجاد بازار آب به محاسبهٔ شاخص‌های مختلف اقتصادی نظیر تغییر سود کشاورزان، رفاه جامعه، درآمد دولت (درآمد ناشی از تعرفه‌های آب

اعمال‌شده) و شاخص‌های اجتماعی نظیر اشتغال کل و اشتغال فصلی در منطقه پرداخته شده است.

۵. نتایج و بحث

میزان آب در دسترس مناطق از منابع آبی مختلف سد، چاه و رودخانه در شرایط مختلف بارندگی نرمال و خشک‌سالی در جدول ۲ ارائه شده است. همان گونه که در این جدول ملاحظه می‌شود، همهٔ مناطق به جز مناطق KAP و EGS از حقابهٔ سد برخوردارند و آب مازاد سد نیز به همهٔ مناطق، به جز منطقهٔ MOH، اختصاص می‌یابد. از بین مناطق مختلف فقط مناطق KAP، EKO و EGS علاوه بر آب سد از سایر منابع آبی نظیر چاه و رودخانه استفاده می‌کنند. بر این اساس، در کل مناطق اراضی زیر سد شیرین‌درهٔ بجنورد میزان ۵۱/۸۱ و ۳۲/۹۵ میلیون مترمکعب آب از منابع آبی مختلف به ترتیب در شرایط نرمال و خشک‌سالی در دسترس است.

جدول ۲. میزان آب در دسترس مناطق از منابع آبی و در شرایط مختلف آب و هوایی

ردیف	مناطق	شرایط	حقابهٔ	آب مازاد	چاه	رودخانه	جمع کل
۱	MOH	نرمال	۸/۸۲	۰	۰	۰	۸/۸۲
		خشک‌سالی	۸/۸۲	۰	۰	۰	۸/۸۲
۲	HKG	نرمال	۳/۵۵	۰/۶۸	۰	۰	۴/۲۲
		خشک‌سالی	۳/۵۵	۰/۱۸	۰	۰	۳/۶۶
۳	BGI	نرمال	۳/۰۸	۱/۹۷	۰	۰	۵/۰۵
		خشک‌سالی	۳/۰۸	۰/۳۴	۰	۰	۳/۴۲
۴	KAP	نرمال	۰	۷/۷۴	۳/۶۸	۴/۰۸	۱۵/۵
		خشک‌سالی	۰	۱/۳۴	۳/۶۸	۲/۲۹	۷/۳۱
۵	EKO	نرمال	۰/۷۲	۴/۷۷	۲/۹۵	۳/۵۷	۱۲
		خشک‌سالی	۰/۷۲	۰/۸۲	۲/۹۵	۲	۶/۴۹
۶	EGS	نرمال	۰	۳/۱۴	۲/۲۱	۰/۸۷	۶/۲۲
		خشک‌سالی	۰	۰/۵۴	۲/۲۱	۰/۴۹	۳/۲۴
جمع		نرمال	۱۶/۱۷	۱۸/۲۸	۸/۸۴	۸/۵۲	۵۱/۸۱
		خشک‌سالی	۱۶/۱۷	۳/۱۶	۸/۸۴	۴/۷۸	۳۲/۹۵

منبع: شرکت آب منطقه‌ای خراسان شمالی و یافته‌های تحقیق

نتایج بررسی اطلاعات پتانسیل بازار آب بر اساس سؤالات مختلف پرسش‌نامه در مناطق مختلف اراضی زیر سد شیرین‌دره نیز در جدول ۳ ارائه شده است. بر اساس اطلاعات این جدول متوسط حجم آب در دسترس در مناطق مختلف اراضی زیر سد شیرین‌دره در شرایط نرمال معادل ۸۵۰۲

