اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و سوم، شماره ۹۰، تابستان ۱۳۹۴

استخراج توابع تقاضا و تعیین ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات عمده زراعی دشت سیدان– فاروق شهرستان مرودشت

اسماعیل فلاحی[۱]، صادق خلیلیان[۲]، مجید احمدیان[۳]

تاریخ دریافت ۱۳۹۲/۲/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۲۴

چکیده

به گواهی سازمان‌های بین‌المللی متولی حوزه مدیریت آب، ارزیابی تقاضا به عنوان هسته مرکزی فرایند مقابله با بحران‌ها و مشکلات درگیر این حوزه و پیش‌نیاز طراحی پایدار برنامه‌ها و هدایت تصمیمات سرمایه‌گذاری شناخته شده است. مطالعه حاضر با هدف استخراج توابع تقاضا و نیز تعیین ارزش اقتصادی آب آبیاری بخش کشاورزی برای تولید محصولات عمده شتوی شامل گندم و جو و محصولات عمده صیفی شامل ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی در دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت در سال زراعی ۱۳۸۹ -۹۰، رهیافت حداکثرسازی تابع سود را به کار بسته است. بر پایهٔ نتایج توابع مستخرج تقاضای آب، وجود

۱. استادیار بخش اقتصادکشاورزی، دانشگاه شیراز (نویسندهٔ مسئول)
e-mail: esmaeilfallahi@yahoo.com
۲. دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس e-mail: khalilian_s@yahoo.com
۳. استاد گروه اقتصاد نظری، دانشگاه تهران e-mail: mahmadian@ut.ac.ir

رابطه مستقیم تقاضای آب با قیمت محصول و رابطه معکوس تقاضا با قیمت آب و قیمت سایر نهاده‌ها اثبات شد. مقادیر محاسباتی کشش قیمتی تقاضای آب حاکی از عکس‌العمل متفاوت بهره‌برداران در تقاضای آب برای محصولات شتوی و صیفی نسبت به تغییرات قیمت بود به گونه‌ای که موفقیت اتخاذ سیاست‌های قیمتی به عنوان ابزاری در جهت کنترل بهینه مصرف آب در مورد محصولات صیفی با اقبال بیشتری مواجه خواهد شد. افزون بر این، ارزش اقتصادی برآورد شده آب در تولید محصولات صیفی به نحو چشم‌گیری از مقادیر متناظر برای محصولات شتوی بیشتر بود.

طبقه‌بندی JEL: Q_{12}، Q_{21}، Q_{25}، D_{40}

کلیدواژه‌ها:

تابع تقاضای آب، کشش قیمتی تقاضا، ارزش اقتصادی، حداکثرسازی سود، کشاورزی

مقدمه

ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک آب و هوایی و آب یکی از عوامل محدودکننده فرایند تولید در بخش‌های اقتصادی و به ویژه بخش کشاورزی آن است. از این رو، بحث مدیریت منابع آب، بایستی از رئوس برنامه‌های سیاستی در کشور به حساب آید. مدیریت منابع آب به عنوان مهم‌ترین منبع طبیعی تجدیدپذیر اما محدود، یکی از مهم‌ترین چالش‌های قرن حاضر بوده و موجبات نگرانی‌های عمده جهانی را فراهم آورده است (Gordon, 2001; Khawam, 2004; Ding, 2005; Iyyapazham, 2007; Svadlenka, 2008; Muralidharan, 2008; Liner, 2009). منابع آب در معرض تنش فزاینده ناشی از آثار متقابل رشد جمعیت، توسعه اقتصادی، تنوع اقلیمی و توزیع ناهمگون زمانی و مکانی منابع آب، تغییر اقلیم و حفاظت از اکوسیستم است (Nelson, 2005; UNESCO, 2006; OECD, 2009;

(Wada, 2010;). این موارد سبب بروز مسائلی جدی مانند فقر، ایجاد اختلال در فرایند رشد و توسعه پایدار اقتصادی- اجتماعی، تهدید تولید جهانی غذا و ناپایداری منابع طبیعی می‌شود (Shiklomanov, 2000; Houk, 2003; UNDP, 2006; United Nations, 2006; Shah, 2007; Karigomba, 2009; Angeles, 2011).

کشاورزی با ۸۵ درصد مصرف جهانی آب، به عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده این منبع (Pongkijvorasin, 2007)، نقش مهمی در تعادل مقدار آب بین سایر کاربری‌ها دارد (Gollehon and Quinby, 2004). در دهه‌های آینده، تأمین بیش از دو سوم عرضه فزاینده غذای مورد نیاز جمعیت رو به گسترش جهان بر عهده کشاورزی مبتنی بر آبیاری خواهد بود (English et al., 2002; Al Juaidi, 2009) و پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۵۰ تقاضای آب کشاورزی به دو برابر برسد (Pfister et al., 2011). براساس آمارهای موجود، سهم بخش کشاورزی از مصرف آب در دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت، که در معرض بحران قرار دارد، نیز بسیار قابل توجه بوده به طوری که حدود ۹۵ درصد منابع آب در این دشت صرف استفاده‌های کشاورزی می‌گردد (مهندسین مشاور فارساب صنعت، ۱۳۸۸).

مباحث و مطالعاتی که درباره موضوع آب به عنوان یکی از محوری‌ترین اجزای توسعه پایدار صورت پذیرفته، مدیریت ضعیف، ناکارآمد و ناپایدار آب و نه محدودیت‌های واقعی فیزیکی عرضه را مسئول مسائل یادشده می‌داند (UNESCO, 2006; World Bank, 2009; Stratton, 2008; Angeles, 2011) به طوری که بسیاری از مشکلات توسط مدیریت کارا و پایدار آب آبیاری قابل اداره شدن می‌باشد که این امر مستلزم حفاظت از منابع آب و افزایش درآمد خالص تولیدکننده می‌باشد (Schaible and Aillery, 2006; UNESCO, 2006; Muralidharan, 2008; OECD, 2009). بانک جهانی و سایر سازمان‌های مربوط، ارزیابی میزان تقاضا را هسته مرکزی فرایند مقابله با بحران‌های پیش‌گفته شناخته (The Word Bank Water Research Team, 1993) و برآوردی از طبیعت تقاضا به عنوان پیش‌نیاز طراحی پایدار پروژه‌ها و برنامه‌ها و هدایت تصمیمات سرمایه‌گذاری مطرح است (Dearden, 1998).

آمارهای موجود (شرکت سهامی آب منطقه‌ای فارس، ۱۳۹۱) نشان می‌دهد که ذخایر منابع آب در دشت سیدان- فاروق در شهرستان مرودشت به دلیل بهره‌برداری غیربهینه در معرض تهدید جدی قرار گرفته و ادامه این روند پیامدهای جبران‌ناپذیر اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را بر جای خواهد گذاشت. بر این اساس، شناخت ماهیت تقاضا، که با استخراج توابع تقاضای آب برای محصولات مختلف زیرکشت در منطقه قابل حصول است، و نیز برآورد ارزش واقعی آب می‌تواند به عنوان ابزاری مفید جهت سیاست‌گذاری در حوزه مدیریت تقاضای آب کشاورزی در منطقه مورد توجه قرار گیرد.

تاکنون در داخل و خارج کشور مطالعات متعددی در زمینه استخراج توابع تقاضای آب و تعیین ارزش اقتصادی این نهاده حیاتی صورت پذیرفته است.

پژوهشگران با به کارگیری رهیافت‌های مختلف به ارزش‌گذاری آب و استخراج توابع تقاضای آب پرداخته‌اند. هوک و تیلور (Houk and Taylor, 2000) با به کارگیری برنامه‌ریزی خطی، قیمت سایه‌ای آب‌های سطحی را برای کشت یونجه در هر گروه به دست آوردند. در حالی که مساجورادو و همکاران (Mesa-Jurado et al., 2008) از روش "باقی‌مانده" به منظور ارزش‌گذاری آب در جنوب اسپانیا بهره گرفتند. لینهارت و همکاران (Leenhardt et al., 2004) ضمن تأکید بر اهمیت برآورد دقیق تقاضای آب در مدیریت آب کشاورزی، به محاسبه تقاضای آب آبیاری برای واحدهای شبیه‌سازی انفرادی و سپس تعمیم آن به سطح منطقه مورد مطالعه (جنوب غرب فرانسه) پرداختند. مطالعات مولن و همکاران (Mullen et al., 2009) در ایالت جورجیای آمریکا و دیویدسون و هلگرز (Davidson and Hellegers, 2011) در حوضه آبریز موسی در هند نیز حاکی از نتایج متفاوتی برای کشش‌های خودی قیمتی تقاضای آب آبیاری و نیز حساسیت تقاضای آب نسبت به قیمت محصول بود.

