



اندازه گیری بهره وری آب در سیستم‌های آبیاری تحت فشار در ایران: مطالعه موردی در استان همدان

علی محمد جعفری^۱، رضا بهراملو^۲ و سید معین الدین رضوانی^۳

چکیده:

آب مهمترین تنگنای توسعه کشاورزی ایران به شمار می‌آید. جهت مقابله با کم آبی، افزایش راندمان و بهره‌وری آب بعنوان يك سیاست راهبردی توسط دولت ایران در کشاورزی اتخاذ شده و هر ساله سرمایه گذاری قابل ملاحظه‌ای در این راستا صورت گرفته است. این مطالعه با استفاده از داده‌های بدست آمده از تحقیق پیمایشی و آزمایشی در دشت همدان- بهار و ایستگاه تحقیقات کشاورزی اکباتان، با استفاده از تحلیل شاخص بهره‌وری آب را در سیستم‌های مختلف آبیاری تحت فشار و برای محصول سیب زمینی اندازه گیری نموده و تأثیر سیاست فوق را بر بهره‌وری آب در بخش کشاورزی مورد ارزیابی قرار داده است.

بر اساس یافته‌های تحقیق سیستم‌های آبیاری تحت فشار دارای حداکثر محصول و درآمد از هر متر مکعب آب می‌باشند. اما فقط خالص و ارزش افزوده سیستم‌های آبیاری ویلموو و کلاسیک ثابت مثبت است. لذا توصیه تحقیق اینست که جهت مزارع سیب زمینی با توجه به اندازه زمین از سیستم های کلاسیک ثابت یا ویلموو استفاده نمایند.

۱ - عضو هیئت علمی واحد تحقیقات اقتصاد کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی

همدان Jafari_alim@yahoo.com

۲ و ۳- اعضای هیئت علمی واحد تحقیقات آبیاری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان



مقدمه:

ایران در يك منطقه خشك و نیمه خشك واقع شده است و آب مهمترین تنگنای توسعه کشاورزی محسوب می‌شود (۶۵). در راستای غلبه بر این مشکل، سرمایه‌گذاری‌های کلانی در بخش عرضه آب (مهار آب‌های سطحی) انجام شده و یا در حال انجام است. از سوی دیگر نگرش به مصرف بهینه و مدیریت تقاضای آب طی برنامه اول توسعه اقتصادی مورد توجه و عنایت ویژه قرار گرفت و اعتبارات گسترده‌ای به توسعه سیستم‌های آبیاری تحت فشار بمنظور افزایش راندمان و بهره‌وری آب کشاورزی تخصیص یافت و این روند در برنامه‌های بعدی نیز تداوم پیدا کرد (۹ و ۱۱). طی برنامه اول توسعه اقتصادی کشور، حدود ۴۰۴۶۶ هکتار آبیاری تحت فشار در کشور اجرا شد و این رقم طی برنامه دوم به ۱۴۴۴۵۹ هکتار رسید. در مجموع تا پایان برنامه سوم بیش از ۳۵۰۰۰۰ هکتار آبیاری تحت فشار در کشور اجرا شده است (۹).

هدف کلی در مدیریت تقاضا و بهره‌برداری بهینه از آب در بخش کشاورزی افزایش راندمان و بهره‌وری آن است. بهره‌وری به اشکال مختلفی تعریف گردیده است. سازمان بین‌المللی کار^۱ بهره‌وری را معادل نسبت ترکیب چهار عامل اصلی تولید (زمین، سرمایه، کار و مدیریت) بر محصولات می‌داند (۱۳). آژانس بهره‌وری اروپا، بهره‌وری را به معنی درجه استفاده مؤثر از هر یک از عوامل تولید معرفی می‌کند و بهره‌وری در درجه اول یک دیدگاه فکری است که همواره سعی دارد آنچه را که در حال حاضر موجود است بهبود بخشد (۳). بهبود بهره‌وری بر اساس اصل عقلانیت اقتصادی همواره باید مورد توجه قرار گیرد. لیکن امروزه با کمرنگ شدن مرزهای اقتصادی، رقابت در صحنه جهانی ابعاد تازه‌ای یافته و تلاش برای بهبود بهره‌وری پایه اصلی این رقابت را تشکیل می‌دهد. در این راستا بسیاری از کشورها برای اشاعه فرهنگ بهره‌وری و بکارگیری فنون و روش‌های ارتقاء آن، اقدامات زیادی انجام داده‌اند.

