فصلنامه مدلسازی اقتصادی (سال دهم، شماره ۳ «پیاپی ۳۵» پاییز ۱۳۹۵، صفحات ۱۳۹- ۱۲۱)

مدل‌سازی اقتصادی مدیریت منابع آب کشاورزی استان تهران با تأکید بر نقش بازار آب[۱]

ابوالفضل محمودی[*]، ابوذر پرهیزکاری[**]

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۹/۱۸

چکیده

در این مقاله اثرات تشکیل بازارهای آب محلی و منطقه‌ای در استان تهران مورد بررسی قرارگرفت و پتانسیل انتقال آب تحت شرایط کم‌آبی در سطح این استان ارزیابی شد. بدین منظور از یک سیستم مدل‌سازی اقتصادی مشتمل بر مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) و توابع تولید منطقه‌ای محصولات کشاورزی (SWAP) استفاده شد. نتایج نشان داد که با برقراری بازارهای آب محلی و منطقه‌ای در سطح استان تهران، افزون بر ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب آبیاری و متعادل شدن داد و ستد آب بین مناطق مورد مطالعه، مجموع اراضی آبی ۷/٤۱ درصد و مجموع سود ناخالص کشاورزان ۹/۲۷ درصد افزایش می‌یابد. در پایان با توجه به نقش حمایتی و سازنده بازارهای آب محلی و منطقه‌ای، مهیا کردن زمینه لازم برای برقراری و استفاده بهینه از این نوع مکانیسم‌ها در سطح استان تهران و سایر مناطقی از کشور که دارای منابع آبی مشترک هستند، پیشنهاد می‌شود.

طبقه‌بندی JEL: Q21, Q13, O13, C61

واژگان کلیدی: مدل‌سازی اقتصادی، بازار آب، مدیریت منابع آب، عرضه و تقاضای آب.

---

[۱] این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی با همین عنوان در دانشگاه پیام نور می‌باشد.

[*] استادیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه پیام نور، (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: A.mahmoodi@pnu.ac.ir

[**] دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه پیام نور تهران، پست الکترونیکی: Abozar.Parhizkari@yahoo.com

۱. مقدمه

بازار آب به عنوان ابزاری اقتصادی سبب توسعه تمرکززدایی، تخصیص بهینه منابع آب بین مصرف‌کنندگان و کاهش آثار کمبود آب می‌شود. بر این اساس، ویژگی اصلی‌ای که موجب معرفی بازار آب می‌شود، توانایی آن در تخصیص مجدد آب بین مصارف گوناگون است؛ به گونه‌ای که این تخصیص متوجه مصارفی خواهد بود که ارزش‌های بالقوه بالاتری از آب ایجاد می‌کنند و مطلوبیت منطقی بیشتری از منابع آب در مصارف خود به دست می‌آورند (گومز لیمون و مارتینز[1]، ۲۰۰۶؛ پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹۲).

بازار آب می‌تواند همانند هر نهاد دیگری، با حفظ حقوق مالکیت و در پی آن، برقراری بعضی ضوابط برای بهره‌برداران، اجازه مبادله داوطلبانه آب در مقابل یک مقدار اقتصادی (قیمت) را بدهد. براساس این تعریف، بازار آب در دنیای واقعی یک بازار همگن نیست و زنجیره‌ای از ساختارهای تشکیلاتی مختلف در آن پیدا می‌شود که امکان دستیابی به کارایی بیشتر در تخصیص آب و حداکثرشدن رفاه اجتماعی را فراهم می‌کند (ایاستر و هیارن[2]، ۱۹۹۵؛ پرهیزکاری، ۱۳۹۲).

ایجاد بازارهای آب در بخش کشاورزی، راه‌حل امیدبخشی برای افزایش کارایی اقتصادی آب است که کشاورزان با فرصت‌های ایجاد شده در آن، از طریق بهبود شیوه‌های مدیریت تأمین آب، برای اجاره و فروش آب اقدام نموده و در جهت تبدیل جریان‌های سطحی و نفوذهای عمیق آن در راستای تأمین آب قابل فروش در بازار تلاش خواهند نمود که این امر منجر به کاهش مصرف کشاورزان از منابع آب‌های زیرزمینی می‌شود (ویچلنز[3]، ۱۹۹۹؛ پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹۲). مکانیسم بازار برخلاف سابقه طولانی آن در تخصیص منابع، در حوزه مدیریت و تخصیص نهاده آب کمتر مورد توجه برنامه‌ریزان بخش کشاورزی قرارگرفته است (بهلول‌وند و همکاران، ۱۳۹۳). بهره‌برداری از منابع آب در کشور به گونه‌ای شکل گرفته که باعث شده است، بازار مناسبی برای این نهاده توسعه پیدا نکند که بتواند قیمت اقتصادی آب را تعیین و مبنای معامله قرار دهد (کرامت‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰).

---

[1] Gomez-Limon and Martinez
[2] Easter and Hearne
[3] Wichelns

استان تهران با در اختیار داشتن ۳/٤ درصد از اراضی قابل کشت کشور، حدود ۷/٦ درصد از کل تولیدات زراعی کشور را به خود اختصاص داده است (سازمان جهاد کشاورزی استان تهران، ۱۳۹۳). سالانه بیش از ۱۵۰ میلیون مترمکعب اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی این استان صورت می‌پذیرد. در واقع، مجموع تغذیه آبخوان‌های این استان حدود ۱٤۸۰/۵ میلیون مترمکعب است؛ درحالی که مجموع تخلیه از آن‌ها به ۱٦۳۰/۲ میلیون مترمکعب نیز می‌رسد. نظر به این که در این استان، آب‌های سطحی از طریق بارندگی و تشکیل رودخانه‌های فصلی حاصل می‌شوند، در فصول گرم سال کاهش بارندگی و نبودن این منابع موقت (رودخانه‌های فصلی) سبب شده تا آب موردنیاز برای کشاورزان از طریق برداشت آب‌های زیرزمینی تأمین شود. این عامل در طول زمان باعث افت سطح آب‌های زیرزمینی (به میزان ۱/۹ متر) و منفی شدن بیلان آب در اغلب نقاط این استان، به‌ویژه در بخش‌های جنوبی آن (دشت‌های ملارد و ورامین) شده است (شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان تهران، ۱۳۹۳).

به طور کلی، عدم وجود بازارهای آب محلی و منطقه‌ای در حوزه جریانات فصلی این استان سبب شده که در فصول پرآب، حجم زیادی از آب آبیاری بدون استفاده از دسترس کشاورزان خارج شود؛ در حالی که، در فصول گرم سال به علت کاهش جریانات آب سطحی، اغلب کشاورزان با مسئله کمبود آب مواجه می‌باشند. با توجه به مطالب یاد شده، لزوم برقراری ابزارهای سیاستی و نهادهای غیرساختاری همچون تشکیل بازارهای آب محلی و منطقه‌ای با ویژگی‌های یاد شده در جهت تخصیص بهینه منابع آب بین مصرف‌کنندگان بخش کشاورزی و کاهش آثار کمبود آن در استان تهران احساس می‌گردد.

