

## Development of AWPM Model for Determining the Economic Value of Water

FARIMAH OMIDI<sup>1</sup>, KUMARS EBRAHIMI<sup>2\*</sup>, HAJAR FAZLOLAHI<sup>3</sup>

1, Ph.D. in Science and Irrigation Engineering, Consulting Engineering, Tehran, Iran

2, Professor, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, University of Tehran, Karaj, Iran

3, Ph.D. Student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran

(Received: May. 18, 2017- Accepted: Nov. 28, 2018)

### ABSTRACT

Considering the quantitative and qualitative limitations of water resources, determining economic value of waters can have a significant impact on water demand and consumption management. For determine the economic value of water, a mathematical model has been developed in this research. The AWPM has been applied for Soghan in Kerman Province, Iran and water prices for each product were obtained. The highest price obtained for water from pricing method based on the type of product in the region of Sughan is 47577 (Rls / m<sup>3</sup>) for pistachios and the lowest price is 683 (Rls / m<sup>3</sup>) for potato. Also, the results of model implementation showed that the price obtained for water from methods that estimate the price of water based on the type of product and considering the factors such as the area and volume of water are more than methods that do not include product types. The features of this model are the exact calculation of agricultural water prices, the flexibility of the model and the user friendly of the model. This model can be used as a rapid and accurate tool for of agricultural water prices calculation.

**Keywords:** Agricultural Water Pricing, Economic Evaluation, Mathematical Model, Supply and Demand Management

## توسعه مدل ریاضی AWP<sup>۱</sup> برای تعیین ارزش اقتصادی آب

فریماه امیدی<sup>۱</sup>، کیومرث ابراهیمی<sup>۲\*</sup> و هاجر فضل الهی<sup>۳</sup>

۱، دکتری علوم و مهندسی آبیاری و زهکشی، مهندس مشاور، تهران، ایران

۲، استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳، دانشجوی دکتری مهندسی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۶/۹/۲۸ - تاریخ تصویب: ۹۷/۹/۷)

### چکیده

امروزه با توجه به محدودیت های کمی و کیفی منابع آب، تعیین ارزش واقعی آب می تواند تاثیر به سزایی در مدیریت تقاضا و مصرف آن داشته باشد. در این پژوهش برای تعیین دقیق قیمت آب، یک مدل ریاضی بومی توسعه داده شد. داده های منطقه صوغان، از استان کرمان برای اجرای مدل مورد استفاده قرار گرفت و قیمت آب برای هر یک از محصولات، به دست آمد. قیمت به دست آمده برای آب از روش قیمت گذاری بر اساس نوع محصول در منطقه صوغان، برای پسته بیشترین قیمت و برابر با ۴۷۵۷۷ ریال بر متر مکعب و برای سیب زمینی کمترین قیمت و برابر با ۶۸۳ ریال بر متر مکعب می باشد. همچنین نتایج اجرای مدل نشان داد که قیمت به دست آمده برای آب از روش هایی که بر اساس نوع محصول و با در نظر گرفتن عواملی مانند مساحت و حجم آب مصرفی به صورت وزنی قیمت آب را تخمین می زنند، از قیمت به دست آمده برای آب از روش هایی که نوع محصولات را لحاظ نمی کنند بیشتر است. از ویژگی های این مدل محاسبه دقیق قیمت آب کشاورزی، خاصیت انعطاف پذیری مدل و قابلیت کاربر دوست بودن مدل می باشد. این مدل را می توان به عنوان ابزاری برای محاسبه سریع و دقیق قیمت آب کشاورزی به کار گرفت.

**واژه های کلیدی:** قیمت آب کشاورزی، ارزیابی اقتصادی، مدل ریاضی مدیریت عرضه و

تقاضا

---

### 1 Agricultural Water Pricing Model

به اهمیت مدیریت مصرف آب به عنوان رویکردی اجتماعی، ارزش اقتصادی آب به عنوان عاملی مؤثر در مصرف بهینه و مدیریت عرضه و تقاضا مطرح می شود (Johansson, 2001) و (Sawyer et al., 2005). منظور از عرضه اقتصادی، مقدار آب موجود با کیفیت مشخص، در زمان و مکان معین برای مصرف معین می باشد

### مقدمه

با توجه به کاهش شدید کمی و کیفی منابع آب و افزایش تقاضا، آب به عنوان کالای اقتصادی مطرح شده است. کاهش فزاینده منابع آب و افزایش رقابت میان مصرف کنندگان این کالا، بر لزوم برنامه ریزی های مدیریتی تأکید دارد (Cai et al., 2001, a & b). با توجه

اقتصادی در سطح حوضه های آبریز، سه مدل زیر توسط USBR (1997)<sup>1</sup> ارائه شد که شامل موارد زیر است:

۱- مدل PROSIM که به بررسی تاثیر طولانی مدت عملکرد آب (راندمان انتقال) بر روی شبکه های انتقال آب می پردازد،

۲- مدل SAJASM که عملکردی مشابه مدل PROSIM دارد،

۳- مدل CVGSM که تغییرات سفره های آب زیرزمینی را بر اثر برداشت آب شبیه سازی می نماید.