بررسی عملکرد کشورهایی که طی سالهای اخیر رشد اقتصادی چشمگیر داشته‌اند، حکایت از آن دارد که اکثر کشورها این رشد را عمدتاً از طریق افزایش بهره‌وری بدست آورده‌اند. بصورتی که نقش سرمایه‌گذاری جدید در این رشد در مقایسه با نقش بهره‌وری در آن اندک بوده است (۱). با توجه به محدودیت منابع آبی کشور لزوم بهره‌برداری بهینه و افزایش بهره‌وری آن جهت نیل به رشد اقتصادی کاملاً ضروری است. از طرفی بدلیل آنکه بخش کشاورزی شدیداً به آب وابسته است و از کمبود آب بیشتر آسیب پذیر است، افزایش بهره‌وری در این بخش یک راهبرد اساسی تلقی می‌شود و دستیابی به امنیت غذایی را میسر می‌سازد.

نظر به اینکه در میان انواع روش‌های آبیاری، سیستم‌های آبیاری تحت فشار مستلزم سرمایه‌گذاری اولیه نسبتاً سنگین است، بایستی در انتخاب سیستم مناسب دقت شود تا حداکثر

^۱ -Interational Labaur Organizaton (ILO)



بهرموری از نظر فنی و اقتصادی حاصل گردد. این عمل در راستای بهینه سازی توأم آب و سرمایه است. این تحقیق به بررسی شاخص‌های بهرموری آب در چهار نوع سیستم آبیاری تحت فشار و تأثیر آنها بر بهرموری آب در مزارع سیب زمینی استان همدان می‌پردازد.

روش تحقیق:

جهت سنجش بهره وری آب از شاخص‌های ذیل استفاده می‌شود. این شاخص‌ها توسط فائو و کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران معرفی شده است (۲ و ۱۲):

(۱) عملکرد از هر واحد حجم آب^۱ (CPD): در این شاخص نسبت مقدار محصول تولید شده به

مقدار حجم آب مصرف شده است:

TP

$$1) CPD = \frac{TP}{TW_C}$$

TW_C

TP: کل محصول تولید شده و TW_C کل حجم آب مصرف شده،

بدیهی است هر چه این نسبت بزرگتر باشد نشان دهنده مصرف صحیح تر آب است.

(۲) دومین شاخص سود ناخالص یا در آمد به ازای هر واحد حجم آب^۲ (BPD): در این شاخص نسبت سود ناخالص به ازای هر واحد حجم آب مصرف شده است:

TR

$$2) BPD = \frac{TR}{TW_C}$$

TW_C

TR: کل درآمد حاصل از محصول به ازای هر واحد آب مصرفی است. این شاخص یکی از معایب شاخص اول را بر طرف می‌کند. زیرا در شاخص اول مقدار محصول تولید شده به ازای حجم آب با توجه به نوع محصول ممکن است نتایج گمراه کننده‌ای در بر داشته باشد. بعنوان مثال، زعفران در مقایسه با سیب زمینی محصول اندکی تولید می‌کند اما در عوض ارزش آن بیشتر از سیب زمینی باشد.

(۳) سود خالص به ازای هر واحد حجم آب^۳ (NBPD): در این شاخص در صورت کسر، سود خالص گنجانده می‌شود:

NB

$$3) NBPD = \frac{NB}{TW_C}$$

TW_C

¹ - Crop Per Drop

² - Benefit Per Drop

³ - Net Benefit Per Drop



NB: سود خالص محصول می‌باشد. این شاخص مناسب‌تر از شاخص BPD است، زیرا ممکن است شاخص بهرهوری آب در یک سیستم بر اساس BPP بیشتر از سیستم نوع دیگر باشد، در حالیکه بر اساس NBPD کمتر باشد. در این صورت، نتیجه حاصل از شاخص گمراه کننده خواهد بود.

(۴) ارزش افزوده از هر متر مکعب آب^۱ (VAPD): ارزش افزوده به ازای یک متر مکعب آب بعنوان یک شاخص بهرهوری از دید اقتصاد کلان قابل طرح است. با استفاده از این شاخص، ارزش افزوده بخش کشاورزی به ازای یک متر مکعب آب تعیین می‌شود و می‌توان از آن برای مقایسه با سایر بخش‌های دیگر اقتصادی استفاده کرد.