مترمکعب برای هر هکتار است. بر اساس نتایج اطلاعات پرسش‌نامه‌ای، ۴۱ درصد بهره‌برداران بیان کرده‌اند که آب در دسترس در شرایط نرمال برای فعالیت‌های مختلف کشاورزی کافی است و به طور متوسط ۱۳ درصد بهره‌برداران تمایل به فروش آب در قیمت متوسط ۸۹۹ ریال به ازای هر مترمکعب دارند. همچنین، از بین بهره‌برداران مصاحبه‌شده ۵۹ درصد آنها بیان کرده‌اند که در شرایط نرمال برای فعالیت‌های مختلف کشاورزی با کمبود آب مواجه‌اند و به طور متوسط ۹۰ درصد بهره برداران تمایل به خرید آب در قیمت متوسط ۴۹۹ ریال به ازای هر مترمکعب دارند. همچنین، اطلاعات این جدول نشان می‌دهد که ۷۲ درصد بهره‌برداران تمایل به خرید آب در قیمت بین ۳۰۰ - ۵۰۰ ریال به ازای هر مترمکعب آب دارند. بنابراین، می توان نتیجه گرفت که پتانسیل ایجاد بازار آب در منطقه وجود دارد و بازار آب می‌تواند منجر به تخصیص بهینهٔ آب در منطقه شود.

نتایج مربوط به الگوی کشت تحت دو شرایط خشک‌سالی و نرمال برای مناطق مختلف اراضی زیر سد شیرین‌درهٔ بجنورد در حالت نبود بازار آب در جدول ۴ درج شده است. همان گونه که در این جدول ملاحظه می‌شود، مدل PMP به بازتولید شرایط موجود منطقه برای تحلیل سیاست‌های تغییر قیمت آب و ایجاد بازار آب می‌پردازد.

بر اساس اطلاعات مندرج در این جدول، مدل PMP در شرایط نرمال در مجموع کشت ۶۷۲۰ هکتار از اراضی زیر سد شیرین‌دره را پیشنهاد می‌کند که در شرایط خشک‌سالی با ۴۹۳۹ هکتار کشت محصولات پنبه، ذرت و یونجه پیشنهاد نمی‌شود.

نتایج تبیین مدل بازار آب شامل الگوی کشت، تمایل به پرداخت انتظاری، قیمت تعادلی، نوع مشارکت در بازار آب و حجم و ارزش مبادلات در بازار آب بین‌منطقه‌ای در دو شرایط نرمال و خشک‌سالی است. نتایج الگوی کشت در حالت وجود بازار آب در دو شرایط نرمال و خشک‌سالی به شرح جدول ۵ است.

همان گونه که در این جدول ملاحظه می‌شود، ایجاد بازار آب از طریق تغییر الگوی کشت کشاورزان مناطق مختلف منجر به تغییر سود حاصل از کشت محصولات کشاورزان می‌شود؛ به نحوی که، افزایش در مجموع کل سود حاصل از کشت محصولات در شرایط سال زراعی خشک سالی بیشتر از شرایط نرمال است و به ترتیب به میزان ۱۲ و ۲۳ درصد است. نتایج این جدول همچنین بیان می کند که در اثر اجرای سیاست ایجاد بازار آب در دو شرایط نرمال و خشک سالی، مجموع سطح زیر کشت کل مناطق اراضی زیر سد به ترتیب ۱۴ و ۱۰ درصد کاهش یافته است.

نتایج تمایل به پرداخت انتظاری، قیمت تعادلی، نوع مشارکت و حجم و ارزش مبادلات در بازار آب بین‌منطقه‌ای در دو شرایط نرمال و خشک‌سالی نیز در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۳. اطلاعات پتانسیل بازار آب در مناطق مختلف اراضی زیر سد شیرین‌دره