اگرچه این مدل ها توانایی بررسی تغییرات منابع آب های سطحی و زیرزمینی را دارند ولی هیچ یک از آن ها قادر به ارزیابی اقتصادی شرایط آبیاری در مقیاس مزرعه نبوده و فقط می توانند شرایط اقتصادی - هیدرولوژیکی در سطح حوضه آبریز را بررسی کنند. از جمله تحقیقاتی که در کشور ما در این زمینه صورت گرفته است می توان به پژوهش Hosseinzad et al. (2004) اشاره نمود که در آن تابع تولید گندم را برای تعیین ارزش آب در یک مطالعه موردی از استان خراسان به دست آوردند. در این تحقیق اثر انتخاب نوع تابع تولید بر مقادیر برآورد شده پارامترهای ساختاری و اهمیت دقت در انتخاب صحیح تابع برای جلوگیری از نتیجه گیری نادرست از نتایج مطالعات تجربی نشان داده شده است. در این باره ابتدا تعدادی از فرمهای "انعطاف پذیر" و "انعطاف ناپذیر" به عنوان تابع تولید گندم در منطقه مورد مطالعه برآورد شد و سپس ارزش اقتصادی نهادهی آب با استفاده از پارامترهای برآورد شده توابع مذکور محاسبه گردید. مقایسه ارزش اقتصادی آب بر اساس الگوی تابع تولید برتر، که با استفاده از معیارها و آزمونهای اقتصادسنجی صورت گرفته است، با آنچه از به کارگیری پارامترهای سایر الگوها به دست آمده، نشان می دهد که تاثیر انتخاب نوع تابع تولید در ارزش محاسبه شده آب مصرفی گندم بسیار قابل توجه است. لذا چنانچه این گونه اطلاعات مبنای سیاستگذاری جدید در بخش کشاورزی قرار گیرد، هزینهی انتخاب نادرست تابع تولید بسیار چشمگیر خواهد بود. در پژوهش دیگری Chizari

(Keramatzade et al., 2011). اگر ارزش اعمال شده آب کمتر از ارزش واقعی آن باشد، سبب تلفات زیاد آب یا عدم مصرف صحیح آن می شود. از سوی دیگر اگر ارزش آب به درستی تعیین و اعمال شود، انگیزه های مالی و اقتصادی سبب مصرف درست آن شده و در نتیجه راهکارها و روش های نوین برای بالا بردن کاربرد مصرف آب ارائه می شود. در بسیاری از کشورها با وجود ظهور کمبود آب به عنوان چالشی بزرگ، یارانه های بسیار سنگین دولتی سبب اعمال ارزش غیر واقعی آب می شود و حتی در مواردی ارزش آب تعیین نمی شود (Grimble, 1999). روش های مختلف قیمت گذاری آب و تاثیر این روش ها بر بازگشت سرمایه و درآمدهای کشاورزان در مناطق مدیترانه ای توسط Kuper et al. (2003) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که روش های رایج قیمت گذاری آب در این منطقه بر درآمد کشاورزان تاثیر منفی دارد. بررسی هایی که بر روی روش های مختلف قیمت گذاری آب در اندونزی توسط Rodgers et al. (2005) انجام شد نشان داد که افزایش قیمت می تواند تا حدی میزان مصرف را کاهش داده و به بهبود مقدار بازگشت سرمایه منتج شود. تاثیر روش های مختلف قیمت گذاری آب بر میزان مصرف آب در حوضه آبریز رودخانه اردن توسط Venot et al. (2007) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش قیمت آب می تواند تاثیر مثبتی در کاهش مصرف آب و افزایش کشت محصولات اقتصادی تر داشته باشد. از طرف دیگر با گسترش رایانه ها و توسعه روش های مختلف مدل سازی، استفاده از این فناوری ها در زمینه تعیین ارزش اقتصادی آب و برنامه ریزی های مربوطه می تواند بسیار مفید باشد. در سال ۱۹۸۵ مدل DWRSIM، توسط اداره عمران ارتش آمریکا بر پایه برنامه های تحلیل مخازن ذخیره (HEC-3) تهیه شد. کاربرد این مدل در بررسی عملکرد شبکه های تامین آب، کنترل سیلاب، جریان های جانبی ورودی و تولید نیرو می باشد. در راستای تحقیقات

تعیین ارزش اقتصادی آب نیز از نیازهای اصلی بخش تحقیقات آب کشور می باشد. در این تحقیق به منظور ارزیابی مدل و برای تعیین قیمت آب، استان کرمان و دشت صوغان از این استان انتخاب شد. از معیارهای انتخاب دشت نمونه می توان به شرایط اقلیمی، محدودیت منابع آب، محدودیت مالی و اقتصادی منطقه، اهمیت بسیار زیاد کشاورزی به عنوان اولین منبع درآمد و اشتغال در منطقه و علاقه کشاورزان به بهبود شرایط و یکپارچه سازی اراضی برای مصرف بهینه آب و تولید بیشتر اشاره کرد. هدف از مقاله حاضر معرفی مدل ریاضی جدید AWPM در تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی است.