۲. ادبیات موضوع

در زمینه تشکیل بازارهای آب محلی یا منطقه‌ای در بخش کشاورزی و نقش تعیین‌کننده آن‌ها در ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب، مطالعات متعددی در داخل کشور صورت گرفته است. کرامت‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) با بهره‌گیری از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت نقش بازار آب را در تعیین ارزش اقتصادی نهاده آب در اراضی پایین دست سد شیرین دره بجنورد مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که ارزش اقتصادی نهاده آب در سناریوهای مختلف، نرمال و خشکسالی معادل ٤۱٦ و ۵۷۱ ریال می‌باشد. نیکویی و نجفی (۱۳۹۰) در

مطالعه‌ای با عنوان «آثار رفاهی بازار آب کشاورزی در ایران به شبیه‌سازی یک بازار آب برای تحلیل جنبه‌های اقتصادی و رفاهی متأثر از کاربرد آن در شهرستان اصفهان» پرداختند. نتایج نشان داد که پس از برقراری بازار آب و امکان کاهش محدودیت آب، کشاورزان با تخصیص زمین بین محصولات مختلف، بازده برنامه‌ای خود را افزایش داده و به فروش آب مازاد و خرید آب مورد نیاز خود می‌پردازند. در این شرایط، رفاه کشاورزان به طور معناداری افزایش خواهد یافت. پرهیزکاری و همکاران (۱۳۹۲) به شبیه‌سازی بازار آب و تحلیل اثرات سیاست اشتراک‌گذاری آب آبیاری بر الگوی کشت در حوزه رودخانه شاهرود پرداختند. نتایج نشان داد که با تشکیل بازارهای آب محلی و انجام معاملات بین مناطق مورد مطالعه، منافع یا سود اقتصادی کشاورزان نسبت به شرایط سال پایه بیشتر شده و مجموع سطح زیرکشت محصولات آبی از ۹ تا ۳۷ درصد افزایش می‌یابد. یوسفی و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از مدل تعادل عمومی به بررسی آثار رفاهی تخصیص بازاری منابع آب در اقتصاد ایران پرداختند. نتایج ایجاد بازار آب در شرایط کم‌آبی نشان داد که میزان رفاه خانوارهای شهری و روستایی به ترتیب کاهش و افزایش می‌یابد.

همچنین، رفاه دهک‌های بالای روستایی در مقایسه با دهک‌های پایین، افزایش چشم‌گیری دارد که بیانگر آن است که دهک‌های بالاتر، دارای سهم بیشتری از مالکیت زمین‌های دارای حقابه هستند. پرهیزکاری و همکاران (۱۳۹٤) با بهره‌گیری از یک سیستم مدل‌سازی اقتصادی-هیدرولوژیکی به بررسی اثرات تشکیل بازار آب آبیاری و انتقال بین حوزه‌ای آب از سرشاخه‌های الموت‌رود به دشت قزوین پرداختند. نتایج نشان داد که انتقال آب بین حوزه‌ای از سرشاخه‌های الموت‌رود به دشت قزوین با ایجاد محدودیت ۱۰ تا ٤۰ درصد در عرضه آب آبیاری منجر به کاهش مجموع سطح زیرکشت محصولات در الگوی کشت، کاهش مجموع سود ناخالص کشاورزان و افزایش ارزش اقتصادی آب آبیاری در مناطق الموت شرقی و الموت غربی می‌شود.

لواو و وان اسچالکویک[1] (۲۰۰۲) با انجام مطالعه‌ای در کشور آفریقای جنوبی نشان دادند که هزینه‌های حاصل از انتقال مالکیت یا هزینه‌های معامله و هزینه‌های نقل و انتقال آب

[1] Louw and Van Schalkwyk

می‌تواند به طور معنادار و موثری بر ظرفیت هر بازار در ارتباط با کارایی عملکرد آن موثر باشد؛ در صورتی که بازارهای آب بخواهند توانمندی‌های بالقوه خود را بروز دهند، باید به حداقل کردن این هزینه‌ها بپردازند.

گومز لیمون و مارتینز (۲۰۰۶) با انجام تحقیقی در اسپانیا نتیجه گرفتند که دستیابی به جنبه‌های مثبت برقراری بازار آب، نیاز به یک ساختار اجتماعی و قانونی مناسب دارد. در این زمینه، استقرار بنگاه‌های نقل و انتقال آب می‌تواند مفید باشد. علاوه بر تغییرات ساختاری که برای برقراری یک بازار آب لازم است، تغییر تدریجی دیدگاه‌های کشاورزان ضروری است. تنها زمانی که این شرایط فراهم گردد، می‌توان گفت که بازار آب به صورت «کارا» عمل خواهد کرد.

زمان و همکاران[1] (۲۰۰۹) در ناحیه ویکوتوریای شمالی کشور استرالیا منافع اقتصادی بالقوه‌ای را در مبادله آب بین بهره‌برداران کشاورزی پیش‌بینی کردند. نتایج نشان داد که این مبادلات در بلندمدت آثار ارزشمندی در غلبه بر بحران‌هایی مانند خشکسالی شدید برای مصرف‌کنندگان آب از جمله بهره‌برداران کشاورزی در برخواهد داشت. هاویت و همکاران[2] (۲۰۱۲) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت[3] (PMP) به بررسی نقش بازارهای انتقال آب در کالیفرنیا پرداختند. آن‌ها در مدل PMP خود از تابع هزینه نمایی[4] (ECF) و تابع تولید با کشش‌های جانشینی ثابت[5] (CES) بهره گرفتند. استفاده از این نوع مدل برای تحلیل سیاست ارزیابی انتقال آب بالقوه تحت شرایط خشکسالی بود. نتایج به دست آمده نشان داد که با تخصیص آب براساس مکانیزم بازار می‌توان زیان‌های درآمدی حاصل از خشکسالی را تا ۳۰ درصد کاهش داد.

هاویت و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات خشکسالی بر تولیدات بخش کشاورزی در مناطق مختلفی از کالیفرنیا پرداختند و نقش تشکیل بازارهای آب محلی را در این زمینه مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که خشکسالی، اثرات منفی بر حجم منابع

[1] Zaman et al.
[2] Howitt
[2] Positive Mathematical Programming
[3] Constant Elasticity of Substitution
[4] Exponential Cost Functions

آب سطحی و عمق یا سطح قرارگیری منابع آب زیرزمینی داشته و کشاورزان را با محدودیت نهاده آب مواجه نموده است. در این راستا، تشکیل بازارهای آب محلی و منطقه‌ای به دلیل برقراری توازن بین عرضه و تقاضای آب تا حد زیادی اثرات خشکسالی را کاهش می‌دهد.