مناطق	گروه‌ها	حجم آب در	کافی‌بودن آب تعداد	کافی‌بودن آب درصد	تمایل به فروش تعداد	تمایل به فروش درصد	قیمت تمایل به	کمبود آب تعداد	کمبود آب درصد	تمایل به خرید تعداد	تمایل به خرید درصد	قیمت تمایل به	تمایل به تعداد	تمایل به درصد
MOH	گروه	۹۰۰۰	۲۴	۸۹	۷	۲۶	۹۷۸	۳	۱۱	۲۱	۷۷	۷۰۳	۲۰	۷۴
	گروه	۹۰۰۰	۹	۷۵	۳	۲۵	۱۱۲۱	۳	۲۵	۱۱	۸۸	۷۵۷	۱۱	۸۸
HKG	گروه	۷۵۰۰	۱	۱۴	۰	۰	۷۰۰	۷	۸۶	۹	۱۰۰	۶۲۹	۷	۸۶
	گروه	۷۵۰۰	۷	۵۵	۴	۲۷	۶۵۹	۶	۴۵	۱۲	۹۱	۵۳۲	۱۱	۸۲
BGI	گروه	۷۵۰۰	۷	۸۳	۲	۲۵	۶۴۶	۱	۱۷	۶	۷۵	۵۲۵	۶	۷۵
	گروه	۷۵۰۰	۱۲	۷۸	۳	۱۷	۶۶۵	۳	۲۲	۱۴	۹۱	۵۸۲	۱۲	۸۳
KAP	گروه	۷۶۲۴	۰	۰	۰	۰	۱۲۰۰	۱۶	۱۰۰	۱۱	۷۱	۳۴۳	۹	۵۷
	گروه	۹۶۲۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۰۰	۲۹	۱۰۰	۲۷	۹۲	۳۶۲	۲۳	۷۷
EKO	گروه	۹۰۲۰	۴	۲۰	۰	۰	۱۰۰۰	۱۷	۸۰	۲۱	۱۰۰	۴۸۰	۲۱	۱۰۰
	گروه	۱۲۲۹۹	۴	۵۰	۴	۵۰	۷۰۰	۴	۵۰	۸	۱۰۰	۷۵۰	۸	۱۰۰
EGS	گروه	۹۸۲۳	۵	۵۰	۱	۱۰	۹۵۰	۵	۵۰	۱۰	۱۰۰	۱۵۵	۱	۱۰
	گروه	۵۶۳۳	۲	۱۱	۱	۶	۹۶۷	۱۶	۸۹	۱۸	۱۰۰	۱۷۲	۵	۲۸
متوسط کل مناطق		۸۵۰۲	۷۶	۴۱	۲۵	۱۳	۸۹۹	۱۱۱	۵۹	۱۶۸	۹۰	۴۹۹	۱۳۵	۷۲

منبع: یافته‌های تحقیق

* R= ریال

** در قیمت ۳۰۰ - ۵۰۰ ریال بر مترمکعب

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۴. نتایج الگوی کشت مدل PMP در شرایط سال زراعی نرمال و خشک‌سالی در حالت نبود بازار آب **(واحد: هکتار)**

مدل	محصول	MOH	HKG	BGI	KAP	EKO	EGS	جمع
الگوی کشت مدل PMP در شرایط نرمال	گندم آبی	۸۹۵	۴۷۰	۲۳۹	۱۲۰۸	۴۲۸	۲۲۵	۳۴۶۵
	پنبه	۰	۲	۷۷	۳۰۱	۰	۰	۳۸۰
	برنج	۱۸۸	۱۰۴	۱۳۵	۰	۰	۰	۴۲۷
	خیار پاییزه	۱۴۷	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴۷
	گوجه‌فرنگی	۸۵	۲۸	۰	۰	۹۴	۰	۲۰۷
	ذرت	۰	۰	۰	۴۵۷	۰	۲۳۹	۶۹۶
	جوآبی	۰	۵۸	۳۸۲	۰	۴۸۱	۲۲۴	۱۱۴۵
	کلزا	۰	۰	۰	۰	۰	۱۶۵	۱۶۵
	یونجه	۰	۰	۰	۱۴	۱۱	۰	۲۵
	انگور	۰	۵	۲	۲۵	۱۹	۱۲	۶۳
جمع سطح زیر کشت (ha)		۱۳۱۵	۶۶۷	۸۳۵	۲۰۰۵	۱۰۳۳	۸۶۵	۶۷۲۰
سود ناخالص (TGM) (میلیون ریال)		۱۸۵۵۱	۸۰۶۷	۱۰۱۲۵	۱۰۹۳۲	۸۱۱۳	۶۹۲۶	۶۲۷۱۴
الگوی کشت مدل PMP در شرایط خشک‌سالی	گندم آبی	۷۶۹	۲۲۶	۰	۱۱۳۱	۳۶۲	۱۶۹	۲۶۵۷
	برنج	۱۷۱	۸۵	۱۱۳	۰	۰	۰	۳۶۹
	خیار پاییزه	۱۲۸	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۸
	گوجه‌فرنگی	۷۳	۲۰	۰	۰	۶۷	۰	۱۶۰
	جوآبی	۰	۱۹۲	۴۵۰	۰	۶۰۴	۲۰۰	۱۴۴۶
	کلزا	۰	۰	۰	۰	۰	۱۵۷	۱۵۷
	انگور	۰	۲	۱	۱۸	۰	۱	۲۲
جمع سطح زیر کشت (ha)		۱۱۴۱	۵۲۵	۵۶۴	۱۱۴۹	۱۰۳۳	۵۲۷	۴۹۳۹
سود ناخالص (TGM) (میلیون ریال)		۱۶۲۷۶	۶۱۵۵	۷۴۹۸	۵۷۷۷	۷۳۹۱	۴۸۴۹	۴۷۹۴۷