### مواد و روش ها

در این تحقیق، چهار روش قیمت گذاری بر اساس مساحت واقعی تحت کشت، حجم کل ناخالص آب مصرفی، درصدی از درآمدهای خالص و نوع محصول با استفاده از نرم افزار Visual FORTRAN 6.0 به صورت یک مدل ریاضی توسعه داده شد. در تدوین مدل ریاضی مذکور از روابط زیر استفاده شده است:

#### قیمت گذاری بر اساس درصدی از درآمدهای خالص

در این روش با توجه به مبانی تجربی متداول که در بررسی اقتصادی پروژه های آبیاری توسط شرکت های مهندسی مشاور استفاده می شود، معمولاً حدود سه درصد از کل درآمدهای خالص سالانه طرح به عنوان کل قیمت آب در سال زراعی در نظر گرفته می شود.

#### قیمت گذاری بر اساس مساحت

در این روش از رابطه (۱) استفاده می شود (Easter, 2005):

$$P_w = \frac{C_{O\&M}}{A_{actual}} \quad (1)$$

که در آن،  $P_w$  قیمت آب (ریال بر هکتار در سال)،  $C_{O\&M}$ ، کل هزینه های جاری برای تامین آب (ریال بر هکتار در سال) و  $A_{actual}$  مساحت واقعی تحت آبیاری (هکتار در سال) می باشد. لازم به ذکر است که این مقادیر را می توان با توجه به نوع طرح یا شبکه آبیاری و زهکشی در یک دوره کشت، یک سال یا چند

et al. (2005) با مطالعه موردی سد بارزو شیروان و با رهیافت برنامه ریزی آرمانی ارزش اقتصادی آب را تعیین نمودند. در این پژوهش ابتدا پنج هدف اساسی مشخص و پس از تعیین الگوی کشت بهینه، از طریق تحلیل حساسیت قیمت سایه ای آب به عنوان ارزش اقتصادی آب محاسبه شده است. بر اساس نتایج حاصله، بالاترین و پایین ترین ارزش اقتصادی آب در ماه های مهر و فروردین به ترتیب معادل ۲۲۷۷ و ۵۶ ریال برآورد شده است. طی تحقیق دیگری Keramatzadeh et al. (2006) با استفاده از مدل الگوی کشت بهینه تلفیق زراعت و باغداری اراضی تحت پوشش سد بارزو شیروان، ارزش اقتصادی آب را تعیین کردند. بر اساس نتایج این مطالعه، در شرایط اجرای الگوی کشت بهینه در اراضی زیر سد بارزو شیروان، ارزش اقتصادی آب سد در ماه های فروردین، تیر، شهریور و آبان به ترتیب ۴۷۰، ۴۷۴ و ۵۹۵ ریال برآورد شد. Bohlolvand et al. (2015) به بررسی نقش بازارهای آب کشاورزی در قیمت گذاری و تخصیص منابع آب پرداختند. با توجه به نتایج به دست آمده کسش های حاصل از تخمین توابع تقاضای نهاده آب برای کل محصولات و تک تک محصولات، نشانگر رابطه منفی و معنی دار بین مقدار تقاضا و قیمت آب بود. همچنین مقایسه ارزش تولید متوسط آب در محصولات سبب زمینی و گندم نتایج برآوردها را تأیید کرد که یکی از مهم ترین کارکردهای بازار آب در زمینه اولویت تخصیص آب و اصلاح الگوی کشت محسوب می شود. Esmaili et al. (2016) به ارزیابی کارایی مالی کشاورزان با تکیه بر تعیین ارزش اقتصادی آب در شهرستان خنداب استان مرکزی پرداختند که نتایج پژوهش نشان داد حساسیت کارایی مالی به تغییرات درآمدها بیشتر از تغییر در میزان هزینه ها است. همچنین، راندمان آبیاری و راندمان مالی در همه موارد هم راستا نیستند. در صورت دریافت ده درصد قیمت محاسبه شده آب از کشاورز، امکان اجرای سیستم آبیاری تحت فشار فراهم و راندمان مالی کشاورزان نیز زیاد خواهد شد. با توجه به مرور پژوهش های گذشته می توان گفت با توجه به این که تعیین ارزش حقیقی آب از ضرورت های مدیریت پایدار کشاورزی و آبیاری به شمار می رود بنابراین تهیه ی ابزاری مفید و کاربردی برای

