نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۲، مرداد - شهریور ۱۳۹۷، ص. ۶۹۵-۶۸۳

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 12, Agu.-Sep. 2018, p. 683-695

ارزیابی سامانه‌های نوین آبیاری با مفاهیم بهره‌وری اقتصادی آب و راندمان آبیاری در استان قزوین

زهرا درگاهی[۱]، بیژن نظری[۲]، هادی رمضانی اعتدالی[۳*] و حامد مازندرانی‌زاده[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۱

چکیده

ارزیابی راندمان اقتصادی سیستم‌های آبیاری به عنوان رویکردی جدید با هدف ارزیابی و برنامه‌ریزی آبیاری بر مبنای تحلیل‌های اقتصادی است. در این پژوهش، ۴۲ سامانه آبیاری در استان قزوین مورد مطالعه قرار گرفت. میانگین شاخص نسبت منافع به مخارج در سامانه‌های آبیاری بارانی، ۱/۴ و در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، ۲/۹۴ و در تمامی سامانه‌ها این نسبت بالای ۱ است که نشان از اقتصادی بودن طرح‌های اجرا شده دارد. اقتصادی‌تر بودن روش آبیاری قطره‌ای به دلیل استفاده از این سامانه‌ها برای باغات است که درآمد بیش‌تری دارند. متوسط بهره‌وری اقتصادی آب آبیاری برای گندم، ذرت دانه‌ای و علوفه‌ای، جو و یونجه به ترتیب برابر ۸۳۳۳/۷، ۴۸۵۴/۶، ۲۴۸۶، ۶۶۸۵/۸، ۴۴۰۴/۵ ریال بر مترمکعب و متوسط این شاخص برای هلو، شلیل، انگور، سیب و گلابی در آبیاری قطره‌ای به ترتیب برابر ۳۴۷۱۶، ۳۴۵۷۴، ۱۴۹۷۵/۷ ، ۲۶۵۰۳ و ۳۱۹۴۵ ریال بر مترمکعب به دست آمد. در ارزیابی کارآیی فنی سامانه‌های آبیاری، ضریب یکنواختی، یکنواختی توزیع، راندمان واقعی کاربرد آب و راندمان پتانسیل کاربرد آب در چارک پایین، در سامانه‌های بارانی به ترتیب برابر با ۷۶/۸۲، ۶۴/۱۹، ۵۵/۲۵ و ۶۵/۲۹ درصد و یکنواختی پخش آب، راندمان پتانسیل و راندمان واقعی کاربرد در چارک پایین، در سامانه‌های قطره ای به ترتیب ۶۵/۲۶، ۵۷/۷۶، ۵۱/۳۲ درصد تعیین شدند. نتایج نشان داد که در هر دو روش آبیاری، با افزایش مساحت مزرعه، سامانه اقتصادی‌تر می‌شود. ارزیابی راندمان آبیاری نشان داد فرصت‌های زیادی برای ارتقای بهره‌وری اقتصادی آب در مزارع استان وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: راندمان اقتصادی، بهره وری آب، سود خالص به ازای مترمکعب، سامانه آبیاری، استان قزوین

مقدمه

با توجه به اهمیت روزافزون آب در حکم یک کالای اقتصادی در بخش کشاورزی و عدم کفایت شاخص‌های راندمان آبیاری متداول در ارزیابی سیستم‌های آبیاری، ارزیابی راندمان اقتصادی سیستم‌های آبیاری به عنوان رویکردی جدید با هدف ارزیابی و برنامه‌ریزی آبیاری بر مبنای تحلیل‌های اقتصادی مطرح شده است. کای و همکاران طی تحقیقی یک مدل بهینه سازی هیدرولوژیکی و اقتصادی را برای ارزیابی و بهینه سازی عملکرد بخش کشاورزی در حوضه رودخانه مایپو[۵] در شیلی تهیه کردند (Cai et al., 2001). در جریان این تحقیق، راندمان فیزیکی و راندمان اقتصادی در سطح حوضه آبریز بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که راندمان‌های فیزیکی و اقتصادی تولید محصولات کشاورزی لزوما هم‌راستا نیستند و عوامل مختلفی از قبیل روش آبیاری، مقدار ورودی وخروجی حوضه، مساحت اراضی تحت پوشش حوضه و حقابه‌ها بر مقدار این راندمان‌ها موثرند. همچنین مین الدین و همکاران مدل بهینه سازی هیدرولوژیکی و اقتصادی برای حوضه آبریز رودخانه موری[۶] در استرالیا تهیه نمودند و به نتایج مشابه کای و همکاران رسیدند (Mainuddin et al., 2007; cai et al., 2001).

بورنلاند و همکاران تحقیقی را در زمینه مدیریت منابع آب و به خصوص شیوه‌های مدیریت در بخش آبیاری در ایالت آلبرتای کانادا انجام دادند (Bjornlund et al., 2007). نتایج نشان داد که استفاده از عوامل و شاخص‌های اقتصادی می‌تواند در ارزیابی عملکرد بخش آبیاری بسیار موثر و کارامد باشد. البته نتایج این تحقیق نشان داد که میزان آشنایی کشاورزان با شاخص‌های اقتصادی بسیار محدود و آموزش‌های وسیعی در این زمینه لازم است. نتیجه یک مزرعه آزمایشی در دره اردن نیز نشان داد که استفاده از سامانه آبیاری

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)
۲- استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)
۳- استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)
۴ - استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
(* - نویسنده مسئول: Email: Ramezani@eng.ikiu.ac.ir)

5- Maipo river

6- Murry river

قطره‌ای در صورت طراحی و اجرای درست باعث صرفه‌جویی ۳۷ درصدی مصرف آب، افزایش ۲۵ درصدی عملکرد و تغییر ۱۲/۵ درصدی الگوی کشت شده است. همچنین بازده اقتصادی آب آبیاری قطره‌ای حدود ۲/۸ برابر آبیاری سطحی برآورد شد (Al-Weshah and Radwan., 2000).

احمدآلی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی وضعیت سامانه‌های آبیاری تحت فشار استان قم پرداختند. نتایج ایشان نشان داد میانگین وزنی با وزن مساحت مزرعه برای سه شاخص DU، PELQ و AELQ به ترتیب ۵۳/۹، ۴۵/۳ و ۵۳/۹ درصد برای آبیاری موضعی است. ایشان اغلب مشکلات مربوط به سامانه‌های تحت فشار استان قم را به فاز بهره‌برداری مرتبط دانستند. جعفری و همکاران (۱۳۹۶) برای مزارع سیب‌زمینی استان همدان، با محاسبه شاخص‌های فیزیکی و اقتصادی آب، سامانه‌های آبیاری تحت فشار این منطقه را تحلیل کردند. طبق نتایج این تحقیق، سامانه آبیاری تحت فشار، بیش‌ترین درآمد اقتصادی در هر هکتار معادل ۴۲۰۷ ریال بر متر مکعب آب را ایجاد کرده است. نجفی و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای سامانه آبیاری قطره‌ای را به عنوان یکی از کاربردی‌ترین روش های آبیاری تحت فشار در استان فارس، از بعد اقتصادی بررسی و ارزیابی کردند. نتایج مطالعه نشان داد که بر اساس معیار ارزش حال خالص، ۶۲ درصد از سامانه ها دارای توجیه اقتصادی هستند. نتایج بدست آمده از بودجه‌بندی جزیی نیز حاکی از تاثیر مثبت نصب این سامانه بر سود باغ ها از راه افزایش سطح زیر کشت، افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌ها می‌باشد. مشکلات عمده شامل گرفتگی قطره‌چکان، کیفیت پایین لوله‌ها و بالا بودن هزینه اولیه است.