مطالعات بررسی شده نشان می‌دهند که تشکیل بازارهای آب محلی و منطقه‌ای علاوه بر ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب آبیاری سبب افزایش بازده برنامه‌ای کشاورزان شده و از هدررفتن آب‌های اضافی در سطح اراضی ممانعت می‌کند. به همین منظور، هدف اصلی مقاله حاضر، بررسی اثرات تشکیل بازارهای آب محلی و منطقه‌ای در استان تهران و ارزیابی پتانسیل انتقال آب آبیاری در سطح شهرستان‌های این استان (به عنوان مناطق انتقال‌دهنده آب) است.

۳. روش‌شناسی

۳-۱. مدل‌سازی اقتصادی مبتنی بر مدل‌های PMP و SWAP

نتیجه اعمال یک سیاست و اثرگذاری آن تا حد زیادی وابسته به نحوه عکس‌العمل بهره‌برداران نسبت به سیاست‌های اعمال شده می‌باشد. عکس‌العمل بهره‌برداران نیز تحت تأثیر شرایط مزرعه، نگرش و ویژگی‌های فردی آن‌ها قرار دارد. با توجه به این که امکان آزمون سیاست‌های مختلف در محیط آزمایشگاهی وجود ندارد، هر فرد سیاست‌گذار در بخش کشاورزی به دنبال آن است که بتواند با اطمینان زیادی از نتایج اجرای سیاست‌های موردنظر و عکس‌العمل بهره‌برداران نسبت به آن‌ها آگاه شود (هی و همکاران[1]، ۲۰۰۶).

امروزه این امر به کمک مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) فراهم شده است. در واقع، پیش از آن که تصمیم به سیاست‌گذاری گرفته شود، شبیه‌سازی عکس‌العمل احتمالی کشاورزان از طریق برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) می‌تواند کمک مؤثری در جهت اتخاذ تصمیمات صحیح‌تر قلمداد شود (هاویت، ۲۰۰۵؛ پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹۲). ایده کلی در این مدل، استفاده از اطلاعات متغیرهای دوگان محدودیت‌های واسنجی یا صحت‌یابی[2] (محدودیت‌های کالیبره شده) است که جواب مسئله برنامه‌ریزی خطی را به سطح فعالیت‌های موجود محدود می‌کنند. مقادیر دوگان برای تصریح تابع هدف غیرخطی‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند که

[1] He et al.
[2] Calibration restrictions

سطح فعالیت‌های مشاهده شده را مجدداً از طریق جواب بهینه مسئله برنامه‌ریزی جدیدی که فاقد محدودیت‌های واسنجی یا صحت‌یابی است، بازسازی می‌کند (هاویت و همکاران، ۲۰۱۲؛ پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹٤).

تعیین سطح تجمیع مکانی (فضایی)[1] برای تعریف دامنه کاری مدل PMP و تجزیه و تحلیل سیاست‌های کشاورزی حائز اهمیت است. در واقع، تعیین این سطح به جای تحلیل سیاست‌ها در یک بعد وسیع، ترکیبی از ویژگی‌های محلی یا منطقه‌ای را با مجموعه داده‌های کوچک‌تر لحاظ نموده و سیاست‌های مورد نظر را در سطح مناطق تعیین شده مورد بررسی قرار می‌دهد (مدلین آزورا و همکاران[2]، ۲۰۱۰؛ پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹۲).

رهیافت مناسب برای تعیین سطح تجمیع مکانی، استفاده از مدل تولید محصولات کشاورزی ایالتی یا منطقه‌ای[3] (SWAP) است. مدل SWAP به عنوان زیرساخت مدل‌های شبکه آبی، برای ایجاد ارتباط بین متغیرهای اقتصادی و هیدرولوژیکی (مدل‌های آبی)، بهینه‌سازی میزان مصرف آب در بخش کشاورزی و تشکیل بازارهای آب محلی و منطقه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مدل، برای تجزیه و تحلیل سیاست‌ها در سطح خرد (یا منطقه‌ای) بر منابع ناهمگون و یا نهاده‌های خاص تمرکز دارد و در برآورد توابع تولید محصولات کشاورزی، به جای استفاده از داده‌های خام، از نتایج بهینه‌سازی اقتصادی استفاده می‌کند. با توجه به اینکه در مدل SWAP از داده‌های صریح و واقعی استفاده می‌شود، این مدل می‌تواند در تحلیل سیاست‌ها علاوه بر محدودیت‌های سرمایه‌ای و مالی، محدودیت‌های فیزیکی را نیز در خود بگنجاند. به طور کلی، در مدل SWAP فرض می‌شود که رفتار حداکثرسازی سود ناخالص کشاورزان در سطح منطقه‌ای و در یک شرایط تعادلی کوتاه‌مدت، منجر به تخصیص منابع (مطابق آنچه که در سال پایه مشاهده شده) می‌شود (هاویت و همکاران، ۲۰۱۲؛ پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹٤).

---

[1] Spatial Aggregation
[2] Medellan-Azuara et al.
[3] Statewide Agricultural Production Model

۳-۱-۱. مرحله اول: تقسیم‌بندی مناطق و جمع‌آوری داده‌های سال پایه

استان تهران منطقه مورد مطالعه در تحقیق حاضر است که براساس آخرین تقسیمات کشوری شامل شانزده شهرستان است. با توجه به هم‌جواری اغلب شهرستان‌های فوق و داشتن شرایط اقلیمی و توپوگرافی مشابه و منابع تامین آب مشترک، در این مطالعه به تقسیم‌بندی شهرستان‌ها در پنج منطقه کلی پرداخته شد و این مناطق به عنوان محدوده مطالعاتی در نظر گرفته شدند. منطقه یک شامل شهرستان‌های فیروزکوه، دماوند و پردیس؛ منطقه دو شامل شهرستان‌های تهران و شمیرانات؛ منطقه سه شامل شهرستان‌های پاکدشت، ورامین، پیشوا و قرچک؛ منطقه چهار شامل شهرستان‌های اسلام‌شهر، شهرری و بهارستان و منطقه پنج شامل شهرستان‌های شهریار، رباط کریم، ملارد و قدس است. داده‌های موردنیاز مربوط به دو بخش کشاورزی (سطح زیرکشت، عملکرد، قیمت و هزینه تولید محصولات) و منابع آب (نیاز آبی، منابع آب دردسترس و منابع آب انتقال‌یافته بین مناطق) هستند که برای سال ۹۳-۱۳۹۲ و با مراجعه مستقیم به ادارات ذیربط در استان تهران (شرکت آب منطقه‌ای و سازمان جهاد کشاورزی) جمع‌آوری شدند.