دوره کشت ارائه نمود. علاوه بر این، تعیین دقیق مساحت تحت آبیاری در افزایش دقت برآورد، تأثیر به سزایی خواهد داشت. **قیمت گذاری حجمی** رابطه ای که در این روش به کار می رود، به صورت زیر است:

$$P_w = \frac{C_{O\&M}}{V_{total}} \quad (2)$$

که در آن،  $P_w$  قیمت آب (ریال بر متر مکعب در سال)،  $C_{O\&M}$  هزینه های جاری برای نگهداری، بهره برداری و تامین آب (ریال در سال) و  $V_{total}$  حجم کل آب مصرفی (مترمکعب در سال) می باشد (Easter, 2005).

#### قیمت گذاری بر اساس نوع محصول

در این روش رابطه ی زیر مورد استفاده قرار می گیرد:

$$P_w = P_y \times \frac{\partial Y}{\partial W} \quad (3)$$

در این رابطه،  $Y$  محصول تولیدی و  $W$  آب مصرفی برای تولید محصول و  $P_y$  و  $P_w$  به ترتیب نشان دهنده ی قیمت محصول و قیمت آب هستند (Aguadelo, 2001) و (Easter, 2005). برای محاسبه ی ارزش آب با استفاده از این روش، با توجه به رابطه ی مستقیم ارزش آب و نسبت تولید محصول به آب مصرفی، تعیین تابع تولید برای محصولات مختلف ضروری است. در واقع برای تعیین ارزش اقتصادی آب باید میزان حداکثر عملکرد یک محصول<sup>۱</sup> به ازای آب مصرفی مشخص شود. بنا به تعریف حداکثر عملکرد یک محصول ( $Y_m$ ) عبارت است از عملکرد برداشت شده از یک رقم پر محصول که به خوبی با محیط رشد سازگاری داشته باشد. حداکثر عملکرد محصول برای شرایط جوی متفاوت قابل محاسبه است. از جمله این روش ها می توان به روش به کار رفته توسط فائو اشاره نمود (FAO 56). این روش توسط دورنباس و کاسام (Doorenbos &

$$1 - \frac{Y_a}{Y_m} = K_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (4)$$

پس از مشتق گیری نتیجه به صورت رابطه زیر خواهد بود:

$$\frac{\partial Y_a}{\partial ET_a} = \frac{K_y \times Y_m}{ET_m} \quad (5)$$

که می توان آن را به شکل زیر بازنویسی نمود:

$$\frac{\partial Y_a}{\partial W_a} = \frac{K_y \times Y_m}{ET_m} \quad (6)$$

و سپس در رابطه تعیین ارزش آب (رابطه ۳) قرار داد. همان طور که از رابطه (۶) مشاهده می شود، با توجه به این که حداکثر تبخیر و تعرق، ضریب واکنش عملکرد به آبیاری و حداکثر مقدار محصول، بر مبنای نوع محصول در تعیین ارزش آب مؤثرند، بنابراین مقادیر هر یک از آن ها با توجه منابع استخراج شده و در مدل ریاضی مورد استفاده قرار گرفته اند.

#### ساختار مدل AWPM

2. Potential Yield
3. Maximum Evapotranspiration
4. Actual Evapotranspiration

1. Maximum Yield

مطالعه، اطلاعات کامل محصولات تحت کشت، مساحت تحت کشت، حجم آب مصرفی و قیمت محصولات وارد می شود. در بخش محاسبات روش های تعیین قیمت آب که در مورد آن ها بحث شد مورد استفاده قرار می-گیرد. در بخش خروجی ها نیز قیمت آب محاسبه شده از روش های مورد استفاده، ارائه می شود.

ساختار مدل ریاضی که برای تعیین ارزش اقتصادی آب تهیه شده در شکل (۱) نشان داده شده است. همان طور که از شکل (۱) مشاهده می شود، مدل از سه بخش اصلی ورودی ها، محاسبات و خروجی ها تشکیل شده است. در بخش ورودی ها اطلاعات کامل سه دشت مورد



شکل ۱- ساختار نمایشی مدل ریاضی تدوین شده برای تعیین قیمت آب

سپس داده های مورد نظر برای اجرای مدل به کار گرفته شد. پس از اجرای مدل برای تمامی گیاهان الگوی کشت منطقه و تعیین قیمت آب بر اساس هر یک از روش ها و هر یک از محصولات تحت کشت، با توجه به این که قیمت آب برای تک تک محصولات به طور جداگانه توسط مدل محاسبه شده بود، برای تعیین قیمت آب در منطقه میانگین گیری وزنی انجام شد. در حالت اول قیمت آب برای هر محصول در منطقه تحت مطالعه بر اساس مقایسه زوجی قیمت محصولات یا به عبارت دیگر اقتصادی بودن آن ها وزن دهی شد و سپس میانگین وزنی قیمت آب در منطقه به دست آمد. در حالت دوم درصد مساحت تحت کشت هر محصول از