ستین و همکاران در مطالعه‌ای به ارزیابی اقتصادی آبیاری قطره-ای در باغات زیتون ترکیه با استفاده از معیار ارزش حال خالص مثبت پرداختند (Cetin et al., 2004). نتایج مطالعه نشان داد که سامانه آبیاری قطره‌ای از نظر سرمایه‌گذاری سودآور بوده و توجیه اقتصادی لازم را دارد. همچنین طول دوره برگشت سرمایه ۴ سال بوده است. کریشنا و همکاران به بررسی و ارزیابی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در سریلانکا پرداختند. آن‌ها در مطالعه خود با استفاده از تحلیل تابع مرزی و بکار بردن تابع تولید کاب- داگلاس به این نتیجه رسیدند که راندمان سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در طول سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ بهبود نیافته، حال آنکه بهره‌وری نیروی کار و زمین طی این دوره افزایشی بوده است (Krishanth et al., 2004).

آواری و هیواس در یک مزرعه آزمایشی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، بارانی و سطحی را روی محصول سیب‌زمینی با آب مصرفی ۱۰۰ درصد نیاز آبی مورد مقایسه قرار دادند (Awari and Hiwase, 1994). نتایج نشان داد که بیش‌ترین محصول و کارایی مصرف آب تحت سامانه آبیاری قطره‌ای به دست می‌آید. تحلیل و ارزیابی اقتصادی عملکرد سیستم‌های آبیاری می‌تواند روشی کارامد برای سیاست‌گذاری و تشویق کشاورزان در استفاده از شیوه‌های مدیریتی جدید باشد (Wichelns., 2002).

در برخی کشورهای پیشرو در زمینه توسعه سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار افزایش تعرفه انرژی باعث تمایل کشاورزان به سمت کاشت محصولات با ارزش اقتصادی بالاتر اما دارای نیاز آبی بالاتر شده است (Lecina et al., 2010). بهرامی بوانی و همکاران (۱۳۹۳) در تحلیل بهره‌وری انرژی در سامانه‌های آبیاری تحت فشار و سطحی در شهرستان اهواز در تولید گندم گزارش کردند که بالاترین میزان مصرف انرژی مربوط به عملیات آبیاری بوده است. نظری و همکاران (۱۳۹۵) با ارایه روشی جهت بررسی میزان مصرف انرژی در سامانه‌های آبیاری تحت فشار، شاخص مصرف انرژی و هزینه انرژی به ازای تامین یک واحد آب در مزرعه را بر حسب KWh/m^3 و ریال بر مترمکعب ارایه دادند. این مطالعات بر اهمیت و ضرورت تحلیل مصرف انرژی در سامانه‌های آبیاری تحت فشار تاکید داشته است. پنهانی و همکاران (۱۳۹۲) در ارزیابی آثار اقتصادی اجرای آبیاری بارانی در شهرستان بیله سوار، به این نتیجه رسیدند که بعد از اجرای پروژه ارزش خالص افزایش یافته و نرخ بازده داخلی به ۳۵ ٪ افزایش پیدا کرده است. همچنین نتایج تحلیل‌های افزایش هزینه وکاهش قیمت و استفاده از نرخ بهره‌های متفاوت نشان می‌دهند علیرغم آنکه سودهی را کمی کاهش داده است ولی اجرای پروژه با تسهیلات و حمایت‌های دولت برای کشاورزان مقرون به صرفه و دارای توجیه اقتصادی می باشد. اما نتایج بررسی شاخص‌های اقتصادی در شرایط استفاده از تسهیلات و حمایت‌های بلاعوض دولت نشان می‌دهند که سرمایه‌گذاری توسط کشاورزان به‌دلیل هزینه‌های سنگین اجرای پروژه، اقتصادی نمی‌باشد.

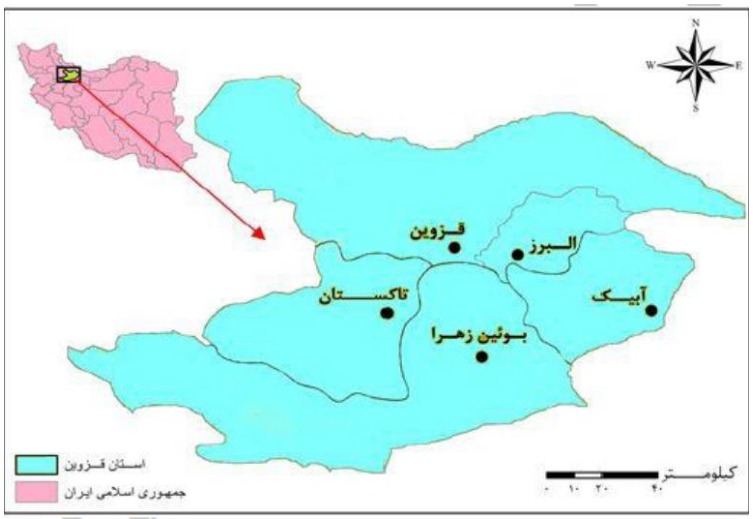
از جمع‌بندی مطالعات پیشین بر می‌آید که نیاز است سامانه‌های آبیاری بر اساس شاخص‌های اقتصادی ارزیابی شوند. در مناطق مختلف با توجه به تفاوت شرایط اقتصاد کشاورزی و شرایط آبیاری، سودمندی اقتصادی اجرای سامانه‌های نوین آبیاری متفاوت خواهد بود. بر این اساس این تحقیق در منطقه قزوین طراحی شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان قزوین در حوزه مرکزی ایران با مساحتی معادل ۱۵۸۲۱ کیلومتر مربع، بین ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. دشت قزوین یکی از دشت‌های حوضه آبریز دریاچه نمک و بزرگ‌ترین دشت آن محسوب شده و بیش‌ترین سطح زیر کشت انواع محصولات را در میان دشت‌های حوضه آبریز دارد. طبق نقشه‌ی طبقه‌بندی اقلیمی ایران، این منطقه جز مناطق مدیترانه‌ای محسوب می‌شود.

از بین سامانه‌های آبیاری تحت فشار با توجه به رواج بیش‌تر در منطقه، آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک، و آبیاری قطره‌ای (قطره‌چکان تنظیم‌شونده) مورد مطالعه قرار گرفت. در سال ۱۳۹۵، به ترتیب ۱۰۲۷ و ۴۹۷۸ هکتار آبیاری بارانی و قطره‌ای در استان قزوین اجرا شده است. بیش از ۹۰ درصد از سامانه‌های آبیاری بارانی در استان قزوین، از نوع کلاسیک ثابت آبپاش متحرک بوده است (نظری و همکاران، ۱۳۹۵). در این پژوهش ۴۲ مزرعه به علت همکاری کشاورزان مورد ارزیابی اقتصادی قرار گرفت که این مزارع در شهرستان‌های قزوین، البرز، بویین زهرا، تاکستان و آبیک قرار داشتند. جدول ۱ مشخصات مزارع و نوع سامانه آبیاری را نشان می‌دهد. از بین این ۴۲ مزرعه، در ۱۵ مورد (۱۰ سیستم آبیاری بارانی و ۵ سیستم آبیاری قطره‌ای)، ارزیابی شاخص‌های راندمان آبیاری در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ نیز انجام شد.



شکل ۱- موقعیت استان قزوین و شهرستان‌های تابعه

جدول ۱- مشخصات مزارع و نوع سامانه آبیاری (S: بارانی، T: قطره‌ای)

ردیف	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	۱٦	۱۷
مساحت(هکتار)	۳۰	۷	۷	۷/۵	۷	۲/۵	۱/۸	۵	۴/۴	۴	۲/۴	۳۵	۲۲/۵	۲	۴	۶	۲/۵
شهرستان	البرز	البرز	البرز	البرز	البرز	البرز	البرز	البرز	البرز	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین
نوع سامانه	S	S	S	S	S	T	T	T	T	S	S	S	S	S	S	S	S
سال اجرا	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۳	۱۳۹۳	۱۳۹۰	۱۳۹۳	۱۳۹۰	۱۳۹۳	۱۳۹۳	۱۳۹۳	۱۳۹۳	۱۳۹۳	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۳
ردیف	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸
مساحت(هکتار)	۶	۵	۲	۳/۴	۴	۶	۲/۵	۶	۵	۲	۳/۴	۴	۳/۱	۳/۳	۶/۸	۷/۳	۵۱	۸
شهرستان	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین	قزوین	بویین زهرا	بویین زهرا	بویین زهرا	بویین زهرا
نوع سامانه	T	T	T	T	S	S	S	T	T	T	T	T	T	T	S	S	S	S
سال اجرا	۱۳۹۰	۱۳۹۳	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۳	۱۳۹۰	۱۳۹۳	۱۳۹۰	۱۳۹۳	۱۳۹۳	۱۳۹۳	۱۳۹۰	۱۳۹۳	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۳
ردیف	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲				
مساحت(هکتار)	۲۳/۵	۱۸	۵	۱۲	۷/۳	۴۶/۶	۵	۲۴/۸	۵/۷	۳	۰/۹	۹/۲	۲	۰/۸				
شهرستان	آبیک	آبیک	آبیک	آبیک	تاکستان	تاکستان	تاکستان	تاکستان	تاکستان	تاکستان	تاکستان	تاکستان	تاکستان	آوج				
نوع سامانه	S	S	T	T	S	S	S	T	T	T	T	T	T	T				
سال اجرا	۱۳۹۳	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۳	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۰	۱۳۹۳				

از نوع گیاهان کشت شده در سامانه‌های آبیاری مورد مطالعه، گندم، ذرت دانه‌ای و علوفه‌ای، جو و یونجه و در آبیاری قطره‌ای درختان هلو و شلیل، انگور، سیب و گلابی بوده است. در مورد ذرت، پس از متراکم و مرتفع شدن گیاه، بهره‌بردار در جابجایی آبپاش‌ها مشکلات زیادی دارد. در بازدیدهای انجام شده کشاورزان، برای مراحلی که گیاه مرتفع می‌شود، از پایه‌های آبپاش بزرگ‌تر استفاده می‌کردند. اغلب سامانه‌ها در سطوحی کم‌تر از ۱۰ هکتار اجرا شده بودند (شکل ۲).

شاخص‌های ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری

جزییات شاخص‌های ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۲ ارایه شده است.

جدول ۲- شاخص های ارزیابی فنی سامانه های آبیاری

نام شاخص	رابطه ریاضی	توضیحات مربوطه
ضریب یکنواختی CU	$100 \times \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}(Xi - X)}{X \times N}\right]$	CU: ضریب یکنواختی، X: میانگین عمق آب جمع شده در تمام ظرف‌ها (میلی متر)، Xi: عمق آب جمع‌شده در هریک از ظرف‌ها (میلی‌متر) و N: تعداد ظروف جمع‌آوری آب است. در آبیاری بارانی باید CU>78% باشد تا بتوان عملکرد سامانه را قابل قبول دانست (علیزاده، ۱۳۸۴). آرایش چیدن ظرف‌ها مطابق با استاندارد مرسوم مریام و کلر ارزیابی سامانه‌ها بوده است (Merriam and Keller., 1978).
یکنواختی کاربرد آب DU	متوسط ربع پایین / متوسط عمق آب دریافتی	در آبیاری بارانی باید DU>65% باشد تا بتوان عملکرد سامانه را قابل قبول دانست (علیزاده، ۱۳۸۴).
راندمان پتانسیل کاربرد آب (PELQ)	متوسط ربع پایین / متوسط عمق آب از آبپاشها	مبین راندمان قابل حصول از سیستم می‌باشد
راندمان واقعی کاربرد آب (AELQ)	AELQ=DU×Re	مبین یکنواختی و کفایت آبیاری می‌باشد. Re، بخش موثر آب پخش شده از آبپاش‌ها یا به عبارت دیگر بخشی از آن که به سطح زمین می‌رسد می‌باشد.
یکنواختی پخش آب (EU)	EU=qn/qm	Qn دبی حداقل و qm دبی متوسط در زیرواحد آبیاری است.EU از معیارهای مهم ارزیابی آبیاری قطره‌ای است و نشان می‌دهد دبی خروجی از قطره‌چکان‌های یک لاترال تا چه حد یکنواخت است. دبی قطره‌چکان‌ها در سه نوبت و با ظرف مدرج و زمان سنج (کورنومتر) اندازه‌گیری شد. با توجه به حجم ظرف‌های مدرج، اندازه‌گیری در هر نوبت آبیاری قطره‌ای، حدود نیم ساعت بوده است.

شاخص‌های بهره‌وری اقتصادی در ارزیابی سامانه های آبیاری

هر نوع تغییر در ساختار و سازمان تولید مزارع، به ویژه به‌کارگیری شیوه های جدید تولید، اثرات مختلف اقتصادی، اجتماعی و فنی بر بهره برداران و مزارع آنان خواهد داشت. ضروری است قبل از به‌کارگیری روش‌های آبیاری نوین، میزان تغییرات هزینه و درآمد و سودآوری مزرعه نسبت به روش‌های موجود تحلیل شود. شاخص‌های اقتصادی مورد استفاده برای ارزیابی سامانه های آبیاری در جدول ۳ ارایه شده است.

نتایج و بحث

ارزیابی فنی

مقادیر متوسط پارامترهای ضریب یکنواختی (CU) و یکنواختی توزیع (DU)، راندمان واقعی کاربرد آب در چارک پایین (AELQ) و راندمان پتانسیل کاربرد آب در چارک پایین (PELQ)، در سامانه‌های مورد ارزیابی به ترتیب برابر با ۷۶/۸، ۶۴/۲، ۵۵/۳ و ۶۵/۲ درصد محاسبه شدند. در جدول ۴ مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده برای سامانه‌ها نشان داده شده است.

جدول ۳- شاخص‌های اقتصادی ارزیابی سامانه های آبیاری

نام شاخص	رابطه ریاضی	توضیحات مربوطه
نسبت منافع به هزینه	$B/C = \frac{Benefits}{Costs}$ $B/C=\frac{EUAB}{EUAC}$	چنانچه طرح اقتصادی باشد، این نسبت بزرگ‌تر از ۱ خواهد بود. شاخص نسبت منفعت به هزینه برای سامانه‌ها به‌منظور مقایسه‌ی اقتصادی طرح‌ها، محاسبه شد. هزینه‌های تولید، عملکرد و قیمت فروش محصول با تکمیل پرسشنامه تعیین شد.
شاخص بهره‌وری اقتصادی- سود به ازای مترمکعب آب (BPD)	$BPD = \frac{Y\ (\frac{\$}{kg} \times \frac{kg}{ha})}{[I+P](\frac{m3}{ha})}$	صورت کسر، سود حاصل از تولید کشاورزی در هر هکتار و مخرج کسر مقدار آب آبیاری و بارش به کار برده شده می‌باشد (Kijne et al., 2003). در مورد بارش، بارش موثر در دوره رشد گیاه لحاظ گردید. می‌توان از شاخص برای ارزیابی بهره‌وری آب مزارع استفاده نمود ولی با توجه به اینکه در این روش میزان هزینه مصرف شده را در نظر نمی‌گیرد برای مقایسه محصولاتی که هزینه تولید یکسان ندارند، دقت مناسبی ندارد.
شاخص بهره‌وری اقتصادی- سود خالص به ازای مترمکعب آب (NBPD)	$NBPD = \frac{Y\ (\frac{\$}{kg} \times \frac{kg}{ha})}{[I+P](\frac{m3}{ha})}$	در این شاخص سود خالص مورد استفاده قرار می‌گیرد لذا تمامی عوامل تولید به نوعی در این شاخص مد نظر قرار گرفته است (Kijne et al., 2003). محاسبه این شاخص قدری مشکل می‌باشد ولی از دقت بالاتری نسبت به شاخص‌های دیگر برخوردار بوده و در مطالعات در مقیاس شبکه و حوضه کارآمدتر است.

جدول٤- مقادیر پارامترهای ارزیابی فنی سامانه‌های بارانی

ردیف	بخش-روستا	سطح اجرا(هکتار)	CU	DU	AELQ	PELQ
۱	البرز-بیدستان	۳۰	۸۲/۶	۷۲/۷	۵۸/۸	۷۰
۲	البرز-حسن آباد	۷	۷۶/۶	۶۳/۴	۵۰/۶	۶۲
۳	البرز-کمال آباد	۷	۸۰/۹	۶۶/۱	۵۹/۲	۶۸/۳
۴	البرز-حسن آباد	۷	۷۵	۶۵	۵۵	۶۳/۵
۵	قزوین-شید اصفهان	۴	۷۷/۸	۶۵/۶	۶۰	۶۶
۶	قزوین-چوبیندر	۲/۴	۶۸/۹	۵۲/۶	۴۶/۸	۵۸/۳
۷	بشاریات-مامجین	۱۸	۷۳/۵	۵۷/۹	۵۱/۳	۶۲
۸	قزوین - اقبالیه	۳۵	۸۲/۵	۷۳/۵	۶۲/۴	۷۲
۹	قزوین-اقبالیه	۲۲/۵	۷۵	۶۰/۴	۵۷/۸	۶۲/۶
۱۰	قزوین- ناصر آباد	۴	۷۵/۴	۶۴/۸	۵۰/۶	۶۸/۲

با توجه به مقادیر CU وDU اندازه‌گیری‌شده، فقط مزارع شماره ۱ ،۳ و ۸ از عملکرد قابل قبولی برخوردار بودند. به عبارتی ۷ مورد از ۱۰ مورد (۷۰ درصد)، عملکرد پایین‌تر از حد انتظار دارند. نتایج فوق با مطالعات طالبی و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد که پس از بررسی هفت سیستم کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک، متوسط راندمان واقعی کاربرد سیستم را ۵۳ درصد برآورد کرده و پایین بودن راندمان در این سیستم‌ها را بهره‌برداری نادرست، عدم دقت در طراحی و اجرای طرح‌ها، وزش باد غالب منطقه و مشکلات مدیریتی معرفی کردند. همچنین نتایج با مطالعات فاریابی و همکاران (۱۳۸۹) که پس از بررسی ۱۰ سیستم کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک دشت دهگلان، بیان کردند؛ کلیه سیستم‌ها دارای راندمان کاربرد پایین بودند، مطابقت دارد. تعیین دلایل تفاوت راندمان آبیاری در مزارع مختلف، نیاز به تحقیقی جامع و با روش‌شناسی متفاوت دارد. اما در طی بررسی‌ها و بازدیدهای انجام شده در این مطالعه، معمولا مزارع بزرگ‌تر که کشاورزان توانمندتر داشته است، راندمان بهتری نیز داشت. مزرعه ۱ و ۸ هر دو از این دست مزارع بودند. بر پایه مشاهدات عینی در مزارع با مساحت کم‌تر نیز، دلیل اصلی تفاوت عملکرد سیستم، توانایی کشاورز در بهره‌برداری مناسب از سیستم، اصلی‌ترین عامل تفاوت راندمان آبیاری بوده است.

مقادیر متوسط پارامترهای ضریب یکنواختی (EU)، راندمان پتانسیل کاربرد و راندمان واقعی کاربرد در چارک پایین، در سامانه‌های قطره‌ای مورد ارزیابی به ترتیب ۶۵/۲۶، ۵۷/۷۶، ۵۱/۳۲ درصد محاسبه شدند. جدول ۵ مقادیر پارامترها را برای هر سامانه نشان می‌دهد.

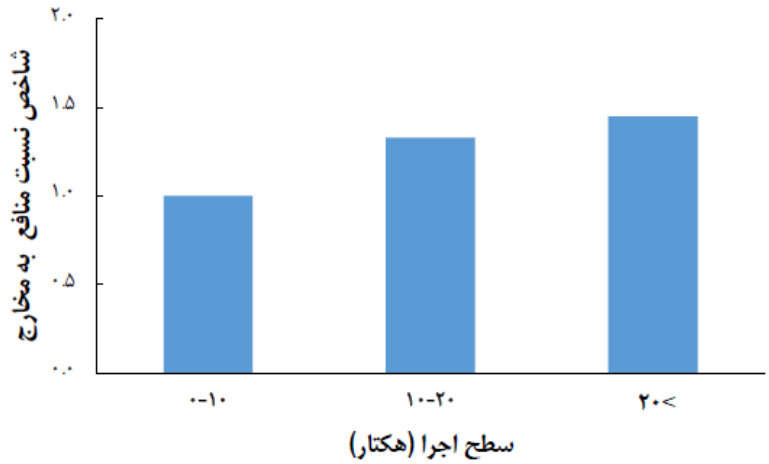
جدول ۵- مقادیر پارامترهای ارزیابی فنی سامانه آبیاری قطره‌ای

ردیف	بخش-روستا	سطح اجرا(هکتار)	EU	AELQ	PELQ
۱	آبیک -کهوانک	۱۲	۷۳/۷	۵۶/۶	۶۴/۲
۲	البرز-حسن آباد	۲/۵	۷۰	۵۵	۶۰
۳	البرز-جهان آباد	۵	۵۸	۴۸/۵	۵۰
۴	آوج-چوبینه	۰/۸	۴۸/۶	۳۶/۸	۴۶/۶
۵	قزوین-شید اصفهان	۲/۵	۷۶	۵۹/۷	۶۸

ضریب یکنواختی در روش آبیاری قطره‌ای برای باغات مورد بررسی از۴۸/۶ تا ۷۶ درصد متغیر می‌باشد. براساس مطالعات مریام و کلر، سامانه‌های آبیاری که دارای EU، بیش‌تر از ۹۰ درصد باشند در وضعیت عالی، بین ۸۰ تا ۹۰ درصد، در وضعیت خوب، بین ۷۰ تا ۸۰ درصد، متوسط و کم‌تر از ۷۰ درصد دارای وضعیت ضعیف می‌باشند (Merriam and Keller, 1978). بدین ترتیب باغات شماره ۱، ۲ و ۵ دارای وضعیت متوسط و باغات شماره ۳ و۴ دارای وضعیت ضعیف می‌باشند. در بازدیدهای میدانی از دلایل اصلی پایین بودن میزان یکنواختی در سامانه‌های آبیاری عملکرد ضعیف قطره‌چکان‌های نتافیم در باغات بود. در مزرعه واقع در آوج، تعداد زیادی از قطره-چکان‌ها دبی کم‌تر از حدانتظار داشتند. از دلایل دیگر کم بودن راندمان آبیاری قطره‌ای در مزارع، بهره‌برداری غیراصولی و توجه نکردن به قواعد نگهداری اجزای مختلف سیستم، و استفاده از قطره-چکان‌های با دوام پایین و عدم پایش مستمر سیستم توسط بهره‌بردار می‌توان اشاره کرد.

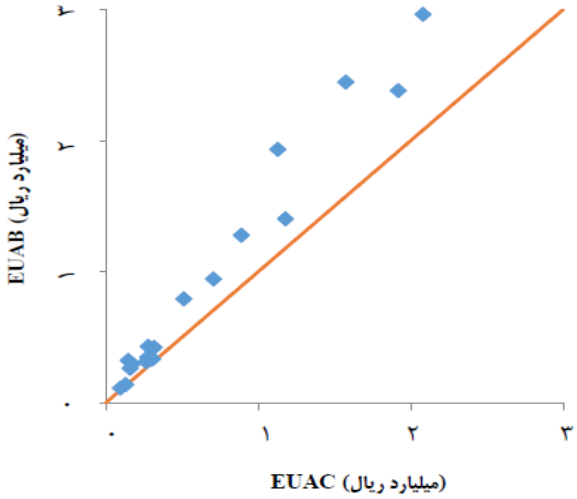
ارزیابی شاخص‌های اقتصادی

در شکل ۲ متوسط شاخص نسبت منافع به مخارج به تفکیک سطوح اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی ارایه شده است.



شکل ۲- نمودار متوسط شاخص نسبت منافع به مخارج نسبت به سطوح اجرا در آبیاری بارانی

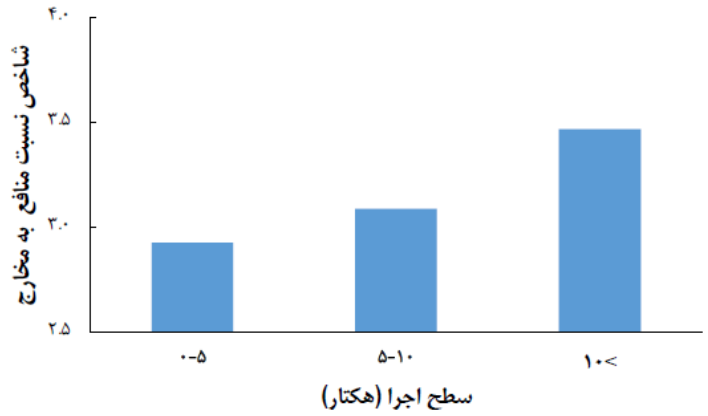
ملاحظه مشاهده می‌شود که با افزایش سطح زیرکشت نسبت منافع به مخارج افزایش می‌یابد و در واقع سامانه اقتصادی‌تر می‌شود. در اراضی کم‌تر از ۱۰ هکتار، اقتصادی بودن سامانه‌ها می‌تواند زیرسوال رود. نمودار درآمد و هزینه‌های یکنواخت سالانه نیز در شکل ۳ ارایه شده است. قرارگرفتن سامانه‌ها بالاتر از خط B=C نشان دهنده اقتصادی‌تر بودن پروژه می‌باشد.



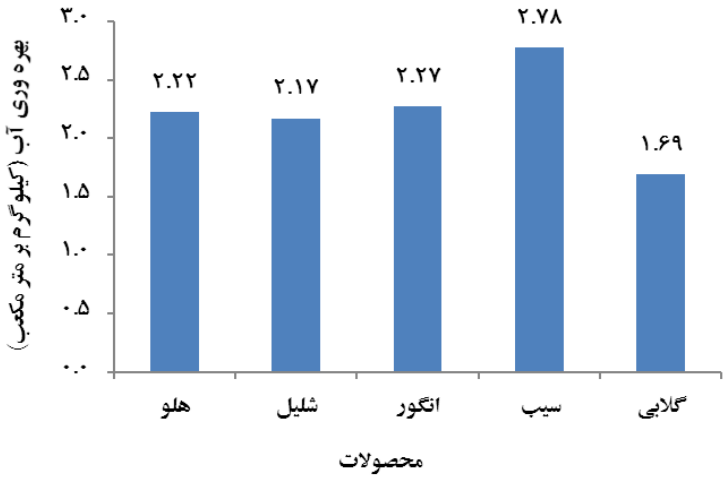
شکل۳- نمودار درآمد یکنواخت سالانه (EUAB) در مقابل هزینه‌های یکنواخت سالانه (EUAC) در سامانه‌های بارانی

شکل ۴ متوسط شاخص نسبت منافع به مخارج را برای سطوح کشت مختلف در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای مورد مطالعه نشان می‌دهد.

مشاهده می‌شود که در سامانه های قطره ای نیز با افزایش سطح زیر کشت، نسبت منافع به مخارج افزایش می‌یابد و سامانه اقتصادی تر می‌شود. در سامانه‌های قطره‌ای نسبت منافع به مخارج بیش‌تر از سامانه‌های بارانی می‌باشد. دلیل اصلی این است که سیستم های آبیاری قطره‌ای در مورد باغات و سیستم‌های آبیاری بارانی در مورد زراعت به کار رفته بوده است. عموما سود باغات و بهره‌وری اقتصادی آب در باغات بیش‌تر از زراعت است. نتایج این تحقیق با مطالعات بندال و کاهان که سامانه‌های آبیاری قطره‌ای را سودآور گزارش کردند مطابقت دارد (Bendale and Chauhan, 1995). افزایش سودآوری با افزایش سطح کشت نیز در تحقیق محمدی دینانی و مهرابی بشرآبادی (۱۳۷۹) گزارش شده است.



شکل٤- نمودارمتوسط شاخص منافع به مخارج نسبت به سطوح اجرا در آبیاری قطره‌ای



شکل ٥- بهره‌وری فیزیکی آب آبیاری در محصولات باغی

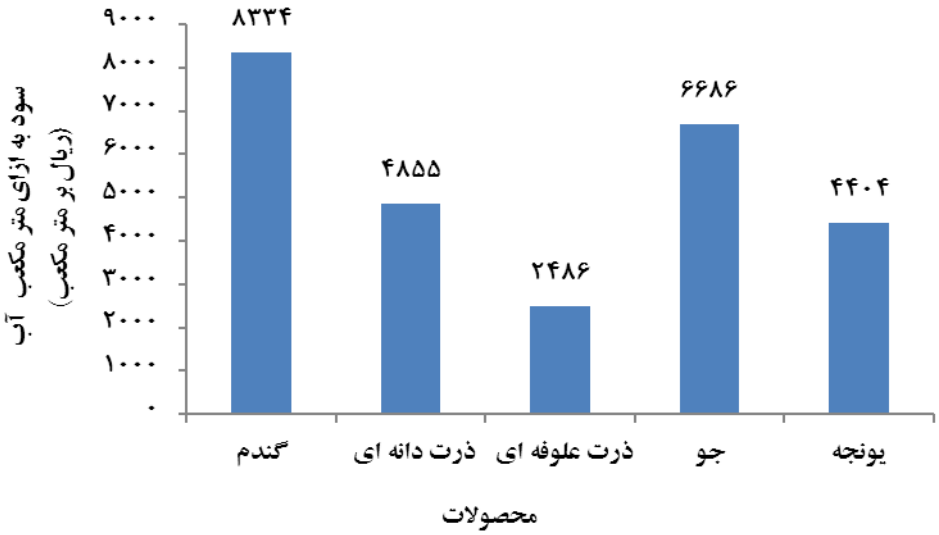
شکل ٦- بهره وری فیزیکی آب آبیاری در محصولات زراعی

بهره‌وری فیزیکی آب آبیاری-کیلوگرم بر مترمکعب

در شکل ۵ و شکل ۶، بهره‌وری فیزیکی آب آبیاری محصولات باغی و زراعی ارایه شده است. ملاحظه می‌گردد در بین محصولات باغی و زراعی، به ترتیب سیب و ذرت علوفه‌ای بیش‌ترین بهره‌روی فیزیکی آب را دارند. در ادامه شاخص‌های بهره‌وری اقتصادی آب با جزییات بیش‌تر ارایه می‌گردد.

شاخص بهره‌وری اقتصادی آب- سود به ازای مترمکعب آب (BPD)

دامنه‌ی تغییرات شاخص سود به ازای مترمکعب آب آبیاری در گندم از ۳۰۲۲/۶ تا ۱۸۰۴۸ ، در ذرت دانه‌ای از ۲۰۸۳/۴ تا ۱۰۵۸۲، در ذرت علوفه‌ای از ۹۴۲/۸ تا ۴۱۴۵ ، در جو از ۴۱۴۳ تا ۱۱۱۴۶ و در یونجه از ۳۱۶۵/۶ تا ۸۸۸۲/۱ ریال بر متر مکعب بوده است. شکل ۷ میانگین شاخص سود به ازای مترمکعب آب مصرفی برای محصولات زراعی شامل گندم، ذرت دانه‌ای، ذرت علوفه‌ای، جو و یونجه را نشان می‌دهد. تحلیل تفاوت در اعداد بهره‌وری آب در مزارع مختلف، به بررسی جامع عواملی از نظیر مکانیزاسیون کشاورزی، مدیریت آبیاری، مدیریت اقتصادی مزرعه، سطح سرمایه‌گذاری، مدیریت کوددهی و عوامل انسانی و تجربه کشاورز دارد. در این مطالعه، ارزیابی وضعیت انجام شده است. نتیجه حاصل از این مطالعه که گستره زیاد و دامنه تغییر بالای بهره‌وری را نشان می‌دهد، ضرورت مطالعه‌ای در واکاوی عوامل اثر گذار در اختلاف بهره‌وری آب بین زارعین مختلف و شناسایی راهکارهای ارتقای بهره‌وری را مطرح می‌سازد.



شکل ۷- شاخص سود به ازای مترمکعب آب مصرفی برای محصولات زراعی

در میان سامانه‌های آبیاری بارانی مورد مطالعه در پژوهش، میزان این شاخص برای گندم، ذرت دانه‌ای، ذرت علوفه‌ای، جو و یونجه به ترتیب برابر ۸۳۳۳/۷، ۴۸۵۴/۶، ۲۴۸۶، ۶۶۸۵/۸، ۴۴۰۴/۵ ریال بر مترمکعب می‌باشد. در میان محصولات گندم بیش‌ترین مقدار شاخص را به خود اختصاص داده است. رابطه بین بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی لزوما خطی نیست. اگر هزینه تولید محصول کم باشد و یا سود محصول بالاتر باشد، بهره‌وری اقتصادی آب افزایش می‌یابد. حالت عکس آن نیز صادق است. دلیل اصلی کم‌بودن بهره‌وری اقتصادی ذرت علوفه‌ای نسبت به محصولات زمستانه مانندگندم و جو، مصرف آب بیش‌تر (مخرج کسر بهره‌وری اقتصادی) بوده است. دلیل کم بودن بهره‌وری اقتصادی ذرت علوفه‌ای، نسبت به ذرت دانه-ای و یونجه کم‌تر بودن سود کشت آن نسبت به این دو بوده است. در شکل ۸، سود به ازای آب مصرفی در محصولات باغی ارایه شده است.

دامنه تغییرات شاخص سود به ازای مترمکعب آب مصرفی در هلو از۲۷۴۶۲ تا ۵۵۳۵۹، در شلیل از ۲۷۴۶۲/۱ تا ۴۹۳۷۲/۶، در انگور از ۴۰۲۹/۰۷ تا۲۳۱۲۳/۸، در سیب از ۲۳۱۸۶/۷ تا ۳۸۰۵۴/۸ و در گلابی از ۲۳۳۷۰/۹ تا ۵۹۰۵۳/۶ ریال بر متر مکعب بوده است. با توجه به شکل، هلو و شلیل بیش‌ترین میزان سود ناخالص را به ازای واحد آب مصرفی با مقدار متوسط ۳۴۶۰۰ ریال بر مترمکعب و انگور کم‌ترین میزان این شاخص را با مقدار ۱۵۰۰۰ دارند.

مطالعه نشان داد که دامنه تغییرات بهره‌وری اقتصادی آب در محصولات در مزارع مختلف بسیار بالاست که نشان از اثر قابل ملاحظه شرایط مدیریتی، تولیدی و اقتصادی دارد. به عنوان نمونه با بررسی تک تک مزارع نیز مشاهده شد که شاخص سود به ازای واحد آب مصرفی در مزرعه شماره ۶ برای هلو بسیار پایین می‌باشد.

شکل ۸- شاخص سود به ازای مترمکعب آب مصرفی برای محصولات باغی

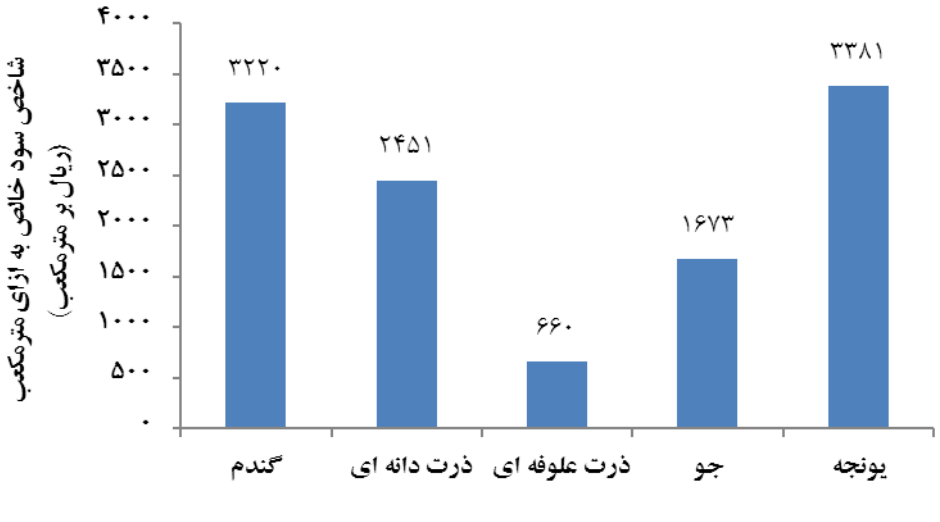
با بررسی طرح، مشخص شد که به علت سردسیر بودن منطقه، محصول هلو دیر رسیده و امکان فروش به قیمت بازار در فصل فروش فراهم نبوده است. در این باغ هلو با قیمت ۱۵۰۰۰ریال به فروش رسیده است، درحالی که در فصل برداشت و عرضه‌ی به موقع در باغات دیگر، محصول به قیمت ۲۳۰۰۰ ریال به ازای هر کیلوگرم به فروش رفته است. سردسیر بودن منطقه طرح مذکور نیز موجب شده است که عملکرد محصول در این باغ ۸ تن در هکتار باشد این در حالی است که متوسط عملکرد در باغات دیگر به ۱۵ تن در هر هکتار می‌رسد. کم‌ترین مقدار شاخص سود به ازای مترمکعب آب مصرفی برای محصول انگور نیز به باغ شماره۱۰ بوده است که با بررسی‌ها عملکرد کم‌تر محصول و قیمت کم‌تر فروش محصول دلیل آن بود. این نکات اهمیت بازاریابی محصولات کشاورزی و جانمایی کشت محصولات باغی با توجه به عوامل مختلف به ویژه اقلیم را در ارتقای بهره‌روی آب در کشاورزی نشان می‌دهد.

بهره وری اقتصادی- شاخص سود خالص به ازای مترمکعب آب (NBPD)

مقدار تغییرات شاخص سود خالص به ازای مترمکعب آب در محصول گندم از ۲۶۳/۱ تا ۷۹۴۸/۴، در یونجه از ۱۹۴۰/۵ تا ۶۹۴۴/۴، در ذرت علوفه‌ای از ۳۵/۷ تا۱۷۲۸/۳، در ذرت دانه‌ای از ۱۲۳/۹ تا ۶۰۶۰/۸ و در جو از ۲۹۸/۵ تا ۵۸۲۴/۷ ریال برمترمکعب، بوده است. در اینجا نیز دامنه بالای تغییرات نشان از اثرات عوامل محیطی و مدیریتی و اقتصادی در بهره‌وری اقتصادی آب دارد.

در میان محصولات مورد بررسی یونجه با شاخص سود خالص ۳۳۸۰/۶۳ ریال به ازای مترمکعب آب، بیش‌ترین مقدار سود خالص را در میان ۲۰ سامانه آبیاری بارانی مورد بررسی دارا می‌باشد. این در حالی است که در مورد شاخص سودناخالص، یونجه ارجحیت خاصی نسبت به محصولات دیگر نداشت. این مهم نشان می‌دهد که صرف توجه به یکی از شاخص‌های ارزیابی بهره‌وری اقتصادی قابل قبول نیست. بعد از یونجه، گندم با شاخص سود خالص ۳۲۱۹/۹ ریال به ازای مترمکعب آب و سپس محصول ذرت دانه‌ای، جو و ذرت علوفه-ای به ترتیب با ۲۴۵۱ و ۱۶۷۳/۰۲ و۶۵۹/۶ ریال به ازای مترمکعب آب مصرفی قرار دارند.

تغییرات شاخص سود خالص به ازای مترمکعب آب در محصول هلو از۱۶۰۶/۶ تا ۵۲۴۰۸/۷، در شلیل از۲۵۳۳۱/۵ تا ۴۶۴۲۲/۱، در انگور از ۱۸۷۴/۶ تا۱۷۱۲۲/۲، در سیب از ۲۳۱۸۶/۷ تا ۳۸۰۵۴/۸، در گلابی از ۱۹۱۵۰/۱ تا ۵۷۴۹۹/۵ ریال برمترمکعب، می‌باشد. سود خالص به دست آمده از یک مترمکعب آب مصرفی در شلیل از سایر محصولات باغی بیش‌تر و در انگور از باقی محصولات کم‌تر می‌باشد. متوسط شاخص NBPD برای هلو، شلیل، انگور، سیب، گلابی نیز به ترتیب برابر۳۱۴۸۶/۶، ۳۲۵۵۶/۷، ۹۸۱۶، ۳۰۶۴۷/۳، ۲۹۴۴۷/۶ ریال بر مترمکعب می‌باشد.



شکل ۹ - شاخص سود خالص به ازای مترمکعب آب محصولات

شکل ۱۰- شاخص سود خالص به ازای مترمکعب آب محصولات باغی

نتیجه‌گیری

متوسط راندمان واقعی کاربرد آبیاری در چارک پایین در مزارع ارزیابی شده در روش آبیاری بارانی ۵۵/۲۵ درصد می‌باشد که طبق مراجع توصیه شده برای آبیاری بارانی عملکرد ضعیف سامانه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. همچنین، متوسط ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع در روش آبیاری بارانی ۷۶/۸۲، ۶۴/۱۹ درصد می‌باشد که نشان از عملکرد متوسط سامانه‌ها از لحاظ فنی دارد.

راندمان آبیاری در مزارع ارزیابی شده بسیار کم‌تر از حد مطلوب بود که نشان از عملکرد نامطلوب سامانه‌ها دارد. بازدیدها نشان داد حتی در مواردی کشاورزان، سیستم‌های آبیاری اجرا شده را رها کرده و مجددا با سیستم‌های آبیاری سنتی خود آبیاری می‌کردند. این مصادیق نشان از ضرورت بازنگری و اصلاح در فرآیند توسعه سامانه-های نوین آبیاری دارد.

از جمله پیشنهادات ترویجی و اصلاحی برای بهبود کارآیی سیستم‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای می‌توان به ۱- بازنگری در فرآیندهای مطالعه، طراحی و اجرای سامانه های آبیاری بر اساس تجارب موفقیت و شکست، ۲- آموزش کشاورزان در زمینه بهره-برداری از سیستم‌های نوین آبیاری و به ویژه نگهداری از اجزای این سیستم‌ها، شستشوی قطره‌چکان‌ها و بازرسی آن‌ها ۳- نظارت جدی بر کیفیت تجهیزات مورد استفاده در آبیاری، به‌ویژه در مورد قطعات

حساس مانند قطره‌چکان‌ها، فیلتراسیون و آب پاش‌ها، ۴- نظارت و پایش دوره‌ای سیستم‌های نوین آبیاری اجرا شده برای ارایه پیشنهادات بهبود سیستم ها توسط مروجین.

متوسط شاخص نسبت منافع به مخارج در سامانه‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای در منطقه نشان از اقتصادی بودن طرح‌های اجرا شده داشت. نسبت منافع به مخارج با افزایش سطح زیر کشت افزایش می‌یابد. همچنین، نسبت منافع به مخارج در سامانه آبیاری قطره‌ای بیش‌تر از سامانه آبیاری بارانی است. این نتایج نشان داد که سرمایه-گذاری دولتی و خصوصی در تغییر سیستم‌های سنتی و نوین علاوه بر توجیه فنی و سازگاری با کم آبی، از نظر ارتقای درآمد کشاورزان و بهبود وضعیت معیشت کشاورزان نیز می‌تواند کمک‌ساز باشد.

مطالعه شاخص‌های بهره‌وری اقتصادی آب، نشان داد که در میان محصولات زراعی گندم و در میان محصولات باغی هلو بیش‌ترین مقدار شاخص سود به ازای آب مصرفی را به خود اختصاص دادند. همچنین در مورد شاخص سود خالص به ازای مترمکعب آب در بین محصولات زراعی یونجه و در بین محصولات باغی شلیل بیش‌ترین سودخالص به ازای آب مصرفی را داشتند. تفاوت نتایج در ارزیابی شاخص‌های سود و سودخالص به آب مصرفی نشان می‌دهد که صرف توجه به یکی از این شاخص‌ها در ارزیابی مدیریت آبیاری کافی نمی-باشد. در بین این دوشاخص طبیعتا شاخص سودخالص دقت بیش‌تری دارد اما در برخی مطالعات به دلیل نبود اطلاعات به شاخص سود به ازای آب مصرفی بسنده می‌شود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که به دلیل تفاوت نتایج شاخص سود و شاخص سودخالص به ازای آب مصرفی در رتبه‌بندی محصولات، شاخص سود به ازای آب مصرفی نمی‌تواند شاخص خوبی برای ارزیابی باشد.

همچنین، دامنه تغییرات بالای شاخص‌های بهره‌وری، نشان می-دهد که در مزارع با بهره‌وری اقتصادی پایین، به دلیل فاصله زیاد وضعیت موجود تا نقطه مطلوب بهره‌وری، فرصت‌های زیادی برای ارتقای بهره‌وری آب وجود دارد.

منابع

احمدآلی،خ.، رمضانی اعتدالی،ه.، حسینی پژوه،ن و پورمحسنی،ع. ۱۳۹۶. ارزیابی سامانه‌های نوین آبیاری استان قم. مجله آبیاری و زهکشی ایران. ۱۱. ۵: ۷۳۶-۷۴۹.

بهرامی بوانی،ن.، بهرامی،ه.، نصیریان،ن و سلطانی محمدی،ا. ۱۳۹۳. تحلیل مقایسه‌ای بهره‌وری انرژی و راندمان کاربرد آب در سامانه‌های آبیاری تحت فشار و سطحی: مطالعه موردی تولید گندم در شهرستان اهواز. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۴. ۴. ۱: ۱۵۲-۱۴۱.

پنهانی،ب.، شهنوازی،ع و ناصری،ا. ۱۳۹۲. ارزیابی آثار اقتصادی اجرای آبیاری بارانی پمپاژ ۸ در شهرستان بیله سوار. مجموعه مقالات اولین همایش ملی بهینه سازی مصرف آب. گرگان.

جعفری،ع.م.، سلطانی،ه.، رضوانی،س.م و قدمی فیروزآبادی،ع. ۱۳۹۶. ارزیابی و مقایسه اقتصادی سامانه‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای در زراعت سیب زمینی در استان همدان. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۳۱. ۲: ۱۹۵-۲۰۵.

طالبی،ر.، دهان‌زاده، ب. و هوشمند، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی سیستم های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک شهرستان شوش. اولین همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی پایدار. ۸ ص.

علیزاده،ح.، احسانی،م و ابیانه،ز. ۱۳۸۴. ارزیابی راندمان سیستم‌های آبیاری تحت فشار در شرایط مزرعه. پنجمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران.

فاریابی،ا.، معروف-پور،ع و قمرنیا،ه. ۱۳۸۹. بررسی و ارزیابی سامانه-های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت دشت دهگلان کردستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۱۴ .۵۴: ۱۵-۱.

محمدی دینانی،م.و مهرابی بشرآبادی،ح. ۱۳۷۹. بررسی اقتصادی تبدیل آبیاری غرقابی به آبیاری تحت فشار در نخلستان‌های بم. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۳۱: ۱۳۶-۱۱۵.

نجفی،ب.، قائمی،ع.ا.، طرازکار،م.ح و رحمتی،د. ۱۳۸۷. بررسی اقتصادی سیستم آبیاری قطره‌ای در استان فارس. اقتصاد و کشاورزی. ۲. ۱ : ۸۷-۱۰۲.

نظری،ب.، لیاقت،ع.، پارسی نژاد،م.، بهمن پوری،ص و علیزاده،ح. ۱۳۹۵. بررسی و تبیین مبانی نظری عوامل موثر بر میزان مصرف انرژی در سامانه‌های آبیاری تحت فشار در استان قزوین. پژوهش آب در کشاورزی. ۳۰. ۲: ۲۶۱-۲۷۱.

Al-Weshah, Radwan,A. 2000. Optimal use of irrigation water in the Jordan Valley: a case study. Water Resources Management. 14. 5: 327-338.

Awari,H.W and Hiwase,S.S. 1994. Effect of irrigation systems on growth and yield of potato. Annals of Plant Physiology. 8.2: 185-187.

Bendale,S.K. and Chauhan,K.N. 1995. Economic analysis of microirrigation of pomegranate in India, Microirrigation for changing world. Proceeding of the fifth international micrioirrigation cingress, Florida, USA.

Bjornlund,H., Lorrane,C. and Klien, K.K. 2007. Challenges in Implementing Economic Instruments

Lecina,S., Isidoro,D., Playán,E. and Arag, R. 2010. Irrigation modernization and water conservation in Spain: The case of Riegos del Alto Aragón. Agricultural Water Management 97. 10: 1663-1675.

Mainuddin,M., Kirby,M and Ejaz Qureshi,M. 2007. Integrated Hydrologic–Economic Modeling for Analyzing Water Acquisition Strategies in the Murray River Basin. Agricultural Water Management. 93: 123-135.

Merriam,J.L. and Keller, J. 1978. Farm irrigation system evaluation: A guide for management. Farm irrigation system evaluation: a guide for management.

Wichelns,D. 2002. An Economic Perspective on Potential Gains from Improvements in Irrigation Water Management,Agricultural Water Management. 52: 233-248.

to Manage Irrigation Water on Farms in Southern Alberta, Agricultural Water Management. 92: 131-174.

Cai,X., Claudia,R. and Rosegrant,M.W. 2001. Does efficient water management matter?: physical and economic efficiency of water use in the river basin. No. 72. International Food Policy Research Institute (IFPRI).

Cetin,B.,Yazgan,S., and Tipi, T. 2004. Economics of drip irrigation of olives in Turkey. Agricultural Water Management. 66: 145-151.

Kijne,J.W., Barker,R and Molden,D.J. 2003. Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement. Cabi. 332pp.

Krishanth,M., Gunaratne,L.H.P., Ekanayake,E.M.T., Gunawardene,E.R.N. 2004. An economic viability of micro irrigation system in low country dry zone, Water Professionals Symposium- October 2004.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 12, Agu.-Sep. 2018, p. 683-695

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۲، مرداد - شهریور ۱۳۹۷، ص. ۶۹۵-۶۸۳

Evaluation of Modern Irrigation Systems Based on Economic Water Productivity and Irrigation Efficiency Indices in Qazvin Province

Z.Dargahi[1], B. Nazari[2], H.Ramezani Etedali[3*], H.Mazandranizadeh[4]

Recived: Feb.25, 2018 Accepted: May.22, 2018

Abstract

Regarding to high importance of water as an economic input in agriculture and limitation of common irrigation efficiency evaluation methods, evaluation of irrigation systems with economic indices has high priority. The general goal of this research was study of usual irrigation systems in Qazvin area in the base of economic efficiency indices. In the field of economic efficiency, there is no comprehensive research and there is an undeniable necessity for research in modern irrigation systems development in comparison with traditional irrigation systems. This study can help us in planning of modern irrigation systems development. Focus of this study was on evaluation of 42 modern irrigation systems. Among the sprinkler irrigation systems, average of benefit–cost ratio was 1.4 and this index was 2.94 for drip irrigation systems. Hence, both of these systems are beneficial in the area. Drip irrigation systems are more profitable than sprinkler irrigation systems. Average of benefit per drop for crops products such as wheat, corn, maize, barley and alfalfa were 8333.6, 4854.6, 2486, 6685.8 and 4404.5 Rial per cubic meter, respectively. Also, average of benefit per drop for products such as peach nectarine, grape, apple, pear in drip irrigation system was 34716, 34574, 14975.7, 26503 and 31945 Rial per cubic meter, respectively. Wheat and peach had highest values of benefit per drop index among the studied crops fruits. In this study, 10 sprinkler irrigation systems were evaluated technically and average values of Coefficient of Uniformity (CU), Distribution Uniformity (DU), Application Efficiency of Low Quarter (AELQ) and Potential Efficiency of Low Quarter (PELQ) indices was 76.8, 64.2, 55.2 and 65.3 %, respectively. Results of 5 drip irrigation systems evaluation showed that Efficiency of Uniformity (EU), Application Efficiency of Low Quarter (AELQ) and Potential Efficiency of Low Quarter (PELQ) indices was 65.26, 51.32 and 57.8 %, respectively. Results of this research, showed that In both systems, the benefit–cost ratio increases by increasing the field area. Also, there is high potential for economic water productivity improving in the studied fields. Furthermore, Irrigation efficiency assessment showed the weak condition of irrigation systems operations in the study area.

Keywords: Economic Efficiency, Water Productivity, Net Benefit per Cubic Meter, Irrigation System, Qazvin Province

1- Master graduate, Department. of Water Sciences and Engineering, Imam Khomeini International University
2- Assistant professor, Department. of Sciences and Water Engineering, Imam Khomeini International University
3- Assistant professor, Department. of Sciences and Water Engineering, Imam Khomeini International University
(*- Corresponding Author: Ramezani@eng.ikiu.ac.ir).