۳-۱-۲. مرحله دوم: حل مدل برنامه‌ریزی خطی کمکی و تعیین قیمت‌های سایه‌ای

این مرحله شامل حل یک مدل برنامه‌ریزی خطی در جهت حداکثرنمودن سود ناخالص کشاورزان با توجه به محدودیت‌های منابع و محدودیت‌های واسنجی است. در این مرحله پس از حل مدل برنامه‌ریزی خطی مقادیر قیمت‌های سایه‌ای برای محدودیت‌های منابع و واسنجی به دست می‌آیند (هاویت و همکاران، ۲۰۰۹؛ هاویت و همکاران، ۲۰۱۲؛ پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹٤). شکل ریاضی این مرحله از واسنجی مدل PMP برای مناطق مورد مطالعه به صورت زیر است:

$$Max \prod = \sum_{i=1}^{6}\sum_{g=1}^{5}\left(v_{ig}\ yld_{ig} - \sum_{j\neq water}^{4} a_{igj}\ c_{igj} \right) x_{ig,Land} - \sum_{g=1}^{5}\sum_{j=water}^{4} water_{gw}\ \varpi_{gw} \qquad (۱)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{7} a_{igj} x_{igj} \leq b_{gj} \qquad \forall g, j \qquad [\mu] \qquad (۲)$$

$$x_{igj} \leq \tilde{x}_{igj} + \varepsilon \qquad \forall g, i, j \qquad [\lambda] \qquad (۳)$$

$$x_{igj} \geq 0 \qquad \forall g, i, j \qquad (٤)$$

رابطه (۱) به عنوان تابع هدف مدل برنامه‌ریزی خطی، شامل حداکثرکردن مجموع سود منطقه‌ای کشاورزان است. در این رابطه Π سود کشاورزان، g مناطق مورد مطالعه، i محصولات، j عوامل تولید، $x_{ig,Land}$ سطح زیرکشت محصول i در منطقه g و a_{igj} بیانگر ضرایب لئونتیف است که نسبت استفاده هر عامل تولید به زمین را نشان می‌دهد و از رابطه ($a_{irlm} = \tilde{x}_{igj} / \tilde{x}_{igj,\,land}$) به دست می‌آید. v_{ig} قیمت محصول i در منطقه g، yld_{ig} عملکرد محصول i در منطقه g، c_{igj} هزینه نهاده j برای تولید محصول i در منطقه g، $water_{gw}$ حجم آب مصرفی در منطقه g و ϖ_{gw} هزینه استحصال و یا قیمت هر مترمکعب آب آبیاری در منطقه g است. رابطه (۲) محدودیت منابع را نشان می‌دهد و برای نهاده‌های آب، زمین، سرمایه (شامل بذر، کود و سموم شیمیایی) و نیروی کار تعریف می‌شود. در این رابطه b_{gj} کل منابع دردسترس نهاده j در منطقه g است. رابطه (۳) محدودیت مدل را نشان می‌دهد که در آن $\tilde{x}_{igj}$ مقدار مشاهده شده فعالیت مورد استفاده در سال پایه و ε مقدار مثبت کوچکی را نشان می‌دهد. μ در رابطه (۲) ارزش دوگان یا قیمت سایه‌ای محدودیت سیستمی و λ در رابطه (۳) قیمت سایه‌ای محدودیت واسنجی را نشان می‌دهد. رابطه (٤) نیز بیانگر محدودیت غیرمنفی بودن سطح فعالیت‌های زراعی است (هاویت و همکاران، ۲۰۰۹؛ هاویت و همکاران، ۲۰۱۲؛ پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹٤).

۳-۱-۳. مرحله سوم: برآورد تابع تولید منطقه‌ای و تخمین ضرایب CES

در این مرحله پارامترهای بازده ثابت نسبت به مقیاس تابع تولید CES برای هر منطقه و محصول به کمک روش توسعه‌یافته هاویت و همکاران (۲۰۱۲) برآورد می‌شوند. تابع تولید CES این امکان را ایجاد می‌کند که یک نرخ جانشینی ثابت بین نهاده‌های تولید و ضرایب لئونتیف (با نسبتی ثابت) و به وجود آید. فرم کلی تابع تولید CES مورد استفاده در این مطالعه با توجه به چهار نهاده زمین، آب، نیروی کار و سرمایه به صورت زیر قابل تخمین است:

$$Y_{gi} = \tau_{gi}[\beta_{gi1}h_{gi1}^{\rho_i} + \beta_{gi2}h_{gi2}^{\rho_i} + \beta_{gi3}h_{gi3}^{\rho_i} + \beta_{gi4}h_{gi4}^{\rho_i}]^{\upsilon/\rho_i} \qquad (۵)$$

در رابطه فوق، Y_{gi} میزان تولید محصول i در منطقه g، h_{igj} عامل تولید j برای تولید محصول i در منطقه g، τ_{gi} پارامتر مقیاس و β_{igj} پارامتر تولید است که سهم نهاده j را برای تولید محصول i در منطقه g نشان می‌دهد. υ ضریب بازده ثابت نسبت به مقیاس

می‌باشد و تابع تولید CES با ضرایب ثابت مستلزم آن است که این ضریب برابر با یک شود. ρ_i نیز متغیری است که بر حسب کشش جانشینی بین نهاده‌ها (σ) تعریف می‌گردد و برای محاسبه مقدار عددی آن از رابطه $\rho_i = (\sigma - 1)/\sigma$ استفاده می‌شود (مدلین آزورا و همکاران، ۲۰۱۱؛ هاویت و همکاران، ۲۰۱۲؛ پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹٤).

۳-۱-٤. مرحله چهارم: برآورد تابع هزینه متعالی (نمایی) و تخمین پارامترهای آن

مرحله چهارم برآورد مدل PMP شامل تخمین تابع هزینه غیرخطی و محاسبه پارامترهای آن است. برای این کار از تابع هزینه کل زمین استفاده می‌شود که شکل کلی آن به صورت زیر است:

$$TC_{gi}(x_{ri}) = \delta_{gi} e^{\gamma_{gri} x_{gi}} \quad \forall g = 1,2,...,5 \ , \ \forall i = 1,2,...,6 \qquad (٦)$$

در رابطه فوق، TC_{gi} هزینه کل زمین برای تولید محصول i در منطقه g، δ_{gi} پارامتر رهگیری و γ_{gi} پارامتر گاما است که تابعی از کشش عرضه محصول i در منطقه g می‌باشد (η_{gi}). این پارامترها با رگرس کردن (بازگشت دادن) قیمت‌های سایه‌ای بر مقادیر مشاهده شده سطح فعالیت‌ها به دست می‌آیند (مدلین آزورا و همکاران، ۲۰۱۰؛ پرهیزکاری، ۱۳۹۲).