### اجرای مدل AWPM

به منظور ارزیابی مدل و برای تعیین قیمت آب بر اساس نوع محصول، مساحت، حجم آب مصرفی و درصدی از درآمدها، طرح توسعه کشاورزی در منطقه صوغاناز استان کرمان به عنوان مطالعه موردی انتخاب شد، و داده های مربوط به طرح توسعه این منطقه بدلیل جامع و کامل بودن به کار گرفته شد که توسط شرکت مهندسی مشاور نواندیشان توسعه پایدار آسیا تهیه شد. اطلاعات مربوط به حجم آب خالص مصرفی گیاهان الگوی کشت و درجه حرارت متوسط منطقه و درجه حرارت متوسط در طول دوره کشت هر گیاه با استفاده از نرم افزارهای AGWAT و NETWAT استخراج شد.

جدول ۱- عملکرد و مقدار آب مصرفی محصولات در منطقه

نوع محصول	عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)	مقدار آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)
گندم	۲۰۸۵	۷۰۴۲
جو	۱۹۹۵	۶۱۴۱
ذرت	۹۷۱	۸۴۴۳
یونجه	۲۶۶۹	۱۷۹۳۰
سیب زمینی	۱۲۲۲	۱۰۵۶۸
هندوانه	۱۸۹۳	۶۳۱۹
گوجه فرنگی	۸۷۵	۵۰۵۴
پسته	۱۳۹۸	۶۰۱۲
انار	۲۶۱۹	۹۷۳۷

کل مساحت تحت کشت به عنوان وزن قیمت آب آن محصول در منطقه مورد استفاده قرار گرفت. در حالت سوم درصد حجم آب خالص مصرفی هر گیاه نسبت به کل حجم آب خالص عنوان وزن قیمت آب هر محصول انتخاب شد. علت انتخاب حجم آب خالص به منظور جلوگیری از دخالت اثر کارایی آبیاری می باشد که در حجم آب ناخالص خود را نشان می دهد. این مدل پس از توسعه برای داده های طرح توسعه منطقه کشاورزی صوغان، از استان کرمان اجرا شده و به موازات آن صحت عملکرد محاسباتی قسمت های مختلف مدل تهیه شده با نرم افزار Microsoft EXCEL 2007 نیز بررسی شد. نتایج اجرای مدل برای منطقه صوغان ارائه شده است.

نتایج اجرای مدل برای منطقه صوغان در جدول (۲) و قیمت به دست آمده برای آب در منطقه صوغان بر اساس روش های وزن دهی مختلف در جدول (۳) ارائه شده است.

### نتایج و بحث

در جدول (۱) عملکرد و مقدار مصرف آب محصولات مورد نظر در منطقه آمده است.

جدول ۲- قیمت محصولات و قیمت آب به دست آمده از اجرای مدل برای منطقه صوغان-کرمان

نوع محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	سطح زیر کشت (درصد)	قیمت محصول (ریال بر کیلوگرم)	قیمت آب (ریال بر مترمکعب)	وزن دهی زوجی بر اساس قیمت هر محصول	درصد وزنی مساحت تحت کشت هر محصول از کل	درصد وزنی آب خالص مصرفی هر محصول از کل
گندم	۱۰۰۰	۳۵/۳	۱۱۵۳۵	۳۴۱۶	۹/۷	۳۱/۴	۸/۶
جو	۱۲۶	۴/۴	۸۸۲۲	۲۸۶۶	۶/۳	۵/۹	۷/۲
ذرت	۹۸۶	۳۴/۷	۱۰۶۵۰	۵۰۳۲	۱/۲	۳۱	۱۳/۱
یونجه	۵۰	۱/۸	۸۰۷۷	۱۰۸۲	۱/۲	۱/۶	۱۸/۵
سیب	۲۰۰	۷/۱	۵۳۷۲	۶۸۳	۱/۴	۶/۳	۱۵/۱
هندوانه	۴۴	۱/۶	۳۶۴۲	۱۲۰۰	۰/۶	۱/۴	۹/۷
گوجه	۴۳۰	۱۵/۱	۵۴۳۳	۹۸۸	۱/۴	۱۳/۵	۶/۳
جمع	۲۸۳۶	۱۰۰	-	-	۲۱/۸	۸۹/۱۳	۷۸/۵
پسته	۳۲۱	۹۳	۲۹۲۴۱۱	۴۷۵۷۷	۳۶/۷	۱۰/۱	۶/۳
انار	۲۵	۷	۱۵۶۶۴	۴۰۰۴	۱۸/۶۲	۰/۸	۱۵/۲
جمع باغات	۳۴۶	۱۰۰	-	-	۵۵/۳۲	۱۰/۹	۲۱/۵
جمع کل	۳۱۸۲	-	-	-	۷۷/۱۲	۱۰۰	۱۰۰

