

بهره‌وری آب کشاورزی در استان خراسان رضوی (وضعیت موجود، روش‌های ارتقاء، چشم‌انداز توسعه)

سید ابوالقاسم حقایقی مقدم^{۱*} و حسین دهقانی سانجج^۲

چکیده

بهره‌وری فیزیکی آب عبارت از نسبت عملکرد محصول به حجم آب مصرفی است. در این مقاله میانگین عملکرد سال ۱۳۹۶ در تمامی شهرستان‌های استان خراسان رضوی برای محاسبه عملکرد در هکتار محصولات (صورت کسر بهره‌وری آب) استفاده شد. برای آب مصرفی هر محصول در واحد هکتار (مخرج کسر بهره‌وری آب)، از اعداد برآورد شده توسط کارشناسان معاونت تولیدات گیاهی سازمان جهاد کشاورزی استان و یافته‌های تحقیقاتی موجود بهره گرفته شد. نتایج نشان داد بهره‌وری آب در محصولات زراعی و باغی استان در وضع موجود ۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد که طی یک برنامه ۵ و ۱۰ ساله برای ارتقاء به اعداد ۱/۵۵ و ۱/۹ کیلوگرم بر مترمکعب هدف‌گذاری انجام گردید. برای دست یافتن به اهداف برنامه میان‌مدت ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی در استان خراسان رضوی، ۶ برنامه کلان شامل: توسعه سامانه‌های نوین آبیاری، اصلاح و بهبود روش‌های آبیاری سطحی، اصلاح الگوی کشت، توسعه کشت‌های گلخانه‌ای، اصلاح و بهبود مکانیزاسیون و کاهش ضایعات محصولات کشاورزی در نظر گرفته شد. در برنامه کوتاه‌مدت ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی استان خراسان رضوی علاوه بر ۶ برنامه کلان ده‌ساله، ۶ برنامه کلان شامل: تغذیه و حاصلخیزی خاک، به‌نژادی، به‌زراعی و به‌باغی، آموزش و ترویج، توسعه کشاورزی حفاظتی و بهبود تجارت و بازار محصولات کشاورزی پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: ارتقاء، برنامه، بهره‌وری آب، خراسان رضوی، کشاورزی.

مقدمه

بلکه یک ضرورت ملی است. کلیه بخش‌ها، خاصه بخش کشاورزی می‌بایست نقشی مؤثر در راستای حل معضل بحران آب داشته باشند، زیرا کشاورزی بیشترین مصرف‌کننده آب است و در نتیجه بیشترین تأثیرپذیری از چالش آن را دارد. راهکارهای رفع بحران در بخش کشاورزی امکان‌پذیرتر، اقتصادی‌تر و با زمینه پذیرش بیشتری از سوی ذینفعان روبرو است. به‌علاوه هرگونه صرفه‌جویی آب در این بخش می‌تواند به توسعه سایر بخش‌های اقتصادی بینجامد.

در سطح کشور اقدامات گسترده‌ای برای مقابله با بحران کم‌آبی و تولید غذا در دست اقدام است. اکثر متخصصان بخش پایین کشاورزی معتقد هستند که مشکلات و مسائلی که بر سر چالش‌های آب وجود دارد تنها به علت کمبود آب نمی‌باشد، بلکه دلیل اصلی آن مدیریت ضعیف منابع آب و عدم توسعه فناوری برای استفاده بهینه از آب می-

اکنون که مسئله آب به‌صورت یک معضل فراگیر در سطح جهان، منطقه و کشور گسترش دارد، یافتن راهکارهای مؤثر برای حل این بحران قبل از آن‌که به فاجعه‌ای ملی بدل شود، نه‌تنها یک اولویت،

^۱ استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش

کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی (* نویسنده مسئول: sahm51@yahoo.com)

^۲ دانشیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و

ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۷/۸/۲

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۸

۱۴/۸ درجه سانتی‌گراد در میانه این رده‌بندی قرار دارند. از نظر میزان بارش، ایستگاه خواف با ۱۱۶ میلی‌متر کمترین و ایستگاه قوچان با ۳۱۳ میلی‌متر بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند. جدول ۱ نشان می‌دهد هر چه از مناطق با اقلیم نیمه‌خشک به طرف اقلیم فراه خشک حرکت شود از میزان بارش و تعداد روزهای یخبندان کاسته شده و بر درجه حرارت افزوده می‌شود. بر اساس پهنه‌بندی، متوسط بارش استان حدود ۲۱۰ میلی‌متر است. بارش در ارتفاعات مرکزی و شمالی استان بیشتر از ۲۳۰ میلی‌متر و در نواحی جنوبی و جنوب غربی استان کمتر از ۱۷۶ میلی‌متر می‌باشد.

منابع و مصارف آب استان

بر اساس گزارش سیمای منابع آب استان خراسان رضوی، آخرین وضعیت مصرف منابع آب سطحی و زیرزمینی به شرح جدول ۱ است (شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی، ۱۳۹۶).

جدول ۱- الگوی مصرف منابع آب سطحی و زیرزمینی در استان خراسان رضوی (میلیون مترمکعب)

نوع مصرف	آب سطحی	آب زیرزمینی	جمع
کشاورزی	۶۳۳	۴۵۹۰	۵۲۲۳
شرب و بهداشت	۱۰۳	۴۱۶	۵۱۹
صنعت	۳	۱۰۲	۱۰۵
خدمات	۳۳	۲۱۰	۲۴۳
جمع کل	۷۷۲	۵۳۱۸	۶۰۹۰

منابع آب زیرزمینی شامل چاه، چشمه و قنات است. منابع آب سطحی نیز حقاچه از سد و رودخانه‌های فصلی و دائمی را شامل می‌شود. در مجموع میزان مصارف آب در بخش کشاورزی استان ۸۶ درصد، در بخش شرب و بهداشت ۹ درصد و در بخش صنعت و خدمات ۵ درصد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

بهره‌وری فیزیکی آب عبارت از نسبت عملکرد محصول به حجم آب مصرف شده برحسب کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد (حقیقی، ۱۳۸۹). در این مطالعه آمار و اطلاعات سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در

باشد. تجربیات بین‌المللی نشان داده است که توقف توسعه اراضی کشاورزی، از بین بردن شکاف عملکرد در اراضی با تولید کم، افزایش بهره‌وری برداشت، اصلاح رژیم غذایی و کاهش ضایعات می‌تواند پیشرفت قابل توجه در این خصوص ایجاد نمایند. بودن شاخص بهره‌وری آب در بخش کشاورزی نشانگر ضعف مدیریتی و ناکارآمدی در مصرف آب است که باید شناسایی شود. این ناکارآمدی متأثر از یک یا تلفیقی از پارامترهای مختلف شامل سامانه‌های آبیاری، کیفیت آب، ناکارآمدی تکنیک‌های به زراعی و به نژادی و یا ناهنجاری‌های محیطی در سطوح مختلف مدیریتی، گیاه، مزرعه و حوضه آبریز می‌باشد (حقیقی، ۱۳۹۶).

در این مقاله وضعیت موجود اعداد بهره‌وری آب برای گیاهان غالب زراعی و باغی در استان خراسان رضوی برآورد شد. هدف‌گذاری کوتاه و میان‌مدت برای ارتقاء میزان بهره‌وری آب کشاورزی به صورت منطقی و قابل حصول مدنظر قرار گرفت و اقدامات اجرایی برای دستیابی به اعداد بهره‌وری هدف معرفی گردیده است.

مشخصات جغرافیایی و اقلیمی

استان خراسان رضوی بر اساس آخرین تقسیمات سیاسی کشور دارای ۲۹ شهرستان به مساحت ۱۱۶۴۸۵ کیلومترمربع می‌باشد. طبقه‌بندی اقلیمی به روش دومارتن گسترش‌یافته نشان می‌دهد که در استان خراسان رضوی، ۵ شهرستان (تربت‌حیدریه، طرهبه‌شاندیز، فریمان، قوچان و کلات) دارای اقلیم نیمه‌خشک، ۲۰ شهرستان دارای اقلیم خشک و ۴ شهرستان (بردسکن، تایباد، خواف و گناباد) دارای اقلیم فراه خشک می‌باشند (جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۹۲).

در استان خراسان رضوی ۱۵ ایستگاه هواشناسی با طول دوره آماری ۱۰ تا بیش از ۵۰ سال فعال هستند. بررسی میانگین متغیرهای بارش، دما و روزهای یخبندان ایستگاه‌های با طول دوره آماری بیشتر از ۲۰ سال در استان نشان می‌دهد که ایستگاه‌های قوچان، گلکان و تربت‌حیدریه به ترتیب با ۱۲/۷، ۱۳/۵ و ۱۴/۱ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان سردترین و ایستگاه‌های سبزوار، سرخس و کاشمر به ترتیب با ۱۸/۲، ۱۸/۱ و ۱۷/۸ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان گرم‌ترین ایستگاه‌ها قرار می‌گیرند. همچنین ایستگاه‌های تربت‌جام و مشهد به ترتیب با ۱۵/۶ و

باغی استان این است که نزدیک به ۳۶ درصد مساحت اراضی باغی استان را محصول زعفران تشکیل می‌دهد. بهره‌وری فیزیکی آب در زعفران با مقدار $0/8$ گرم بر مترمکعب آب مصرفی بسیار پایین است و همین مطلب موجب شده اعداد بهره‌وری آب محصولات باغی استان نسبت به محصولات زراعی کمتر باشد. میانگین عملکرد محصولات باغی استان در وضع موجود 4016 کیلوگرم در هکتار و میانگین حجم آب مصرفی 7100 مترمکعب در هکتار برآورد شده است.

بدون احتساب زعفران، بهره‌وری آب در محصولات باغی استان برابر با $0/87$ کیلوگرم بر مترمکعب و میانگین عملکرد محصولات باغی استان 6200 کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

بهره‌وری آب هدف برای گیاهان الگوی کشت استان

لازمه تحقق اعداد بهره‌وری آب در برنامه‌های ۵ و ۱۰ ساله استان خراسان رضوی، انجام اقدامات مختلفی است که منجر به افزایش عملکرد در واحد سطح اراضی کشاورزی و کاهش حجم آب مصرفی در هر هکتار بشود. میزان افزایش عملکرد و کاهش آب مصرفی در طی برنامه‌های میان و بلندمدت در جدول ۴ و ۵ نشان داده شده است. جدول ۴ و ۵ نشان می‌دهند برای تحقق اعداد بهره‌وری آب در طی برنامه‌های ۵ و ۱۰ ساله آینده، بایستی عملکرد محصولات زراعی و باغی به ترتیب به‌طور میانگین 34 و 29 درصد افزایش یابد و حجم آب مصرفی برای محصولات زراعی و باغی غالب استان به ترتیب به‌طور میانگین 13 و 17 درصد کاهش داده شود.

انتظار می‌رود اجرای برنامه ارتقاء بهره‌وری آب در استان خراسان رضوی طی دو بازه زمانی کوتاه (۵ ساله) و میان‌مدت (۱۰ ساله) دارای اثرات مثبت شامل کاهش مصرف در منابع آب زیرزمینی (ایجاد تعادل بخشی) و افزایش تولید محصولات کشاورزی (تأمین امنیت غذایی) باشد. نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد در صورت اجرای کامل برنامه بهره‌وری آب برای محصولات زراعی استان، سطح زیر کشت محصولات زراعی استان در افق سال 1406 با حدود 15 درصد کاهش، از 478 هزار هکتار به 403 هزار هکتار برسد. در این برنامه باهدف اصلاح الگوی کشت استان، توسعه کشت گیاهان روغنی (کلزا) و علوفه‌ای

تمامی شهرستان‌های استان برای محاسبه میزان تولید محصولات زراعی و باغی (صورت کسر بهره‌وری آب) استفاده شد. برای آب مصرفی هر محصول (مخرج کسر بهره‌وری آب)، از اعداد برآورد شده توسط کارشناسان معاونت تولیدات گیاهی سازمان جهاد کشاورزی استان بهره گرفته شد و صحت آن‌ها با اعداد تحقیقاتی موجود، سنجیده و مورد تأیید قرار گرفت.

مقادیر بهره‌وری آب محصولات زراعی و باغی استان در افق ده سال آینده (سال 1406) با این فرض محاسبه شده‌اند که در طی برنامه ۱۰ ساله ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی استان، حجم آب مصرفی محصولات به کمتر از حجم آب قابل برنامه‌ریزی بخش کشاورزی استان کاهش یابد. وزارت نیرو در سال 1394 در اجرای بند ۳ مصوبات پانزدهمین جلسه شورای عالی آب کشور، حجم آب قابل برنامه‌ریزی بخش کشاورزی در استان خراسان رضوی از منابع آب سطحی و زیرزمینی را در مجموع 4608 میلیون مترمکعب تعیین کرده است. افزایش عملکرد طی برنامه ۵ و ۱۰ ساله برای هر محصول به‌طور جداگانه بر اساس نظر کارشناسان تولیدات گیاهی و مطابق با ظرفیت‌های استان منظور شده و در نهایت دستیابی به عدد بهره‌وری $1/7$ کیلوگرم بر مترمکعب که برای پایان برنامه چشم‌انداز توسعه کشور (سال 1404) هدف‌گذاری شده، مدنظر قرار گرفته است (حیدری و همکاران، 1395).

نتایج و بحث

مقدار مساحت، عملکرد، آب مصرفی و بهره‌وری آب در وضع موجود (سال 1396) محصولات زراعی و باغی استان خراسان رضوی در جدول ۲ و ۳ نشان داده شده است. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد بهره‌وری آب در محصولات زراعی استان در وضع موجود $1/65$ کیلوگرم بر مترمکعب است. میانگین عملکرد محصولات زراعی استان در وضع موجود 11155 کیلوگرم در هکتار و میانگین حجم آب مصرفی 6720 مترمکعب در هکتار برآورد شده است. بهره‌وری آب در محصولات باغی استان در وضعیت موجود $0/57$ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد گردیده است. علت پایین‌تر بودن بهره‌وری آب در محصولات

فعلی ثابت باقی بماند. در این برنامه باهدف اصلاح الگوی کشت باغات استان، توسعه کشت گیاهان کم آب طلب از جمله عناب، سنجد، گل محمدی و زرشک منظور شده است. انتظار می‌رود حجم آب مصرفی به‌منظور آبیاری محصولات باغی استان طی ده سال آینده در حدود ۳۵۳ میلیون مترمکعب کاهش یافته و از ۲/۰۱ به ۱/۶۶ میلیارد مترمکعب برسد. اجرای برنامه ارتقاء بهره‌وری آب طی ۱۰ سال آتی، منجر به افزایش میزان کل تولید محصولات غالب باغی استان از ۹۶۰ هزار تن به ۱۶۱۱ هزار تن (۶۸ درصد افزایش) خواهد گردید. مقدار بهره‌وری آب محصولات باغی استان طی برنامه ۱۰ ساله، با ۷۰ درصد افزایش از ۰/۵۷ وضع موجود به ۰/۹۷ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش نشان خواهد داد.

(سورگوم و ارزن) مدنظر قرار گرفته است. طی همین مدت (سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۶) انتظار می‌رود حجم آب مصرفی به‌منظور آبیاری محصولات زراعی استان با ۸۶۵ میلیون مترمکعب کاهش از ۳/۲ به ۲/۳۵ میلیارد مترمکعب برسد. اثر مثبت دیگر اجرای برنامه ارتقاء بهره‌وری آب طی ۱۰ سال آتی، افزایش میزان کل تولید محصولات زراعی استان از حدود ۵,۳۳ به ۶/۰۱ میلیون تن (۱۳ درصد افزایش) خواهد بود. مقدار بهره‌وری آب محصولات زراعی استان طی برنامه ۱۰ ساله، با ۵۴ درصد افزایش از ۱/۶۵ وضع موجود به ۲/۵۵ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش نشان خواهد داد.

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد در صورت اجرای کامل برنامه بهره‌وری آب در استان، هدف‌گذاری شده تا سطح زیر کشت محصولات باغی استان طی ده سال آینده (سال پایه ۱۳۹۶) در سطح ۲۸۳ هزار هکتار

جدول ۲- مساحت، عملکرد، آب مصرفی و بهره‌وری آب (وضع موجود) محصولات زراعی استان خراسان رضوی

نام محصول**	سطح زیر کشت (هکتار)	تولید (هزار تن)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	حجم آب مصرفی		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
				کل (میلیون مترمکعب)	در هکتار (مترمکعب)	
گندم	۱۷۴۱۴۵	۵۹۷	۳۴۲۶	۹۰۶	۵۲۰۰	۰/۶۶
جو	۱۲۱۳۴۰	۳۳۵	۲۷۶۳	۵۴۶	۴۵۰۰	۰/۶۱
چغندر قند*	۲۶۷۱۵	۱۴۵۲	۵۴۳۵۰	۳۰۷	۱۱۵۰۰	۰/۷۳۳
پنبه	۲۲۱۸۰	۴۹	۲۲۰۰	۲۲۲	۱۰۰۰۰	۰/۲۲
ذرت علوفه‌ای	۱۵۸۸۵	۸۰۲	۵۰۵۰۰	۱۵۱	۹۵۰۰	۵/۳۲
یونجه	۲۶۹۳۵	۲۶۰	۹۶۴۰	۳۵۰	۱۳۰۰۰	۰/۷۴
گوجه‌فرنگی	۸۶۸۲	۳۴۷	۴۰۰۰۰	۹۶	۱۱۰۰۰	۳/۶۴
خریزه	۳۲۳۴۰	۶۶۷	۲۰۷۰۰	۲۵۸	۸۰۰۰	۲/۵۹
هندوانه	۱۱۴۲۵	۲۶۳	۲۳۰۰۰	۹۷	۸۵۰۰	۲/۷۱
سیب‌زمینی	۵۷۹۰	۱۷۴	۳۰۰۰۰	۶۷	۱۱۵۰۰	۲/۶۱
پیاز	۲۸۰۵	۱۱۲	۴۰۰۰۰	۳۱	۱۱۰۰۰	۳/۶۴
خیار	۱۷۶۰	۳۷	۲۱۰۰۰	۱۴	۸۰۰۰	۲/۶۳
کلزا	۲۵۲۵	۵	۲۱۰۰	۱۳	۵۱۰۰	۰/۴۱
سورگوم	۸۷۵	۴۴	۵۰۵۰۰	۵,۴	۶۲۰۰	۸/۱۵
ارزن	۴۷۰	۱,۱۰	۲۳۵۰	۱,۸۸	۴۰۰۰	۰/۵۹
سایر محصولات	۲۴۳۲۵	۱۸۷	۷۶۹۲	۱۴۸	۶۱۰۰	۱/۲۶
جمع / میانگین	۴۷۸۱۰۰	۵۲۳۲	۱۱۱۵۵	۳۲۱۲	۶۷۲۰	۱/۶۵

* بهره‌وری آب شکر سفید (بر اساس درصد قند خالص ۱۵,۵٪) گزارش شده است
** ۹ محصول اول، محصولات غالب زراعی استان را تشکیل می‌دهند

جدول ۳- مساحت، عملکرد، آب مصرفی و بهره‌وری آب (وضع موجود) محصولات باغی استان خراسان رضوی

نام محصول	سطح بارور (هکتار)	سطح آبخور** (هکتار)	تولید (هزار تن)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	حجم آب مصرفی		بهره‌وری آب*** (کیلوگرم بر مترمکعب)
					کل**** (میلیون مترمکعب)	در هکتار (مترمکعب)	
زعفران	۸۴۲۲۵	۸۴۲۲۵	۰,۲۹	۳,۴	۴۳۰۰	۳۶۲	۰/۰۰۰۸
پسته	۵۹۰۵۰	۹۲۰۸۵	۵۵	۱۰۷۵***	۶۸۰۰	۶۲۶	۰/۱۶
انار	۶۹۴۵	۸۷۴۱	۳۲	۱۱۴۲۰***	۹۸۰۰	۸۶	۱/۱۷
انگور	۱۸۱۸۵	۱۹۲۹۵	۳۲۶	۱۷۹۰۵	۱۰۲۰۰	۱۹۷	۱/۷۶
هسته داران	۲۳۱۸۰	۲۷۲۰۱	۱۵۳	۶۵۹۵	۱۱۰۰۰	۲۹۹	۰/۶۰
دانه‌داران	۲۰۳۱۰	۲۱۴۶۸	۳۰۱	۱۴۸۲۵	۱۲۰۰۰	۲۵۸	۱/۲۴
گردو	۴۹۰۰	۵۷۱۷	۱۰	۲۰۱۵	۹۵۰۰	۵۲	۰/۲۱
گیاهان دارویی	۶۱۷۵	۶۱۸۵	۱۰	۱۲۶۰	۳۵۰۰	۲۲	۰/۳۶
بادام	۷۹۹۰	۸۷۳۰	۸	۹۵۵	۵۰۰۰	۴۴	۰/۱۹
محصولات گلخانه‌ای*	۲۷۷	۲۷۷	۴۷/۸۱	۱۷۲۶۱۵	۱۰۰۰۰	۳	۱۷/۳
عنب	۶۱	۸۷	۰/۰۴	۵۸۵	۴۹۰۰	۰/۴	۰/۱۲
سنجد	۸۵	۱۳۵	۰/۱۰	۱۱۲۰	۴۹۰۰	۰/۷	۰/۲۳
گل محمدی	۷۲۵	۱۱۰۰	۰/۶۲	۱۵۹۵***	۴۲۰۰	۴/۶	۰/۳۸
زرشک	۱۳۰	۱۵۰	۰/۱۲	۹۳۰	۶۵۰۰	۱/۰	۰/۱۴
سایر محصولات	۶۶۷۲	۷۷۰۰	۱۸	۲۷۱۵	۷۰۰۰	۵۴	۰/۳۹
جمع / میانگین	۲۳۸۹۱۰	۲۸۳۱۰۰	۹۶۰	۴۰۱۶	۷۱۰۰	۲۰۱۲	۰/۵۷

* محصولات گلخانه‌ای شامل خیار، گوجه‌فرنگی، توت‌فرنگی، فلفل، بادمجان، گیاهان دارویی و سایر سبزیجات گلخانه‌ای می‌شود

** سطح آبخور برابر با مجموع سطح باغات بارور و غیربارور می‌باشد

*** در مورد پسته، انار و گل محمدی به علت پایین بودن عملکرد در سال ۹۶-۹۵ (به دلیل خسارت آفت و سرمازدگی)، از میانگین عملکرد سه سال اخیر (۹۴ تا ۹۶) استفاده شد

**** بهره‌وری آب از تقسیم عملکرد بر حجم آب مصرفی در هکتار محاسبه شده است

***** حجم آب مصرفی کل از ضرب سطح آبخور در حجم آب مصرفی (در هکتار) محاسبه شده است

جدول ۴- برنامه بهره‌وری آب کشاورزی (وضع موجود و اهداف ۵ و ۱۰ ساله) برای محصولات زراعی استان خراسان رضوی

نام محصول	سطح زیر کشت			تولید			حجم آب مصرفی			بهره‌وری آب		
	موجود	۵ ساله	۱۰ ساله	موجود	۵ ساله	۱۰ ساله	موجود	۵ ساله	۱۰ ساله	موجود	۵ ساله	۱۰ ساله
گندم	۱۷۴۱۴۵	۱۴۵۰۰۰	۱۲۰۰۰۰	۵۹۷	۶۲۴	۶۰۰	۹۰۶	۶۹۶	۵۴۰	۰/۶۶	۰/۹۰	۱/۱۱
جو	۱۲۱۳۴۰	۱۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۳۳۵	۳۹۶	۴۲۵	۵۴۶	۴۷۳	۴۰۰	۰/۶۱	۰/۸۴	۱/۰۶
چغندر قند	۲۶۷۱۵	۲۱۵۰۰	۱۷۰۰۰	۱۴۵۲	۱۲۴۷	۱۰۵۴	۳۰۷	۲۱۵	۱۵۳	۴/۷۳	۵/۸۰	۶/۸۹
پنبه	۲۲۱۸۰	۲۰۵۰۰	۱۹۰۰۰	۴۹	۵۹	۶۵	۲۲۲	۱۹۳	۱۶۷	۰/۲۲	۰/۳۱	۰/۳۹
ذرت علوفه‌ای	۱۵۸۸۵	۱۵۷۰۰	۱۵۵۰۰	۸۰۲	۹۵۰	۱۱۰۱	۱۵۱	۱۳۵	۱۲۲	۵/۳۲	۷/۰۳	۸/۹۹
پونجه	۲۶۹۳۵	۲۶۴۰۰	۲۶۰۰۰	۲۶۰	۲۸۰	۲۹۹	۳۵۰	۳۱۷	۲۸۶	۰/۷۴	۰/۸۸	۱/۰۵
گوجه‌فرنگی	۸۶۸۲	۸۳۰۰	۸۰۰۰	۳۴۷	۳۹۸	۴۴۰	۹۶	۸۶	۷۸	۳/۶۴	۴/۶۲	۵/۶۷
خریزه	۳۲۲۴۰	۲۷۰۰۰	۲۴۰۰۰	۶۶۷	۷۲۹	۷۶۸	۲۵۸	۲۰۰	۱۶۱	۲/۵۹	۳/۶۵	۴/۷۸
هندوانه	۱۱۴۲۵	۱۰۵۰۰	۹۵۰۰	۲۶۳	۳۰۵	۳۳۳	۹۷	۸۴	۷۱	۲/۷۱	۳/۶۳	۴/۶۷
سیب‌زمینی	۵۷۹۰	۵۶۰۰	۵۵۰۰	۱۷۴	۲۱۳	۲۴۲	۶۷	۶۳	۶۱	۲/۶۱	۳/۳۹	۴/۰۰
پیاز	۲۸۰۵	۲۷۰۰	۲۶۰۰	۱۱۲	۱۳۰	۱۴۳	۳۱	۲۹	۲۷	۳/۶۴	۴/۴۹	۵/۲۴
خیار	۱۷۶۰	۱۵۰۰	۱۳۰۰	۳۷	۳۵	۳۴	۱۴	۱۱	۹	۲/۶۳	۳/۰۷	۳/۷۱
کلزا	۲۵۲۵	۱۵۰۰۰	۲۵۰۰۰	۵	۴۱	۸۰	۱۳	۶۸	۱۰۳	۰/۴۱	۰/۶۰	۰/۷۸
سورگوم	۸۷۵	۲۸۰۰	۴۰۰۰	۴۴	۱۵۷	۲۴۰	۵/۴	۱۵/۴	۲۰/۰	۸/۱۵	۱۰/۱۸	۱۲/۰۰
ارزن	۴۷۰	۷۰۰	۱۲۰۰	۱/۱۰	۱/۹۳	۳/۶۰	۱/۸۸	۲/۶۶	۴/۲۰	۰/۵۹	۰/۷۲	۰/۸۶
سایر محصولات	۲۴۳۲۵	۲۴۱۵۰	۲۴۰۰۰	۱۸۷	۱۸۷	۱۸۷	۱۴۸	۱۴۶	۱۴۵	۱/۲۶	۱/۲۸	۱/۳۰
جمع	۴۷۸۱۰۰	۴۳۷۳۵۰	۴۰۲۶۰۰	۵۳۳۲	۵۷۵۱	۶۰۱۳	۳۲۱۲	۲۷۲۳	۲۳۴۷	۱/۶۵	۲/۱	۲/۵۵

جدول ۵- برنامه بهره‌وری آب کشاورزی (وضع موجود و اهداف ۵ و ۱۰ ساله) برای محصولات باغی استان خراسان رضوی

نام محصول	سطح زیر کشت بارور*			تولید			حجم آب مصرفی			بهره‌وری آب		
	موجود	۵ ساله	۱۰ ساله	موجود	۵ ساله	۱۰ ساله	موجود	۵ ساله	۱۰ ساله	موجود	۵ ساله	۱۰ ساله
زعفران	۸۴۲۲۵	۸۴۴۰۰	۸۴۵۰۰	۰/۲۹	۰/۳۵	۰/۴۳	۳۱۲	۲۷۹	۲۵۴	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۱۵
پسته	۵۹۰۵۰	۷۵۰۰۰	۹۲۵۰۰	۵۵	۱۰۱	۱۴۸	۶۳۷	۵۷۳	۵۱۹	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۲۸
انار	۶۹۴۵	۶۹۴۵	۶۹۴۵	۳۲	۱۰۱	۱۱۸	۸۵	۶۸	۵۵	۱/۱۷	۰/۶۶	۲/۱۷
انگور	۱۸۱۸۵	۱۸۷۰۰	۱۹۳۰۰	۳۳۶	۳۷۴	۴۲۵	۲۲۴	۲۰۷	۱۸۵	۱/۷۶	۲/۱۱	۲/۵۰
هسته‌داران	۲۳۱۸۰	۲۵۲۰۰	۲۷۲۰۰	۱۵۳	۲۰۲	۲۴۵	۳۰۷	۲۷۷	۲۴۹	۰/۶۰	۰/۸۱	۱/۰۱
دانه‌داران	۲۰۳۱۰	۲۰۹۰۰	۲۱۴۷۰	۳۰۱	۳۴۵	۳۸۶	۲۶۴	۲۳۹	۲۱۵	۱/۲۴	۱/۵۳	۱/۸۶
گردو	۴۹۰۰	۵۳۰۰	۵۷۲۰	۱۰	۱۲	۱۴	۵۵	۴۹	۴۴	۰/۲۱	۰/۲۷	۰/۳۳
گیاه دارویی	۶۱۷۵	۶۱۹۰	۶۲۰۰	۸	۹	۱۰	۲۰	۱۸	۱۷	۰/۳۶	۰/۴۷	۰/۵۷
بادام	۷۹۹۰	۸۴۰۰	۸۷۵۰	۸	۱۰	۱۲	۴۶	۴۱	۳۸	۰/۱۹	۰/۲۷	۰/۳۵
محصولات گلخانه‌ای	۳۷۷	۶۰۰	۱۰۰۰	۴۸	۱۲۰	۲۲۵	۳	۵	۸	۱۷/۳	۲۲/۲	۲۸/۱
عناب	۶۱	۱۵۰	۲۰۰	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۵	۰/۷	۰/۸	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۲۱
سنجد	۸۵	۲۰۰	۳۰۰	۰/۱۰	۰/۲۸	۰/۵۰	۰/۸	۰/۹	۱/۲	۰/۳۳	۰/۳۲	۰/۴۱
گل محمدی	۷۲۵	۱۴۰۰	۲۰۰۰	۰/۶۲	۲/۸۰	۴/۸۰	۴/۶	۵/۹	۶/۸	۰/۲۸	۰/۵۴	۰/۷۱
زرشک	۱۳۰	۲۲۰	۳۰۰	۰/۱۲	۰/۳۴	۰/۳۶	۱/۲	۱/۳	۱/۶	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۲۳
سایر محصولات	۶۶۷۲	۶۶۹۰	۶۷۱۰	۱۸	۲۰	۲۱	۴۶	۴۱	۳۶	۰/۳۹	۰/۴۳	۰/۴۷
جمع	۲۳۸۹۱۰	۲۶۰۳۰۰	۲۸۳۱۰۰	۹۶۰	۱۲۹۸	۱۶۱۱	۲۰۱۱	۱۸۲۰	۱۶۶۰	۰/۵۷	۰/۷۸	۰/۹۷

* سطح زیر کشت در افق ۱۰ سال آینده برابر سطح زیر کشت کل (بارور + غیر بارور) در سال ۱۳۹۶ منظور شده است.

اقدامات کوتاه و میان مدت برای دستیابی به بهره‌وری آب هدف

های گلخانه‌ای، اصلاح و بهبود مکانیزاسیون و کاهش ضایعات محصولات کشاورزی در نظر گرفته شده است. در جدول ۶ و ۷ اقدامات اجرایی، پیامدها و الزامات اجرای این برنامه‌ها به تفصیل آورده شده است. جدول‌های ۶ و ۷ نشان می‌دهند که در برنامه‌های افزایش بهره‌وری آب کشاورزی، فقط دو برنامه توسعه سامانه‌های نوین آبیاری و اصلاح و بهبود روش‌های آبیاری سطحی باهدف کاهش حجم آب مصرفی در نظر گرفته شده است. ده برنامه دیگر پیشنهادی، متمرکز برافزایش صورت کسر بهره‌وری آب یعنی افزایش تولید یا ترکیبی از افزایش تولید و کاهش حجم آب مصرفی می‌باشند.

برای دست یافتن به اهداف کوتاه مدت (۵ ساله) ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی در استان خراسان رضوی، ۶ برنامه کلان شامل: تغذیه و حاصلخیزی خاک، به‌نژادی، به‌زراعی و به‌باغی، آموزش و ترویج، توسعه کشاورزی حفاظتی و بهبود تجارت و بازار محصولات کشاورزی پیشنهاد شده است. همچنین در جهت نیل به اهداف برنامه میان مدت (۱۰ ساله) ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی در استان خراسان رضوی، ۶ برنامه کلان شامل: توسعه سامانه‌های نوین آبیاری، اصلاح و بهبود روش‌های آبیاری سطحی، اصلاح الگوی کشت، توسعه کشت -

جدول ۶- اقدامات کوتاه مدت (۵ ساله) برای دستیابی به بهره‌وری آب هدف در استان خراسان رضوی

طرح / برنامه	هدف	اقدامات اجرایی	نتایج و پیامدها	الزامات
تغذیه و حاصلخیزی خاک	مصرف بهینه و مؤثر کود و مواد آلی	۱. مساعدت در توزیع کودهای ماکرو، میکرو، آلی و بیولوژیک، ۲. آموزش، ۳. تسهیلات برای کودکار، ۴. تجهیز شبکه آزمایشگاه‌ها تا سطح هر شهرستان ۵. اصلاح و تغذیه خاک‌های شور و قلیا	افزایش کارایی مصرف کود به بیشتر از ۵۰ درصد (وضع موجود: فسفر ۱۷ و ازت ۲۷ درصد)	تهیه نقشه حاصلخیزی خاک‌ها، استفاده از فناوری‌های نوین از داخل و خارج کشور برای تغذیه و حاصلخیزی خاک
توسعه کشاورزی حفاظتی	جلوگیری از فرسایش خاک، افزایش ماده آلی، پایداری تولید	۱. ایجاد مزارع الگویی، ۲. مساعدت در خرید ادوات ویژه کشت حفاظتی، ۳. برنامه‌ریزی کشت و رعایت تناوب، ۴. ایجاد انگیزه برای حفظ بقایا	پایداری در تولید محصولات کشاورزی، حفاظت از منابع پایه آب‌و خاک	ایجاد انگیزه و تشویق کشاورزان برای اجرای روش‌های حفاظتی
به‌نژادی	استفاده از بذور و نهال‌های اصلاح شده متحمل به تنش‌های محیطی (خشکی، شوری، سرما)	۱. تهیه و توزیع بذر اصلاح شده، ۲. مساعدت در احداث ۱۰ نهالستان تولید پایه‌های گواهی شده	- ارتقاء ضریب نفوذ بذر غلات از ۵۰ به ۷۵ درصد - تولید یک میلیون نهال گواهی شده در سال	لزوم احداث مزارع تکثیر پیاز زعفران، باغات متمرک و پوشش دار، کشت ارقام مقاوم به سرما
به‌زراعی و به‌باغی	۱. کشت پاییزه چغندر قند، ۲. کشت نشایی گیاهان ردیفی و جالیزی، ۳. کشت گیاهان دارویی، ۴. مدیریت تلفیقی آفات	۱. تهیه و توزیع بذر مناسب کشت پاییزه چغندر قند، ۲. توسعه گلخانه‌های تولید نشاء، ۳. مبارزه با سن، زنگ و علف هرز مزارع گندم و جو ۴. کنترل بیولوژیک با استفاده از عوامل مفید	- توسعه کشت پاییزه چغندر قند در سطح ۳۰۰۰ هکتار، - توسعه کشت نشایی در سطح ۱۰ هزار هکتار	- تعیین پهنه‌های مناسب برای کشت پاییزه چغندر قند، - تکمیل و تجهیز شبکه پیش‌آگاهی حفظ نباتات
آموزش و ترویج	فرهنگ‌سازی مصرف بهینه آب در کشاورزی، ترویج راهکارهای ارتقاء بهره‌وری آب، توسعه فرهنگ مصرف بهینه مواد و فرآورده‌های کشاورزی	۱. توسعه فعالیت‌های مهارتی بهره‌برداران، ۲. تولید برنامه‌های تلویزیونی و نشریات ترویجی، ۳. حمایت و سازماندهی شبکه ترویج، ۴. گسترش مشارکتی از طریق خصوصی‌سازی و برون‌سپاری فعالیت‌ها، ۵. افزایش دانش و مهارت عاملین شبکه ترویج، ۶. توسعه اشتغال خانگی زنان روستایی و عشایری	- افزایش نرخ پوشش نیازهای آموزشی ترویجی، - ترویج یافته‌های تحقیقاتی، - انتشار متون علمی، - گسترش بخش برنامه‌های تلویزیونی، - گسترش ترویج خصوصی و مشارکتی، - توانمندسازی و آموزش هدفمند عوامل اجرایی	- تسهیل مشارکت بخش غیردولتی در فعالیت‌های ترویجی، - جلب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در فعالیت‌های ترویجی، ارتقاء سازمانی ترویج در سطح معاونت وزیر، - افزایش حجم اعتبار تخصیصی
تجارت و بازار	صادرات و واردات محصولات کشاورزی بر مبنای آب مجازی	۱. توسعه پوشش بیمه محصولات کشاورزی، ۲. تغییر در ساختار و تشکیلات، ۳. کاهش نقش واسطه‌ها در بازار	جبران بخشی از کسری مخازن آب زیرزمینی استان	تصمیم‌سازی یکپارچه دستگاه‌های مرتبط با تولید و تجارت، تجربیات سایر کشورها

جدول ۷- اقدامات میان مدت (۱۰ ساله) برای دستیابی به بهره‌وری آب هدف در استان خراسان رضوی

طرح / برنامه	هدف	اقدامات اجرایی	نتایج و پیامدها	الزامات
توسعه سامانه‌های نوین آبیاری	تجهیز سالانه ۲۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی به سامانه‌های نوین آبیاری	۱. توسعه و آموزش مشاورین طرح و پیمانکاران، ۲. آموزش بهره‌برداران و نظارت بر بهره‌برداری از سامانه‌های نوین آبیاری، ۳. تجهیز مناطق مختلف استان به ابزارهای پایش و اندازه‌گیری، ۴. راه‌اندازی پایگاه تحلیل داده‌های آب کشاورزی	- جبران بخشی از کسری مخزن آب زیرزمینی، - کاهش خسارات زیست‌محیطی روش‌های سنتی آبیاری	سیاست‌گذاری مناسب در جهت عدم افزایش سطح زیر کشت بعد از اجرای روش‌های نوین آبیاری
اصلاح و بهبود روش‌های آبیاری سطحی و سنتی	اجرای سالانه ۲۰۰۰ کیلومتر انتقال و توزیع آب با لوله آبیاری سطحی	۱. آگاه‌سازی بهره‌برداران از مزایای انتقال آب با لوله، ۲. ارتقاء مدیریت روش‌های آبیاری سطحی ۳. اجرای مزارع الگویی برنامه‌ریزی بهینه آبیاری، ۴. مدیریت آبیاری در شرایط آب‌و‌خاک شور	بهبود و اصلاح سامانه‌های سطحی و سنتی آبیاری، یکنواختی توزیع آب در مزارع، کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی	راه‌اندازی پایگاه جمع‌آوری و تحلیل داده‌های بخش آب کشاورزی
اصلاح الگوی کشت بر مبنای حصول حداکثر بهره‌وری آب	پایداری در تولید، اشتغال، محیط‌زیست توأم با کاهش آب مصرفی بخش کشاورزی	۱. سیاست‌گذاری محلی و منطقه‌ای، ۲. توسعه تشکلهای غیردولتی بهره‌برداران، ۳. تشویق و تنبیه بر مبنای رعایت الگوی کشت	- تولید پایدار در بخش کشاورزی، - کاهش مهاجرت از روستاها، - جبران بخشی از کسری مخازن آب زیرزمینی استان	انجام و تکمیل مطالعات تناسب اراضی استان، استفاده از تجربیات سایر کشورها
توسعه کشت‌های گلخانه‌ای	توسعه سطح گلخانه‌های استان به ۱۰۰۰ هکتار در افق ۱۴۰۵	۱. تخصیص اعتبارات و تسهیلات برای احداث و نوسازی گلخانه‌ها، ۲. آموزش و توانمندسازی بهره‌برداران	- اشتغال فارغ‌التحصیلان و جوانان بخش، کاهش آب مصرفی در کشاورزی	تهیه زیرساخت‌های زمین، آب، برق، گاز برای مجتمع‌های گلخانه‌ای
بهبود و توسعه مکانیزاسیون	ارتقاء سطح مکانیزاسیون از ۱/۴ به ۲ اسب بخار هکتار و درجه مکانیزاسیون از ۴۰ به ۸۰ درصد	۱. کاهش نرخ تسهیلات، ۲. حمایت از فناوری‌های نوین مکانیزاسیون، ۳. جایگزینی تراکتور و کمباین فرسوده، ۴. تربیت کاربر ماهر ماشین‌های کشاورزی	توسعه مکانیزاسیون کم‌نهاد، بهبود نظام بهره‌برداری از ماشین و افزایش بهره‌وری آن	حمایت از اختراعات در زمینه ماشین‌های کشاورزی، بازنگری در استانداردهای ماشین‌ها و ادوات کشاورزی
کاهش ضایعات محصولات کشاورزی	کاهش ۵۰ درصد از ضایعات محصولات زراعی و باغی	۱. تسهیلات برای توسعه و نوسازی صنایع تبدیلی استان، ۲. تسهیلات برای فناوری‌های نو در بسته‌بندی، نگهداری و فرآوری محصولات کشاورزی، ۳. پیش‌سرمایش محصولات باغی	افزایش میزان تولیدات کشاورزی استان	مطالعات جامع در خصوص میزان ضایعات محصولات زراعی و باغی استان

رهیافت ترویجی

خلاصه اثرات اجرای برنامه ارتقاء بهره‌وری آب در بخش محصولات زراعی و باغی استان خراسان رضوی به شرح جدول ۸ و ۹ می‌باشد. بر این اساس، اجرای برنامه بهره‌وری آب می‌تواند طی ده سال آینده (۱۳۹۷ تا ۱۴۰۶) موجب ۲۳٪ کاهش در حجم آب مصرفی (به‌طور میانگین ۷۰۷ میلیون مترمکعب در هر سال)، ۲۱٪ افزایش در تولید محصولات کشاورزی (به‌طور میانگین ۸۹۲ هزار تن در هر سال) و ۵۸٪ افزایش در بهره‌وری آب بخش کشاورزی (به‌طور میانگین ۰/۰۷ کیلوگرم بر مترمکعب در هر سال) گردد.

تشکر و قدردانی

در تهیه برنامه ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی خراسان رضوی گروه کاری بیش از پنجاه نفر از کارشناسان سازمان جهاد و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان خراسان رضوی مشارکت داشته‌اند. نویسندگان مقاله وظیفه خود می‌دانند از زحمات تمامی این عزیزان تقدیر و تشکر به عمل آورند.

مراجع

جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۳۹۲. مطالعات آمایش سرزمین استان خراسان رضوی (گزارش اقلیم). معاونت برنامه‌ریزی استانداری خراسان رضوی.

حقایقی مقدم، س.ا. ۱۳۹۶. برنامه بهره‌وری آب کشاورزی استان خراسان رضوی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ثبت ۵۱۶۹۷.

حقایقی مقدم، س.ا. ۱۳۸۹. مدیریت پایدار آب زیرزمینی با نگرش مصرف بهینه آب کشاورزی در استان خراسان رضوی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره ثبت ۸۹/۹۹۵.

حیدری، ن.، دهقانی سانجیح. ح. و علائی تفتی، م. ۱۳۹۵. مدیریت تقاضا و مصرف آب کشاورزی در ایران. ناشر کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران، ۲۹۲ صفحه.

شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی. ۱۳۹۷. سیمای آب استان خراسان رضوی. مدیریت برنامه‌ریزی و بررسی‌های اقتصادی - گروه آمار.

جدول ۸- تغییرات آب مصرفی، تولید و بهره‌وری آب در استان خراسان رضوی طی برنامه ده‌ساله ۱۴۰۶-۱۳۹۷

شاخص	وضع موجود	۵ ساله	۱۰ ساله
میزان آب مصرفی (میلیون مترمکعب)	۵۲۲۳	۴۵۵۳	۴۰۰۴
میزان تولید (هزار تن)	۶۲۹۲	۷۰۴۸	۷۶۲۴
بهره‌وری آب کل (کیلوگرم بر مترمکعب)	۱/۲	۱/۵۵	۱/۹

جدول ۹- جمع‌بندی اثرات اجرای برنامه ارتقاء بهره‌وری آب در استان خراسان رضوی طی برنامه ده‌ساله ۱۴۰۶-۱۳۹۷

شاخص	واحد	مقدار
میزان صرفه‌جویی آب	میلیون مترمکعب	۷۰۷۷
میزان افزایش تولید	هزار تن	۸۹۲۲
مقدار افزایش بهره‌وری آب	کیلوگرم بر مترمکعب	۰/۷

Agricultural Water Productivity in Khorasan Razavi Province (Status, Upgrade Methods, Development Perspective)

A. Haghayeghi^{1*} and H. Dehghanisani²

Abstract

The physical water productivity is the ratio of crop yield to volume of water consumed. In this paper, the average yield of 2017 in all districts of Khorasan Razavi province was used to calculate yield per hectare of crops. For the water consumption of each crop per hectare, estimates were made by the experts of the Department of Plant Production of the Jihad-e-Agriculture Organization of the province and the available research achievements. The results showed that water productivity in the agronomy and horticulture crops in the state was $1.2 \text{ kg} / \text{m}^3$, which was carried out in a 5 and 10-year program for upgrading to 1.55 and $1.9 \text{ kg} / \text{m}^3$. In order to achieve the objectives of the medium-term program for improving agricultural water productivity in Khorasan Razavi province, 6 large programs include: development of modern irrigation systems, modification and improvement of surface irrigation methods, modification of cropping pattern, greenhouse crop development, modification and improvement of mechanization and reduction of agricultural waste were considered. In the short term program for improving agricultural water productivity in Khorasan Razavi province, in addition to six major 10-year programs, includes six macro programs: nutrition and soil fertility, seed breeding, improving agronomy methods, education and extension, conservation agriculture development and improving the trade and the market for agricultural products.

Keywords: Promotion, Program, Water Productivity, Khorasan Razavi, Agricultur

¹ Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Khorasan Razavi, Agricultural Research, Education and Extension Organization (*Corresponding Author, sahm51@yahoo.com)

² Associate Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research Education, and Extension Organization, Karaj, Iran.

Received: 24 Oct 2018

Accepted: 8 Jan 2019