نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳۵ / شماره ۴/ ۱۴۰۰

بهره‌وری آب گندم در ایران و مقایسه آن با مقادیر چند کشور

نادر حیدری[۱]

دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ سازمان تحقیقات، آموزش، و ترویج کشاورزی؛ کرج.

nrheydari@yahoo.com

دریافت: مهر ۱۴۰۰ و پذیرش: اسفند ۱۴۰۰

چکیده

گندم در کشور و حتی در جهان محصولی استراتژیک محسوب شده و سطح زیر کشت زیادی (تقریبا ۵۰٪ اراضی تحت کشت کشور) را به خود اختصاص می‌دهد. هدف اصلی از این بررسی، مرور و تحلیلی بر وضعیت بهره‌وری آب گندم کشور و مقایسه مقادیر آن با مقادیر جهانی بود. برای این منظور با گردآوری و مرور منابع علمی کشوری و بین‌المللی مقادیر گزارش شده برای بهره‌وری آب گندم (در سطوح کلان کشور، حوضه آبریز و استانی)، جمع‌بندی‌ها، محاسبات، تجزیه و تحلیل‌ها، و نتیجه‌گیری‌های لازم به عمل آمد. بر اساس نتایج، دامنه تغییرات بهره‌وری آب گندم در سطح کشور و جهان بسیار وسیع بوده (به ترتیب ۲/۲-۰/۲۵ و ۳/۹-۰/۳ کیلوگرم بر مترمکعب) و بسته به شرایطی نظیر مناطق جغرافیایی، آب و خاک، سیستم‌های مختلف آبیاری، اقلیم و غیره تغییرات زیادی دارد. بهره‌وری آب گندم آبی کشور (در مقیاس ملی) برابر ۰/۸۷ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد می‌گردد که در مقایسه با اعداد جهانی در دامنه متوسط قرار می‌گیرد. همچنین، بر اساس مقادیر بهره‌وری آب گزارش شده در مقیاس استانی، متوسط بهره‌وری آب گندم در کشور برابر ۰/۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب بوده که مجدداً در مقایسه با اعداد جهانی در حد وسط (رو به پائین) قرار دارد. با مقایسه میانگین بهره‌وری آب گندم در کشور (۰/۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب و مقایسه آن با میانگین بهره‌وری آب گندم ۱۰ کشور عمده تولیدکننده گندم جهان (۰/۹۳ کیلوگرم بر مترمکعب)، بهره‌وری آب گندم کشور حدود ۲۵٪ کمتر از متوسط این کشورها می‌باشد. همچنین متوسط مقیاس ملی (برای کشور ایران) و جهانی این شاخص به ترتیب ۰/۹۳ و ۱/۱ کیلوگرم بر مترمکعب است. لذا مقدار شاخص بهره‌وری آب گندم کشور نسبت به متوسط جهانی خیلی وضعیت نامساعدی ندارد و فاصله نسبتا کمی (۲۲٪) برای افزایش آن تا حد متوسط جهانی وجود دارد. ولی فاصله آن تا کشورهای پیشرو و با مقادیر بالای بهره‌وری آب گندم (صرفنظر از اهمیت و وسعت کشت گندم در آنها) (نظیر اکثر کشورهای اروپای غربی، آفریقای جنوبی، و مصر در خاورمیانه) (که تقریبا ۱/۴ کیلوگرم بر مترمکعب است)، فاصله نسبتا زیاد (۵۰٪ کمتر) است. نتیجه‌گیری این است که دامنه تغییرات بهره‌وری آب گندم در استان‌ها و مناطق مختلف کشور زیاد است، همچنین امکان زیادی برای افزایش آن در مناطق مستعد حتی تا دو برابر مقدار فعلی وجود دارد، که با برنامه ریزی‌ها و سرمایه‌گذاری‌های لازم درمیان‌مدت قابل حصول خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: دامنه تغییرات بهره‌وری آب گندم، عملکرد گندم، بهره‌وری آب استان

[۱]- آدرس نویسنده مسئول: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ سازمان تحقیقات، آموزش، و ترویج کشاورزی؛ کرج.

مقدمه

در مناطقی که منابع آب کمیاب‌تر از زمین است، بهبود شاخص فیزیکی بهره‌وری آب (کیلوگرم محصول تولیدشده به ازای واحد آب مصرفی) چارچوب مناسبی را برای تجزیه و تحلیل افزایش تولید محصولات و صرفه‌جویی آب در کشاورزی فاریاب ارائه می‌نماید (ون‌دم و همکاران، ۲۰۰۶).

در شرایط تنش آبی حاکم بر کشور که برون‌رفت از آن در اولویت اهداف ملی کشور قرار دارد، ارتقاء بهره-وری آب در بخش کشاورزی که عمده‌ترین مصرف‌کننده منابع آب کشور می‌باشد، ضروری است (کشاورز و همکاران، ۲۰۰۵).

مزیت ارتقاء بهره‌وری آب در بخش کشاورزی نسبت به سایر برنامه‌های حل بحران آب نظیر تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی، تأمین منابع آب جدید و حتی بازچرخانی آب عبارت از امکان‌پذیر بودن آن، وجود راهکارهای سهل‌الوصول، هزینه کمتر، درآمد بیشتر، مشاهده سریع آثار اقدامات، رونق بنیادین بخش کشاورزی، تقویت پایداری بنگاه‌های تولیدی، امکان ایجاد شرایط مناسب برای سرمایه‌گذاری و رونق اشتغال، می‌باشد (معاونت امور زراعت، ۱۳۹۶).

گندم به‌عنوان محصول محوری و کلیدی کشاورزی جایگاه ویژه‌ای در تولید و مصرف مواد غذایی ملل جهان دارد. این محصول از جمله محصولات راهبردی غذایی در سطح جهان است که تولید و صادرات آن اهمیت ویژه‌ای برای کشورها دارد و حمایت‌های اساسی دولت‌ها معطوف این محصول راهبردی است. در ایران هم با توجه به اهمیت گندم در سفره غذایی مردم، این محصول همواره از اهمیت فراوانی در سیاست‌گذاری‌ها و جهت‌گیری‌های دولت‌ها و متولیان بخش کشاورزی برخوردار بوده است (میرباقری و همکاران، ۱۳۹۵). لذا سیاست خودکفایی (در چند سال اخیر با گذار سیاستی به واژه خوداتکایی) در تولید گندم از مهم‌ترین اهداف اقتصادی کشور طی سال‌های اخیر بوده است. از همین رو با توجه به نقش گندم در سبد مصرفی خانوار و اهمیت آن در تأمین امنیت غذایی کشور، در قانون تضمین خرید محصولات کشاورزی که سال ۱۳۶۸ به تصویب رسید، حمایت از تولید آن مورد توجه قرار گرفت و به دولت تکلیف شد. در همین ارتباط بررسی آمارها نشان می‌دهد که طی برنامه‌های پنج ساله توسعه اول تا چهارم به‌طور متوسط بیشترین میزان تولید و سطح زیر کشت گندم مربوط به سه سال اول برنامه چهارم توسعه بوده است (احمدوند و نجف‌پور، ۱۳۸۹).

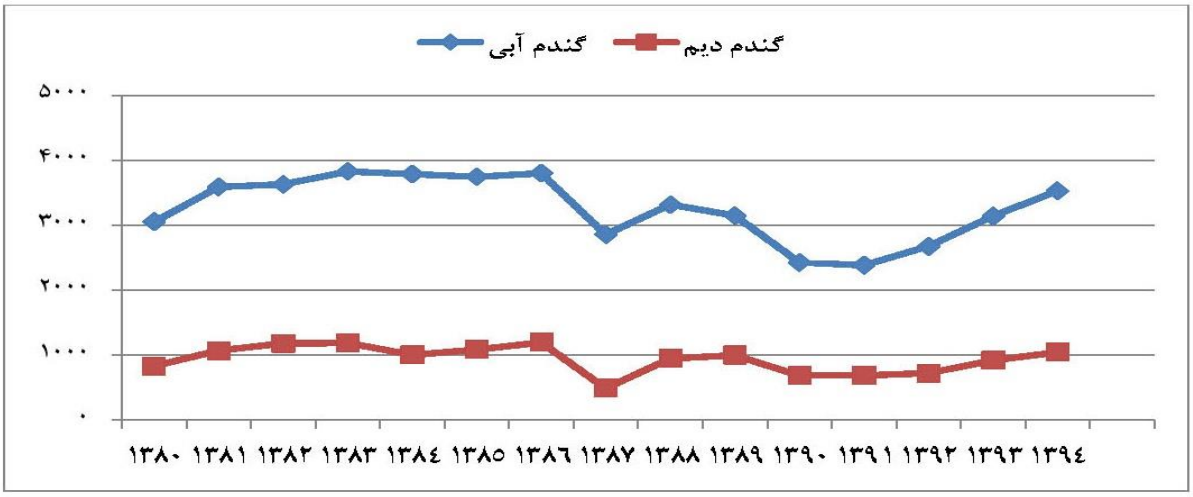
گندم از نظر تولید و سطح زیر کشت مهم‌ترین محصول کشاورزی ایران است. در حال حاضر این محصول استراتژیک در همه گستره کشور امکان کشت دارد و در همه استان‌ها تولید می‌شود (میرباقری و همکاران، ۱۳۹۵). بااین‌حال علیرغم بهره‌مندی از استعدادها و ظرفیت‌های بالقوه کشور، میزان واردات این محصول به کشور هنوز نسبتاً زیاد است. به‌عنوان نمونه ضریب خودکفایی گندم طی سال‌های ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۲ نوسانات زیادی داشته و متوسط آن طی این دوره برابر ۷۵ درصد بوده است (محمدجانی و یزدانیان، ۱۳۹۳).

از ابعاد جهانی، اتحادیه اروپا با تولید بیش از ۱۵۶ میلیون تن گندم در سال ۲۰۱۵ بیشترین میزان تولید در دنیا را به خود تخصیص داده است و کشورهایی مانند چین و هند به ترتیب با تولید ۱۲۶ و ۹۶ میلیون تن رده-های بعدی را به خود اختصاص داده‌اند .در بازه زمانی ۱۵ ساله اخیر (سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ میلادی) نیز اتحادیه اروپا با ۱۳۵ میلیون تن تولید سالیانه، بزرگ‌ترین تولیدکننده این محصول بوده است (میرباقری و همکاران، ۱۳۹۵).

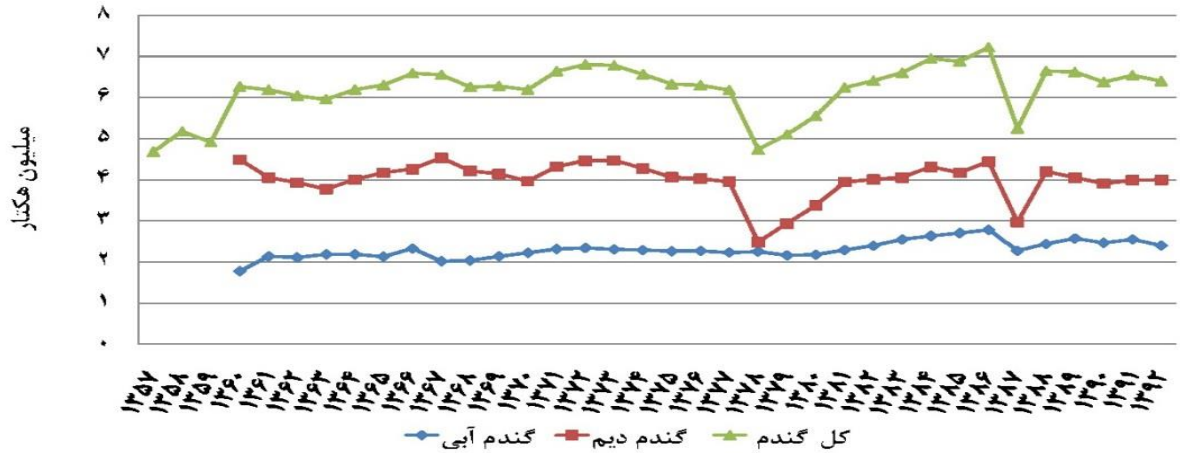
طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۴ به‌طور متوسط سالیانه ۸/۰ میلیون تن گندم آبی و ۳/۷ میلیون تن گندم دیم در کشور تولیدشده است که بیانگر تولید متوسط سالانه‌ای برابر ۱۱/۷ میلیون تن گندم در کشور است. همچنین میانگین عملکرد کشت آبی گندم در طی دوره مذکور حدوداً ۳۲۶۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین عملکرد کشت گندم دیم در همین بازه زمانی ۹۳۷

کیلوگرم در هکتار بوده است (میرباقری و همکاران، ۱۳۹۵) (شکل ۱).

به همین ترتیب بررسی آمار سطح برداشت گندم کشور طی سال‌های ۱۳۵۷ لغایت ۱۳۹۲ حاکی از آن است که متوسط سطح برداشت گندم طی این دوره ۳۶ ساله ۶/۲ میلیون هکتار (آبی ۲/۲ و دیم ۴/۰ میلیون هکتار) می‌باشد (شکل ۲). همچنین بر اساس شکل ۲، سطح برداشت کل گندم (آبی بعلاوه دیم) از ۴/۶۸ میلیون هکتار در سال ۱۳۵۷ با متوسط نرخ رشد سالانه ۰/۹ درصد به ۶/۴ میلیون هکتار در سال ۱۳۹۲ رسیده و متوسط نرخ رشد سالانه نظیر برای سطح برداشت گندم آبی ۰/۹۴ درصد و گندم دیم ۰/۳۶ درصد بوده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴). این امر حاکی از آن است که رشد سطح برداشت گندم آبی در طی این دوره غالب بوده است و سطح برداشت گندم دیم تغییرات زیادی نداشته است.



شکل ۱- نمودار تغییرات عملکرد گندم آبی و دیم کشور (تن در هکتار) در بازه زمانی ۱۵ ساله (۱۳۹۴-۱۳۸۰) (میرباقری و همکاران، ۱۳۹۵)



شکل ۲- نمودار تغییرات سطح برداشت گندم کشور در بازه زمانی ۳۶ ساله (۱۳۹۲-۱۳۵۷) (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴)

با مشاهده شکل‌های ۱ و ۲ و آمار و ارقام ارائه‌شده فوق، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که عملکرد گندم دیم در بازه زمانی ارائه‌شده تغییرات محسوسی نداشته و در سال ۱۳۸۷ به دلیل خشک‌سالی افت زیادی نیز نموده است. ولی عملکرد گندم آبی با وجود نوسانات زیاد، سیر نسبتاً صعودی داشته و در این بازه عملکرد آن تقریباً ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داشته است. همچنین علیرغم رشد مستمر ولی نسبتاً پائین سطح زیر کشت گندم

(به‌خصوص گندم دیم) در کشور، رشد تولید در گندم آبی محسوس بوده که به‌طور عمده ناشی از بهبود عملکرد محصول بوده ولی رشد ناچیز در تولید گندم دیم در سالیان متوالی (با توجه به نرخ رشد بسیار ناچیز سطح زیر کشت آن) صرفاً به‌صورت تصادفی و به‌طور عمده ناشی از شرایط مطلوب بارش (وقوع ترسالی‌ها) در بعضی سال‌ها بوده است.

به‌هرحال مطالعات مختلف حکایت از آن دارند که هنوز شکاف و خلأ عملکرد (تولید فعلی تا پتانسیل) گندم زیاد است و بهره‌وری در تولید ازجمله در بهره‌وری آب این محصول، علیرغم راهبردی بودن آن، نسبتاً پائین می‌باشد که در ادامه در خصوص بحث بهره‌وری آب آن تشریح و بحث لازم شده است.

بر اساس اطلاعات مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق بازرگانی ایران، در سال ۱۳۶۸ و هم‌زمان با آغاز طرح خودکفایی گندم، بهره‌وری آب برای این محصول تنها ۰/۳۰ کیلوگرم به ازای مصرف هر مترمکعب آب بود. این رقم در سال ۱۳۷۷ به ۰/۵۳ و در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ (سال خودکفایی گندم) به ۰/۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب رسید. در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ رقم بهره‌وری آب گندم با نزولی فاحش به ۰/۴۰ و در سال ۱۳۹۵ که بار دیگر شاهد خودکفایی در این محصول استراتژیک بودیم به ۰/۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب رسید که رکوردی در نوع خود بود و نسبت به سال اجرایی طرح رشد بیش از ۲/۵ برابری را نشان می‌دهد. البته مقررشده بود که طی برنامه ششم توسعه، به رکورد تولید یک کیلوگرم گندم به ازای مصرف هر مترمکعب آب دست یافته شود (مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب، ۱۳۹۶).

بر اساس اظهارات مسئولین وزارت جهاد کشاورزی، اگر خودکفایی در محصولات کشاورزی با ارتقای بهره‌وری آب حاصل شود ارزشمند است، اما دستیابی به خودکفایی محصولات به هر قیمتی پایدار نیست. به‌عنوان نمونه بر اساس اظهارات معاون وقت امور زراعت وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۶، خط قرمز این وزارت در دستیابی به خودکفایی در هر محصول، ارتقای بهره‌وری آب در یک مدل توسعه پایدار است»[1].

با توجه به مطالب بالا می‌توان دریافت که شناخت مقدار فعلی (وضع موجود) بهره‌وری آب گندم در مقایسه با مقدار آن در سایر نقاط جهان (با تأکید بر شناسایی عوامل کاهنده و نامطلوب آن)، با توجه به آنکه گندم محصولی اساسی و راهبردی در سیاست‌های تولید محصولات غذایی کشور شناخته‌شده است، از اهمیت خاصی برای سیاست-گذاری و برنامه‌ریزی برای ارتقاء آن به‌منظور دست‌یابی به امنیت غذایی از منابع آب محدود کشور برخوردار است. لذا هدف از این مقاله مرور، جمع‌بندی و تحلیل نتایج تحقیقات و مطالعات انجام‌شده (ضمن انجام محاسبات لازم و مرتبط در مقادیر و نتایج) در زمینه تعیین مقدار بهره‌وری آب گندم در ایران و مقایسه آن با تعدادی از مناطق مختلف جهان است.

وضعیت بهره‌وری آب گندم در کشور

بهره‌وری آب گندم در مقیاس بزرگ

در جدول ۱ خلاصه نتایج مقادیر بهره‌وری آب گندم در مقیاس بزرگ (ملی، حوضه آبریز و قطب‌های عمده تولیدکننده) کشور ارائه‌شده است.

بهره‌وری آب گندم در سطح استانی

در جدول ۲، خلاصه نتایج مقادیر بهره‌وری آب گندم در مقیاس استانی و به تفکیک استان‌های مختلف کشور ارائه‌شده است.

[1]- سایت ایرنا (۲ اردیبهشت ۱۳۹۶)

جدول ۱- خلاصه نتایج مقادیر بهره‌وری آب گندم کشور در مقیاس بزرگ

مقیاس (ملی، حوضه آبریز، مناطق عمده)	بهره‌وری آب فیزیکی (Kg/m^3)	توضیحات	رفرنس
ملی	۰/۳۰	سال ۱۳۶۸	مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب (۱۳۹۶)
	۰/۵۳	سال ۱۳۷۷	مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب (۱۳۹۶)
	۰/۶۴	سال ۱۳۸۴	مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب (۱۳۹۶)
	۰/۷۵	سال ۱۳۹۵	مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب (۱۳۹۶)
	۱/۰۰	سال ۱۳۹۹ (پیش‌بینی مرکز به حصول این بهره‌وری آب گندم در انتهای برنامه ششم یعنی سال ۱۳۹۹)	مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب (۱۳۹۶)
	۰/۵۴	----	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)
	۱/۶۲	سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۶ در ایستگاه‌های تحقیقاتی ۱۳ استان کشور با استفاده از ۶۷ طرح تحقیقاتی	منتظر و کوثری (۲۰۰۷)
	۰/۱۵-۱/۵۵	گندم آبی (بر مبنای میزان عملکرد مدل شده (Y) و آب مصرفی (ET))	فرامرزی و همکاران (۲۰۱۰)،
	۰/۲۸-۰/۷۵	گندم دیم (بر مبنای میزان عملکرد مدل شده (Y) و آب مصرفی (ET))	
	۰/۷۶	در سال ۱۳۹۵	کشاورز (۱۳۹۶)
حوضه آبریز (کرخه)	۰/۶۶	به ترتیب ۰/۴۵، ۰/۶۵، ۰/۶۷، ۰/۸۱ کیلوگرم بر مترمکعب در زیرحوضه‌های کشکان، گاماسیاب، سیمره و قره سو در بالادست حوضه و ۰/۸۵ کیلوگرم بر مترمکعب در مناطق جنوبی پائین دست حوضه	قریشی و همکاران (۲۰۰۹)
قطب‌های تولیدکننده	۰/۷۳	متوسط وزنی استان‌های کرمان، همدان، مغان، گلستان و خوزستان	حیدری (۱۳۹۰)

جدول ۲- خلاصه نتایج مقادیر بهره‌وری آب گندم استان‌های مختلف کشور

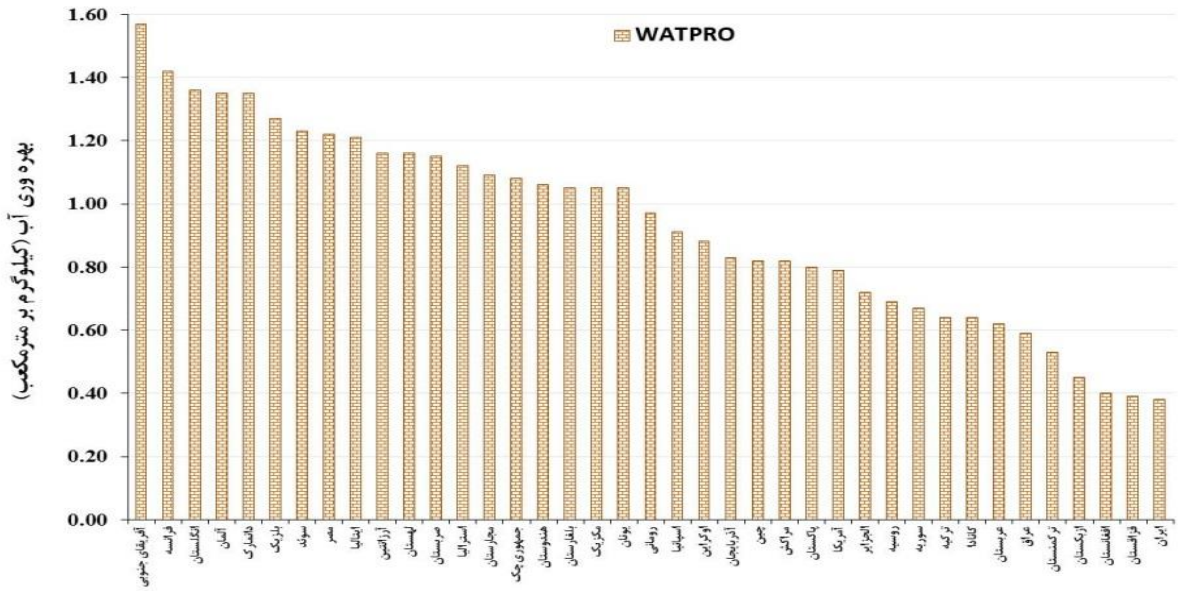
مقیاس استان	بهره‌وری فیزیکی آب (Kg/m^3)	توضیحات	رفرنس
اردبیل	۰/۸۹	با در نظر گرفتن عوامل تأثیرگذار (شوری آب آبیاری، شوری خاک و نوع رقم)	طاهری و همکاران (۱۳۹۹)
آذربایجان شرقی	۰/۷۵	----	طاهری و همکاران (۱۳۹۹)
آذربایجان غربی	۰/۸۱	----	طاهری و همکاران (۱۳۹۹)
اصفهان	۱/۳۷ ۰/۵۶	به ترتیب برای شهر ستان‌های چادگان و خور و بیابانک (بر اساس آمار سال زراعی ۸۱-۸۰ الی ۹۰-۸۹)	رضایی‌زاد و همکاران (۱۳۹۳)
البرز	۲/۱ ۱/۵	حداکثر مقدار بهره‌وری بر مبنای آب آبیاری در کرج حداکثر مقدار بهره‌وری بر مبنای آب آبیاری+ بارش مؤثر در کرج	نخجوانی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۶) نخجوانی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۶)
ایلام	۰/۵۱	بر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)
بوشهر	۰/۵۰	بر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)
تهران	۰/۴۰	پائین‌ترین مقدار بهره‌وری آب گندم (۰/۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب) در شهرستان دماوند	یوسفی و همکاران (۱۳۹۶)
جنوب استان کرمان (جیرفت)	۰/۵۰	مبتنی بر داده‌های ماهواره‌ای تحت عنوانWATPRO و در سال زراعی (۱۳۹۶-۱۳۹۵)	افشاری‌پور و همکاران (۱۳۹۸)
چهارمحال و بختیاری	۰/۳۴	در منطقه شهرکرد وبر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)
خراسان جنوبی	۰/۲۵	بر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)
خراسان شمالی	۰/۵۰	بر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)
خراسان رضوی	۰/۳۸ ۰/۷۶ ۰/۴۴ ۰/۷۸ ۱/۹ و ۱/۵	- به ترتیب در شهرستان چناران، تربت حیدریه و تربت جام و به‌ترتیب در سه مزرعه گندم با سامانه‌های قطره‌ای، بارانی و سطحی ---- - حداکثر مقادیر بهره‌وری آب گندم بر مبنای آب آبیاری و آب آبیاری+ بارش مؤثر) در منطقه مشهد	نیریزی و حلمی فخرود (۱۳۸۳) طاهری و همکاران (۱۳۹۹) نخجوانی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۶)
خوزستان	۱/۰۳، ۰/۹۸، ۰/۸۵، ۰/۴۴،	به ترتیب شبکه‌های آبیاری اوان، گتوند، شادگان در حوضه کرخه، و شبکه رام شیر در سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۴ الی ۹۰-۱۳۸۹	مهتدی و همکاران (۱۳۹۶)
	------	-------	
	۰/۷۵، ۰/۷۳، ۰/۶۳، ۰/۵۲، ۰/۵۱	به ترتیب شبکه‌های آبیاری کرخه، مارون، دز، شاوور و فجرجایزان در سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۴ الی ۹۰-۱۳۸۹	مهتدی و همکاران (۱۳۹۶)
	۰/۷۶		طاهری و همکاران (۱۳۹۹)
	۱/۵۱	در بهبهان در سامانه آبیاری قطره‌ای	سلامتی و همکاران (۱۳۹۹)
	۰/۹۰	در بهبهان در سامانه آبیاری بارانی	
	۰/۸۷	در بهبهان در سامانه آبیاری سطحی	
	۲/۴۰	بر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)

زنجان	۰/۴۳	بر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)
سمنان	۰/۶۱	----	طاهری و همکاران (۱۳۹۹)
فارس	۰/۶۹	----	طاهری و همکاران (۱۳۹۹)
	۱/۴۰	----	بهرامی و همکاران (۱۳۹۷)
قزوین	۰/۶۱-۲/۲	در سیستم‌های با آبیاری بارانی	غلامی و همکاران (۱۳۹۵) و کاویانی و همکاران (۲۰۱۱)
	۰/۴۳-۱/۲۵	در سیستم‌های با آبیاری سطحی	غلامی و همکاران (۱۳۹۵) و کاویانی و همکاران (۲۰۱۱)
	۰/۷۶ و ۰/۹۰	به ترتیب بر اساس نتایج حاصله از تصاویر ماهواره‌ای مودیس و با استفاده از داده‌های لایسیمتری	کاویانی و همکاران (۲۰۱۱)
	۰/۷۸	---	طاهری و همکاران، ۱۳۹۹
	۰/۵۸	بر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)
قم	۰/۵۳	بر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)
کردستان	۰/۶۵	بر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)
کرمان	۰/۵۹	----	طاهری و همکاران (۱۳۹۹)
	۰/۵۶	- در سامانه‌های آبیاری بارانی دوّار مرکزی	حیدری (۱۳۹۰)
	۰/۴۵	- متوسط استان	طاهری و همکاران (۱۳۹۹)
	۰/۵۹	- با در نظر گرفتن عوامل تأثیرگذار (شوری آب آبیاری، شوری خاک و نوع رقم)	طاهری و همکاران (۱۳۹۹)
	۰/۷۰		
کرمانشاه	۰/۲۸	گندم آبی منطقه کوزران در سال ۹۳-۹۲	خرمی‌وفا و همکاران (۱۳۹۵)
	۱/۰۲	----	طاهری و همکاران (۱۳۹۹)
کهکیلویه و بویراحمد	۰/۵۴	بر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)
گلستان	۱/۶۰	با در نظر گرفتن عوامل تأثیرگذار (شوری آب آبیاری، شوری خاک و نوع رقم)	طاهری و همکاران (۱۳۹۹)
گیلان	۰/۷۰	بر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)
لرستان	۰/۶۷	گندم آبی در شهرستان الشتر	
	۱/۴۶	گندم آبی در شهرستان کوهدشت	یوسفی‌فرد و همکاران (۱۳۹۶)
	۱/۱۳-۲/۱۳	در مدیریت تک آبیاری در زمان کاشت برای ارقام گندم دیم	توکلی (۲۰۱۲)
مازندران	۱/۱۱	بر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)
مرکزی	۰/۵۲	بر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)
هرمزگان	۰/۶۱	بر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)
همدان	۱/۱۸	در سامانه آبیاری سطحی	قاسمی نژاد رائینی و همکاران (۲۰۱۵)
	۰/۶۸		
	۱/۲۹	در سامانه آبیاری بارانی	سیدان و همکاران (۱۳۹۷)
	۰/۷۵		
	۰/۷۸		طاهری و همکاران (۱۳۹۹)
یزد	۰/۳۱	بر اساس محاسبه نیاز آبی (با کسر بارش مؤثر) و تقسیم آن بر متوسط راندمان آبیاری در استان	بیات و بابازاده (۲۰۱۴)

وضعیت بهره‌وری آب گندم در جهان

بر اساس متاآنالیز داده‌های جهانی ۳۰ سال اخیر حاصل از سنجش از دور و مزرعه‌ای سه غله آبی مهم ۳۱ کشور جهان (۱۴۸ مورد) یعنی گندم (۶۰ مورد)، ذرت و برنج؛ نقشه جهانی بهره‌وری آب این سه محصول تهیه شد. در تحقیق مذکور برای بهره‌وری آب گندم ۳ طبقه بهره‌وری کم (≤ 0.75 kg/m^3)، متوسط (>0.75 -<1.10 kg/m^3) و زیاد (≥ 1.10 kg/m^3) در نظر گرفته‌شده است. بر اساس این نقشه جهانی، کشورهای دارای بهره‌وری آب بالا شامل: چین، مصر، اسرائیل، مکزیک، هلند، ترکیه و آمریکا؛ کشورهای دارای بهره‌وری متوسط شامل: آرژانتین، استرالیا، بنگلادش، هندوستان، پاکستان، سوریه و ایران؛ و کشورهای دارای بهره‌وری پائین شامل: الجزایر، مراکش، نیجر و ازبکستان می‌باشند (فولی و همکاران، ۲۰۲۰).

بهره‌وری آب گندم کشورهای مختلف جهان (۳۹ کشور تولیدکننده گندم از جمله ایران) و حاصل از مدل سازی بر اساس مدل (زوآرت و همکاران،۲۰۱۰)، مدل LIU (لی‌یو و همکاران، ۲۰۰۷) و آمار ملی AQUASTAT و FAOSTAT (C&H) (چاپاگین و هوکسترا، ۲۰۰۴) و بر اساس متوسط آمار تولید گندم طی سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۰۷ کشورها ارائه شد. نتایج حاصل از مدل‌های مختلف نزدیک به یکدیگر بوده و متوسط بهره-وری آب گندم ۳۹ کشور برای مدل‌های WATPRO، LIU و C&H به ترتیب برابر ۰/۹۴، ۰/۸۳ و ۰/۸۷ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. در شکل ۳ تغییرات بهره‌وری آب گندم کشورها، (صرفاً برای نتایج حاصل از مدل WATPRO) و به‌صورت نزولی نمایش داده‌شده است.



شکل ۳- تغییرات مقدار بهره‌وری آب ۳۹ کشور تولیدکننده گندم به‌صورت نزولی (زوآرت و همکاران،۲۰۱۰)

با مشاهده شکل ۳ مشاهده می‌گردد در بین ۳۹ کشور منتخب، کشورهایی نظیر آفریقای جنوبی، فرانسه، انگلستان، آلمان، دانمارک، بلژیک، سوئد و مصر دارای بالاترین مقدار بهره‌وری آب گندم و ایران، قزاقستان، افغانستان، ازبکستان و ترکمنستان دارای کمترین مقدار بهره‌وری آب گندم می‌باشند.

در جدول ۳ جمع‌بندی نتایج بهره‌وری آب گندم در سطوح مختلف جهانی (کل جهان، مناطق و کشورهای مختلف) ارائه‌شده است.

جدول ۳- خلاصه نتایج مقادیر بهره‌وری آب گندم جهان

جهان/منطقه /کشور	بهره‌وری فیزیکی آب (Kg/m^3)	توضیحات	منبع
جهان	۱/۰۹	در دامنه ۱/۷-۰/۶ کیلوگرم بر مترمکعب (سال اندازه‌گیری ۱۹۹۰) (برای ۱۳ کشور عمده تولیدکننده)	زوآرت و باستیانسن (۲۰۰۴)
	۱/۵-۰/۲۰	بر مبنای تبخیر-تعرّق (WP_{ET})	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)
	۱/۷-۰/۶	بر اساس آزمایش‌های درون پلات‌های تحقیقاتی	
	۰/۸۶	در مزرعه	
	۱/۰۴	سال ۱۹۹۸	فولی و همکاران (۲۰۲۰)
شرق آسیا	۱/۳۳	سال ۱۹۹۰	زوآرت و باستیانسن (۲۰۰۴)
	۱/۳۳	سال ۱۹۹۰	فولی و همکاران (۲۰۲۰)
	۱/۲۲	سال ۲۰۰۰	فولی و همکاران (۲۰۲۰)
جنوب آسیا	۰/۹۸	سال "میانه" ۱۹۹۰	زوآرت و باستیانسن (۲۰۰۴)
	۰/۸۹	سال "میانه" ۲۰۱۴	فولی و همکاران (۲۰۲۰)
خاورمیانه	۱/۰۱	سال ۱۹۹۲	زوآرت و باستیانسن (۲۰۰۴)
	۱/۰۱	سال ۱۹۹۲	فولی و همکاران (۲۰۲۰)
	۱/۱۹	سال ۱۹۹۴	فولی و همکاران (۲۰۲۰)
آمریکای شمالی	۱/۲۸	سال ۱۹۹۴	فولی و همکاران (۲۰۲۰)
	۰/۷۸	بر اساس نتایج آزمایشات مزرعه‌ای	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)
	۰/۶۱		سدراس و آنگوس، ۲۰۰۶
آفریقای شمالی	۰/۶۸	سال ۱۹۹۴	فولی و همکاران (۲۰۲۰)
منطقه یاکو (مکزیک)	۱/۳۷	بهره‌وری آب بر مبنای تبخیر و تعرّق (WP_{ET})	زوآرت و باستیانسن (۲۰۰۷)
دره نیل (مصر)	۱/۵۲	بهره‌وری آب بر مبنای تبخیر و تعرّق (WP_{ET})	زوآرت و باستیانسن (۲۰۰۷)
منطقه کینگ کالیفرنیا (آمریکا)	۱/۴۴	بهره‌وری آب بر مبنای تبخیر و تعرّق (WP_{ET})	زوآرت و باستیانسن (۲۰۰۷)
منطقه اولدامت (هلند)	۱/۳۹	بهره‌وری آب بر مبنای تبخیر و تعرّق (WP_{ET})	زوآرت و باستیانسن (۲۰۰۷)
فلات چین	۰/۸۴	بر اساس نتایج آزمایشات مزرعه‌ای	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)
	۰/۹۸		سدراس و آنگوس (۲۰۰۶)
منطقه مدیترانه	۰/۷۲	بر اساس نتایج آزمایشات مزرعه‌ای	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)
	۰/۷۶		سدراس و آنگوس (۲۰۰۶)
جنوب شرق استرالیا	۱/۱۴	بر اساس نتایج آزمایشات مزرعه‌ای	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)
	۰/۹۹		سدراس و آنگوس (۲۰۰۶)
کشورهای عمده تولیدکننده گندم (متوسط ۱۰ کشور تولیدکننده عمده)	۰/۹۳، ۰/۹۱، ۰/۸۳	بر مبنای تبخیر- تعرّق (WP_{ET}) به ترتیب حاصل از مدل هایWATPRO (Zwart et al., 2010)، LIU (Liu et al., 2007)، و C&H (Chapagain and Hoekstra, 2004) (کشورهای استرالیا، کانادا، چین، فرانسه، آلمان، هندوستان، پاکستان، روسیه، ترکیه، و آمریکا)	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)
استرالیا	۱/۰۵	سال ۱۹۸۷	فولی و همکاران (۲۰۲۰)
	۱/۱۲، ۰/۶۵، ۰/۶۳	WP_{ET} به ترتیب حاصل از مدل‌های WATPRO، LIU، و C&H	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)

چین	۰/۵۷–۱/۶۸	شمال غرب چین (گندم آبی)	فن و همکاران (۲۰۱۴)
	۰/۷۷–۱/۴۶	گندم آبی (آب آبیاری)	کانگ و همکاران (۲۰۰۲)
	۰/۷۳–۰/۹۳	گندم دیم	
	۱/۴۵ ،۰/۷۹ ،۰/۸۲	WP_{ET} به ترتیب حاصل از مدل‌های WATPRO، LIU و C&H	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)
هندوستان	۱/۰۴	----	سینگ و همکاران (۲۰۰۶) ؛ لی‌یو و همکاران (۲۰۰۷)
	۱/۳۷	- شبکه آبیاری باکرا (بر مبنای آب مصرف‌شده توسط گیاه)	حسین و همکاران (۲۰۰۳)
	۱/۴۷	- شبکه آبیاری باکرا (بر مبنای آب منحرف‌شده و با در نظر گرفتن افت عملکرد نا شی از شوری آب آبیاری در سیستم تلفیقی کاربردی)	
	۱/۵۴	- بر مبنای تبخیر و تعرّق (در مزارع کشاورزان)	ون‌دم و همکاران (۲۰۰۶)
	۱/۰۴	- بر مبنای بیلان آب مزرعه	
	۱/۲۲	- برای کل منطقه سیسرا (مبتنی بر روش سنجش از دور)،	
	۰/۶۱ ،۰/۸۹ ،۱/۰۶	WP_{ET} به ترتیب حاصل از مدل‌های WATPRO، LIU و C&H	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)
پاکستان	۱/۳۶	- شبکه آبیاری پنجاب (بر مبنای آب مصرف‌شده توسط گیاه)	حسین و همکاران (۲۰۰۳)
	۱/۱۱	- شبکه آبیاری پنجاب (بر مبنای آب منحرف‌شده یا به‌کار برده شده و با در نظر گرفتن افت عملکرد ناشی از شوری آب آبیاری در سیستم تلفیقی کاربردی)	
	۳/۹۵	- منطقه پنجاب در ارزیابی مزارع با آبیاری بارانی (بهره‌وری آب بر مبنای آب آبیاری و در ایستگاه تحقیقاتی)	کهلون و همکاران (۲۰۰۷)
	۰/۳۰ ،۰/۹۱ ،۰/۸۰	WP_{ET} به ترتیب حاصل از مدل‌های WATPRO، LIU و C&H	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)
سوریه	۰/۶۰–۱/۵	قبل از جنگ داخلی این کشور	اویس (۱۹۹۷)
کانادا	۰/۶۷ ،۰/۸۶ ،۰/۶۴	WP_{ET} به ترتیب حاصل از مدل‌های WATPRO، LIU و C&H	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)
فرانسه	۱/۱۲ ،۱/۴۵ ،۱/۴۲	WP_{ET} به ترتیب حاصل از مدل‌های WATPRO، LIU و C&H	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)
آلمان	۱/۳۳ ،۱/۴۷ ،۱/۳۵	WP_{ET} به ترتیب حاصل از مدل‌های WATPRO، LIU و C&H	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)
روسیه	۰/۴۲ ،۰/۶۲ ،۰/۶۹	WP_{ET} به ترتیب حاصل از مدل‌های WATPRO، LIU و C&H	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)
ترکیه	۰/۶۵ ،۰/۶۵ ،۰/۶۴	WP_{ET} به ترتیب حاصل از مدل‌های WATPRO، LIU و C&H	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)
آمریکا	۱/۱۸ ،۰/۸۱ ،۰/۷۹	WP_{ET} به ترتیب حاصل از مدل‌های WATPRO، LIU و C&H	زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)

مقایسه بهره‌وری آب گندم ایران با جهان

بر اساس مرور منابع علمی مختلف تشریح شده در بخش‌های قبلی و خلاصه نتایج حاصله از مطالعه و بر-آورد بهره‌وری آب فیزیکی گندم در کشور در سه سطح (مقیاس) ملی، حوضه آبریز، مناطق عمده تولیدکننده گندم (جدول ۱) و محلی (استانی) (جدول ۲) و همچنین نتایج جهانی (جدول ۳) مقایسه‌ها و تحلیل‌های زیر را می‌توان ارائه نمود.

مقایسه وضعیت بهره‌وری آب گندم کشور با مقادیر جهانی ارائه‌شده توسط فولی و همکاران (۲۰۲۰)، حاکی از آن است که بهره‌وری آب گندم کشور در بازه متوسط یعنی در دامنه (0.75 -<1.10 kg/m3>)، قرار دارد. ولی بر اساس زوآرت و همکاران (۲۰۱۰) ایران با بهره‌وری آب گندم برابر ۰/۳۸ کیلوگرم بر مترمکعب در انتهای لیست ۳۹ (رتبه ۳۹) کشور منتخب تولیدکننده گندم قرار دارد. البته بر اساس منابع LIU و C&H بهره‌وری آب گندم کشور در بین این کشورها به ترتیب برابر ۰/۵۶ (رتبه ۳۴) و ۰/۳۴ (رتبه ۳۳) کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد که در مجموع حاکی از وضعیت نامناسب بهره‌وری آب گندم کشور در مقابل سایر کشورهای تولیدکننده گندم جهان (صرف‌نظر از سطح زیر کشت گندم کشورها و صرفاً بر مبنای مقدار بهره‌وری آب گندم تولیدی) است. همچنین بر اساس زوآرت و همکاران (۲۰۱۰)، بهره‌وری آب گندم کشور در مقایسه با تمامی کشورهای جهان (عرصه جهانی) در دامنه متوسط رو به پائین (حدود ۰/۸-۰/۴ کیلوگرم بر مترمکعب) قرار دارد.

براساس ارقام ارائه شده در جدول ۱ (برای ارقام ملی و مقادیر ارائه‌شده برای سطوح حوضه‌ای و قطب‌های تولید ، بهره‌وری آب گندم کشور برابر ۰/۸۷ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد می‌شود که با دامنه ارائه‌شده توسط فولی و همکاران (۲۰۲۰) و زوآرت و همکاران (۲۰۱۰) (حاصل از مدل LIU (لی‌یو و همکاران، ۲۰۰۷)) همخوانی نسبتاً مناسبی دارد. به همین ترتیب بر اساس ارقام بهره‌وری آب ارائه‌شده برای استان‌های مختلف (جدول ۲)، متوسط بهره-وری آب گندم در مقیاس استانی برابر ۰/۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه می‌شود که با برآورد حاصل از مقادیر کلان ملی نزدیک است. به‌هرحال بر اساس این نوع برآورد، مجدداً بهره‌وری آب گندم کشور در مقایسه با مقادیر جهانی در حد متوسط قرار می‌گیرد.

بحث و نتیجه‌گیری

در یک جمع‌بندی کلی می‌توان اظهار نمود که دامنه تغییرات مقدار بهره‌وری آب گندم در سطح کشور و جهان بسیار وسیع بوده و بسته به شرایط مناطق جغرافیایی، آب‌وخاک، سیستم‌های مختلف آبیاری و غیره تغییرات زیادی دارد. بر اساس مقادیر ارائه‌شده در جدول ۲، بهره-وری آب گندم در کشور در بازه ۰/۲۵ تا ۲/۲ کیلوگرم بر مترمکعب تغییر می‌نماید. به همین دلایل میزان این شاخص در مناطق و کشورهای مختلف جهان نیز متغیر بوده و آن در دامنه ۳/۹-۰/۳ کیلوگرم بر مترمکعب قرار دارد. بدیهی است که رسیدن به مقادیر حداکثر بهره‌وری آب در بازه‌های مذکور عملاً مشکل و آن‌ها در واقع سقف پتانسیل بهره‌وری آب این محصول به ترتیب در کشور و جهان می‌باشند.

با توجه به مقادیر متوسط بهره‌وری آب گندم کشورهای مختلف (جدول ۳) مشاهده می‌گردد که گندم محصولی است که اصولاً بهره‌وری آب آن پائین (به‌طور متوسط Kg/m3 ۰/۹۰) است. به‌هرحال مقدار آن در بین کشورهای مختلف متفاوت بوده و اختلاف بهره‌وری آب در کشورهای دارای بهره‌وری بالا (نظیر فرانسه، آلمان و تا حدی آمریکا) و کشورهای دارای بهره‌وری آب پائین (نظیر هندوستان، پاکستان، روسیه، ترکیه، کانادا، چین و تا حدی استرالیا) حتی به دو برابر نیز می‌رسد.

با توجه به فراوانی مقادیر بهره‌وری آب ارائه‌شده برای داده‌های استانی (به‌طور متوسط ۰/۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب) و مقایسه آن با متوسط بهره‌وری آب گندم در ۱۰ کشور عمده تولیدکننده یعنی هند، چین و آمریکا، استرالیا، کانادا، ترکیه، آلمان، فرانسه، پاکستان و روسیه (به‌طور متوسط ۰/۹۳ کیلوگرم بر مترمکعب)، بهره‌وری آب

گندم کشور حدود ۲۵ درصد پائین تر از مقدار جهانی آن برای کشورهای مذکور است که می‌توان امید داشت با برنامه‌ریزی‌ها و سرمایه‌گذاری‌های لازم آن حداقل تا این سطح ارتقاء یابد. همچنین متوسط مقیاس ملی (برای کشور ایران) و جهانی این شاخص به ترتیب در حدود ۰/۹، ۱/۱ کیلوگرم بر مترمکعب است. لذا بر اساس مقادیر ارائه‌شده در این گزارش مقدار شاخص بهره‌وری آب گندم کشور نسبت به متوسط جهانی خیلی وضعیت نامساعدی ندارد و فاصله کمی (۲۲ درصد) برای افزایش آن تا متوسط جهانی وجود دارد. ولی فاصله آن تا کشورهای پیشرو و با مقادیر بالای بهره‌وری آب گندم (صرف‌نظر از اهمیت و وسعت کشت گندم در آن‌ها) (نظیر اکثر کشورهای اروپای غربی، آفریقای جنوبی و مصر در خاورمیانه) (تقریباً ۱/۴ کیلوگرم بر مترمکعب)، نسبتاً زیاد (۵۵ درصد) است.

بهر حال بر اساس نقشه تغییرات مکانی ارائه‌شده در تحقیق جدید طاهری و همکاران (۱۳۹۹) بخش عمده‌ای از مناطق مستعد کشت گندم در سطح کشور دارای شاخص بهره‌وری آب پایین‌تر از ۱/۰ کیلوگرم بر مترمکعب بوده و مقادیر بالاتر به‌طور عمده در استان‌های گلستان و کرمانشاه و در دامنه ۱/۱ تا ۲/۵۸ کیلوگرم بر مترمکعب قرار دارد.

وجود انحراف معیار بالا در عملکرد گندم و شاخص بهره‌وری آب آن، نشان می‌دهد که قابلیت افزایش و بهبود عملکرد و بهره‌وری آب گندم در همه استان‌ها وجود دارد. به عبارتی در برخی مناطق با مجموع اقدامات مدیریتی می‌توان شاخص بهره‌وری آب را بهبود بخشید. این اقدامات می‌تواند در مباحثی همچون رعایت تقویم زراعی، انتخاب ارقام مناسب، توصیه کودی مناسب و متناسب با شرایط خاک باشد (طاهری و همکاران، ۱۳۹۹).

در مجموع توجه و تمرکز بر ارتقاء بهره‌وری در تولید گندم و به‌خصوص بهره‌وری آب گندم، از لحاظ تأمین نیاز گندم کشور از منابع آب محدود سرزمینی از اهمیتی خاص برخوردار است. به‌خصوص آنکه واردات گندم از کشورهای تولیدکننده اصلی گندم در سال‌های آینده با چالش‌های جدی مواجه خواهد شد.

تحقیقات به‌عمل‌آمده نشان می‌دهد که با بهبود بهره‌وری آب در اراضی آبی و دیم، کشور قادر خواهد بود علاوه بر افزایش یا ثبات در تولید گندم و سایر محصولات کشاورزی با منابع آب تخصیص داده‌شده به بخش کشاورزی، برای نیازهای محیط‌زیست، صنعت و مصارف خانگی به‌اندازه کافی آب در اختیار کشور باشد؛ اما این راه‌حل نیاز به اصلاحات اداری و مدیریتی و سرمایه‌گذاری‌های عمده در تحقیقات، فناوری، امور زیربنایی و مواردی ازاین‌دست دارد. به‌هرحال با توجه به آنکه گندم در کشور به‌صورت زمستانه کشت می‌شود و بخش عمده‌ای از نیاز آبی آن توسط بارش‌ها تأمین می‌شود، میزان عملکرد و بهره‌وری آب آن به میزان زیادی وابسته به میزان بارش‌های جوّی بوده و خشک‌سالی‌ها و تغییرات اقلیمی اثرات نامطلوبی بر آن به‌خصوص بر عملکرد گندم دیم دارد. لذا نوسانات عملکرد و بهره‌وری آب در این محصول بعضاً اجتناب‌ناپذیر است و باید آن در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها به نحوی لحاظ شود.

با توجه به اینکه دامنه تغییرات بهره‌وری آب گندم در استان‌ها و مناطق مختلف کشور زیاد است، بنابراین پتانسیل زیادی برای افزایش آن حتی تا دو برابر مقدار فعلی وجود دارد. لذا برای کاهش وابستگی به واردات گندم و امنیت غذایی کشور، توجه به تحقیقات و مطالعات لازم و اجرای برنامه‌ها و سیاست‌های جامع‌نگر افزایش تولید و ارتقاء بهره‌وری آب این محصول از اهمیتی خاص برخوردار است؛ و سرانجام برای ارتقاء بهره‌وری، به‌خصوص بهره‌وری آب گندم از جنبه مسائل ترویج و آموزش علاوه بر نیاز به انتقال نتایج تحقیقات و دانش فنی به بهره‌برداران، تغییرات زیرساختی، سیاستی و زیربنایی در سیستم ترویج و آموزش کشاورزی کشور ضرورت دارد.

میزان بهره‌وری آب محصولات کشاورزی متأثر از عوامل بیوفیزیکال و انسانی (مدیریتی) زیادی است و در کشورهای مختلف این عوامل با شدت و ضعف‌های مختلف وجود دارند. لذا مقایسه مقادیر بهره‌وری آب گندم کشور با جهان زمانی کامل و از نظر اقدامات مورد نیاز برای

بهبود آن اثر بخش خواهد بود که به عوامل کاهنده آن و یا منابع ناکارآمدی[1] آن نیز توجه شود. همچنین در گزارشات به روش تعیین بهره‌وری آب و شرایط اندازه‌گیری آن باید اشاره شود تا نتایج بهتر قابل مقایسه باشند. در این تحقیق تمرکز و دورنمای کار بر جمع‌آوری، تحلیل و مقایسه مقادیر بهره‌وری آب گندم کشور و جهان بود. لذا پیشنهاد می‌گردد در تکمیل این بررسی، در تحقیقات آینده بررسی-های لازم از نظر تعیین منابع ناکارآمدی بهره‌وری آب گندم در ایران و جهان انجام‌شده و مقایسه‌های تکمیلی لازم نیز صورت پذیرد.

فهرست منابع

۱. احمدوند، م. ر. و نجف‌پور، ذ. ا. ۱۳۸۹. بررسی سطح زیر کشت تولید و سیاست‌های حمایتی گندم طی برنامه-های اول تا چهارم توسعه. فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی. ۱۷(۵۳): ۷۶-۵۹.

۲. احمدی، ک. حسین‌پور، ر. عبادزاده، ح. ر. قلی زاده، ح. ا. حاتمی، ف. محمدنیا افروزی، ش. عبدشاه، ه. و عباس طاقانی، ر. ۱۳۹۴. بررسی آمار سطح برداشت و میزان تولید ۳۶ سال محصولات زراعی (سال ۱۳۵۷ لغایت ۱۳۹۲). مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی، ۲۸۵ صفحه، شابک ۵-۷۲-۴۶۷-۹۶۴-۹۷۸.

۳. افشاری‌پور، س. ک. حمزه، س. علوی پناه، س. ک. و مقبلی دامنه، ا. ۱۳۹۸. ارزیابی میزان بهره‌وری آب کشاورزی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل WATPRO مطالعه موردی: اراضی تحت کشت گندم حوضه آبریز دشت جیرفت. تحقیقات منابع آب ایران. ۱۵(۱): ۵۸-۴۵.

۴. بهرامی، م. خلیلیان، ص. مرتضوی، س. ا. و اسعدی، م. ۱۳۹۷. بررسی بهره‌وری فیزیکی مصرف آب کشاورزی در استان‌های منتخب ایران (مطالعه موردی: محصول گندم). نشریه آبیاری و زهکشی ایران ۶(۱۲): ۱۵۱۸-۱۵۱۱.

۵. حیدری، ن. ۱۳۹۰. تعیین و ارزیابی شاخص کارایی مصرف آب محصولات زراعی تحت مدیریت کشاورزان در کشور. مجله علمی-پژوهشی مدیریت آب و آبیاری. ۲(۱): ۵۷-۴۳. پائیز ۱۳۹۰.

۶. خرمی وفا، م. نوری. م. مندنی، ف. و ویسی، ه. ۱۳۹۵. بررسی آب مجازی، بهره‌وری و ردپای اکولوژیک آب در مزارع گندم آبی و ذرت در منطقه کوزران (شهرستان کرمانشاه). نشریه آب و توسعه پایدار. ۳(۲): ۲۶-۱۹.

۷. رضایی زاد، ه. هوشمند، ع. و دوست محمدی، م. م. ۱۳۹۳. بررسی بهره‌وری آب سه محصول زراعی جو، گندم و یونجه استان اصفهان (به‌تفکیک شهرستان)، همایش ملی تغییرات اقلیم و مهندسی توسعه پایدار کشاورزی و منابع طبیعی، همدان.

۸. سلامتی، ن. باغانی، ج. و عباسی، ف. ۱۳۹۷. تعیین بهره‌وری مصرف آب در سامانه‌های آبیاری سطحی و بارانی گندم (مطالعه موردی بهبهان). مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴(۴۹): ۸۳۰-۸۲۱.

۹. سلامتی، ن. باغانی، ج. و عباسی، ف. ۱۳۹۹. مقایسه حجم آب مصرفی و بهره‌وری آب گندم در روش‌های مختلف آبیاری درشهرستان بهبهان. علوم و مهندسی آبیاری. جلد ۴۳، شماره ۱، بهار ۹۹، ۴۲-۲۹.

۱۰. سیدان، س. م.، قدمی فیروز آبادی، ع. و دهقانی سانیج، ح. ۱۳۹۷. بررسی عوامل موثر بر ارتقا بهره‌وری آب محصولات زراعی در استان همدان . نشریه آبیاری و زهکشی ایران. شماره ۴(۱۲): ۷۵۵-۷۸۸.

۱۱. طاهری، م. رضاوردی نژاد، و. بهمنش، ج. عباسی، ف. و باغانی، ج. ۱۳۹۹. تحلیل مکانی شاخص بهره‌وری آب در قطب‌های تولید گندم کشور. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۲(۳۴): ۲۲۷-۲۱۷.

[1] Sources of inefficiencies

۱۲. غلامی، ز. ابراهیمیان، ح. و نوری، ح. ۱۳۹۵. بررسی بهره‌وری آب آبیاری در سیستم‌های آبیاری بارانی و سطحی:مطالعه موردی: دشت قزوین. علوم و مهندسی آبیاری. ۳۹(۳): ۱۴۶-۱۳۵.

۱۳. کشاورز. ع. ۱۳۹۶. تحلیلی بر منابع آب و چشم انداز کشاورزی کشور. دومین همایش ملی گیاهان دارویی دیم ایران. ۲۰ تیرماه ۱۳۹۶، دانشگاه ارومیه.

۱۴. محمدجانی، ا. ویزدانیان، ن. ۱۳۹۳. تحلیل وضعیت بحران آب در کشور و الزامات مدیریت آن. فصلنامه روند، سال بیست و یکم، شماره‌های ۶۵ و ۶ ، بهار و تابستان ۱۳۹۳، صفحات۱۴۴-۱۱۷.

۱۵. مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب .۱۳۹۶. خودکفایی در تولید گندم با کاهش سطح زیرکشت و افزایش بهره‌وری آب واردات ۳۷ میلیون مترمکعب آب مجازی به کشور. سایت ایرنا، ۲ اردیبهشت ۱۳۹۶.

۱۶. معاونت امور زراعت.۱۳۹۶. نامه شماره ۲۰۰۵۵/۷۰۰، مورخ ۹۶/۱۱/۷، معاون زراعت وزارت جهاد کشاورزی به رؤسای سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها.

۱۷. مهتدی، م. الباجی، م. و برومندنسب، س. ۱۳۹۶. بررسی بهره‌وری آب آبیاری برای محصول گندم در برخی از شبکه‌های آبیاری و زهکشی استان خوزستان. علوم و مهندسی آبیاری. ۴۰(۱/۱): ۲۴۸-۲۳۹.

۱۸. میرباقری، و. برادران نصیری، م. امامی، ج. و حسینی ثابت، س. م. ۱۳۹۵. تولید و تجارت محصولات اساسی بخش کشاورزی در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۸۰. معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی، دفتر مطالعات زیر بنایی (گروه کشاورزی)، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، کد موضوعی ۲۵۰، شماره مسلسل ۱۵۲۰۱، ۹۹ صفحه.

۱۹. نخجوانی مقدم، م. م. قهرمان، ب. و زارعی، ق. ۱۳۹۶. تحلیل بهره‌وری آب گندم در مدیریت‌های آبیاری در برخی از مناطق ایران. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۱(۱): ۵۷-۴۳.

۲۰. نی ریزی، س. و حلمی فخرود، ر. ۱۳۸۳. مقایسه کارایی مصرف آب در چند نقطه خراسان. مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته آبیاری و زهکشی ایران، تهران. صفحه های ۴۰۳-۳۹۱.

۲۱. یوسفی، ح. محمدی، ع. نوراللهی، ی. و ساداتی نژاد، س. ج. ۱۳۹۶. ارزیابی شاخص ردپای آب محصولات زراعی و باغی استان تهران. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۴(۶): ۸۵-۶۷.

۲۲. یوسفی‌فرد، ی. الهیاری، س. قربانی، م. و برومندنسب، س. ۱۳۹۶. بررسی میزان بهره‌وری آب در کشت گندم در استان لرستان. پنجمین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی و سومین کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۲۳-۱ اسفند. اهواز.

23. Bayat, M. A., and Babazadeh, H. 2014. Evaluation of water use productivity ondicators in the main agricultural products of Iran. Journal of Water Sciences Research. 6(1): 17-29.
24. Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., 2004. Water footprints of nations. In: Value of Water: Research Report Series no. 16. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
25. Fan, Y., Wang, C., and Z. Nan. 2014. Comparative evaluation of crop water use efficiency, economic analysis and net household profit simulation in arid Northwest China. Agricultural Water Management. 146: 335-345.
26. 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.
27. Foley, D. J. , Prasad S. Thenkabail , Itiya P. Aneece , Pardhasaradhi G. Teluguntla & Adam J. Oliphant. 2020. A meta-analysis of global crop water productivity of three leading world crops (wheat, corn, and rice) in the irrigated areas over three decades. International Journal of Digital Earth. (13)8: 939–975. https://doi.org/10.1080/17538947.2019.1651912.

28. Foley, D. J., Thenkabail, P.S., Aneece, I.P., Teluguntla, P.G., Oliphant, A.J. 2020. A meta-analysis of global crop water productivity of three leading world crops (wheat, corn, and rice) in the irrigated areas over three decades. International Journal of Digital Earth. 13(8): 939-975, DOI: 10.1080/17538947.2019.1651912.
29. Hussain, Intizar, Sakthivadivel, Ramasamy, Amarasinghe, Upali A., Mudasser, Muhammad, Molden, David J. 2003. "Land and water productivity of wheat in the Western Indo-Gangetic Plains of India and Pakistan: a comparative analysis," IWMI Research Reports 52972, International Water Management Institute.
30. Kahlown, M. A., Raoof, 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.
31. Kang, S., Zhang, L., Liang, Y. and H. Cai. 2002. Effects of limited irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat on the Loess Plateau of China. In: McVicar, soil assessment for managing sustainable agriculture in China and Australia. (Monograph T.R., Rui, L., Walker, J., Fitzpatrick, R.W., and Changming, L. (Eds) Regional water andno. 841 Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. pp 105–116.
32. Kaviani, A., Sohrabi, T. and Arassteh, P. 2011. Evapotranspiration and Water Productivity Estimation Using SEBAL Algorithm and Comparison with Lysimeter Data. Iranian Journal of lrrigation and drainage, 2(5): 165- 175.
33. Keshavarz A, Ashrafi S, Hydari N, Pouran M, Farzaneh. 2005. Water allocation and pricing in agriculture of Iran. In: Water conservation, reuse, and recycling: Proceeding of an Iranian American workshop, The National Academies Press: Washington, DC, 153-172.
34. Liu, J., Williams, J.R., Zehnder, A.J.B., Yang, H. 2007. GEPIC modeling wheat yield and crop water productivity with high resolution on a global scale. Agric. Syst. 94: 478–493.
35. 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.
36. Oweis, T. 1997. Supplemental irrigation: A highly efficient water-use practice ICARDA. Report, Aleppo, Syria, 16p.
37. Qureshi, A. S., Oweis, T., Karimi, P., and Porehemmat, J. 2009. Water Productivity of Irrigated Wheat and Maize in the Karkheh River Basin of Iran. Irrigation and Drainage. 59(3):264 – 276. (WP-68)
38. Sadras, V.O., Angus, J.F. 2006. Benchmarking water-use efficiency of rainfed wheat in dry environments. Aust. J. Agric. Res. 57, 847–856.
39. Singh, R., van Dam, J. C. and R. A. Feddes. 2006. Water productivity analysis of irrigated crops in Sirsa District, India. Agricultural Water Management, 82: 253-278.
40. Tavakoli, A. 2012. Determining the Water Productivity Components under Planting Single Irrigation Management for Rainfed Wheat Varieties. Journal of Water and Soil, 26(3): 690-699.
41. Van Dam, J. C. , R. Singh , J. J. E. Bessembinder , P. A. Leffelaar , W. G. M. Bastiaanssen , R. K. Jhorar , J. G. Kroes & P. Droogers. 2006. International Journal of Water Resources Development. Water Resources Development. 22(1): 115–133.
42. Zwart Sander. J. Wim, and G. M. Bastiaanssen. 2007. SEBAL for detecting spatial variation of water productivity and scope for improvement in eight irrigated wheat systems. Agricultural water management. 89: 287–296.
43. 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.
44. Zwart, S.J. Bastiaanssena, W.G.M, C.de, Molden, D.J. 2010. A global benchmark map of water productivity for rainfed and irrigated wheat. Agricultural Water Management. 1617–1627.

Wheat Water Productivity in Iran Compared with Data of Some Countries

N. Heydari[1]
Associate Professor, Agricultural Engineering Research Institute (AERI); Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
nrheydari@yahoo.com

Received: September 2021, and Accepted: March 2022

Abstract

Wheat is considered a strategic crop in the country and even in the world. It covers a large area under cultivation (approximately 50% of the country's cultivated lands).The main objective of this study was to review and analyze wheat WP in Iran and compare it with data of some other world countries. For this purpose, national and international scientific references were collected and reviewed, and the reported values for wheat WP (at the national, basin, and provincial scales) were arranged, calculated, and summarized, and necessary analyses and some conclusions were derived. According to the results, the range of wheat WP values in Iran and the world is very wide (0.25-2.2 and 0.3-3.9 kg/m^3, respectively), depending on the geographical areas, water and soil conditions, different irrigation systems, climate, etc. The country's wheat WP (on a national scale) is estimated at 0.87 kg/m^3, which is in the middle range compared to world. However, based on the reported wheat WP at the provincial level, the average wheat WP in the country is equal to 0.75 kg/m^3, which is again in the (lower) middle range in comparison with the global values. Comparison of WP mean value at provincial level (0.75 kg/m^3) with the average WP of 10 major wheat producing countries (0.93 kg/m^3), indicated that the country's wheat WP is about 25% lower than the average of these countries. Moreover, the Iranian national wheat WP and the global scale average of this index is about 0.93 and 1.1 kg/m^3, respectively. Therefore, the value of the country's wheat WP is not very low compared to the global average, and there is a relatively small gap (just 22%) with the global average. However, it is far from the values of the leading wheat producing countries (1.4 kg/m^3), such as most Western European countries, South Africa, and Egypt in the Middle East, with a relatively large distance (50% lower). In conclusion, the range of wheat's WP are very wide in different provinces and regions of the country, therefore there are many opportunities to increase it event up to twofold. This target could be achieved in the country in the medium term with the necessary investments and planning.

Keywords: Range of wheat water productivity, Wheat yield, Provincial water productivity

[1] - Corresponding author: Agricultural Engineering Research Institute (AERI); Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.