سال ششم، شماره ۳، ۱۳۹۸، صفحات ۳۱ تا ۴۰
نشریه آب و توسعه پایدار

2020, Vol.6, No.3, Pages 31 to 40
Journal of Water and Sustainable Development

نوع مقاله: مطالعه موردی/ کاربردی

Article Type: Case Study/ Applied

برآورد مصرف آب در محصولات زراعی- درآمدی بر حسابداری آب کشاورزی

سید علی‌اکبر عظیمی دزفولی

استادیار آینده‌پژوهی، موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی اقتصادکشاورزی و توسعه روستایی، وزارت جهادکشاورزی، تهران، ایران.

E-Mail: a.azimi@agri-peri.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۹/۱۰
تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۱۰

چکیده

حسابداری آب، رویکردی برای سازمان‌دهی اطلاعات حجم آب تأمین شده و مقایسه ارزش اقتصادی اجتماعی مصرف آب در هر یک از زیربخش‌ها می‌باشد. برآورد حجم آب موردنیاز تولید ملی محصولات کشاورزی در چارچوب حسابداری آب مبتنی بر محصول، قابل بررسی بوده و سؤال این است که سهم مصرف آب در تولید محصولات زراعی- راهبردی کشور چیست؟ با استفاده از بانک اطلاعات نیاز خالص آبیاری محصولات، آمار زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ وبا فرض راندمان کاربرد ۴۴/۷ درصد، مصرف آب محصولات زراعی آبی منتخب برآورد شد. نتایج نشان می‌دهد، حداکثر حجم آب مصرفی تولید این محصولات، ۷۸/۶ میلیارد مترمکعب است و بیشترین آب مصرفی به حجم ۱۶/۹ میلیارد مترمکعب، به تولید ملی گندم اختصاص داشته که ۱۸/۳ درصد از کل آب مصرفی محصولات زراعی آبی کشور را شامل می‌شود. با مقایسهٔ متوسط حسابی نیاز خالص آبی گندم با دیگر محصولات در ۶۲۰ دشت کشور، محصول گندم بعد از جو کمترین میزان نیاز خالص آبیاری (۳۵۶۲ متر مکعب در هکتار) را داشته، در نتیجه حجم مصرف آب تولید ملی گندم متأثر از گستردگی اراضی کشت گندم آبی در کشور (۲/۴ میلیون هکتار) است. بنا به اینکه با افزایش بهره‌وری آب، می‌توان حجم آب مصرفی تولید محصولات راهبردی را کاهش داد، به نظر می‌رسد مطلوبیت اجتماعی اقتصادی حجم آب مصرف شده جهت تولید محصولات راهبردی نسبت به هزینه‌های آن، ارجحیت داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: حسابداری آب، آب مجازی، محصولات راهبردی، نیاز خالص آبیاری، مصرف آب.

An Introduction to Agricultural Water Accounting by Estimating Crop Water Consumption

A.A. Azimi Dezfuli

Assistant Professor, Future Studies, Agricultural Planning, Economic and Rural Development Research Institute (APERDERI), Tehran, Iran.

E-Mail: a.azimi@agri-peri.ac.ir

Received: 01-12-2019
Accepted: 29-02-2020

Abstract

"Water accounting" is an approach to organise the information on water supply and analyse its socio-economic values in different sectors of the country. The estimation of the volume of water required for the national agricultural productions in the framework of product-based water accounting can be investigated. The key question is: *what is the share of water consumption for the production of main crops in the country?* In this study, using the net crop water requirement database of 2014-2015, and assuming an irrigation application efficiency of 44.7%, the water consumption of the selected crops in the country was estimated. Results show the maximum volume of water consumption by main crops is 78.6 billion m3, where 16.9 m3 is allocated to wheat production including 18.3% of the total water consumption for crops in the country. Comparing the net water consumption of wheat with other crops over 620 plains indicates that wheat, after barley, has the lowest net water consumption equal to 3562 m3/ha. Therefore, the volume of water consumption for wheat production is mainly affected by the cultivation area of irrigated wheat in the country (2.4 million hectares). Improving water productivity reduces the volume of water consumption in main crop production. The socio-economic values of main crop production could take precedence over its costs.

Keywords: Water accounting, Virtual water, Strategic products, Net irrigation requirement, Water consumption.

DOI: 10.22067/jwsd.v6i3.84407

مقدمه

نظریه‌پردازانی چون Mellor و Johnston به مواردی از نقش کشاورزی در رشد و توسعه اقتصادی کشورها به‌عنوان یک نیروی محرکه مهم و تأثیرگذار تأکید کرده‌اند: ۱- عرضهٔ غذا برای مصرف داخلی، ۲- عرضهٔ مواد اولیه برای واحدهای صنعتی ۳- صادرات محصولات کشاورزی و درآمد ارزی (عبادی و سعیدنیا، ۱۳۸۸). یکی از امتدادهای مهم بحث از اینجا باز می‌شود که به‌طور متوسط هر انسان روزانه ۴-۲ لیتر آب می‌نوشد، ولی ۵۰۰۰-۲۰۰۰ لیتر آب مجازیِ لحاظ شده در تولید غذا را به‌عنوان خوراک مصرف می‌کند. این واقعیت حکایت از سهم تولید غذا از منابع آب جهانی دارد (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۳).

در این حال حسابداری آب[1] و برآورد منابع و مصارف آب در بخش‌های گوناگون اقتصادی به‌ویژه در کشورهایی که در وضعیت تنش آبی[2] هستند؛ اهمیت می‌یابد. در این شرایط وجود دو گروه اطلاعات، حیاتی است: اطلاعات منابع آب و اطلاعات مصارف آب. در این خصوص یکی از راه‌های دست‌یابی به اطلاعات برداشت آب برای بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعتی، مراجعه به بانک‌های اطلاعاتی جهانی مانند فائو است. در جدول (۱) حجم آب برداشت شده برای بخش کشاورزی ایران (FAO-AQUASTAT، ۲۰۰۴)، ۸۶ میلیاردمترمکعب و سهم آن از کل آب برداشت شده، ۹۲ درصد برآورد شده است. در همین حال علی‌رغم اینکه آمار وزارت نیرو برای سهم بخش کشاورزی قریب به همین عدد برآورد گردیده؛ حجم آب مصرف‌شدهٔ بخش کشاورزی ارائه شده از سوی وزارت جهاد کشاورزی، ۷۲ میلیارد مترمکعب هست (عظیمی، ۱۳۹۶- الف).

جدول ۱- روند برداشت منابع آب تجدیدپذیر برای بخش‌های اصلی ایران طی سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۹۳

	۱۹۹۷-۱۹۹۳	۲۰۰۲-۱۹۹۸	۲۰۰۷-۲۰۰۳
برداشت آب کشاورزی*	۷۶	۸۳/۷۵۱	۸۶
برداشت آب صنعتی*	۱	۱/۰۲۵	۱/۱
برداشت آب شرب*	۶	۴/۹۲۵	۶/۲
برداشت کل آب*	۸۳	۸۹/۷	۹۳/۳
درصد برداشت آب کشاورزی	۹۱/۵۷	۹۳/۳۷	۹۲/۱۸
درصد برداشت آب صنعتی	۱/۲۰۵	۱/۱۴۳	۱/۱۷۹
درصد برداشت آب شرب	۷/۲۲۹	۵/۴۹۱	۶/۶۴۵

* برحسب میلیاردمترمکعب در سال

از سوی دیگر بنا به آخرین آمار رسمی سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ (وزارت جهادکشاورزی، ۱۳۹۶)، از ۱۴/۰۷ میلیون هکتار اراضی کشاورزی، ۲/۳ میلیون هکتار آن به باغ‌های کشور و ۱۱/۷۷ میلیون هکتار آن به محصولات زراعی تعلق داشته است. از ۱۱/۷۷ میلیون هکتار کشت زراعی هم ۵۱/۹۳ درصد آبی (۶/۱ میلیون هکتار) و ۴۸/۰۷ درصد دیم (۵/۶۶ میلیون هکتار) است. در این حال از مجموع سطوح زیر کشت زراعی، ۸۳ میلیون تن محصول تولیدشده، که ۸۹/۶ درصد آن از اراضی آبی (۷۴/۴ میلیون تن) و ۱۰/۴ درصد از اراضی دیم (۸/۶ میلیون تن) به‌دست‌آمده است که این آمار نشان‌دهنده سهم منابع آب تجدیدپذیر در تولید زراعی کشور است.

با توجه به جایگاه سطح و میزان تولید زراعی آبی در بخش کشاورزی و همچنین مصرف منابع آب تجدیدپذیر و با توجه به سرانهٔ منابع آب تجدیدپذیر (۱۷۳۲ مترمکعب به ازای هر نفر) (FAO-AQUASTAT، ۲۰۰۴)، غلبه بر چالش کمبود آب کشور که نزدیک وضعیت تنش آبی قرار دارد و از سویی بنا به دلایل اقتصادی و اجتماعی (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۷)؛ درصدد حفظ امنیت غذایی از طریق ارتقای توان تولید محصولات راهبردی است (مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، ۱۳۹۵)، در این شرایط سؤال اصلی این مطالعه این است که سهم مصرف آب در تولید محصولات زراعی عمدهٔ کشور چیست؟

پیشینه پژوهش

Karen و Virginie (۲۰۱۲) برای برآورد فشار بر منابع آب ناشی از تولید محصولات کشاورزی کشورهای مختلف، از مجموعه اطلاعات AQUASTAT و جداول نیاز آبیاری محصولات زراعی استفاده کردند. در مستندات علمی داخلی به صورت مشخص به برآورد مصرف آب در تولید ملی محصولات کشاورزی پرداخته نشده است. روحانی و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی واردات آب مجازی برخی محصولات غذایی پرداخته‌اند، اما پاسخ لازم به مسئله پژوهش را نمی‌دهند. سهراب و همکاران (۱۳۸۸) متوسط کارایی مصرف آب محصولات کشاورزی (ازجمله گندم کشور برابر ۰/۶) را برآورد نموده‌اند. عزیزی ذهان و همکاران (۱۳۹۳) متوسط وزنی ۱۵ ساله عملکرد گندم در اراضی آبی، دیم و ترکیب آن را به ترتیب ۳/۴، ۰/۹۶ و ۱/۹ تن در هکتار برآورد کرده و گزارش نموده‌اند که متوسط عملکرد گندم کشور ۴۰-۳۰ درصد کمتر از متوسط دنیا است و این میزان متأثر از شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک کشور (به‌خصوص در زراعت دیم) و عوامل فنی و مدیریتی تولید است. میرچولی و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از اطلاعات سطح زیرکشت، تولید، عملکرد و نیاز آبیاری محصولات گندم و جو؛ به بررسی واردات آن‌ها طی سال‌های ۸۰-۱۳۷۵ و نهایتاً به برآورد آب مجازی حاصل از واردات این محصولات در این سال‌ها پرداخته‌اند. نتایج حاکی است بر اساس واردات محصولات گندم طی سال‌های مزبور، سالانه به‌طور متوسط مقدار ۱۲۹۰۶ میلیون مترمکعب شامل ۷۰۵۴ میلیون مترمکعب آب آبی و ۵۸۵۱ میلیون مترمکعب

آب سبز، وارد شده است. این مطالعه به برآورد آب موردنیاز برای تولید محصول در داخل نپرداخته است. زارعی و جعفری (۱۳۹۴) با استناد به مطالعات داخلی و خارجی، به محاسبه شاخص‌های آبی محصولات کشاورزی کشور پرداخته‌اند که در میان شاخص‌های محاسبه‌شده، محاسبه آب مجازی برای صادرات و واردات محصولات اصلی بر اساس نیاز آبیاری خالص گیاهی، وجود دارد. در پژوهش مزبور بر اساس محاسبهٔ تقریبی نیاز آبیاری محصولات و در سطح شهرستان، به برآورد آب مجازی صادرات و واردات محصولات پرداخته‌اند. در این مطالعات به صورت حاشیه‌ای به کارایی مصرف آب پرداخته شده، اما آب مصرفی تولید ملی کشاورزی برآورد نشده است. دانشی و همکاران (۱۳۹۴) در قالب ابزار سیاستی «پرداخت بهای خدمات اکوسیستمی»[۳]، به ارزیابی فنی و اقتصادی کشت محصولات در زیرحوضه سیمینه‌رود پرداختند. برای این منظور، پس از استخراج نقشه کاربری اراضی و شناسایی عرصه‌های مورد نظر، اقدام به جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی برنامه «پرداخت بهای خدمات اکوسیستمی» با استفاده از تکنیک تلفیقی مصاحبه-پرسشنامه شده است. نتایج درباره دیدگاه کشاورزان نسبت به تغییر الگوی کشت در خصوص سه نوع گونه روغنی کلزا، سویا و گلرنگ جهت تصحیح مدیریت منابع آبی در حوضه آبریز سیمینه رود حاکی است که فقط پیشنهاد تغییر الگوی کشت برای استفاده از گونه‌ای گلرنگ از توجیه اقتصادی و فنی لازم برخوردار است. در این مطالعه حجم آب مصرفی سه گونهٔ روغنی، هزینه تولید و امکان جابجایی کشت آن‌ها با دیگر محصولات در سطح یک حوضه آبریز موردتوجه قرارگرفته و بحثی از برآورد مصرف آب در سطح ملی ندارند، ضمن اینکه بررسی میزان واردات آب مجازی گندم و آب مجازی بکار رفته در تولید داخلی گندم برای دورهٔ ۹۳-۱۳۸۰ انجام شده است. عزیزی ذهان و همکاران (۱۳۹۳) نیاز خالص آبیاری گندم کشور را ۱۰ میلیون مترمکعب برآورد نموده‌اند. نجفی علمدارلو و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از برآورد ملی نیاز خالص آبیاری گندم به بررسی میزان واردات آب مجازی گندم و آب مجازی بکار رفته در تولید داخلی گندم در دوره ۹۳ – ۱۳۸۰ پرداخته‌اند؛ که برخی نتایج نشان از کاهش دقت در برآورد آب مصرفی در تولید گندم دارد. به‌طور نمونه نیاز خالص آبیاری گندم در استان چهارمحال بختیاری ۵۰۹۵ متر مکعب در هکتار ذکر شده درحالی‌که بنا به اطلاعات NETWAT و به لحاظ جغرافیایی، کشت گندم در این استان مستعد چنین نیاز آبیاری نیست. در برنامه‌های اجرایی دولتی نیز اشاراتی به برآورد مصرف آب در تولید ملی محصولات کشاورزی شده، اما بنا به مشخص نبودن جزییات روش محاسبهٔ آن‌ها، درک مختلفی از آن‌ها می توان داشت. به‌طور مثال در گزارش معاونت آب و خاک (۱۳۹۴) میزان کل آب مصرفی جهت تولید گندم ۱۱۷۷۰ میلیون مترمکعب گزارش شده است؛ درحالی‌که در این گزارش به روش محاسبه، اشاره نشده است.

در مجموع با توجه به مستندات موجود، برآوردی مبتنی بر یک فرآیند قابل ارزیابی در مصرف آب تولید ملی محصولات کشاورزی یافت نشد. در این حال نوآوری این پژوهش نسبت به مطالعات قبلی در ارائه پاسخی روش‌مند مبتنی بر اطلاعات نیاز خالص آبیاری محصولات زراعی آبی در دشت‌های کشور از بانک اطلاعاتی NETWAT هست.

مبانی نظری

حسابداری آب، یعنی سازمان‌دهی اطلاعات مربوط به کمیت و کیفیت جریان آب (از سرآب تا پایاب) در محیط‌ها و موقعیت‌های بهره‌برداری از منابع آب، همراه با توجه به اطلاعات اقتصادی تأمین و مصرف آب. حسابداری آب شامل ارزیابی جامعی از منابع آب، زیرساخت‌های تأمین آب، استفاده‌کنندگان از آب و نحوه پاسخگویی به نیازهای اجتماعی است. در این زمینه «حسابرسی آب»[۴] به‌عنوان رویکردی فراتر از حسابداری آب، عرضه و تقاضای آب را در زمینهٔ وسیع‌تری از حکمروایی، نهادسازی، امور مالی، دسترسی و توجه به عدم قطعیت‌ها، مورد توجه قرار می‌گیرد.

حسابداری آب در سطح ملی شامل انواع فعالیت‌ها و اقداماتی است که می‌باید با درک روشنی از چرخه آب، در سطوح مختلف از مزرعه، حوضه آبریز، و فراتر از آن، در جهت ارزیابی حجم عرضه، تقاضا، بازیافت و کیفیت آب موردتوجه قرار گیرند. اما سیاست‌های مقابله با کم‌آبی، علاوه بر حسابداری آب، نیاز به درک درستی از ویژگی‌های نهادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی مدیریت آب دارد. درحالی‌که اصطلاح حسابداری آب به مطالعه سامان‌مند وضعیت فعلی و روند آینده در عرضه و تقاضای آب در یک دامنه مکانی مشخص اشاره دارد، حسابرسی آب، این بررسی را در چارچوب گسترده‌تری از مؤسسات، امور مالی و به‌طورکلی اقتصاد سیاسی، قرار می‌دهد. نمونه‌هایی از روش‌های حسابداری آب عبارت‌اند از : نظارت مشارکتی آب‌های زیرزمینی[۵]، حسابداری آب مبتنی بر سنجش‌ازدور[۶]، سیستم حسابداری زیست‌محیطی و اقتصادی آب[۷]، روش منحنی هزینه آب[۸]، حسابداری آب در کسب‌وکارهای صنعتی[۹] و حسابداری آب مبتنی بر محصول[۱۰]. حسابداری آب بخشی از یک برنامه مدیریت تطبیقی بلندمدت باهدف حفظ سطح قابل‌قبول مدیریت آب است. انتخاب نوع حسابداری آب بستگی به مقیاس جغرافیایی و افق زمانی مسائل مبتلابه دارد. برای برخی از اهداف، تعادل ملی آب نیاز است؛ در جای دیگر به‌منظور تمرکز روی حوضه رودخانه مناسب‌تر است. تجربه نشان داده که بهتر است حسابداری آب

طی چند مرحله از حالت‌های ساده‌تر شروع و بنا به اقتضای شفاف شدن فضای محیط عمل و کسب اطلاعات، در گام‌های بعدی مفصل‌تر شده و بنا به نیازها تکمیل شوند (FAO، ۲۰۱۲).

برداشت آب[11]: به حجم آبی گفته می‌شود که برای رفع نیازهای انسانی از منبعی برداشت و به‌کاربرده می‌شود. بخشی از آن ممکن است با تغییراتی در کمیت و کیفیت به منبع اولیه بازگردد و در پایین‌دست، مجدداً به‌کاربرده شود.

مصرف آب[12]: مقدار آبی که بعد از برداشت از یک منبع و به دلایلی مانند تبخیر و تعرق، ورود به سفره‌های شور یا آلوده، تناسب خود را برای کاربرد مجدد در همان حوضه از دست می‌دهد (ترجمهٔ دهقان و همکاران، ۱۳۸۴).

تولید پتانسیل[13]: تولید پتانسیل یک محصول (وزن تولیدشده)، درواقع پتانسیل تولید ژنتیکی آن تحت شرایط داده‌های اقلیمی نظیر تابش خورشیدی و درجه حرارت هست که برای هر محصول، قابل‌محاسبه است. این میزان تولید، از خصوصیت‌های خاک، آب، مدیریت و آفات و بیماری‌ها تأثیرپذیر نیست (عزیزی ذهان و همکاران، ۱۳۹۳).

نیاز خالص (پتانسیل) آبیاری گیاه[14]: نیاز خالص آبیاری گیاهی مقدار آبی است که باید به یك پوشش گیاهی داده شود تا در طول دوره رویش به مصرف رسانده و بدون آنکه با تنش آبی مواجه شود، رشد خود را تکمیل نموده و حداکثر مقدار محصول ممکن را تولید کند. در این حال ممکن است بخشی از نیازهای آبیاری گیاه از طریق بارش‌های مؤثر تأمین شود و همین‌طور علاوه بر تأمین تبخیر-تعرق باید مقداری از آب اضافی نیز به زمین وارد شود تا نمک‌های اضافی از منطقهٔ توسعه ریشه‌ها شسته شود که از فرمول ETc-Pe+L محاسبه می‌گردد و در آن: ETc، تبخیر-تعرق گیاه موردنظر (گندم، جو، ...) در یك دوره زمانی مشخص؛ Kc، ضریب گیاهی (گندم، جو، ...) همان مرحله یا دوره زمانی از رشد گیاه، L، نیاز آبشویی؛ ET_0، تبخیرتعرق پتانسیل (مرجع) در همان دوره زمانی موردنظر و یا حداکثر مقدار آبی است که اگر بدون محدودیت وجود داشته باشد، می‌تواند توسط سطوح خاك و گیاه تبخیر شود.

نیاز ناخالص آبیاری گیاه: با توجه به نیاز خالص آبیاری گیاه، به مقدار آبی گفته می‌شود که متناسب با راندمان آبیاری به عرصهٔ تولید منتقل و به گیاه عرضه می‌شود (کمالی و علیزاده،۱۳۸۶) : I=(ETc-Pe+L)/E.

راندمان کاربرد آبیاری[15]: هنگامی‌که ارزیابی راندمان یک نوبت آبیاری (توسط سامانه‌های آبیاری) موردنظر باشد، مفهوم راندمان کاربرد آبیاری یا راندمان کاربرد مزرعه، درصدی از آب آبیاری تحویل‌شده به قطعه زراعی است که توسط گیاه مصرف شده باشد (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴).

محصول راهبردی: محصول راهبردی محصولی است که مستقیماً در امنیت غذایی نقش داشته و به این واسطه ضرورتاً باید در داخل کشور تولید شوند (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۹). در اسناد، برنامه‌ها، سیاست‌ها و قوانین گذشته تاکنون، محصولات متفاوتی به‌عنوان محصولات راهبردی موردتوجه قرار داشته‌اند. اما در این مطالعه، محصولات راهبردی به گروهی از محصولات اطلاق می‌شود که هم در اسناد مزبور مورد تأکید قرار داشته و هم اطلاعات نیاز آبی آن‌ها در بانک اطلاعاتی NETWAT قابل‌دسترس باشد، این محصولات عبارت‌اند از: گندم، برنج، جو، یونجه، شبدر، ذرت علوفه‌ای، اسپرس، پیاز، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، ذرت دانه‌ای، عدس، لوبیا، نخود، چغندرقند، آفتابگردان، پنبه (عظیمی، ۱۳۹۶- الف).

آب مجازی کشاورزی[16]: آب مجازی کشاورزی مقدار آبی است که صرف تولید کالا و یا فرآوردهٔ کشاورزی می‌شود و مقدار آن معادل کل آب مصرفی در مراحل مختلف زنجیره تولید از لحظه شروع تا پایان است. صفت مجازی بدان معناست که بخش عمدهٔ آب مصرف‌شده طی فرآیند تولید، در محصول نهایی وجود فیزیکی ندارد. شرایط اقلیمی، مکان تولید، مدیریت و برنامه‌ریزی و سطح فناوری به‌کاررفته، در حجم آب مجازی نهفته در کالا مؤثر است و مقدار آن برای یک کالا در مناطق مختلف جهان، متفاوت است (زارعی و جعفری، ۱۳۹۴). آب مجازی صرفاً به ظرفیت‌های تبادل کالا و آب بین کشورها اختصاص نداشته و می‌تواند در جهت ارزیابی و انتقال حجم آب تولید محصولات کشاورزی بین مناطق و استان‌های کشور هم موردتوجه قرارگیرد (Chen و همکاران، ۲۰۱۷).

مواد و روش پژوهش

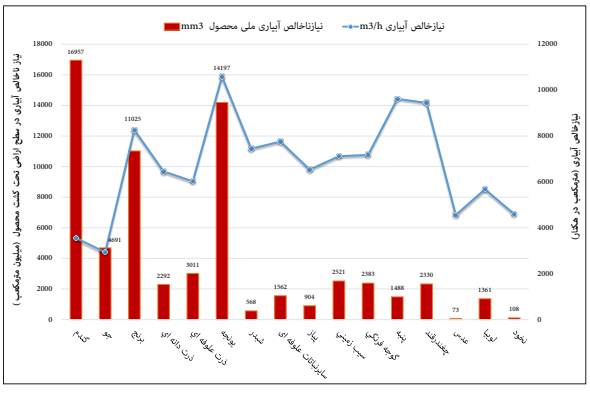
درحالی‌که برآورد مصرف آبیاری در تولید ملی محصولات کشاورزی متأثر از سطح زیر کشت آبی، نیاز خالص آبیاری و راندمان آبیاری است، اطلاعات سطح زیر کشت و میزان تولید محصولات: گندم، برنج، جو، یونجه، شبدر، ذرت علوفه‌ای، اسپرس، پیاز، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، ذرت دانه‌ای، عدس، لوبیا، نخود، چغندرقند، آفتابگردان و پنبه از آمارنامه کشاورزی ۹۵-۱۳۹۴، متوسط حسابی نیاز آبیاری خالص محصولات در دشت‌های کشور از بانک اطلاعاتی NETWAT (کمالی و علیزاده، ۱۳۸۶) مورداستفاده قرارگرفته است. میانگین وزنی راندمان کاربرد مزارع بر اساس راندمان غرقابی ۴۱ درصد، راندمان بارانی ۵۲ درصد و راندمان قطره‌ای ۷۳ درصد مدنظر قرارگرفته شده درحالی‌که حدود ۸۲ درصد اراضی از آبیاری سنتی، ۱۰ درصد از آبیاری تحت‌فشار و ۸ درصد از آبیاری قطره‌ای استفاده می‌کنند (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۶، الف). سپس اقدام به برآورد نیاز ناخالص آبیاری محصولات (آب مجازی تولید) شد.

نتایج

یکی از نتایج این مطالعه تلفیق اطلاعات مکانی و اطلاعات توصیفی نیاز خالص آبیاری محصولات زراعی بوده است که برای تمامی محصولات زراعی منتخب به تفکیک استخراج شده‌اند. بر اساس آمار زراعی سال ۹۵-۱۳۹۴، سطح زیر کشت آبی محصولات راهبردی منتخب ۵/۲ میلیون هکتار و ۸۵ درصد اراضی زراعی آبی بوده و میزان تولید آن‌ها ۷۴ درصد از محصولات زراعی کشور (۵۴/۹ میلیون تن) را شامل شده است. با فرض متوسط راندمان کاربرد ۴۴/۷ درصد در اراضی زراعی مربوطه و با فرض نیاز آبیاری خالص این محصولات (جدول ۲)، برآورد نیاز آبیاری ناخالص این گروه از محصولات، حجمی بالغ بر ۷۸/۶ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود که نسبت به حجم آب موردنیاز تولید کل محصولات زراعی آبی در سال زراعی ۵۹-۱۳۹۴ بالغ بر ۸۵/۳ درصد است. بنا به نتایج مطالعه، گندم آبی با سطح زیر کشت ۲/۴ میلیون هکتار، بیشترین سطح زیرکشت و بیشترین میزان تولید (۸/۸ میلیون تن) و بعد از محصول جو کمترین نیاز خالص آبیاری را داشته است. بر اساس مفروضات و اطلاعات در دسترس نسبت «آب مجازی تولید ملی گندم» برابر است با ۱۶/۹ میلیارد مترمکعب که نسبت به آب مجازی مورداستفاده در تولید آبی محصولات زراعی منتخب، ۲۱ درصد و نسبت به‌کل محصولات زراعی آبی کشور در سال ۹۵-۱۳۹۴، ۱۸/۳ درصد بوده است.

نتایج نشان می‌دهد که متوسط نیاز خالص آبی گندم (۶۲۰ دشت کشور) نسبت به سایر محصولات زراعی کمتر است، ولی بنا به گستردگی اراضی کشت گندم آبی در کشور، میزان مصرف آبیاری گندم، بیش از سایر محصولات زراعی آبی است.

بنا به نتایج مطالعه (جدول ۲ و شکل ۱) بعد از گندم، به ترتیب محصول یونجه با سطح زیرکشت ۰/۵۹۹ میلیون هکتار و تولید ۵/۸۹ میلیون تن و نیاز ناخالص آبیاری ۱۴/۲ میلیارد مترمکعب و سپس برنج با سطح زیرکشت ۰/۵۹۶ میلیون هکتار و تولید ۲/۹۲ میلیون تن و نیاز ناخالص آبیاری ۱۱میلیارد مترمکعب در رتبه‌های بعدی قراردادند.



شکل ۱- مقایسه نیاز خالص آبیاری و میزان آب ناخالص آبیاری محصولات زراعی منتخب ۹۵-۱۳۹۴

جدول ۲- اطلاعات تولید و آبیاری محصولات راهبردی زراعی کشور در سال زراعی۹۲-۱۳۹۱

محصول	سطح زیر کشت آبی (هکتار)	تولید آبی (هزار تن)	نیاز خالص آبیاری (مترمکعب)	مصرف ناخالص آبیاری (میلیون مترمکعب)
ذرت دانه‌ای	۱۵۸۵۳۴	۱۱۷۰/۶	۶۴۶۲	۲۲۹۱/۸
چغندرقند	۱۱۰۲۰۴	۵۹۶۵/۶	۹۴،۵۱	۲۳۳۰/۱
گوجه‌فرنگی	۱۴۸۲۶۶	۵۸۷/۴	۷۱۸۳	۲۳۸۲/۵
سیب‌زمینی	۱۵۸۱۶۰	۴۹۸۴/۵	۷۱۲۴	۲۵۲۰/۷
ذرت علوفه‌ای	۲۲۳۳۲۹	۱۱۲۷۶/۹	۶۰۲۷	۳۰۱۱/۲
جو	۷۱۴۴۵۹	۲۳۵۵/۲	۲۹۳۵	۴۶۹۱/۱
برنج	۵۹۶۰۳۵	۲۹۲۱	۸۲۶۸	۱۱۰۲۴/۶
یونجه	۵۹۹۰۶۰	۵۸۹۳/۷	۱۰۵۹۳	۱۴۱۹۶/۵
گندم	۲۱۲۷۹۹۰	۸۸۴۳/۲	۳۵۶۲	۱۶۹۵۷/۳
کل محصولات زراعی منتخب	۵۲۱۵۵۹۹	۵۴۸۸۷۸۸۶	۶۷۴۰	۷۸۶۴۰/۹
کل محصولات زراعی آبی	۶۱۱۰۱۷۱	۷۴۳۸۷/۵	۶۷۴۰	۹۲۱۲۹/۳

بحث

الف: ارزش افزوده این مطالعه در مقایسه با مطالعات پیشین، به‌کارگیری برآورد روش‌مندی است که بر اساس اطلاعات رسمی NETWAT در محیط GIS برای دیگر محصولات زراعی راهبردی عمل شده است. این اطلاعات زمینه حسابداری آب مبتنی بر محصول را همراه با ابزار تحلیل مکانی دشت‌ها و دیگر اطلاعات، ازجمله نقشهٔ وضعیت آبی دشت‌ها فراهم می‌آورد.

ب: برآورد نیاز ناخالص آبیاری محصولات زراعی در این مطالعه، بر اساس متوسط حسابی نیاز خالص آبیاری دشت‌های کشور انجام‌شده است که در مقایسه با روش میانگین وزنی دشت‌ها با بیش برآوردی مواجه می‌شود. به‌طور نمونه برآورد نیاز ناخالص آبیاری گندم در این مطالعه ۳۵۶۲ مترمکعب در هکتار محاسبه‌شده درحالی‌که در مطالعهٔ عظیمی و همکاران (۱۳۹۶، الف) برآورد نیاز ناخالص آبیاری بر اساس میانگین وزنی دشت‌های کشور، برابر با ۲۹۰۷ مترمکعب در هکتار برآورد گردید. درواقع این بیش‌برآوردی به دلیل کاهش دقت برآورد به روش متوسط حسابی است. عدم به‌کارگیری روش میانگین وزنی در این مطالعه به دلیل پیچیده‌تر شدن فرآیند محاسبات و محدودیت‌های زمانی و اجرایی بوده است. گرچه برآوردهای به‌دست‌آمده در این مطالعه با مصارف واقعی در مزارع کشور فاصله بیشتری دارند؛ اما به‌عنوان معیاری کمّی می‌تواند مبنای اولیه را برای شفاف‌سازی و حسابداری آب تولید زراعی و سیاست‌گذاری تنظیم الگوی کشت متناسب با شرایط آبی مناطق، در اختیار قرار دهد.

پ: با توجه به نتایج مطالعهٔ عظیمی و همکاران (۱۳۹۶، الف) به نظر نمی‌رسد که پراکنش دشت‌های بحرانی کشور تناظر معناداری با اراضی عمدهٔ تولید گندم آبی داشته باشندو بنا به: ۱- پراکندگی کانون‌های تولیدی گندم در اقلیم‌های گرم، خشک، خنک، معتدل تا مرطوب، ۲- بهره‌گیری کانون‌های تولیدی گندم از منابع آب متعددی چون منابع زیرزمینی، سطحی و یا بارندگی در ماه‌های سرد سال، ۳- بر اساس میزان نیاز آبی نسبتاً کم گندم؛ فرض همبستگی بحرانی شدن منابع آب زیرزمینی باسیاست خودکفایی گندم ملی محل تأمل جدی بوده و نیازمند بررسی‌های بیشتر خواهد بود. با توجه به یافته‌های مطالعه، انتقال کشت گندم به دیگر محصولات زراعی، لزوماً منجر به کاهش مصرف آب نخواهد شد، در نتیجه کشت محصولات راهبردی کم‌آب‌بری مانند گندم بهترین گزینه کشت برای سازگاری با شرایط کم‌آبی حتی در مناطق بحرانی کشور هستند، ۵- انتقال الگوی مکانی و زمانی (از فصل تابستان به بهار و پاییز) درکشت محصولات آب‌بری چون یونجه و چغندر می‌تواند در کاهش مصرف آب کشاورزی ملی بکاهد.

ت: علاوه بر هزینه - فایده اقتصادی، هر یک از محصولات راهبردی باید با توجه به دیگر معیارهای اجتماعی و زیست‌محیطی، در سیاست‌گذاری‌های کلان و جامع مدنظر قرارگیرند. علی‌رغم اینکه در میان محصولات منتخب، گندم دارای بیشترین مصرف آب (حدود ۱۷ میلیارد مترمکعب) برآورد شده است، اما با توجه برآورد حجم آب مصرفی برای تولید ملی گندم باید دید در قبال این حجم مصرف آب چه فوایدی نصیب کشور می‌شود تا پس از آن بتوان درباره گزینه‌های مختلفی، چون واردات آب مجازی گندم و یا انتقال آب مجازی آن بین دشت‌های کشور و یا ارتقای بهره‌وری، بهتر تصمیم گرفت.

عظیمی و همکاران (۱۳۹۷) با مرور منابع متعدد داخلی و خارجی درباره ادله گوناگونی که می‌تواند مؤید تولید داخلی گندم باشد، به بحث پرداخته‌اند که این رویکرد، می‌تواند در مطالعات بعدی به صورت مجزا برای کلیه محصولات راهبردی در مطالعات آینده مورد توجه قرارگیرد. این موارد عبارت‌اند از: ۱- جایگاه محصول در سبد غذایی جامعه جهانی و ایران؛ ۲- دلایل ناظر بر انطباق تولید محصول با زیست‌بوم کشور؛ ۳- دلایل ناظر بر صیانت از امنیت ملی در قبال وقوع تحریم غذای اصلی جامعه؛ ۴- تنگناهای بازار جهانی غذا در خصوص هرکدام از محصولات؛ ۵- ثبات و عدم ثبات قیمت جهانی محصولات؛ ۶- نقش مثبت تولید داخلی محصولات در متغیرهای کلان اقتصاد ملی ازجمله: تولید ناخالص داخلی، اشتغال، تورم، مخارج دولت، تراز بازرگانی (واردات – صادرات)، میزان مصرف خصوصی، سرمایه‌گذاری و پس‌انداز، در رشد صنایع داخلی.

بحث دربارهٔ هزینه آب در تولید محصولات راهبردی، مقوله مهمی است که می‌باید مورد توجه قرارگیرد. برآورد هزینه آب برای تولید محصولات آبی موضوعی است که باید در سطح ملی محاسبه شود. در این مطالعه بنا به در دسترس بودن اطلاعات ارزش اقتصادی آب در محصول گندم، با فرض اینکه ارزش اقتصادی آب در دیگر محصولات زراعی منتخب، به اندازه گندم باشد، از مطالعات موجود استفاده شده است. منابع علمی موجود ارقام متفاوتی را ارائه کرده‌اند. قادر دشتی و همکاران (۱۳۸۹) قیمت آب در تولید گندم را از دید متقاضیان در شهرستان دامغان، را ۴۰۲ ریال برآورد نمودند. گلزاری و همکاران (۱۳۹۵) ارزش اقتصادی آب در مزارع گندم شهرستان گرگان در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ را معادل ۱۵۶۴/۵ ریال به ازای هر مترمکعب برآورد کردند. خواجه روشنایی و همکاران (۱۳۸۹) ارزش اقتصادی آب محصول گندم در مشهد را ۱۸۷۰ ریال برآورد نمودند. طبیعی است ارزش آب بنا به شرایط مناطق و در روند زمان تغییر می‌یابد. اگر ارزش آب را به‌طور متوسط به ازای هر مترمکعب، ۱۵۰۰ ریال در نظر بگیریم، برآورد هزینهٔ آب تولید محصولات راهبردی در قبال مصرف

حداکثر ۷۸ میلیارد مترمکعب آب، حداکثر به ۱۱۷۰۰۰ میلیارد ریال خواهد رسید. یعنی با فرض عدم کشت این محصولات در داخل و واردات آب مجازی از خارج کشور، از حجم آب مصرف‌شده، کاسته می‌شود و یا در صورت دریافت هزینه آب به‌اندازهٔ فوق، ارزش اقتصادی نصیب دولت خواهد شد. از سویی فقط با تحقق فرض عدم کشت گندم که منجر به بیکار شدن حداقل ۱۳۳۰ هزار نفر گندم‌کار خواهد شد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۳)، اگر اختلاف هزینهٔ ایجاد اشتغال در واحدهای صنعتی با کشاورزی به‌طور متوسط ۵ میلیارد ریال[۱۸،۱۷] در نظر گرفته شود و بخواهیم فقط تعداد شاغلین گندمکار را به مشاغل صنعتی انتقال دهیم، نیازمند صرف هزینه‌ای قریب به ۶۶۵۰۰۰۰ میلیارد ریال خواهیم بود که این رقم جدا از آثار پیچیدهٔ اجتماعی آن، بسیار هنگفت خواهد بود.

دیدگاه مخالف افزایش صرف قیمت آب: برخی دیگر از کارشناسان معتقدند صرف افزایش ارزش اقتصادی آب کشاورزی، نمی‌تواند راه‌گشای چالش مصرف نادرست آب در حوزهٔ کشاورزی باشد. صبوحی و توانا (۱۳۸٦) در تحقیق خود پیشنهاد کردند که با کم‌کردن دبی آب چاه‌های آبیاری از طریق ایجاد محدودیت در مجوز احداث، به‌خصوص چاه‌های با دبی زیاد، آثار جانبی منفی برداشت بیش‌ازحد از منابع آب زیرزمینی، کاهش یابد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که با افزایش قیمت آب نمی‌توان به هدف کاهش مصرف آب دست‌یافت و هزینهٔ استحصال آب، تأثیر چندانی بر بازده خالص مزرعه و دسترسی اقتصادی به منابع آب زیرزمینی ندارد. هیچ‌یک از ابزارهای اقتصادی در مدیریت بهره‌برداری از منابع آب برتری ندارد و همچنین هرکدام از آن‌ها در وضعیت‌های مختلف، نتایج متفاوتی را در پی خواهد داشت. کاربرد ابزار سیاست قیمت آب، علی‌رغم اثربخشی آن، بحث‌برانگیز است. گرچه لازم است تا با افزایش چشم‌گیر بهای آب، بهره‌برداران به خود بیایند و در راستای برداشت کمتر، استفاده مطلوب‌تر و ذخیره بیشتر آب، اقدام نمایند؛ اما بااین‌وجود احتمال آسیب‌پذیری مالی کشاورزان، خطر عدم پذیرش اجتماعی و امکان‌پذیری سیاسی آن وجود دارد (پایدارگلسنگ، ۱۳۹۲).

پایداری در تولید محصولات زراعی وابسته به پایداری درآمد تولیدکننده: برای حصول پایداری در فرآیند توسعه کشاورزی، باید نحوه دخالت دولت در تعیین قیمت آب با ملاحظاتی ازجمله جلوگیری از شکست بازار و بروز عواقب خواسته و ناخواستهٔ مداخلات دولت نظیر مالیات، یارانه، حقوق مالکیت مشترک (حقابه)، اطلاعات ناقص زیست‌محیطی، رقابت انحصاری، بازار سرمایه معیوب و مشکلات اقتصادی کلان، باشد. به عبارتی لازمه افزایش کارایی بخش کشاورزی در بلندمدت و تحقق پایداری آن، توجه به اصول توسعه پایدار در سیاست‌گذاری و در ابعاد ذیل است: ۱- پایداری نهادی: نیازمند شکل‌گیری نهادهایی است که توانایی خود پایایی داشته باشند، ۲- پایداری اقتصادی: سیاست‌ها باید رفاه اجتماعی را برای گروه‌های کم‌درآمد فراهم نماید، ۳- پایداری مالی: سیاست‌ها باید منابع مالی مناسب را برای تأمین و تکمیل پروژه‌ها شناسایی نمایند، ۴- پایداری زیست‌محیطی: سیاست‌ها باید به مدیریت پایدار منابع طبیعی بیانجامد. بنابراین فراهم شدن سود و درآمد کافی، به‌عنوان اولین نیاز و انگیزه کشاورزان، لازمه تداوم سرمایه‌گذاری برای ارتقاء کمی و کیفی تولید، توسعه منابع انسانی، حفظ و احیاء محیط‌زیست است (مریدسادات،۱۳۹۳).

پیشنهاد

ازآنجاکه عوامل زمینه‌ای ناپایدار شدن منابع آب متأثر از عوامل گوناگونی در زنجیره تأمین آب تا تولید محصولات است، سیاست قیمت‌گذاری آب، تنها بخشی از ضرورت‌هایی است که می‌باید مدنظر قرارگیرد. بنابراین با توجه به اینکه نحوهٔ قیمت‌گذاری منابع آب، به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر قیمت تمام‌شدهٔ محصول، نمایان می‌شود، تولید پایدار محصولات پایه برای امنیت غذایی، نیازمند سیاست‌هایی است که هم‌راستا با بهره‌وری فیزیکی و صرفه اقتصادی تولید در سطح خرد و کلان، انگیزه لازم را برای کشاورز، جهت ذخیره‌سازی آب صرفه‌جویی شده، فراهم آورد. بنابراین بنا به اهمیت هم‌زمان نهادهٔ حیاتی آب و اهمیت تولید غذا از منابع داخلی، نیازمند تناسب بخشی منابع آب و مصارف آن در تولید محصولات عمدهٔ غذایی هستیم. با توجه به اینکه بخش قابل‌توجهی از منابع آب تجدیدپذیر به عرصه‌های تولید زراعی هدایت می‌شوند - که در چرخه آب، بخشی به سفره‌های آب زیرزمینی و دشت‌های پایین‌دست نفوذ می‌یابند و بخشی، از سطح خاک تبخیر شده و بخشی نیز از دسترسی مفید گیاه خارج می‌گردند- با مدیریت آب عرضه شده در چرخه آب از سرآب تا پایاب، بخشی که از چرخه تولید خارج شده و حجم آن بالغبر ۲۸ میلیارد مترمکعب (فاصله بین ۷۸ میلیارد مترمکعب با فرض راندمان ۴۴/۷ درصد و ۵۰ میلیارد مترمکعب آب با فرض راندمان ۷۰ درصد) برآورد می‌شود؛ می‌توان حجم آب صرفه‌جویی شده را به دیگر

اولویت‌های اقتصادی و زیست‌محیطی اختصاص داد. در این خصوص عوامل متعدد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بر کاهش راندمان آبیاری مؤثر هستند که می‌بایست در برنامه‌ریزی‌ها مورد توجه سیاست‌گذاران قرارگیرند.

یکی از نکات مهمی که باید به آن اشاره نمود این است که برآورد نیاز خالص آبی محصولات بر اساس اطلاعات NETWAT با محدودیت‌هایی مواجه بوده و هست (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۶ ب). نکته مهم دیگر اینکه برآورد نیاز آبیاری خالص محصولات بر اساس میانگین حسابی این متغیر در دشت‌ها، برآوردها را با اریب بیشتری (معمولاً بیش‌برآوردی) مواجه می‌نماید. در این خصوص رسیدن به برآورد دقیق‌تر در نیاز ناخالص آبیاری محصولات زراعی، نیازمند بازنگری در بانک اطلاعات فوق بوده؛ چنانچه برای برآورد نیاز خالص آبیاری محصولات از روش میانگین وزنی (نسبت سطح زیر کشت محصول به سطح دشت) استفاده شود، برآورد دقیق‌تری به دست خواهد آمد(عظیمی و همکاران، ۱۳۹۶- الف). همچنین چنانچه در سرشماری کشاورزی سال ۱۴۰۲، واحد دشت به‌عنوان واحد جمع‌آوری و ارائه آمار و اطلاعات، انتخاب شود، می‌توان برآوردهای دقیق‌تری برای مصرف آب کشاورزی به دست آورد.

با توجه به اینکه سهم مصرف آب در تولید محصولاتی چون گندم و برنج و یونجه آبی یا ناشی از سطح زیر کشت و یا نیاز خالص آبی آن‌ها است؛ از سوی دیگر استمرار تولید این محصولات، متأثر از نیازها و عوامل اقتصادی اجتماعی متعدد است؛ برای رسیدن به الگوی کشت مناسب، بهتر است تا در فرآیندی اجتماعی، هزینه - فایده‌های کشت و عدم کشت و یا انتقال کشت این محصولات به سایر محصولات راهبردی؛ زمینه‌های تفاهم جمعی کشاورزان و سیاست‌گذاران و محققین حاصل گردد.

پی‌نوشت

1- Water accounting

۲- بر اساس شاخص فالکن مارک، کشوری که دارای سرانه منابع آب تجدیدپذیر کمتر از ۱۷۰۰ مترمکعب باشد، در وضعیت تنش آبی قرار دارد.

3- Payment for Ecosystem Services

4- Water audits

5- Participatory groundwater monitoring

6- Water accounting based on remote sensing

7- Macro-economic water accounting: the System of Environmental and Economic Accounting for Water

8- Filling the gap between supply and demand: the water cost curve approach

9- Water accounting for firms

10- Water accounting by product: the water footprint concept

11- Water withdrawal

12- Water consumption

13- Potential production

14- Potential irrigation requirement

15- Irrigation application efficiency

16- Agricultural virtual water

۱۷- هزینه ایجاد هر شغل در پتروشیمی ۳۰ میلیارد ریال:
http://www.irna.ir/mazandaran/fa/News/82527250

۱۸- هزینه ایجاد هر شغل صنعتی توسط دولت در حدود ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلیون تومان است https://www.isna.ir/news

منابع

پایدارگلسنگ، ا. ۱۳۹۲. ارائه الگوی سیاست مطلوب بهره‌برداری از منابع زیرزمینی برای فعالیت‌های کشاورزی در نواحی روستایی- حوضه جغرافیای، فرهنگی هلیل‌رود، دشت جیرفت. رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی توسعه روستایی. دانشکده علوم انسانی. دانشگاه تربیت مدرس.

جولایی، ر. و جیران، م. ۱۳۸۷. مزیت نسبی یا خودکفایی؟ مطالعه‌ای کاربردی در تعیین راهبرد تولید گندم در کشور. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۶(۶۲): ۱۴۷-۱۶۵.

خواجه روشنایی، ن.، دانشورکاخکی، م. و محتشمی‌برزادران، غ. ۱۳۸۹. تعیین ارزش اقتصادی آب در روش تابع تولید، با بکارگیری مدل‌های کلاسیک و آنتروپی (مطالعه موردی: محصول گندم در شهرستان مشهد). اقتصاد و توسعه کشاورزی (کشاورزی علوم و صنایع)، ۲۴(۱): ۱۱۳-۱۱۹.

دانشی، ع.، وفاخواه، م. و پناهی، م. ۱۳۹۴. ارزیابی اقتصادی سناریوی تغییر الگوی کشت در حوزهٔ آبخیز سیمینه رود به‌منظور اصلاح مدیریت آب کشاورزی: تلاشی برای احیای دریاچه ارومیه با استفاده از سازوکار PES. تحقیقات منابع آب ایران، ۱۱(۳): ۵۷-۶۸.

دشتی، ق.، امینیان، ف.، حسین‌زاد، ج. و حیاتی، ب. ۱۳۸۹. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید گندم محصول مطالعهٔ موردی: منابع آب زیرزمینی شهرستان دامغان. دانش کشاورزي پایدار،۲۰(۱): ۱۲۱-۱۳۱.

دهقان، ا.، هومن، ف. و امیرفراهانی، ع. ۱۳۸۴. آینده آب و غذا در جهان تا سال ۲۰۲۵. عبور از بحران. ترجمه از رزگرانت، م.

وکای ایکس؛ و کلاین، اس. نشرمؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی.
روحانی، ن.، یانگ، ه.، امین سیچانی، س.، افیونی، م.، موسوی، س.ف. و کامگارحقیقی، ع. ا. ۱۳۸۷. ارزیابی مبادله محصولات غذایی و آب مجازی با توجه به منابع آب موجود در ایران. نشریه علوم آب و خاك (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۱۲(۴۶): ۴۳۲-۴۱۷.
زارعی، غ. و جعفری، م.ح. ۱۳۹۴. نقش واردات و صادرات محصولات مهم زراعی و باغی در تجارت مجازی آب و رد پای آب در کشاورزی ایران. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۵(۹): ۷۸۴-۷۹۷.
سلطانی، غ. ۱۳۷۴. خودکفایی در برابر مزیت نسبی محصولات کشاورزی. تازه‌های اقتصاد، ۲۵: ۲۴-۲۷.
صبوحی، م. و توانا، ح. ۱۳۸۶. بررسی آثار جانبی منفی ناشی از بهره‌برداری بیش از حد منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی شهرستان لارستان). علوم و صنایع کشاورزی، ۲۱(۲): ۶۷- ۷۷.
عبادی، ف. و سعیدنیا، ا. ۱۳۸۸. ترازنامه غذایی جمهوری اسلامی ایران- ۱۳۸۵-۱۳۸۱. انتشارات مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصادکشاورزی و توسعه روستایی.
عباسی، ف.، ناصری، ا.، سهراب، ف.، باغانی، ج.، عباسی، ن. و اکبری، م. ۱۳۹۴. ارتقای بهره‌وری مصرف آب. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
عباسی، ف .، سهراب، ف.، زارعی، ق.، آراستی ع.ر. و نیریزی، س. ۱۳۸۸. تحلیلی بر بازده‌های آبیاری در ایران. گزارش نهایی پروژه IRD۱-۸۵۰۸۴، شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران.
عزیزی ذهان، ع. ا.، شهابی‌فر، م.، ابراهیمی پاك، ن.ع.، رضوی، ر.، غالبی، س.، سرایی تبریزی، م.، طلوعی، ر. و پیری، ر. ۱۳۹۳. ارزیابی کارایی مصرف آب گندم در ایران و جهان. اولین همایش ملی مدیریت خاك و آب در تولید گندم. ایران.
عظیمی‌دزفولی، س.ع. ا.، رکن‌الدین افتخاری، ع. و هایدج، ا. ۱۳۹۳. آینده‌نگاری یکپارچه، رویکردی برای غلبه بر چالش بحران آب و غذا. همایش راهکارهای پیش‌روی بحران آب در ایران و خاورمیانه. شیراز. اسفند۱۳۹۳.
عظیمی‌دزفولی، س.ع.ا. ۱۳۹۶، الف. بررسی الزامات دستیابی به خودکفایی محصولات راهبردی در مصرف آب. مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی. تهران.
عظیمی‌دزفولی، س.ع. ا. ۱۳۹۶، ب. آینده پژوهی تأمین آب کشاورزی جهت تولید گندم ج. ا. ایران تا افق ۱۴۰۴، رساله دکتری. رشته آینده‌پژوهی. دانشکده علوم اجتماعی. دانشگاه امام خمینی (ره).
عظیمی دزفولی، س.ع. ا.، رکن الدین افتخاری، ع.، نظری، ب.، هایدج، ا.، نظامی‌پور، ق.، فرجزاده اصل، م.، فهمی، ه. ۱۳۹۶، الف. برآورد تحلیلی آب موردنیاز تولید گندم در ایران. برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۲۱(۲): ۱۷۳-۱۹۵.
عظیمی‌دزفولی، س.ع. ا.، عبداله‌زاده، م.، ذبیحی افروز، ر. و اصلانی، ل. ۱۳۹۶، ب. اطلس نیاز خالص آبیاری محصولات راهبردی زراعی بر اساس سند ملی آب (NETWAT) به تفکیک دشت‌های کشور -۱۳۹۶. مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی. تهران.
عظیمی‌دزفولی، س.ع. ا.، رکن‌الدین افتخاری، ع.، کاظم‌نژاد، م.، نظری، ب.، هایدج، ا.، نظامی‌پور، ق.، فرجزاده اصل، م. و فهمی، ه. ۱۳۹۷. تحلیلی بر پذیرش اجتماعی تأمین آب جهت خودکفایی گندم تا افق ۱۴۰۴ جمهوری اسلامی ایران. فصلنامه پژوهش‌های روستایی، ۱۰(۱): ۷۸-۹۱.
کمالی، غ. و علیزاده، ا. ۱۳۸۶. نیاز آبی گیاهان در ایران. نشر آستان قدس رضوی. دانشگاه امام رضا (ع). مشهد.
گلزاری، ز.، اشراقی، ف. و کرامت‌زاده، ع. ۱۳۹۵. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول گندم در شهرستان گرگان. مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۳۰(۴): ۴۵۷-۴۶۶.
مجلس شورای اسلامی. ۱۳۸۹. قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی.
مرکز آمار ایران، ۱۳۹۳. نتایج تفصیلی سرشماری عمومی کشاورزی کل کشور.
مریدسادات، پ. ۱۳۹۳. ارائهٔ الگوی سیاست توسعهٔ پایدار کشاورزی با رویکرد کارآفرینانه-مطالعه موردی استان خوزستان. رساله دکتری رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی. دانشکده علوم انسانی. دانشگاه تربیت مدرس.
معاونت آب و خاک وزارت جهادکشاورزی. ۱۳۹۴. سند راهبردی ارتقای بهره‌وری و صرفه‌جویی مصرف آب کشاورزی. برنامه ششم آبخیزداری و آبخوان‌داری. وزارت جهادکشاورزی.
مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصادکشاورزی و توسعه روستایی. ۱۳۹۵. پروژه‌های اجرایی اقتصاد مقاومتی-برنامه ارتقای توان تولید ملی امنیت غذایی و تولید محصولات راهبردی. وزارت جهاد کشاورزی.
میرچولی، ف.، فرامرزی،م. و سلطانی، س. ۱۳۹۲. تأثیر تجارت آب مجازی بر وضعیت اکوسیستم‌ها. نخسین کنفرانس بین المللی اکولوژی سیمای زمین. اصفهان. ایران.
نجفی علمدارلو، ح.، وکیل‌پور، م. ح. و ریاحی، ف. ۱۳۹۴. بررسی میزان آب مجازی گندم و بهره‌وری آب در ایران. دومین همایش بین‌المللی و پنجمین همایش ملی پژوهش‌های محیط‌زیست و کشاورزی ایران. همدان. دبیرخانه دائمی همایش. دانشکده شهید مفتح.
وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴. جلد اول. محصولات زراعی. https://www.maj.ir.
FAO-AQUASTAT. 2004. http://www.fao.org/nr/water/aquastat.
FAO. 2012. Coping With Water Scarcity - An Action Framework For Agriculture And Food Security. FAO Water Reports 38.
Karen F. and Virginie G. 2012. Irrigation water re-

quirement and water withdrawal by country. FAO AQUASTAT Reports. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use_agr/index.stm.

Chen W., Wu S., Lei Y. and Li Sh. 2017. China's water footprint by province and inter-provincial transfer of virtual water. Ecological Indicators, 74: 321-333.