تهامی‌پور و همکاران (۱۳۸۵) با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی، قیمت سایه‌ای آب را در کشت پسته در دشت‌های زرند و سیریز به ترتیب ۴۶۴۵ و ۲۶۱۹ ریال به ازای هر مترمکعب برآورد نمودند. همچنین تابع تقاضای آب نشان داد که تقاضای آب در هر دو دشت

نسبت به تغییر قیمت بی‌کشش است. از طرف دیگر، مطالعات بوستانی و محمدی (۱۳۸۶) در خصوص تولید چغندرقند در منطقه اقلید، شجری و همکاران (۱۳۸۸) به منظور بررسی مدیریت تقاضای آب در نخلستان‌های جهرم و نیز نجفی و نجفی (۱۳۸۹) در مورد مزارع پرورش ماهی استان کهگیلویه و بویراحمد روش حداکثرسازی سود را به کار گرفتند و نشان دادند تقاضای آب نسبت به قیمت آن کشش‌پذیر بوده و از این رو سیاست قیمت‌گذاری آب می‌تواند در سوق دادن بهره‌برداران به استفاده بهینه از آن مؤثر واقع شود.

به طور کلی، تا کنون مطالعات متعددی در حیطه پژوهش حاضر در داخل کشور صورت پذیرفته، ولی مطالعاتی که توابع تقاضای آب کشاورزی را برای فصول زراعی مختلف و محصولات مختلف مد نظر قرار داده باشد اندک است. در دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت نیز تا کنون مطالعه‌ای با این ملاحظات انجام نشده است.

براساس آمارهای موجود (مرکز خدمات کشاورزی سیدان، ۱۳۹۱)، از مجموع حدود ۱۱۵۰۰ هکتار اراضی کشاورزی منطقه، محصولات گندم و جو به ترتیب با حدود ۶۵۰۰ و ۱۵۰۰ هکتار سطح زیرکشت، محصولات عمده شتوی و ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی به ترتیب با حدود ۱۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۸۰۰ هکتار سطح زیرکشت، محصولات عمده صیفی بوده که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است. پژوهش حاضر در نظر دارد توابع تقاضای آب کشاورزی را برای محصولات زراعی عمده مختلف دشت سیدان- فاروق در فصول زراعی مختلف (شتوی و صیفی) استخراج کرده و ارزش اقتصادی آب را تعیین نماید.

مواد و روش‌ها

اصولاً برای استخراج توابع تقاضای نهاده‌ها می‌توان از دو روش بهره گرفت: الف) حداکثر کردن تابع سود و ب) حداقل نمودن هزینه تولید مشروط به سطح مشخصی از تولید (شجری و همکاران، ۱۳۸۸). عموماً توابع تقاضای به دست آمده برای نهاده‌ها از روش اول را "توابع تقاضای عامل" و از روش دوم را "توابع تقاضای شرطی عامل" می‌نامند. استفاده از

روش حداکثرسازی تابع سود منوط به این است که تابع تولید دارای بازدهی نزولی نسبت به مقیاس[1] باشد. زمانی که بازدهی ثابت نسبت به مقیاس[2] وجود دارد، تنها موقعیت حداکثر کننده سود، برنامه‌ای با سود صفر است که در این حالت بنگاه نسبت به سطح ستانده‌ای که در آن تولید می‌کند بی‌تفاوت است. در صورتی که بازدهی صعودی نسبت به مقیاس[3] وجود داشته باشد نمی‌توان از روش اول استفاده نمود (واریان، ۱۳۸۷) زیرا در این حالت، در نقطه‌ای که شرایط لازم برای حداکثر شدن سود برقرار است، اگر میزان مصرف نهاده‌ها k (k>۰) برابر گردد، هزینه نهاده‌ها (به فرض ثبات قیمت نهاده) k برابر شده در حالی که تولید بیش از k برابر شده و به تبع آن درآمد بیش از k برابر می‌گردد و با توجه به افزایش بیشتر درآمد نسبت به هزینه، سود افزایش یافته و نمی‌توان نقطه ماکزیمم معینی برای سود یافت. در چنین شرایطی بایستی از روش دوم به منظور استخراج تابع تقاضای نهاده بهره گرفت. معمولاً در تابع تولید کشاورزی، بازدهی نزولی نسبت به مقیاس وجود دارد، در عین حال بایستی درستی این فرض را آزمون نمود.

در مطالعه حاضر از روش اول استفاده و در ادامه به شرح آن پرداخته شده است.

تابع سود از کم کردن کل هزینه تولید (از جمله هزینه‌های ثابت و متغیر تولید) از درآمد کل (حاصل‌ضرب قیمت محصول در مقدار محصول) به صورت زیر به‌دست می‌آید (تابنده تهرانی، ۱۳۸۰):

$$\pi = TR - TC = TR - (TVC + TFC) = P_Y.Y - (TVC + TFC) \qquad (۱)$$

که در این رابطه، π سود، TR درآمد کل، TC کل هزینه تولید، TVC کل هزینه متغیر تولید، TFC کل هزینه ثابت تولید، P_Y قیمت محصول و Y میزان محصول است. حال چنانچه در فرایند تولید، n نهاده متغیر (X_i) وجود داشته باشد، می‌توان تابع سود را به عنوان تابعی از آن نهاده (ها) به صورت زیر بازنویسی کرد:

1. Decreasing Return to Scale
2. Constant Return to Scale
3. Increasing Return to Scale

$$\pi = P_Y.Y - \left[\sum_{i=1}^{n} (r_i X_i) + TFC \right] \qquad n = ۱,۲,... \qquad (۲)$$

که در این‌جا r_i قیمت نهاده X_i می‌باشد.

بنابراین، در این حالت، استخراج تابع تقاضای نهاده X_iمنوط به حل کردن مسئلهٔ حداکثرسازی سود به عنوان تابعی از X_iها می‌باشد. بدین منظور از تابع سود نسبت به نهاده‌های متغیر مشتق گرفته و با صفر برابر می‌شود:

$$\frac{\partial \pi}{\partial X_i} = P_Y \frac{\partial Y}{\partial X_i} - r_i = ۰ \Rightarrow P_Y \frac{\partial Y}{\partial X_i} = r_i \Rightarrow P_Y.MP_{X_i} = r_i \Rightarrow VMP_{X_i} = r_i \qquad (۳)$$

در رابطه اخیر، VMP_{X_i} ارزش تولید نهایی نهاده X_i می‌باشد. رابطه ۳ بیانگر شرط مرتبه اول (شرط لازم) حداکثرسازی سود می‌باشد و شرط کافی برای حداکثر شدن سود آن است که تابع تولید در همسایگی نقطه بحرانی به دست آمده از شرط مرتبه اول اکیداً مقعر باشد. براساس رابطه ۳، شرط لازم جهت حداکثر شدن سود تولیدکننده (و نهایتاً تخصیص بهینه نهاده‌ها در فرایند تولید) در بازار رقابت کامل، برابری ارزش تولید نهایی حاصل از به‌کارگیری آخرین واحد از نهاده مورد نظر با قیمت آن نهاده می‌باشد.