۳-۱-۵. مرحله پنجم: ساختن مدل برنامه‌ریزی نهایی و تبین مدل PMP واسنجی شده

در این مرحله، با استفاده از تابع هزینه نمایی واسنجی شده، تابع تولید منطقه‌ای برآورد شده و محدودیت‌های منابع، یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به صورت روابط زیر ساخته می‌شود:

$$Max \prod = \sum_{i=1}^{6}\sum_{g=1}^{5}[v_{ig}(\tau_{gi}[\beta_{gi1}h_{gi1}^{\rho_i} + \beta_{gi2}h_{gi2}^{\rho_i} + \beta_{gi3}h_{gi3}^{\rho_i} + \beta_{gi4}h_{gi4}^{\rho_i}]^{\upsilon/\rho_i}) - \sum_{j \neq water}^{4} a_{igj} c_{igj}) x_{ig,Land}] - \delta_{gi} e^{\gamma_{gri} x_{gi}} - \sum_{g=1}^{5}\sum_{j=water}^{4} water_{gw} \varpi_{gw} - \sum_{g=1}^{5}\sum_{j=water}^{4} (trc.d_{gh}.xwt_{ghw}) \qquad (٧)$$

Subject to:

(٨)

$$\sum_{i=1}^{6} x_{igj} \leq A_{igj} \quad for \quad \forall g, j \neq water$$

$$water_{gw} \le watcons_{gw} + \sum_{h=1}^{5} xwt_{ghw} - \sum_{g=1}^{5} xwt_{ghw} \quad (۹)$$

$$(\sum_{h=1}^{5} xwt_{ghw})(\sum_{g=1}^{5} xwt_{ghw}) = 0 \quad (۱۰)$$

$$T_w xwt_{ghw} \le Water_{gh,Max} \quad (۱۱)$$

$$x_{igj}, xwt_{igj} \ge 0 \quad \forall g, i, j \quad (۱۲)$$

رابطه (۷) تابع هدف غیرخطی مدل PMP است که در آن xwt_{ghw}، trc و d_{gh} به ترتیب حجم آب انتقال‌یافته، هزینه انتقال آب و فاصله بین مناطق g و h است. رابطه (۸) محدودیت مربوط به نهاده‌ها (بجز آب) است که A_{igj} در آن منابع دردسترس هر منطقه را نشان می‌دهد. رابطه (۹) محدودیت نهاده آب است که $watcons_{gw}$ در آن حجم آب مورد استفاده در هر منطقه برای تولید محصولات می‌باشد. این محدودیت بیانگر آن است که مجموع میزان آب لازم برای کشت محصولات و میزان آب وارد شده و صادرات شده در یک منطقه، مساوی یا بیشتر از کل حجم آب موجود در آن منطقه است. رابطه (۱۰) محدودیت تبادل آب بین مناطق است و بیانگر آن است که یک منطقه نمی‌تواند به خرید و فرش توأم آب بپردازد. رابطه (۱۱) نشان می‌دهد که مجموع آب ورودی و خروجی ($T_w xwt_{ghw}$) بین مناطق، کمتر و یا مساوی با حداکثر حجم آب داد و ستد شده ($Water_{gh,Max}$) بین مناطق است. رابطه (۱۲) نیز محدودیت غیرمنفی بودن سطح فعالیت‌ها و حجم آب داد و ستد شده بین مناطق را نشان می‌دهد. این محدودیت بیانگر آن است که مقادیر سطح زیر کشت محصولات منتخب زراعی و میزان آب داد و ستد شده بین مناطق مورد مطالعه مقادیری مثبت و مساوی یا بیشتر از صفر (غیرمنفی) را شامل می‌شوند.

٤. نتایج

جدول (۱) ماتریس قابلیت داد و ستد آب آبیاری بین مناطق مورد مطالعه در استان تهران را نشان می‌دهد. این جدول بر مبنای اعداد صحیح صفر و یک تنظیم شده است. عدد صفر، عدم داد و ستد آب و عدد یک، امکان داد و ستد آب را بین مناطق مورد مطالعه نشان می‌دهد.

جدول (۲) حجم آب داد و ستد شده (یا حجم آب صادراتی و وارداتی) در سال پایه را بین مناطق مورد مطالعه در استان تهران نشان می‌دهد.

جدول ۱. ماتریس امکان‌سنجی داد و ستد آب آبیاری بین مناطق مورد مطالعه در استان تهران

واردات/صادرات	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ٤	منطقه ٥
منطقه ۱	۰	۱	۱	۰	۰
منطقه ۲	۱	۰	۱	۱	۱
منطقه ۳	۱	۱	۰	۱	۰
منطقه ٤	۰	۱	۱	۰	۱
منطقه ٥	۰	۱	۰	۱	۰

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۲. حجم آب داد و ستد شده بین مناطق مورد مطالعه در سال پایه (میلیون مترمکعب)

مناطق مورد مطالعه	حجم آب وارد شده	حجم آب صادر شده	خالص داد و ستد
منطقه ۱	٥٧/٥٦٣	٢٩/١٨٢	٢٨/٣٨١
منطقه ۲	٦٢/٢١٠	٨٧/٠٥٤	-٢٤/٨٤٤
منطقه ۳	١١٧/٢٦	٥٥/٣٦١	٦١/٨٩٩
منطقه ٤	٨٣/٤٠٩	٤٨/٥١٩	٣٤/٨٩٠
منطقه ٥	٤٧/٢١٦	٦٨/٤٣٣	-٢١/٢١٧

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۲) ملاحظه می‌شود که در بین مناطق مطالعاتی استان تهران، مناطق ۲ و ۵ بیش از حجم آب وارداتی خود، آب آبیاری را به سایر مناطق (مناطق ۱، ۳ و ٤) صادر نموده و خالص داد و ستد آن‌ها به ترتیب ٢٤/٨٤٤- و ٢١/٢١٧- میلیون مترمکعب است. مناطق مطالعاتی ۱، ۳ و ٤ نیز با خالص داد و ستد ۲۸/۳۸۱، ٦١/٨٩٩ و ٣٤/٨٩٠ میلیون مترمکعب، حجم آب وارداتی بیشتری را نسبت به سایر مناطق به خود اختصاص می‌دهند. به

طور کلی، نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد که با شکل‌گیری بازارهای آب محلی و منطقه‌ای، مناطق ۲ و ۵ در استان تهران نقش صادرکننده یا انتقال‌دهنده و مناطق ۱، ۳ و ٤ نقش واردکننده یا گیرنده آب را دارند.