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۵. نتایج الگوی کشت در شرایط سال زراعی نرمال و خشک‌سالی در حالت وجود بازار آب **(واحد: هکتار)**

مدل	محصول	MOH	HKG	BGI	KAP	EKO	EGS	جمع
در شرایط نرمال	گندم آبی	۶۱۰	۰	۵۵۵	۰	۰	۲۲۵	۱۳۹۰
	پنبه	۰	۲	۱۴۳	۱۰۸۷	۰	۰	۱۲۳۲
	برنج	۶۱۰	۱۷۹	۰	۰	۰	۰	۷۸۹
	خیار پاییزه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
	گوجه‌فرنگی	۸۵	۲۹	۰	۰	۵۱۵	۰	۶۳۰
	ذرت	۰	۰	۰	۰	۰	۲۱۷	۲۱۷
	جوآبی	۰	۵۲۷	۰	۰	۴۸۶	۳۹۰	۱۴۰۳
	کلزا	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
	یونجه	۰	۰	۰	۱۴	۱۱	۰	۲۵
	انگور	۰	۵	۲	۲۵	۲۰	۱۲	۶۴
جمع سطح زیر کشت (ha)		۱۳۰۶	۷۴۲	۷۰۰	۱۱۲۶	۱۰۳۴	۸۴۴	۵۷۵۲
تغییر در سطح زیر کشت (درصد)		-۱	۱۱	-۱۶	-۴۴	۰	-۲	-۱۴
سود ناخالص (TGM) (میلیون ریال)		۲۴۸۰۸	۹۹۹۴	۴۳۴۸	۸۹۲۲	۱۶۱۴۴	۶۱۴۵	۷۰۳۶۱
تغییر سود نسبت به حالت نبود بازار		۳۴	۲۴	-۵۷	-۱۸	۹۹	-۱۱	۱۲
در شرایط خشک‌سالی	گندم آبی	۴۳۷	۰	۰	۹۵۳	۰	۵۱۹	۱۹۰۹
	برنج	۰	۲۱۶	۲۶۳	۰	۰	۰	۴۸۰
	خیار پاییزه	۴۴۵	۰	۰	۰	۰	۰	۴۴۶
	گوجه‌فرنگی	۷۳	۲۴	۰	۰	۱۲۵	۰	۲۲۳
	جوآبی	۰	۲۱۶	۲۶۳	۰	۹۰۸	۰	۱۳۸۷
	کلزا	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۰/۸
	انگور	۰	۲	۱	۱۸	۰	۱	۲۱
جمع سطح زیر کشت (ha)		۹۶۳	۴۵۹	۵۲۷	۹۴۷	۱۰۳۳	۵۱۳	۴۴۴۳

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تغییر در سطح زیر کشت (درصد)	-۱۶	-۱۳	-۷	-۱۸	۰	-۳	-۱۰
سود ناخالص (TGM) (میلیون ریال)	۱۸۸۰۷	۹۴۱۰	۱۳۲۴۳	۴۸۳۶	۸۰۵۷	۴۴۱۰	۵۸۷۶۲
تغییر سود نسبت به حالت نبود بازار	۱۶	۵۳	۷۷	-۱۶	۹	-۹	۲۳

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۶. قیمت تعادلی، نوع مشارکت، حجم و ارزش مبادلات و رفاه مناطق در بازار آب بین‌منطقه‌ای