جدول ۳- قیمت آب برای منطقه صوغان-کرمان (واحد قیمت آب ریال به ازای هر متر مکعب می باشد)

منطقه	قیمت بر اساس نوع محصول، وزن دهی حجم آب	قیمت آب بر اساس نوع محصول با وزن دهی	قیمت آب بر اساس مساحت واقعی تحت کشت	قیمت آب بر اساس حجم آب مصرفی ناخالص	قیمت آب بر اساس درصدی از درآمدهای خالص	کل مساحت تحت کشت (هکتار)	کل حجم آب مصرفی خالص (متر مکعب)
صوغان	۵۲۴۷	۷۷۸۷	۲۴۴۰۶	۲۹۱۶	۲۹۱۶	۳۱۸۲	۲۰۲۱۵۲۴۶۰

همانطور که از جدول (۲) مشخص است، قیمت به دست آمده برای آب از روش قیمت‌گذاری بر اساس نوع محصول، از میان محصولات الگوی کشت منطقه، برای پسته بیشترین قیمت و برابر با ۴۷۵۷۷ ریال بر مترمکعب و برای سیب زمینی کمترین قیمت و برابر با ۶۸۳ ریال بر متر مکعب می‌باشد. از آنجایی که در روش قیمت‌گذاری بر اساس نوع محصول، تابع تولید و قیمت محصول رابطه مستقیمی با قیمت آب دارند، افزایش قیمت آب به علت بالا رفتن قیمت محصول امری بدیهی است. با توجه به این که قیمت آب برای هندوانه برابر ۱۲۰۰ ریال بر متر مکعب که کمترین قیمت محصول برابر ۳۶۴۲ ریال بر کیلوگرم را داراست، از قیمت آب برای سیب زمینی بیشتر است می‌توان دریافت که علاوه بر تاثیر قابل توجه انتخاب نوع گیاهان از جنبه قیمت محصول در قیمت آب، مقدار آب مصرفی، مقدار تولید محصول به ازای آب مصرفی و سطح زیر کشت نیز در تعیین قیمت آب بر اساس نوع محصول نقش عمده‌ای دارند. با توجه به جدول (۳)، اگر روش وزن دهی زوجی برای میانگین‌گیری وزنی در سطح منطقه لحاظ شود بیشترین قیمت آب را نتیجه خواهد داد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، از آنجایی که الگوی کشت منطقه صوغان گیاهان گران قیمتی مانند پسته و انار را شامل می‌شود، قیمت به دست آمده برای آب از روشی که بر پایه محصول و اقتصادی بودن محصولات محاسبه می‌شود، بیشینه خواهد بود. این امر اهمیت دقت در انتخاب گیاهان الگوی کشت را از نظر قیمت محصولات نشان می‌دهد. در شبکه‌ای که هدف در آن تولید بیشترین ارزش آب است می‌توان گیاهان با ارزش اقتصادی بالاتر را در الگوی کشت متناسب با شرایط اقلیمی و خاک منطقه به کار برد. روش قیمت‌گذاری بر اساس نوع محصول با وزن دهی زوجی برای طرح‌ها و شبکه‌هایی پیشنهاد می‌شود که در آن‌ها گیاهان با ارزش اقتصادی بالاتر در الگوی کشت مورد استفاده قرار می‌گیرد و یا هدف تولید ارزش آب بیشینه است. از جدول (۳) ملاحظه می‌شود که قیمت به دست آمده برای آب از