جدول (۳) میزان و درصد تغییرات مجموع اراضی آبی هر منطقه را نسبت به سال پایه یا مبنا (۹٤-۱۳۹۳) در شرایط برقراری داد و ستد آب آبیاری (وجود بازارهای آب محلی و منطقه‌ای) و عدم برقراری داد و ستد آب آبیاری (نبود بازارارهای آب محلی و منطقه‌ای) نشان می‌دهد:

جدول ۳. اراضی آبی مناطق مورد مطالعه در شرایط وجود و عدم وجود بازارهای‌آب محلی (هکتار)

مناطق مورد مطالعه	سطح اراضی در نبود بازار آب	سطح اراضی با وجود بازار آب	میزان تغییرات در سطح اراضی آبی	درصد تغییرات در سطح اراضی آبی
منطقه ۱	۷٤٥۱	۷۸۷٤	٤۲۳	٥/٦۷
منطقه ۲	٤٥۷۰	٤۳۷۸	-۱۹۲	-٤/۲۰
منطقه ۳	٥۸٤٦۰	٦٥۰۷۲	٦٦۱۲	۱۱/۳
منطقه ٤	٤۹۸۰۲	٥٤۰٦۷	٤۲٦٥	۸/٥٦
منطقه ٥	۲۰۸۹۱	۲۰۲٤٦	-٦٤٥	-۳/۰۸
مجموع	۱٤۱۱۷٤	۱٥۱٦۳۷	۱۰٤٦۳	۷/٤۱

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۳) ملاحظه می‌شود با برقراری بازارهای آب، میزان مجموع اراضی آبی در سطح مناطق مطالعاتی ۲ و ۵ به ترتیب ٤/۲ و ۳/۰۸ درصد کاهش پیدا می‌کند؛ در حالی که مجموع اراضی آبی در مناطق ۱، ۳ و ٤ نسبت به شرایط نبودن بازارهای آب محلی و منطقه‌ای به ترتیب ٥/٦۷، ۱۱/۳ و ۸/٥٦ درصد افزایش می‌یابد. علت افزایش مجموع اراضی آبی در مناطق ۱، ۳ و ٤ واردات بیشر منابع آب به این مناطق پس از شکل‌گیری بازارهای آب محلی و منطقه‌ای می‌باشد که امکان افزایش سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی را برای کشاورزان در این مناطق به وجود می‌آورد. کاهش مجموع اراضی آبی در مناطق ۲ و ۵ نیز پس

از برقراری بازارهای آب محلی و منطقه‌ای، کم شدن منابع آب دردسترس کشاورزان پس از انتقال آب از این مناطق به مناطق همجوار است.

به طور کلی، نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد با شکل‌گیری بازارهای آب محلی و منطقه‌ای در سطح استان تهران مجموع سطح زیرکشت محصولات آبی از ۱٤۱۱۷٤ به ۱۵۱٦۳۷ هکتار می‌رسد که افزایشی معادل با ۷/٤۱ درصد را برای مجموع اراضی آبی تحت کشت محصولات زراعی در این استان به همراه دارد. نتایج گویای آن است که تشکیل بازارهای آب محلی و منطقه‌ای می‌تواند نقش بسزایی در توسعه سطح زیرکشت محصولات زراعی و پیشبرد اهداف مسئولان و مدیران کشاورزی استان تهران در جهت افزایش تولیدات زراعی ایفا نماید.

جدول (٤) میزان و درصد تغییرات مجموع سطح زیرکشت محصولات منتخب استان تهران را پس از برقراری بازارهای آب محلی و منطقه‌ای بین مناطق پنج‌گانه این استان نشان می‌دهد:

جدول ٤. سطح زیرکشت محصولات زراعی استان تهران پس از برقراری بازارهای آب محلی (هکتار)

محصولات آبی	سطح اراضی در نبود بازار آب	سطح اراضی با وجود بازار آب	میزان تغییرات سطح اراضی آبی	درصد تغییرات در سطح اراضی آبی
گندم آبی	۳۹۳۰۰	٤۹۲۲۳	۹۹۲۳	۲۵/۲
جو آبی	۳۳۸٦۱	٤۱٦۲۷	۷۷٦٦	۲۲/۹
ذرت دانه‌ای	۳۲۵۵۰	۲۸۲٤۷	-٤۳۰۳	-۱۳/۲
کلزا	٤۷۳	٦۱۸	۱٤۵	۳۰/٦
نباتات علوفه‌ای	۱۳۲۲۰	۱۲۰۱۲	-۱۲۰۸	-۹/۱٤
صیفی‌جات	۲۱۷۷۰	۱۹۹۱۰	-۱۸٦۰	-۸/۵٤
مجموع	۱٤۱۱۷٤	۱۵۱٦۳۷	۱۰٤٦۳	۷/٤۱

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج جدول (٤) ملاحظه می‌شود که پس از برقراری بازار آب بین مناطق مورد مطالعه در استان تهران، مجموع سطح زیرکشت گندم، جو و کلزا به ترتیب ۲۵/۲، ۲۲/۹ و

۳۰/٦ درصد افزایش می‌یابد؛ در حالی که مجموع سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای، نباتات علوفه‌ای و صیفی‌جات به ترتیب ۱۳/۲، ۹/۱٤ و ۸/٥٤ درصد کاهش پیدا می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که تشکیل بازارهای آب منطقه‌ای، کشاورزان استان تهران را به سمت توسعه سطح زیرکشت محصولات با نیاز آبی کمتر متمایل می‌سازد. بدین ترتیب، ملاحظه می‌شود که کشاورزان مناطق مورد مطالعه در شرایط برقراری بازارهای آب محلی از سطح زیرکشت محصولات زراعی با نیاز آبی بالا مانند ذرت دانه‌ای، نباتات علوفه‌ای (یونجه، شبدر و ذرت علوفه‌ای) و صیفی‌جات (هندوانه، خربزه و خیار) می‌کاهند و الگوی کشت را به سمت توسعه سطح زیرکشت محصولات کم‌آب‌تر مانند گندم آبی، جو آبی و کلزا سوق می‌دهند. افزون بر این، نتایج جدول (٤) گویای آن است که با شکل‌گیری بازارهای آب منطقه‌ای مجموع سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی استان تهران از ۱٤۱۱۷٤ به ۱٥۱٦۳۷ هکتار می‌رسد که این میزان، افزایشی معادل با ۷/٤۱ درصد را نسبت به شرایط فعلی (یعنی در شرایط نبودن بازارهای آب محلی) برای مجموع اراضی به همراه دارد.