هر یک از شاخص‌های فوق دارای مزایا و معایبی است که به نوبه خود مورد بحث قرار خواهد گرفت. داده‌های این تحقیق از نتایج و یافته‌های طرح‌های تحقیقاتی متعدد و داده‌های ثانویه آنها که در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان و همچنین سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان همدان اجرا شده، بدست آمده است (۳، ۵، ۷). این طرح‌ها، بصورت طرح‌های پیمایشی، پرسشگری و آزمایشی در سطح مزارع کشاورزان و ایستگاه تحقیقاتی اکباتان همدان اجرا شده‌اند. علاوه بر اندازه گیری‌های پارامترهای فنی از طریق پرسشنامه اطلاعات هزینه‌های زراعی و آبیاری اخذ گردید. به منظور اطلاع بیشتر از جزئیات تحقیق می‌توان به منابع موجود مراجعه کرد (۴، ۵، ۶ و ۸). آزمایشات مزرعه‌ای در شهرستان بهار و طی سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ اجرا شده‌اند.

نتایج:

جدول ۱ تا ۳ نتایج تحقیق را نشان می‌دهند. پارامترهای حجم آب مصرفی، عملکرد و هزینه‌های تولید در هر هکتار و هزینه تأمین هر متر مکعب آب تحت انواع سیستم‌های تحت فشار در جدول ۱ نشان داده شده است.

هزینه سرمایه‌گذاری اولیه در هر هکتار زمین زراعی بر حسب قیمت‌های سال ۱۳۸۲ در جدول ۲ شمایش داده شده است.

¹ - Value Added Per Drop



جدول ۱: وضعیت عملکرد سیستمهای آبیاری تحت فشار در مزارع سیب زمینی استان همدان

هزینه تولید (ریال در هکتار)	هزینه هر متر مکعب آب (ریال بر متر مکعب)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	حجم آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	نوع سیستم
۱۷۴۴۹۶۶۰	۴۴۶	۴۱۶۰۰	۶۹۷۲	کلاسیک ثابت
۲۵۴۲۹۶۵۰	۴۳۱/۵	۳۵۰۰۰	۶۵۷۷	کلاسیک متحرک
۱۹۸۲۷۸۳۰	۵۲۵	۴۸۵۰۰	۶۳۱۲	ویل موو
۱۸۶۰۷۵۰۰	۴۵۹	۳۳۴۶۵	۵۸۲۰	تیپ (قطره‌ای)
۱۸۶۰۷۵۰۰	۴۵۹	۴۱۵۲۸	۶۷۵۱	میانگین

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۲: هزینه سرمایه‌گذاری اولیه در آبیاری تحت فشار در هر هکتار (ارقام به ریال)

سیستم شرح	کلاسیک ثابت	کلاسیک متحرک	ویل موو	قطره‌ای (تیپ)
هزینه سرمایه‌گذاری اولیه در هر هکتار	۱۲۶۵۲۳۸۰	۶۹۵۲۷۱۷	۷۹۳۲۰۴۳	۱۵۰۰۰۰۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

اما نتایج شاخص‌های مورد اشاره در روش تحقیق برای سیستم‌های آبیاری مورد نظر، در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

جدول ۳: شاخص‌های بهرهوری آبدر سیستم‌های آبیاری تحت فشار در مزارع سیب‌زمینی دشت

بهار - همدان

نوع سیستم	CPD (کیلوگرم بر متر مکعب)	BPD (ریال بر متر مکعب)	NBPD (ریال بر متر مکعب)	VAPD (ریال بر متر مکعب)
کلاسیک ثابت	۶/۳۷	۴۱۴۰	۱۵۸۶	۱۱۴۰
کلاسیک متحرک	۵/۳۲	۳۴۵۸	-۴۰۷	-۸۳۹
ویل موو	۷/۸۷	۵۱۱۵	۱۹۳۳	۱۴۰۸



متوسط	۶/۴۷	۴۲۰۷	۱۴۶۲	۹۲۴
-------	------	------	------	-----

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بحث و نتیجه گیری:

برحسب نتایج جدول شماره ۱ میزان آب مصرف شده در واحد سطح حداقل ۵۸۲۰ متر مکعب در سیستم آبیاری قطره‌ای و ۶۹۷۲ متر مکعب در سیستم کلاسیک ثابت اتفاق افتاده است. در عمل اختلاف معنی داری بین سیستم های آبیاری بارانی، از نظر میزان مصرف آب در هکتار، وجود ندارد و تنها سیستم آبیاری قطره‌ای آب کمتری نسبت به بقیه استفاده می‌کند. از نظر عملکرد، سیستم ویل موو با ۴۸۵۰۰ کیلو گرم در هکتار بالاترین و سیستم قطره‌ای با ۳۳۴۶۵ کیلو گرم کمترین عملکرد در هکتار را بخود اختصاص داده‌اند. هزینه‌های تأمین هر متر مکعب آب آبیاری اعم از انرژی، تغییرات و غیره با یکدیگر اختلاف زیاد و معنی داری ندارند. از نظر هزینه‌های زراعی نیز بین سیستم‌ها همین وضعیت حاکم است. تنها استثنا در مورد کلاسیک متحرک می‌باشد که فقط در یک مزرعه اندازه گیری صورت گرفت و زارع آن بدلیل استفاده از بنر دست اول وارداتی دارای هزینه‌های زیادتری بود و عملاً این هزینه را نمی‌توان به سیستم نسبت داد.

