

## بررسی نقش بازارهای آب کشاورزی در قیمت‌گذاری و تخصیص منابع آب (مطالعه موردی: بازار آب مجن)<sup>†</sup>

عباس بهلولوند<sup>۱\*</sup>، سید کاظم صدر<sup>۲</sup>، سید ابوالقاسم هاشمی<sup>۳</sup>

۱. کارشناس نهاد ریاست جمهوری

۲. استاد دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی دانشگاه شهید بهشتی

۳. استاد دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی دانشگاه شهید بهشتی

(تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۸ - تاریخ تصویب: ۹۳/۵/۲۵)

### چکیده

بازارهای آب یکی از ابزارهای مؤثر و کارآمد تخصیص آب در شرایط کم‌آبی است و از طریق قیمت‌گذاری واقعی آب موجب صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش کارایی‌های تخصصی و فنی آب می‌شوند. وجود حباب‌های قابل مبادله و منفک از زمین، شبکه‌های انتقال، تشکلهای آب‌بران و مقررات مناسب برداشت آب از مهم‌ترین ملزومات تشکیل بازارها محسوب می‌شوند. بازار آب مجن، بازار رقابتی موفق و کارآمدی است که بیش از چهل سال زمینه انواع مبادله‌های آب را فراهم کرده است و سالانه بیش از ۳۰ درصد از آب مصرفی کشاورزان از طریق آن تأمین می‌شود. حجم مبادله‌های آن در سال‌های ۱۳۸۱، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ به ترتیب حدود ۳۸، ۵۴ و ۸۸ هزار متر مکعب و قیمت متوسط هر متر مکعب نیز به ترتیب ۵۵۵، ۶۵۱ و ۶۶۴ ریال بود. هدف از این تحقیق برآورد تابع تقاضای آب و بررسی نقش بازار در قیمت‌گذاری و تخصیص منابع آب است. کشش‌های حاصل از تخمین توابع تقاضای نهاده آب برای کل محصولات و تک‌تک محصولات، مؤید رابطه منفی و معنی‌دار بین مقدار تقاضا و قیمت آب است. تفاوت کشش‌ها نیز اصلی‌بودن کشت سیب‌زمینی در مقابل گندم را نشان می‌دهد که یکی از کارکردهای مهم بازار است. زمانی که الگوی کشت شامل محصولات سیب‌زمینی و گندم باشد، حساسیت زارعان به تغییرات قیمت آب (۰/۲۵۶) کمتر از حالتی است که تنها تولید سیب‌زمینی (۰/۲۷۶) مد نظر باشد و حساسیت در صورتی که فقط گندم تولید می‌شود (۰/۴۷۷)، بیشتر از دو حالت قبل است. مقایسه ارزش تولید متوسط آب در محصولات بالا نیز نتایج برآوردها را تأیید می‌کند که یکی از مهم‌ترین کارکردهای بازار آب در زمینه اولویت تخصیص آب و اصلاح الگوی کشت قلمداد می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** بازار آب، تشکلهای آب‌بران، تقاضای آب کشاورزی، حباب‌های قابل مبادله، شرکت آبیاری مجن، قیمت آب.

<sup>†</sup> این مطالعه یکی از شش پروژه‌ای بود که طرح «تقویت مشارکت‌های مردم در بخش آب» را تشکیل داد و با تأمین مالی وزارت نیرو و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی آغاز شد، اما به علت تصمیم مسئولان وزارتخانه‌های مزبور بر توقف طرح، ادامه مطالعات ناتمام باقی ماند.

## مقدمه

صورت پایاپای صورت می‌گرفت، قیمت و هزینه یادشده نیز برحسب شمارشگر محلی تعیین می‌شد.

با رشد جمعیت و افزایش فعالیت‌های اقتصادی و پولی شدن مبادله‌ها، نیاز برای ابداع سازوکار جدید برای مبادله پیش آمد. سایر شرایط لازم برای تشکیل بازار آب به تدریج تأمین شد و در نتیجه در منطقه‌ای مانند مچن یک بازار کامل آب تشکیل شد. از جمله این شرایط، احداث یا وجود شبکه‌های انتقال آب از یک محل به محل دیگر است. دامنه بازار محدود به توسعه شبکه‌های یادشده است. همچنین، به دلیل اینکه تقاضای کشاورزان در فصول مختلف یکسان نیست، باید آب در زمستان در سدها، بندها و مخازن ذخیره شود تا در فصل کشت مصرف شود. نبودن تجهیزات ذخیره‌سازی نیز از دامنه و فراوانی معامله‌ها در بازار می‌کاهد. شرط لازم دیگر، وجود تشکیلاتی است که عقد قراردادهای تسهیل کند و از هزینه آن‌ها بکاهد. در پایان، نبودن آثار جانبی مثبت یا منفی یکی دیگر از لوازم تشکیل بازار کامل است. جریان رودخانه‌ها آثار زیست‌محیطی برای آبریان دارد. نشت آب رودخانه و آب‌های برگشتی بالادست، در مناطق پایین دست استفاده می‌شود و قطع یا آلوده شدن آن‌ها موجب خسارت به استفاده‌کنندگان اخیر می‌شود. نهاد بازار، مکانیزمی برای مقابله با این پدیده ندارد، مگر آنکه بخش عمومی دخالت کند یا مرجعی قانونی جبران خسارت یادشده را برای دادوستدکنندگان در بالادست الزام آور کرده باشد.

افزون بر آن، با توجه به تغییر نظام بهره‌برداری از منابع آب و زمین، پس از اصلاحات ارضی، و پدیدارشدن نظام خرده‌مالکی، ورود فنون جدید تولید به بخش زراعت و باغبانی (منابع خصوصی تأمین آب مانند چاه)، به نظر می‌رسد فراهم شدن شرایط یادشده برای تشکیل بازار آب دشوارتر شده است. بنا به دلایل ذکرشده، در اوضاع و احوال جدید، اگر اهالی دشت یا منطقه‌ای برای تشکیل بازار آب اقدام کنند، باید آن را یکی از پدیده‌های مهم به حساب آورد.

اهمیت تشکیل و تداوم بازارهای آب و ارتباط آن‌ها را با مباحث مربوط به قیمت‌گذاری آب می‌توان در تجربه‌های کشورهای مختلف در استفاده از این مکانیسم و آثار آن مشاهده کرد. با توجه به اینکه بحث تخصیص منابع از طریق تشکیل بازارهای آب در کشور ما موضوعی تقریباً نوظهور است، مرور تجربه‌های کشورهای می‌تواند نکات کاربردی و چشمگیری فراروی برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران قرار دهد. طیفی از مطالعات در زمینه بازارهای آب مانند (2003)

آب و آبرسانی در تمدن ایرانی جلوه‌های دیرینه‌ای دارند. درخشان‌ترین نمود آن قنات‌سازی و راه و رسوم آبیاری آن است (Safinezhad, 1996). بندها و شادروان‌ها برای آبرسانی آب‌های سطحی شایان توجه‌اند (آب و فن آبیاری). البته در زمینه توزیع آب، سازوکار تقسیم آب زاینده‌رود جلوه‌ای درخشان دارد. این طرح که ابتکار شیخ بهایی بود، شیوه‌ای پایدار شد و از آن زمان تاکنون کارآمدترین شکل توزیع آب رودخانه زاینده‌رود است.

پس از کنفرانس بین‌المللی سران کشورها در برزیل<sup>۱</sup> و تأکید بر اینکه آب کالایی اقتصادی است، سیاست تشکیل و تقویت بازار آب در غالب مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا مد نظر قرار گرفت. به این سیاست - در مواردی که عملی شد و با موفقیت نسبی قرین بود - به‌عنوان دستاوردی مهم توجه شد. از این منظر، تشکیل بازار آب را در مچن و در سایر نقاط ایران می‌توان یکی از دستاوردهای قابل تأمل در پهنه اقتصاد معاصر ایران به حساب آورد، زیرا این بازار برای رفع نیاز مبادله‌های جامعه حقه‌داران و کشاورزان و بدون دخالت دولت تشکیل شد.