محصول کلزا با توجه به شرایط اقلیمی مساعد در مناطق مورد مطالعه، نسبت به دیگر محصولات منتخب بیشترین تغییرات سطح زیرکشت (به میزان ۳۰/٦ درصد) را به خود اختصاص داده است. این امر می‌تواند ناشی از نیاز آبی کم و هزینه پایین تولید آن نسبت به دیگر محصولات و توسعه صنایع تولیدی، تکمیلی و فراوری طی سال‌های اخیر در استان تهران باشد. به طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که استقرار بازارهای آب محلی در سطح استان تهران الگوی کشت را در جهت کاهش سطح زیرکشت محصولات با هزینه تولید و نیاز آبی بالاتر (ذرت دانه‌ای، نباتات علوفه‌ای و صیفی‌جات) و توسعه سطح زیرکشت محصولات با هزینه تولید و نیاز آبی کمتر (گندم آبی، جو آبی و کلزا) پیش می‌برد که این امر علاوه بر بهبود وضعیت درآمدی کشاورزان و افزایش سود ناخالص آن‌ها، منجر به حفظ و پایداری منابع آب موجود در مناطق مورد مطالعه می‌شود.

جدول (٥) میزان و درصد تغییرات مجموع بازده ناخالص کشاورزان را برحسب میلیون ریال در هکتار مناطق پنج‌گانه مورد مطالعه در استان تهران را در شرایط برقراری و عدم برقراری بازارهای آب محلی و منطقه‌ای نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج جدول (٥) ملاحظه می‌شود که با برقراری بازارهای آب محلی و منطقه‌ای

در سطح استان تهران، میزان سود ناخالص کشاورزان مناطق ۲ و ۵ (که مناطق صادرکننده آب آبیاری محسوب می‌شدند) به ترتیب ۳/۳۰ و ۲/۲۸ درصد نسبت نسبت به حالتی که هیچ‌گونه داد و ستدی بین مناطق مورد مطالعه صورت نمی‌گیرد، کاهش می‌یابد. این در حالی است که تحت شرایط برقراری بازارهای آب محلی و منطقه‌ای، میزان بازده ناخالص کشاورزان مناطق ۱، ۳ و ٤ (که مناطق واردکننده آب آبیاری محسوب می‌شدند) نسبت به شرایط سال پایه (یعنی قبل از تشکیل بازارهای آب محلی و منطقه‌ای) به ترتیب ۱۸/٦۱، ۱۷/۵۳ و ۱۵/۹۲ درصد افزایش می‌یابد. علت افزایش بازده ناخالص کشاورزان مناطق یاد شده، نقش واردکننده آن‌ها در بخش تقاضای منابع آب و توسعه سطح زیرکشت محصولات با صرفه اقتصادی بالا با استفاده از منابع آب وارد شده به این مناطق است. در واقع، پس از برقراری بازارهای آب محلی و منطقه‌ای کشاورزان مناطق ۱، ۳ و ٤ با واردات حجم زیادی از منابع آب (از مناطق ۲ و ۵)، محدودیت آب را در مقایسه با حالت نبودن بازارهای آب محلی، به میزان کمتری احساس می‌کنند؛ بنابراین به سمت توسعه سطح زیرکشت محصولات با صرفه اقتصادی بالاتر، ولو آب‌بر پیش می‌روند. همین این امر سبب افزایش سود ناخالص آن‌ها شده است؛ در حالی که کشاورزان مناطق ۲ و ۵ پس از صادرات بخشی از منابع آب خود به مناطق ۱، ۳ و ٤ محدودیت نهاده آب را بیشتر احساس می‌کنند و بنابراین، در الگوی مناطق یاد شده به سمت کاهش سطح زیرکشت محصولات پرآب و با صرفه اقتصادی بالا (مانند ذرت، نباتات علوفه‌ای و صیفی‌جات) و افزایش سطح زیرکشت محصولات کم‌آب و با صرفه اقتصادی کمتر (مانند گندم و جو آبی) متمایل می‌شوند که این امر منجر به کاهش سود ناخالص آن‌ها می‌شود.

جدول ۵. بازده ناخالص کشاورزان در شرایط وجود و عدم وجود بازارهای‌آب‌محلی (میلیون‌ریال)

مناطق مورد مطالعه	بازده ناخالص در نبود بازار آب	بازده ناخالص با وجود بازار آب	میزان تغییرات بازده ناخالص	درصد تغییرات بازده ناخالص
منطقه ۱	۱٤۲/۲۱۱	۱٦۸/٦۷٤	۲٦/٤٦۳	۱۸/٦۱
منطقه ۲	۱۵۰/۲۸۱	۱٤۵/۳۱۵	-٤/۹٦٦	-۳/۳۰
منطقه ۳	۱٦۱/٤۵۷	۱۸۹/۷٦۰	۲۸/۳۰۵	۱۷/۵۳
منطقه ٤	۱۵۲/۱۱۳	۱۷٦/۳۳۷	۲٤/۲۲٤	۱۵/۹۲

منطقه ۵	۱۵٤/٤۳۰	۱۵۰/۹۱٤	-۳/۵۱٦	-۲/۲۸
مجموع	۷٦۰/۱۹۲	۸۳۱/۰۱۲	۷۰/۵۱۰	۹/۲۷

منبع: یافته‌های تحقیق

افزون بر این، نتایج جدول (۵) گویای آن است که با تشکیل بازارهای آب محلی و منطقه‌ای در سطح استان تهران، مجموع بازده ناخالص کشاورزان این استان از $۷٦۰/۱۹۲*۱۰^{۲}$ هزار ریال در سال پایه (در شرایط نبودن بازارهای محلی) به $۸۳۱/۰۱۲*۱۰^{۲}$ هزار ریال می‌رسد که در نهایت افزایشی معادل با ۹/۲۷ درصد را در بازده ناخالص کشاورزان به همراه دارد. نتایج به دست آمده گویای آن است که شکل‌گیری بازارهای آب محلی و منطقه‌ای در سطح استان تهران علاوه بر تغییر الگوی کشت و توسعه مجموع سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی در مناطق مورد مطالعه این استان، بازده ناخالص کشاورزان را نیز تغییر داده و در حالت کلی بهبود وضعیت درآمدی کشاورزان استان تهران را به همراه دارد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مطالعه حاضر اثرات تشکیل بازارهای آب محلی و منطقه‌ای در استان تهران مورد بررسی قرار گرفت و پتانسیل انتقال آب تحت شرایط کم‌آبی در سطح این استان ارزیابی شد. برای تحقق هدف فوق، از یک سیستم مدل‌سازی اقتصادی که شامل مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) و توابع تولید منطقه‌ای محصولات کشاورزی (SWAP) بود، استفاده شد. نتایج نشان داد که با شکل‌گیری بازارهای آب محلی و منطقه‌ای در سطح استان تهران، کشاورزان از سطح زیرکشت محصولات با نیاز آبی بالا (مانند ذرت، نباتات علوفه‌ای و صیفی‌جات) کاسته و به سمت توسعه سطح زیرکشت محصولات غله‌ای (گندم و جو آبی) و صنعتی یا روغنی (کلزا) که نیاز آبی کمتری دارند، متمایل می‌شوند. افزون بر این، نتایج نشان داد که با برقراری بازارهای آب محلی در سطح استان تهران علاوه بر ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب آبیاری و داد و ستد متعادل نهاده آب بین مناطق موردبررسی، مجموع اراضی آبی ۷/٤۱ درصد و مجموع سود ناخالص کشاورزان ۹/۲۷ درصد افزایش می‌یابد. به طور کلی، نتایج به دست آمده در این تحقیق با یافته‌های حاصل از تحقیقات نیکویی و نجفی (۱۳۹۰) و پرهیزکاری و