اما هزینه‌های سرمایه گذاری اولیه در هر هکتار و برای انواع سیستم ها، طبق جدول ۲، در مورد آبیاری قطره‌ای بسیار بالا است و پس از آن سیستم کلاسیک ثابت، ویل موو و کلاسیک متحرک در رده‌های بعدی قرار دارند. نظر به اینکه اغلب مزارع بزرگتر بدلیل داشتن زارعین پیشرو، زودتر از سایر کشاورزان سرمایه گذاری در آبیاری تحت فشار را انجام داده‌اند و رفته رفته مزارع کوچکتر تحت پوشش قرار می‌گیرند، بدلیل زیان‌های مقیاس و تورم قیمت لوازم و تجهیزات آبیاری تحت فشار بطور پیوسته این هزینه‌ها در حال افزایش است.

در جدول ۳ شاخص‌های بهرموری آب در سیستم‌های مختلف نشان داده شده است. شاخص مقدار محصول تولید شده از هر متر مکعب آب (CPD) بعنوان شاخص کارایی مصرف آب و مورد توجه کارشناسان فنی است و از آن در تحلیل های خود بیشتر استفاده می‌کنند. این شاخص بیانگر همان شعار حداکثر محصول از حداقل آب است (۱۴). مطابق جدول کمترین مقدار مربوط به سیستم آبیاری کلاسیک متحرک و بیشترین آن مربوط به ویل موو است. میانگین کل سیستم ها برابر ۶/۴۷ کیلو گرم می‌باشد. مقایسه این نتایج با مطالعه‌ای که توسط حیدری و حقایقی (۱۳۸۰) در مورد چند محصول زراعی و صیفی در نقاط مختلف کشور انجام شده، نشان می‌دهد که مقدار محصول تولید شده از هر متر مکعب آب در شهرستان فریدن و در محصول سیب زمینی و با روش آبیاری نقلی برابر ۱/۷۲، برای محصول جو در مشهد برابر ۱، محصولات گوجه فرنگی و لوبیا در آذربایجان غربی بترتیب برابر ۳/۳ و ۰/۹۱، محصول کاهو در دزفول برابر ۴/۷۷ و نرت دانه‌ای در همین



شهرستان برابر ۰/۶۵ کیلو گرم بر متر مکعب بوده است. قدمی فیروزآبادی و حیدری (۱۳۸۳) در دشت قهاوند همدان کارایی مصرف آب در محصول سیب زمینی را که تحت روش سیستم آبیاری قرار داشتند مطالعه کردند و آنرا ۲/۵ کیلو گرم بدست آوردند. البته شرایط دشت مورد مطالعه در این تحقیق (بهار) متفاوت از دشت قهاوند است. بطور کلی نمی‌توان اختلاف کارایی مصرف آب را فقط به نوع سیستم نسبت داد. مطالعه بهراملو و جعفری (۱۳۸۳) نشان می‌دهد که صرف نظر از عوامل مدیریتی میزان CPD برای آبیاری بارانی برابر ۴/۲ و قطره‌ای ۵/۷۵ است.

اما شاخص‌های دیگر بهره‌وری آب تقریباً در کشور تا کنون مورد توجه قرار نگرفته است. از اشکالات شاخص قبلی اینست که ارزش محصول تولید شده در واحد حجم آب در شرایطی که CPD بالاست، ممکن است پایین باشد. برای رفع چنین مشکلی فاکتورهای اقتصادی بخصوص قیمت و هزینه‌های تولید در محاسبه شاخص‌های BPD، NBPD و VAPD دخالت داده شده‌اند.