مدل	مناطق	قیمت تعادلی (ریال)	نوع مشارکت	حجم مبادلات (MCM)	سهم مبادلات	ارزش مبادلات (میلیون ریال)	تغییر در رفاه (میلیون ریال)
	MOH	۴۹۴	خریدار	۳/۲۳۳	۶/۶	۸۵۵	۲۷۱
	HKG	۳۱۴	خریدار	۰/۴۴۶	۰/۹	۱۱۸	۵
شرایط	BGI	۳۵۳	خریدار	۱/۳۳۵	۲/۷	۳۵۳	۱۰
نرمال	KAP	۲۱۴	عدم مشارکت	۰	۰	۰	۰
	EKO	۱۲۶	فروشنده	۵/۰۱۳	۱۰/۳	۱۳۲۶	۵۳۱
	EGS	۲۲۷	عدم مشارکت	۰	۰	۰	۰
بازار آب بین‌منطقه‌ای		۲۶۴	-	۵/۰۱۳	۱۰/۳	۲۶۵۱	۸۱۷
	MOH	۶۱۷	خریدار	۱/۲۳۰	۳/۸	۶۰۴	۸۲
	HKG	۴۸۱	عدم مشارکت	۰	۰	۰	۰
شرایط	BGI	۷۱۲	خریدار	۰/۸۶۴	۲/۶	۴۲۴	۹۲
خشک‌سالی	KAP	۲۹۸	فروشنده	۲/۰۶۵	۶/۳	۱۰۱۴	۲۷۸
	EKO	۳۵۹	فروشنده	۰/۷۰۹	۲/۲	۳۴۸	۷۱
	EGS	۶۲۳	خریدار	۰/۶۸۰	½	۳۳۴	۴۲
بازار آب بین‌منطقه‌ای		۴۹۱	-	۲/۷۷۴	۸/۵۰	۲۷۲۴	۵۶۵

منبع: یافته‌های تحقیق

همان گونه که در این جدول ملاحظه می‌شود، قیمت تعادلی نهادهٔ آب در بازار آب بین منطقه‌ای در شرایط نرمال و خشک‌سالی به ترتیب معادل ۲۶۴ و ۴۹۱ ریال به ازای هر مترمکعب برآورد شده است. تمایل به پرداخت انتظاری مناطق مختلف نیز بین ۱۲۶ - ۴۹۴ ریال به ازای هر مترمکعب در شرایط نرمال و بین ۲۹۸ - ۷۱۲ ریال به ازای هر مترمکعب در شرایط خشک سالی برآورد شده است. بنابراین، بر اساس نتایج مدل بازار آب بین‌منطقه‌ای در شرایط نرمال، مناطق MOH، HKG و BGI به‌منزلهٔ خریدار آب و منطقهٔ EKO به‌منزلهٔ فروشندهٔ آب در بازار آب مشارکت خواهند کرد، مناطق KAP و EGS نیز با توجه به پایین‌بودن تمایل پرداخت انتظاری از قیمت تعادلی بایستی به‌منزلهٔ فروشنده مشارکت کنند، ولی به علت برآورده‌شدن تقاضای خریداران آب از طریق فروش آب منطقهٔ EKO در بازار آب مشارکت نخواهند کرد. در شرایط خشک‌سالی نیز مناطق MOH، BGI و EGS به‌منزلهٔ خریدار آب و مناطق KAP و EKO به‌منزلهٔ فروشندهٔ آب در بازار آب مشارکت خواهند کرد؛ منطقهٔ HKG نیز در بازار آب مشارکت نخواهد داشت. همچنین، اطلاعات جدول ۶ نشان می‌دهد که کل حجم مبادلات در بازار آب بین‌منطقه‌ای در شرایط نرمال و خشک‌سالی به ترتیب معادل ۱۰/۳ و ۸/۵ درصد از کل آب مصرفی مناطق است. کل ارزش مبادلات آب نیز در شرایط نرمال و خشک‌سالی به ترتیب معادل ۲۶۵۱ و ۲۷۴۴ میلیون ریال است و ایجاد بازار آب بین‌منطقه‌ای رفاه کل مناطق را به میزان ۸۱۷ و ۵۶۵ میلیون ریال به ترتیب در شرایط نرمال و خشک‌سالی افزایش خواهد داد. تأثیر اجتماعی ایجاد بازار آب در مناطق مختلف اراضی زیر سد شیرین‌دره نیز، بر اساس توضیحات قبلی، از طریق شاخص‌های اشتغال کل و اشتغال فصلی ناشی از الگوی کشت مناطق مختلف مطابق جدول ۷ سنجیده می‌شود.

