

کارآیی اقتصادی مصرف آب محصولات ذرت و سیب زمینی در مدیریت رایج استان چهارمحال و بختیاری

حامد ریاحی فارسانی^۱، سونیا زبردست^۲ و محمدرضا نوری امامزاده‌ئی^۳

چکیده

یکی از مهم‌ترین مسائل و مشکلات در کشاورزی، کارآیی نامناسب مصرف آب است. عدم آگاهی کشاورزان از مقدار آب مورد نیاز گیاه و اصول صحیح آبیاری، باعث استفاده بی‌رویه آب در بخش کشاورزی می‌شود. به همین دلیل در این پژوهش مقادیر آب مصرفی، کارآیی مصرف آب و عملکرد محصولات ذرت و سیب زمینی در ۹ مزرعه از دشتهای بروجن، خانمیرزا و شهرکرد در استان چهارمحال و بختیاری بررسی شد. همچنین تحلیل اقتصادی بین مزرعه‌ها برای ارزیابی مدیریت رایج این منطقه انجام شد. نتایج نشان داد که کارآیی مصرف آب آبیاری با محاسبه کردن وزن خشک محصول، به طور متوسط برای دشتهای بروجن، خانمیرزا و شهرکرد به ترتیب ۰/۵۱، ۲/۵۷ و ۲ کیلوگرم بر مترمکعب است. بیشترین درآمد خالص در واحد حجم آب مصرفی (۹۲۵۰ ریال)، مربوط به مزرعه ده‌صحرا از دشت خانمیرزا است، در این مزرعه آب مورد استفاده ۳۰ درصد کمتر از مقدار آب مورد نیاز بوده و این حداکثر درآمد خالص به دلیل بالا بودن عملکرد محصول و استفاده از آب کمتر در این مزرعه است. کمترین درآمد خالص در واحد حجم آب مصرفی (۱۰۱۰ ریال) نیز، مربوط به مزرعه کنرک از دشت بروجن است، که در این مزرعه ۱۳۴ درصد از آب لازم استفاده شده است. بیشترین مقدار شاخص اقتصادی نسبت درآمد به هزینه (۲/۹۷) برای مزرعه ده‌صحرا از دشت خانمیرزا و کمترین مقدار (۰/۲۸) برای مزرعه کنرک از دشت بروجن به دست آمده است. همچنین از درآمد خالص حاصل از افزایش سطح زیر کشت ناشی از آب مازاد مصرفی، مبلغ‌های قابل توجهی به دست آمده، که در اثر مدیریت نامناسب کشاورزان این منطقه، این درآمدها از دست می‌روند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی اقتصادی، استان چهارمحال و بختیاری، بهره‌وری آب، عملکرد محصول.

ارجاع: ریاحی فارسانی ح. زبردست س. و نوری امامزاده‌ئی م. ۱۳۹۳. کارآیی اقتصادی مصرف آب محصولات ذرت و سیب زمینی در مدیریت رایج استان چهارمحال و بختیاری. مجله پژوهش آب ایران. ۸(۱۵): ۲۰۷-۲۱۶.

۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

۲- دانشجوی دکتری گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

* نویسنده مسئول: sonia_zebardast@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۳/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۱۰

مقدمه

عدم آگاهی کشاورزان از مقدار آب مورد نیاز گیاه و اصول صحیح آبیاری، باعث استفاده بی‌رویه آب در بخش کشاورزی می‌شود. کمبود منابع آبی از یک سو و افزایش بی‌رویه جمعیت و نیاز به تأمین غذایی آن‌ها از سوی دیگر موجب شده است که مدیران و سیاست‌گذاران بخش کشاورزی به فکر استفاده بهینه از مقدار آب اختصاص یافته به این بخش و تولید بیشتر مواد غذایی باشند. یکی از مهم‌ترین مسائل و مشکلات مربوط به آب، پایین بودن راندمان و بهره‌وری نامناسب مصرف آب است (ریاحی فارسانی، ۱۳۸۹). بهره‌وری آب که در منابع علمی به آن کارایی مصرف آب گفته می‌شود، به‌صورت نسبت عملکرد اقتصادی (عملکرد ارائه شده به بازار) به تبخیر و تعرق واقعی گیاه تعریف می‌شود و یکی از فاکتورهای اساسی در مشخص کارا بودن آب مصرفی برای تولید محصولات کشاورزی است (حیدری، ۱۳۹۰). هدف از کاربرد کارایی مصرف آب، انجام مقایسه بین سیستم‌های مصرف کننده آب است (تورال و همکاران، ۲۰۰۶). شاخص کارایی مصرف آب نشان‌دهنده میزان تولید (عملکرد) به ازای واحد آب مصرفی در واحد سطح (هکتار) است و به طور معمول به مقدار ماده خشک تولید شده به ازاء واحد حجم آب مصرفی گفته می‌شود، ولی پژوهشگران آب و خاک کارایی مصرف آب را به‌صورت نسبت محصول تولید شده (نه ماده خشک تولید شده) در واحد سطح به حجم آب مصرفی در واحد سطح تعریف می‌کنند (علیزاده، ۱۳۸۴). پس مقدار کارایی مصرف آب محصولات بسته به نوع گیاه، تغییرات آب و هوایی سال‌های مختلف و تغییرات در منطقه‌ها از نظر تأثیرات آن‌ها در تغییرات تبخیر و تعرق و طول دوره فصل رشد گیاه تأثیر می‌پذیرد (بسمندر و همکاران، ۲۰۰۵). وابستگی تولید به آب آبیاری در ایران زیاد است و عمده تولیدات غذایی کشور نیز از کشاورزی فاریاب است.

برای تأمین احتیاجات غذایی کشور در سال ۱۴۰۰ که جمعیت کشور بالغ بر ۸۹ میلیون نفر برآورد شده، باید کل تولیدات کشاورزی حداقل ۱۷۲ میلیون تن باشد که از این میزان ۱۶۰ میلیون تن آن باید با کشاورزی فاریاب تأمین شود. با فرض حداکثر امکان تأمین ۱۰۰ میلیارد مترمکعب آب برای بخش کشاورزی در آن سال، کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی فاریاب باید به حدود ۱/۶ کیلوگرم بر

مترمکعب برسد. فقط در صورت بهینه‌سازی مصرف آب در بخش کشاورزی و افزایش کارایی مصرف آب در این بخش می‌توان به هدف‌های تولیدات کشاورزی در برنامه‌های توسعه کشور در افق سال ۱۴۰۴ دست یافت (حیدری، ۱۳۹۰). در یک بررسی، مقادیر کارایی مصرف آب چند محصول زراعی انتخابی با استفاده از نتایج ۶۷ طرح تحقیقاتی انجام شده طی سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۶ در ایستگاه‌های تحقیقاتی ۱۳ استان کشور مشخص شد (منتظر و کوثری، ۲۰۰۷). براساس نتایج این بررسی، متوسط کارایی مصرف آب ذرت و سیب‌زمینی، به‌ترتیب ۱/۱۷ و ۲/۷۴ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. محاسبات تخمینی کارایی مصرف آب آبیاری محصولات زراعی مختلف در روش‌های آبیاری سطحی با مدیریت کشاورزان در مناطق اصفهان، گلستان، خراسان، خوزستان (دزفول) و آذربایجان غربی، برای محصولات سیب‌زمینی و ذرت دانه‌ای به‌ترتیب ۱/۷۲ و ۰/۶۵ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شده است (حیدری و حقایقی‌مقدم، ۱۳۸۰). براساس مطالعه تعداد ۸۴ منبع تحقیقاتی مربوط به ۲۵ سال اخیر، متوسط شاخص کارایی مصرف آب محصول ذرت ۱/۸ کیلوگرم بر مترمکعب است (زوارت و باسیانسن، ۲۰۰۴). ویرج و همکاران (۱۹۹۵) بیان کردند که برای دستیابی به حداکثر کارایی مصرف آب، آب مصرفی در مزرعه باید حدود ۳۰ درصد کمتر از میزان تبخیر و تعرق منطقه باشد، در حالی که برای دستیابی به حداکثر عملکرد، میزان آب مصرفی باید حدود ۲۰ درصد بیشتر از تبخیر و تعرق در منطقه باشد.

از دیدگاه کشاورزان، قیمت محصولات کشاورزی یکی از شاخص‌های مهم در تصمیم‌گیری تولید محصولات کشاورزی است، که مصرف‌کنندگان تصمیم‌های مصرفی خود را بر مبنای آن می‌گیرند و تولیدکنندگان با در نظر گرفتن قیمت‌های جاری، برنامه تولید دوره بعد خود را تنظیم می‌کنند. به‌عبارت دیگر، قیمت مهم‌ترین عامل مؤثر بر مقادیر عرضه و تقاضای محصول است. محمدی و همکاران (۱۳۹۰) هزینه و درآمد حاصل از کشت هیبریدهای مختلف ذرت را بررسی و نسبت‌های هزینه‌ای، بازده فروش محصولات و کارایی مصرف آب را مشخص و دیدگاه کشاورزان نسبت به برخی شاخص‌های اقتصادی-اجتماعی بررسی کردند و سودآوری رقم‌های مختلف ذرت را ارائه دادند.

توجه به هدف‌های طرح از بین دشت‌های استان، دشت شهرکرد، بروجن و خانمیرزا به‌عنوان نماینده اراضی فاریاب ارزیابی شدند. آزمایش‌ها در سال زراعی ۱۳۹۰ در شهرستان‌های لردگان، بروجن و شهرکرد انجام شد. روش آبیاری انجام شده در این دشت‌ها برای کشت ذرت و سیب‌زمینی، آبیاری جویچه‌ای است، که در مزرعه‌های مختلف، کشاورزان برای ورود آب از سیفون یا روش‌های سنتی استفاده می‌کنند. مشخصات و موقعیت مزرعه‌های نمونه مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است.

هدف از انجام این پژوهش ارزیابی کارایی مصرف آب در تولید محصولات غالب سه دشت بزرگ استان چهارمحال و بختیاری و همچنین تحلیل اقتصادی این ارزیابی‌ها در مدیریت رایج این منطقه است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و داده‌ها

این پژوهش برای دستیابی به مقادیر کارایی مصرف آب و ارزیابی‌های اقتصادی در استان چهارمحال و بختیاری برای دو کشت غالب منطقه، ذرت و سیب‌زمینی، انجام شد. با

جدول ۱- مشخصات و موقعیت مزرعه‌های مورد آزمایش

منطقه	وسعت دشت (هکتار)	محل مزرعه	بافت خاک	موقعیت مزرعه‌های	مساحت مزرعه (هکتار)	نوع گیاه	روش آبیاری
دشت بروجن	۱۲۰۹۰	فراذنبه	لوم رسی	۵۴۱۸۶۵	۱/۲	سیب‌زمینی	سطحی سیفون
		کنرک	لوم رسی	۵۱۹۸۳۸	۱	سیب‌زمینی	سطحی سیفون
		معموره	رسی	۵۲۷۹۳۳	۴	سیب‌زمینی	سطحی سنتی
دشت خانمیرزا	۷۳۲۰	کوشکی	لوم رسی	۴۹۰۴۴۳	۱/۵	ذرت	سطحی سنتی
		مرادان	رسی	۴۹۱۳۸۷	۱/۴۷	ذرت	سطحی سنتی
		ده صحرا	لوم رسی	۴۸۴۶۶۳	۲/۷	ذرت	سطحی سیفون
دشت شهرکرد	۲۱۹۵۹	گلدیره	لوم	۵۶۹۸۸۱	۲	ذرت	سطحی سنتی
		دوتو	رسی	۵۷۴۸۲۵	۰/۹	ذرت	سطحی سنتی
		چالستر	لوم رسی	۵۸۲۱۶۹	۱/۵	ذرت	سطحی سنتی

خشک محصول به دست می‌آید. روش پهن مانیتش اصلاح شده فائو براساس سند ملی مرجع تخمین نیاز آبی محسوب می‌شود. در این پژوهش نیز از این روش برای برآورد نیاز آبی هر یک از محصولات دشت‌های مختلف استفاده شد و از آنجایی که نرم‌افزار Cropwat یک مدل کامپیوتری است که براساس روش ذکر شده در بالا توسعه یافته است، با استفاده از داده‌های اقلیمی، الگوی کشت، داده‌های مربوط به محصولات و خاک منطقه، نیاز آبی محصولات در دشت‌های مختلف برآورد شد.

از طرفی چون مقدار مصرف واقعی آب در مزرعه‌های مختلف در طول فصل زراعی سنجش می‌شد لذا از مقایسه نیاز آبی (برآورد شده فائو پهن مانیتش) و مقدار مصرف رایج در مزرعه‌های از این تحقیق پارامترهای شاخص بهره‌وری مشخص شده‌اند.

شاخص‌های اقتصادی

در مزرعه‌های ذرت و سیب‌زمینی، هزینه‌ها شامل هزینه‌های کاشت، داشت، برداشت، هزینه کارگری و هزینه تأمین آب است. هزینه کاشت شامل هزینه‌های تهیه بذر،

در ابتدا میزان عملکرد محصول (کیلوگرم) و میزان حجم ناخالص آب آبیاری کاربردی (مترمکعب) برای تولید محصول مشخص شد. برای این امر، دبی آب ورودی به مزرعه‌های انتخابی با فلوم و مدت زمان آبیاری به تفکیک نوبت‌های آبیاری به دقت اندازه‌گیری شده و پس از مشخص حجم آب مصرفی کل و اندازه‌گیری مساحت مزرعه و تبدیل میزان عملکرد محصول در واحد هکتار، کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) از رابطه ۱ محاسبه شد:

$$WUE = \frac{D}{W} \quad (1)$$

در این رابطه WUE کارایی مصرف آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب)، D متوسط عملکرد محصول (تن در هکتار) و W حجم ناخالص آب آبیاری کاربردی (مترمکعب بر هکتار) هستند. در صورتی که مقدار محصول تولید شده، در صورت رابطه قرار داده شود، کارایی مصرف آب آبیاری در وزن تر محصول، و در صورتی که مقدار ماده خشک تولید شده، قرار داده شود، کارایی مصرف آب آبیاری در وزن

کشاورزان مشخص شد و به همراه قیمت فروش هر کیلوگرم ذرت و سیب‌زمینی (بسته به کیفیت آن‌ها) و همچنین هزینه کارگری برای هر نفر در هر آبیاری، در هر دو کشت ذرت و سیب‌زمینی در جدول ۲ آورده شده است. همچنین درآمد خالص در واحد سطح برای هر یک از مزرعه‌های دشت‌های مختلف استان، از رابطه ۲ به دست آمد.

$$(۲) \quad \text{محصولات در واحد سطح} = (\text{درآمد خالص در واحد سطح}) - (\text{هزینه کل در واحد سطح}) = (\text{درآمد حاصل از فروش})$$

شخم، دیسک و پنجه کشیدن، و هزینه داشت، شامل هزینه‌های تهیه کود، کولتیواتور و مبارزه با علف‌های هرز است. طبق عرف و مدیریت رایج در منطقه هزینه‌های برداشت و بسته‌بندی محصول ذرت به عهده خریدار محصول است و هزینه‌ای به کشاورز تحمیل نمی‌کند و در هزینه کل تولید محصول تأثیر ندارد، ولی هزینه برداشت محصول سیب‌زمینی به عهده کشاورز است و در محاسبه هزینه کل وارد می‌شود. قیمت هر مترمکعب آب مصرفی در مزرعه‌های در سال زراعی ۱۳۹۰ برای دشت‌های استان چهارمحال و بختیاری براساس استعلام از جهادکشاورزی و

جدول ۲- قیمت فروش، هزینه کارگری و قیمت آب مصرفی برای کشت‌های ذرت و سیب‌زمینی

محصول	قیمت فروش (ریال)		هزینه کارگری (هزار ریال)	قیمت هر مترمکعب آب مصرفی (ریال)
	حداقل	حداکثر		
ذرت	۴۵۰	۵۲۰	۲۵۰	۱۰۰۰
سیب‌زمینی	۲۳۰۰	۲۵۰۰	۱۰۰	۱۰۰۰

هکتار به دست آمد. هرگت و همکاران (۱۹۹۳) نیز عملکرد ذرت را ۵/۶، ۱۰/۱ و ۱۱/۸ تن بر هکتار به‌ترتیب برای شرایط خشک، آبیاری محدود و آبیاری کامل گزارش کرده‌اند. کارایی مصرف آب (با محاسبه کردن وزن کل محصول) برای محصول سیب‌زمینی در دشت بروجن حدود ۲/۵۴، محصول ذرت در دشت خانمیرزا ۱۴/۲۲ و محصول ذرت در دشت شهرکرد ۱۱/۱ کیلوگرم در مترمکعب برآورد شد. کارایی مصرف آب آبیاری با محاسبه کردن وزن خشک محصول، به طور متوسط برای دشت‌های بروجن، خانمیرزا و شهرکرد به‌ترتیب ۰/۵۱، ۲/۵۷ و ۲ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. هاول و همکاران (۱۹۹۸) نیز نشان دادند که مصرف آب ذرت بین ۴۶۵ تا ۸۰۲ میلی‌متر و کارایی مصرف آب بین ۱/۶۵ تا ۱/۶۸ کیلوگرم بر مترمکعب در شرایط آبیاری کامل است. همچنین کاکسال و کانبر (۱۹۹۸)، کارایی مصرف آب آبیاری برای محصول ذرت را ۱/۸-۱/۳۸ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش کرده‌اند.

همچنین به‌دلیل تأثیر مقدار آب مصرفی در عملکرد و هزینه‌ها، درآمد خالص در واحد حجم آب مصرفی نیز از درآمد ناخالص و هزینه کل در واحد حجم آب مصرفی محاسبه شد. شاخص نسبت درآمد به هزینه نیز برای همه مزرعه‌های محاسبه شد. در صورت صرفه‌جویی نسبت به آبیاری کامل می‌توان سطح زیر کشت را افزایش داد. در مزرعه‌هایی که بیشتر از مقدار آب مورد نیاز، آب به کاربرده شده است، مقدار آب اضافی مصرف شده، برآورد شد و از رابطه ۳ مقدار افزایش سطح زیرکشت به دست آمد و درآمد خالص حاصل از سطح افزایش یافته در صورت استفاده بهینه از آب نیز محاسبه شد.

$$(۳) \quad \text{مقدار آب اضافی مصرف شده} = \frac{\text{مقدار آب مورد نیاز}}{\text{مقدار افزایش سطح زیرکشت}}$$

نتایج و بحث

آب مصرفی، عملکرد محصول و کارایی مصرف آب

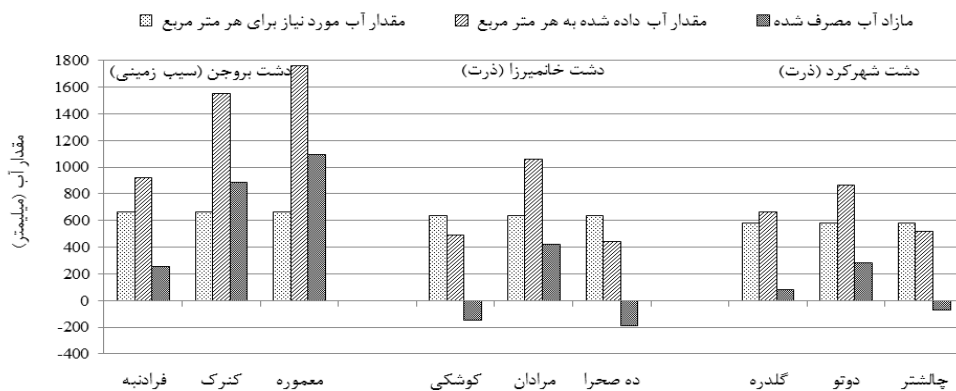
متوسط عملکرد محصول، حجم ناخالص آب آبیاری و کارایی مصرف آب مزرعه‌های مختلف دشت‌های بروجن، خانمیرزا و شهرکرد از استان چهارمحال و بختیاری برای محصولات ذرت و سیب‌زمینی، در جدول ۳ نشان داده شده است. متوسط عملکرد محصول سیب‌زمینی در دشت بروجن حدود ۳۳/۵، محصول ذرت در دشت خانمیرزا ۸۱/۸ و محصول ذرت در دشت شهرکرد ۷۲/۶ تن در

جدول ۳- مقادیر متوسط عملکرد، حجم آب مصرفی و کارایی مصرف آب در سه دشت استان چهارمحال و بختیاری

منطقه	محصول زراعی	محل مزرعه	متوسط عملکرد محصول (تن در هکتار)	حجم ناخالص آب آبیاری کاربردی (مترمکعب در هکتار)	کارایی مصرف آب آبیاری در وزن تر محصول (کیلوگرم در مترمکعب)	کارایی مصرف آب آبیاری در وزن خشک محصول (کیلوگرم در مترمکعب)
دشت بروجن	سیبزمینی	فراذنبه	۳۳/۳	۹۲۳۳/۹	۳/۶۱	۰/۷۲
		کنرک	۲۷	۱۵۵۳۲/۷	۱/۷۴	۰/۳۵
		معموره	۴۰	۱۷۶۲۱/۶	۲/۲۷	۰/۴۵
دشت خانمیرزا	ذرت	کوشکی	۵۳/۳	۴۹۲۷/۳	۱۰/۸۲	۱/۹۶
		مرادان	۸۵/۷	۱۰۵۹۹/۹	۸/۰۹	۱/۴۶
		دهصحر	۱۰۶/۳	۴۴۷۲/۸	۲۳/۷۷	۴/۲۹
دشت شهرکرد	ذرت	گلدره	۹۰	۶۶۹۳/۵	۱۳/۴۵	۲/۴۳
		دوتو	۶۱/۱	۸۶۹۱/۹	۷/۰۳	۱/۲۷
		چالشر	۶۶/۷	۵۱۹۷/۶	۱۲/۸۳	۲/۳۲

مقادیر آب مورد نیاز، آب داده شده و مازاد آب مصرف شده مزرعه‌های مختلف دشت‌های استان چهارمحال و بختیاری برای محصولات ذرت و سیبزمینی نیز در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در اکثر مزارع مقدار آب داده شده بیشتر از مقدار آب مورد نیاز مزارع است. در دشت بروجن برای مزرعه فراذنبه ۳۹ درصد، مزرعه کنرک ۱۳۴ درصد و مزرعه معموره ۱۶۶ درصد بیشتر از آب مورد نیاز استفاده شده است. در دشت خانمیرزا برای مزرعه مرادان ۶۷ درصد آب مازاد، برای مزرعه کوشکی ۲۳ درصد و برای مزرعه دهصحر ۳۰

درصد کمتر از آب مورد نیاز استفاده شده است. در دشت شهرکرد برای مزرعه گلدره ۱۴ درصد، مزرعه دوتو ۴۹ درصد آب مازاد آب مورد نیاز و برای مزرعه چالشر ۱۱ درصد کمتر از آب مورد نیاز استفاده شده است. کمترین میزان استفاده از آب مازاد مربوط به مزرعه‌های دشت شهرکرد و بیشترین مربوط به مزرعه‌های دشت بروجن بوده است. با توجه به نتایج به دست آمده، کشاورزان مزرعه‌های کوشکی و دهصحر از دشت خانمیرزا و مزرعه چالشر از دشت شهرکرد، با استفاده از مقدار آب کمتر از آب مورد نیاز، به نسبت در مصرف آب بهتر عمل کرده‌اند.



شکل ۱- مقادیر آب مورد نیاز، داده شده و مازاد آب مصرف شده مزرعه‌های سه دشت استان چهارمحال و بختیاری

از جدول ۳ و شکل ۱ می‌توان نتیجه گرفت که در مزرعه‌های دشت بروجن بیشترین عملکرد مربوط به مزرعه معموره و کمترین آب مصرفی مربوط به مزرعه فراذنبه بوده است و با افزایش ۸۳۹ میلی‌متر آب مصرفی، مقدار ۶/۶۷ تن بر هکتار محصول افزایش یافته است. در مزرعه‌های دشت خانمیرزا بیشترین عملکرد محصول و کمترین آب مصرفی مربوط به مزرعه دهصحر است که در

این مزرعه ۳۰ درصد کمتر از آب مورد نیاز استفاده شده است. در این دشت با افزایش ۶۱۲/۶۲ میلی‌متر آب مصرفی، مقدار ۲۰/۵۹ تن بر هکتار محصول کاهش یافته است. در مزرعه‌های دشت شهرکرد نیز با افزایش ۳۴۹/۴۳ میلی‌متر آب مصرفی، مقدار ۵/۵۶ تن بر هکتار محصول کاهش یافته است. با مقایسه کارایی مصرف آب سه دشت مشاهده می‌شود که در دشت‌های خانمیرزا و شهرکرد که

براساس هدف‌های برنامه‌های توسعه پنج ساله کشور (اول تا چهارم) مقدار کارایی مصرف آب تا آخر برنامه سوم باید یک کیلوگرم بر مترمکعب می‌رسید، در حالیکه این امر به طور تقریبی در آخر برنامه چهارم محقق شد (حیدری ۱۳۹۰). برای رسیدن به هدف‌های تولیدات کشاورزی در پایان برنامه پنجم، مقدار شاخص کارایی مصرف آب در کشور باید حداقل در دامنه ۲-۱/۶ کیلوگرم بر مترمکعب باشد (حیدری ۱۳۹۰). ولی در این پژوهش این شاخص برای محصول سیب‌زمینی مزرعه‌های دشت بروجن تحقق نیافته است و روش مدیریتی کشاورزان منطقه که اثرگذارترین عامل در نتایج به دست آمده است، نیاز به اصلاحات دارد. با توجه به کاهش روزافزون منابع آب، تفکر حداکثر کردن عملکرد محصولات کشاورزی در واحد سطح باید کنار گذاشته شود. در حقیقت نقطه بهینه‌ای برای بهره‌وری زمین و آب وجود دارد و این رابطه بدین معناست که افزایش کارایی مصرف آب ناشی از افزایش عملکرد همیشه مستقیم نبوده و بعد از نقطه بهینه با افزایش بیشتر عملکرد، کارایی مصرف آب پایین می‌آید. برای بهبود شاخص کارایی مصرف آب، باید اقدام‌ها باعث کاهش مصرف آب و افزایش عملکرد محصول به طور همزمان باشد. بنابراین توجه همزمان به آب مصرفی و عملکرد برای بهبود کارایی آب، رویکرد علمی و عملی‌تر برای رسیدن به هدف‌های برنامه‌های توسعه در کشور است (حیدری، ۱۳۹۰).

مقایسه اقتصادی مزرعه‌ها

مقایسه اقتصادی در این بخش با در نظر گرفتن قیمت هر مترمکعب آب آبیاری، هزینه تولید در یک هکتار ذرت و سیب‌زمینی شامل هزینه‌های کاشت، داشت، برداشت و هزینه کارگری، و نیز قیمت فروش هر کیلوگرم از این محصولات انجام شد. مجموعه این هزینه‌ها برای هر هکتار از مزرعه‌های استان چهارمحال و بختیاری به تفکیک در جدول ۴ آورده شده است.

هزینه تولید محصول سیب‌زمینی بیشتر از محصول ذرت است. در مزرعه‌های مختلف کشت سیب‌زمینی، بیشترین هزینه مربوط به مزرعه معموره، و در مزرعه‌های مختلف کشت ذرت، بیشترین هزینه مربوط به مزرعه مرادان از دشت خانمیرزا و مزرعه دوتو از دشت شهرکرد است و هزینه بالای این مزرعه‌های به دلیل بالا بودن میزان آب مصرفی است. همچنین در مزرعه‌های مختلف کشت

متوسط مصرف آب کاربردی بالاتر است کارایی مصرف آب کمتر به دست آمده است، پس می‌توان نتیجه گرفت که در این سه دشت استان (به عنوان نماینده کل دشت‌های زراعی فاریاب) کاربرد آب بیش از حد نیاز است. با توجه به روند کلی توابع تولید می‌توان برداشت کرد که در تمام این دشت‌ها مصرف آب بالاتر از نیاز کامل آبی محصولات بوده و در این میان در دشت‌های خانمیرزا و شهرکرد در مقایسه با بروجن آب بیشتری صرف آبیاری می‌شود. این نشان می‌دهد که استفاده کمتر از آب مورد نیاز در مزرعه‌ها، به شرط اعمال مدیریت صحیح، به عنوان یکی از راه‌حل‌ها شناخته شده در خصوص استفاده بهینه از آب مطرح است (سپاسخواه، ۱۳۸۳). اکبری نودهی و همکاران (۱۳۸۹) به منظور مشخص مناسب‌ترین زمان آبیاری ذرت و مدیریت بهینه مصرف آب در شرایط محدودیت منابع آبی، از تیمارهای مختلف مقادیر مختلف آب آبیاری در مرحله‌های مختلف رشد گیاه استفاده کردند و نشان دادند که کمترین و بیشترین عملکرد برای این محصول به ترتیب برابر ۲۷۶۰ و ۱۱۲۱۰ کیلوگرم بر هکتار برای تیمارهای آبیاری فقط در مرحله گلدهی و آبیاری در همه مرحله‌ها است و همچنین با ۳۰ درصد کاهش آب مصرفی، ۱۹/۷ درصد کاهش عملکرد برای این محصول به همراه خواهد داشت.

مقدار کل آب مصرفی در دشت بروجن بیشتر از دشت‌های خانمیرزا و شهرکرد بوده است، زیرا نیاز آبی محصول سیب‌زمینی نسبت به ذرت بیشتر است. مصرف بیش از اندازه آب به همراه کارایی پایین دشت بروجن به دلیل نادرست بودن مدیریت و نبود بستر مناسب برای اعمال مدیریت در سیستم‌های زراعی آن منطقه است. حیدری (۱۳۹۰) نیز گفت که منابع کاهش و دلایل پایین بودن کارایی مصرف آب محصولات در منطقه‌های مختلف به طور قطع به عوامل و پارامترهای زیادی از جمله شرایط اقلیمی، کیفیت آب و خاک، نوع منبع آب و سیستم آبیاری، مسائل مدیریت به‌زراعی و به‌نژادی، ارقام گیاهی، مالکیت و مساحت اراضی و میزان و نوع عملیات و نهاده‌های کشاورزی بستگی داشته است. با توجه به نتایج، کارایی مصرف آب سیب‌زمینی در مقایسه با ذرت بسیار پایین بوده و در برنامه‌ریزی‌های کشت محصولات از نظر مزیت نسبی کشت محصولات با توجه به منابع آبی محدود، باید بازنگری‌های لازم انجام شود.

مصرف آب نسبت به حالت آبیاری کامل بوده است. بالاترین درآمد ناخالص و خالص به ازای واحد آب مصرفی نیز به ترتیب مربوط به تیمار با کاهش ۵۰ درصدی و تیمار با کاهش ۳۰ درصدی گزارش شده. همچنین بیان کردند که آبیاری بیش از نیاز آبی گیاه علاوه بر افزایش هزینه، کاهش محصول را نیز در پی داشته، و نیز بیشترین درآمد خالص در حالت محدودیت منابع آب و افزایش سطح زیر کشت، در تیمار بدون کاهش مصرف آب به دست آمده است.

سیب‌زمینی، کمترین هزینه مربوط به مزرعه فرادنبه و در مزرعه‌های مختلف کشت ذرت، کمترین هزینه مربوط به مزرعه کوشکی از دشت خانمیرزا است و هزینه پایین این دو مزرعه نیز به دلیل کمتر بودن میزان آب مصرفی این مزرعه‌های نسبت به مزرعه‌های دیگر است. مشعل و همکاران (۱۳۸۷) اثرات کم‌آبیاری بر توابع تولید و هزینه گیاه ذرت را بررسی کردند و نشان دادند که بیشترین درآمد ناخالص، مربوط به تیمار با آبیاری کامل، و بیشترین درآمد خالص مربوط به تیمار با کاهش ۱۰ درصدی در

جدول ۴- هزینه تولید در یک هکتار محصولات ذرت و سیب‌زمینی مزرعه‌های سه دشت استان چهارمحال و بختیاری (یکصد هزار ریال)

منطقه	محصول زراعی	مزرعه	هزینه کاشت	هزینه داشت	هزینه برداشت	هزینه کارگری	هزینه تامین آب	کل هزینه‌ها
دشت بروجن	سیب‌زمینی	فرادنبه	۳۳۷	۴۳/۷۵	۲۵	۱۰	۹۲/۳۴	۵۰۸/۰۹
		کنرک	۳۳۷	۴۴/۱۰	۲۵	۱۰	۱۵۵/۳۳	۵۷۱/۴۳
		معموره	۳۳۷	۴۳/۷۵	۲۵	۹/۵۰	۱۷۶/۲۲	۵۹۱/۴۷
دشت خانمیرزا	ذرت	کوشکی	۱۹/۸۵	۲۸/۷۲	-	۱۶	۴۹/۲۷	۱۱۳/۸۴
		مرادان	۲۰	۲۸/۳۸	-	۱۶/۳۳	۱۰۶	۱۷۰/۷۱
		ده‌صحرا	۱۹/۹۲	۲۸/۴۶	-	۴۱/۶۷	۴۹/۱۵	۱۳۹/۲۰
دشت شهرکرد	ذرت	گلدره	۱۹/۹۲	۲۸/۴۹	-	۲۳/۷۵	۶۶/۹۳	۱۳۹/۰۹
		دوتو	۲۰/۲۸	۲۸/۶۷	-	۳۳/۳۳	۸۶/۹۲	۱۶۹/۲۰
		چالشر	۱۹/۸۵	۲۸/۷۲	-	۲۰	۵۱/۹۸	۱۲۰/۵۴

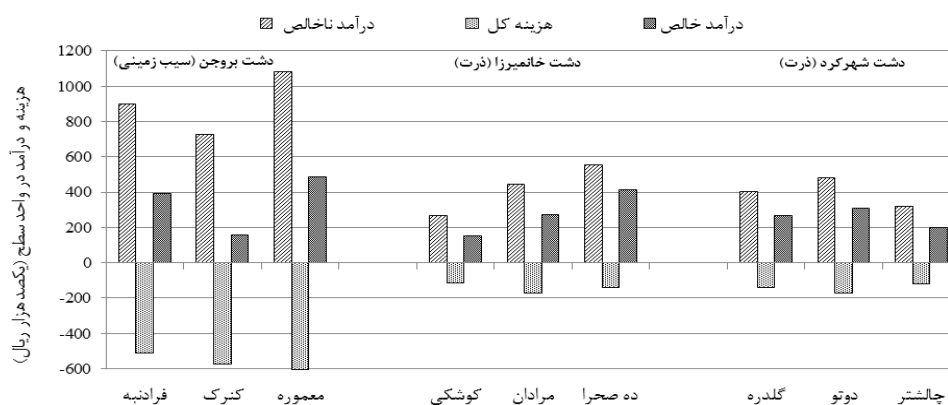
مزرعه بوده و این حداکثر درآمد خالص می‌تواند به دلیل بالا بودن عملکرد محصول و استفاده از آب کمتر در این مزرعه باشد. کمترین درآمد خالص در واحد حجم آب مصرفی نیز مربوط به مزرعه کنرک از دشت بروجن (۱/۰۱ یک هزار ریال) است، که در این مزرعه ۱۳۴ درصد بیشتر از آب لازم، استفاده شده است. در دشت بروجن بیشترین درآمد خالص در واحد سطح مربوط به مزرعه معموره است، ولی بیشترین درآمد خالص در واحد حجم آب مصرفی مربوط به مزرعه فرادنبه است. کمترین درآمد خالص در واحد سطح دشت خانمیرزا مربوط به مزرعه کوشکی و کمترین درآمد خالص در واحد حجم آب مصرفی مربوط به مزرعه مرادان است و بیشترین درآمد در واحد سطح و در واحد حجم آب مصرفی در این دشت مربوط به مزرعه ده‌صحرا است. مزرعه دوتو از دشت شهرکرد کمترین درآمد در واحد حجم آب مصرفی را نسبت به مزرعه‌های دیگر این دشت به خود اختصاص داد. بالا بودن درآمد خالص در واحد حجم آب مصرفی در مزرعه‌های شهرکرد بیشترین درآمد خالص در واحد سطح و کمترین درآمد خالص در واحد حجم آب مصرفی

درآمد خالص حاصل از کشت محصولات از تفاضل درآمد حاصل از فروش محصول و کل هزینه‌های تولید محصول به دست آمد. درآمد خالص در واحد سطح در شکل ۲ و در واحد حجم آب مصرفی در شکل ۳، برای مزرعه‌های مختلف نشان داده شده است.

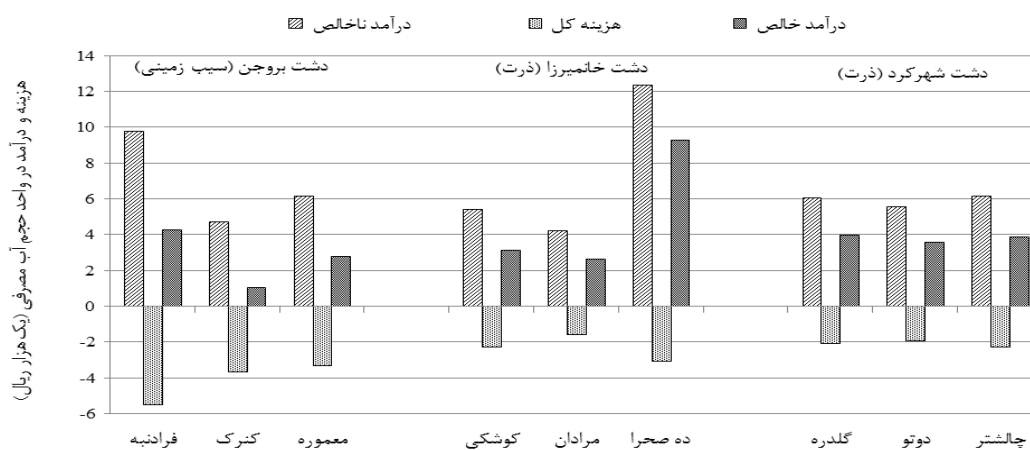
در شکل ۲ و ۳ درآمدها به صورت مثبت و هزینه‌ها به صورت منفی ارائه شد. همان‌گونه که در شکل ۲ نشان داده شد، متوسط درآمد خالص در واحد سطح مزرعه‌های دشت بروجن بیشتر از دشت‌های خانمیرزا و شهرکرد به دست آمد. بیشترین و کمترین درآمد ناخالص در واحد سطح، به ترتیب مربوط به مزرعه معموره از دشت بروجن (۴۸۹ یکصد هزار ریال) و مزرعه کوشکی از دشت خانمیرزا (۱۵۳ یکصد هزار ریال) است.

براساس شکل ۳، متوسط درآمد خالص در واحد حجم آب مصرفی مزرعه‌های دشت خانمیرزا بیشتر از دشت‌های بروجن و شهرکرد است. بیشترین درآمد خالص در واحد حجم آب مصرفی، مربوط به مزرعه ده‌صحرا از دشت خانمیرزا (۹/۲۵ یک هزار ریال) است، در این دشت آب مورد استفاده ۳۰ درصد کمتر از مقدار آب مورد نیاز

را در بین کوشکی، ده‌صحرا و چالشر، به‌دلیل استفاده از میزان آب کمتر از مقدار مورد نیاز در این سه مزرعه است.



شکل ۲- هزینه و درآمدها در واحد سطح مزرعه‌های سه دشت استان چهارمحال و بختیاری



شکل ۳- هزینه و درآمدها در واحد حجم آب مصرفی مزرعه‌های سه دشت استان چهارمحال و بختیاری

مقادیر بالای شاخص نسبت درآمد به هزینه در مزرعه‌های دشت شهرکرد، نشان‌دهنده زراعت مناسب کشاورزان این دشت است. در این پژوهش برای دشت‌های این منطقه مقادیر نسبت درآمد به هزینه برای محصول ذرت بیشتر از مقدار این شاخص در کشت سیب‌زمینی است. بنابراین با توجه به شرایط دشت‌های این استان و مقادیر شاخص‌های اقتصادی به دست آمده، کشت محصول ذرت، بیشتر از محصول سیب‌زمینی توصیه می‌شود. در صورت صرفه‌جویی در مصرف آب نسبت به آبیاری کامل می‌توان سطح زیر کشت را افزایش داد. میزان افزایش سطح زیر کشت ممکن برای مزرعه‌های مورد بررسی و درآمد متناسب با آن در جدول ۵ آورده شده است.

شاخص بسیار مهم در ارزیابی اقتصادی مزرعه‌های کشاورزی، شاخص نسبت درآمد به هزینه است، که نشان‌دهنده حداکثر سود حاصل از کشت در آن شرایط است. مقادیر شاخص نسبت درآمد به هزینه در مزرعه‌های این تحقیق در شکل ۴ آورده شده است. در این پژوهش بیشترین مقدار این شاخص (۲/۹۷) برای مزرعه ده‌صحرا از دشت خانمیرزا و کمترین نیز (۰/۲۸) برای مزرعه کنرک از دشت بروجن به دست آمد. ابراهیمی‌پاک (۱۳۷۹) برای محصول یونجه در دشت شهرکرد نشان داد که در صرفه‌جویی ۲۰ درصد آب مصرفی نسبت به آبیاری کامل، عملکرد محصول ۵ درصد کاهش یافته، اما درآمد خالص نهایی تغییر نکرده است و بالاترین نسبت درآمد به هزینه حاصل شده و با صرفه‌جویی ۶۱ درصد آب مصرفی نسبت به آبیاری کامل، بالاترین میزان درآمد خالص به ازای واحد آب مصرفی به دست آمده است.



شکل ۴- نسبت درآمد به هزینه در مزرعه‌های سه دشت استان چهارمحال و بختیاری

جدول ۵- میزان افزایش سطح زیرکشت و درآمد متناسب با آن

منطقه	محصول زراعی	مزرعه	آب مصرف شده (سانتی‌متر)	مقدار آب اضافه شده (سانتی‌متر)	افزایش سطح زیرکشت (هکتار)	درصد افزایش سطح زیر کشت	درآمد خالص حاصل از افزایش سطح زیرکشت (یکصد هزار ریال)
دشت بروجن	سیب‌زمینی	فردانبه	۹۲/۳۴	۲۶/۰۴	۰/۳۹	۳۲/۷۳	۱۵۳/۹۲
		کنرک	۱۵۵/۳۳	۸۹/۰۳	۱/۳۴	۱۳۴/۲۸	۲۱۱/۵۹
		معموره	۱۷۶/۲۲	۱۰۹/۹۲	۱/۶۶	۴۱/۴۵	۸۰۹/۹۲
دشت خانیمرزا	ذرت	کوشکی	۴۹/۲۷	-	-	-	-
		مرادان	۱۰۶	۴۲/۴۱	۰/۶۷	۴۵/۳۷	۱۸۳/۴۱
		ده‌صحرا	۴۴/۷۳	-	-	-	-
دشت شهرکرد	ذرت	گلدره	۶۶/۹۳	۸/۴۳	۰/۱۴	۷/۲۱	۳۸/۳۴
		دوتو	۸۶/۹۲	۲۸/۴۲	۰/۴۹	۵۳/۹۸	۱۵۰/۹۸
		چالستر	۵۱/۹۸	-	-	-	-

بیشترین آب مازاد مصرفی مربوط به مزرعه‌های دشت بروجن است و همان‌طور که دیده می‌شود، درآمد خالص حاصل از افزایش سطح زیر کشت، مبلغ‌های زیادی است که در اثر مدیریت نامناسب کشاورزان این منطقه، این درآمدها از دست می‌روند. ابراهیمی‌پاک (۱۳۷۹) برای محصول یونجه در دشت شهرکرد نشان داد که با صرفه جویی در آب مصرفی می‌توان حدود ۳۰ درصد اراضی زیر سطح کشت را افزایش داده و یا این که الگوی کشت را به گونه‌ای تغییر داد، که از حداکثر واحد آب مصرفی استفاده شود و در نهایت موجب افزایش سود خالص شود. وی همچنین نشان داد که با صرفه جویی ۱۱ درصد در آب مصرفی فقط یک درصد عملکرد محصول کاهش پیدا خواهد کرد، ولی می‌توان حدود ۱۵ درصد سطح زیرکشت را افزایش داد یا الگوی کشت منطقه را به گونه‌ای تعریف نمود که سود خالص حاصل از صرفه‌جویی مصرف آب افزایش یابد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که فقط در صورت بهینه‌سازی مصرف آب در بخش کشاورزی و افزایش کارایی مصرف آب در این بخش می‌توان به هدف‌های

تولیدات کشاورزی در برنامه‌های توسعه کشور دست یافت. در این پژوهش کمترین میزان استفاده از آب مازاد آب مورد نیاز، مربوط به مزرعه‌های دشت شهرکرد و بیشترین مربوط به مزرعه‌های دشت بروجن بود. مصرف آب بیشتر، با کارایی کمتر در دشت بروجن به دلیل مدیریت نادرست کشاورزان بوده است. از دیدگاه کشاورزان، قیمت یکی از شاخص‌های مهم در تصمیم‌گیری تولید محصولات کشاورزی است و با توجه به این که مقادیر نسبت درآمد به هزینه برای محصول ذرت بیشتر از مقدار این شاخص در کشت سیب‌زمینی است و کارایی مصرف آب محصول سیب‌زمینی در مقایسه با ذرت نیز بسیار پایین بود، در برنامه‌ریزی‌های کشت محصولات از نظر مزیت نسبی، با توجه به منابع آبی محدود، باید بازنگری‌های لازم در این منطقه انجام شود. در ارزیابی اقتصادی، بیشترین هزینه مربوط به مزرعه‌هایی بود که میزان آب مصرفی بالایی داشته‌اند و همچنین بیشترین درآمد خالص مربوط به مزرعه‌هایی بود که عملکرد محصول بالا و میزان آب مصرفی کمتری نسبت به دیگر مزرعه‌های داشته‌اند. متوسط درآمد خالص در واحد سطح مزرعه‌های دشت بروجن بیشتر از دشت‌های خانیمرزا و شهرکرد، و متوسط درآمد خالص در واحد حجم آب مصرفی در مزرعه‌های

فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، تهران. ۶۴-۵۳.

۷. علیزاده ا. ۱۳۸۴. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد. ۴۷۰ ص.

۸. محمدی ح. بوستانی ف و اسدی ه. ۱۳۹۰. کارایی مصرف آب و تحلیل سودآوری کشت هیبریدهای مختلف ذرت در منطقه مروتشت. مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۱۹(۷۴): ۱۲۹-۱۴۷.

۹. مشعل م. وراوی پور م. ساداتنوری ا. و زارعزیرک ا. ۱۳۸۷. بهینه سازی عمق آب مصرفی ذرت با کم آبیاری (مطالعه موردی: دشت ورامین). مجله پژوهش کشاورزی (آب، خاک و گیاه در کشاورزی). ۸(۴): ۱۲۳-۱۳۴.

10. Bessembinder J. J. E. Leffelaar P. A. Dhindwal A. S. and Ponsioen T.C. 2005. Which crop and which drop, and the scope for improvement of water productivity. *Agricultural Water Management*. 73(2): 113-130.
11. Herget G. W. Klocke N. L. Petersen J. L. Norquist P. T. Clarke R. T. and Wicks G. A. 1993. Cropping system for stretching limited irrigation supplies. *Journal of Product Agriculture*. 6:520-529.
12. Howell T. A. Tock. J. A. Schneider. A. D. and. Evett S. R. 1998. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of corn hybrids differing in maturity. *Agronomy Journal*. 90:3-9.
13. Koksai H. and Kanber R. 1998. Water-yield relation on second crop maize under Cukurova conditions. In: Symposium on Agriculture and Forest Meteorology 98, ITU, Istanbul, 21-23 October, PP. 310-317.
14. Montazar A. and Kosari H. 2007. Water productivity analysis of some irrigated crops in Iran. Proceeding of the international conference of water saving in Mediterranean agriculture and future needs. Valenzano (Italy). Series B. 56(1):109-120.
15. Turrall H. Cook S. and Gichuki F. 2006. Water productivity assessment: Measuring and mapping methodologies. Basin Focal Project. Working Paper. No. 2. Challenge Program on Water and Food. 13 p.
16. Weyhrich R. A. Carver B. F. and Martin B.C. 1995. Photosynthesis and water use efficiency of awned and awnleted nearisogenic lines of hard red winter wheat. *Crop Science*. 35:172-176.
17. Zwart S. J. and Bastiaansen W. G. M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural Water Management*. 69(2):115-133.

دشت خانیروزا بیشتر از دشت های بروجن و شهرکرد به دست آمد. همچنین مقادیر بالای شاخص نسبت درآمد به هزینه در مزرعه های دشت شهرکرد، نشان دهنده زراعت مناسب کشاورزان این دشت است. در صورت صرفه جویی در آب مصرفی نسبت به آبیاری کامل می توان سطح زیر کشت را افزایش داد. بیشترین آب مازاد مصرفی مربوط به مزرعه های دشت بروجن است و درآمد خالص حاصل از افزایش سطح زیر کشت، مبلغ های قابل توجهی است (۸۱۰-۱۵۰ یکصد هزار ریال به ازای هر هکتار)، که در اثر مدیریت نامناسب کشاورزان این منطقه، این درآمدها از دست می روند.

منابع

۱. ابراهیمی پاکانی ع. ۱۳۷۹. بهینه سازی کم آبیاری براساس تابع مصرف آب- عملکرد محصول یونجه همدانی در شهرکرد. دهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. مقاله شماره ۲۱.
۲. اکبری نودهی د. کاوه ف. صدقی ح و مجاوریان م. ۱۳۸۹. بررسی رابطه میزان مصرف آب و عملکرد محصول ذرت در استان مازندران. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی). ۸۹: ۲۵-۳۳.
۳. حیدری ن. ۱۳۹۰. مشخص و ارزیابی شاخص کارایی مصرف آب محصولات زراعی تحت مدیریت کشاورزان در کشور. مجله مدیریت آب و آبیاری دانشگاه تهران. ۵۷-۴۳: (۲)۱.
۴. حیدری ن. و حقایقی مقدم س. ۱۳۸۰. کارایی مصرف آب آبیاری محصولات عمده مناطق مختلف کشور. گزارش ارائه شده به معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. کرج. ۲۸۰ ص.
۵. ریاحی فارسانی ح. ۱۳۸۹. ارزیابی سیستم آبیاری جویچه ای در دشت های شهرکرد، بروجن و خانیروزا و ارائه راهکارهای عملی برای بهبود آن. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد. ۱۲۰ ص.
۶. سپاسخواه ع. ۱۳۸۳. نگرشی دوباره بر پژوهش بازده آبیاری در جمهوری اسلامی ایران. مجموعه مقالات اولین کنفرانس روش های پیشگیری از اتلاف ملی.