بر اساس شاخص BPD از هر متر مکعب آب در سیستم‌های آبیاری تحت فشار بطور متوسط ۴۲۰۷ ریال درآمد ایجاد می‌شود. ولی از آنجا که سود خالص در این شاخص منعکس نمی‌شود ممکن است گزینه‌ای خود را برتر نشان دهد که در عین داشتن BPC بالا، سود منفی داشته باشد. لذا شاخص NBPD بهتر می‌تواند بیان کند کدام گزینه برتر می‌باشد. بر اساس این شاخص بغیر از سیستم کلاسیک متحرک بقیه سیستم‌ها سود خالص دارند و ویلموو و کلاسیک ثابت بترتیب بهترین گزینه‌ها هستند. در این شاخص هزینه‌های آب و سیستم آبیاری تحت فشار ملحوظ نمی‌شود. اما در شاخص ارزش افزوده، پس از کسر کلیه هزینه‌ها شاخص VAPD محاسبه می‌گردد که در اینجا همان دو گزینه ویلموو و کلاسیک ثابت دارای ارزش افزوده مثبت هستند.

پیشنهادهای

با توجه به اینکه ارزش افزوده و سود خالص از هر متر مکعب آب در سیستم‌های ویلموو و کلاسیک ثابت مثبت و بالاتر است، جهت محصول سیب زمینی این دو سیستم توسعه داده شود و بسته به مقیاس مزرعه نوع آن انتخاب گردد. معمولاً جهت اراضی بزرگ مقیاس سیستم ویلموو با صرفه‌تر و ارزاتر است. در حالی که برای اراضی کوچکتر مناسب نمی‌باشد.

منابع:

- ۱- ابطحي، حسين و بابك كاظمي (۱۳۷۵). بهرموري. مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی. تهران.
- ۲- احسانی، مهرزاد و هومن خالدي (۱۳۸۲)، بهرموري آب کشاورزی، کمیته ملی آبیاری و ذهکشی ایران. تهران.



۳- امامی میبیدی، علی (۱۳۷۹). اصول اندازمگیری کارایی و بهره‌وری، مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بزرگانی. تهران.

۴- بهراملو، رضا و علی محمد جعفری (۱۳۸۳). بررسی فنی و اقتصادی دو روش آبیاری بارانی و تیپ در سه رقم سیب زمینی در همدان. گزارش پژوهشی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان. همدان.

۵- جعفری، علی محمد (۱۳۷۶). تحلیل اقتصادی سرمایه‌گذاری در تکنولوژی آب اندوز در ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

۶- جعفری، علی محمد و سید معین الدین رضوانی (۱۳۸۰). بررسی راهکارهای مناسب مقابله با بحران آب در استان همدان. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان همدان. همدان.

۷- حیدری، نادر و احسان حقایقی (۱۳۸۰). کارایی مصرف آب آبیاری محصولات عمده مناطق مختلف کشور. گزارش منتشر نشده. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. کرج.

۸- رضوانی، سید معین الدین و علی محمد جعفری (۱۳۸۳). ارزیابی فنی و اقتصادی سیستم‌های آبیاری بارانی اجرا شده در مزارع سیب زمینی در استان‌های همدان و اصفهان. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان. همدان.

۹- زارعی، قاسم و سید حسین صدر قائن (۱۳۸۳). سیمای توسعه روش‌های آبیاری بارانی در ایران تا افق ۱۴۰۰. کارگاه فنی آبیاری بارانی (توانمندی‌ها و چالش‌ها). کمیته ملی آبیاری و زهکش ایران. کرج.

۱۰- قدمی فیروزآبادی، علی و نادر حیدری (۱۳۸۳). بررسی حجم آب مصرفی و عملکرد محصول سیب زمینی. تحت سیستم آبیاری بارانی. کارگاه فنی آبیاری بارانی (توانمندی‌ها و چالش‌ها). کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. کرج.

۱۱- ولی زاده، ناصر (۱۳۸۲). روند توسعه و چشم‌انداز آبیاری تحت فشار در ایران. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران.

12-Amir Kassam and Martin Smith(2001), FAO methodologies on crop water use and crop water productivity: Food and Agriculture Organization of United Nations.

13-International Labour Office(1981), Methods of labour productivity statistics, Geneva, Switzerland.

14-International Water Management Institute(2003), How do we get more crop from every drop? Improving water productivity.



پنجمین کنفرانس دوسالانه اقتصاد کشاورزی ایران

۷-۹ شهریور ۱۳۸۴ زاهدان - دانشگاه سیستان و بلوچستان



15-Molden, D., F. Rijsbeman , Y. Matsuno and U.A. Amarasinghe
(2003), increasing productivity of water: A requirement for food
and environmental security. International Water Management
Institute. Sri Lanka.