جدول ۷. تغییرات اشتغال مناطق در اثر ایجاد بازار آب در مناطق مختلف اراضی پایین‌دست سد شیرین‌دره (واحد: درصد)

مناطق	شرایط نرمال					شرایط خشک‌سالی				
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	کل	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	کل
MOH	-۲۱	۴۸	۱۵	۰	۳۱	۲۸	۵۶	-۲۵	۰	۲۷
HKG	۱۳	۳۰	-۹	-۷	۹	۵۵	۱۰۱	۲۲	-۱۸	۵۵
BGI	۵۳	-۳۳	۶۱	-۶	۱۸	۹۸	۱۳۲	-۴۱	-۳۸	۸۸
KAP	-۸۷	۱۳۱	۴۰	-۱	۴۴	۱۶	۱۴	-۱۵	۳	۱۵
EKO	۱۴۷	۳۸۹	۲۸۳	۷	۲۶	۱۵	۸۸	۴۹	۰	۴۶
EGS	۱۵	۲۱۰	۴۲	۱۱۳۳	۵۰	۱۴	۵۱	۱۹	-۳۱	۱۹
جمع	۵	۹۱	۸۳	۲۳	۶۲	۲۲	۶۲	۴	-۲	۳۲

منبع: یافته‌های تحقیق

همان گونه که ملاحظه می‌شود، اشتغال ناشی از الگوی کشت در کل اراضی زیر سد شیرین‌دره در اثر ایجاد بازار آب در شرایط نرمال و خشک‌سالی به ترتیب ۶۲ و ۳۲ درصد افزایش خواهد یافت، که بیشترین اشتغال در شرایط نرمال در منطقهٔ EKO و در شرایط خشک‌سالی در منطقهٔ BGI ایجاد خواهد شد.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به طور کلی، نتایج شبیه‌سازی بازار آب نشان می‌دهد که مجموع سطح زیر کشت کل مناطق اراضی زیر سد در حالت وجود بازار آب به میزان ۱۴ و ۱۰ درصد به ترتیب در شرایط نرمال و خشک‌سالی کاهش خواهد یافت، ولی مجموع کل سود حاصل از کشت محصولات افزایش می‌یابد؛ به نحوی که، افزایش در مجموع کل سود حاصل از کشت محصولات در شرایط سال زراعی خشک‌سالی بیشتر از شرایط نرمال و به ترتیب به میزان ۱۲ و ۲۳ درصد است. اشتغال ناشی از تغییر الگوی کشت در کل اراضی زیر سد شیرین‌دره در اثر ایجاد بازار آب در شرایط نرمال و خشک‌سالی نیز به ترتیب ۶۲ و ۳۲ درصد افزایش خواهد یافت.

از آنجا که نتایج تأثیرات اقتصادی شبیه‌سازی بازار آب در بین مناطق بیانگر تأثیر مثبت ایجاد بازار آب در رفاه کشاورزان مناطق مختلف، از طریق تخصیص بهینهٔ منابع محدود آب، است و از طرف دیگر بررسی محدودیت‌ها و جایگاه قانونی نشان داد که امکان مبادله در مواد قانونی به طور مطلق سلب نشده است، بنابراین، پیشنهاد می‌شود با تصویب قوانین جدید و اصلاح برخی از قوانین موجود ایجاد، توسعه و تقویت بازار آب در مناطق مختلف به طور جدی مورد توجه سیاست‌گذاران صنعت آب کشور قرار گیرد. همچنین، در تشکیل بازار آب و کاهش تصدی دولت در صنعت آب از تشکل‌های مردمی حمایت شود تا با واقعی‌شدن ارزش آب انگیزهٔ ورود بخش خصوصی به صنعت آب برای مدیریت کارای منابع آبی افزایش یابد. علاوه بر این، بررسی بازارهای آب نشان داد که عواملی نظیر انحصار، افزایش هزینهٔ مبادلات و عوارض خارجی منفی باعث شکست بازار و کاهش کارایی آن می‌شود؛ بنابراین، استفاده از سیاست‌های مناسب و تدوین قوانین لازم در جلوگیری و کاهش آن ضروری است.

منابع

۱. بهلولوند، ع. و صدر، ک. (۱۳۸۵). برآورد تقاضای آب کشاورزی و بررسی مکانیسم بازار در قیمت گذاری آب کشاورزی، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، رشتهٔ علوم اقتصادی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

۲. بی‌نام. (۱۳۸۰). مطالعات مرحلهٔ دوم طرح شبکهٔ آبیاری و زهکشی سد شیرین‌دره. سازمان آب منطقه‌ای استان خراسان شمالی.

