

## ارزیابی راندمان مالی کشاورزان با تکیه بر تعیین ارزش اقتصادی آب

محمد علی اسماعیلی موخر فردویی<sup>۱</sup>، کیومرث ابراهیمی<sup>۲\*</sup>، شهاب عراقی نژاد<sup>۳</sup> و عبدالحسین هورفر<sup>۴</sup>

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشگاه تهران

دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران،

دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران،

استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران،

(تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۱۸ - تاریخ تصویب: ۹۴/۵/۱۸)

### چکیده

بخش کشاورزی بیشترین مصرف آب را به خود اختصاص داده است. از این رو، تعیین ارزش اقتصادی آب به عنوان یک کالای اقتصادی و راندمان مالی کشاورزان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف اصلی مقاله حاضر تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی و راندمان مالی کشاورزان در شهرستان خنداب از استان مرکزی است. برای این منظور محاسبه میزان عملکرد محصولات زراعی گندم، جو، یونجه و ذرت یک مدل ریاضی بومی استفاده شد. قیمت آب کشاورزی از سه روش وزن‌دهی بر اساس حجم آب مصرفی، مساحت زیرکشت و درآمد حاصل از هر محصول به دست آمد. در بین روش‌های مذکور، روش وزن‌دهی بر اساس حجم آب مصرفی به عنوان مناسب‌ترین روش انتخاب شد. راندمان مالی کشاورزان برای سه حالت، آب رایگان، دریافت ۱۰ درصد قیمت محاسبه شده و دریافت تمام قیمت آب از کشاورز محاسبه شد. نتایج نشان داد که حساسیت راندمان مالی به تغییرات درآمدها بیشتر از تغییر در میزان هزینه‌ها می‌باشد. همچنین، نتایج نشان داد که راندمان آبیاری و راندمان مالی در همه موارد هم راستا نیستند. در صورت دریافت ۱۰ درصد قیمت محاسبه شده آب از کشاورز، امکان اجرای سیستم آبیاری تحت فشار فراهم خواهد شد و راندمان مالی کشاورزان نیز افزایش خواهد یافت.

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری تحت فشار، ارزش اقتصادی آب، عملکرد گیاه، راندمان مالی

کشاورزان، مدل ریاضی.

منابع آب کشور روز به روز بحرانی‌تر می‌شود. موسسه بین‌المللی مدیریت آب (IWMI) اعلام کرد که ۷۵ درصد نیاز ایران از طریق زمین‌های زیر پوشش آبیاری تأمین می‌شود و ایران در آینده نزدیک دچار بحران

مقدمه حدود ۷۳ درصد از وسعت کشور را مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل می‌دهد. میانگین بلند مدت بارندگی در کشور ایران کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر در سال می‌باشد. از طرفی این میزان بارندگی توزیع زمانی و مکانی مناسبی ندارد (Iran Water Resources Management Company, 2015). از طرفی وضعیت

1. International Water Management Institute

راندمان اقتصادی و راندمان آبیاری با یکدیگر کاملاً هم راستا نیستند. Dehghanpour et al. (2012) نشان دادند که در بین توابع تولید مختلف جهت تعیین ارزش اقتصادی آب برای محصول گندم، تابع لئونتیف مناسب‌تر می‌باشد. همچنین، ارزش اقتصادی آب و قیمت تمام شده آن را برای هر متر مکعب آب ۹۹۷/۵ و ۵۳۰/۸ ریال محاسبه کردند و اعلام کردند که استفاده از سیاست‌های قیمت‌گذاری، ابزاری دقیق و مناسب جهت کاهش مصرف آب می‌باشد و یکی از دلایل اصلی عدم صرفه‌جویی در مصرف آب در بخش کشاورزی، اختلاف زیاد بین ارزش اقتصادی و قیمت تمام شده آب می‌باشد. Chimeh et al. (2014) در تحقیقی با استفاده از مدل ریاضی Omid & Ebrahimi (2012) به تعیین ارزش اقتصادی آب در دشت قزوین پرداختند و راندمان اقتصادی آب آبیاری را محاسبه کردند. نتایج ایشان نشان داد که در میان روش‌های مختلف تعیین ارزش اقتصادی آب، تعیین قیمت آب بر اساس روش محصول-وزن‌دهی حجم آب مصرفی مناسب‌تر است. آنها توصیه کردند سیاست‌های قیمت‌گذاری مختلف که توانایی پرداخت کشاورزان و همچنین افزایش کارایی آب را نیز مد نظر قرار می‌دهد به کارگرفته شود. محققین غیر ایرانی نیز توجه ویژه‌ای به تعیین ارزش اقتصادی آب داشته‌اند بطور مثال: Doppler et al. (2002) در کرانه رود اردن به بررسی تأثیر راهبردی قیمت آب در تخصیص بهینه آب آبیاری پرداختند. ایشان برای این منظور از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی استفاده و قیمت جاری آب را در زمان تحقیق ۰/۰۲۴ دلار برآورد کردند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که تعیین قیمت و تخصیص بهینه آب می‌تواند درآمد کشاورزان منطقه را افزایش و ریسک آن را کاهش دهد. Rogers et al. (2002) معتقدند که سیاست‌های قیمت‌گذاری منابع آب می‌تواند به حفاظت و پایداری آن کمک کند و اگر قیمت منابع آب با در نظر گرفتن ارزش واقعی آب و میزان هزینه تأمین آن تعیین شود، مصرف آب در بین مصرف‌کنندگان بهینه خواهد شد. George et al. (2011) با استفاده از مدل‌سازی یکپارچه جهت برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب که جهت بررسی سیاست‌های جایگزین تخصیص منابع آب توصیف شده بود اقدام به