برآورد تابع تولید یکی از مسائل اساسی در اقتصادسنجی کاربردی است (Intriligator et al., 1996) و انتخاب فرم تبعی مناسب به عنوان یکی از مشکل‌ترین بخش‌ها در هر کار تجربی به‌شمار می‌آید (Fan 2000). برخی از مطالعات به موضوعات اساسی در ارتباط با متغیرها و فرم‌های تبعی تابع تولید و به طور اخص، تابع تولید کشاورزی پرداخته‌اند (Kaneda, 1982; Barelli and Pessoa, 2003). فرم تابعی کاب- داگلاس (Cobb and Douglas, 1928) یکی از گسترده‌ترین فرم‌های تبعی مورد استفاده در برآوردهای تجربی به‌ویژه در بخش کشاورزی است (Douglas, 1948; Heady and Dillon, 1961; Walters, 1963; Nerlove, 1965; Samuelson, 1979). به هرحال، استفاده از هر تابع در مطالعات تجربی به عنوان بهترین فرم تبعی، مستلزم انجام آزمون‌های مربوط است. در پژوهش حاضر نیز با توجه به معنی‌داری ضرایب الگو، بیشتر بودن آماره لگاریتم راست‌نمایی، کمتر بودن

معیارهای آکاییک و شوارتز و صحت فرم تابعی مدل تخمین زده شده بر اساس نتایج آزمون RESET رمزی[1]، شکل تابعی کاب- داگلاس به عنوان بهترین فرم شناخته شد. فرم کلی این تابع به صورت زیر است:

$$Y = A\prod_{i=1}^{n} X_i^{\alpha_i} = AX_1^{\alpha_1} X_2^{\alpha_2} \dots X_n^{\alpha_n} \quad (۴)$$

نظر به‌اینکه در مطالعه حاضر ۷ نهاده متغیر در تابع تولید محصولات مورد نظر لحاظ شده است، رابطه ۴ به صورت زیر خلاصه می‌گردد:

$$Y = A\prod_{i=1}^{7} X_i^{\alpha_i} = AX_1^{\alpha_1} X_2^{\alpha_2} X_3^{\alpha_3} X_4^{\alpha_4} X_5^{\alpha_5} X_6^{\alpha_6} X_7^{\alpha_7} \quad (۵)$$

در الگوی فوق، Y عملکرد گندم در هکتار بر حسب کیلوگرم، X_1 مقدار آب مصرفی در هکتار بر حسب متر مکعب، X_2 مقدار کود اوره مصرفی در هکتار بر حسب کیلوگرم، X_3 مقدار کود فسفات مصرفی در هکتار بر حسب کیلوگرم، X_4 مقدار سم مصرفی در هکتار بر حسب کیلوگرم، X_5 مقدار بذر مصرفی در هکتار بر حسب کیلوگرم، X_6 نیروی کار مورد استفاده بر حسب نفر روزکار در هکتار و X_7 کارکرد ماشین‌آلات بر حسب ساعت در هکتار می‌باشد. اکنون با قرار دادن رابطه ۵ به جای تابع تولید در رابطه ۲، تابع سود به صورت رابطه ۶ حاصل می‌شود:

$$\pi = P_Y\left(A\prod_{i=1}^{7} X_i^{\alpha_i}\right) - \left[\sum_{i=1}^{7}(r_i X_i) + TFC\right] \quad (۶)$$

$$= P_Y A X_1^{\alpha_1} X_2^{\alpha_2} X_3^{\alpha_3} X_4^{\alpha_4} X_5^{\alpha_5} X_6^{\alpha_6} X_7^{\alpha_7} - (r_1X_1 + r_2X_2 + r_3X_3 + r_4X_4 + r_5X_5 + r_6X_6 + r_7X_7 + TFC)$$

که r_1 تا r_7 به ترتیب قیمت‌های متناظر برای ۷ نهاده پیش‌گفته است.

اعمال شرط مرتبه اول حداکثرسازی سود (رابطه ۳) برای هر یک از نهاده‌ها در تابع سود رابطهٔ ۶ منجر به سیستم معادلات رابطهٔ ۷ می‌شود:

1. Ramsey's RESET Test

$$E_1) \quad \frac{\partial \pi}{\partial X_1} = P_Y \alpha_1 X_1^{\alpha_1 - 1} X_2^{\alpha_2} X_3^{\alpha_3} X_4^{\alpha_4} X_5^{\alpha_5} X_6^{\alpha_6} X_7^{\alpha_7} - r_1 = 0 \Rightarrow \frac{P_Y \alpha_1 Y}{X_1} - r_1 = 0 \quad (7)$$

$$E_2) \quad \frac{\partial \pi}{\partial X_2} = P_Y \alpha_2 X_1^{\alpha_1} X_2^{\alpha_2 - 1} X_3^{\alpha_3} X_4^{\alpha_4} X_5^{\alpha_5} X_6^{\alpha_6} X_7^{\alpha_7} - r_2 = 0 \Rightarrow \frac{P_Y \alpha_2 Y}{X_2} - r_2 = 0$$

$$\vdots \quad \vdots$$

$$E_7) \quad \frac{\partial \pi}{\partial X_7} = P_Y \alpha_7 X_1^{\alpha_1} X_2^{\alpha_2} X_3^{\alpha_3} X_4^{\alpha_4} X_5^{\alpha_5} X_6^{\alpha_6} X_7^{\alpha_7 - 1} - r_7 = 0 \Rightarrow \frac{P_Y \alpha_7 Y}{X_7} - r_7 = 0$$

از حل جداگانه هر یک از معادلات E_2 و E_1، E_3 و E_1، ... و E_7 و E_1 در دستگاه‌های جداگانه می‌توان هر یک از متغیرهای X_2 تا X_7 را بر حسب متغیر X_1 به صورت زیر به دست آورد:

$$E_2, E_1 \Rightarrow X_2 = \frac{\alpha_2 r_1}{\alpha_1 r_2} X_1 \quad (8)$$

$$\vdots \quad \vdots$$

$$E_7, E_1 \Rightarrow X_7 = \frac{\alpha_7 r_1}{\alpha_1 r_7} X_1$$

اکنون با قرار دادن متغیرهای X_2 تا X_7 (رابطهٔ ۸) در معادله E_1 از سیستم معادلات (رابطهٔ ۷)، تابع تقاضای X_1 (آب) به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$D_{X_1} = (P_Y A)^{\frac{1}{\gamma}} \left(\frac{\alpha_1}{r_1}\right)^{\frac{1-\theta}{\gamma}} \left(\frac{\alpha_2}{r_2}\right)^{\frac{\alpha_2}{\gamma}} \left(\frac{\alpha_3}{r_3}\right)^{\frac{\alpha_3}{\gamma}} \left(\frac{\alpha_4}{r_4}\right)^{\frac{\alpha_4}{\gamma}} \left(\frac{\alpha_5}{r_5}\right)^{\frac{\alpha_5}{\gamma}} \left(\frac{\alpha_6}{r_6}\right)^{\frac{\alpha_6}{\gamma}} \left(\frac{\alpha_7}{r_7}\right)^{\frac{\alpha_7}{\gamma}} \quad (9)$$

که در آن، D_{X_1} تابع تقاضا برای نهاده X_1 (آب)، و $\gamma = 1 - \sum_{i=1}^{7} \alpha_i$ و $\theta = \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7$ است.

به منظور محاسبه کشش قیمتی خودی تقاضای آب، ابتدا از معادله E_1 در سیستم معادلات (۷)، X_1 به صورت زیر استخراج می‌شود:

$$X_1 = \frac{P_Y \alpha_1 Y}{r_1} \qquad (۱۰)$$

از طرف دیگر، فرمول کشش قیمتی خودی تقاضا برای نهاده X_1 (آب) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\eta_{11} = \frac{\partial X_1}{\partial r_1} . \frac{r_1}{X_1} \qquad (۱۱)$$

در نهایت، فرمول کشش ارائه شده در رابطه ۱۱، با استفاده از رابطه ۱۰ به صورت زیر در می‌آید:

$$\eta_{11} = -\frac{P_Y \alpha_1 Y}{r_1^2} . \frac{r_1}{X_1} = -\frac{P_Y \alpha_1 Y}{r_1 X_1} \qquad (۱۲)$$

که در آن می‌توان به جای Y و X_1 به ترتیب مقادیر متوسط تولید و آب مصرفی را جایگزین نمود.