روش‌هایی که بر اساس نوع محصول و با در نظر گرفتن عواملی مانند مساحت و حجم آب مصرفی به صورت وزنی قیمت آب را تخمین می‌زنند، از قیمت به دست آمده برای آب از روش‌هایی که نوع محصولات را لحاظ نمی‌کنند بیشتر است. روش تعیین قیمت آب بر اساس مساحت واقعی تحت کشت، یک روش معمول و کاربردی است ولی فقط عامل مساحت در این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش تعیین قیمت آب بر اساس حجم آب مصرفی ناخالص، روشی قابل فهم برای کشاورزان ولی هزینه‌بر و وقت‌گیر از نظر اجرایی می‌باشد. روش تعیین قیمت آب بر اساس درصدی از درآمد‌های خالص، یک روش ساده ولی کلی است که هیچ یک از عوامل موثر در تولید محصول را در بر نمی‌گیرد. نتایج این تحقیق، با نتایج ارائه شده توسط Esmaili et al. (2016) مطابقت دارد، نشان داده شد که در میان روش‌های مختلف تعیین میانگین قیمت آب، روش محصول و وزن دهی حجم آب مصرفی مناسب‌ترین روش است. مقایسه نتایج این تحقیق با نتایجی که Parhizkari & Badibarzin (2017) در شهرستان تاکستان بدست آوردند نیز نشان می‌دهد که تفاوت فاحشی بین ارزش اقتصادی آب آبیاری و نرخ آب بهای پرداختی کشاورزان وجود دارد. با مقایسه ارزش اقتصادی آب برای محصول گندم در این تحقیق با تحقیق Golzari et al. (2017) در شهرستان گرگان تفاوت در مقدار ارزش اقتصادی آب بدست آمده در دو تحقیق را نشان می‌دهد که به دلیل تفاوت در روش کار و پارامترهای موثر و همچنین به علت تفاوت در میزان عملکرد هر محصول در مناطق مختلف به علت شرایط اقلیمی متفاوت و از طرفی یکسان نبودن حجم آب مصرفی توسط هر محصول است. همان‌طور که از نتایج به دست آمده استنباط می‌شود، مدل AWPM مجموعه‌ای از روش‌های مختلف قیمت‌گذاری آب آبیاری را در خود جای داده و به صورت یک ابزار کاربردی جهت تعیین قیمت آب، مقایسه قیمت‌های به دست آمده و تصمیم‌گیری در مدیریت مصرف و توزیع آب مورد استفاده قرار می‌گیرد.



آبیاری را ارائه می نماید. به عبارت دیگر می توان گفت که در حالی که تهیه داده های مربوط به روش های معمول تعیین قیمت آب هزینه بر و وقت گیر می باشد، استفاده از این مدل با رویکرد روش قیمت گذاری بر اساس نوع محصول صرفه جویی در وقت و هزینه ها را در پی خواهد داشت. مدل AWPM به شکلی توسعه و تدوین یافته است که بسط آن برای مناطق مختلف با ویژگی های کشاورزی و اقلیمی متفاوت و الگوهای کشت متغیر به سادگی امکان پذیر می باشد و نیز قابلیت بالای کاربر دوست بودن این مدل، یکی دیگر از مزیت های آن می باشد. استفاده از روش های مختلف قیمت گذاری در این مدل سبب شده است تا محدوده استفاده از آن بسیار وسیع باشد به طوری که این مدل را می توان برای مزارع کوچک تک کشتی تا اراضی وسیع تحت پوشش شبکه ها با الگوی کشت ترکیبی زراعی و باغی مورد استفاده قرار داد. این ویژگی وسعت کاربرد مدل هم چنین این قابلیت را فراهم می کند که بتوان این مدل را در راستای مدل های شبیه سازی هیدرولوژیکی برای ارزیابی های هیدرولوژیکی - اقتصادی حوضه های آبریز نیز مورد استفاده قرار داد. این خاصیت انعطاف پذیری، مدل حاضر را به یک ابزار مدیریتی بالقوه در سطح مزرعه و حوضه آبریز تبدیل کرده است.

#### تقدیر و تشکر

بدینوسیله از معاونت های مرتبط دانشگاه تهران، جهادکشاورزی استان کرمان و شرکت مهندسی مشاور نواندیشان توسعه پایدار آسیا که تامین داده ها و اطلاعات مورد نیاز و انجام این تحقیق و تهیه مقالات مربوطه با پشتیبانی آنها صورت گرفته است کمال تشکر و قدردانی می گردد.

نتایج به دست آمده از اجرای مدل، مجموعه ای از اطلاعات را در بر می گیرد که معیار استفاده از هر یک از آن ها، اهداف مدیریتی هر طرح خاص در هر منطقه خاص می باشد. در واقع مجموعه اطلاعات به دست آمده لیستی از مجموعه اختیاراتی هستند که حدود مدیریت اقتصادی در هر طرح و منطقه را تعیین می کنند. انتخاب هر یک از نتایج به عنوان اساس برنامه ریزی های اقتصادی در هر منطقه یا در هر طرح خاص به ویژگی های اقتصادی، اقلیمی، کشاورزی و اهداف مدیریتی آن منطقه و طرح بستگی دارد.

#### جمع بندی

به طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق می توان گفت مدل AWPM یک مدل ریاضی کاربردی است که برای تعیین قیمت آب به کار می رود. از ویژگی های این مدل استفاده از روش های مختلف تعیین قیمت آب است به طوری که این مدل ابزاری برای محاسبه آسان و دقیق قیمت آب آبیاری می باشد. تهیه و جمع آوری داده های مورد نیاز این مدل پیچیده نبوده و داده ها قبل از کاربرد آن ها در مدل نیازی به تغییر و محاسبات اولیه و همگون سازی ندارند. به عبارت دیگر داده های خام می توانند به راحتی در مدل به کار گرفته شوند. در توسعه این مدل، هم از روش هایی که به طور معمول برای تعیین قیمت آب آبیاری کاربرد دارد استفاده شده است و هم از روش هایی که تا کنون برای تعیین قیمت آب استفاده نشده است. روش های قیمت گذاری بر اساس حجم آب مصرفی یا مساحت تحت کشت، روش هایی هستند که استفاده از آن ها در تعیین قیمت آب پیشینه بسیار طولانی دارد در حالی که روش قیمت گذاری آب بر اساس نوع محصول رویکرد جدیدی در محاسبات اقتصادی آب

## REFERENCES

1. Aguadelo, J, I., (2001). The economic valuation of water, principle and methods, *Value of water research report*, series No 5.
2. Bohlolvand, A., sadr, K. & Hashemi, A. (2015). The role of agricultural water markets in the allocation and pricing of water resources (Case study: Mojen Water market). *Journal of Iranian Agricultural Economics and Development Research*, 45(4), 585-794. (In Farsi)
3. Cai, X., Mckinney, D.C., and Rosegarant, M.W., (2001). Sustainability Analysis for Irrigation Water Management: Concepts, Methodology and Application to the Aral Region, *EPTD DISCUSSION PAPER NO. 86. Environment and Production Technology Division*.

4. Cai, X., and Ringler, C., and Rosegarant, M.W. (2001). Dose Efficient Water Management Matter? Physical and Economic Efficiency of Water Use in the River Basin. *EPDT Discussion Paper No.72*.
5. Chizari, A., Sherzehie, GH. and Keramatzadeh, A., (2005). Determining the Economic Value of Water Considering the Optimization Programming, Case Study: Barzoo Dam-Shirvan. *Agricultural Economic and Development*, 71, 39-66. (In Farsi)
6. Doorenbos J, Kassam A. H. (1979). *Yield response to water. FAO irrigation and drainage paper*. No. 33. FAO, Rome, Italy, 193 pp.
7. Easter., (2005). Cost Recovery and Water Pricing for Irrigation and Drainage Projects. *Agriculture and Rural Development Discussion Paper No.26*.
8. Esmaili Moakhar Fordoei, M.A., Ebrahimi, K., Araghinejad, Sh., Hoorfar, A. (2016). Evaluation of farmers involving the economic value of water. *Journal of Iranian Agricultural Economics and Development Research*, 47(1), 141-150. (In Farsi)
9. FAO World Soil Resources Report of Agro-ecological, (1978), Project I Africa.
10. Golzari Z, Eshragh F. and keramatzade A., (2017) Estimating the economic value of water in wheat production in gorgan county. *Journal of Water Research in Agriculture* 30(4):457-466. (In Farsi)
11. Grimble, R. J. (1999). Economic Instruments for Improving Water use Efficiency: Theory and Practice. *Agricultural Water Management*, 40, 77-82.
12. Hosseinzad, J. and Salami, H. (2004). The Selection of Yield Production Function for the Assessment of Economic Value of Agricultural Water, Case Study: Wheat Production. *Agricultural Economic and Development*, 48, 53-84. (In Farsi)
13. Johansson, R.C. (2001). *Pricing Irrigation Water: A literature Survey*.
14. Keramatzadeh, A., Chizari, A. and Mirzaee, A. (2006). Determining the Economic Value of Water Using the Combined Model of Agricultural and Horticultural Cropping Pattern, Case Study: Barzoo Dam, Shirvan. *Agricultural Economic and Development*, 54, 35-60. (In Farsi)
15. Keramatzadeh, A., Chizari, A.H. & Sharzehi, Gh.A. (2011). The Role of Water Market in Determining the Economic Value of Irrigation Water through Positive Mathematical Programming (PMP). *Journal of Iranian Agricultural Economics and Development*, 42(1), 29-44. (In Farsi)
16. Kuper, A. C., Rieu, T. and Motginoul, M., (2003). Water Policy Reforms, Pricing Water Demand and Impact on Agriculture. *Pricing Water Seminar*.
17. Parhizkari and badibarzin (2017). Determination of the Economic Value of Water and Simulating Farmers' Behavior in Takestan Region in Response to Reducing the Agricultural Water Resources. *Journal of Water Research in Agriculture* 31(1):105-118. (In Farsi)
17. Rodgers, C. and Hellegers, P., (2005). Water Pricing and Valuation in Indonesia: Case Study of Brantas River Basin. *EPTD Discussion Paper No. 141*.
18. Sawyer, D., Perron, G., and Tradeau, M. (2005). Analysis of Economic Instruments for Water Conservation. Final Report, Canadian Council of Ministers of the Environment.
19. Venot, J., Molle, F. and Hassan, Y. (2007). Irrigated Agriculture, Water Pricing and Water Saving in the Lower Jordan River Basin. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. Research Report, No.18.