Doi: 10.22034/IAES.2022.538929.1872

اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۶/شماره۲/صفحه های ۲۵-۱

تاثیر قیمت گذاری آب بر مصرف آن در محصول‌های زراعی ایران

سمیه شیرزادی لسکوکلایه، پروین قادری نژاد، زهرا نعمت الهی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۶

چکیده

مدیریت و کاربرد بهینه از منابع آب در دسترس، ضرورتی پرهیزناپذیر است. لذا این پژوهش با هدف بررسی تاثیر قیمت آب آبیاری بر تقاضای آن در زیربخش زراعت کشور صورت گرفته است. بدین منظور قیمت سایه‌ای آب و تابع تقاضای آن با استفاده از ضرایب‌های به دست آمده در محاسبه الگوی ناپارامتریک تصادفی فراگیر داده‌ها برآورد شد و قیمت سایه‌ای آب آبیاری با استفاده از ضرایب‌های به دست آمده از این مدل، تعیین شد. داده‌های مورد نیاز پژوهش نیز طی دوره زمانی سالانه ۱۳۸۴-۱۳۹۴ از سایت وزارت جهاد کشاورزی گردآوری شد. نتایج نشان داد که میانگین کارآیی آب آبیاری در زیربخش زراعت طی دوره مورد بررسی برابر با ۸۳/۰۲ درصد بوده است. همچنین برآورد تخمین تابع تقاضای آب آبیاری نیز نشان داد که تقاضای آب آبیاری در زیربخش زراعت، کشش ناپذیر و به میزان ۰/۱۶ و کشش تقاضای آب نسبت به کارایی فنی برابر با ۸/۳۷ می‌باشد. بر مبنای تابع تقاضای به‌دست آمده، متغیرهای قیمت آب، قیمت دیگر نهاده‌های تولیدی و کارآیی آب، بر تقاضای آب آبیاری در بخش زراعت ایران تاثیر معناداری داشته‌اند. در بین متغیرهای مورد بررسی، کارایی فنی، با اختصاص بزرگترین ضریب، موثرترین عامل در تقاضای آب آبیاری به شمار می‌آید. این نتیجه لزوم توجه و اهمیت بیشتر به مسئله کارایی آب و تلاش در زمینه ارتقا و بهبود کارایی آب آبیاری در بخش زراعت را نشان می‌دهد. همچنین بر مبنای نتایج، افزایش قیمت آب آبیاری در زیربخش زراعت تاثیر چندانی بر کاهش تقاضا و مصرف آب در این زیربخش نخواهد داشت و کاهش مصرف آب آبیاری در زیربخش زراعت از طریق بهبود کارایی فنی آب میسر خواهد بود. لذا بر مبنای نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، پیشنهاد می‌شود، ضرورت دارد سیاست-گذاران با ارائه تسهیلات و مشوق‌های لازم، شرایط مناسبی را برای کشاورزان در زمینه پذیرش و اجرای تغییر الگوی کشت به سمت محصول‌های کم آب بر و اعمال سامانه‌های کم آبیاری در اراضی لحاظ کنند.

طبقه‌بندی JEL: Q11، Q18، Q25

واژه‌های کلیدی: تقاضای آب، قیمت سایه‌ای آب آبیاری، مدل تصادفی فراگیر داده ها ، کشش قیمتی آب

[۱] به ترتیب: استادیار(نویسنده مسئول)گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی و دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

Email: : s.shirzadi@sanru.ac.ir

مقدمه

آب به عنوان کمیاب‌ترین نهاده در تولید محصول‌های کشاورزی، نه تنها محدودکننده فعالیت‌های کشاورزی بلکه محدودکننده دیگر فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی نیز به شمار می‌رود. با افزایش جمعیت و توسعه در ابعاد مختلف و بالا رفتن سطح استانداردهای زندگی، تامین نیازهای آبی بخش‌های مختلف با محدودیت‌های زیادی روبه‌رو می‌شود(Keramatzadeh et al.,2020). با توجه به اینکه نهاده آب نقش مهمی در تولید محصولات کشاورزی دارد، بهره‌برداری بهینه و استفاده کاراتر از آن، هم می‌تواند به افزایش درآمد در بخش کشاورزی منجر شود و هم در رفع محدودیت‌های این منبع با ارزش، موثر باشد. مدیریت اقتصادی واحدهای کشاورزی عامل بسیار مهمی در افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌ها و نهاده‌های کشاورزی می‌باشد(Babaei et al.,2014). در منطقه‌های خشک و نیمه خشک مانند بیشتر جاهای ایران، مهمترین مسئله در مدیریت آب که نهاده محدودکننده توسعه بخش کشاورزی است، ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آن می‌باشد. از آنجایی که میزان عرضه اقتصادی آب همیشه محدود بوده و میزان تقاضای آن نیز با افزایش جمعیت در حال افزایش است، برنامه‌ریزی در استفاده بهینه از آب اهمیت ویژه‌ای می‌یابد. با کمیاب‌تر شدن آب در این منطقه، ضرورت استفاده از روش‌های کاراتر از راهکارهای کنونی، برای تخصیص و بهره‌برداری از منابع آب، افزایش می‌یابد(Abdullahi and Javanshah, 2007). مدیریت ضعیف آب آبیاری منجر به افزایش تقاضای آب و هدر رفت قابل ملاحظه این منبع کمیاب شده است. وجود بازدارنده‌ها و محدودیت‌های جدی در افزایش عرضه آب، کشورهای جهان را به این نتیجه رسانده است که راهکار حل این مسئله دشوار را در مدیریت تقاضای آب جستجو کنند(Falahati et al.,2012). از این‌رو اقتصاددانان، سیاست‌های مدیریت تقاضای آب را روشی پرهیزناپذیر برای چیره آمدن بر حل مسئله بحران آب می‌دانند، که از جمله روش‌های مدیریت تقاضای آب می‌توان به تخصیص دوباره منابع آب، قیمت‌گذاری آب آبیاری، بهبود زیرساخت‌ها و معرفی بازار آب اشاره کرد(Gómez-Limón, J.A., L. Riesgo, 2004 and Gómez-Limón, J.A., Y. Martı´nez, 2005)

در کشور ایران به دلیل پایین بودن کارایی مصرف و همچنین استفاده بی رویه‌ی آب در بخش کشاورزی، ارائه و گسترش راهکار مناسب مدیریت تقاضای آب بدون آسیب به تولید محصول‌های کشاورزی ضرورت می‌یابد که یکی از موارد و راهکارهای مناسب، قیمت‌گذاری آب و تعیین قیمت سایه‌ای برای این نهاده مهم در بخش کشاورزی می‌باشد(Iran Chamber of Commerce, Industries,Mines &

Agriculture,2019). مدیریت مطلوب تقاضا از طریق قیمت‌گذاری می‌تواند با تامین بخشی از نیازهای مالی بخش آب، موجبات تقویت نقش اقتصادی آب در توسعه را نیز فراهم کرده و ضمن استفاده کاراتر، بهره‌وری آب را بهبود بخشد. از این رو قیمت-گذاری آب به عنوان ابزار مناسب مدیریتی برای ایجاد سازگاری بین فعالیت‌های عملی و واقعی بهره‌برداران از آب و خدمات وابسته به آن با اهداف‌او راهبردهای توسعه ملی مطرح می‌باشد (Mohammad Jani & Yazdanian, 2014). همچنین قیمت‌گذاری آب باعث می‌شود آب بین متقاضیان، متناسب با ارزش تولید نهایی توزیع شده و انگیزه برای صرفه جویی و مصرف کمتر در آب، بین کشاورزان افزایش یابد(Vaziri et al. 2016). افزایش قیمت هر نهاده در اقتصاد خرد منجر به استفاده کمتر از آن نهاده شده و اگر قیمت بیش از ارزش نهایی آن نهاده در تولید شود، آن نهاده استفاده نخواهد شد. از آنجا که آب یکی از نهاده‌های ضروری در تولید محصول‌های کشاورزی است قیمت‌گذاری بیش از حد آن منجر می‌شود کشاورزان نتوانند هزینه‌های خود را جبران کنند. از سویی افزایش قیمت آب می‌تواند بر ترکیب تولید تاثیر بگذارد. زیرا کشاورزان نهاده‌ها را به گونه‌ای که بیشترین بهره‌وری، بیشترین درآمد و یا کمترین هزینه را داشته باشند بایکدیگر ترکیب می‌کنند. این تغییر در ترکیب می‌تواند به گونه ای باشد که کشاورزان به سمت تولید محصول‌هایی که نیاز آبی کمتری دارند سوق یافته و استفاده آب در اراضی را کاهش دهد(Islami et al, 2013). ارزش اقتصادی آب و چگونگی قیمت‌گذاری آن در طول دهه‌ها در سطح بین‌المللی مورد بحث بوده و می‌باشد و با افزایش کمیابی آب در سال‌های اخیر شدت گرفته است. در اصل قیمت‌گذاری آب قسمت مهمی از سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی منابع آب و مدیریت تقاضای آب است. طرفداران قیمت‌گذاری بر این باورند که سیاست قیمت گذاری آب به طور معنی‌داری وضعیت عملیات مدیریت آب را بهبود می‌بخشد و از طریق تأمین سرمایه، زمینه سرمایه‌گذاری در منبع‌های پایدار به‌ویژه در کشاورزی آبی را فراهم می‌سازد. همچنین این سیاست می‌تواند هزینه‌های خدمات آب را پوشش دهد و از طریق تأثیر در رفتار مصرف‌کنندگان، امکان استفاده منطقی از آب را فراهم نماید(Shajari et al, 2009).

بنابراین با توجه به اینکه در مدیریت تقاضای آب، نظام قیمت‌گذاری در تبیین آن به عنوان کالایی اقتصادی و با ارزش، بهترین راه دستیابی به مصرف بهینه‌ی مناسب و مشوقی برای ذخیره و حفاظت از آن می‌باشد و از سویی اگر آب قیمت واقعی خود را نداشته باشد، می‌تواند منجر به سرمایه‌گذاری اندک، حفاظت ضعیف و هدررفت آب شود(Dearden,1998). از این‌رو در این پژوهش تلاش شد تاثیر قیمت‌گذاری آب بر مصرف آن سنجیده و راهکارهای مناسب اعمال این سیاست برای مدیریت تقاضای آب در بخش کشاورزی کشور ارائه شود. بنابر بر ضرورت و اهمیت موضوع قیمت‌گذاری آب و اهمیت این نهاده در بخش کشاورزی، بررسی و ارزیابی‌های بی شماری در داخل و خارج از کشور در این زمینه صورت گرفته است.

Asadi et al (2019) ارزش اقتصادی آب در تولید محصول‌های کلزا و گندم را با استفاده از رهیافت تابع تولید مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی برای رسیدن به هدف‌های تحقیق از تابع تولید ترانسلوگ استفاده شد. نتایج نشان داد که ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب در تولید محصول گندم و کلزا به ترتیب برابر ۳۷۱۵ و ۳۳۷۰ ریال است که اختلاف بسیار زیادی با آنچه کشاورزان به عنوان آب بها در سال موردنظر پرداخت کرده اند دارد. Quds et al (2019) در مطالعه‌ای به بررسی قیمت‌گذاری آب کشاورزی در مدیریت اقتصاد منابع آب کشور پرداختند نتایج نشان داد که قیمت آب کشاورزی بر حسب نوع محصول و برای منطقه‌های مختلف کشور متفاوت بوده و لازم است برای هر منطقه بهترین روش محاسبه‌ی قیمت تعیین و پیشنهاد شود. همچنین بر مبنای نتایج، در حال حاضر فاصله زیادی بین قیمت آب، هزینه‌ی آب و ارزش اقتصادی منابع آب کشاورزی دشت‌های مختلف کشور وجود دارد. Amirnejad et al (2017) برای تعیین ارزش اقتصادی آب در تولید برنج مرغوب برای دشت بهشهر استان مازنداران پژوهشی را انجام دادند. داده‌های لازم به روش نمونه‌گیری تصادفی در دشت بهشهر استان مازندران گردآوری شد. نتایج نشان داد، قیمت‌گذاری و دریافت آب‌بها در سطح معادل با ارزش اقتصادی ضروری می‌باشد.(2015) Mousavi تاثیر افزایش قیمت آب آبیاری بر تقاضای نهاده‌های کشاورزی در شهرستان جم را بررسی کرد. نتایج این بررسی نشان داده است که افزایش قیمت آب اثرگذاری محدودی بر مصرف آن داشته و نمی‌تواند به عنوان ابزار مناسب حفظ منابع آب در منطقه به کار برده شود. همچنین، کشاورزان ماهر و کشاورزان با اندازه‌ی زمین بزرگتر، تقاضای آب کم کشش‌تری دارند، در مقابل بهره‌بردارانی که کارآیی پایین‌تر و اندازه‌ی زمین کوچکتری دارند، بیشتر تحت تأثیر افزایش قیمت آب قرار می‌گیرند که قیمت بالاتر آن می‌تواند معیشت

این گروه را تهدید کند. Atai et al (2015) در پژوهشی به تعیین روش مناسب قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی استان فارس با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی پرداختند. هدف از این پژوهش تعیین نرخ مناسب آب آبیاری در شبکه‌های آبیاری و زهکشی منتخب استان فارس در راستای اجرای قانون هدفمند کردن یارانه‌ها بود. نتایج نشان داد که در یک برنامه زمانی بلند مدت، امکان واقعی کردن قیمت آب وجود دارد و پیشنهاد می‌شود که سیاست‌های مدیریت منابع آب در راستای قانون هدفمند کردن یارانه‌ها به سمتی هدایت گردد که منجر به توازن ارزش و هزینه کامل آب شود.

Lan et al (2019) با در نظر گرفتن اینکه افزایش قیمت آب به عنوان یک روش موثر برای تضمین امنیت ملی و حفظ امنیت غذایی در کشور چین به شمار می‌آید. تاثیر برنامه اصلاح یکپارچه سازی قیمت آب کشاورزی در شمال غربی چین را با استفاده از روش ارزیابی مشروط انتخاب دوگانه دوطرفه[1] جهت بررسی گرایش کشاورزان برای پرداخت هزینه آب آبیاری بررسی کردند. نتایج نشان داد که افراد با تحصیلات عالی و تجربه درازمدت در کشاورزی به احتمال گرایش بیشتری برای پرداخت در منطقه مورد بررسی دارند. و گرایش شرکت‌کنندگان به پرداخت، در صورت استفاده از فناوری صرفه جویی در مصرف آب به دلیل هزینه بالا در زیرساخت‌های این ابزار و تجهیزات، کاهش می‌یابد. Shen et al (2017) به بررسی تعیین قیمت سایه‌ای آب و کشش قیمتی تقاضای آب در کشور چین پرداختند، نتایج نشان داد که قیمت سایه‌ای آب در کشور چین بین ۲/۵۷ و ۳/۱۸ و کشش قیمتی تقاضای آب ۱۲/۱۲ می‌باشد همچنین بهبود کارآیی فنی در بخش کشاورزی یک عامل مهم در میزان تقاضای آب می‌باشد. Jadwiga and Ziuska (2015) در تحقیقی به تعیین قیمت سایه‌ای آب آبیاری برای سه ایالت تگزاس، کانزاس و نیراسکا پرداختند. نتایج نشان داد که نرخ‌های آب آبیاری برای محصول‌های کشاورزی که توسط کشاورزان پرداخت می‌شود میزان واقعی آب را منعکس نمی‌کند که می‌تواند تنها به عنوان قیمت سایه‌ای بیان شود. در این تحقیق بالاترین قیمت سایه‌ای آب برای تولید گندم در دشت‌های مرتفع شمالی تگزاس به دست آمد و کمترین قیمت نیز مربوط به ذرت در دشت‌های مرتفع جنوبی تگزاس است. Geo et al(2014) تحقیقی را با عنوان تأثیر صرفه‌جویی آب بر مدیریت منابع آب در کشور

[1] Conditional Evaluation of Bilateral Dual Selection

چین انجام دادند. نتایج بررسی‌های آنان نشان می‌دهد که بخش کشاورزی اولویت بیشتری برای صرفه‌جویی در آب نسبت به بخش‌های دیگر داشته است.

Prakashan Chatlan et al (2013) تاثیر قیمت‌گذاری آب بر کارایی استفاده از آن در شرایط نیمه خشک را بررسی کردند. در این بررسی برای تحلیل کارایی استفاده از آب آبیاری در نظام تولید محصول‌های کشاورزی در حوضه رودخانه کریشنای هند، از تحلیل پوششی داده تصادفی استفاده شد. نتایج نشان داد که تقاضا برای آب در کشتزارهای نزدیک به مرز و کسانی که دارای سطح کارایی پایین‌تری هستند بیشتر می‌باشد و همین طور اگر نظام قیمت‌گذاری به صورت حجمی اعمال شود افزایش قیمت آب، ضرر شایان توجهی نخواهد داشت اما تقاضای آب به میزان شایان توجهی کاهش پیدا خواهد. Shock and Green (2002) با هدف توسعه سیاست قیمت گذاری مناسب برای آب‌های سطحی و زیرزمینی در ایالات متحده، کالیفرنیا، به مقایسه تاثیر قیمت‌گذاری بر مبنا عرضه در مقابل قیمت‌گذاری حجمی ثابت از نظر تقاضای آب، سطح‌های آبخوان، ذخیره‌های مالی منطقه و استفاده انرژی برای حجم‌های مختلف آب وارد شده پرداختند و برای این منظور از روش اقتصادسنجی استفاده کرده‌اند. نتایج آن گویای است که قیمت‌گذاری حجمی آب بر مصرف آب، استفاده زمین و مصرف انرژی اثر می‌گذارد.

مرور نتایج بررسی‌ها نشان داد که پژوهش‌های زیادی تاکنون در زمینه تعیین قیمت آب به عنوان یکی از راهکارهای مهم و اثرگذار در مدیریت تقاضای منابع آب انجام و نتایج مناسبی نیز برای بهبود بحران و مدیریت آب ارائه داشته‌اند. در بیشتر بررسی‌های انجام شده قیمت‌گذاری آب به روش‌های مختلفی همچون برآورد تابع تقاضا، استفاده از روش‌های اقتصاد سنجی و یا تعیین قیمت سایه‌ای آب با الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی انجام گرفته است و کمتر بررسی و ارزیابی با استفاده از روش ناپارامتریک تصادفی فراگیر داده‌ها به بررسی قیمت آب پرداخته است. این پژوهش برگرفته از مطالعه در سال۱۳۸۴-۱۳۹۴ می باشد. لذا با توجه به اینکه یکی از مهم‌ترین ابزار اقتصادی به منظور ارتقاء بخش کشاورزی، استفاده بهینه از میزان نهاده‌ها و به ویژه نهاده آب است، این پژوهش با هدف بررسی تاثیر تغییر قیمت آب بر میزان مصرف آب محصول‌های زراعی ایران به تعیین قیمت سایه‌ای آب و تابع تقاضای آن با استفاده از نتایج به دست آمده از مدل ناپارامتریک تصادفی فراگیر داده‌ها *(StoNED)* می‌پردازد.

مواد و روش ها

این پژوهش با هدف بررسی تاثیر تغییر قیمت آب بر میزان مصرف آب محصول‌های زراعی ایران صورت گرفته است. بدین منظور درآغاز، کارآیی آب آبیاری در بخش زراعت محاسبه و آن گاه قیمت سایه‌ای آب تعیین و تابع تقاضای آب با استفاده از کارآیی و قیمت سایه‌ای آن محاسبه شده است. کارایی فنی تولید یک واحد عبارت از نسبت ستاده‌های تولید شده به نهاده‌های لازم برای تولید آن‌ها است و کارایی فنی مصرف آب، نسبت ستانده تولیدشده تنها نهاده آب مصرفی می‌باشد. کارا بودن واحدها را از دو جنبه می‌تواند بررسی شود. از یک دیدگاه، واحدی که بتواند با نهاده‌های ثابت میزان ستاده بیشتری تولید کند، کاراتر است و از دیدگاه دیگر، واحدی که بتواند میزان ستاده ثابتی را با مصرف کمتری از نهاده تولید کند، کاراتر به شمار آید. دراین پژوهش دیدگاه دوم مورد توجه می‌باشد.

قیمت سایه‌ای، ملاک ارزش حقیقی یک محصول یا یک نهاده بوده و برابر با قیمت آن محصول یا نهاده در شرایط تجارت آزاد و رقابتی بدون تاثیر عامل‌های خارج از نیروهای بازار می‌باشد (انویه و همکاران، ۱۳۸۴). فرض بر این است که هر واحد تصمیم‌گیری برای بیشینه‌سازی سود تولیدی تلاش می‌کند. بنابراین مسئله بیشینه سازی به صورت رابطه (۱) بیان می‌شود:

$$p_y, p_x = \max p_y y - p_x x \qquad (۱)$$

s.t.

$F(x,y)=0$

در رابطه (۱)، x بردار نهاده‌ها، y بردار میزان تولید و p_x و p_y به ترتیب بردار قیمت نهاده‌ها و ستاده‌ها هستند و محدودیت آن نشان می‌دهد که تنها مرز مجموعه‌های تولید در حال بررسی است. تابع لاگرانژ رابطه (۱) به صورت رابطه (۲) تعریف می‌شود:

$$L = p'_y y - p'_x x + \zeta F(x,y) \qquad (۲)$$

در تابع لاگرانژ شرط محدودیت قید شده است. با حل مشتقات تابع لاگرانژ با توجه به مقدار x، y و مساوی صفر قرار دادن مشتقات می‌توان شرایط درجه اول مسئله تابع لاگرانژ را به صورت رابطه (۳)، به دست آورد:

$$- p_{x_m} + \zeta \frac{\partial F(x,y)}{\partial x_m} = 0 \qquad (۳)$$

$$p_{y_s} + \zeta \frac{\partial F(x,y)}{\partial y_s} = 0$$

با توجه به شرایط بالا، قیمت سایه‌ای نهاده‌ها با استفاده از رابطه (۴) محاسبه می‌شود:

$$P_{xm} = P_{ys} \frac{\partial F(x,y) / \partial x_m}{\partial F(x,y) / \partial y_s} \quad (۴)$$

ضریب لاگرانژ ζ برابر با قیمت ستانده‌ها است. (Mekaroonreung and Johnson,2012) بنابراین اگر قیمت ستانده‌ها مشخص باشد، رابطه (۵)، به دست آید:

$$P_{xim} = P_{yi} \frac{\partial f(x_i)}{\partial x_{im}} \quad (۵)$$

بنابراین برابری رابطه (۶) به دست می‌آید:

$$\frac{\partial f(x_i)}{\partial x_{im}} = \frac{\partial \hat{g}(x_i)}{\partial x_{im}} \exp(\hat{\mu}) \quad (۶)$$

قیمت سایه‌ای ورودی برای هر واحد تصمیم‌گیرنده از رابطه (۷) محاسبه می‌شود:

$$P_{xim} = P_{yi} \frac{\partial \hat{g}(x_i)}{\partial x_{im}} \exp(\hat{\mu}) = P_{yi} \hat{\beta}_{im} \exp(\hat{\mu}) \quad (۷)$$

در رابطه (۷)، $\hat{\beta}_{im} \in \hat{\beta}_i = (\hat{\beta}_{i1}, \hat{\beta}_{i2}, ..., \hat{\beta}_{im})$ بدست می‌آید.

در این پژوهش، برای محاسبه کارایی فنی از مدل ناپارامتریک تصادفی فراگیر داده‌ها *(StoNED)* استفاده شده است. این مدل تلفیقی از مدل ناپارامتریک تحلیل فراگیر داده‌ها *(DEA)*[1] و مدل پارامتریک مرزی تصادفی[2] می باشد. بنابراین مدل یادشده، ویژگی‌های هر دو روش ناپارامتریک تحلیل فراگیر داده‌ها و پارامتریک مرز تصادفی را دارد. برتری مدل ناپارامتریک تصادفی فراگیر داده‌ها در محاسبه کارایی فنی این است که فرض وجود فرم تابعی خاص را برای تابع تولید در روش پارامتریک مرز تصادفی حذف و شکل تابعی انعطاف‌پذیر با ویژگی‌های تقعر، یکنواختی و همگنی را جایگزین می‌کند و جزء خطای تصادفی در داده‌ها نیز در نظر گرفته می‌شود. همچنین به منظور برآورد تابع تولید مرزی با استفاده از روش حداقل مربعات غیر پارامتری، مجموع مربعات جزء اخلال به حداقل می‌رسد (Shen and Lin, 2017). در این روش و فن، رگرسیون ناپارامتریک جایگزین رگرسیون حداقل مربعات معمولی شده و به عنوان حداقل مربعات ناپارامتریک مقعر

[1] Data Envelopment Analysis
[2] Stochastic Frontier Analysis

(*CNLS*)، معرفی شده است (Esfanjari Kenari,2016) بنابراین، روابط غیرخطی به شکل رابطه (۸) به‌دست می‌آید:

$$\min \sum_{i=1}^{n} \vartheta_i^2 \qquad (۸)$$

Subject to

$$\vartheta_i = \ln(y_i) - \ln(\alpha_i + \beta_i' x_i) \qquad \forall i = 1,...,n$$

$$\alpha_i + \beta_i x_i \le \alpha_h + \beta_h x_i \qquad \forall i,h = 1,...,n$$

رابطه غیر خطی (۸)، یک تابع تولید را از همه‌ی تابع‌ها تولیدی که خواص پیوستگی، یکنواختی و تقارن برای به کمترین رساندن مجموع مربعات اخلال را دارند، متمایز می‌کند و برای محاسبه میزان ناکارایی فنی به‌کار می‌رود. در این رابطه ، y بیان کننده میزان تولید و x نهاده‌ها می‌باشند که متغیرهای ورودی را نشان می‌دهند و متغیر تصمیم مدل نیز، کارایی هر واحد است که h نشان دهنده واحدهای تولیدی می‌باشد(Shen and Lin, 2017)

برآورد کشش تقاضای آب

برای برآورد کشش تقاضای آب محصول‌های زراعی ایران این گونه فرض شده است که دو نهاده در تولید محصول‌های زراعی وجود دارد، آب که با W نشان داده شده است و دیگری سرمایه (K). بنابراین، تابع تولید به صورت رابطه (۹) بیان می‌شود:

$$Y = Y(W, K) \qquad (۹)$$

مسئله کمینه‌سازی هزینه برای کشاورزان به صورت رابطه (۱۰) است:

$$Min(P_W W + P_K K) \qquad (۱۰)$$

$$s.t. Y = Y(W, K)$$

در رابطه (۱۰)، P_W و P_K به ترتیب قیمت آب و قیمت سرمایه را نشان می‌دهند. تابع هزینه نیز از حل مسئله بهینه‌سازی رابطه (۱۱) به دست می‌آید:

$$C = C(P_W, P_K, Y) \qquad (۱۱)$$

با استفاده از قضیه شفرد می‌توان تابع تقاضای مشتق شده آب را به شکل رابطه (۱۲) به دست آورد:

$$W = \frac{\partial P(P_w, P_k, Y)}{\partial P_w} = W(P_w, P_k, Y) \quad (۱۲)$$

بر مبنا رابطه (۱۳)، تقاضای آب کشاورزی وابسته به قیمت نهاده‌های آب و سرمایه و سطح تولید کشاورزی است. در واقع کارایی فنی تولید کشاورزی بر میزان مصرف آب در فرآیند تولید تأثیرگذار می‌باشد. اگر فرض شود، تابع تقاضا به شکل افزایشی لگاریتمی باشد، مدل تجربی تقاضای آب کشاورزی به صورت رابطه (۱۳) به‌دست می‌آید (Shiaobo Shena, B, Bukiang Linb, 2017):

$$\ln W = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P_W + \alpha_2 \ln P_K + \alpha_3 \ln Y + \alpha_4 \ln TE + \varepsilon \quad (۱۳)$$

در رابطه (۱۳)، TE بیانگر کارآیی فنی تولید کشاورزی است. با توجه به شکل لگاریتمی متغیرهای وابسته و مستقل، ضریب‌های به دست آمده به عنوان کشش تفسیر می‌شوند.

لازم به توضیح است که در این پژوهش ، برای بررسی ارتباط بین تقاضای آب و قیمت آب آبیاری در زیربخش زراعت، از روش داده‌های ترکیبی استفاده شده است. در مدل‌های ترکیبی نیز همانند مدل‌های سری زمانی در صورت نا ایستا بودن متغیرها مسئله رگرسیون ساختگی یا کاذب مصداق خواهد داشت و مشاهده R^2 بالا ناشی از وجود متغیر زمان به واسطه ارتباط حقیقی بین متغیرها نمی‌باشد (Pedroni,2004) بنابراین کاربرد آزمون ریشه واحد داده‌های ترکیبی برای تضمین درستی و اعتبار نتایج امری ضروری خواهد بود. چندین آزمون ریشه واحد روی داده‌های ترکیبی وجود دارد که عبارت اند از: Levine et al (2000) ,Im pesaran, Sons and Sheen (2003) Chow Tests (1960) و Hadri test (2000). اغلب این آزمون‌ها همانند هستند اما تفاوت‌هایی در چگونگی انجام آن‌ها وجود دارد. این آزمون‌ها بر مبنا محدودیت‌هایی که بر روی فرایند خودرگرسیونی در عرض مقطع‌ها یا سری‌ها اعمال می‌کنند، طبقه‌بندی می‌شوند (Iem et al,2003). در این پژوهش ایستایی متغیرها با استفاده از آزمون Levin et al. (2000)، بررسی شده است.

داده‌های مورد نیاز پژوهش شامل داده‌های نیروی‌کار، آب و دیگر نهاده‌های تولید (شامل کودهای شیمیایی و حیوانی، سم و علف‌کش‌ها، بذرها) و ارزش تولید ناخالص محصول‌های زراعی ۳۰ استان کشور بوده است که طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۹۴ (به دلیل موجود بودن داده‌ها در این بازه زمانی) از وزارت جهاد کشاورزی دریافت شده است. لازم به یادآوری است که به منظور تورم‌زدایی داده‌ها، از شاخص قیمت استفاده شده است و داده‌ها بر مبنای قیمت‌های ثابت سال ۱۳۹۰

استفاده شده. برای برآورد مدل نیز از نرم‌افزار گمز (*GAMS*) استفاده شد. ویژگی‌های آماری داده‌های مورد استفاده در این بررسی در جدول (۱)، نشان داده شده است.

جدول(۱) ویژگی‌های آماری داده های مورد استفاده در بررسی (۱۳۸۴- ۹۴)
Table (1) Statistical Characteristic of Data Used in this Research (2005-2015)

متغیر **Variable**	میانگین **Mean**	انحراف معیار **Std**	حداکثر **Max**	حداقل **Min**
ارزش تولید ناخالص محصول‌های زراعی(میلیون ریال) **GDP Value (Million Rials)**	94747790.26	116686615.5	505563485.3	11058500.67
آب (میلیون مترمکعب) **Water (Million m^3)**	2465.25	2344.12	9232.61	378.97
نیروی‌کار (نفرروزکار) **Labor (Person)**	7005474.65	5469118.04	25266005.46	879747.78
نهاده‌های واسطه (میلیون ریال) **Intermediary Costs (Million Rials)**	49717471.24	61982391.71	266268924.8	9204081.67

منبع: وزارت جهاد کشاورزی

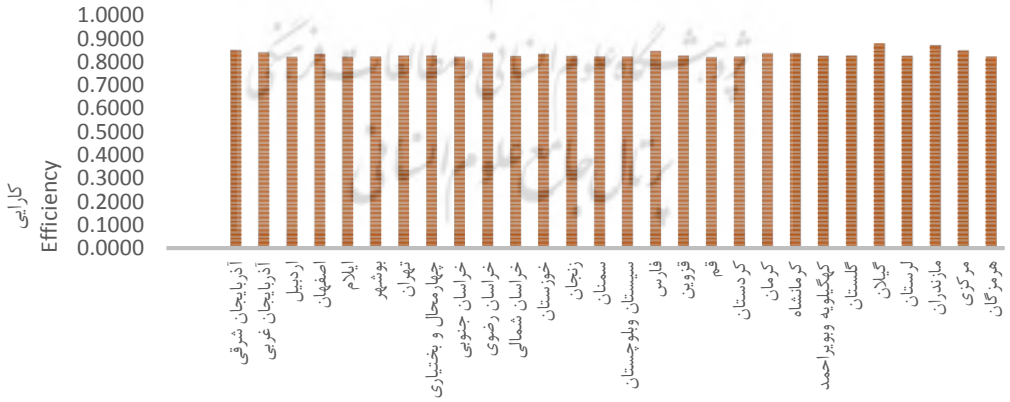
Source: Ministry of Agricultural Jihad and Research Calculation

بر مبنای اطلاعات منتشر شده توسط وزارت جهاد کشاورزی، استان گیلان بیشترین میزان تولید محصول‌های زراعی طی دوره مورد بررسی را به خود اختصاص داده است و کمترین میزان تولید محصول‌های زراعی مربوط به استان قم بوده است. همچنین بر مبنای اطلاعات به دست آمده، استان‌های فارس و اردبیل به ترتیب بیشترین و کمترین میزان مصرف آب، طی دوره مورد بررسی را داشته‌اند. بیشترین نیروی شاغل در بخش زراعت، مربوط به استان خراسان رضوی بوده است و استان قم نیز کمترین شمار شاغلان در زیربخش زراعت را داشته است. از نظر هزینه‌های واسطه نیز استان‌های گیلان و قم به ترتیب بیشترین و کمترین میزان هزینه واسطه تولید در زیربخش زراعت را به خود اختصاص داده‌اند.