فیزیکی آب خواهد شد (Molden, 2007). موارد فوق بیانگر ضرورت انجام اقدامات لازم در جهت افزایش بهره‌وری آب می‌باشد، اما به دلیل مشکلاتی مانند عدم آگاهی دقیق کشاورزان از وضعیت بحرانی منابع آب کشور ارزان و در دسترس بودن آب، تلاش چندانی برای افزایش راندمان آبیاری توسط کشاورزان صورت نمی‌گیرد (Chit chian, 2014 ; Abbasi et al., 2012). با این وجود اهمیت مقابله با بحران آب و افزایش بهره‌وری آن بیشتر می‌شود. از جمله اقداماتی که در راستای توسعه پایدار و استفاده بهینه از منابع آب باید مورد توجه مدیران ذیربط قرار گیرد، تعیین ارزش اقتصادی آب و لحاظ این نکته که نه تنها آب یک کالای مصرفی نیست بلکه یک کالای اقتصادی است. قیمت واقعی آب ابزاری است که احساس کمبود آب را از بلند مدت به کوتاه مدت تبدیل می‌کند (Abdullahi Ezzatabadi & Javanshah, 2007). از سویی ادامه روند تعیین غیر واقعی و غیر اقتصادی قیمت آب روند افزایش مصرف و هدر رفت بی‌رویه را تشدید خواهد کرد (Ghafari, 1998). در قانون برنامه چهارم توسعه بند ج، ماده ۱۷ نیز به طور ویژه‌ای بر ارزش‌گذاری آب تأکید شده و در واقع سیاست‌گذار را به دخالت دادن ارزش اقتصادی آب (در هر یک از حوضه‌های آبریز کشور) در تصمیم‌گیری‌های خود در راستای تأمین و تخصیص آب موظف کرده است (Tahamipour, 2014). در طول چند سال گذشته، تلاش‌های زیادی در بخش اقتصاد کشاورزی و مدیریت منابع آب در راستای تعیین ارزش اقتصادی آب به عنوان یک کالای اقتصادی صورت گرفته است. در ادامه به مواردی از این تحقیقات اشاره شده است. Keramat zadeh et al. (2006) مطالعه‌ای را روی اراضی زیردست سد بارزو شیروان با استفاده از الگوی کشت بهینه تلفیقی زراعت و باغداری انجام دادند و ارزش اقتصادی آب را برای ماه‌های فروردین، تیر، شهریور و آبان به ترتیب برابر با ۸۸۰، ۴۷۰، ۴۷۲ و ۵۹۵ ریال برای هر متر مکعب برآورد نمودند. Omid (2012) & Ebrahimi در تحقیقی به تعیین ارزش اقتصادی آب برای تولید محصولات خرما و لیمو ترش در استان کرمان پرداختند؛ سپس راندمان اقتصادی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که

مشخصات فیزیولوژیکی گیاه می‌باشد (Omidi & Ebrahimi., 2012) به محاسبه میزان عملکرد هر محصول در منطقه پرداخته شد. با کاربست این مدل، برآزشی مناسب از میزان عملکرد محصول در دشت خنداب از استان مرکزی بدست آمد، که نتایج حاصل از آن در تعیین ارزش اقتصادی آب برای دشت مورد نظر استفاده شد. با استفاده از نتایج مدل ریاضی به کار برده شده در این تحقیق و داده‌های موجود، راندمان مالی و تحلیل حساسیت آن نسبت به تغییر درآمد و هزینه‌های کشاورزان نیز مورد بررسی قرار گرفت. از مزیت‌های این مقاله تخمین میزان عملکرد گیاه با استفاده از مدل‌سازی و همچنین، بررسی شرایط راندمان مالی کشاورزان پس از اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار می‌باشد.

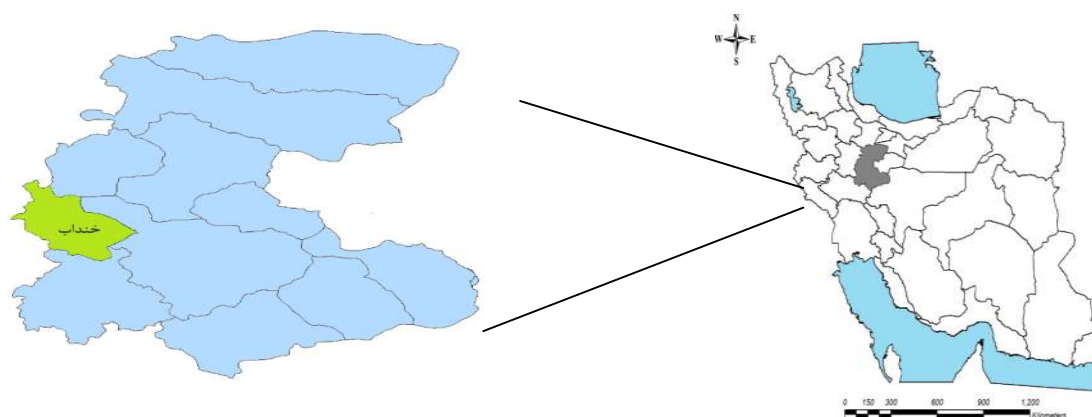
### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه

تحقیق حاضر در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در دشت خنداب از استان مرکزی صورت گرفت. منطقه خنداب در غرب استان مرکزی و در فاصله ۵۸ کیلومتری شهر اراک و در طول ۳"، ۱۱'، ۴۹° شرقی و در عرض ۳۴"، ۲۳'، ۳۴° شمالی واقع شده است. میزان سطح زیر کشت انواع محصولات زراعی در این منطقه و در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ برابر با ۲۴۷۹۶ هکتار بوده است که از این میزان ۱۷۴۸۸ هکتار از اراضی را محصولات آبی و باقیمانده آن زیر کشت دیم بود. در میان ۱۷۴۸۸ هکتار محصول آبی، حدود ۸۰ درصد از اراضی زیر کشت چهار محصول گندم، جو، یونجه و ذرت علوفه‌ای بود. در شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان مرکزی نسبت به کل کشور نشان داده شده است.

تعیین قیمت آب در ۴ منطقه در حوضه کریشنا در کشور هند مورد استفاده قرار گرفت آنها در نهایت اعلام کردند رقابت آب در این منطقه بسیار شدید است و قیمت آب در این ۴ منطقه ۰/۲۸، ۰/۲۴، ۰/۲۴ و ۰/۶۱ دلار محاسبه کردند. آنها بیان داشتند شیوه‌های کشاورزی نامناسب و عدم وجود مدیریت منابع آب معقول منجر به افزایش تقاضای آب می‌شود. همچنین Hosni et al. (2014) ضمن معرفی کردن آب به عنوان یک عامل محدود کننده توسعه اجتماعی و اقتصادی اعلام کردند که جهت توسعه پایدار نیازمند مدیریت مناسب می‌باشد و بیان داشتند تعیین ارزش اقتصادی آب یک عامل مهم در اتخاذ تصمیم مناسب برای تخصیص منابع آب به بخش‌های مختلف می‌باشد و نتایج نشان داد که تغییر صحیح الگوی کشت منطقه مورد مطالعه قیمت آب برای هر متر مکعب را از ۰/۸۸ به ۰/۹۲ LE (پوند مصر) افزایش داده است. همه موارد بیان شده، جایگاه و اهمیت دیدگاه اقتصادی و تعیین ارزش اقتصادی آب در حفظ منابع آب موجود و افزایش بهره‌وری آب و توسعه اقتصادی و اجتماعی یک منطقه را بیان می‌کند.

هدف این مقاله تعیین ارزش اقتصادی آب در منطقه شهرستان خنداب با استفاده از یک مدل ریاضی و بعد از آن بررسی راندمان مالی کشاورزان بر اساس قیمت‌های محاسبه شده است. در نهایت، پس از تعیین قیمت و محاسبه راندمان مالی کشاورزان، به بررسی و تحلیل حساسیت راندمان مالی کشاورزان تحت دو سناریو کاهش درآمدها و افزایش هزینه‌ها پرداخته شد. در مطالعات معرفی شده در بالا، جهت جمع‌آوری اطلاعات تولید محصولات از تکمیل پرسشنامه توسط کشاورزان استفاده شده است اما در این پژوهش با استفاده از یک مدل ریاضی که مبتنی بر روش بوم‌شناسی و شرایط آب و هوایی منطقه می‌باشد، و همچنین دربردارنده



شکل ۱- موقعیت شهرستان خنداب در استان مرکزی و نقشه کشوری

اصلی این مقاله، تعیین قیمت نهاده آب است و طبق رابطه (۱)، قیمت آب و قیمت محصول ارتباط خطی با یکدیگر دارند. بنابراین باید میزان محصول تولیدی هر گیاه، برای رقم کشت شده در منطقه در شرایط ایده‌آل (عدم وجود محدودیت و تنش برای گیاه)، محاسبه شود. میزان عملکرد بالقوه هر محصول نیز براساس میزان عملکرد گیاه میناء و اعمال ضرایب تصحیح محاسبه می‌شود. میزان عملکرد گیاه مینا از رابطه (۲) به دست آمد (De Wit et al., 1978).

$$Y_o = (F \times y_o) + [(1-F) \times y_c] \quad (2)$$

در این رابطه  $Y_o$ : عملکرد محصول گیاه مینا بر حسب کیلوگرم در هکتار در روز می‌باشد،  $F$ : درصد ابرناکی هوا در منطقه و برای طول دوره رشد گیاه می‌باشد و نهایتاً  $y_o$  و  $y_c$ : به ترتیب میزان عملکرد گیاه در شرایط هوای ابری و در شرایط هوای صاف می‌باشد. پس از محاسبه مقدار  $Y_o$  ضرایب زیر اعمال می‌شود:

**ضریب تصحیح قسمت برداشت شده محصول (CH)**

به طور کلی از هر گیاه بسته به نوع آن، ماده خشک مثل دانه، قند و یا روغن برداشت می‌شود که نسبت کل ماده خشک خالص تولید شده به میزان ماده خشک برداشت شده را به عنوان شاخص تولید نشان می‌دهند.