با افزایش جمعیت و پیشی‌گرفتن میزان تقاضا از عرضه آب در محل استقرار جمعیت، به‌ویژه در مناطق خشک، نیاز به تعریف ملاک‌هایی برای تقسیم آب میان متقاضیان و توزیع آن برای مصارف مختلف پیش آمد. در این مرحله، حقوق بهره‌برداری از منابع آب و اولویت در استفاده از آن‌ها تعریف شد و سپس سازوکارهایی متناسب با شرایط اقلیمی هر منطقه برای تأمین حقوق یادشده و استفاده مؤثر از منابع آب پدید آمد (Sadr, 1996). شرط‌های اولیه و لازم برای تشکیل بازار آب، تعریف حقوق و امنیت آن، جدا و مستقل شدن حقوق مالکیت آب از زمین و فراهم‌شدن شکل‌های مختلف استفاده از حقابه‌ها در شرایط مختلف است. Safinezhad (1996) موارد بسیاری را از شیوه توزیع آب، نحوه تعیین بهای آب و تخصیص هزینه آبرسانی و لایروبی میان سهام‌داران در این بازه زمانی گزارش کرد. به دلیل اینکه ابزار مبادله در روستاهای ایران در این دوره کالا بود و مبادله‌ها به

۱. کنفرانس بین‌المللی ریو که تحت عنوان کنفرانس جهانی توسعه و محیط زیست نام‌گذاری شد، از ۳ تا ۱۴ ژوئن سال ۱۹۹۲ (خرداد ۱۳۷۱) با شرکت ۱۵۰ تن از نمایندگان کشورها در ریودوژانیرو (برزیل) برگزار شد. این کنفرانس بزرگ جهانی به اجلاس زمین یا همایش ریو معروف شد.

بهلولوند و همکاران: بررسی نقش بازارهای آب کشاورزی در قیمت‌گذاری و تخصیص... ۷۶۳

مجن، شرایط کارایی را در فرایند تخصیص و توزیع آب کشاورزی برای بهره‌برداران برقرار سازد. محل تشکیل این بازار شهر مجن در فاصله ۳۵ کیلومتری شمال غرب شهرستان شاهرود و در ۲۰۷۰ متری از سطح دریا قرار دارد (جغرافیای شهرها و روستاهای ایران، ۱۳۳۹). این دشت در محدوده‌ای وسیع تا محدوده شهرهای شاهرود و بسطام ادامه دارد. وسعت کل اراضی قابل کشت آن ۶۶۰۰ هکتار است که از این میزان سالانه حدود ۲۲۰۰ تا ۲۴۰۰ هکتار زیر کشت سیب‌زمینی قرار می‌گیرد و در حدود ۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰ هکتار نیز به زیر کشت گندم آبی می‌رود و حدود ۲۰۰ هکتار نیز شامل کشت محصولات بهاره مانند عدس و نخود می‌شود.

زیربنای تشکیل بازار آب در منطقه مورد بررسی به سال ۱۳۴۱ برمی‌گردد که براساس آن، ضمن جمع‌آوری اطلاعات، میزان مالکیت بهره‌برداران اسناد مالکیت (حقبه‌های منفک از مالکیت از زمین) برای هر شخص صادر و تثبیت شد (Sajjadi, 2004). همچنین، به دلیل اصلاحاتی که در انتقال و توزیع آب میان زارعان برخلاف روش‌های موجود در اکثر نقاط روستایی کشور به وجود آمد، زارعان خود را به جبران هزینه‌های انتقال آب (شامل هزینه‌های نقدی و مقدار آب تلف‌شده در مسیر) موظف کردند. در این راستا، شرکت آبیاری و زراعی مجن به‌عنوان سازمان عملیاتی و اجرایی توزیع آب در همان سال تأسیس شد.

در این بازار، ۲۴۹۰ واحد حق برداشت رودخانه و ۲۸۸۰ واحد حق برداشت از قنات‌ها وجود دارد که میان بهره‌برداران موجود توزیع شد و تعداد حق‌داران آن به دلیل قابلیت انتقال تمام یا بخشی از حقابه‌ها (خرید، فروش، توارث و...) در طول زمان متغیر است؛ به گونه‌ای که در سال ۱۳۸۴، ۹۹۶ نفر حق‌دار و عضو شرکت آبیاری مجن بوده‌اند که در مجموع حقابه‌های آنان مبنای مبادله‌های سالانه و مداری آب قرار گرفته است. نتایج مربوط به بررسی درجه رقابت در این بازار آب و نحوه توزیع اندازه (سهام) بازار میان عوامل موجود در آن در سال‌های تحت بررسی با استفاده از محاسبه شاخص‌های توزیع نابرابری مانند شاخص ضریب جینی، هرفیندال-هیرشمن نشانگر آن است که با افزایش دامنه بازار و توسعه مبادله‌های توزیع، سهم بنگاه‌ها از کل بازار برابرتر شد و بازار رقابتی‌تر عمل کرد (bohlovlvand & sadr, 2007)، به طوری که ضریب جینی مبادله‌ها در سال ۱۳۸۱ برابر ۰/۲۹ بود که این رقم در سال ۱۳۸۳ به ۰/۲۷ کاهش یافت. معکوس شاخص هرفیندال-هیرشمن برای دوره مورد مطالعه

Easter و Templeton و Romano & Leporati (1981)، Harris و Hearne & Rosegrant (1995) Dinar (1999) و (1981) با محوریت تعریف و نحوه تثبیت حقابه‌ها صورت گرفت و تجربه کشور شیلی را در این زمینه بررسی کردند. آثار و کارکرد بازارهای آب در زمینه ایجاد مبادله‌ها و دامنه بازار متمرکز شد و سازوکار بازارها در سطح کشورهای برزیل، اسپانیا، ایالات‌متحد و مکزیک توسط Kemper (1999) و farooqi & Anderson (2003) بررسی شد. وجه اشتراک تمام مطالعات مزبور در زمینه استفاده از مکانیسم بازار در فرایند تخصیص منابع آب میان مصارف مختلف و نیز مصرف‌کنندگان یک بخش (به‌ویژه بخش کشاورزی) این است که تفکیک حقوق مالکیت آب از سایر دارایی‌ها و قابلیت مبادله این حقوق مرحله نخست حرکت به سمت تشکیل بازارهای آب است. در این میان، تدوین قوانین مناسب که ضامن منافع جامعه بهره‌برداران باشد و با شرایط محیطی مناطق منطبق باشد، عنصر مهمی است که در شکل‌دهی و کامل‌شدن بازار نقش فراوانی دارد.

بررسی وضع قوانین مربوط به بهره‌برداری در بازارهای آب در کشورهای پاکستان و هندوستان مبین آن است که تدوین مناسب قوانین مربوط به بهره‌برداری و بازار به دلیل اینکه بر منافع همه بهره‌برداران تأثیر می‌گذارد، عامل اصلی در مقبولیت این قوانین نزد جامعه حق‌داران محسوب می‌شود و در نتیجه به مشارکت گسترده افراد در بازار منجر می‌شود (Sullins et al., 1994). آثار به‌کارگیری مکانیسم بازار به جای مکانیسم متمرکز در سه سطح مصرف‌کنندگان آب کشاورزی، سرمایه‌گذاران بخش کشاورزی و مصرف‌کنندگان در بخش‌های غیر کشاورزی براساس تخمین مدل لاجیت و پروبیت در سال‌های ۱۹۸۱-۱۹۸۷ صورت گرفت (Leporati, Romano & 1981).

اثر استراتژی‌های قیمت آب بر تخصیص آب آبیاری با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی و محاسبه درآمد (تولید) ناخالص حاصل از فعالیت کشت بر اراضی تحت آبیاری دشت اردن بررسی شد و براساس اطلاعات غیر بازاری نهاده آب قیمت سایه‌ای آب استخراج شد (Doppler et al., 2001).

بازار آب مجن یکی از نمونه‌های منحصربه‌فرد بازارهای آب در سراسر دنیا محسوب می‌شود که در میان انواع تجربه‌های موجود در اکثر بازارهای آب مورد مطالعه، شرایط و مختصاتی دارد که توانست ضمن ایجاد انگیزه‌های لازم برای بهره‌برداری مطلوب از منابع محدود و ارزشمند آب در منطقه

آبی متفاوت تا جایی تعیین می‌شود که حداقل سه متقاضی آب در آن مسیر وجود داشته باشد. در غیر این صورت، هزینه انتقال بر عهده شخص متقاضی است. موارد بالا نمونه‌ای از مقررات آبرسانی است که در بازار آب مجن اجرا می‌شود (حسن یارمحمدی، مدیر عامل شرکت آبیاری مجن، ۱۳۸۲).

در این مطالعه، به منظور نشان دادن نقش بازارهای آب در قیمت‌گذاری و تخصیص منابع آب، با الگویی تابع تقاضای آب نقش اساسی مکانیسم بازار در تعیین قیمت آب بررسی می‌شود.