به منظور تعیین ارزش اقتصادی آب می‌توان از معیار ارزش تولید نهایی نهاده یعنی ارزش محصولی که به واسطه به کارگیری یک واحد اضافی از نهاده به دست می‌آید استفاده کرد. چنان‌که از رابطه ۳ نیز مشخص است، ارزش تولید نهایی نهاده‌ها از جمله نهاده آب به صورت زیر است:

$$VMP_{X_1} = P_Y MP_{X_1} = P_Y \frac{\partial Y}{\partial X_1} \qquad (۱۳)$$

که در آن MP_{X_1}، تولید نهایی نهاده X_1 است. ارزش تولید نهایی نهاده را می‌توان بر حسب کشش تولید آن نهاده نیز بیان کرد. چنان‌که می‌دانیم، کشش تولید نهاده X_1 (E_{X_1}) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$E_{X_1} = \frac{\partial Y}{\partial X_1} . \frac{X_1}{Y} \qquad (۱۴)$$

ارزش تولید نهایی نهاده X_1 در قالب رابطه ۱۳ را می‌توان با توجه به تعریف کشش تولید نهاده X_1 در رابطه ۱۴، به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$VMP_{X_1} = P_Y . E_{X_1} \frac{Y}{X_1} \qquad (۱۵)$$

با توجه به فرم تبعی مورد استفاده در این مطالعه (تابع کاب- داگلاس)، مقدار کشش تولید هر نهاده برابر با توان آن نهاده در تابع تولید می‌باشد. بر این اساس، کشش تولید نهاده آب برابر با α_1 است و از این رو رابطه ۱۵ را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$VMP_{X_1} = P_Y . E_{X_1} \frac{Y}{X_1} \qquad (۱۶)$$

که در آن می‌توان به جای Y و X_1 به ترتیب مقادیر متوسط تولید و آب مصرفی را جایگزین کرد.

گفتنی است که به منظور برآورد تابع ۵ به روش حداقل مربعات معمولی OLS[1] لازم است فرم غیرخطی این تابع را با لگاریتم‌گیری از طرفین این رابطه به صورت زیر به فرم خطی تبدیل نمود:

$$\ln Y = \ln A + \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + \alpha_3 \ln X_3 + \alpha_4 \ln X_4 + \alpha_5 \ln X_5 + \alpha_6 \ln X_6 + \alpha_7 \ln X_7 \qquad (۱۷)$$

برآورد الگوهای مورد نظر در این مطالعه با بهره‌گیری از بسته نرم‌افزاری Eviews 7.0 انجام شد. آمار و اطلاعات مورد نیاز در این بررسی به صورت مقطعی و مربوط به سال زراعی ۱۳۸۹ -۹۰ می‌باشد که با مراجعه به سازمان‌های ذیربط گردآوری شد. جامعه آماری مورد مطالعه شامل کشاورزان دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت بوده که برای انتخاب نمونه مناسب از جامعه مذکور، روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دومرحله‌ای[2] مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور در ابتدا از بین ۲۲ روستای منطقه (به عنوان خوشه‌ها)، ۵ روستا با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند و در مرحله بعد نیز از هر یک از ۵ روستای مورد نظر، تعدادی بهره‌بردار به طور تصادفی انتخاب گردیدند که در مجموع، یک نمونه ۱۰۶ نفری از بهره‌برداران تشکیل و داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز از تکمیل پرسش‌نامه‌های توزیع شده بین آنان استخراج شد. نظر به اینکه در این پژوهش روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دومرحله‌ای به‌کارگرفته شده است، برآوردگر ناریب میانگین جامعه μ برای هر یک از متغیرهای الگو با استفاده از رابطه ۱۸ قابل محاسبه خواهد بود (Scheaffer et al., 1996):

1. Ordinary Least Squares
2. Two-Stage Cluster Sampling

$$\hat{\mu} = \left(\frac{N}{M}\right)\frac{\sum_{i=1}^{n} M_i \bar{y}_i}{n} = \frac{1}{\bar{M}}\frac{\sum_{i=1}^{n} M_i \bar{y}_i}{n} \qquad (18)$$

که در رابطه ۱۸، N تعداد خوشه‌ها در جامعه مورد نظر، n تعداد خوشه‌های انتخابی به طور تصادفی‌ساده، M_i تعداد افراد در خوشه iام، m_i تعداد افراد برگزیده از طریق خوشه iام به طور تصادفی‌ساده، $M = \sum_{i=1}^{N} M_i$ تعداد افراد در کل جامعه، $\bar{M} = \frac{M}{N}$ متوسط اندازه خوشه‌های جامعه، y_{ij} مشاهده نمونه jام از خوشه iام و $M = \sum_{i=1}^{N} M_i$ میانگین نمونه برای هرخوشه iام می‌باشد.

نتایج و بحث

میزان عملکرد، قیمت محصول، آب مصرفی برای هر محصول و قیمت آب در تولید ۵ محصول عمده شتوی و صیفی منطقه مورد مطالعه در سال زراعی ۱۳۸۹ –۹۰ در جدول ۱ ارائه شده است. این داده‌ها در معادلات مورد نظر در بخش "مواد و روش‌ها" مورد استفاده قرار می‌گیرد. گفتنی است که برای محصولاتی که دارای قیمت تضمینی بوده‌اند، این قیمت به عنوان قیمت محصول لحاظ شده و برای محصولاتی که قیمت آن‌ها در بازار تعیین شده میانگین وزنی قیمت به عنوان قیمت این دسته از محصولات در نظر گرفته شده است. ارقام عملکرد، آب مصرفی و قیمت آب نیز به صورت میانگین وزنی منطقه مد نظر قرار گرفته است.

جدول ۱. عملکرد محصول، قیمت محصول، آب مصرفی و قیمت آب در تولید محصولات عمده شتوی و صیفی منطقه مورد مطالعه در سال زراعی ۱۳۸۹– ۹۰

شرح	گندم	جو	ذرت علوفه‌ای	ذرت دانه‌ای	گوجه‌فرنگی
عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)	۵۰۰۰	۳۰۰۰	۵۵۰۰۰	۷۰۰۰	۶۰۰۰۰
قیمت محصول (ریال بر کیلوگرم)	۳۶۰۰	۴۵۰۰	۶۵۰	۴۲۷۵	۱۰۰۰
آب مصرفی (متر مکعب بر هکتار)	۱۰۰۰۰	۷۵۰۰	۱۷۰۰۰	۱۷۰۰۰	۲۱۰۰۰
قیمت آب (ریال بر متر مکعب)	۱۶۸	۱۵۴	۱۹۳	۱۹۳	۲۱۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش و اداره آمار سازمان جهاد کشاورزی استان فارس

جدول ۲ نتایج برآورد الگوی ۱۷ را برای محصولات عمده شتوی شامل گندم و جو در دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت نشان می‌دهد. چنان‌که در به کارگیری داده‌های مقطع عرضی[1] وجود واریانس ناهمسانی بین اجزای اخلال الگو دور از انتظار نبوده، آزمون وایت[2] در رگرسیون اولیه مدل کاب- داگلاس در مورد محصول گندم نیز مشکل واریانس ناهمسانی بین اجزای اخلال را نمایان ساخت که نتایج گزارش شده در جدول ۲، پس از رفع این مشکل ارائه گردیده است. همچنین در مورد محصول جو، ضریب متغیر LnX_2 (لگاریتم طبیعی مقدار کود اوره) معنی‌دار نشد و از این رو از الگو حذف گردید. تصریح صحیح الگو نیز در مورد هر دو محصول توسط آزمون RESET رمزی به تأیید رسید.

جدول ۲. نتایج رگرسیون تابع کاب- داگلاس برای محصولات عمده شتوی دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت

		گندم		جو	
	متغیر	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t
$\ln A = C$	عرض از مبدأ	۷/۹۸***	۱۷/۶۵	۳/۷۴***	۱۱/۲۱
$\ln X_1$	لگاریتم طبیعی آب	۰/۱۰*	۱/۹۷	۰/۰۹**	۲/۵۵
$\ln X_2$	لگاریتم طبیعی کود اوره	-۰/۰۹*	-۱/۸۵	—	—
$\ln X_3$	لگاریتم طبیعی کود فسفات	۰/۳۱**	۲/۴۲	۰/۰۸*	۲/۰۸
$\ln X_4$	لگاریتم طبیعی سم	۰/۲۰***	۷/۶۵	۰/۱۲***	۴/۳۹
$\ln X_5$	لگاریتم طبیعی بذر	-۰/۰۶***	-۵/۳۴	۰/۱۰*	۱/۹۵
$\ln X_6$	لگاریتم طبیعی نیروی کار	۰/۱۵**	۲/۵۰	۰/۱۰*	۲/۱۳
$\ln X_7$	لگاریتم طبیعی ماشین‌آلات	۰/۱۹*	۱/۷۳	۰/۱۶***	۵/۷۳
		F=۶۱/۱۸ D.W=۱/۹۴		F=۴۶/۸۷ D.W=۲/۰۵	
		R^2=۰/۸۴		R^2=۰/۷۶	

مأخذ: یافته‌های پژوهش *، ** و *** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطوح ۱۰، پنج و یک درصد و — بیانگر عدم معنی‌داری می‌باشد.

1. Cross-Section
2. White

چنان که از نتایج ارائه شده در جدول ۲ در مورد محصول گندم برمی‌آید، ضرایب مربوط به متغیرهای سم و بذر در سطح ۱ درصد، متغیرهای کود فسفات و نیروی کار در سطح ۵ درصد و متغیرهای آب، کود اوره و ماشین‌آلات در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار است. در مورد محصول جو نیز کلیه ضرایب به استثنای ضریب مربوط به نهاده کود اوره در سطوح مختلف معنی‌دار است.

در مورد محصول گندم می‌توان گفت که کشش تولید نهاده‌آب ۰/۱۰ می‌باشد به این مفهوم که با افزایش استفاده از آب به میزان ۱ درصد و با فرض ثبات سایر شرایط، میزان تولید به اندازه ۰/۱۰ درصد افزایش می‌یابد. به همین ترتیب می‌توان انتظار داشت که با افزایش یک درصدی به کارگیری نهاده‌های کود فسفات، سم، نیروی کار و ماشین‌آلات، میزان تولید به ترتیب به مقدار ۰/۳۱، ۰/۲۰، ۰/۱۵ و ۰/۱۹ درصد افزایش می‌یابد. مقدار منفی ضرایب مربوط به نهاده‌های کود اوره و بذر نیز حاکی از استفاده بیش از حد از نهاده‌های مذکور و به کارگیری این نهاده‌ها در ناحیه سوم تولید می‌باشد.

نتایج جدول ۲ در مورد محصول جو نیز نشان می‌دهد که کشش تولید نهاده آب برای این محصول برابر ۰/۰۹ بوده و از این رو با افزایش یک درصدی به کارگیری نهاده آب امکان افزایش تولید به میزان ۰/۰۹ وجود دارد. کشش تولید برای نهاده‌های کود فسفات، سم، بذر، نیروی کار و ماشین‌آلات نیز به ترتیب معادل ۰/۰۸، ۰/۱۲، ۰/۱۰، ۰/۱۰ و ۰/۱۶ می‌باشد.

چنان‌که در بخش "مواد و روش‌ها" عنوان شد، در صورتی امکان استخراج توابع تقاضای نهاده از روش حداکثرسازی سود فراهم می‌آید که تابع تولید دارای بازدهی نزولی نسبت به مقیاس باشد. به منظور تعیین بازدهی نسبت به مقیاس بایستی مجموع کشش‌های تولید نهاده‌ها را به دست آورد. مجموع کشش‌های تولید نهاده‌ها برای محصول گندم برابر با ۰/۸ و برای محصول جو معادل ۰/۶۵ بوده که بایستی کمتر از یک بودن هر یک را، که به معنی بازدهی نزولی نسبت به مقیاس است، آزمون نمود. بدین منظور از آزمون والد[1] استفاده شد.

1. Wald Test

نتایج این آزمون مؤید بازدهی نزولی نسبت به مقیاس در توابع تولید مربوط به هر یک از دو محصول گندم و جو بود و از این رو مبنای استخراج تابع تقاضا برای نهاده‌ها از جمله نهاده آب از روش حداکثرسازی سود فراهم می‌آید. تابع تقاضای آب مستخرج از این روش در رابطه ۹ ارائه شده است. با جایگذاری پارامترهای این رابطه با استفاده از جدول ۲، تابع تقاضای آب برای محصولات گندم و جو به ترتیب به شکل روابط ۱۹ و ۲۰ به دست می‌آید:

$$D_{X_{1W}} = (2921.93P_Y)^{\frac{1}{0.20}}(\frac{0.10}{r_1})^{\frac{0.30}{0.20}}(\frac{-0.09}{r_2})^{\frac{-0.09}{0.20}}(\frac{0.31}{r_3})^{\frac{0.31}{0.20}}(\frac{0.20}{r_4})^{\frac{0.20}{0.20}}(\frac{-0.06}{r_5})^{\frac{-0.06}{0.20}}(\frac{0.15}{r_6})^{\frac{0.15}{0.20}}(\frac{0.19}{r_7})^{\frac{0.19}{0.20}} \quad (۱۹)$$

با توجه به رابطه ۱۹، تقاضای آب برای محصول گندم با قیمت محصول رابطه مستقیم داشته در حالی که با قیمت آب و قیمت سایر نهاده‌های تولید رابطه معکوس دارد.

تابع تقاضای آب برای محصول جو نیز مطابق رابطه ۲۰ خواهد بود:

$$D_{X_{1B}} = (42.10P_Y)(\frac{0.09}{r_1})^{\frac{0.44}{0.35}}(\frac{0.08}{r_3})^{\frac{0.08}{0.35}}(\frac{0.12}{r_4})^{\frac{0.12}{0.35}}(\frac{0.10}{r_5})^{\frac{0.10}{0.35}}(\frac{0.10}{r_6})^{\frac{0.10}{0.35}}(\frac{0.16}{r_7})^{\frac{0.16}{0.35}} \quad (۲۰)$$

چنان‌که از رابطه ۲۰ مشخص است، تقاضای آب برای محصول جو نیز با قیمت محصول رابطه مستقیم داشته اما با قیمت آب و دیگر نهاده‌ها رابطه عکس دارد.

کشش قیمتی تقاضا برای نهاده آب در تولید محصول گندم و جو نیز با به کارگیری رابطه ۱۲ و استفاده از داده‌های جداول ۱ و ۲ به ترتیب به صورت عبارات ۲۱ و ۲۲ قابل محاسبه است:

$$\eta_{{}_{11}W} = -\frac{(۳۶۰۰ \times ۰/۱۰ \times ۵۰۰۰)}{(۱۶۸ \times ۱۰۰۰۰)} = -۱/۰۷ \quad (۲۱)$$

$$\eta_{{}_{11}B} = -\frac{(۴۵۰۰ \times ۰/۰۹ \times ۳۰۰۰)}{(۱۵۴ \times ۷۵۰۰)} = -۱/۰۵ \quad (۲۲)$$

مقادیر مطلق به دست آمده برای کشش قیمتی نهاده آب در تولید دو محصول عمده شتوی نزدیک به واحد بوده و حاکی از این است که با تغییر یک درصدی در قیمت آب، شاهد تغییر حدود یک درصدی در میزان تقاضا برای این نهاده در جهت عکس خواهیم بود.

همچنین ارزش اقتصادی آب در تولید دو محصول گندم و جو با استفاده از رابطه ۱۶ و داده‌های جداول ۱ و ۲ به ترتیب به صورت روابط ۲۳ و ۲۴ به دست می‌آید:

$$VMP_{X_{1W}} = ۳۶۰۰ \ (۰/۱۰) \frac{۵۰۰۰}{۱۰۰۰۰} = ۱۸۰ \qquad (۲۳)$$

$$VMP_{X_{1B}} = ۴۵۰۰ \ (۰/۰۹) \frac{۳۰۰۰}{۷۵۰۰} = ۱۶۲ \qquad (۲۴)$$

روابط ۲۳ و ۲۴ حاکی از این است که به کارگیری یک متر مکعب اضافی از نهاده آب در تولید محصولات گندم و جو به ترتیب سبب افزایش درآمد به میزان ۱۸۰ و ۱۶۲ ریال خواهد شد که می‌تواند مبنایی برای ارزش‌گذاری اقتصادی آب در نظر گرفته شود.

نتایج رگرسیون الگوی ۱۷ برای محصولات عمده صیفی منطقه مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است. گفتنی است که رگرسیون اولیه در مورد محصول ذرت علوفه‌ای بر اساس آزمون بروش-گادفری[1]، دچار مشکل خودهمبستگی و در مورد محصول گوجه‌فرنگی با توجه به آزمون وایت، دچار مشکل واریانس ناهمسانی بین اجزای اخلال الگو بود که نتایج ارائه شده در جدول ۳ پس از رفع مشکلات مذکور گزارش گردید. همچنین در مورد محصولات ذرت علوفه‌ای و ذرت دانه‌ای، ضرایب مربوط به نهاده بذر و در مورد گوجه‌فرنگی، ضریب مربوط به نهاده ماشین‌آلات به دلیل معنی‌دار نشدن از الگو حذف گردید. علاوه بر این، نظر به اینکه کشاورزان منطقه معمولاً در کشت محصول گوجه‌فرنگی از کود فسفات استفاده نمی‌کنند، متغیر مربوط به این نهاده در الگو لحاظ نشد. به کارگیری آزمون RESET رمزی نیز بر تصریح صحیح الگو در مورد هر سه محصول صحه گذاشت.

1. Breusch-Godfrey

جدول ۳. نتایج رگرسیون تابع کاب- داگلاس برای محصولات عمده صیفی دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت

		ذرت علوفه‌ای		ذرت دانه‌ای		گوجه‌فرنگی	
	متغیر	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t
$\ln A = C$	عرض از مبدأ	۱۱/۴۷***	۲۲/۹۰	۱۵/۹۴***	۲۵/۶۴	۷/۶۰***	۱۸/۶۸
$\ln X_1$	لگاریتم طبیعی آب	۰/۲۷**	۲/۰۳	۰/۳۱*	۱/۸۷	۰/۲۲*	۱/۶۹
$\ln X_2$	لگاریتم طبیعی کود اوره	۰/۱۹***	۴/۸۱	۰/۱۵*	۱/۷۵	۰/۲۰***	۵/۸۵
$\ln X_3$	لگاریتم طبیعی کود فسفات	۰/۱۱**	۲/۲۰	۰/۰۸**	۲/۲۲	—	—
$\ln X_4$	لگاریتم طبیعی سم	۰/۰۵*	۱/۶۹	۰/۰۸***	۹/۵۴	۰/۱۱*	۱/۷۰
$\ln X_5$	لگاریتم طبیعی بذر	—	—	—	—	۰/۱۰**	۲/۳۱
$\ln X_6$	لگاریتم طبیعی نیروی کار	۰/۰۸*	۱/۹۵	۰/۱۰***	۴/۱۱	۰/۱۹**	۲/۱۸
$\ln X_7$	لگاریتم طبیعی ماشین‌آلات	۰/۱۳*	۱/۹۷	۰/۰۷*	۱/۸۰	—	—
		D.W=۱/۹۶		D.W=۲/۰۵		D.W=۱/۹۲	
		F=۱۰۱/۵۷		F=۹۰/۲۶		F=۹۴/۱۲	
		R^2=۰/۷۲		R^2=۰/۷۰		R^2=۰/۷۶	

مأخذ: یافته‌های پژوهش *، ** و *** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطوح ۱۰، ۵ و ۱ درصد و — بیانگر عدم معنی‌داری و یا عدم استفاده از نهاده مربوط توسط بهره‌برداران می‌باشد.

با توجه به جدول ۳، در مورد محصول ذرت علوفه‌ای، ضریب مربوط به نهاده کود اوره و نیز عرض از مبدأ در سطح ۱ درصد، ضرایب مربوط به نهاده‌های آب و کود فسفات در سطح ۵ درصد و ضرایب مربوط به نهاده‌های سم، نیروی کار و ماشین‌آلات نیز در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار می‌باشد. در مورد ذرت دانه‌ای نیز ضرایب مربوط به نهاده‌های سم و نیروی کار و نیز عرض از مبدأ در سطح ۱ درصد، ضریب مربوط به نهاده کود فسفات در سطح ۵ درصد و ضرایب مربوط به نهاده‌های آب، کود اوره و ماشین‌آلات در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار است. همچنین در مورد محصول گوجه‌فرنگی، ضریب مربوط به نهاده کود اوره و نیز عرض از مبدأ در سطح ۱ درصد، ضرایب مربوط به نهاده‌های بذر و نیروی کار در سطح ۵

درصد و ضرایب مربوط به نهاده‌های آب و سم در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار می‌باشد. معنی‌داری کلی الگو در مورد هر سه محصول نیز با توجه به مقادیر F محاسباتی مورد تأیید قرار گرفت. همچنین مقادیر R^2 برای مدل برآورد شده در مورد محصولات ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی حاکی از این است که متغیرهای توضیحی در مدل‌های مربوط به ترتیب توانسته‌اند ۷۲ درصد، ۷۰ درصد و ۷۶ درصد از تغییرات متغیر وابسته را توضیح دهند.

نظر به اینکه در الگوی کاب- داگلاس ضرایب برآورد شده مربوط به هر نهاده نشان‌دهنده کشش تولید آن نهاده می‌باشد، می‌توان گفت که کشش تولید نهاده آب در مورد محصول ذرت علوفه‌ای معادل با ۰/۲۷ بوده به این مفهوم که با افزایش ۱ درصدی به کارگیری نهاده آب، میزان تولید معادل ۰/۲۷ درصد افزایش می‌یابد. به همین ترتیب، میزان کشش تولید برای محصولات ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی به ترتیب برابر ۰/۳۱ و ۰/۲۲ می‌باشد و از این رو می‌توان انتظار داشت با ۱ درصد افزایش استفاده از آب، میزان تولید این محصولات به ترتیب ۰/۳۱ و ۰/۲۲ درصد افزایش یابد. به طریق مشابه، کشش تولید برای سایر نهاده‌ها قابل تفسیر است.

مجموع کشش‌های تولید نهاده‌ها، که بیانگر بازدهی نسبت به مقیاس است، برای سه محصول ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی به ترتیب معادل ۰/۸۳، ۰/۷۹ و ۰/۸۲ به دست آمده که نتایج آزمون والد، کمتر از ۱ بودن هر یک از آن‌ها و بنابراین نزولی بودن بازدهی نسبت به مقیاس تابع تولید را برای هر یک از سه محصول یاد شده به تأیید رسید.

توابع تقاضای آب برای هر یک از محصولات ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی با به کارگیری رابطه ۹ و استفاده از داده‌های جدول ۳، به ترتیب در روابط ۲۵، ۲۶ و ۲۷ نشان داده شده است:

$$D_{X_{1FC}} = (95798/28P_Y)^{\frac{1}{0.17}}(\frac{0.27}{r_1})^{\frac{0.44}{0.17}}(\frac{0.19}{r_2})^{\frac{0.19}{0.17}}(\frac{0.11}{r_3})^{\frac{0.11}{0.17}}(\frac{0.05}{r_4})^{\frac{0.05}{0.17}}(\frac{0.08}{r_6})^{\frac{0.08}{0.17}}(\frac{0.13}{r_7})^{\frac{0.13}{0.17}} \quad (۲۵)$$

$$D_{X_{1GC}} = (8368624P_Y)^{\frac{1}{0.21}}(\frac{0.31}{r_1})^{\frac{0.52}{0.21}}(\frac{0.15}{r_2})^{\frac{0.15}{0.21}}(\frac{0.08}{r_3})^{\frac{0.08}{0.21}}(\frac{0.08}{r_4})^{\frac{0.08}{0.21}}(\frac{0.10}{r_6})^{\frac{0.10}{0.21}}(\frac{0.07}{r_7})^{\frac{0.07}{0.21}} \quad (۲۶)$$

$$D_{X_{1T}} = (1998.2P_Y)^{\frac{1}{0.18}}(\frac{0.22}{r_1})^{\frac{0.4}{0.18}}(\frac{0.20}{r_2})^{\frac{0.20}{0.18}}(\frac{0.11}{r_4})^{\frac{0.11}{0.18}}(\frac{0.10}{r_5})^{\frac{0.10}{0.18}}(\frac{0.19}{r_6})^{\frac{0.19}{0.18}} \quad (۲۷)$$

چنان‌که از معادلات ۲۵، ۲۶ و ۲۷ برمی‌آید، تقاضا برای نهاده آب در تولید هر سه محصول عمده صیفی با قیمت محصول رابطه مستقیم داشته در حالی که با قیمت آب و قیمت سایر نهاده‌ها رابطه معکوس دارد.

به منظور محاسبه کشش قیمتی تقاضای آب برای سه محصول صیفی مورد نظر می‌توان رابطه ۱۲ و داده‌های جداول ۱ و ۳ را استفاده نمود. کشش قیمتی تقاضای آب برای محصولات ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی به ترتیب در روابط ۲۸، ۲۹ و ۳۰ محاسبه شده است:

$$\eta_{_{11}FC} = -\frac{(۶۵۰ \times ۰/۲۷ \times ۵۵۰۰۰)}{(۱۹۳ \times ۱۷۰۰۰)} = -۲/۹۴ \quad (۲۸)$$

$$\eta_{_{11}GC} = -\frac{(۴۲۷۵ \times ۰/۳۱ \times ۷۰۰۰)}{(۱۹۳ \times ۱۷۰۰۰)} = -۲/۸۳ \quad (۲۹)$$

$$\eta_{_{11}T} = -\frac{(۱۰۰۰ \times ۰/۲۲ \times ۶۰۰۰۰)}{(۲۱۰ \times ۲۱۰۰۰)} = -۲/۹۹ \quad (۳۰)$$

مقادیر کشش قیمتی تقاضای آب برای سه محصول عمده صیفی شامل ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی به ترتیب معادل ۲/۹۴-، ۲/۸۳- و ۲/۹۹- به دست آمد که حاکی از باکشش بودن تقاضا برای آب نسبت به تغییرات قیمت این نهاده در مورد هر سه محصول مورد نظر است. بر این اساس، با ۱ درصد تغییر در قیمت آب، تقاضا برای این نهاده در تولید سه محصول یاد شده به ترتیب روابط، ۲/۹۴، ۲/۸۳ و ۲/۹۹ درصد در جهت عکس تغییر می‌یابد. مقایسه مقادیر محاسباتی کشش قیمتی تقاضای آب برای محصولات صیفی، که توسط روابط ۲۸، ۲۹ و ۳۰ ارائه شده است، با مقادیر متناظر برای محصولات شتوی، که در روابط ۲۱ و ۲۲ به دست آمده است، حاکی از این است که مقادیر مطلق کشش برای محصولات صیفی به میزان قابل ملاحظه‌ای از محصولات شتوی بیشتر بوده و از این رو اتخاذ سیاست‌های قیمتی در کنترل مصرف آب در تولید محصولات صیفی با نتایج موفقیت‌آمیزتری توأم خواهد بود.

ارزش اقتصادی آب را در تولید سه محصول ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی نیز می‌توان با به کارگیری رابطه ۱۶ و داده‌های جداول ۱ و ۳ به ترتیب در قالب روابط ۳۱، ۳۲ و ۳۳ محاسبه نمود:

$$VMP_{X_{1FC}} = ۶۵۰(۰/۲۷)\frac{۵۵۰۰۰}{۱۷۰۰۰} = ۵۶۷/۷۹ \quad (۳۱)$$

$$VMP_{X_{1GC}} = ۴۲۷۵(۰/۳۱)\frac{۷۰۰۰}{۱۷۰۰۰} = ۵۴۵/۶۹ \quad (۳۲)$$

$$VMP_{X_{1T}} = ۱۰۰۰(۰/۲۲)\frac{۶۰۰۰۰}{۲۱۰۰۰} = ۶۲۸/۵۷ \quad (۳۳)$$

ارزش اقتصادی آب برای محصولات ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی به ترتیب معادل ۵۶۷/۷۹، ۵۴۵/۶۹ و ۶۲۸/۵۷ ریال برآورد شد که بیانگر این است با به کارگیری ۱ متر مکعب اضافی نهاده آب در تولید محصولات یاد شده، به درآمد حاصل به ترتیب به میزان ۵۶۷/۷۹، ۵۴۵/۶۹ و ۶۲۸/۵۷ ریال افزوده خواهد شد. مقایسه ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات صیفی مورد نظر که در روابط ۳۱ تا ۳۳ محاسبه شده با مقادیر متناظر برای محصولات شتوی، که توسط روابط ۲۳ و ۲۴ نشان داده شده است، حاکی از این است که ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات صیفی به نحو چشمگیری بیشتر از محصولات شتوی می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف مطالعه حاضر استخراج توابع تقاضا و تعیین ارزش اقتصادی نهاده آب در تولید محصولات عمده شتوی شامل گندم و جو و محصولات عمده صیفی شامل ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی در دشت سیدان- فاروق شهرستان مرودشت بود. استخراج توابع تقاضای آب برای محصولات مورد نظر بیانگر این بود که تقاضا برای آب با قیمت محصول رابطه مستقیم و با قیمت نهاده آب و قیمت سایر نهاده‌های تولید رابطه عکس دارد. مقادیر کشش قیمتی تقاضای آب حاکی از عکس‌العمل متفاوت بهره‌برداران در تقاضای آب برای

محصولات شتوی و صیفی نسبت به تغییرات قیمت بود به گونه‌ای که مقادیر به دست آمده برای کشش قیمتی تقاضای آب برای محصولات شتوی شامل گندم و جو به ترتیب معادل ۱/۰۷- و ۱/۰۵- بوده در صورتی که مقادیر متناظر برای محصولات صیفی شامل ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی به ترتیب برابر با ۲/۹۴-، ۲/۸۳- و ۲/۹۹- بوده است. از این رو، انتظار می‌رود افزایش قیمت‌ها به منظور کاهش تقاضای آب در تولید محصولات صیفی با موفقیت چشمگیرتری همراه باشد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود اتخاذ سیاست‌های قیمتی در راستای کنترل مصرف بی‌رویه آب در مورد محصولات صیفی با اولویت بالاتری مد نظر قرار گیرد. در این خصوص می‌توان قیمت‌های جاری آب را به صورت پلکانی به سمت مقادیر واقعی آن که در این پژوهش برآورد گردیده است، سوق داد. افزون بر این، محاسبه ارزش تولید نهایی حاصل از به کارگیری نهاده آب به عنوان مبنایی برای تعیین ارزش اقتصادی این نهاده گویای این است که ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات صیفی به میزان قابل ملاحظه‌ای نسبت به محصولات شتوی منتخب بیشتر بوده به گونه‌ای که ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی به ترتیب معادل ۵۶۷/۷۹، ۵۴۵/۶۹ و ۶۲۸/۵۷ ریال براورد شده در حالی که مقادیر متناظر برای محصولات گندم و جو به ترتیب برابر با ۱۸۰ و ۱۶۲ ریال بوده است. در نهایت، پیشنهاد می‌شود منابع مالی حاصل از اجرای سیاست‌های قیمتی، به منظور سرمایه‌گذاری هدفمند جهت ارتقای مدیریت منابع آب از جمله توسعه سامانه‌های آبیاری با راندمان بالاتر به کار بسته شده و از جایگزین‌های غیرقیمتی در کنار ابزارهای قیمتی بهره گرفته شود.

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود واجب می‌دانند مراتب سپاسگزاری‌های خود را از جناب آقای ایوب فلاحی، به عنوان یکی از کشاورزان پیشرو در منطقه، به سبب کمک‌های بی‌شائبه‌شان در جمع‌آوری اطلاعات این پژوهش ابراز دارند.

منابع

اداره آمار سازمان جهاد کشاورزی استان فارس. سال‌های مختلف. برآورد نیاز آبی محصولات مختلف.

بوستانی، ف. و محمدی، ح. ۱۳۸۶. بررسی بهره‌وری و تابع تقاضای آب در تولید چغندرقند منطقه اقلید. *چغندرقند*، ۲۳(۲): ۱۸۵-۱۹۶.

تابنده‌تهرانی، ک. ۱۳۸۰. بررسی اقتصادی کاربرد نهاده‌ها در تولید جو (مطالعه موردی: منطقه گرمسار). *جهاد*، ۲۴۵ و ۲۴۴: ۶۸-۷۶.

تهامی‌پور، م.، کرباسی، ع. ر. و دانشورکاخکی، م. ۱۳۸۵. تعیین تابع تقاضای آب در بخش کشاورزی، مطالعه موردی پسته‌کاران شهرستان زرند. *علوم و صنایع کشاورزی*، ۲۰(۱): ۱۱۶-۱۲۲.

شجری، ش.، باریکانی، ا. و امجدی، ا. ۱۳۸۸. مدیریت تقاضای آب با استفاده از سیاست قیمت‌گذاری آب در نخلستان‌های جهرم؛ مطالعه موردی خرمای شاهانی. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۶۵: ۵۵-۷۲.

شرکت سهامی آب منطقه‌ای فارس. ۱۳۹۱. آماربرداری سراسری از منابع و مصارف آب‌های سطحی و زیرزمینی محدوده‌های مطالعاتی زیردست‌سد سیوند (حوضه بختگان) (گزارش محدوده مطالعاتی سیدان- فاروق).

مرکز خدمات کشاورزی سیدان. ۱۳۹۱. گزارش سطح زیرکشت محصولات مختلف.

مهندسین مشاور فارساب صنعت. ۱۳۸۸. مطالعات بهنگام‌سازی اطلس منابع آب حوضه‌ی آبریز دریاچه‌های طشک- بختگان و مهارلو (گزارش بیلان محدوده مطالعاتی سیدان- فاروق).

نجفی، ا. و نجفی، ب. ا. ۱۳۸۹. عوامل مؤثر برتقاضای آب در مزارع پرورش ماهی در استان کهگیلویه و بویراحمد. *اقتصاد کشاورزی*، ۴(۱): ۱۹۱-۲۰۷.

واریان، ه. ۱۳۸۷. تحلیل اقتصاد خرد. ترجمه رضا حسینی. تهران: نشر نی.

Al-Juaidi, A. E. 2009. Water allocation for agricultural use considering treated wastewater, public health risk, and economic Issues. Ph.D dissertation in

civil and environmental engineering. School of Graduate Studies. Utah State University.

Angeles, G. L. G. 2011. Sustainable water management in Ciudad Juarez. Ph.D dissertation. Arizona State University.

Barelli, P. and Pessoa, S. D. A. 2003. Inada conditions imply that production function must be asymptotically Cobb–Douglas. *Economics Letters*, 81: 361-363.

Cobb, C. W. and Douglas, P. H. 1928. A theory of production. *American Economic Review*, 1: 139-165.

Davidson, B. and Hellegers, P. 2011. Estimating the own-price elasticity of demand for irrigation water in the Musicatchment of India. *Journal of Hydrology*, 408: 226–234.

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. UK, pp: 55-67.

Ding, Y. 2005. The choices of irrigation technologies and groundwater conservation in the Kansas High Plains: A dynamic analysis. Ph.D dissertation in agricultural economics. College of Agriculture. Kansas State University.

Douglas, P. H. 1948. Are there laws of production?. *American Economic Review*, 38: 1-41.

English, M. J., Solomon, K. H. and Hoffman, G. J. 2002. A paradigm shift in irrigation management. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 128(5): 267-277.

Fan, S. 2000. Research investment and the economic returns to Chinese agricultural research. *Journal of Productivity Analysis*, 14: 163–182.

Gollehon, N. and Quinby, W. 2004. Irrigation resources and water. USDA Economics Research Service. Available at: http://www.ers.usda.gov/ publications/AREI/EIB 16/Chapter2/2.1/.

Gordon, D. 2001. Incorporating environmental costs into an economic analysis of water supply planning: a case study. M.Sc thesis in resource management. School of Resource and Environmental Management. Simon Fraser University.

Heady, E. O. and Dillon, J. L. 1961. Agricultural production functions. Kalyani publishers. Ludhiana. India.

Houk, E. and Taylor, G. 2000. Valuing the characteristics of irrigation water in the platte. Western Agricultural Economics Association Annual.

Houk, E. E. 2003. Economic assessment of water management in agriculture: Managing salinity and waterlogging in the Arkansas River Basin and environmental water shortages in the Platte River Basin. Ph.D dissertation in agricultural and resource economics. Colorado State University.

Intriligator, M. D., Bodkin, R. G. and Hsiao, C. 1996. Econometric models, techniques, and applications. second edition. Upper Saddle River: Prentice Hall. USA.

Iyyapazham, S. 2007. Managing water resources in agriculture and watersheds: Modeling using GIS and dynamic simulation. Ph.D dissertation in natural resources conservation. The University of Massachusetts Amherst.

Kaneda, H. 1982. Specification of production functions for analyzing technical change and factor inputs in agricultural development. *Journal of Development Economic*s, 11: 97-108.

Karigomba, W. 2009. A spatial optimization approach to watershed water quality management: a case study of the Opequon Wateshed. Ph.D dissertation in natural resource economics. the Davis College of Agriculture, Natural Resources, and Design. West Virginia University.

Khawam, W. 2004. Water demand management in the Caribbean: A case study of Barbados. Thesis in civil engineering and applied mechanics. McGill University.

Leenhardt, D., Trouvat, J. L., Gonzalès, G., Pérarnaud, V., Prats, S. and Bergez, J. E. 2004. Estimating irrigation demand for water management on a regional scale: I. ADEAUMIS, a simulation platform based on bio-decisional modelling and spatial information. Agricultural Water Management, 68(3): 207-232.

Liner, B. 2009. Goal programming for sustainability in total water management. Ph.D dissertation in civil, environmental, and infrastructure engineering. George Mason University.

Mesa-Jurdao, M. A., Piston, J. M., Giannoccaro, G. and Berbel, J. 2008. Irrigation water value scenarions for 2015: Application to Guadalquivir river. 107th EAAE Seminar. Seville. Spain.

Mullen, J. D., Yu, Y. and Hoogenboom, G. 2009. Estimating the demand for irrigation water in a humid climate: A case study from the southeastern United States. *Agricultural Water Management*, 96: 1421–1428.

Muralidharan, D. 2008. Microeconomics of water management: Spatial dynamics and sustainability. Ph.D dissertation in economics. University of California. Riverside.

Nelson, M. A. 2005. Optimal management of a groundwater resource with allowance for backstop technologies. Ph.D dissertation in economics. Washington State University.

Nerlove, M. 1965. Estimation and identification of Cobb-Douglas production functions. North-Holland Publishing Company. Amsterdam.

OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). 2009. Managing water for all: An OECD perspective on pricing and financing. OECD. Paris. Available at: http://www.oecd.org.

Pfister, S., Bayer, P., Koehler, A. and Hellweg, S. 2011. Projected water consumption in future global agriculture: Scenarios and related impacts. Science of the Total Environment (Article in press). Available at: http://www.ScienceDirect.com.

Pongkijvorasin, S. 2007. Stock-to-stock externalities resources in renewable resource economics: watersheds, conjunctive water use, and mud. Ph.D dissertation in economics. University of Hawai‘i.

Samuelson, P. A. 1979. Paul Douglas measurement of production functions and marginal productivities. *Journal of Political Economy,* 87: 923-939.

Schaible, G. and Aillery, M. 2006. Irrigation water management. USDA Economic Research Service. Available at: http://www.ers.usda.goy/ Publications/AREI/EDS 16/Chapter4/4.6A.

Scheaffer, R. L., Mendenhall, W. and Ott, L. 1996. Elementary survey sampling. Duxbury press. U. S. A.

Shah, A. 2007. Water and development, global issues: Social, political, economic and environmental issues that affect Us all. Available at: http://www.globalissues.org/article/601/water-and-development.

Shiklomanov, I. A. 2000. Appraisal and assessment of world water resources. *Water International,* 25(1): 11-32.

Stratton, S. E. 2008. Groundwater management with heterogeneous users: Political and economic perspectives. Ph.D dissertation in agricultural and resource economics. University of California. Berkeley.

Svadlenka, R. 2008. The emerging water crisis and its implications for global food security. Available at: http://www.worldhungeryear.org/whv speaks/ws load.asp?file=13&stvle=ws table.

The World Bank Water Research Team. 1993. The demand for water in rural areas: Determinants and policy implications. *The World Bank Research Observer*, 8(1): 47-70.

UNDP (United Nations Development Program). 2006. Human development report, 2006. beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis. United Nations Development Program. NY. Available at: http://hdr.undp.org/en/media/hdr06-complete.pdf. Accessed 05-02-09

UNESCO (United Nations). 2006. Water: A shared responsibility. Available at: http://www.loc.gov/catdir/toc/fy0710/2006299804.html.

United Nations. 2006. Coping with water scarcity: A strategic issue and priority for systemwide action. Available at: www.unwater.org.

Wada, C. A. 2010. Optimal and sustainable groundwater managemnent: Multiple aquifers, watershed conservation, and water recycling. Ph.D dissertation in economics. University of Hawai‘i.

Walters, A. A. 1963. Production and cost functions: An econometric survey. *Econometrica*, 31: 1-66.

World Bank. 2009. Water Supply and Sanitation. Available at: http://web.worldbank.org/.