نتایج و بحث

میانگین کارآیی آب مصرفی در زیربخش زراعت طی سال‌های مورد بررسی، به تفکیک استان در نمودار (۱) نشان داده شده است. میانگین کارآیی آب در زیربخش زراعت استان‌های کشور برابر با ۸۳/۱۴ درصد به دست آمده است که استان‌های گیلان و قم به‌ترتیب بیشترین (۸۷/۷۶ درصد)

و کمترین (۸۱/۸۵ درصد) میزان کارایی آب را طی دوره مورد بررسی داشته‌اند. در استان گیلان طی دوره مورد بررسی برای تولید ۵۰۵ میلیارد ریال محصول‌های زراعی، به طور میانگین ۸۲۲ میلیون متر مکعب آب استفاده شده است و این در حالی است که در استان قم با استفاده از همین میزان آب، ۱۱ میلیارد ریال محصول‌های زراعی تولید شده است. بررسی الگوی کشت زراعی در این دو استان نشان می‌دهد، در استان گیلان ترکیبی از انواع مختلف محصول‌های زراعی کشت می‌شود؛ از جمله مهم‌ترین محصول‌های زراعی این استان، گندم (آبی و دیم)، جو (آبی و دیم)، برنج، ذرت آبی، نخود (آبی و دیم)، عدس (آبی و دیم)، پنبه، چغندر قند، هندوانه (آبی)، خیار (آبی)، سیب‌زمینی (آبی)، پیاز، گوجه‌فرنگی، یونجه، شبدر، کلزا، لوبیا سفید و لوبیا چیتی را می‌توان نام برد. در حالی‌که گندم، جو و پنبه، کشت غالب در استان قم را طی دوره مورد بررسی به خود اختصاص داده‌اند که به لحاظ سودآوری نسبت به محصول‌های زراعی استان گیلان در سطح بسیار پایین‌تری می‌باشند. مقایسه این دو استان با میزان مصرف آب یکسان و کارآیی متفاوت در مصرف آب، اهمیت توجه به الگوی کشت محصول‌های زراعی را برای بهبود مصرف آب و افزایش کارایی مصرف آن نشان می‌دهد. این نتیجه همراستا با نتایج بررسی های(Hydari,2011) می‌باشد که میانگین کارایی مصرف آب برای منطقه‌های کرمان، گلستان و خوزستان به ترتیب ۰/۴۵، ۱/۴۳ و ۱/۱۳ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمده است. همچنین در بررسی و ارزیابی وی، کارایی مصرف آب غلات در مقایسه با محصول‌های دیگر، بسیار پایین بوده است و بیان داشته است که در برنامه‌ریزی‌های کشت محصول‌های از لحاظ مزیت نسبی، کشت محصول‌های با توجه به منابع آبی محدود، باید بازنگری‌های لازم به عمل آید.



نمودار (۱)کارآیی آب در زیربخش زراعت به تفکیک استان طی سال‌های ۹۴-۱۳۸۴

Figure (1) Water efficiency in agriculture subdivision by province during 2005-2015

پس از محاسبه کارایی فنی آب آبیاری، با استفاده از ضریب‌های بتا *(β)* و کارایی‌های به‌دست آمده قیمت سایه‌ای آب آبیاری محاسبه شده است. قیمت سایه‌ای آب آبیاری به تفکیک سال‌های مورد بررسی در جدول (۲) نشان داده شده است. بر مبنای نتایج به دست آمده، میانگین قیمت سایه‌ای آب آبیاری در زیربخش زراعت طی دوره مورد بررسی برابر با ۱۱۰۷/۳۳ ریال بر مترمکعب می‌باشد. لازم به یادآوری است که قیمت سایه‌ای هر نهاده، نشان‌دهنده اهمیت آن نهاده در تولید می‌باشد و بیان می‌کند که در صورت تامین کردن نهاده مورد نظر، ارزش تولید محصول‌های به چه میزانی تغییر می‌کند. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده، تامین هر مترمکعب آب آبیاری اضافی در بخش زراعی کشور، به طور میانگین ارزش تولیدهای این بخش را به میزان ۱۱۰۷/۳۳ ریال افزایش می‌دهد. بیشترین میزان قیمت سایه‌ای آب آبیاری مربوط به سال ۱۳۸۷ (۱۶۱۵/۳۶ ریال بر متر مکعب) بوده است. افزایش قیمت سایه‌ای و درنتیجه ارزش آب آبیاری در سال ۱۳۸۷ به دلیل رخداد خشک‌سالی گسترده در کشور در این سال و درنتیجه کاهش میزان بارندگی و حجم آب در دسترس کشاورزان می‌باشد که باعث شده است تا آب آبیاری به محدودکننده‌ترین عامل کشت در این سال تبدیل شود. کمترین میزان قیمت سایه‌ای آب آبیاری نیز در سال ۱۳۸۸ (۷۳۹/۹۵ ریال بر متر مکعب) به دست آمده است.

جدول (۲) قیمت سایه‌ای آب آبیاری طی دوره زمانی مورد بررسی (۱۳۸۴-۱۳۹۴)

Table (2)The shadow price of irrigation water during the period under study (2015-2005)

سال/ قیمت سایه‌ای	میانگین	بیشینه	کمینه
1384	1195.25	1254.24	1182.30
1385	1182.37	1252.31	1180.48
1386	1196.16	1254.72	1182.75
1387	1615.16	1694.12	1596.95
1388	739.95	875.87	731.37
1389	1360.11	1427.64	1345.76
1390	806.36	846.34	797.80
1391	870.96	912.96	860.59
1392	1007.93	1057.02	996.39
1393	1074.85	1111.86	1048.08
1394	1131.29	1185.69	1117.76
Average	1107.33	1161.16	1094.56

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research Findings

قیمت سایه‌ای آب آبیاری به تفکیک استان‌های کشور طی سال‌های مورد بررسی در جدول (۳) نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین میانگین قیمت سایه‌ای آب طی سال‌های مورد بررسی مربوط به استان گیلان با ۱۱۶۱/۱۶ ریال بر مترمکعب بوده است و پس از گیلان، استان‌های مازندران، آذربایجان شرقی، مرکزی و فارس به ترتیب با قیمت‌های ۱۱۵۳/۴۸، ۱۱۲۹/۵۴، ۱۱۲۶/۴۷ و ۱۱۲۳/۷۵ ریال بر متر مکعب در رده‌های بعدی قرار دارند. مقایسه قیمت سایه‌ای آب آبیاری در بین استان‌های مختلف نشان می‌دهد که استان‌های با قیمت سایه‌ای بالاتر برای آب، استان‌های تولیدکننده عمده غلات در کشور می‌باشند. در این استان‌ها سهم آب در تولید محصولات کشاورزی نسبت به دیگر استان‌ها بیشتر است و به همین دلیل نیز قیمت آب آبیاری در این استان‌ها بیشتر از دیگر استان‌ها می‌باشد. افزون بر این، بالا بودن قیمت سایه‌ای آب، نشان‌دهنده اهمیت این نهاده در تولید محصول‌های زراعی در استان‌های مورد بررسی می باشد. بدین ترتیب در صورت تامین آب مورد نیاز آبیاری، بر تولید بخش زراعی تاثیر مثبت خواهد داشت و باعث افزایش تولید در این زیربخش در استان‌های مورد بررسی می‌شود. میانگین قیمت سایه‌ای آب آبیاری در بین استان‌های کشور ۱۱۰۸/۹۳ ریال بر مترمکعب می‌باشد. همچنین قیمت سایه‌ای این نهاده در بین استان‌های کشور تفاوت چندانی ندارد که این امر به دلیل قرار گرفتن ایران در ناحیه خشک و سطح پایین بارش‌ها در کشور می‌باشد و باعث شده است که آب آبیاری به محدودیت اصلی بخش زراعی تبدیل شود.

جدول (۳) قیمت سایه‌ای آب آبیاری استان‌های کشور طی سال‌های ۱۳۸۴- ۱۳۹۴

Table (3) The shadow price of irrigation water in the provinces of the country during the years 2005-2015

استان Province	قیمت سایه‌ای Shadow price	استان Province	قیمت سایه‌ای Shadow price
آذربایجان شرقی Azarbaijan shrgi	1129.54	فارس Fars	1123.75
آذربایجان غربی Azerbaijan gharbi	1117.26	قزوین Gazvin	1102.83
اردبیل Ardebill	1096.84	قم Gom	1094.56
اصفهان Esfahan	1110.39	کردستان Kordestan	1098.44
ایلام Ilam	1096.22	کرمان Kerman	1112.72
بوشهر Bushehr	1098.26	کرمانشاه Kermanshah	1113.67

ادامه جدول (۳) قیمت سایه‌ای آب آبیاری استان‌های کشور طی سال‌های ۱۳۸۴- ۱۳۹۴

Table (3) The shadow price of irrigation water in the provinces of the country during the years 2005-2015

چهارمحال و بختیاری Chaharmahal and Bakhtiari	1102.02	کهگیلویه و بویراحمد Kohgiluyeh and Boyerahmad	1100.72
تهران Tehran	1103.30	گلستان Golestan	1102.50
خراسان جنوبی Khorasan jonobi	1096.60	گیلان Gilan	1161.16
خراسان رضوی Khorasan Razavi	1115.97	لرستان Lorestan	1101.30
خراسان شمالی Khorasan shomali	1099.11	مازندران Mazandaran	1153.48
خوزستان Khuzestan	1110.95	مرکزی Markazi	1126.47
زنجان Zanjan	1099.68	هرمزگان Hormozgan	1098.09
سمنان Semnan	1098.55	همدان Hamedan	1104.17
سیستان و بلوچستان Sistan and Baluchestan	1097.55	یزد Yaz	1101.41

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research Findings

برای بررسی ارتباط بین تقاضای آب و قیمت آب آبیاری در زیربخش زراعت و استفاده از داده‌های ترکیبی، آزمون‌های مربوطه انجام گرفت. نتایج مربوط به بررسی ایستایی متغیرها در جدول (۴) نشان داده شده است. نتایج گویای آن است که فرضیه صفر ناایستایی در سطح همه‌ی متغیرها در سطح ۱٪ رد می‌شود. لذا همه‌ی متغیرهای مورد بررسی در سطح پایا می‌باشند و در نتیجه احتمال برآورد رگرسیون ساختگی وجود نخواهد داشت.

جدول (۴) نتایج آزمون ریشه واحد داده‌های ترکیبی

Table (4)Root test results of the combined data unit

متغیر Variable	سطح Level	وضعیت Condition
مصرف آب آبیاری Irrigation water consumption	-2.20 (0.01)	I(0)
قیمت سایه‌ای آب The price of water shadows	-17.59 (0.00)	I(0)
قیمت سایر نهاده‌ها Prices of other inputs	-4.44 (0.00)	I(0)
ارزش تولیدات بخش زراعت The value of agricultural products	-7.68 (0.00)	I(0)
کارآیی فنی Technical efficiency	-12.02 (0.00)	I(0)

منبع: یافته‌های تحقیق اعداد داخل پرانتز معرف P-value می‌باشد.

The numbers in parentheses represent the P-value. Source: Research Findings

به منظور انتخاب نوع مدل پانل از آزمون F لیمر استفاده شده است که نتایج به دست آمده در جدول (۵) نشان داده شده است. بر مبنای نتایج به دست آمده (جدول ۴)، آماره F به دست آمده در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. بنابراین فرض $H0$ رد شده و اثرگذاری‌های گروه مورد پذیرش قرار می‌گیرد و می‌بایستی عرض از مبداهای مختلفی را در برآورد لحاظ کرد. بنابراین باید از روش داده‌های ترکیبی پانل در رگرسیون استفاده کرد

جدول (۵) نتایج آزمون F لیمر

Table(5) Results of F-Limer test

انحراف معیار Standard deviation	ضریب Coefficient	متغیر Variable
0.86	4.66***	ثابت Fixed
0.04	-0.05	قیمت سایه‌ای آب The price of water shadows
0.07	-0.17***	قیمت سایر نهاده‌ها Prices of other inputs
0.06	0.06	ارزش تولیدهای بخش زراعت The value of agricultural products
1.62	-3.01*	کارآیی فنی Technical efficiency
prob= ۰/۰۰	F= 152.31***	

منبع: یافته‌های تحقیق *** معنی‌دار در سطح 1درصد Source: Research Findings Significant at 1% level

پس از انجام آزمون قابلیت تلفیق شدن و تایید روش داده‌های ترکیبی، برای تعیین اثرهای ثابت یا تصادفی آزمون هاسمن استفاده شد. نتایج مربوط به آزمون هاسمن در جدول (۶) بیان شده است. بر مبنای نتایج به دست آمده (جدول ۶)، با توجه به اینکه *P-Value* آماره مورد بررسی، بیشتر از ۰/۰۵ می‌باشد، فرض صفر مبنی بر پذیرش اثرهای تصادفی را نمی‌توان رد نمود.

جدول (۶) نتایج آزمون هاسمن، بروچ پاگان و Wooldridge

Table (6)Hussman, Bruch Pagan and Wooldridge test results

Prob	آماره Statistics	آزمون Test
Prob chi2=0.33	Chi2= 4.62	هاسمن Hasman
Prob LR=0.000	LR chi2=*** 348.75	ضریب لاگرانژ بروچ‌پاگان Brugan Lagrangian coefficient
Prob F= 0.000	F Wooldridge=53.43***	Wooldridge

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research Findings

در این پژوهش به دلیل اینکه در برآورد رابطه بین مصرف آب و قیمت آب آبیاری ایران، شمار دوره‌های زمانی محدود و شمار مقاطع زیاد می‌باشند، لازم است واریانس ناهمسانی داده‌ها مورد آزمون قرار گیرد. به منظور بررسی ناهمسانی واریانس از آماره ضریب لاگرانژ بروچ‌پاگان استفاده شده است. مقدار آماره آزمون برابر با ۳۴۸/۷۵ (جدول ۶) است. با توجه به اینکه مقدار محاسباتی از مقدار بحرانی مربوط به آن بزرگتر می‌باشد، فرضیه *H0* مبنی بر همسانی واریانس رد شده یا به عبارتی ناهمسانی بین گروهی بین واحدهای مقطعی تأیید می‌شود. همچنین به منظور بررسی نبود خود همبستگی، از آزمون *Wooldridge* استفاده شده است. مقدار آماره به دست آمده برابر با ۵۳/۴۳ (جدول ۶) بوده است که در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و نشان‌دهنده وجود خود همبستگی می‌باشد. لذا، به منظور رفع ناهمسانی واریانس‌ها و خود همبستگی، از روش *FGLS* استفاده شده است. نتایج مربوط به برآورد تابع تقاضای آب با استفاده از روش *FGLS* در جدول (۷) ارائه شده است.

جدول (۷) نتایج برآورد تابع تقاضای آب آبیاری

Table (7) Results of estimation of irrigation water demand function

انحراف معیار Standard deviation	ضریب Coefficient	متغیر Variable
1.43	3/25***	ثابت Fixed
0.02	-0.16***	قیمت سایه‌ای آب The price of water shadows
0.21	-0.60***	قیمت سایر نهاده‌ها Prices of other inputs
0.21	0.19	ارزش تولیدات بخش زراعت The value of agricultural products
4.71	-8.37*	کارآیی فنی Technical efficiency
ρ= 0.95	F=131.67***	

منبع: یافته‌های تحقیق *** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح 1درصد و 10درصد

And * significant at 1% and 10%, respectively Source: Research Findings

بر اساس تابع تقاضای به‌دست آمده، متغیرهای قیمت آب، قیمت دیگر نهاده‌های تولیدی و کارآیی آب، بر تقاضای آب آبیاری در بخش زراعت ایران تاثیر معناداری داشته‌اند. برابر انتظار، رابطه منفی بین قیمت آب آبیاری و مصرف آن در زیربخش زراعت مشاهده شده است. بدین ترتیب و در صورت ثابت بودن دیگر شرایط (قیمت دیگر نهاده‌ها و درآمد کشاورزان)، افزایش قیمت آب آبیاری منجر به استفاده کمتر و بهینه‌تر از آب در بخش زراعت می‌شود. قیمت دیگر نهاده‌های

تولیدی و کارایی فنی آب نیز بر تقاضای آب، تاثیر منفی داشته‌اند. افزایش قیمت دیگر نهاده‌های تولیدی، هزینه‌های تولید را افزایش داده و در نتیجه منجر به کاهش تقاضای آب آبیاری می‌شود. همچنین بهبود کارایی فنی آب نیز با توجه به اینکه منجر به استفاده بهینه‌تر از آب می‌شود، بر تقاضای آب تاثیر منفی خواهد داشت. ارتقای فناوری آبیاری و افزایش کارایی فنی آب، میزان آب مورد نیاز برای کشت تولید محصول‌های زراعی در هر هکتار را کاهش می‌دهد و لذا منجر به کاهش تقاضای آب می‌شود. در بین متغیرهای مورد بررسی، کارایی فنی، بزرگترین ضریب را به خود اختصاص داده است و بدین ترتیب به‌عنوان موثرترین عامل در تقاضای آب آبیاری به شمار آید. و بیشترین تاثیر را بر تقاضای آب در بخش زراعت دارد. این مسئله لزوم توجه و اهمیت بیشتر به مسئله کارایی آب و تلاش در زمینه ارتقا و بهبود کارایی آب آبیاری در بخش زراعت را نشان می‌دهد.

با توجه به اینکه در برآورد تابع تقاضای آب، از لگاریتم طبیعی متغیرهای وابسته و مستقل استفاده شده است، ضریب‌های به‌دست آمده در تابع تقاضا، نشان‌دهده کشش تقاضای آب نسبت به متغیرهای مستقل می‌باشد. بر این اساس، با توجه به اینکه ضریب به دست آمده برای قیمت آب آبیاری کمتر از یک و برابر با ۰/۱۶ می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که تقاضای آب آبیاری در زیربخش زراعت، کشش‌ناپذیر می‌باشد. کشش قیمتی تقاضای آب نشان می‌دهد که با افزایش یک درصدی قیمت آب آبیاری در زیربخش زراعت، میزان مصرف یا تقاضای آب آبیاری ۰/۱۶ درصد کاهش خواهد یافت. نتایج مطالعات(Shen anad lin,2017) نیز گویای کشش‌ناپذیر بودن تقاضای آب آبیاری بوده است. کشش تقاضای آب نسبت به کارایی فنی برابر با ۸/۳۷ به دست آمده است که نشان می‌دهد، به ازای افزایش یک درصدی در کارایی فنی آب، میزان مصرف آب در زیربخش زراعت ایران ۸/۳۷ درصد کاهش خواهد یافت.

بر مبنای نتایج به‌دست آمده (جدول ۷)، افزایش قیمت آب آبیاری در زیربخش زراعت تاثیر چندانی بر کاهش تقاضا و مصرف آب در این زیربخش نخواهد داشت و کاهش مصرف آب آبیاری در زیربخش زراعت از طریق بهبود کارایی فنی آب در این زیربخش میسر خواهد بود. شاید بتوان یکی از علت‌های این مسئله را قیمت پایین آب و در بسیاری از موارد می‌توان قیمت صفر آب آبیاری برای کشاورزان در ایران بیان کرد. زیرا بررسی‌های فراوانی نشان داده‌اند که تابع تقاضای آب آبیاری در سطوح قیمتی پایین، کشش‌ناپذیر بوده و در سطح‌های بالای قیمت و در شرایطی که دسترسی به دیگر نهاده‌های جایگزین آب برای کشاورزان راحت‌تر و با هزینه پایین همراه

باشد، کشش تقاضای آب بسیار بزرگتر بوده و تقاضای آب نسبت به قیمت به‌شدت کشش‌پذیر می‌باشد (Shen anad lin,2017 ؛Balali,2010). از سویی بخش اعظم آب آبیاری در بخش کشاورزی ایران در اثر تبخیر، نشت و دیگر مسئله‌ها موجود در انتقال آب آبیاری از منبع تا سرکشتزار و باغ از دسترس خارج شده و هرز می‌رود. بنابراین افزایش قیمت آب آبیاری در بخش کشاورزی ایران دو اثر مستقیم و غیرمستقیم مهم را به‌دنبال خواهد داشت. در وحله اول افزایش قیمت آب آبیاری منجر به افزایش سرمایه‌گذاری در زمینه تاسیسات و تجهیزات آبیاری و بهینه سازی سامانه‌های آبیاری و انتقال آب می‌شود که از این طریق منجر به ارتقای کارایی آب در این زیربخش می‌شود. بهبود سامانه‌های آبیاری، به صورت مستقیم منجر به کاهش تقاضای آب آبیاری می‌شود. از سویی دیگر، ارتقای کارایی آب نیز به صورت غیرمستقیم، تقاضای آب آبیاری را متاثر خواهد کرد. علاوه بر این اثرات مستقیم و غیرمستقیم، افزایش قیمت آب آبیاری و واقعی‌سازی آن بر مبنا قیمت‌های سایه‌ای به‌دست آمده در این بررسی، کشش‌پذیری تقاضای آب آبیاری نسبت به قیمت را افزایش داده و شرایط استفاده از سیاست‌های قیمتی برای کنترل تقاضای آب را فراهم خواهد کرد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

کمیابی آب از یک سو و هزینه‌های هنگفت تأمین آن از سوی دیگر، افزایش کارآیی و ارزش مصرف آب را به صورت یکی از مهم‌ترین هدف‌های ملی مطرح کرده است. از این‌رو، مدیریت و کار بهینه از منابع آب در دسترس، ضرورتی پرهیزناپذیر است. لذا این پژوهش با هدف بررسی تاثیر قیمت آب آبیاری بر تقاضای آن در زیربخش زراعت کشور صورت گرفته است. بدین منظور درآغاز کارایی آب آبیاری در زیربخش زراعی کشور محاسبه و آن گاه قیمت سایه‌ای آب و تابع تقاضای آن برآورد شده است. برای محاسبه کارایی فنی آب آبیاری در زیربخش زراعت کشور از مدل ناپارامتریک تصادفی فراگیر داده‌ها *(StoNED)* استفاده شده است و قیمت سایه‌ای آب آبیاری با استفاده از ضریب‌های به دست آمده از این مدل، به‌دست آمده است. بر مبنای نتایج به دست آمده، میانگین کارآیی آب آبیاری در زیربخش زراعت طی دوره مورد بررسی برابر با ۸۳/۰۲ درصد بوده است. همچنین نتایج به‌دست آمده از برآورد تابع تقاضای آب آبیاری نیز نشان داد که تقاضای آب آبیاری در زیربخش زراعت، کشش‌ناپذیر می‌باشد. کشش قیمتی تقاضای آب نشان می‌دهد که با افزایش یک درصدی قیمت آب آبیاری در زیربخش زراعت، میزان مصرف یا تقاضای آب آبیاری ۰/۱۶ درصد کاهش خواهد یافت. کشش تقاضای آب نسبت به کارایی فنی نیز برابر با

۸/۳۷ به دست آمد که نشان می‌دهد، به ازای افزایش یک درصدی در کارایی فنی آب، میزان مصرف آب در زیربخش زراعت ایران ۸/۳۷ درصد کاهش می‌یابد. لذا بر مبنای نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

-با توجه به کشش و حساسیت کم کشاورزان به افزایش قیمت آب برای بهبود مصرف آب و همچنین جهت دستیابی مناسب‌تر به کارایی مصرف آب در اراضی، تاکید می‌شود که سیاست-گذاران با ارائه تسهیلات و مشوق، شرایط مناسبی را برای کشاورزان جهت پذیرش و اجرای تغییر الگوی کشت به سمت محصول های کم آب بر و اعمال سامانه‌های کم آبیاری در اراضی لحاظ کنند.

- با توجه به اینکه در شرایط کنونی کشور، کشاورزان بابت آب آبیاری هزینه‌ای پرداخت نمی‌کنند و یا در صورت پرداخت هزینه، قیمت آب در سطح بسیار پایینی قرار دارد، افزایش قیمت آب آبیاری، کشش‌پذیری تقاضای آب آبیاری نسبت به قیمت را افزایش و شرایط استفاده از سیاست های قیمتی برای مدیریت کنترل تقاضای آب را فراهم خواهد کرد. لذا به منظور افزایش قیمت آب آبیاری و واقعی‌سازی آن، ضرورت دارد قیمت‌های سایه‌ای به‌دست آمده در این بررسی مد نظر قرار گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از اجرای طرح پژوهشی کاربردی با عنوان " اثر تغییر قیمت آب بر میزان مصرف آب محصول‌های زراعی ایران" و کد ۱۰-۱۳۹۹-۰۲است که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شده است. مجریان طرح و نویسندگان مقاله بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری سپاسگزاری می‌کنند.

پرتال جامع علوم انسانی

منبع‌ها:

Abdullahi, E., M., Javanshah, A. 2007, Economic study of the possibility of using new methods of water supply and demand in the agricultural sector, a case study of pistachio farmers in Rafsanjan. *Research and construction in agriculture and horticulture*, 20 (75): 113-126. (In farsi)

Akbari, Alasht H., Hoshiaripour, F., Qalkhani, H. 2015. Water market (principles, goals, approaches and global experiences). *Water Engineering Conference and Exhibition*. (in farsi)

Amirnejad, H., Fazelian, S., Hosseini, Yekani A. 2017. Determining the economic value of water in the production of high quality and high-yield rice (case study of Behshahr plain, Mazandaran province), *Journal of Agricultural Economics Research*, 10 (3): 241-26.(in farsi)

Anouya, Tekiyeh L., Chizari, p., Peykani, Gh. 2003. Investigating the comparative advantage of iranian apple tree from the perspective of production and export. *Proceedings of the 4th Iranian Agricultural Economics Conference*. Tehran-Karaj. (in farsi)

Asadi, M., Khalilian, p., Mousavi, H. 2019. Estimation of economic value of water in rapeseed and wheat production, *Journal of Water Resources Engineering*, Year 12. (in farsi)

Ataiee, M., Moghaddasi, R., Tahamipour, M. 2015. Determining the appropriate method of water pricing in the agricultural sector of Fars province, *Agricultural Economics and Development*, 24 (96): 223-199. (in farsi)

Babaei, M., Mardani, M., and Salarpour, M. 2014. Calculating water efficiency in major agricultural products of zabol city: data envelopment analysis approach, *Journal of Water Research in Agriculture*, 28 (3): 541-549. (in farsi)

Babaei, M., Paknejad, H., Mardani, M., Salarpour, M. 2012. Investigating the efficiency of crops in jahrom city using envelopment analysis of periodic data, *Journal of Operations Research and its applications*, 9 (4): 53-43.(in farsi)

Balali, H., Khalilian, p., and Ahmadian M. 2010. Investigating the role of water pricing in the agricultural sector on the balance of groundwater resources, *Journal of Agricultural Economics and Development (Agricultural Science and Industry)*, 24 (2): 185-194.(in farsi)

Dearden, P. 1998. Reflections on seminar: DFID Seminar on demand assessment in the water and sanitation sector-facilitated by professor Dale Whittington and Jennifer Davis, *DFID, London*, PP:55-67.

Esfanjari Kenari, R. 2016. Using Stochastic Nonparametric Envelopment of Data (StoNED) to calculate Energy Inputs Efficiency of Wheat Production in Mazandaran province, Journal of Operations Research in its Applications. 13, 4(51): 141-154. (In farsi)

Falahati, A., Soheili, K., Vahedi, M. 2012. Economic pricing of water in the agricultural sector by cryptographic method, *Journal of Agricultural Economics and Development (Agricultural Sciences and Industries)*, 26 (2): 140-134. (in farsi)

Fengjiao, M.B., Hui Gaoa, A., E., Zhanzhong, J., Lipu H., and Jintong, L. 2016. An Economic valuation of groundwater management for agriculture in iuancheng county, north china. *Agricultural water management*. 163(1): 28-36.

Ganji, N., Yazdani, S., Saleh, A. 2018. Identifying factors affecting the efficiency of water input in wheat production in Alborz province (data envelopment analysis approach), *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 49 (1): 13-22. (in farsi)

Gómez-Limón, J.A., L. Riesgo (2004), Irrigation water pricing: differential impacts on irrigated farms, *Agric. Econ.*, 31: 47–66.

Gómez-Limón, J.A., Y. Martı´nez (2005), Multi-criteria modeling of irrigation water market at basin level: A Spanish: case study, *Eur. J. Oper. Res*, 1-24.

Heydari, N., 2011. Determining and evaluating the water use efficiency index of crops under the management of farmers in the country, *Water Management and Irrigation*, 1 (2): 43-57.(in farsi)

Iran Chamber of Commerce, Industries, Mines and Agriculture, 2019. (in farsi)

Islami, A., Mehrabi, A., Zehtabian, Gh., Ghorbani, m. 2013. Estimation of agricultural water demand function of pomegranate orchards in Charkhab village of Yazd. *Journal of Rangeland and Watershed Management*, 66 (1): 17-26. (In farsi)

Kuosmanen, T., Kortelainen, M. 2012. Stochastic non-smooth envelopment of data: semiparametric frontier estimation subject to shape constraints. *Journal of Production Analysis*, 38, 11 –28.

Lan, M., Chenchenng,W., Hao,W., Shungyuan,Li. 2019. Assessing the impact of water price reform on farmers willingness to pay for agricultural water in northwest china .*Journal of cleaner production*, 1072-1081.

Mekaroonreung, M., Johnson, A.L., 2012. Estimating the shadow prices of SO2 and NOX for U.S. coal power plants: a convex nonparametric least squares approach. *Energy Econ*, 34, 723–732.

Mohamadjani, E., Yazdanian, N., 2015. Analysis of the water crisis in the country and its management requirements. *Journal of Economic research process*, 21,117-144. (in farsi)

Mousavi, N. 2015. Investigating the effect of increasing the price of irrigation water on the demand of agricultural inputs in Jam city, *Journal of Water Resources Engineering*, 8: 22-1. (In farsi)

Parkashan, CH., Stijn, S., Guido Van,H. 2013. Estimating the impact of water pricing on water efficiency in semi-arid cropping system: an application of probabilistically constrained nonparametric efficiency analysis, *Water Resources Management* 27,55-73.

Quds, M. Ebrahimi, K. 2019.Agricultural water pricing an approach to water resources economics management, international conference on management, *Accounting, Economics and Banking*. (in farsi)

Schuck, E.C., and Green, G.P. 2002, 'Supply-based water pricing in a conjunctive use system: Implications for resource and energy use', *Resource and Energy Economics*, 24 (3)374: 175-192.

Shajari, Sh, Barikani, E., Amjadi, A. 2009. Managing water demand using water pricing policy in Jahrom groves Case study of royal dates. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 17 (65): 55-72. (In farsi)

Shen, X., Lin, B. 2017. The shadow prices and demand elasticities of agricultural water in China: A StoNED-based analysis, *Resources, Conservation & Recycling*. 127: 21–28.

Sirajuddin, A., Fattahi, A., Second List, M., and Neshat, A. 2016. Dynamic analysis of technical efficiency of water consumption in sugarcane crop (data envelopment analysis approach), *Agricultural Economics*, 10 (4): 188-177. (in farsi)

Vaziri, A., Vakilpour, M.H., Mortazavi, S.A. 2016. Investigating the effect of economic pricing of irrigation water on cultivation pattern in Dehgolan plain. *Agricultural Economics Research*, 8 (3): 81-100. (In farsi)

Ziolkowska, j. 2015. Shadow price of water for irrigation-A case of the High Plains. *Recycling*, 20-31.

Doi: 10.22034/IAES.2022.538929.1872

Agricultural Economics/Volume 16/Issue 2/1401

The effect of water pricing on water consumption of Iranian crops

Somayeh Shirzadi Laskookalayeh, Parvin Ghaderi nejad, Zahra Nematollahi[1]

Received: 21 Sept.2021 **Accepted:6 May.2022**

Extended Abstract

Introduction: Optimal management and proper use of available water resources is an inevitable necessity. Therefore, this study was conducted to investigate the effect of irrigation water prices on its demand in the agricultural sub-sector of Iran.

Materials and Methode: The typical methods of pricing include calculating shadow prices for various types of water resources using mathematical models, using the full cost of water resources, or using farmers' willingness to pay for water as a reference for pricing. To determine the shadow price of water and its demand function, we use a different way from other studies by using stochastic nonparametric envelopment of data (stoNED model). This paper investigates the technical efficiency of Iran's agriculture sector, and estimates the shadow prices of agricultural water at provincial level. Then based on the estimates of the technical efficiency and shadow prices, we measure the price elasticity of demand for agricultural water. In order to estimate the shadow prices of agricultural water and the price elasticity of demand for agricultural water, we collected a provincial level input-output dataset of the agricultural sector. Our dataset spans from of 2005-2016. The cross-section units encompass 30 provincial administrative districts. Input variables include labor, Pesticides, fertilizer and water.

Results and discussion: The results showed that the average efficiency of irrigation water in the agricultural sub-sector during the study period was equal to 83.02%. Gilan and Qom provinces had the highest (87.76%) and lowest (81.85%) water efficiency during the study period, respectively. The average shadow price of irrigation water among the provinces of the country

[1]Respectively: Asistant Prof, Faculty of Agricultural Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University Sari .PhD Student &: Ph.D. Agricultural Economics, Agricultural Sciences and Natural Resources University Sari.
Email: s.shirzadi@sanru.ac.ir

is 1108.93 rials per cubic meter. The highest average shadow price of water during the years was related to Gilan province with 1161.16 Rials per cubic meter and Mazandaran, East Azarbaijan, Markazi and Fars provinces with prices of 1153.48, 1129.54, 11126/47 and 11123/75 per cubic meter are in the next categories, respectively. Also, the results of estimating the irrigation water demand function showed that the irrigation water demand in the agricultural sub-sector is inelastic (0.16) and the elasticity of water demand to technical efficiency is equal to 8.37. Based on the obtained demand function, the variables of water price, price of other production inputs and water efficiency have a significant effect on irrigation water demand in Iran's agricultural sector. Among the studied variables, technical efficiency, with the largest coefficient, is considered as the most effective factor in irrigation water demand.

Suggestion: This result shows the need to pay more attention to the issue of water efficiency and efforts to improve the efficiency of irrigation water in the agricultural sector. Also, according to the results, increasing the price of irrigation water in agriculture sub-sector will not have much effect on reducing demand and water consumption in this sub-sector and reducing irrigation water consumption in agriculture sub-sector will be possible by improving water technical efficiency. Therefore, based on the results obtained from this study, it is suggested that the policy makers providing facilities and incentives consider suitable conditions for farmers to accept and implement the change of cultivation pattern towards low-water crops and the application of low irrigation systems in lands.

JEL Classification: Q11 ،Q18 ،Q25

***Keywords*:** Data envelopment stochastic model, Irrigation water shadow price, Water demand, Water price elasticity