### مواد و روش‌ها

در راستای برآورد تابع تقاضای نهاده آب، فرض اساسی این مطالعه وجود بازاری رقابتی برای نهاده آب است که در آن بنگاه‌ها نهاده آب را نیز مانند سایر نهاده‌ها از بازار با قیمت  $r_i$  تهیه می‌کنند. تابع تقاضای نهاده آب را می‌توان از روش حداکثرسازی سود (تقاضای غیر مشروط) استخراج کرد. با توجه به اینکه هزینه کل از مجموع ارزش  $n$  نهاده تولیدی از جمله آب به دست می‌آید، شرایط مرتبه اول فرایند بهینه‌یابی در این حالت به صورت زیر می‌شود:

$$VMP_1^{q_1} + VMP_1^{q_2} = r_1 \quad (1)$$

$$VMP_2^{q_1} + VMP_2^{q_2} = r_2$$

$$VMP_n^{q_1} + VMP_n^{q_2} = r_n$$

بر اساس نتایج بالا، در وضعیت تعادل، قیمت نهاده آب معادل مجموع ارزش تولید کرانه‌ای آن در محصولات است که در تولید آن‌ها به کار می‌رود. میزان قیمت سایر نهاده‌های مکمل و جانشین و قیمت محصولات تولیدی بر تقاضای آن تحت تأثیر می‌گذارند. بر این اساس، تولیدکنندگان هنگامی که نهاده آب کمیاب‌تر باشد، سطح بهینه تولید و به تبع آن مصرف انواع نهاده‌ها را با قیمت نهاده آب تطبیق می‌دهند. در نتیجه، مهم‌ترین کارکرد بازارهای آب، فرایند تخصیص کارآمد منابع آب در شرایط کمیابی محسوب می‌شود.

با تعمیم فرایندهای بهینه‌یابی مزبور در شرایطی که هدف بنگاه‌ها حداقل کردن هزینه‌های تولید باشد، با قید تابع تولید می‌توان به تقاضای مشروط نهاده آب دست یافت. در این مطالعه، با این فرض که زارعان با هدف حداقل کردن هزینه تولید مبادرت به استفاده از نهاده‌ها می‌کنند، تابع تقاضای غیر مشروط استخراج شد.

در این حالت، تابع تقاضای نهاده به صورت تابعی از قیمت

برابر  $0.04$  محاسبه شد. این در حالی است که چهار حقابه‌دار (بنگاه) عمده موجود در بازار فقط  $5/1$  درصد از کل حقابه‌ها را دربر می‌گیرند؛ بنابراین، وجود پدیده انحصار در این بازار منتفی است و کارکرد مربوط به این بازار، بازاری رقابتی و بسیار نزدیک به رقابت کامل به نظر می‌رسد. از آنجاکه تشکیل بازار آب سبب امکان مبادله آب با آسان‌ترین شرایط می‌شود، انگیزه کافی و مؤثر در صرفه‌جویی در مصرف را در سطح زارعان ایجاد کرد. همین مسئله به ورود به جریان مبادله‌ها و افزایش ضریب اطمینان دسترسی به آب در سطح حقابه‌داران منجر شد، به گونه‌ای که بیش از  $30$  درصد از آب مورد نیاز بهره‌برداران مجن از طریق مبادله‌هایی تأمین می‌شود که در بازار آب انجام می‌گیرند؛ بنابراین افزایش درجه رقابت در بازار آب مجن (کاهش ضریب جینی) همزمان با افزایش عرضه منابع آب بود.

همچنین، تعیین قیمت آب در بازار موجب ایجاد انگیزه لازم و کافی برای سرمایه‌گذاری‌ها در تأسیسات آبرسانی توسط جامعه بهره‌برداران شد. سرمایه‌گذاری‌های مزبور در راستای ایجاد منابع جدید عرضه آب و تأسیسات آبدوز (نظیر کانال انحراف سیلاب‌ها، شبکه‌های بتنی و لوله‌گذاری‌های مخفی) صورت گرفت.

همان‌گونه که تدوین حقوق آب در قوانین فقه اسلامی زمینه مبادله‌های دائم و موقت آب را در بازار فراهم می‌کند، یکی از لوازم تشکیل بازار آب کامل، مشخص و جامع بودن حقوق مالکیت و دادوستد در شرایط و شکل‌های متفاوت است. بر این مبنا، انواع مبادله‌ها شامل فروش حقابه، اجاره آب برای یک سال یا یک فصل زراعی در مدارهای مختلف آبیاری مواردی هستند که در بازار آب مجن استفاده می‌شوند. وجود مناقشات و منازعات در بهره‌برداری از منابع آب مانند سایر منابع محدود اجتناب‌ناپذیر است؛ بنابراین، در تشکیل بازارهای آب باید توجه کرد این بازارها برای تداوم- علاوه بر احراز شرایط عمومی تشکیل مانند سایر بازارها- نیازمند وجود مقررات عرفی و محلی متناسبند که بتوانند به صورت خودتنظیم‌کننده تعاملات موجود را سامان بخشند و مانع از برخوردهای تلافی‌جویانه در مسیر بهره‌برداری از این منابع شوند. در این راستا و به منظور کاهش هزینه انتقال و برخورداری از مزیت‌های مقیاس، بهره‌برداران بازار آب مجن ملزم‌اند تقاضای خویش را هنگام عرضه آب در شبکه و مدار مربوط اعلام کنند. بر این اساس، طبق توافق جامعه بهره‌برداران، دامنه انتقال آب در سطح شبکه‌ها در سال‌های

نهاده‌ها و قیمت محصولات تولیدی و درآمد کل حاصل از تولید محصول مورد نظرند. با تعمیم وضعیت دو نهاد و دو محصول به چند نهاد و چند محصول استنتاج می‌شود که تقاضا برای یک نهاد مشخص مانند آب تابع قیمت سایر نهادها و جانشین و مکمل و قیمت محصولات و درآمد حاصل از تولید آن‌هاست؛ بنابراین، با تعمیم تابع تقاضای استخراج‌شده بالا به حالتی که بیش از دو نهاد تولیدی در تولید محصول استفاده شود، تابع تقاضای آب برای کل محصولات تبیین و استخراج می‌شود.

در مچن، زارعان با استفاده از مجموعه‌ای از نهادها، محصول سیب‌زمینی را تولید کردند و با قیمت  $P_1$  در بازاری به فروش می‌رسانند که دارای ساختار رقابتی است. همچنین، با ترکیب بخشی از همان نهادها، مبادرت به تولید گندم می‌کنند و آن را با قیمت  $P_2$  به بازار عرضه می‌کنند. با کمینه‌کردن تابع هزینه مقید مطابق الگوی ارائه‌شده (رابطه ۶)، تابع تقاضای مشروط آب، با در نظر گرفتن نهادهایی که در عمل استفاده می‌شوند، به صورت زیر است:

$$X_{water} = f(P_{water}, P_{land}, P_{labor}, P_{mach}, P_{seed}, P_{fer12}, P_{fer345}, Q_1, Q_2) \quad (8)$$

در تابع بالا،  $P_{water}$ ،  $P_{land}$ ،  $P_{labor}$ ،  $P_{mach}$ ،  $P_{seed}$ ،  $P_{fer12}$  و  $P_{fer345}$  به ترتیب قیمت آب، قیمت زمین، دستمزد، هزینه به کارگیری ماشین‌آلات، قیمت بذر، انواع کودهای حیوانی و مرغی و کودهای شیمیایی فسفاته، اوره و آهن هستند.

از آنجا که یکی از ویژگی‌های اصلی توابع تقاضای کالا و نهادها، تقارن و همگنی این توابع است، در این مطالعه به منظور لحاظ کردن شرط همگنی تابع تقاضای نهاد آب، از نسبت قیمت نهادهای مورد استفاده به قیمت محصولات و همچنین از شاخص درآمد کل حاصل از تولید محصولات به قیمت مزبور در برآورد رگرسیون استفاده شد؛ بنابراین داریم:

$$X_{water} = f\left(\frac{P_{water}}{P}, \frac{P_{land}}{P}, \frac{P_{mach}}{P}, \frac{P_{seed}}{P}, \frac{P_{fer12}}{P}, \frac{P_{fer345}}{P}, \frac{TR}{P}\right) \quad (9)$$

و در نتیجه تابع تقاضای مشروط آب برای محصول سیب‌زمینی و گندم نیز به صورت زیر استخراج می‌شوند:

$$X_{wpotato} = f\left(\frac{P_{water}}{P}, \frac{P_{labor}}{P}, \frac{P_{mach}}{P}, \frac{P_{fer12}}{P}, \frac{Q_{potato}}{P}\right) \quad (10)$$

نهاده‌های مکمل و جانشین می‌شود و مقدار محصول (محصولات) تولیدی به دست می‌آید که نهادهای مزبور در تولید آن‌ها به کار گرفته می‌شوند؛ بنابراین، کمینه‌یابی مقید تابع هزینه بنگاه به شرح زیر است:

$$(2)$$

$$Min : C = \sum_{i=1}^n r_i x_i + \sum_{j=1}^m \mu_j [\bar{q}_j - f^j(x_1, x_2, \dots, x_n)]$$

در رابطه بالا اندیس  $i$  تعداد نهادهای تولیدی و اندیس  $j$  تعداد محصولات تولیدی بنگاه‌ها هستند. استخراج شرط اول بهینه‌یابی نشان می‌دهد:

$$\frac{\partial C}{\partial x_i} = r_i - \sum_{i=1}^n \mu_i f_i^j = 0 \quad (3)$$

$$\frac{r_i}{r_k} = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i f_i^j}{\sum_{i=1}^n \mu_i f_k^j}$$

با فرض برقراربودن شرط دوم بهینه‌یابی، تابع تقاضای مشروط نهاد آب به صورت زیر به دست می‌آید:

$$x_i = d(r_i, \bar{q}_j); i = 1, 2 \quad j = 1, 2 \quad (4)$$

با توجه به توضیحات بالا و تعمیم آن، می‌توان تابع تقاضای نهادها را با قید درآمد حاصل از تولید محصولات به دست آورد. بهینه‌یابی بنگاه‌ها در شرایط دو نهاد و دو محصول مختلف به شرح زیر است:

$$[C = r_1 x_1 + r_2 x_2 + \mu [TR - P_1 f_1^1(x_1, x_2) - P_2 f_2^2(x_1, x_2)]] \quad (5)$$

$$\frac{\partial C}{\partial x_1} = r_1 - \mu [P_1 f_1^1 + P_2 f_2^1] = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial C}{\partial x_2} = r_2 - \mu [P_1 f_1^2 + P_2 f_2^2] = 0$$

$$\frac{r_i}{r_j} = \frac{\sum_{k=1}^l VMP_i^k}{\sum_{k=1}^l VMP_j^k}$$

رابطه ۶ مبین آن است که در تعادل نسبت قیمت، دو نهاد مزبور برابر نسبت مجموع ارزش تولید کرانه‌ای نهادهایی است که در تولید محصولات به کار می‌روند؛ بنابراین، تابع تقاضای مشروط نهاد به صورت زیر به دست می‌آید:

$$x_i = d(r_i, r_j, P_1, P_2, \overline{TR}) \quad (7)$$

در رابطه بالا،  $r_1$ ،  $r_2$ ،  $P_1$ ،  $P_2$  و  $\overline{TR}$  به ترتیب قیمت

به هر مقطع) هستند که باید برآورد شوند. جمله اخلاص معادله همان  $v_{it}$  است که مستقل از  $X_{it}$  هاست و البته این در صورتی است که فرضیه  $H_0$  مبنی بر نداشتن اختلاف بین عرض از مبدأها در مقاطع مختلف در مقابل فرضیه مخالف  $H_1$  رد شود که ناظر بر ناهمسانی عرض از مبدأهاست. در غیر این صورت، روش مقتضی برآورد همان استفاده از الگوی داده‌های ترکیبی (Pool Data) است. تشخیص این امر براساس آزمون F یا لیمر (Limer) انجام می‌گیرد (Green, 2000). آماره F طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$F = \frac{(RRSS - URSS) / (N - 1)}{(URSS) / (NT - T - K)} \approx F_{N-1, N(T-1)-K}$$

نتایج آزمون بالا در مورد داده‌های مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ ارائه می‌شود. براساس نتایج، در سطح معنی‌داری ۵ درصد فرضیه  $H_0$  رد می‌شود و فرضیه مقابل آن  $H_1$  پذیرفته می‌شود؛ یعنی روش داده‌های تابلویی برای برآورد ضرایب مقتضی تشخیص داده می‌شود.

از طریق آزمون لیمر یا F، به وجود تفاوت بین مقاطع و ساختارهای متفاوت آن‌ها پی می‌بریم. با این حال، اگر بخواهیم آن‌طور که «الگوی اثر ثابت» مقرر می‌دارد،  $\mu_i$  ها را پارامترهای ثابتی در نظر بگیریم، تعداد زیادی پارامتر به صورت عرض از مبدأ باید در این الگو برآورد شود که این موجب ازدست‌رفتن درجه آزادی زیادی می‌شود. یک راه این است که  $\mu_i$  ها را متغیرهای تصادفی  $(\mu_i \sim IID(0, \sigma_U^2))$  مستقل از  $X$  ها و  $v$  ها در نظر بگیریم که در این صورت به الگویی به نام «الگوی اثر تصادفی» می‌رسیم. در این زمینه، به منظور انتخاب «الگوی اثر ثابت»  $(E(U_{it}|X_{it})=0)$  در مقابل الگوی «اثر تصادفی»  $(E(U_{it}|X_{it}) \neq 0)$  از آزمون تشخیص هاسمن (Hausman's Specification Test) استفاده شد. آماره این آزمون دارای توزیع کای-دو (Chi-Square Distribution) با درجه آزادی تعداد متغیرهای توضیح‌دهنده  $K$  است.

$$m = \chi_K^2 = (b - \hat{\beta})' \hat{\Sigma}^{-1} (b - \hat{\beta}) \quad (15)$$

$$\hat{\Sigma}^{-1} = (\hat{\Sigma}_{FE} - \hat{\Sigma}_{RE}) \quad (16)$$

$$X_{wheat} = f \left( \frac{P_{water}}{P}, \frac{P_{labor}}{P}, \frac{P_{mach}}{P}, \frac{P_{fer}}{P}, Q_{wheat} \right) \quad (11)$$

به منظور برآورد توابع بالا، اطلاعات مربوط به متغیرهای مورد استفاده در الگوهای اقتصادسنجی مورد نظر این مطالعه شامل داده‌های تابلویی (Panel Data Model) حاصل از تلفیق اطلاعات ۲۰۰ بهره‌بردار در سه سال متوالی است که با نرم‌افزار Eviews در برآوردها استفاده شدند.

در برآوردهای صورت گرفته، علاوه بر اینکه آزمون‌های لازم برای برقراری فروض کلاسیک انجام گرفت و در موارد ویژه نیز این مسائل رفع شد، به منظور رفع همخطی احتمالی بین متغیرها از نسبت قیمت نهاده‌ها به قیمت محصول (شاخص قیمت محصولات) استفاده شد و دوباره نیز ضرایب همبستگی دوجه‌دوی متغیرها محاسبه شد و از نداشتن همخطی بین داده‌ها اطمینان کامل حاصل شد. همچنین، به منظور دستیابی به بهترین فرم برازش الگوها، فرم‌های مختلف خطی مانند خطی ساده و لگاریتمی یک‌طرفه و لگاریتمی دوطرفه برآورد شد و در نهایت بهترین برازش‌ها به صورت فرم ریاضی زیر تأکید شد:

$$(12)$$

$$\ln(Q_{water}) = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln(X_i) \quad i = 1, 2, \dots, n$$

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، رابطه بالا یک فرم خطی لگاریتمی دوطرفه لگاریتمی (Log-linear Model) بود؛ بنابراین، ضرایب برآوردی، همان کشش‌ها هستند.

یکی از موضوعات اساسی و اولیه در تشخیص برآوردها براساس الگوی داده‌های ترکیبی، نوع ساختاری است که برای جمله اخلاص و در نتیجه عرض از مبدأ توابع در مقاطع مختلف می‌توان تصور کرد. اگر شکل کلی الگوی متعارف یعنی الگوی اجزای خطای یک‌طرفه را به صورت زیر در نظر بگیریم:

$$Y_{it} = \alpha + X'_{it} \beta + U_{it} \quad (13)$$

$$i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T \quad U_{it} = \mu_i + v_{it}$$

این پرسش اساسی به وجود می‌آید که جزء غیر قابل مشاهده مختص به هر مقطع ( $\mu_i$ ) چگونه متغیری است؟ در پاسخ، باید اشاره کرد باتوجه به اینکه با این جزء چگونه برخورد شود، الگوهای مختلفی به دست می‌آید. در الگوی «اثر ثابت»، فرض بر این است که جمله‌های اخلاص مجزا از  $v_{it}$  و پارامترهای ثابتی (عرض از مبدأهای مختلف برای توابع مربوط

جدول ۱. نتایج آزمون لیمر در برآوردهای توابع تقاضای آب

عنوان کمیت	تقاضای کل	تقاضای آب سیب‌زمینی	تقاضای آب گندم
K	۷	۵	۶
N	۱۸۰	۱۷۰	۱۵۴
T	۳	۳	۳
URSS	۵۹/۷۱	۵۵/۶۵	۴۹/۴۱
RRSS	۱۴۱/۵۲	۱۳۷/۱۳	۱۲۹/۱۱
F	۲۴۱	۲۴۵	۲۴۳
F در سطح ۵٪	۳	۳	۳
F در سطح ۱٪	۴/۶۱	۴/۶۱	۴/۶۱
نتیجه	رد فرض صفر	رد فرض صفر	رد فرض صفر

توضیح: K تعداد متغیرهای توضیحی، N تعداد مقاطع و T دوره‌های زمانی مورد بررسی در الگوی برآوردی است. URSS مجموع مجذور پسماندهای الگوی مقید، RRSS مجموع مجذور پسماندهای الگوی غیر مقید و F آماره برآوردی است.

برآورد شده با روش آثار ثابت هستند. آزمون هاسمن برای الگوهای توابع تقاضای مورد برآورد براساس اطلاعات مربوط به نمونه مورد بررسی با نرم‌افزار (9.1) stata انجام گرفت و نتایج مربوط به آن در جدول ۲ نشان داده می‌شود.

در روابط بالا، b بردار ضرایب برآوردی حاصل از روش اثر ثابت و  $\hat{\beta}$  ضرایب برآورد شده با روش اثر تصادفی،  $\hat{\Sigma}_{RE}$  ماتریس واریانس-کواریانس ضرایب برآورد شده با روش آثار تصادفی و  $\hat{\Sigma}_{RE}$  نیز ماتریس واریانس-کواریانس ضرایب

جدول ۲. نتایج آزمون هاسمن برای توابع تقاضای آب

تقاضای آب کل محصولات	تقاضای آب سیب‌زمینی	تقاضای آب گندم
احتمال فرضیه صفر	۰/۹۶۵۵	۰/۹۹۶۳
نتیجه آزمون	رد فرضیه صفر	رد فرضیه صفر

با توجه به توضیحات بالا و با رجوع به فرم مورد اشاره در رابطه ۹،  $x_{water}$  میزان آب مورد تقاضای هر تولیدکننده است که مقادیر متناظر آن از طریق رابطه زیر به دست می‌آید:

$$x_{water} = w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 \quad (17)$$

که در آن  $w_1$  مقدار آب مصرفی از محل مالکیت دائم حقابه‌های زارعان بر حسب متر مکعب،  $w_2$  مقدار آب مصرفی از محل مالکیت دائم حقابه‌های چاه‌های شخصی زارعان،  $w_3$  مقدار آب مصرفی از محل اجاره سالانه (فصلی) حقابه‌ها،  $w_4$  مقدار آب مصرفی از محل اجاره سالانه حقابه‌های چاه‌های شخصی،  $w_5$  مقدار آب مصرفی از محل نشریه<sup>۱</sup> متعلق به

براساس نتایج این آزمون، فرض  $H_0$  در سه تابع تقاضای آب برای کل محصولات و محصول سیب‌زمینی و گندم به صورت جداگانه رد می‌شود؛ بنابراین روش مقتضی انجام دادن برآوردها در این تحقیق رویه یا الگوی اثر تصادفی (Random Effect) است.

اطلاعات مورد نیاز برای انجام دادن برآوردهای این مطالعه گاه از طریق مراجعه به جامعه آماری و به‌طور عمده نمونه‌گیری و تهیه و تکمیل پرسشنامه در سطح نمونه مورد بررسی به دست آمد. ۲۰۰ نفر (۲۰ درصد کل جامعه) از حقابه‌داران موجود در بازار آب به صورت تصادفی ساده به عنوان نمونه در نظر گرفته شد و اطلاعات مربوط به متغیرهای مورد نیاز با انجام دادن مصاحبه حضوری و تکمیل پرسشنامه از این افراد جمع‌آوری شد.

۱. آب پس‌انداز شده در اثر صرفه‌جویی و احداث شبکه‌های انتقال را نشریه نشریه می‌نامند. شرکت آبیاری مجن آب این محل را بین سهام‌داران رودخانه توزیع می‌کند.

برای کل محصولات، شاخص مرکب قیمت این محصولات P از محاسبه میانگین موزون قیمت محصولات با سهم درآمدی هر محصول به عنوان وزن مبنا قرار گرفت. شاخص قیمت بذر برای برآوردهای تابع تقاضای کل بر مبنای روشی محاسبه شد که در بالا برای قیمت محصولات بیان شد. با این تفاوت که وزن‌ها در این شاخص سهم ارزش بذر از کل ارزش بذر گندم و سیب‌زمینی در نظر گرفته شد.

قیمت هر واحد از انواع سموم و کودهای شیمیایی، حیوانی و مرغی نیز از تقسیم ارزش کل به میزان کود مصرفی بر حسب ریال بر کیلوگرم به دست آمد.

### بحث و نتایج

بر اساس نتایج نمونه مورد بررسی، ۲۰۶، ۲۰۸ و ۲۱۲ مورد مبادله سالانه حقه در سال‌های ۱۳۸۱، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ صورت گرفت. حجم آب این مبادله‌ها به ترتیب معادل ۶۵۰، ۶۶۴ و ۸۵۸ هزار متر مکعب و ارزش این مبادله‌ها به ترتیب معادل ۳۷۱، ۴۴۰ و ۵۵۲ میلیون ریال بود که روند افزایشی داشت. همچنین، حجم مبادله‌های کوتاه مدت توسط نمونه مورد بررسی در بازار آب در سال‌های ۱۳۸۱، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ به ترتیب معادل ۳۸، ۵۴ و ۸۸ هزار متر مکعب بود و مبین آن است که تقریباً ۳۰ درصد آب مورد نیاز زارعان از محل مبادله‌های بازار آب تأمین می‌شود. قیمت متوسط هر متر مکعب آب در سال‌های ۱۳۸۱، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ نیز به ترتیب برابر ۵۵۵، ۶۵۱ و ۶۶۴ ریال بود. در بازار آب مچن، تمام هزینه‌های مربوط به استحصال، انتقال و توزیع آب توسط جامعه حقه‌داران تأمین می‌شود. میزان مشارکت حقه‌داران شرکت آبیاری مچن در طرح‌های توسعه‌ای شرکت آبیاری در سال‌های ۱۳۸۱، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ بالغ بر ۲۳۳، ۲۶۵ و ۳۰۷ میلیون ریال بود. علاوه بر این، در سال ۱۳۸۱ مبلغ ۴۶۶ میلیون ریال از سوی حقه‌داران بابت حفر پنج حلقه چاه سرمایه‌گذاری شد و مسیر اصلی آبرسانی به طول تقریبی ۲۰ کیلومتر بتنی شد و از طریق افزایش کارایی انتقال آب، حقه‌داران توانستند جلوی هدر رفتن مقدار شایان توجهی آب را بگیرند. مقدار آب پس‌انداز شده (نشریه) در سال‌های تحت بررسی معادل ۱۶۶ ساعت رسمی بود که معادل ۶/۷ درصد کل آب قابل برداشت بود و حجم و ارزش آب متناظر با آن در این سال‌ها به ترتیب برابر ۲۱۸، ۲۱۹ و ۲۶۲ هزار متر مکعب و ۸۹۶۴۰، ۸۹۶۴۰ و ۹۹۶۰۰ هزار ریال بود. نتایج مربوط به تغییرات سطح زیر کشت محصولات و ارزش آب مصرفی در سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۳ در جدول ۳ ارائه شد. نحوه تعیین

حقه‌های رودخانه، مقدار آب مصرفی از محل مبادله‌های مداری حقه‌ها هستند و همه آن‌ها بر حسب متر مکعب‌اند. قیمت هر متر مکعب آب برای هر زارع از تقسیم مجموع ارزش کل آب مصرفی به کل حجم آب مصرف شده محاسبه شد؛ بنابراین داریم:

$$P_{Water} = \frac{\sum_{i=1}^6 V_{wi}}{X_{Water}} \quad (18)$$

در رابطه بالا، ارزش بازاری مبادله‌های  $V_{w1}$ ،  $V_{w2}$ ،  $V_{w3}$ ،  $V_{w4}$ ،  $V_{w5}$  و  $V_{w6}$  کاملاً مشخص است، اما برای محاسبه ارزش آب مصرف شده از محل مالکیت حقه‌ها (ارزش مقادیر  $w1$  و  $w2$ ) برای آن دسته از زارعی که به اجاره سالانه حقه اقدام کردند، میزان اجاره هر واحد حق برداشت آب مبنای ارزش بود و برای زارعی که برای اجاره سالانه حقه اقدام نکردند ارزش متوسط اجاره هر واحد حقه در سطح نمونه به عنوان مبنای ارزش قرار گرفت و با محاسبه میزان آب تحویل شده در سال، قیمت آب به دست آمد.

قیمت زمین  $P_{Land}$  اجاره‌بهای سالانه هر واحد سطح است. به دلیل اینکه اغلب حقه‌داران مورد بررسی مالک زمین بودند، برای قیمت نهاده زمین معادل اجاره سطح زیر کشت به عنوان متغیر جانشین در نظر گرفته شد.

اطلاعات مربوط به استخدام نیروی کار در سه مرحله کاشت، داشت و برداشت به تفکیک نیروی زن و مرد جمع‌آوری شد و در نهایت از تقسیم ارزش کل دستمزد به کل نیروی کار مورد استفاده در تولید، قیمت نیروی کار بر حسب ریال بر نفر روز کار محاسبه شد.

با محاسبه هزینه متوسط، استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی مانند تراکتور و بذرپاش در واحد سطح و برای مراحل مختلف تولید (بر حسب ریال بر متر مربع)، قیمت اجاره ماشین‌آلات به دست آمد. در زمان‌های استفاده از نیروی حیوانی به جای ماشین‌آلات نیز (ایجاد شیار توسط اسب) هزینه این نهاده از طریق محاسبه میانگین موزون اجاره استفاده از خدمات تراکتور و استخدام نیروی حیوانی (اسب) و به صورت ریال در متر مربع در نظر گرفته شد.

هرچند در منطقه مچن کشت اصلی سیب‌زمینی است، استعداد مناسب اراضی بعد از کوددهی برای کشت سیب‌زمینی و وجود ظرفیت مناسب برای کشت پاییزه گندم، این محصول در تناوب با سیب‌زمینی قرار می‌گیرد و در نتیجه کشاورزان به طور عمده نهاده‌های تولیدی را برای این دو محصول استفاده می‌کنند؛ بنابراین در برآورد تابع تقاضای آب



قیمت و تغییر آن، کارایی‌های تخصیصی و فنی، میزان سود بنگاه‌ها، ارزش افزوده آب، صرفه‌جویی در مصرف، رشد سطح زیر کشت و عملکرد زمین و نوآوری در فرایند تأمین و تخصیص آب، شاخص‌های کارکرد بازار هستند که بهتر از ساختار آن، درجه رقابت یا مشارکت دادوستدکنندگان را نشان می‌دهند.

جدول ۳. نتایج تغییرات سطح زیر کشت، مقدار مصرف آب و ارزش آب مصرفی در سطح نمونه تحت بررسی

عنوان شاخص	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳
سطح زیر کشت گندم و سیب‌زمینی (متر مربع)	۳,۶۴۲,۳۰۰	۳,۷۵۳,۶۵۰	۴,۲۸۲,۹۰۰
تغییرات سطح زیر کشت نسبت به سال قبل	-	۱۱۱,۳۵۰	۵۲۹,۲۵۰
	-	۳/۰۵	۱۴/۱۰
تغییرات سطح زیر کشت نسبت به دو سال قبل	-	-	۶۴۰,۶۰۰
	-	-	۱۷/۵۸
نسبت سطح زیر کشت به کل اراضی نمونه	۶۵/۵۴	۶۷/۵۴	۷۰/۷۰
مقدار کل آب مصرف‌شده (متر مکعب)	۲,۷۲۵,۵۵۲	۲,۸۶۴,۷۴۸	۳,۳۹۵,۷۰۲
تغییرات نسبت به سال قبل	-	۱۳۹,۱۹۶	۵۳۰,۹۵۴
	-	۵/۱	۱۸/۵۳
تغییرات نسبت به دو سال قبل	-	-	۶۷۰,۱۵۰
	-	-	۲۴/۵۸
ارزش کل آب مصرف‌شده (هزار ریال)	۱,۵۱۳,۵۰۴	۱,۸۶۳,۹۸۳	۲,۲۵۴,۱۰۵
تغییر ارزش آب مصرفی نسبت به سال قبل	-	۳۵۰,۴۷۹	۳۹۰,۱۲۲
	-	۲۳/۱۵	۲۰/۹۲
تغییر ارزش آب مصرفی نسبت به دو سال قبل	-	-	۷۴۰,۶۰۱
	-	-	۴۸/۹۳
متوسط ارزش تولید سیب‌زمینی در واحد آب (ریال)	۲۲۴۴	۲۳۳۸	۱۸۸۷
متوسط ارزش تولید گندم در واحد آب (ریال)	۷۵۷	۸۳۵	۱۲۱۶
بهای متوسط هر متر مکعب آب (ریال)	۵۵۵	۶۵۱	۶۶۴
درآمد متوسط آب در تولید محصول منهای	۱۶۸۹	۱۶۸۷	۱۲۲۳
قیمت هر واحد آب (ریال)	۲۰۲	۱۸۵	۵۵۲
نسبت قیمت به درآمد متوسط آب در سیب‌زمینی (درصد)	۲۴/۷۴	۲۷/۸۴	۳۵/۲۰
نسبت قیمت به درآمد متوسط آب در گندم (درصد)	۷۳/۲۷	۷۷/۹۰	۵۴/۶۱

سیب‌زمینی در همین دو سال به ترتیب ۲۱۷۶ و ۲۲۳۲ گرم در متر مکعب و ارزش متوسط تولید آن به همان ترتیب ۲۲۳۸ و ۱۸۸۷ ریال برای هر متر مکعب بود. تولید متوسط آب در محصول گندم در این دو سال به ترتیب ۶۰۰ و ۷۱۴ گرم در متر مکعب و ارزش متوسط تولید آب به همان ترتیب ۸۳۵ و ۱۲۱۶ ریال بود. ارزش افزوده در تولید سیب‌زمینی بیش از گندم است. این ارزش برای سیب‌زمینی به ترتیب ۱۵۸۷ و ۱۲۲۳ ریال و برای گندم به ترتیب ۱۸۴ و ۵۵۲ ریال در دو سال مذکور بود. همچنین،

تحلیل بازار موجب تخصیص آب به ارزشمندترین محصول شد. با توجه به ارزش افزوده محصول سیب‌زمینی در مقابل گندم، همه کشاورزان ذخیره آب خود را نخست به سیب‌زمینی تخصیص دادند و سپس مازاد آن را صرف گندم می‌کنند. در سال ۱۳۸۳، در مجموع ۷۳ درصد ارزش کل آب مصرف‌شده به سیب‌زمینی و ۲۷ درصد آن به گندم اختصاص داده شد. بهای متوسط هر متر مکعب آب مبادله‌شده در دو سال پیاپی ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ به ترتیب برابر ۶۵۱ و ۶۶۴ ریال بود. تولید متوسط آب در محصول

تابع تقاضای یادشده به کار رفت. نتایج برآورد تابع تقاضای کل دو محصول و هریک از آن‌ها به‌تنهایی در جدول ۴ ارائه شد. براساس نتایج، کشتش قیمتی (خودی) تقاضای آب برای تولید کل محصولات و تولید سیب‌زمینی و تولید گندم به ترتیب معادل ۰/۲۵، ۰/۲۷۶ و ۰/۴۷۷- برآورد شد. ضرایب به‌دست‌آمده در درجه اول مبین ارتباط منفی بین قیمت آب و مقدار تقاضای آن هستند. در درجه دوم این اختلاف مبین این نکته است که نهاده آب در تولید کل محصولات، کم کشتش‌تر از تولید هریک از همین محصولات به‌تنهایی است. همچنین، تقاضای مشتق آب برای سیب‌زمینی کم‌کشتش‌تر از تقاضای آب برای گندم است. درواقع، حساسیت زارعان هنگامی که فقط یک محصول (گندم یا سیب‌زمینی) کشت می‌کنند، بیشتر از زمانی است که محصولات به‌طور توأم کشت می‌شوند. در منطقه مجن، گندم کشتی جانبی است؛ بنابراین، تقاضای آن باکشتش‌تر از سیب‌زمینی و تولید کل است. مشاهده می‌شود حساسیت در تولید کل دو محصول کمتر از هریک به‌تنهایی است، زیرا گندم فقط در مواقع پرآبی یا ارزانی آب کشت می‌شود.

همان‌گونه که در نمودار ۱ مشهود است، آب به محصول سیب‌زمینی بیشتر از گندم اختصاص می‌یابد. این امر با توجه به ارزش متوسط تولید این محصول در منطقه مجن توجیه‌پذیر است. ارزش تولید متوسط نهاده آب در محصول سیب‌زمینی در سال‌های ۱۳۸۱، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ به‌ترتیب معادل ۲۲۴۴، ۲۳۳۸ و ۱۸۸۷ ریال در متر مکعب و در محصول گندم برابر ۷۵۷، ۸۳۵ و ۱۲۱۶ ریال در متر مکعب محاسبه شد. در هر سه تابع ارائه‌شده، متغیر مقدار محصول معنی‌دار و دارای علامت مثبت است. همچنین، بزرگ‌تربودن کشتش تولید تقاضای آب برای سیب‌زمینی از گندم- با توجه به نقش آب در کشت سیب‌زمینی در مقایسه با کشت گندم- توجیه‌پذیر است. ارزش متوسط آب در تولید سیب‌زمینی، چنانکه گزارش شد، از تولید گندم بیشتر است.

ضریب برآوردی متغیر اجاره زمین در توابع تقاضای آب برای کل محصولات و گندم به‌ترتیب ۰/۰۷- و ۰/۰۲- به‌دست آمد. هرچند این متغیر معنی‌دار نیست، اما علامت آن مورد انتظار و بیانگر رابطه مکملی میان دو نهاده آب و زمین است. علامت ضریب نهاده کود حیوانی در هر دو تابع یادشده علامت مورد انتظار را داشت و آن را مکمل نهاده آب معرفی می‌کنند، اما فقط در تابع تقاضای کل معنی‌دار است و برابر ۰/۰۷۰۷- است.

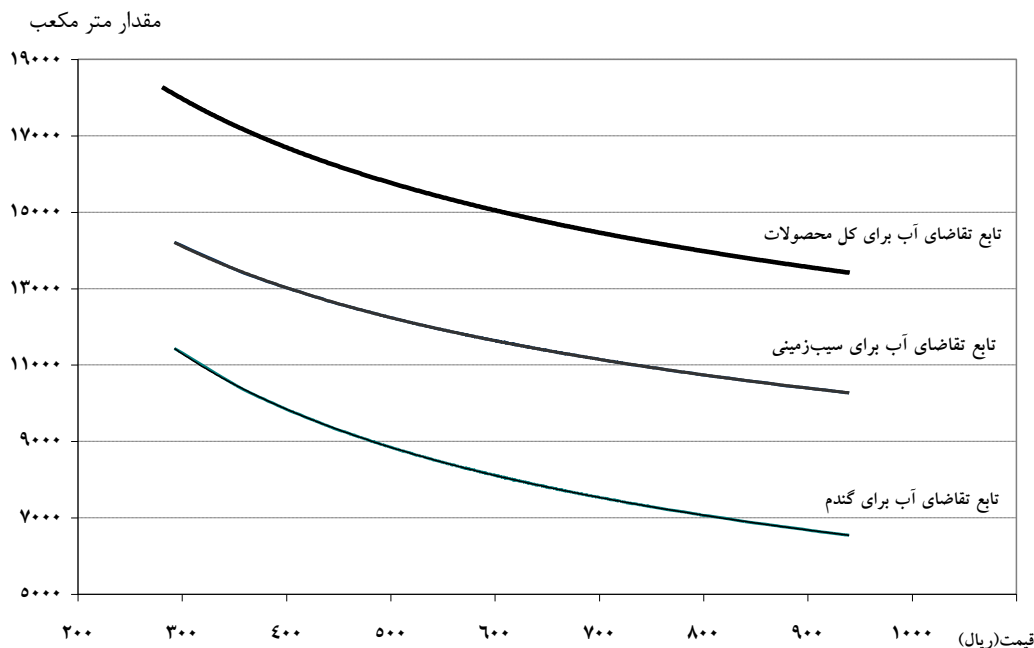
یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد عملکرد آب و زمین در سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۳ رشد یافت. عملکرد زمین در تولید سیب‌زمینی از رقم ۲۰ تن به ۲۳ تن و در تولید گندم از ۳ تن به ۳/۴ تن در هکتار در مدت دو سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۳ رسید. سطح زیر کشت سیب‌زمینی از ۲۰۴ هکتار به ۲۳۵ هکتار و سطح زیر کشت گندم از ۱۵۹ هکتار به ۱۹۲ هکتار افزایش یافت. یافته‌های نمونه مورد مطالعه نشان می‌دهد بازار، انگیزه گسترش سطح زیر کشت و مصرف آب و نیز افزایش بازدهی آن‌ها را فراهم کرده است، به طوری که علی‌رغم محدودیت آب، افزایش عرضه آن در سال ۱۳۸۳ نسبت به ۱۳۸۱ و به‌علت بارندگی موجب اختصاص آن به سطح کشت بیشتر و ارتقای عملکرد شد. به‌علاوه، شواهدی که در مورد خرید و فروش نشریه یا آب مازاد ذکر شد، نشان می‌دهد بازار آب انگیزه لازم و کافی برای حفاظت آب و جلوگیری از تلفات آن را فراهم کرده است. همچنین، علاوه بر عملکرد زمین، مصرف و بازدهی سایر نهاده‌های مکمل آب یعنی کود، بذر و ماشین‌آلات نیز در دوره مورد بررسی افزایش یافت.

از دیگر نتایج تحقیق، ابتکار حقابه‌داران در استفاده از منابع آب سطحی و زیرزمینی است. در سال ۱۳۸۰، پس از یک دوره خشکسالی چندساله و خشک‌شدن دو رشته قنات و کاسته‌شدن جریان رودخانه، شرکت آبیاری مجن چند حلقه چاه در بستر رودخانه حفر کرد. همچنین، برخی بهره‌برداران نیز چاه حفر کردند و به‌منظور جلوگیری از هدررفتن آب، شبکه‌های لوله‌کشی در زیر سطح زمین احداث کردند. طول این شبکه‌ها بالغ بر ۶۰ کیلومتر است. در سال‌های پرآب، با بهبود بارندگی حقابه‌داران آب سطحی را در اولویت قرار می‌دهند و شبکه نهرهای خاکی توسعه می‌یابند. طول این شبکه‌ها از ۱۵۲ کیلومتر در سال ۱۳۸۱ به ۱۷۳ کیلومتر در سال ۱۳۸۳ افزایش یافت.

تابع تقاضای آب برای کل و هرکدام از محصولات پس از انتخاب اشکال مختلف و انتخاب بهترین برازش به‌صورت زیر برآورد شد:

$$\begin{aligned} \ln(Q_{water}) = & \alpha + \beta_1 \ln\left(\frac{P_{water}}{P_{wp}}\right) + (19) \\ & \beta_2 \ln\left(\frac{P_{seed}}{P_{wp}}\right) + \beta_3 \ln\left(\frac{P_{land}}{P_{wp}}\right) \\ & + \beta_4 \ln\left(\frac{P_{fert}}{P_{wp}}\right) + \beta_5 \ln\left(\frac{P_{fertilizer}}{P_{wp}}\right) \\ & + \beta_6 \ln\left(\frac{P_{mach}}{P_{wp}}\right) + \beta_7 \ln\left(\frac{TR_{wp}}{P_{wp}}\right) \end{aligned}$$

متغیرهای مورد استفاده در توابع تقاضای بالا معرفی شدند. متغیر نسبت درآمد کل تولید به قیمت شاخص محصولات به‌عنوان متغیر جانشین (Proxy) مقدار تولید در



نمودار ۱. توابع تقاضای آب برای محصولات سیب‌زمینی و گندم و کل محصولات در بازار آب مجن

مهم‌ترین دستاورد این تحقیق، نشان‌دادن نقش بازار در حسن بهره‌برداری از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، تخصیص آن به ارزشمندترین مصرف و در عین حال تلاش و سرمایه‌گذاری برای حداکثر صرفه‌جویی و ذخیره‌سازی آن است. تجربهٔ مجن نشان می‌دهد نهاد بازار قابلیت تحقق دستاوردهای بالا را بیشتر از سایر شیوه‌های تأمین و توزیع در بخش آب کشور داشت و به‌همین دلیل باید سیاست‌گذاران این بخش به تشکیل و تقویت آن توجه کنند. بازار آب مجن را کشاورزان خرده‌مالک این منطقه تشکیل دادند و سهم هریک از ایشان پس از چهار سال از تشکیل بازار به‌ندرت بیشتر از یک درصد سهم بازار است. علی‌رغم افراد زیاد و نیاز به مذاکره‌ها و توافقات فراوان، کشاورزان یادشده موفق شدند به توافق برسند تا ضمن تعیین و تثبیت حقابه‌های خود، امکان دادوستد سهل و سریع آن را فراهم کنند و سهام خود را از آب‌های سطحی و زیرزمینی جمع کنند و بازارهای چندپارچه و مجزای آب موجود را یکپارچه و متصل کنند و دامنهٔ آن را با احداث شبکه‌های سطحی و زیرزمینی گسترش دهند.

متغیر قیمت کودهای شیمیایی در تابع تقاضای آب برای کل محصولات و محصول گندم وارد تابع شد، اما فقط در تابع نخست معنی‌دار بود و معادل ۰/۱۴۴ شد که از یک رابطهٔ مکملی حکایت می‌کند.

قیمت نیروی کار فقط در تابع تقاضای آب برای تک‌تک محصولات وارد الگو شد. علامت کشش برآوردی مبین رابطهٔ مکملی بین این نهاده و آب است. کشش برآوردی این متغیر در تابع تقاضای آب برای گندم در مقایسه با سیب‌زمینی بیشتر است. دلیل آن نیز با توجه به ضریب اهمیت محصولات توجیه‌شدنی است. سیب‌زمینی محصول اصلی است؛ بنابراین، تقاضای آب برای این محصول به ازای تغییرات قیمت نیروی کار کمتر از تقاضای آب برای گندم تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مجموع، یافته‌های ارائه‌شده نشان می‌دهند رفتار کشاورزان در بازار آب مجن مانند رفتار بنگاه‌ها در یک بازار رقابت کامل است. مقدار تقاضای آن‌ها برای آب تابعی منفی از قیمت آب و قیمت نهاده‌های مکمل و تابعی مثبت از مقدار محصول و قیمت نهاده‌های جانشین است. این یافته‌ها کارایی تخصیص آب را تأیید می‌کنند که در بخش یافته‌های توصیفی ارائه شد.

جدول ۴. کشش‌های برآوردی توابع تقاضای نهاده آب

متغیرها	تابع تقاضای آب سب‌زمینی	تابع تقاضای آب برای کل محصولات	تابع تقاضای آب گندم
عرض از مبدأ	۳/۷۳۲ *** (۸/۰۷)	۱/۶۶ ** (۲/۱۵)	۲/۷۳۵ (۱/۰۸۹)
قیمت آب	-۰/۲۵۶ *** (-۲/۳۳)	-۰/۲۷۶ ** (-۲/۳)	-۰/۴۷۷ *** (-۲/۹۸)
مقدار محصول	۰/۵۶۱ *** (۱۵/۰۶)	۰/۵۴۳ *** (۱۳/۱۸)	۰/۴۸۹ *** (۱۱/۷۸)
قیمت بذر	۰/۲۹۸ *** (۲/۹۸)	-	-
قیمت اجاره زمین	-۰/۰۷۱ (-۱/۰۸۳)	-	-۰/۰۲۳ (۰/۳۲۲)
قیمت کودهای حیوانی و مرغی	- ۰,۰۷۰۷ *** (-۴/۴۴)	-۰/۰۶۱ (-۰/۸۳۳)	-
قیمت کودهای شیمیایی	۰/۱۴۴ *** (۳)	-	-
قیمت ماشین‌آلات	-	-۰/۰۵۳ (-۱/۱۹)	-۰/۰۷۷ (-۰/۸۸۲)
قیمت نیروی کار	-	۰/۴۴۶ *** (۳/۱۴)	۰/۵۱۸ ** (۲/۰۷)
ضریب تعیین	۰,۷۹۹	۰/۷۸	۰/۷۹
حجم نمونه	۱۸۰	۱۷۰	۱۵۴
تعداد مشاهده‌ها	۵۴۰	۵۱۰	۴۶۲

\* معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد - اعداد داخل پرانتز آماره تی‌استیودنت (t-student) هستند.

\*\* معنی‌داری در سطح ۵ درصد \*\*\* معنی‌داری در سطح ۱ درصد

فعالیت‌های توسعه و بهره‌برداری از منابع آب و تحکیم و تقویت بازار آب نیز قابل پیروی در دیگر مناطق است. بنابراین، می‌توان به سیاست‌های زیر توجه کرد:

۱. تشکیل و تقویت نهاد بازارهای آب در تخصیص منابع آب کشاورزی به‌منظور مشارکت مؤثر و کارآمد بهره‌برداران و نیز کاهش هزینه‌های تصدی‌گری بخش آب، ارتقای بهره‌وری از آب در دسترس و بازتخصیص (Reallocation) آن (به‌ویژه در دشت‌های ممنوعه در بهره‌برداری از آب زیرزمینی)، تشویق کشاورزان برای سرمایه‌گذاری در بخش آب و استفاده از تکنولوژی‌های آب‌اندوز، به‌عنوان یکی از مؤثرترین روش تعیین ارزش حقیقی آب (به‌ویژه در مناطقی که با پدیده کمیابی شدید مواجه‌اند).

۲. ایجاد تشکلهای محلی آب‌بران که تمایل و تقاضای بهره‌برداران و جایگاه حقوقی و قانونی را داشته باشند، به‌منزله

اولویت تخصیص آب به محصول سب‌زمینی که سودآوری آن بیشتر از گندم و سایر محصولات قابل کشت در منطقه است و در صورت باقیماندن آب اضافی تخصیص مجدد آن به محصول گندم صورت می‌گیرد، نشانگر کارایی تخصیص بازار است. سرمایه‌گذاری برای بتن‌کردن کانال اصلی انتقال آب سطحی و نصب لوله در زیرزمین برای انتقال آب چاه‌ها، کارایی فنی بهره‌برداری و حفاظت از منابع آب را نشان می‌دهد. افزایش عملکرد هر متر مکعب آب و هر هکتار زمین در گذر زمان همراه با گسترش سطح زیر کشت، رشد بهره‌وری آب را مشخص می‌کند. تمام دستاوردهای بالا به برکت بهره‌برداری از فرهنگ اسلامی و بومی و بدون مشارکت بخش عمومی یا هیچ عامل خارجی بود. تشکیل سازمانی کارآمد و کم‌هزینه برای توزیع آب از دیگر دستاوردهای تجربه‌مجن است که قابل انتقال به سایر مناطق نیز است. بالاخره جذب حمایت بخش عمومی از

مهم‌ترین گام در راستای تشکیل و تقویت بازارهای آب.  
۴. سازمان میر آبی کارآمد برای اداره نظام بهره‌برداری و توزیع آب و رعایت حقوق تعیین‌شده با نظارت تشکل‌های محلی آب‌بران.

بستر پرورش‌دهنده و نهادهای ناظر بر بازارهای محلی آب.  
۳. تعریف مناسب و صریح از حقوق مالکیت آب در تناسب و سازگاری با فرهنگ و هنجارهای اجتماعی منطقه مورد نظر که به‌طور کامل از حقوق مالکیت زمین مجزا شده باشد، به‌عنوان

## REFERENCES

- A. bohlovlvand, K. sadr, (2007). Measuring the state of competition in the mojen water market. Journal of Iranian Agricultural Economics Society, Selected papers of the 6th Iranian conference on agricultural economics, 30-31 Oct 2007. Holey MashHad, PP 63-79. (In Farsi)
- B, H. baltagi. (2005), *Econometric Analysis of Panel Data*, (3rd Ed.). John Wiley & Sons
- B, Bosworth and g, Cornish and c, Perry and f, van. Steenburgen. (2002), *Water Charging in Irrigated Agriculture*, HR Wallingford, British Government's Department for International Development
- .Dinar, A. & M, W. Rosegrant, & R, Meinzen-Dick. (1997), *Water Allocation Mechanisms: Principles and Examples*, World Bank, Policy Research Working Paper NO 1779, Washington, D.C .Boston.
- Easter, K.W & M, W. Rosegrant, (1998), *Markets for Water: Potential and Performance*, In A. Dinar (Eds.). Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Easter, K.W and R, R. Hearne, (1995), *Water Markets and Decentralized Water Resources Management: International Problems and Opportunities*, American Water Resources Association, No 31.
- Hearne, R.R., and K.W. Easter, (1995), *Water Allocation and Water Markets: An Analysis of Gains-from-Trade in Chile*, World Bank Technical Paper, No 315, Washington, D.C.
- Hearne, R.R. and K.W. Easter, (1998), *Economic and Financial Returns from Chile's Water Markets*, In Easter, Rosegrant, and Dinar (eds.) *Markets for Water: Potential and Performance*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- K. Sadr. (1996). Market Pricing of Water in Islam, *Journal of Water and Development*, 7(2-3). PP87-96
- K. Sadr. (1996). Principles of Efficient and Equitable Water Pricing, *Journal of Water and Development*, 7(3). PP44-56
- J. hosseinzad, H. salami & K. sadr, (2007). Estimation of Economic Value of Water in Agricultural Productions Using AFP. *Journal of Agriculture Science*, 17(2), 1-14 (In Farsi)
- K. Sadr, A. bohlovlvand, (2007). Justice, Market and Fair price, *Proceedings of 5th Biannual International Conference on Islamic Economics, Government & Market from Islamic Perspective*, 31 Oct – 1 Nov 2007. Tarbiat Modares University, PP253-273 (In Farsi)
- Kemper, K. E. & D, Olson. (2000), *Water Pricing–The Economics of Institutional Change in Mexico and Ceará, Brazil*, In A, Dinar (ed.), *The Political Economy of Water Pricing Reforms*, Oxford University Press (forthcoming).
- Kristi, A. R, Farooqi, (2003), *Economic Instruments for Water Quality and Quantity Management*, Center for Applied Business Research in Energy and the Environment (CABREE), University of Alberta, School of Business.
- Marino, M. & K, E. Kemper, (1999), *Institutional Frameworks in Successful Water Markets*, World Bank Technical Paper No 427, Washington, D.C.
- R, Meinzen-Dick, (1998), *Groundwater Markets in Pakistan: Institutional Development and Productivity Impacts*, In Easter, Rosegrant, and Dinar (eds.) *Markets for Water: Potential and Performance*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- R, palmer-jones, (2001) *Irrigation Service Markets in Bangladesh: practice. Provision of Local Public Goods & Community Regulation*, Department of Society, Lund University, Sweden.
- S, zekri. & Easter, K. W, (2004), *estimating the Potential Gains from Water Markets: a Case Study from Tunisia*, *Agricultural water management*, vol 2, issue 3, April 2005, 161-175.
- W, Doppler & A, Z. Salman. & K, Al-Karablieh & H, P. Wolff, (2002), *The Impact of Water Price Strategies On The Allocation of Irrigation Water: the Case of the Jordan Valley*, *Agricultural Water Management*, vol 55, PP 171-182.