۳. بی نام. (۱۳۸۶). سیمای آب استان خراسان شمالی. سازمان آب منطقه ای استان خراسان شمالی، معاونت برنامه‌ریزی و بهبود مدیریت.

۴. کیانی، غ. (۱۳۸۷). نقش بازار در تخصیص منابع آب (مطالعهٔ موردی: بازار آب مجن). رسالهٔ دکتری رشتهٔ اقتصاد کشاورزی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تهران.

5. Arfini, F.; Donati, M. and Paris, Q. (2003). "A national PMP model for policy evaluation in agriculture using micro data and administrative information". Paper presented at the *International Conference Agricultural Policy reform and the WTO: Where are we heading* ? Cari, Italy.
6. Arriaza, M.; Gomez-Limon, J.A. and Upton, M. (2002). "Local water markets for irrigation in southern Spain: A Multicriteria approach". *The Australian Journal of Agricultural Resource Economics*, 46(1): 21-43.
7. Calatrava, J. and Garrido, A. (2005). "Modeling water markets under uncertain water supply". *European Review of Agricultural Economics*, 32(2): 119-142.
8. Cortignani, R. and Severini, S. (2009). "Modeling farm-level adoption of deficit irrigation using Positive Mathematical Programming. Agric". *Water Manage*. doi:10.1016/j.agwat.2009.07.016.
9. Easter, K.W.; Rosegrant M. W. and Dinar, A. (1999). "Formal and Informal Markets for Water: Institutions, Performance, and Constraints". *The World Bank Research Observer*, Vol, 14(I): 99-116.
10. Garrido, A. (1998). "Economics of water allocation and the feasibility of water markets in agriculture", *Sustainable Management of Water in Agriculture*, Issues and Policies (The Athens Workshop, OCDE, Paris.
11. Garrido, A. (2000). "A mathematical programming model applied to the study of water market within the Spanish agricultural sector". *Annals of Operations Research*, 94:105-123.
12. Gomez-Limon, J.A. and Martinez, Y. (2006). "Multi-criteria modeling of irrigation water market at basin level: A Spanish case study". *European Journal of Operational Research*, 173: 313-336.
13. Gibbons, D.C. (1987). "The economic value of water". *Resources for the Future*, inc., Washington D.C., USA.
14. Hearne, R.R. and Easter, W.K. (1997). "The Economic and Financial Gains from Water Markets in Chile". *Agricultural Economics*, 15:187–99.
15. Howitt, R.E. (1995). "Positive Mathematical Programming". *American Journal of agricultural Economics*, 77, 329–342.
16. Johansson, R. (2002). "Pricing irrigation water: a literature survey". *The World Bank Working Paper*, Washington, D.C.
17. Paris, Q.; Howitt, R.E. (1998). "An Analysis of Ill-Posed Production Problems Using Maximum Entropy". *American Journal of Agricultural Economics*, 80: 124-138.
18. Pujol, J.; Raggi. M. and Viaggi, D. (2006). "The potential impact of markets for irrigation water in Italy and Spain: a comparison of two study areas". *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 50: 361–380.
19. Riesgo, L. and Gomez-Limo, J.A. (2006). "Multi-criteria policy scenario analysis for public regulation of irrigated agriculture". *Agricultural Systems*, 91:1–28.
20. Rinaudo, J.; Strosser, P. and Rieu, T. (1997). "Linking water market functioning,

access to water resource and farm production strategies: examples from Pakistan". *Irrigation and Drainage Systems*, 11: 261-280.

21. Rohm, O. and Dabbert, S. (2003). "Integrating agri-environmental programs into regional production models: an extension of Positive Mathematical Programming". *American Journal of Agricultural Economics*, 85 (1), 254–265.
22. Ward, K.B. (2003). Evaluating producer response to water policies in agriculture: The role of input substitution, spatial heterogeneity and input quality. PhD dissertation, University of California, Davis, USA.
23. Zekri, S. and Eeaster, E. (2005). "Estimating the potential gains from water markets: A case study from Tunisia". *Agricultural Water management*, 72: 161-175.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی