

تعیین و ارزیابی شاخص کارایی مصرف آب محصولات زراعی تحت مدیریت کشاورزان در کشور

نادر حیدری^۱

(E-mail: nrheydari@yahoo.com)

(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۱۱ - تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۱۷)

چکیده

این تحقیق با هدف تعیین مقدار کارایی مصرف آب محصولات کشاورزی عمده و در شرایط مدیریت کشاورزان و همچنین شناخت عوامل و مسائل تأثیرگذار بر مقدار آن، در مناطق کرمان، همدان، مغان، گلستان و خوزستان به اجرا درآمد. تحقیق حاضر ضمن مرور کامل سایر نتایج موجود، مقدار شاخص کارایی مصرف آب محصولات کشاورزی عمده در مناطق انتخابی را تعیین و دلایل و منابع کاهش آن را نیز بررسی و تحلیل نموده است. بر اساس روش تحقیق، میزان عملکرد محصول اولیه (کیلوگرم) و میزان حجم ناخالص آب آبیاری کاربردی (متر مکعب) برای تولید محصول، تعیین شده و از آنجا شاخص کارایی مصرف آب محاسبه گردیده است. براساس نتایج حاصله متوسط مقدار شاخص کارایی مصرف آب محصولات زراعی گندم (دانه)، چغندر قند (غده)، سیب زمینی، ذرت علوفه‌ای، پنبه (وش)، یونجه (خشک شده در هوا)، جو (دانه)، نخود آبی و نیشکر (نی) به ترتیب ۰/۷۳، ۴/۵۶، ۲/۱۸، ۵/۵۸، ۰/۷۱، ۱/۴۶، ۰/۵۶، ۰/۱۸ و ۲/۹۴ کیلوگرم محصول بر متر مکعب آب مصرفی اندازه‌گیری گردید. با استفاده از آمار سطح زیرکشت محصولات زراعی انتخابی در مناطق مختلف و ارقام متوسط کارایی مصرف آب، متوسط وزنی شاخص کارایی مصرف آب کشور ۱/۳۸ کیلوگرم بر متر مکعب آب محاسبه گردید.

کلمات کلیدی: ارزیابی، حجم آب مصرفی، عملکرد، کارایی مصرف آب، محصول، مدیریت، مناطق

مقدمه

اصطلاح کارایی مصرف آب (کیلوگرم محصول تولید شده به متر مکعب آب تعرق شده) برای اولین بار توسط د- ویت ارائه گردید (۱۰). هدف از کاربرد کارایی مصرف آب، توانایی مقایسه‌های سریعی بین سیستم‌های مصرف‌کننده آب در زمان و مکان است (۱۸). به عنوان نمونه، در یک سیستم کشاورزی، کارایی مصرف آب $1/5$ کیلوگرم بر متر مکعب ممکن است مناسب و مقدار $0/5$ نامناسب تلقی شود. برای یک سیستم کشاورزی بزرگ بیان این اعداد به صورت مطلق کافی نیست. بر این اساس، اندازه‌گیری این مفهوم (شاخص) باید فقط محدود به قسمت‌هایی از یک سیستم باشد تا بتوان با مقدار مشابه آن در سایر نقاط آن را مقایسه نمود (۱۸). به عنوان نمونه، اگر طبق گزارشات کارایی مصرف آب گندم در کرمان $0/8$ کیلوگرم بر متر مکعب باشد، این عدد به تنهایی گویای مناسب و یا نامناسب بودن نیست. همچنین اگر کارایی مصرف آب گندم کرمان با سایر نقاط گرم و سرد کشور مقایسه شود، نتیجه معنی‌دارتر خواهد بود.

بعد از ارائه تعریف کارایی مصرف آب، واژه وسیع‌تر بهره‌وری آب برای تجزیه و تحلیل مصرف آب در مقیاس‌های تو در تو^۱ مختلف معرفی گردید (۱۰ و ۱۵). هدف از ارائه مفهوم بهره‌وری آب آن است که پشتیبان نتایج آزمایش‌های زراعی مرتبط با آب و تمهیدات مدیریت آبیاری بوده و همچنین فرصت‌ها برای صرفه‌جویی در مصرف آب و بهبود بهره‌وری آب، به همراه پشتیبانی فرایندهای تصمیم‌سازی برای تخصیص آب را مشخص سازد (۹). استفاده از مفهوم بهره‌وری آب بستگی به مقیاس کار و استفاده از آن دارد. این چالش 'کدام محصول و کدام قطره آب' نامیده شده است (۱۵).

بهره‌وری آب گیاه^۲ که در منابع علمی اساساً به آن کارایی مصرف آب^۳ (WUE) اطلاق می‌گردد، به صورت نسبت عملکرد اقتصادی (عملکرد ارائه شده به بازار) به تبخیر و تعرق واقعی گیاه تعریف می‌گردد. تعاریف و شاخص‌های

مختلفی از بهره‌وری و کارایی مصرف آب در منابع و مقالات علمی ارائه شده و مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. WUE به عملکرد گیاه، تعرق گیاهی، تبخیر، تبخیر و تعرق و حتی میزان آب آبیاری نسبت داده شده است (۱۹). شاخص کارایی مصرف آب آبیاری در تعریف به معنای مقدار محصول به حجم آب مصرفی یا منحرف شده به سیستم می‌باشد، یعنی کارایی مصرف آب به مقدار محصول در قطعه مزرعه‌ای گفته می‌شود که از هر واحد حجم آب آبیاری کاربردی در آن مزرعه به دست می‌آید و معمولاً به کیلوگرم بر متر مکعب ارائه می‌گردد (۲۰). لازم به ذکر است که در تعریف شاخص کارایی مصرف آب، اجزای تشکیل‌دهنده این شاخص (صورت کسر عملکرد و منخرج کسر آب مصرفی) به شکل‌های مختلف ارائه شده‌اند. مثلاً صورت کسر می‌تواند عملکرد تر یا خشک محصول، بیوماس، پروتئین تولیدی، کالری ایجاد شده و غیره باشد. منخرج کسر نیز می‌تواند حجم آب خالص، حجم آب ناخالص و یا میزان آب تبخیر و تعرق شده از گیاه باشد. لذا استفاده از روشهای آزمایشی و یا مدل‌های شبیه‌سازی مختلفی که برای تعیین مقدار ماده گیاهی تولیدی (صورت کسر) و یا میزان تبخیر و تعرق (منخرج کسر) استفاده می‌گردد، می‌تواند با توجه به خطای هر روش اندازه‌گیری، بر روی مقدار بهره‌وری آب اندازه‌گیری شده تأثیرگذار باشد. لذا مقدار کارایی مصرف آب محصولات بسته به تغییرات آب و هوایی سال‌های مختلف و تغییرات در مناطق از لحاظ تأثیرات آنها در تغییرات تبخیر و تعرق و طول دوره فصل رشد گیاه تأثیر می‌پذیرد (۹).

در واقع کارایی مصرف آب بیان‌گر رابطه کمی میان نهاده‌ها و ستاده‌های سیستم تولید می‌باشد و از دیدگاه متخصصان آبیاری، زراعت، فیزیولوژی، اقتصاد و همچنین کاربرها دارای مفاهیم مختلفی است (۲). بنابراین شاخص کارایی مصرف آب آبیاری مورد استفاده برای تولید محصول مورد نظر را می‌توان به صورت رابطه زیر تعریف و ارائه نمود:

کارایی مصرف آب = واحد آب مصرفی (تعرق، تبخیر و تعرق و یا حجم آب مصرفی / عملکرد (فتوستنتزی، بیولوژیکی و اقتصادی)

1 - Aggregation levels

2 - Crop water productivity

3 - Water Use Efficiency

مصرفی) ولی مقدار آن برای حدود ۶۰ درصد مزارع کشاورزان مورد مطالعه دارای تغییرات از ۰/۳ تا ۰/۶ کیلوگرم بر متر مکعب و متوسط کارایی مصرف آب حدود ۰/۴۵ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد (۱).

محاسبات تخمینی (مبتنی بر آمار و ارقام و نتایج حاصل از طرح ملی در زمینه تعیین راندمان آبیاری)، کارایی مصرف آب آبیاری محصولات زراعی مختلف در روشهای آبیاری سطحی با مدیریت زارعین در مناطق اصفهان، گلستان، خراسان، خوزستان (دزفول) و آذربایجان غربی و برای محصولات گندم، یونجه، چغندرقد (غده)، پنبه، سویا، جو، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، لوبیا، کاهو، کنجد و ذرت دانه‌ای به ترتیب ۰/۸۴-۰/۳۴، ۰/۴۴-۰/۱۷، ۰/۸۳-۴/۳۳، ۱/۹۱-۱/۲۷، ۲/۰۹-۰/۷۵، ۱/۰، ۱/۷۲، ۳/۳۳، ۰/۹۱، ۴/۷۷، ۰/۲۰ و ۰/۶۵ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش نموده است (۴).

نتایج مطالعه و ارزیابی کارایی مصرف آب در سه مزرعه در شهرستان‌های تربت حیدریه، تربت جام و چناران در زراعت گندم و چغندرقد تحت دو روش آبیاری سطحی و بارانی نشان داد، کارایی مصرف آب گندم در چناران، تربت حیدریه و تربت جام به ترتیب ۰/۳۸، ۰/۷۶ و ۰/۴۴ کیلوگرم به ازای واحد آب مصرفی می‌باشد (۷). افزایش کارایی مصرف آب در مزرعه تربت حیدریه به دلیل برخورداری مزرعه از سیستم آبیاری بارانی و مدیریت علمی‌تر آن بود (۷). بهره‌وری آب گندم استان‌های مختلف کشور با استفاده از آمار درازمدت عملکرد و استفاده از مدل هیدرولوژی و بیلان آب به نام سوات^۱ (برای تعیین تبخیر و تعرق) برآورد گردید (۱۱). براساس نتایج این تحقیق، بهره‌وری آب گندم آبی و دیم به ترتیب در دامنه‌های ۱/۵۵-۰/۱۵ و ۰/۷۵-۰/۲۸ کیلوگرم بر متر مکعب تغییر نموده و این دامنه تغییرات برای گندم دیم بیشتر بود (۱۱).

در تحقیقی متوسط مقدار شاخص بهره‌وری فیزیکی آب کشور به طور متوسط ۰/۷۸ کیلوگرم بر متر مکعب محاسبه گردیده است (۱۴).

متوسط کارایی مصرف آب گندم و برنج با روش بارانی در کشور پاکستان، به ترتیب ۳/۹۵ و ۰/۵۵ و با روش کرتی

براساس منابع موجود، هفت درصد جمعیت جهان در مناطقی زندگی می‌کنند که در آن آب کمیاب است، ولی تا سال ۲۰۵۰ انتظار می‌رود این رقم به بیش از ۶۷ درصد افزایش یابد (۱۲). بنابراین ضرورت دارد که بهره‌وری آب اراضی فاریاب و دیم بیشتر شود.

در تحقیقی کارایی مصرف آب کانویی گندم زمستانه در شمال چین بر اساس نسبت محصول به تبخیر و تعرق اندازه‌گیری گردید (۲۱). براساس نتایج، کارایی مصرف آب (براساس بیوماس) گیاه گندم در مراحل پنجه‌زنی و استقرار تا ساقه رفتن و ساقه رفتن تا خوشه‌دهی، به ترتیب در دامنه‌های ۱/۳۷-۴/۰۳ و ۶/۴۱-۷/۰۳ کیلوگرم بر متر مکعب قرار داشت. حداکثر کارایی مصرف آب در مرحله خوشه‌دهی اتفاق افتاده و بعد از آن شروع به کاهش نمود.

در یک بررسی، مقادیر کارایی مصرف آب ۱۰ محصول زراعی انتخابی با استفاده از نتایج ۶۷ طرح تحقیقاتی انجام شده طی سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۶ در ایستگاه‌های تحقیقاتی ۱۳ استان کشور تعیین گردید. براساس نتایج این بررسی، متوسط کارایی مصرف آب گندم، جو، برنج، چغندرقد، ذرت، پنبه (بذر)، یونجه، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و کنجد به ترتیب ۱/۶۲، ۲/۳۷، ۰/۴۲، ۰/۵۳، ۱/۱۷، ۰/۶۱، ۰/۸۹، ۲/۷۴، ۰/۷۷ و ۰/۱۱ کیلوگرم بر متر مکعب بود (۱۷).

براساس مطالعه تعداد ۸۴ منبع تحقیقاتی مربوط به ۲۵ سال اخیر، متوسط شاخص کارایی مصرف آب محصولات گندم، برنج، پنبه (تولید دانه)، پنبه (تولید وش) و ذرت به ترتیب ۱/۰۹، ۱/۰۹، ۰/۶۵، ۰/۲۳ و ۱/۸ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد (۲۲). دامنه شاخص کارایی مصرف آب برای محصولات فوق وسیع بوده که برای گندم، برنج، پنبه (تولید دانه)، پنبه (تولید وش) و ذرت به ترتیب ۱/۷-۰/۶، ۱/۶-۰/۶، ۰/۹۵-۰/۴۱، ۰/۳۳-۰/۱۴، ۲/۷-۱/۱ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی بود (۲۲).

در تحقیقی با هدف تعیین کارایی مصرف آب مزارع گندم تحت مدیریت کشاورزان منطقه دشت آزادگان در جنوب حوضه آبریز کرخه نتیجه‌گیری گردید، کارایی مصرف آب در این منطقه از ۰/۱ تا ۱/۲ کیلوگرم بر متر مکعب متغیر بوده (با احتساب مقدار باران مؤثر به عنوان بخشی از آب

روشهای علمی و فنی مناسب مبتنی بر مطالعه و تحقیق، جهت افزایش کارایی مصرف آب کشاورزی از ضروریات است. با بررسی‌های به عمل آمده مشخص گردیده است که در حال حاضر شاخص کارایی مصرف آب محصولات زراعی مناطق مختلف در کشور عملاً مشخص نبوده و اندازه‌گیری‌های دقیق و معتبری در این زمینه در سطح مزارع و تحت شرایط مدیریت محلی کشاورزان کشور انجام نیافته و یا محدود و کافی نمی‌باشند. از طرف دیگر، بیشتر منابع و داده‌های موجود متکی بر نتایج طرح‌های تحقیقاتی ایستگاهی و یا مرور منابع خارجی هستند. لذا در این تحقیق تلاش گردید تا با اندازه‌گیری‌های دقیق و در شرایط مدیریت محلی کشاورزان، کارایی مصرف آب محصولات عمده زراعی در مناطق مختلف کشور تعیین و علاوه بر تکمیل بانک اطلاعات داده‌های کارایی مصرف آب محصولات زراعی کشور، ارزیابی‌ها و تحلیل‌های لازم برای بهبود این شاخص نیز ارائه گردد.

مواد و روشها

جمع تعداد مزارع انتخابی برای استان‌های کرمان، اردبیل، همدان، خوزستان و گلستان به ترتیب ۲۶، چهار، نه، هشت و ۱۳ مزرعه بود. در جدول (۱) اطلاعات مناطق و محصولات انتخابی، روش آبیاری، منبع و کیفیت آب آبیاری و تعداد مزارع مورد اندازه‌گیری برای تعیین شاخص کارایی مصرف آب، به همراه سایر اطلاعات فنی مربوطه، به صورت خلاصه ارائه گردیده است.

در انتخاب مزارع سعی شد مزارع انتخابی معرف مزارع منطقه بوده و مدیریت آبیاری و عملیات زراعی اعمال شده توسط کشاورزان نیز معرف عملیات زراعی معمول کشاورزان منطقه باشد. همچنین، کشاورزان انتخابی معرف جمعیت کشاورزی منطقه بوده و از لحاظ میزان سواد آنها، دامنه‌ای از کم سواد تا دارنده دیپلم و حتی کارشناس کشاورزی را شامل شد.

سنتی، به ترتیب ۱/۳۴ و ۰/۲۵ کیلوگرم محصول بر متر مکعب آب برآورد گردیده است (۱۳).

کارایی مصرف آب گندم و برنج در سیستم تناوب کشت مداوم برنج - گندم در مزارع کشاورزان منطقه پنجاب پاکستان با روش بیلان آب و تولید محصول، اندازه‌گیری گردید. براساس نتایج، دامنه کارایی مصرف آب اندازه‌گیری شده براساس واحد حجم آب ناخالص ورودی برای برنج و گندم به ترتیب ۰/۳۸-۰/۱۷ و ۰/۷۸-۲/۰۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود (۸).

بهره‌وری آب گندم در حوضه کرخه با استفاده از مدل کراپ - سیست^۱ برای دوره‌های خشک، عادی و تر تعیین و پهنه‌بندی شد (۶). براساس نتایج، بهره‌وری آب گندم در مقیاس حوضه آبریز، برای دوره‌های خشکسالی، عادی و ترسالی به ترتیب ۰/۶۲، ۰/۵۹ و ۰/۵۳ کیلوگرم بر متر مکعب برآورد گردید (۶).

وابستگی تولید به آب آبیاری در ایران زیاد است و عمده تولیدات غذایی کشور نیز از کشاورزی فاریاب می‌باشد. جمعیت کشور در سال ۱۴۰۰ بالغ بر ۸۹ میلیون نفر برآورد می‌گردد. در سال مزبور، برای تأمین احتیاجات غذایی کشور باید کل تولیدات کشاورزی حداقل ۱۷۲ میلیون تن باشد که از این میزان ۱۶۰ میلیون تن آن باید توسط کشاورزی فاریاب تأمین گردد. با فرض حداکثر امکان تأمین ۱۰۰ میلیارد متر مکعب آب برای بخش کشاورزی در آن سال، کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی فاریاب باید به حدود ۱/۶ کیلوگرم بر متر مکعب برسد. تنها در صورت بهینه‌سازی مصرف آب در بخش کشاورزی و افزایش کارایی مصرف آب در این بخش می‌توان به اهداف تولیدات کشاورزی در برنامه‌های توسعه کشور در افق سال ۱۴۰۴ دست یافت.

باتوجه به مباحث فوق تعیین دقیق و علمی شاخص کارایی مصرف آب فعلی در کشاورزی کشور و استفاده از

جدول ۱ - خلاصه اطلاعات و آمار مناطق، محصول، روش آبیاری، منبع و کیفیت آب و تعداد مزارع انتخابی

استان	منطقه	محصول زراعی انتخابی	روش آبیاری	منبع آب و کیفیت آن r	تعداد مزارع انتخابی
کرمان	بردسیر (ترشاب، دشتکار آتقی، نگار روستای احمدآباد و نگار روستای محمودآباد)	گندم، چغندرقد، یونجه ذرت، سیب‌زمینی، نخود آبی و جو	بارانی (سنتریوت)	چاه (۰/۸-۲/۶)	> ۲۶
اردبیل (مغان)	مغان (اراضی زارعین خصوصی - روستای آغدام در نزدیکی پارس‌آباد)	چغندرقد (رقم افشار)	سطحی	شبکه آبیاری (۰/۸)	۲
	مغان (کشت و صنعت - بخش ۲)	چغندرقد (رقم افشار)	سطحی	شبکه آبیاری (۰/۸)	۲
همدان	قهاوند (روستاهای بویاچی، دشته، ایدرلو، قرخلو، بوبوک‌آباد، بویوک‌آباد، کوریجان، قرخلر و ویسرلو)	سیب‌زمینی (رقم‌های مارفونا و آگریا)	سطحی (نشتی) بارانی (لوله چرخ‌دار) قطره‌ای (نواری تیپ)	چاه (۰/۵-۰/۶۵) چاه (۰/۱۵-۰/۸۳) چاه (۰/۹۶)	۹
خوزستان	کشت و صنعت‌ها (کارون، امام خمینی، هفت تپه و امیرکبیر)	نیشکر*	سطحی	شبکه (۲/۰-۲/۵)	۴
	اهواز (ملائانی)	گندم	سطحی	شبکه و پمپاژ مستقیم از رودخانه (۱/۰-۱/۵)	۴
گلستان	گرگان (روستاهای سرخنکلاته، ورسن، حیدرآباد، پیرواش پایین، چنار قشلاق، تازه‌آباد، انبار الوم، ایمر و کاکا)	پنبه (ساحل و سایوکرا) گندم (رقم‌های زاگرس و پاستور)	سطحی (کرتی) سطحی (نواری)	چاه (۰/۵-۱/۲۷) چاه (۰/۵-۱/۲۷)	۵ ۸

> گندم ۷، چغندرقد ۷، یونجه ۴، ذرت ۳، سیب‌زمینی ۳، نخود ۱ و جو ۱ مزرعه

* - کارایی مصرف آب نیشکر با جمع‌آوری اطلاعات و آمار مربوط به کل آب مصرفی و کل برداشت (عملکرد) سالیانه انجام گردد. داده‌های مورد نیاز به همراه سایر اطلاعات مربوطه از چند کشت و صنعت نیشکر تهیه گردد.

r - هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)

تعیین می‌گردد. برای این امر، نیاز به اندازه‌گیری دقیق دبی آب ورودی به مزرعه و مدت زمان آبیاری به تفکیک نوبت‌های آبیاری می‌باشد. پس از تعیین حجم آب مصرفی کل و اندازه‌گیری میزان عملکرد محصول در واحد هکتار، کارایی

در اندازه‌گیری و تعیین کارایی مصرف آب آبیاری، نیاز به مشخص نمودن نسبت عملکرد محصول به آب داده شده به مزرعه می‌باشد. در اینجا میزان عملکرد محصول (کیلوگرم) و میزان حجم آب مصرفی (متر مکعب) برای تولید محصول

را تسهیل نموده و فرایند را به سمت اندازه‌گیری‌های دقیق‌تر سوق دهند. به عنوان نمونه، معیارهای زیر در انتخاب مزارع پیشنهاد گردید: چاه مورد استفاده حداقل ۱۰-۵ هکتار زمین زراعی را آبیاری نماید، محصول تحت آبیاری با چاه فقط یک نوع محصول عمده زراعی منطقه باشد، آب‌دهی چاه مناسب و در حد امکان برقی باشد، در حد امکان چاه به صورت انفرادی (یک زارع) مورد بهره‌برداری قرار گیرد و فاصله چاه تا مزرعه کمتر از یک کیلومتر باشد. همچنین برای اندازه‌گیری دبی و حجم آب ورودی به مزارع، معیارهایی در نظر گرفته شد از آن جمله: ۱- در صورتی که برای چاه مورد استفاده کنتور نصب شده باشد، لازم است کنتور با یک روش مناسب واسنجی شود. ۲- در صورتی که چاه دارای کنتور نباشد، استفاده از کنتورهای واسنجی شده بهترین روش اندازه‌گیری دبی است. ۳- چنانچه امکان استفاده از کنتور به هر دلیل وجود نداشته باشد لازم است دبی چاه در هر فصل حداقل در سه نوبت با استفاده از روش حجمی (نظیر فلوم‌های WSC یا پارشال فلوم) استفاده نمود. ۴- چنانچه در شبکه آب به صورت حجمی تحویل شود، می‌توان از داده‌ها و اندازه‌گیری‌های شبکه برای تعیین میزان جریان ورودی به مزرعه استفاده کرد. ۵- چنانچه تحویل آب در شبکه به صورت هکتاری و منبع تأمین آب چشمه و قنات است، بایستی در ورودی مزرعه با استفاده از فلوم WSC یا پارشال فلوم در تمام نوبت‌های آبیاری دبی اندازه‌گیری شود. درخصوص اندازه‌گیری حجم آب مصرفی، رکوردها و اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای شامل تاریخ آبیاری، نوبت آبیاری، زمان شروع و خاتمه آبیاری، دبی ورودی به مزرعه و قرائت کنتور برق در شروع و خاتمه آبیاری (در چاه‌های برقی) انجام و در تمام نوبت‌های آبیاری مجدداً تکرار گردند.

در شکل (۱) تصویری از مزارع انتخابی و اندازه‌گیری پارامترهای شاخص کارایی مصرف آب، به عنوان نمونه ارائه گردیده است.

مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب) تعیین خواهد گردید. لذا عملکرد هر محصول پس از مرحله برداشت آن توزین و محاسبه گردید. همچنین میزان آب ناخالص داده شده به مزرعه برای هر نوبت آبیاری اندازه‌گیری و مجموع آن برای کل دوره رشد محصول محاسبه گردید. در محاسبه آب مصرفی و تعیین شاخص کارایی مصرف آب، بارش‌های جوی در طول فصل رشد در محاسبات وارد نگردیده است. از آنجایی که هدف از انجام این تحقیق اندازه‌گیری کارایی مصرف آب در مقیاس مزرعه می‌باشد، رواناب خروجی از مزرعه و آب ورودی به زهکش‌ها نیز جزء تلفات محسوب شده و در حجم کل آب آبیاری کاربردی برای تولید محصول به حساب آمده است. میزان عملکرد محصول اولیه^۱ (کیلوگرم) و میزان حجم ناخالص آب آبیاری کاربردی (مترمکعب) برای تولید محصول تعیین شده است. برای این امر، دبی آب ورودی به مزرعه‌های انتخابی و مدت زمان آبیاری به تفکیک نوبت‌های آبیاری به دقت اندازه‌گیری گردید (جدول ۱). پس از تعیین حجم آب مصرفی کل و اندازه‌گیری مساحت مزرعه (با مساحی مزرعه) و تبدیل میزان عملکرد محصول در واحد هکتار، کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب) محاسبه گردید.

لذا برای اندازه‌گیری‌ها برحسب نوع منبع تأمین آب (چاه یا شبکه آبیاری) و بررسی سایر مسائل زراعی و مدیریتی مربوطه، دستورالعمل فنی برای روش اندازه‌گیری‌ها تهیه گردید و تمامی اندازه‌گیری‌ها (حجم آب کاربردی توسط کشاورز، عملکرد و سایر پارامترهای مورد نیاز) ضمن رعایت دستورالعمل فنی، تماماً در شرایط مدیریت محلی زارعین انجام گردید.

در تدوین دستورالعمل اندازه‌گیری‌ها تلاش گردید تا مزارع به نحوی انتخاب گردند که ضمن مصداق داشتن نمونه‌ها به شرایط منطقه، اندازه‌گیری‌های کارایی مصرف آب

۱- منظور محصول اصلی است که از مزرعه به دست آمده و هنوز فراوری نشده است (برای مثال در مورد چغندر قند غده و نیشکر نی برداشت شده معیار بوده تا شکر استحصالی).



(الف)



(ب)

شکل ۱ - اندازه‌گیری دبی آب ورودی به مزرعه با استفاده از فلوم نوع WSC برای تعیین حجم آب به کار برده شده برای آبیاری محصولات (الف - مزرعه پنبه در گلستان و ب - مزرعه سیب‌زمینی در همدان)

نتایج و بحث

مختلف انجام و نتایج آن به صورت خلاصه در جدول (۴) ارائه گردیده است.^۱

۱ - نتایج کامل مقدار کارایی مصرف آب اندازه‌گیری شده به تفکیک محصولات، مناطق و استان‌های مختلف کشور در گزارش پژوهشی شماره ۸۴/۹۸۸ مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی که این مقاله برگرفته از نتایج آن تحقیق می‌باشد، به صورت تفصیلی ارائه شده است.

در جدول‌های (۲) و (۳) نتایج اندازه‌گیری‌ها و مقدار کارایی مصرف آب محاسبه شده برای محصولات گندم و سیب‌زمینی در مناطق کرمان و همدان به عنوان نمونه ارائه شده است. مشابه همین محاسبات برای سایر محصولات و مناطق

جدول ۲ - کارایی مصرف آب آبیاری محصول گندم با روش آبیاری دوار مرکزی در مناطق مختلف بردسیر کرمان

مزرعه	منطقه	سال زراعی	عملکرد محصول (Kg/ha)	میزان مصرف آب آبیاری (m ³ /ha)	کارایی مصرف آب آبیاری (kg/m ³)
۱	ترشاب	۱۳۸۰-۸۱	۴۷۵۰	۵۷۰۴/۰	۰/۸۳
۲	دشتکار آتقی	۱۳۸۰-۸۱	۴۶۰۰	۵۶۲۳/۲	۰/۸۲
۳	احمدآباد نگار	۱۳۸۰-۸۱	۲۷۰۰	۷۷۰۶/۶	۰/۳۵
۴	محمودآباد نگار	۱۳۸۰-۸۱	۴۵۰۰	۶۲۲۳/۹	۰/۷۲
۵	دشتکار آتقی	۱۳۸۱-۸۲	۴۱۴۲	۶۱۴۸/۴	۰/۶۷
۶	احمدآباد نگار	۱۳۸۱-۸۲	۲۰۵۷	۱۸۲۴۹/۸	۰/۱۱
۷	محمودآباد نگار	۱۳۸۱-۸۲	۳۷۵۰	۹۰۸۲/۱	۰/۴۱

جدول ۳ - مقدار کارایی مصرف آب محصول سیب زمینی دشت قهاوند در همدان

مزرعه	سال زراعی	روش آبیاری	عملکرد محصول (Kg/ha)	میزان مصرف آب آبیاری (m ³ /ha)	کارایی مصرف آب آبیاری (kg/m ³)
۱	۱۳۸۰-۸۱	سطحی (نشتی)	۱۵۰۰۰	۹۱۲۱	۱/۶۴
۲	۱۳۸۰-۸۱	سطحی (نشتی)	۱۳۰۰۰	۱۱۶۰۲	۱/۱۲
۳	//	بارانی (ویلموو)	۲۳۵۰۰	۱۳۸۷۵	۱/۶۹
۴	//	بارانی (ویلموو)	۲۰۰۰۰	۱۳۵۸۶	۱/۴۷
۵	//	قطره‌ای (تیپ)	۲۲۵۰۰	۷۶۳۵	۲/۹۵
۶	۱۳۸۱-۸۲	بارانی (ویلموو)	۳۵۰۰۰	۸۴۹۸	۴/۱۲
۷	//	بارانی (ویلموو)	۲۰۰۰۰	۷۶۴۰	۲/۶۲
۸	//	سطحی (نشتی)	۲۵۰۰۰	۱۲۳۳۵	۲/۰۳
۹	//	سطحی (نشتی)	۱۰۰۰۰	۱۰۰۳۷	۱/۰۰

جدول ۴ - خلاصه نتایج محاسبه کارایی مصرف آب آبیاری محصولات زراعی انتخابی در مناطق مختلف

متوسط کارایی محصول زراعی	منطقه	متوسط عملکرد محصول*	متوسط حجم ناخالص آب آبیاری کاربردی**	دامنه کارایی مصرف آب آبیاری	متوسط کارایی مصرف آب آبیاری ⁺	متوسط کارایی مصرف آب محصول ^۱
		(Kg/ha)	(m ³ /ha)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³) ^۱
گندم	کرمان	۳۷۸۵	۸۳۹۱	۰/۱۱-۰/۸۳	۰/۴۵	
	گلستان	۲۲۷۴	۱۵۹۲	۰/۶۶-۱/۸۷	۱/۴۳	۰/۷۳
	خوزستان	۳۴۹۴	۳۱۰۰	۰/۷۲-۱/۵۳	۱/۱۳	
چغندر قند	کرمان	۳۴۷۱۳	۱۱۹۴۱	۱/۲۰-۵/۳۷	۲/۹۱ ⁺	۴/۵۶
	مغان	۴۸۱۵۴	۶۲۵۱	۴/۳۲-۱۴/۰۰	۷/۷۰ ⁺	
نیشکر	خوزستان	۸۸۱۲۵	۳۰۰۲۴	۲/۴۶-۴/۴۴	۲/۹۴ ⁺	۲/۹۴
سیب زمینی	کرمان	۲۳۵۵۶	۹۶۹۰	۱/۰۲-۵/۷۰	۲/۴۳	۲/۱۸
	همدان	۲۰۴۴۵	۱۰۴۸۱	۱/۰۰-۴/۱۲	۱/۹۵	
ذرت علوفه‌ای	کرمان	۵۲۸۸۹	۹۴۷۳	۴/۳۴-۹/۱۱	۵/۵۸	۵/۵۸
پنبه	گلستان	۱۱۴۱	۱۶۰۷	۰/۴۸-۰/۹۲	۰/۷۱	۰/۷۱
یونجه	کرمان	۱۱۱۵۰	۷۶۲۵	۱/۳۴-۱/۶۳	۱/۴۶ ⁺⁺	۱/۴۶
جو	کرمان	۴۲۸۶	۷۷۰۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶
نخود	کرمان	۱۶۰۰	۸۹۴۶	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸

* - متوسط عملکرد در هکتار تعداد مزارع انتخابی، ** - متوسط حجم ناخالص آب آبیاری در هکتار تعداد مزارع انتخابی

+ - از تقسیم مجموع عملکرد در هکتار تعداد مزارع انتخابی بر مجموع حجم آب مصرفی در هکتار تعداد مزارع انتخابی محاسبه گردیده است.

+ - براساس عملکرد غده و نی (در مورد نیشکر)، ++ - براساس وزن خشک محصول

۸ - از تقسیم مجموع متوسط عملکرد بر مجموع متوسط حجم آب مصرفی محصولات محاسبه گردیده است.

یک محصول معین، دامنه‌ای از مقادیر می‌باشد که در نتایج این دامنه‌ها ارائه گردیده‌اند.

در منطقه کرمان مقادیر کارایی مصرف آب گندم حتی در سیستم مدرن آبیاری تحت فشار از نوع دوار مرکزی بین ۰/۱۱-۰/۸۳ کیلوگرم بر متر مکعب تغییر می‌نماید که به عدد کارایی مصرف آب در روشهای آبیاری سطحی نزدیک می‌باشد. لذا نتیجه‌گیری می‌گردد در صورت عدم مدیریت مناسب سیستم حتی استفاده از سیستم‌های مدرن آبیاری تحت فشار، علی‌رغم توانایی‌های آن در افزایش راندمان آبیاری، اگر مدیریت مناسب نشود، نمی‌تواند به تنهایی بهبود چشم‌گیری در کارایی مصرف آب گندم در این منطقه داشته باشد. به هر حال تأثیر سیستم آبیاری بر بهبود کارایی مصرف آب ذرت و سیب‌زمینی مقداری بیشتر بوده است. در این منطقه، علاوه بر

مقدار کارایی مصرف آب به‌دست آمده برای محصولات و مناطق انتخابی مختلف کشور، طیفی از میزان کارایی مصرف آب محصولات در هر منطقه و یا در مقایسه با مناطق مختلف بود (جدول ۴). منابع کاهش و دلایل پایین بودن کارایی مصرف آب محصولات در مناطق مختلف قطعاً 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. باتوجه به نتایج، مقدار کارایی مصرف آب محصولات در نرم-های متعارف قرار گرفته و گویای صحت و اعتبار نتایج است. همچنین باتوجه به وجود دامنه‌ای از شرایط مدیریت زارعین و مزارع انتخابی، بالطبع مقادیر کارایی مصرف آب، حتی برای

در منطقه برای کشت پنبه هنوز از رقم ساحل که از ۵۰ سال پیش مرسوم بود، استفاده می‌گردد و وارپته سایوکرائید نیز که در دهه اخیر معرفی گردید، پتانسیل تولید بالایی را نشان نداده است. در زمینه به‌زراعی نیز می‌توان گفت که اراضی تسطیح نبوده و چون شیوه آبیاری بیش از ۹۵ درصد زارعین سیستم‌های آبیاری سطحی بوده و به دلیل عدم تسطیح اراضی، توزیع یکنواخت آب در سرتاسر مزرعه وجود ندارد و از آبیاری علمی در حال حاضر هیچ‌گونه استفاده‌ای نمی‌شود. در این منطقه، دلیل بالا بودن با النسبه کارایی مصرف آب در مزارع گندم نسبت به پنبه آبیاری کمتر این محصول می‌باشد به طوری که در هشت مزرعه انتخابی گندم، حداکثر یک آبیاری صورت گرفت زیرا بیش از نیمی از دوران رویش گندم را آب باران تأمین نموده و نیازهای آبی آن را رفع می‌نماید و لذا آبیاری مزارع گندم در منطقه به صورت آبیاری تکمیلی است. بنابراین اگر مقدار بارش فصل رشد در محاسبات حجم آب آبیاری کاربردی لحاظ شود، کارایی مصرف آب گندم نیز به مقدار زیادی پایین خواهد آمد. به‌رحال این نتایج بیان‌گر آن است که کشت محصولات زمستانه از لحاظ برخورداری از مزیت بارش‌های جوی طی فصل رشد، از لحاظ ارتقاء کارایی مصرف آب در کشور از مزیت نسبی برخوردار می‌باشد.

در منطقه خوزستان کارایی مصرف آب نیشکر تقریباً برای تمامی کشت و صنعت‌های مورد مطالعه یکسان بوده و مقدار آن پایین (به‌طور متوسط ۲/۹۴ کیلوگرم نی بر متر مکعب آب حدود ۰/۳۱ کیلوگرم شکر بر متر مکعب آب) می‌باشد که می‌تواند ناشی از هدررفت زیاد آب به صورت آب خروجی از زهکش‌ها باشد.

با فرض این‌که استان‌ها و محصولات انتخابی، با توجه به اینکه محصولات عمده تحت کشت در کشور نیز می‌باشند و به نوعی نمونه معرف وضعیت کشوری هستند، تلاش گردید تا با ارقام حاصل از این تحقیق، متوسط کشوری شاخص کارایی مصرف آب برآورد گردد. لذا با استفاده از آمار سطح زیرکشت محصولات زراعی انتخابی در مناطق مختلف (آمار سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ ارائه شده در آمارنامه کشاورزی) و ارقام کارایی مصرف آب متوسط ارائه شده، متوسط وزنی شاخص کارایی مصرف آب کشور محاسبه شد (جدول‌های ۴

مدیریت کشاورزی، مشکل اساسی استفاده از سیستم دوار مرکزی مسایل فنی و پشتیبانی آن می‌باشد، ولی مدیریت کشاورز تا حدی این مشکلات را تعدیل نمود. نمونه آن مقادیر کارایی مصرف آب بالاتر در کشاورزانی بوده است که سابقه و مهارت فنی و سواد بالاتری داشته‌اند. این امر کم و بیش در مقادیر کارایی مصرف آب سایر محصولات اندازه‌گیری شده در مناطق بردسیر کرمان نیز صادق است.

در منطقه همدان سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی (لوله‌های چرخ‌دار) به طور متوسط کارایی مصرف آب بالاتری را در محصولات سیب‌زمینی نسبت به روش آبیاری سطحی (نشتی) حاصل نمودند. در مجموع، سیستم آبیاری بارانی از نوع لوله‌های چرخ‌دار در بین کشاورزان بهتر انطباق یافته و از مقبولیت بیشتری برخوردار است.

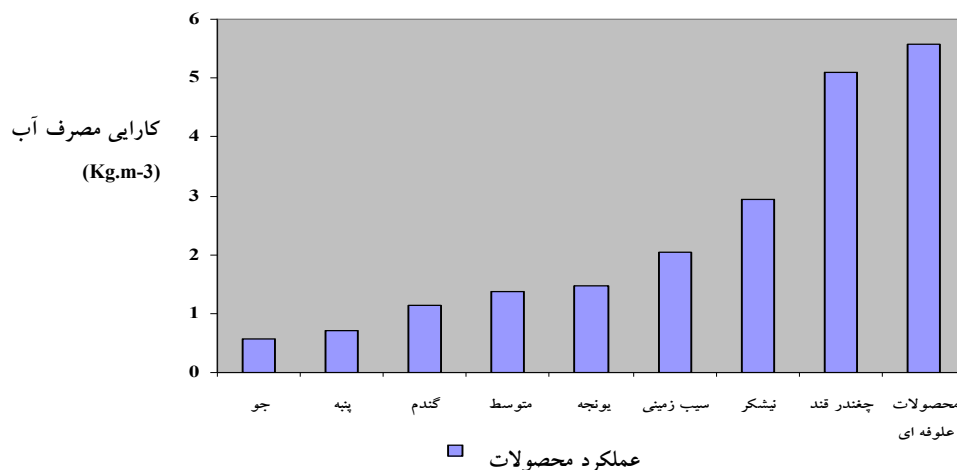
در منطقه مغان کارایی مصرف آب چغندر قند در اراضی بخش خصوصی کشت و صنعت در مجموع بالاتر از بخش دولتی بود. در بسیاری از مزارع بخش خصوصی به علت باز نبودن انتهای مزرعه و نداشتن زهکش خروجی، به محض رسیدن آب به انتهای مزرعه (در بعضی موارد چند متر مانده به انتها)، آبیاری قطع می‌گردید و از این طریق، جریان رواناب خروجی از مزرعه به میزان زیادی کاهش یافته و حجم آب مصرفی کمتر می‌گردید. براساس دریافت‌های زارعین، آب اضافی جمع شده در انتهای مزرعه، باعث بروز بیماری‌های مختلف و همچنین باعث خفگی ریشه و گیاه می‌گردد. اندازه‌گیری آب مصرفی در اراضی کشت و صنعت مغان نشان می‌دهد که در سه نوبت آبیاری اولیه میزان رواناب خروجی مزرعه به مراتب بالاتر از حد معمول بوده که در آبیاری‌های بعدی این مورد تکرار نگردید. مطالعات و اندازه‌گیری‌های متعدد نشان داد که در اراضی کشاورزان خصوصی مقدار آب کمتری مورد استفاده قرار گرفته و حتی در بعضی موارد آب کمتر از نیاز به مزرعه داده شد و مزرعه کم آبیاری شده است.

در منطقه گلستان اندازه قطعات کوچک بوده، زمین‌ها تسطیح نبوده، آبیاری نشتی رایج نبوده و استفاده از لوله‌های دریچه‌دار و یا سیفون نیز اصلاً رایج نمی‌باشند. کارایی مصرف آب در کشت پنبه در این منطقه پایین بوده که مهمترین دلایل آن عدم استفاده از اصول علمی به‌زراعی و به‌نژادی می‌باشد.

و ۵ و شکل ۲) (۵). براساس نتایج متوسط شاخص کارایی مصرف آب کشاورزی مناطق و محصولات انتخابی ۱/۳۸ کیلوگرم بر متر مکعب محاسبه گردید (جدول ۵).

جدول ۵ - سطح زیرکشت محصولات انتخابی در مناطق مختلف و متوسط وزنی شاخص کارایی مصرف آب محصولات

محصول زراعی	استان	سطح زیرکشت (هکتار)	متوسط کارایی مصرف آب آبیاری (Kg/m ³)	متوسط وزنی کارایی مصرف آب آبیاری (Kg/m ³)
گندم	کرمان	۵۵۷۲۹	۰/۴۵	۱/۱۴
	گلستان	۱۴۹۳۵۵	۱/۴۳	
	خوزستان	۳۱۵۱۷۱	۱/۱۳	
چغندر قند	کرمان	۳۳۰۰	۲/۹۱	۵/۱۱
چغندر قند	مغان	۲۸۰۰	۷/۷۰	
نیشکر	خوزستان	۵۵۰۰۰	۲/۹۴	۲/۹۴
سیب زمینی	کرمان	۴۷۸۳	۲/۴۳	۲/۰۴
	همدان	۱۹۵۸۴	۱/۹۵	
ذرت علوفه‌ای	کرمان	۳۱۷۷	۵/۵۸	۵/۵۸
پنبه	گلستان	۱۴۶۳۷	۰/۷۱	۰/۷۱
یونجه	کرمان	۳۸۶۹۰	۱/۴۶	۱/۴۶
جو	کرمان	۱۰۸۸۷	۰/۵۶	۰/۵۶
نخود	کرمان	۹۶۰	۰/۱۸	۰/۱۸
کل کشور		۶۷۴۰۷۳ (هکتار)	متوسط وزنی کارایی مصرف آب = ۱/۳۸ (Kg/m ³)	



شکل ۲ - مقایسه کارایی مصرف آب محاسبه شده برای محصولات مختلف انتخابی

پیشهادات

براساس محاسبات انجام شده متکی بر اندازه‌گیری‌های کارایی مصرف آب در این تحقیق، مقدار شاخص کارایی مصرف آب کشور در حدود ۱/۳۸ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد. با توجه به نتایج موجود، مقدار کارایی مصرف آب محصولات در کشور در مقایسه با متوسط‌های جهانی هنوز پایین بوده و نیاز به ارتقاء دارد. به‌هرحال باتوجه به نتایج، کارایی مصرف آب غلات در مقایسه با محصولات دیگر خیلی پایین بوده و در برنامه‌ریزی‌های کشت محصولات از لحاظ مزیت نسبی کشت محصولات با توجه به منابع آبی محدود، باید بازنگری‌های لازم به عمل آید.

براساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر، اگر تقسیم‌بندی از لحاظ میزان کارایی مصرف آب محصولات تحت سیستم‌های مختلف آبیاری (سطحی و تحت فشار) انجام شود. به عنوان نمونه مشاهده می‌گردد که برای سیب‌زمینی، سیستم‌های ویلمو (لوله‌های چرخ‌دار) و دوار مرکزی (سنتر پیوت) به ترتیب با دامنه‌های کارایی مصرف آب ۱/۴۷-۴/۱۱ و ۵/۷-۱/۰۲ کیلوگرم بر متر مکعب نسبت به سیستم‌های سطحی با دامنه کارایی مصرف آب ۱/۰-۲/۰۳ ارجحیت بیشتری دارند (۳). نتیجه حائز اهمیت، مقایسه کارایی مصرف آب (براساس شکر تولیدی) محصولات چغندرقد و نیشکر می‌باشد. دامنه کارایی مصرف آب چغندرقد و نیشکر (براساس شکر) به ترتیب ۱/۷-۰/۲۹ و ۰/۴۴-۰/۲۵ کیلوگرم شکر بر متر مکعب آب مصرفی محاسبه گردید. بالا بودن کارایی مصرف آب چغندرقد نسبت به نیشکر، مزیت نسبی کشت این محصول، نسبت به کشت نیشکر را به‌خصوص در منطقه خوزستان نمایان می‌سازد و پیشنهاد می‌گردد درخصوص گزینه کشت چغندرقد به جای نیشکر در این منطقه بررسی‌های بیشتری انجام پذیرد.

براساس اهداف برنامه‌های توسعه پنج‌ساله مختلف کشور (اول تا چهارم) مقدار کارایی مصرف آب تا آخر برنامه سوم می‌بایست ۱/۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشد، درحالی‌که این امر تقریباً در اواخر برنامه چهارم محقق شد. به منظور نیل به اهداف تولیدات کشاورزی در پایان برنامه پنجم و یا حداکثر در یک افق ۱۵ ساله (سال ۱۴۰۴)، مقدار شاخص

کارایی مصرف آب در کشور باید حداقل در دامنه ۲/۰-۱/۶ کیلوگرم بر متر مکعب باشد.

باتوجه به کاهش روزافزون منابع آب، تفکر حداکثر نمودن عملکرد محصولات کشاورزی در واحد سطح باید کنار گذاشته شود. در واقع 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 به موازات کاهش مصرف آب (مخرج کسر)، عملکرد محصول (صورت کسر) نیز افزایش یابد. در واقع اثرگذاری اقدامات و فعالیت‌های بهبود کارایی مصرف آب وقتی عملی می‌گردد که اقدامات منجر به تغییرات در صورت و مخرج کسر (افزایش صورت و کاهش مخرج) به طور هم‌زمان باشد. لذا توأم دیدن آب مصرفی و عملکرد برای بهبود بهره‌وری آب، رویکرد علمی و عملی‌تر برای نیل به اهداف برنامه‌های توسعه در کشور است. روشهای بهبود کارایی مصرف آب از طریق صرفه‌جویی و جلوگیری از تلفات فیزیکی آب شامل تمامی اقدامات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مرتبط برای صرفه‌جویی-های واقعی و کاهش تلفات فیزیکی آب در مقیاس‌های گیاه، مزرعه، شبکه آبیاری و حتی حوضه آبریز می‌باشد و پیشنهاد می‌گردد انجام تحقیقات جامع بهبود بهره‌وری آب از گیاه تا حوضه آبریز بیشتر شده تا راهکارهای ارائه شده از جامع-نگری لازم برخوردار باشند.

اندازه‌گیری‌های کارایی مصرف آب در این تحقیق در مجموع از نوع نقطه‌ای بوده و در تعداد محدودی مزارع به صورت نمونه انجام شد. بدیهی است که برای رسیدن به عدد واقعی شاخص کارایی مصرف آب هر محصول در هر منطقه یا کشور باید از روشهای غیرنقطه‌ای که در برگزیده سطح وسیعی بوده و از تکنولوژی‌های جدید نظیر سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده می‌نمایند نیز سود جست. به‌هرحال این اندازه‌گیری‌های نقطه‌ای که ساده و با دقت بالا می‌باشند، حتی برای واسنجی و صحت‌سنجی روشهای غیرنقطه‌ای ضروری بوده و همچنین می‌توانند برآوردی از مقدار شاخص کارایی مصرف آب حاصله از

مقایسه مقادیر آن با سایر کشورهای منطقه برای برنامه‌ریزان کشور تا حدی مورد استفاده قرار گیرد.

فعالیت‌های کشاورزی برای کل محصولات را ارائه نموده و به عنوان اعداد مرجع و معتبری در مقایسه این مقادیر در سال‌های مختلف (پربابی، کم‌آبی و خشکسالی) و حتی در

منابع مورد استفاده

۱. آبسالان ش.، کریمی م.، حیدری ن.، دهقان ا.، عباسی ف. و رحیمیان م ح (۱۳۸۹) تعیین و ارزیابی کارایی مصرف آب در اراضی شور پایین‌دست حوضه آبریز کرخه. گزارش پژوهشی شماره ۸۹/۱۲۶۷. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
۲. انتصاری م. ر.، حیدری ن.، خیرابی ج.، علایی م.، فرشعی ع. ا.، وزیری ژ.، دهقانی سانجیح ح.، سادات میری م. ح.، کاظمی پ. و میرلطیفی م (۱۳۸۶) کارایی مصرف آب در کشت گلخانه‌ای. انتشارات گروه کار استفاده پایدار از منابع آب برای تولید محصولات کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. شماره انتشار ۱۱۱.
۳. حیدری ن.، اسلامی ا.، قدمی فیروز آبادی ع.، کانونی ا.، اسدی م. ا. و خواجه عبداللهی م ح (۱۳۸۴) تعیین کارایی مصرف آب محصولات زراعی مناطق مختلف کشور (مناطق کرمان، همدان، مغان، گلستان و خوزستان). گزارش پژوهشی شماره ۸۴/۹۸۸. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. کرج.
۴. حیدری ن. و حقایقی مقدم س ا (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.
۵. دفتر آمار و فناوری اطلاعات (۱۳۸۲) آمارنامه کشاورزی. جلد اول. محصولات زراعی و باغی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. وزارت جهاد کشاورزی. تهران.
۶. مؤمنی ر.، بهبهانی س. م. ر.، نظری فر م. ح. و آزادگان ب (۱۳۸۷) پهنه‌بندی بهره‌وری آب گندم با استفاده از مدل کراپ - سیستم در دوره‌های آبی مختلف (مطالعه موردی: حوضه آبریز کرخه). آبیاری و زهکشی ۲(۱): ۶۳-۷۶.
۷. نیری س. و حلمی فخرآود ر (۱۳۸۳) مقایسه کارایی مصرف آب در چند نقطه خراسان. مقالات یازدهمین همایش کمیته آبیاری و زهکشی ایران. تهران. صص ۴۰۳-۳۹۱.
8. Ahmad MD, Masih I and Turrall H (2004) Diagnostic analysis of spatial and temporal variations in crop water productivity: A field scale analysis of the rice-wheat cropping system of Punjab, Pakistan. *Applied Irrigation Science* 39(1): 43-63.
9. Bessembinder JJE, Leffelaar PA, Dhindwal AS and Ponsioen TC (2005) Which crop and which drop, and the scope for improvement of water productivity. *Agricultural Water Management*. 73(2): 113-130.
10. De Wit CT (1958) Transpiration and Crop Yields. *Modeling* Nr. 59. Instituut voor Biologisch en Scheikundig, Onderzoek van landbouwgewassen. Wageningen.
11. Faramarzi M, Yang H, Schulin R and Abbaspour K (2010) Modeling wheat yield and crop water productivity in Iran: Implications of agricultural water management for wheat production. *Agricultural Water Management* 97(11): 1861-1875.
12. Howell TA, Evtv SR and Tolk JA (2001) Irrigation systems and management to meet future food/fiber needs and to enhance water use efficiency. In proceedings of the INIFAP-ARS joint meeting; A frame work for cooperation. Rio Bravo. Tamaulipas., Mexico and Weslaco. Texas. USA. Pp. 10-14.
13. Kahlow N, Raof A, Zubair M and Doral Kemper W (2007) Water use efficiency and economic feasibility of growing rice and wheat with sprinkler

- irrigation in the Indus Basin of Pakistan. *Agricultural Water Management* 87(3): 292-298.
- 14 . Khaledi H and Ehsani M (2005) Identifying agricultural water productivity indices in seven Iranian Irrigation Networks. *Proceedings of the 9th International commission on Irrigation and Drainage*, Beijing, China.
- 15 . Molden D (1997) Accounting for water use and productivity. In: *SWIM Paper 1*. IIMI. Colombo.
- 16 . Molden D, Murray Rust H, Sakthivadivel R and Makin I (2003) A water productivity framework for understanding and action. In: Kijne JW, Barker R and Molden D (Eds.), *Water productivity in agriculture: Limits and opportunities for improvement. Comprehensive assessment of water management in agriculture series 1*. CABI/IWMI, Wallingford/Colombo. Pp. 1-18.
- 17 . 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.
- 18 . 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.
- 19 . Seckler D, Molden D and Barker R (1999) Water scarcity in the Twenty first century, *Water Brief 1*. IWMI. Colombo Sri Lanka.
- 20 . Seckler D, Molden D and Sakthivadivel R (2002) The concept of efficiency in water resource management and policy. In *water productivity in agriculture: Limits and opportunities for improvement*. Ed. Kijne JW. Wallingford. UK. CABI.
- 21 . Zhao FH, Yu GR, Li SG, Ren CY, Sun XM, Mi N, Li J and Ouyang Z (2007) Canopy water use efficiency of winter wheat in the North China Plain. *Agricultural Water Management* 93(3): 99-108.
- 22 . Zwart SJ and Bastiaansen WGM (2004) Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural Water Management*. 69(2): 115-133.

Determination and evaluation of water use efficiency of some major crops under farmers management in Iran

N. Heydari¹

(E-mail: nrheydari@yahoo.com)

Abstract

The main objective of this research is to determine Water Use Efficiency (WUE) of some major crops under farmer's management in the different region of Iran including Kerman, Hamedan, Moghan, Golestan and Khuzestan provinces. The research also attempted to assess and identify the sources of inefficiencies in improving WUE. Based on methodology, WUE was determined by measuring crop yield (Kg) and gross water used (m^3). Based on results, the average WUE for the Wheat (grain), Sugar beet (root), Potato, Silage Corn, Cotton, Alfalfa (dry weight basis), Barley (grain), Chickpea (irrigated) and Sugarcane (Cane) was 0.73, 4.56, 2.18, 5.58, 0.71, 1.46, 0.56, 0.18 and 2.94 Kg/m^3 , respectively. Using the measured WUEs and cropping areas of the different crops in the different regions, the country's weighted average WUE was estimated to be 1.38 Kg/m^3 .

Keywords: Crop, Evaluation, Management, Regions, Water used, Water Use Efficiency, Yield

1 - Assistant Professor, Department of Irrigation and Drainage, Agricultural Engineering Research Institute, Karaj - Iran