همکاران (۱۳۹٤) در داخل کشور و همچنین، با نتایج به دست آمده از تحقیقات زمان و همکاران (۲۰۰۹)، هاویت و همکاران (۲۰۱۲) و هاویت و همکاران (۲۰۱۵) در خارج از کشور هم‌جهت و هم‌سو می‌باشند. در پایان با توجه به نقش حمایتی و سازنده بازارهای آب منطقه‌ای، مهیاشدن زمینه لازم برای برقراری و استفاده بهینه از مکانیسم این نوع نهادها نه تنها در سطح استان تهران، بلکه در سایر مناطقی از کشور نیز که دارای منابع آبی مشترک و قابلیت داد و ستد آب آبیاری می‌باشند، پیشنهاد می‌شود. افزون بر این، در زمینه فنی- مدیریتی نیز پیشنهاد می‌شود که به منظور مقایسه هزینه‌های برقراری بازارهای آب منطقه‌ای با منافعی که پس از برقراری آن‌ها برای کشاورزان حاصل می‌شود، تحلیل‌های اقتصادی مناسبی توسط محققان در دوره‌های آتی صورت گیرد.

منابع

- بهلول‌وند، عباس، صدر، کاظم، هاشمی، ابوالقاسم (۱۳۹۳). بررسی نقش بازارهای‌آب کشاورزی در قیمت‌گذاری و تخصیص منابع‌آب (مطالعه موردی: بازار آب مجن). *مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران*، ٤٥(٤): ۷۷۳-۷٦۱.
- پرهیزکاری، ابوذر (۱۳۹۲). تعیین ارزش اقتصادی آب آبیاری و پاسخ کشاورزان به سیاست‌های قیمتی و غیرقیمتی در استان‌قزوین. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل، دانشکده کشاورزی.
- پرهیزکاری، ابوذر، صبوحی، محمود، ضیائی، سامان (۱۳۹۲). شبیه‌سازی بازار آب و تحلیل اثرات سیاست اشتراک‌گذاری آب آبیاری بر الگوی کشت تحت شرایط کم‌آبی. *مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی*، ۲۷(۳): ۲٤۲-۲۵۲.
- پرهیزکاری، ابوذر، تقی‌زاده رنجبری، حسین، محمودی، ابوالفضل (۱۳۹٤). ارزیابی خسارت‌های اقتصادی انتقال بین حوضه‌ای آب بر الگوی کشت و وضعیت درآمدی کشاورزان در حوضه مبدأ (مطالعه موردی: منطقه الموت). *مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی*، ۲۹(۳): ۳۳۳-۳۱۹.
- شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان تهران (۱۳۹۳). دفتر مطالعات پایه منابع آب.

- کرامت‌زاده، علی، چیذری، امیر، شرزه‌ای، غلامرضا (۱۳۹۰). نقش بازار آب در تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی با رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (مطالعه موردی: اراضی پایین‌دست سد شیرین دره بجنورد). *نشریه تحقیقات و توسعه کشاورزی ایران*، ۲-۴۲(۱): ۲۹-۴۴.
- نیکوئی، علیرضا، نجفی، بهاءالدین (۱۳۹۰). آثار رفاهی برقراری بازار آب کشاورزی در ایران، مطالعه موردی: شبکه‌های آبیاری اصفهان. *نشریه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۱۹(۷۶): ۴۷-۳۵.
- یوسفی، علی، حسن‌زاده، محمد، کرامت‌زاده، علی (۱۳۹۳). بررسی آثار رفاهی تخصیص بازاری منابع آب در اقتصاد ایران. *مجله تحقیقات منابع آب ایران*، ۱۰(۱): ۲۵-۱۵.
- Easter, K.W. & Hearne, R. (1995). Water Markets and Decentralized Water resources Management International Problems and Opportunities, *Water Resources Bulletin*, 31(1): 9-20.
- Gomez-Limon, J.A. & Martinez, Y. (2006). Multi-criteria modeling of irrigation water market at basin level: A Spanish case study, *European journal of operational research*, 173(1): 313-336.
- He, L., Tyner, W.E., Doukkali, R. & Siam, G. (2006). Policy options to improve water allocation efficiency: analysis on Egypt and Morocco. *Water International*, 31: 320-337.
- Howitt, R.E. (2005). PMP based production models- development and integration. The Future of Rural Europe in the Global Agricultural Food System, No: 23-21.
- Howitt, R.E., Medellin-Azuara, J. & MacEwan, D. (2009). Estimating the economic impacts of agricultural yield related changes for California. Final Paper, a Paper from California Climate Change Center, No: 29.
- Howitt, R. E., Medellin-Azuara, J., MacEwan, D. & Lund, R. (2012). Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water management, *Science of the Environmental Modeling and Software*, 38: 244-258.
- Howitt, R.E., MacEwan, D., Medellin-Azuara, J., Lund, R. & Sumner, D. (2015). Economic analysis of the 2015 drought for California agriculture. UC Davis Center for Watershed Sciences, ERA Economics, UC Agricultural Issues Center, University of California, Pp: 1-31.
- Louw, D. & Van Schalkwyk, H. (2002). Efficiency of water allocation in South Africa: water markets as an alternative. Paper presented at the conference irrigation water policies: micro and macro considerations, Agadir, Morocco, June 15-17.
- Medellan-Azuara, J., Harou, J.J. & Howitt, R.E. (2010). Estimating economic value of agricultural water under changing conditions and the effects of spatial aggregation, *Environmental Modeling and Software*, 408(3): 5639- 5648.

- Medellan-Azuara, J., Harou, J.J. & Howitt, R.E. (2011). Predicting farmer responses to water pricing, rationing and subsidies assuming profit maximizing investment in irrigation technology. *Science of the Agricultural Water Management*, 108(1): 73-82.
- Wichelns, D. (1999). An economic model of water logging and salinization in arid regions, *Ecological Economics*, 30(2): 475-491.
- Zaman, A.M., Malano, H.M. & Avidson, B.D. (2009). An integrated water trading° allocation model, applied to a water market in Australia, *Agricultural Water Management*, 96: 149-159.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی