

Investigation of in the Capita Water Consumption Variation in Iran Based on the Past Two-Deca Diet

YASER HAMDI AHMADABADI¹, ABDOLMAJID LIAGHAT², ALI RASOULZADEH³, RASOUL GHADERPOUR⁴

1. Ph.D. Student of Irrigation & Reclamation Engineering Department, University of Tehran, Karaj, Iran

2. Professor of Irrigation & Reclamation Engineering Department, University of Tehran, Karaj, Iran

3. Associate Professor of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Mohaghegh Ardebili University, Ardebil, Iran

4. M.Sc. Student of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Islami Azad University of Mahabad, Mahabad, Iran

(Received: Dec. 24, 2017- Revised: March. 30, 2018- Accepted: May. 6, 2018)

ABSTRACT

In this study, the trend of agricultural water consumption was investigated for 22 years (1989-2011) in Iran, considering crop and livestock requirements per capita. Crop and livestock products were categorized into nine groups so that, each group has its particular subgroups. The results of this study showed that the trend of water consumption per capita was ascending over the proposed period with regard to the diet variations. Wheat in cereal crops and meat in livestock products had the largest water consumption values. The average capita water consumption was estimated about 1420 m³ during 1989-2011 which the maximum and minimum amount of water consumption corresponded to the year of 1389 and 2007, respectively. The volume of virtual water consumed by crops and livestock has been increased from 61 billion m³ in 1368 up to 120 billion m³ in 1390. The portion of imported virtual water through agricultural and livestock products has been 11-27 billion m³ with an average of 17.6 billion m³ in the proposed period. Rainfed productions with average consumption of 17.3 billion m³ of water by rainfall provide a part of annual water consumption. Therefore, the portion of renewable water resources in agriculture was estimated to be varied from 63 (2008) to 81 (2011) billion m³. According to the water resources assessment indices, Iran was faced to water crisis during the proposed period in which population growth and diet changes may be effective. Regulation of Proper diet such as reducing creal and meat consumption, establishing a dynamic market for selling agricultural products, recycling waste products, importing particular food products and increasing water productive could be effective in prevention of water management crises.

Keywords: Trend in water consumption, water resources, agricultural products, population

بررسی روند سرانه مصرف آب در ایران براساس رژیم غذایی دو دهه گذشته

یاسر حمدی احمدآباد^{۱*}، عبدالمجید لیاق^۲، علی رسول زاده^۳ و رسول قادرپور^۴

۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲. استاد، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳. دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد مهلباد، مهلباد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۳ - تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۱۱/۱۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۲/۱۶)

چکیده

در این پژوهش روند سرانه مصرف آب کشاورزی با توجه به سرانه مصرف محصولات کشاورزی و دامی از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ برای ایران مورد بررسی قرار گرفت. محصولات کشاورزی و دامی در ۹ گروه طبقه‌بندی شدند که هر گروه دارای زیر گروه‌های مختص به خود می‌باشند. نتایج نشان داد در دوره ۲۲ ساله یاد شده، روند مصرف آب با توجه به تغییرات رژیم غذایی، روند صعودی داشته است. گندم از گروه غلات و گوشت از تولیدات دامی بیشترین مصرف آب را شامل بودند. میانگین سرانه مصرف آب در سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ برابر با ۱۴۲۰ متر مکعب برآورد شد که بیشینه و کمینه مقدار آن به ترتیب برای سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۸۶ بود. حجم آب مجازی از طریق مصرف محصولات کشاورزی و دامی از ۶۱ میلیارد متر مکعب در سال ۱۳۶۸ به ۱۲۰ میلیارد متر مکعب در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است. سهم آب وارداتی از طریق محصولات کشاورزی و دامی برای دوره ۲۲ ساله، حدود ۱۱ تا ۲۷ با میانگین ۱۷/۶۰ میلیارد متر مکعب بوده است. محصولات دیم با متوسط مصرف ۱۷/۳۰ میلیارد متر مکعب آب از طریق بارش، بخشی از مصرف سالانه را تأمین می‌کنند. با کسر این آب و واردات آب مجازی، سهم آب مصرفی از منابع تجدید پذیر کشور در محدوده ۶۳ (۱۳۸۷) تا ۸۱ (۱۳۹۰) میلیارد متر مکعب برآورد شد. با توجه به شاخص‌های ارزیابی منابع آب، کشور ایران در سال‌های مورد مطالعه (۱۳۸۳ تا ۱۳۹۰) در شرایط بحران آبی قرار داشته که افزایش جمعیت و تغییر رژیم غذایی مردم نسبت به گذشته ممکن است در این امر تاثیر داشته باشند. تنظیم رژیم غذایی مناسب از قبیل کنترل مصرف غلات و گوشت قرمز، ایجاد بازار مناسب فروش محصولات کشاورزی، فرآوری کردن محصولات تلف شده، واردات محصولات غذایی و افزایش بهره‌وری می‌تواند در جلوگیری از بحران منابع آب کشور مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: روند مصرف آب، منابع آب، محصولات کشاورزی، جمعیت

مقدمه

آب یکی از مهم‌ترین منابع موردنیاز جامعه بشری و در عین حال یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن حاضر است که می‌تواند سرمنشأ بسیاری از تحولات مثبت و منفی جهان قرار گیرد. عدم انطباق بین تأمین و تقاضای آب، می‌تواند بحران آفرین باشد. زمانی که میزان اختلاف بین عرضه و تقاضای آب با مجموعه راه‌کارهای مدیریتی قابل رفع یا قابل کاهش نباشد، زبان مفاهمه به زبان مخاصمه تبدیل خواهد شد. این بحران می‌تواند در بعد محلی، منطقه‌ای، ملی و حتی در بعد جهانی اتفاق افتد. عدم تعادل در بخش منابع آب می‌تواند ناشی از چرخه هیدرولوژی و محدودیت طبیعی منابع آب و نیز فعالیت‌های بشری نظیر

استفاده بی‌رویه از منابع و آلوده کردن منابع آب باشد. مطالعات مختلفی وجود دارد که خطرات ناشی از کمبود آب و آسیب‌پذیری منابع آب را در مقیاس منطقه‌ای و جهانی مورد بررسی قرار داده‌اند (Oki & Cosgrove & Rijsberman, 2014; Kanae, 2004; Postel et al, 1996; Vörösmarty et al, 2000). در اکثر کشورها، بخش کشاورزی در بین سایر بخش‌ها بیشترین میزان مصرف آب را دارد. در این کشورها امکان افزایش سطح زیر کشت وجود ندارد، بهبود مدیریت منابع آب در دسترس، ارتقای کارایی مصرف آب و توسعه استراتژی‌های تولید محصول می‌تواند تا حدودی جوابگوی نیازهای روزافزون مواد غذایی باشد (Qadir et al., 2007). رشد روزافزون جمعیت و به تبع آن افزایش نیاز به تولیدات کشاورزی از مسائل مهمی است که بشر امروزه با آن مواجه است. مطالعات نشان می‌دهد که در سال

* نویسنده مسئول: aliaghat@ut.ac.ir

Tantawi (2004) مطالعه‌ای به منظور بررسی توانمندی‌های بالقوه آب کشاورزی انجام داد و عنوان کرد که ۷۰ تا ۸۰ درصد از مصرف آب جهانی به تولیدات غذا و کشاورزی اختصاص یافته است و آب و مسائل آن را به عنوان محدودکننده توسعه سایر بخش‌های اقتصادی عنوان نمود.

De Fraiture *et al.*, (2004) تأثیر مبادله جهانی غلات را بر مصرف جهانی آب تحلیل کرده‌اند. آن‌ها نشان دادند که در سال ۱۹۹۵ مجموع همه واردات، شامل ۲۱۵ میلیون تن غله بوده است که در صورت عدم واردات این مقدار غله، کشورهای واردکننده مجبور بودند ۴۳۳ کیلومترمکعب بارندگی مؤثر و ۱۷۸ کیلومترمکعب آب آبیاری را از منابع آب داخلی به مصرف برسانند. Yang *et al.*, (2003) ایران را کشوری به شمار آورده‌اند که بعد از سال ۲۰۰۰ میلادی وارد فهرست کشورهای دارای کسری آب شده و تا سال ۲۰۳۰ منابع آب تجدیدپذیر کمتر از ۱۵۰۰ مترمکعب برای هر نفر در سال خواهد داشت. Smakhtin (2004) *et al* تنش آبی را به صورت استفاده انسان از منابع آب تجدیدپذیر (بعد از کسر نیازهای زیست‌محیطی از کل منابع آب) تعریف می‌کنند و ایران را به عنوان یک کشور دارای تنش آبی زیاد معرفی نموده‌اند.

Alizadeh & Keshavarz (2005) اعلام داشتند تولید مواد غذایی موردنیاز صرفاً تحت شرایط دیم برای برآورده کردن نیازهای مردم ایران کافی نیست. از این رو، گسترش آبیاری برای تغذیه جمعیت رو به افزایش زیاد شده است. بیش از ۹۰ درصد از کل مواد خام کشاورزی از اراضی فاریاب تولید می‌شود که این امر منجر به برداشت قابل‌توجهی از منابع آب سطحی و زیرزمینی شده است.

Faramarzi *et al.*, (2010) به بهینه‌سازی تولید غلات در کشور پرداختند. قیود و محدودیت‌های این مطالعه سطح زیر کشت، میزان آب و تولید بود. نتایج نشان داد ۳۰ تا ۱۰۰ درصد نیاز گندم برخی از استان‌ها را می‌توان از دیگر استان‌ها تأمین کرد همچنین با صادرات گندم از برخی استان‌ها به استان‌های دیگر حجم آب مجازی مبادله شده در سناریوهای مختلف بین ۳/۵ تا ۵/۵ میلیارد مترمکعب خواهد بود.