**ضریب تصحیح توسعه محصول طی زمان و سطح**

**برگ (CL)**

سرعت رشد در اوایل و اواخر دوره رشد گیاهان آرام و در اواسط دوره سریع می‌باشد به طوریکه متوسط رشد

محاسبات تعیین قیمت آب بر اساس نوع محصول، با استفاده از مدل تهیه شده توسط (Omidi et al., 2009) در محیط برنامه‌نویسی *FORTRAN90* انجام شد. ابتدا مدل برای منطقه مورد مطالعه و محصولات مورد نظر تکمیل و توسعه داده شد. در بخش ورودی مدل، اطلاعات هواشناسی و اطلاعات مربوط به محصولات و قیمت آنها به مدل داده شد. در بخش محاسبات نیز تمامی روابط و چگونگی روش قیمت‌گذاری آب در مدل بیان شد و در نهایت قیمت آب برای هر گیاه محاسبه شد.

در مقاله حاضر داده‌های مربوط به سطح زیر کشت محصولات و هزینه‌های لازم برای کشت در واحد هکتار آنها برای سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ از سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی دریافت گردید. در تعیین قیمت آب مبتنی بر نوع محصول، باید مقدار تولید محصولات کشاورزی و نسبت تولید محصول به مقدار آب مصرفی مشخص شود.

رابطه (۱) برای محاسبه قیمت نهاده آب براساس نوع محصول به کار گرفته شد (Agudelo, 2001).

$$p_w = p_Y \times \frac{\partial Y}{\partial w} \quad (1)$$

در این رابطه  $Y$ : محصول تولیدی،  $w$ : نهاده آب مصرفی برای تولید محصول زراعی،  $\frac{\partial Y}{\partial w}$  و  $p_w$ : به ترتیب تولید نهایی و ارزش تولید نهایی نهاده آب در تولید محصول مربوطه می‌باشد. از آنجایی که هدف

گیاه در طول روز می‌باشد که با ضرب کردن طول دوره رشد و مساحت تحت کشت مقدار آب مصرفی در مزرعه بدست آمد.

$$ET_m = K_c \times ET_o \quad (۴)$$

در رابطه (۴)  $ET_m$ : تبخیر و تعرق گیاه مورد نظر،  $K_c$ : ضریب گیاهی و  $ET_o$ : نیز تبخیر و تعرق گیاه مبنا می‌باشد.

$$\left( \frac{\partial y_a}{\partial w_a} \right) \text{ میزان عملکرد واقعی}$$

پس از محاسبه عملکرد محصولات در منطقه، به محاسبه عملکرد واقعی یعنی میزان محصولی که به ازای مصرف واقعی آب توسط گیاه تولید می‌شود، پرداخته شد. واکنش عملکرد در مقابل مصرف آب از لحاظ کمی تحت عنوان ضریب واکنش عملکرد بیان می‌گردد که رابطه نسبی میان کاهش عملکرد محصول  $(1 - \frac{Y_a}{Y_m})$  به کاهش نسبی تبخیر و تعرق  $(1 - \frac{ET_a}{ET_m})$  را بیان می‌کند و با نماد  $(K_y)$  نشان داده می‌شود. همانطور که در رابطه (۱) مشاهده شد، تعیین ارزش اقتصادی نهاده آب نیازمند محاسبه عملکرد واقعی آب می‌باشد. که با مشتق گیری از رابطه  $(K_y)$  روابط (۵) و (۶) به دست می‌آید (Doorenbos & Kassam., 1979).

$$(1 - \frac{Y_a}{Y_m}) = K_y \times (1 - \frac{ET_a}{ET_m}) \quad (۵)$$

$$\frac{\partial Y_a}{\partial ET_a} = \frac{K_y \times Y_m}{ET_m} \quad (۶)$$

رابطه (۶) را می‌توان به صورت شکل ارائه شده در رابطه (۷) نیز نمایش داد (Doorenbos & Kassam., 1979):

$$\frac{\partial Y_a}{\partial W_a} = \frac{K_y \times Y_m}{ET_m} \quad (۷)$$

#### تعیین قیمت محصولات

قیمت محصولات مورد مطالعه بر اساس قیمت اعلام شده توسط دفتر نظارت راهبردی نهاد ریاست جمهوری و بازار محصولات در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ به دست آمد که در جدول (۲) ارائه شده است.

گیاه، حدود ۵۰ درصد رشد حداکثر است. از سوی دیگر برای گیاه مبنا سطح فعال برگ ۵ برابر سطح زمین فرض شده است. وقتی شاخص سطح برگ (LAI) از این مقدار کمتر باشد ضریبی به عنوان ضریب تصحیح، در رابطه (۲) ضرب می‌گردد. در جدول (۱) مقادیر متناسب با هر سطح از شاخص مشاهده می‌شود.

جدول ۱- ضریب تصحیح توسعه محصول در طی زمان و سطح برگ

شاخص سطح برگ LAI	۱	۲	۳	۴	۵
ضریب تصحیح CL	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۸	۰/۱

مأخذ: (Chimeh et al., 2014)

#### ضریب تولید ماده خشک محصول (CN)

تولید مداوم ماده خشک در طول دوره رشد نیازمند انرژی می‌باشد که به این انرژی، تنفس گفته می‌شود و این انرژی باعث رشد مجدد می‌شود. مقدار این انرژی برای هوا با میانگین درجه حرارت کمتر از ۲۰ درجه سلسیوس (خنک)، برابر با ۰/۶ و برای هوا با میانگین دمایی بیشتر از ۲۰ درجه سلسیوس (گرم)، برابر با ۰/۵ می‌باشد.

پس از اعمال ضرایب، سرعت تولید ماده خشک برای گیاهان مورد نظر با شرایط آب و هوایی منطقه بر حسب کیلوگرم در هکتار در روز به دست می‌آید. برای محاسبه تولید نهایی محصول لازم است طول دوره رشد گیاه به عنوان ضریبی دیگر در رابطه (۲) ضرب شود. شکل نهایی رابطه مورد نظر طبق رابطه (۳) به دست می‌آید. (Omidi & Ebrahimi., 2012)

$$Y_{mp} = CH \times CN \times CL \times G \times (F \times y_o) + [(1 - F) \times y_c] \quad (۳)$$

#### محاسبه میزان تبخیر و تعرق ( $ET_m$ )

پس از جمع آوری داده‌های هواشناسی لازم، با استفاده از نرم‌افزار Cropwat نسخه ۸ اقدام به محاسبه میزان تبخیر و تعرق مرجع در منطقه مورد مطالعه شد و با استفاده از رابطه (۴) تبخیر و تعرق هر گیاه به دست آمد. مقدار محاسبه شده با رابطه (۴) میزان آب مصرفی

تعیین راندمان مالی کشاورزان در حالت راندمان آبیاری ۴۰ درصد که طبق استعلام صورت گرفته از سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی راندمان فعلی آبیاری سنتی این استان می‌باشد و همچنین راندمان آبیاری ۷۰ درصد که هدف وزارت جهاد کشاورزی در دهه اخیر است (Haji agha alizadeh et al., 2005) از رابطه (۹) استفاده شد:

$$E = \frac{B_{total}}{C_{total}} \quad (9)$$

در رابطه (۹) E: بیانگر راندمان مالی،  $B_{total}$  کل درآمد حاصل بر حسب ریال و  $C_{total}$  کل هزینه صورت گرفته بر حسب ریال می‌باشد. جهت تحلیل حساسیت محاسبات صورت گرفته، حالت افزایش ۱۰ درصدی هزینه‌ها و کاهش ۱۰ درصدی درآمدها مورد بررسی قرار گرفت و با یکدیگر مقایسه شدند.

### نتایج

نتایج اجرای مدل مربوط به میزان عملکرد هر محصول در منطقه و همچنین وزن اختصاص یافته برای هر گیاه در سه روش وزن‌دهی بیان شده، به صورت ارائه شده در جدول (۳) به دست آمد. پس از اعمال وزن‌دهی بر روی قیمت‌های به دست آمده برای آب، میانگین قیمت آب در منطقه به صورت نتایج نمایش داده شده در جدول (۴) به دست آمد. که در تمامی روش‌های وزن‌دهی محصول ذرت علوفه‌ای کمترین و محصول جو بیشترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند. هرچند کمترین میزان سطح کشت و قیمت فروش مربوط به ذرت علوفه‌ای به میزان ۱/۹ درصد و ۲،۰۰۰ ریال است؛ اما به علت عملکرد بالا، میزان درآمد حاصل از این محصول ۶/۲۲ درصد از کل درآمد منطقه را در بر گرفته است.

جدول ۲- قیمت محصولات در سال زراعی ۹۳-

۱۳۹۲	
محصول	قیمت (ریال بر کیلوگرم)
گندم	۱۰،۵۰۰
جو	۷،۸۰۰
یونجه	۶،۴۷۵
ذرت	۲،۰۰۰
علوفه‌ای	

### تعیین دمای میانگین

میانگین دمای منطقه در طول دوره کشت هر محصول، با استفاده از اطلاعات دریافت شده از سازمان هواشناسی و همچنین تقویم زراعی تهیه شده توسط جهاد کشاورزی استان مرکزی برای هر گیاه محاسبه شد.

### تعیین میانگین قیمت آب

جهت تعیین میانگین قیمت آب در منطقه برای هر چهار محصول، سه روش وزن‌دهی بر اساس مساحت تحت کشت، میزان آب مصرفی و میزان درآمد حاصل از هر محصول به کار گرفته شد. بر اساس هر یک از این روش‌ها وزن مربوط به هر گیاه محاسبه می‌شود و بعد از آن با استفاده از وزن تعلق گرفته به هر محصول میانگین قیمت آب در منطقه محاسبه شد.

نتایج به دست آمده، مبنای ارزیابی و مقایسه روش‌های قیمت‌گذاری با یکدیگر قرار گرفت.

### تعیین راندمان مالی کشاورزان

ابتدا تمامی هزینه‌ها و درآمدها بر اساس رابطه (۸) Masoudi (2009) برای یک دوره ۲۵ ساله، به روز رسانی شد سپس راندمان مالی کشاورزان برای این دوره محاسبه شد.

در رابطه (۸) F: ارزش پول در آینده، P: ارزش پول در حال حاضر، i: نرخ بهره حاکم بر بازار و n: تعداد سال‌های مورد نظر است. در این مقاله نرخ بهره ۲۲ درصد، که در سال ۱۳۹۳ برای سپرده‌های یک‌ساله اعلام شده بود، مورد استفاده قرار گرفت. همچنین برای

جدول ۳- قیمت محصول و قیمت محاسبه شده آب دشت خنداب

محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	قیمت محصول (ریال بر کیلوگرم)	درصد وزنی درآمد	درصد وزنی آب مصرفی	درصد وزنی مساحت
گندم	۳،۴۵۰	۴،۸۲۵	۱۰،۵۰۰	۲۷/۱۳	۲۷/۲۸	۲۴/۴۰
جو	۶،۲۰۰	۴،۹۹۱	۷،۸۰۰	۳۷/۴۶	۴۸/۷	۴۳/۸۲
یونجه	۴،۲۲۷	۶،۸۶۸	۶،۴۷۵	۲۹/۱۸	۲۲/۱۵	۲۹/۸۸
ذرت علوفه ای	۲۷۰	۷۴،۲۴۰	۲،۰۰۰	۶/۲۲	۱/۸۶	۱/۹

جدول ۴- قیمت آب محاسبه شده برای دشت خنداب

منطقه	قیمت آب بر اساس روش محصول - وزن دهی مساحت تحت کشت (ریال بر متر مکعب)	قیمت آب بر اساس روش محصول - وزن دهی حجم آب مصرفی (ریال بر متر مکعب)	قیمت آب بر اساس روش محصول - وزن دهی درآمد محصول (ریال بر متر مکعب)	مساحت تحت کشت (هکتار)	کل حجم آب مصرفی خالص (میلیون متر مکعب)
خنداب	۶۷۰۸/۳	۶۴۴۷/۴	۸۵۶۳/۵	۱۴،۱۴۷	۷۴/۴

آبیاری در تعیین آب‌بها، از این روش در تعیین راندمان مالی برای سه حالت؛ آب رایگان، دریافت ۱۰ درصد از آب‌بها محاسبه شده و تمام آب‌بها محاسبه شده استفاده شد. این کار برای دو راندمان آبیاری ۴۰ و ۷۰ درصد و برای یک دوره ۲۵ ساله با در نظر گرفتن هزینه‌های تعمیرات و تجهیزات، صورت گرفت که نتایج آن در جدول‌های (۵) و (۶) ارائه شده است.

همانطور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود در میان نتایج محاسبه شده برای قیمت آب در منطقه، بیشترین آب‌بها محاسبه شده برای روش محصول با وزن‌دهی درآمد به میزان ۸۵۶۳/۵ ریال و کمترین مقدار هم مربوط به روش محصول با وزن‌دهی حجم آب مصرفی به میزان ۶۴۴۷/۴ ریال می‌باشد. به دلیل ارزان و مقرون به صرفه بودن حالت وزن‌دهی حجم آب مصرفی برای کشاورز و همچنین عدم تاثیر راندمان

جدول ۶- قیمت آب و راندمان مالی در دشت خنداب با راندمان ۷۰ درصد آبیاری

ردیف	مساحت تحت کشت منطقه (هکتار)	راندمان آبیاری	نرخ بهره	حجم آب مصرفی (میلیون متر مکعب)
	۱۴،۱۴۷	٪۷۰	٪۲۲	۱۰۴/۶۰۱
	حالت	روش	قیمت آب (ریال)	راندمان
۱	عادی	رایگان	۰	۲/۰۴
		٪۱۰ قیمت محاسبه شده	۶۴۴۷/۴	۱/۷۰
		قیمت محاسبه شده	۶۴۴۷/۴	۰/۶۶
۲	کاهش ٪۱۰ درآمدها	رایگان	۰	۱/۸۴
		٪۱۰ قیمت محاسبه شده	۶۴۴۷/۴	۱/۵۲
		قیمت محاسبه شده	۶۴۴۷/۴	۰/۶۰
۳	افزایش ٪۱۰ هزینه‌ها	رایگان	۰	۱/۸۷
		٪۱۰ قیمت محاسبه شده	۶۴۴۷/۴	۱/۵۷
		قیمت محاسبه شده	۶۴۴۷/۴	۰/۶۴

نتایج جدول‌های (۵) و (۶) نشان می‌دهد که راندمان آبیاری و راندمان مالی در شرایطی که آب به صورت رایگان در اختیار کشاورز قرار داشته باشد همراستا نیستند به طوری که راندمان مالی برای آبیاری با راندمان ۴۰ درصد برابر با ۲/۲۶ و برای آبیاری با راندمان ۷۰ درصد تحت شرایط اجرای سامانه‌های تحت فشار ۲/۰۴ می‌باشد؛ زیرا در شرایطی که کشاورز به ازای مصرف آب هزینه‌ای را پرداخت نمی‌کند یا مبالغ اندکی را پرداخت می‌کند، اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار و افزایش راندمان آبیاری نه تنها موجب کاهش هزینه‌های کشاورز نمی‌شود، بلکه هزینه سرمایه‌گذاری جهت اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار بر هزینه‌های کشاورز نیز افزوده می‌شود یعنی با افزایش راندمان آبیاری، راندمان مالی کم می‌شود. همچنین مشاهده می‌شود که در شرایط دریافت تمام قیمت محاسبه شده از کشاورزان در هر دو حالت آبیاری با راندمان ۴۰ درصد و ۷۰ درصد راندمان مالی کمتر از یک می‌باشد و این به معنی ضرر مالی کشاورز در شرایط پرداخت کردن تمام آب‌بها محاسبه شده می‌باشد. در شرایط دریافت ۱۰ درصد آب‌بها محاسبه شده با راندمان آبیاری و مالی با یکدیگر همراستا می‌شوند و با افزایش راندمان آبیاری، راندمان مالی زیاد خواهد شد به طوری که با تغییر راندمان آبیاری از ۴۰ درصد به ۷۰ درصد با استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار، راندمان مالی از ۱/۶۰ به ۱/۷۰ تغییر کرده است که این امر باعث افزایش درآمد کشاورزان و همچنین افزایش تمایل آنها برای اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار می‌شود. راندمان مالی در مقابل تغییر در میزان درآمد کشاورز از حساسیت بیشتری نسبت به تغییر در میزان هزینه‌های صورت گرفته توسط کشاورز برخوردار است. همانطور که در جدول‌های (۵) و (۶) مشاهده می‌شود راندمان در شرایط کاهش درآمدها از راندمان در شرایط افزایش هزینه‌ها کمتر است و این بیانگر حساسیت راندمان به تغییر در درآمد می‌باشد. از این رو توصیه می‌شود برای تشویق کشاورزان به اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار در مزارع خود ضمن اجرای سیاست‌های تشویقی از قبیل اعطای تسهیلات بدون باز پرداخت، محصولات کشاورزی حاصل از مزارع مجهز به سامانه آبیاری تحت فشار با

قیمت مناسب‌تری خریداری شود. جدول‌های (۵) و (۶) نشان می‌دهند که با تغییر راندمان آبیاری از ۴۰ درصد به ۷۰ درصد فقط در چهار محصول زراعی گندم، جو، یونجه و ذرت به طور متوسط سالانه در دشت خنداب ۷۶/۹۵۱ میلیون متر مکعب در مصرف آب صرفه‌جویی می‌شود و با این میزان آب می‌توان در احیاء محیط زیست و جبران افت سطح آب زیرزمینی در منطقه استفاده کرد. ضمن اینکه دولت و سیاست‌گذاران نیز به هدف اصلی خود یعنی افزایش بهره‌وری آب خواهند رسید. نتایج این مقاله با پژوهش صورت گرفته توسط داپلر و همکارانش در کرانه رود اردن و نتیجه به دست آمده از آن مطابقت دارد، آنها بیان کردند که با تعیین قیمت و تخصیص بهینه آب می‌توان درآمد کشاورزان منطقه را افزایش و ریسک آن را کاهش داد (Doppler, 2002). این موضوع در جدول‌های (۵) و (۶) قابل مشاهده است. همچنین، نتایج این تحقیق با در نظر گرفتن شرایط آب رایگان، با نتایج ارائه شده توسط Omodi & Ebrahimi (2012) که عنوان شده است راندمان آبیاری و راندمان مالی همراستا نیستند، هم‌خوانی دارد، اما راندمان آبیاری و راندمان مالی در صورت دریافت آب‌بها از کشاورزان همراستا می‌شوند؛ یعنی با افزایش راندمان آبیاری راندمان مالی نیز افزایش می‌یابد. همچنین نتایج به دست آمده با نتایج ارائه شده توسط Chimeh et al. (2014) مطابقت دارد آنها بیان کرده بودند که در میان روش‌های مختلف تعیین میانگین قیمت آب، روش محصول و وزن‌دهی حجم آب مصرفی مناسب‌ترین روش می‌باشد، که در این مقاله نیز این نتیجه به دست آمد.

#### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف از این مقاله تعیین ارزش اقتصادی و راندمان مالی کشاورزان در دشت خنداب بود. برای این کار، از یک مدل ریاضی مبتنی بر اطلاعات هواشناسی منطقه و خصوصیات فیزیولوژیک گیاه برای تعیین میزان عملکرد گیاه استفاده شد، سپس به تعیین قیمت آب و راندمان مالی پرداخته شد. پس از بررسی نتایج مشخص شد که در میان روش‌های مختلف مورد بررسی، روش قیمت‌گذاری بر اساس محصول و وزن‌دهی حجم آب مصرفی بهترین روش برای محاسبه قیمت آب در این



کشاورزی و شرکت‌های آب منطقه‌ای و همکاری کشاورزان در خصوص اصلاح وضعیت آبیاری موجود و از همه مهم‌تر تعیین تعرفه مناسب آب کشاورزی و ارایه خدمات مناسب به کشاورزان می‌باشد؛ زیرا ارایه خدمات مناسب یکی از عواملی است که سبب می‌شود کشاورزان به پرداخت آب‌بها تمایل پیدا کنند و در راستای کاهش مصرف آب تلاش نمایند.

#### سپاسگذاری

بدین وسیله از دانشگاه تهران و شرکت آب منطقه‌ای اراک و سازمان جهاد کشاورزی و اداره کل هواشناسی استان مرکزی به دلیل تامین داده‌های مورد نیاز و امکانات لازم جهت انجام این پژوهش و تهیه مقالات مربوطه تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین، از استاد محترم دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران جناب آقای دکتر مجید کوپاهی بدلیل بررسی اولیه این مقاله و ارایه نظرات سازنده‌شان تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منطقه می‌باشد، چراکه کمترین مقدار قیمت آب در منطقه از این روش محاسبه شد و این برای کشاورزان بهترین حالت می‌باشد. روش قیمت‌گذاری بر اساس محصول و وزن‌دهی درآمد در مناطقی که هدف آن تعیین قیمت بیشینه آب می‌باشد مناسب است. همچنین روش وزن‌دهی درآمد در مناطقی که مساحت زیادی از الگوی کشت آن شامل گیاهان با قیمت بالا می‌باشد توصیه نمی‌شود. تعیین ارزش اقتصادی آب و دریافت آب‌بها باعث می‌شود کشاورزان به سامانه‌های آبیاری تحت فشار روی بیاورند که علاوه بر کاهش مصرف آب، راندمان مالی کشاورزان بیشتر خواهد شد. البته راندمان مالی و راندمان آبیاری در همه موارد همراستا نیستند. هر چند بر اساس گفته (2010) Medellin-Azuara et al., تقاضای آب تابعی از قیمت آب می‌باشد اما کاهش مصرف آب فقط با دریافت آب‌بها از کشاورزان نمی‌تواند محقق شود بلکه این هدف نیازمند افزایش تعامل بین سازمانی بین سازمان جهاد

#### References

1. Abbasi, F., Soltani, A.R., Kiani, A.R., Sh.Rokhsar, P and Khoramian, M., (2012), Assessment the knowledge of farmers and analyze the status and methods of operations of water and soil resources (case study in Tehran, Khuzestan, Mazandaran and Golestan), *Iranian journal of agricultural economics and development research*, 43-2, Issue: 3, 387-397. (In Farsi)
2. Abdullahi Ezzatabadi, M., Javanshah, A. (2007). Economic Evaluation of the Feasibility of using the modern methods of water supply and demand in agriculture: a case study in Rafsanjan pistachio areas, *Agronomy Journal*, 75. (In Farsi)
3. Agudelo, J. (2001). The Economic Valuation of Water: Principles and methods, *IHE Delft Delft*, The Netherlands.
4. Chimeh, T., Ebrahimi, K., Hoorfar, A. and Araghinejad, S. (2014). Assess the Economic Value of Agricultural Water Pricing approach based on the type of plant in Qazvin. *Journal of Water Research in Agriculture* 28(1), 171-182. (In Farsi)
5. Chit chian, H., (2014), Islamic Republic News Agency/ Retrieved june 27 2014, from <http://www.irna.ir/fa/News/81216939>
6. De Wit, C., Goudriaan, J., and Van Laar, H. (1978). Penning de vries FWT, Rabbinge R, Van Keulen H, Louwerse W, Sibma L, De Jonge C (1978) Simulation of assimilation, respiration and transpiration of crops. *Simulation Monographs, Pudoc, Wageningen*.
7. Dehghanpour, h. Sheikh Zainuddin, a. (2013). *The Economic Value of Irrigation Water in plain Yazd-ardakan In Yazd Province, Agricultural and Development Economics*, 82, 45-68. (In Farsi)
8. Doorenbos J, Kassam AH (1979) Yield response to water. *FAO irrigation and drainage paper No. 33. FAO, Rome, Italy*, 193 pp
9. Doppler, W., Salman, A. Z., Al-Karablieh, E. K., and Wolff, H.-P. (2002). *The Impact of Water Price Strategies on the Allocation of Irrigation Water: The case of the Jordan Valley. Agricultural Water Management* 55, 171-182.
10. *Iran Water Resources Management Company*, (2015), Retrieved July4, 2015, from <http://wrs.wrm.ir/m3/gozaresh.asp>
11. George, B., Malano, H., Davidson, B., Hellegers, P., Bharati, L., and Massuel, S. (2011). *An integrated hydro-economic modelling framework to evaluate water allocation strategies I: Model development. Agricultural water management* 98, 733-746.
12. Ghafari, j., (1998). Review of Natural Water in Iran, Conference of water. (In Farsi)

13. Haji Agha Alizadeh, H., Ehsani, MR, Zare Abyaneh, H. (2005). *Efficiency assessment of pressurized irrigation systems in field conditions*, the Fifth Biennial Conference of Agricultural Economics, Zahedan, Iran. (In Farsi)
14. Hosni, H., El-gafy, I., Ibrahim, A., and Abowarda, A. (2014). Maximizing the economic value of irrigation water and achieving self sufficiency of main crops. *Ain Shams Engineering Journal* 5, 1005-1017.
15. Keramat zadeh, A., Chizari, A. And Mirzayi, A. (2006). The Economic Value of Agricultural Water use Optimization Models Integrating Agriculture and Horticulture Crops-Case Study Barzou Shirvan Dam, *Agricultural Economics and Development*, 54, 35-60. (In Farsi)
16. Masoudi, H.Gh, (2009), *Economy of Engineering (Economic Analysis of Projects)*, (4th edit). Tehran: *Publication of Tehran University*, Iran No:2240 (In Farsi).
17. Medellín-Azuara, J., Harou, J. J., and Howitt, R. E. (2010). Estimating economic value of agricultural water under changing conditions and the effects of spatial aggregation. *Science of the Total Environment* 408, 5639-5648.
18. Molden, D. (2007). Water for food, water for life. *Earthscan, London, and International Water Management Institute*, Colombo.
19. Omid, F., Ebrahimi, K. (2012). Introduction And Evaluation of The Need For Economic Efficiency And The Use of Physical Efficiency of Irrigation Case Study Kerman Province, *Agricultural and Development Economics*, 77, 179-199. (In Farsi)
20. Omid, F., Ebrahimi, k., Mohammadi, k. (2009). *The Comparison of Water Economic Evaluation Methods Based on Economic Efficiency – Case Study Kerman Province*, 2th International Conference on Water, Eco-systems And Sustainable Development in Arid And Semi-Arid Zones, Yazd-Iran
21. Rogers, P., Silva, R. d., and Bhatia, R. (2002). Water is an economic good: How to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability. *Water policy* 4, 1-17.
22. Tahamipour, M. (2014). Water Pricing System Review of International Experience With an Emphasis on The Requests of Subsidies, *According to The Parliament, the Office of the Underlying Studies (Department of Agriculture, Water and Natural Resources)*, Serial No. 13836. (In Farsi)