Arabi *et al.*, (2012) به بررسی ردپای اکولوژیک آب بر مبنای داده‌های واردات و صادرات مواد غذایی در سال ۱۳۸۵ پرداختند. نتایج نشان داد که رد پای اکولوژیک آب کشور در سال یادشده ۱۰۴ میلیارد مترمکعب بود و کشور با واردات خالص آب مجازی و کسر صادرات آب مجازی بدون در نظر گرفتن راندمان، ۱۲ و بر مبنای راندمان ۶۰ درصد ۲۰ میلیارد مترمکعب از منابع آب داخلی خود را ذخیره کرده که اگر قرار

۱۹۵۰ تعداد ۱۲ کشور در جهان با جمعیتی در حدود ۲۰ میلیون نفر با کمبود آب مواجه بوده‌اند. با گذشت ۴۰ سال این رقم به ۲۶ کشور با جمعیتی در حدود ۳۰۰ میلیون نفر افزایش پیدا کرد و پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۵۰ تعداد ۶۵ کشور جهان با جمعیتی بیش از ۷ میلیارد نفر با کمبود آب مواجه گردند. جمعیتی در حدود ۸۴۰ میلیون نفر در جهان در شرایط کمبود مواد غذایی به سر می‌برند که عمده این جمعیت یعنی رقمی در حدود ۸۰۰ میلیون نفر در کشورهای در حال توسعه زندگی می‌کنند و ایران جزء کشورهایی خواهد بود که طی نیم‌قرن آتی از تنش آبی رنج خواهد برد. در ایران نیز رشد سریع جمعیت مهم‌ترین عامل کاهش سرانه آب تجدیدشونده کشور طی ۶۰ سال گذشته بوده است (Ehsani and Khaledi, 2002). بر اساس گزارش سازمان ملل، ایران هفدهمین کشور پرجمعیت دنیاست و با نرخ رشد جمعیت پیش‌بینی‌شده توسط سازمان ملل متحد، ایران تا سال ۲۰۵۰ جز ۱۰ کشور اول پرجمعیت جهان خواهد بود. میزان سرانه آب تجدیدپذیر کشور در سال ۱۳۰۰ حدود ۱۳۰۰۰ مترمکعب در سال بوده و در حال حاضر به کمتر از ۱۷۰۰ مترمکعب در سال رسیده است و پیش‌بینی می‌شود در سال ۱۴۰۰ به کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب در سال برسد (Ahmadauli, 2013).

در حال حاضر بیش از ۸۵ درصد آب در دنیا در بخش کشاورزی مصرف می‌شود که با افزایش روزافزون تقاضا برای مصارف آب شهری و صنعتی، سهم تخصیص‌یافته آب به این بخش به سرعت رو به کاهش است (van Schilfgaarde, 1994; Kirda, 2002)، لذا استفاده بهینه از منابع آب در سرلوحه فعالیت‌های اغلب کشورها قرار گرفته است. علاوه بر عوامل اقلیمی و تکنولوژی به‌کاررفته در تولید محصولات، رژیم غذایی مردم نیز تأثیر زیادی در میزان آب مصرفی یک کشور دارد. به عنوان مثال اگر رژیم غذایی در همه جهان مشابه رژیم غذایی مردم غرب (رژیم پرگوشت) باشد، جهت تأمین نیاز غذایی موردنیاز به ۷۵ درصد آب بیشتری در جهان نیاز خواهد بود (Zimmer & Renault, 2003). تغییر الگوی مصرف مواد غذایی مردم کشور (ایران) از غلات به مواد گوشتی و لبنی طی چند دهه گذشته، مصرف آب را چندین برابر افزایش داده است. از سوی دیگر بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین بخش مصرف‌کننده آب در کشور باید ضمن رقابت سرسختانه و مستمر با سایر بخش‌ها من جمله صنعت، شرب و خانگی به ارزش آب توجه بیشتری نماید چرا که تنها در سایه تولید بیشتر به ازای واحد آب مصرفی این تداوم مصرف امکان‌پذیر است (Sepaskhah and Tavakoli, 2006).

این مطالعه، مورد بررسی قرار گرفتند. این محصولات در نه گروه دسته‌بندی شدند:

غلات: گندم، ذرت، جو و برنج

حبوبات: نخود، لوبیا، عدس، لپه و سایر حبوبات

میوه‌جات و سبزیجات: نارگیل، هندوانه، خربزه، طالبی، مرکبات، سیب، موز، گلابی، به، زردآلو، آلبالو، گیلاس، هلو، آلو، توت‌فرنگی، انگور، زالزالک، سایر توت‌ها، انبه، کیوی، انار، انجیر، سایر میوه‌های تازه، زیتون، گوجه‌فرنگی، خیار، پیاز، سیب‌زمینی، کدو، سبزی و سایر سبزی‌های تازه

خشکبار و خرما: بادام، گردو، پسته، فندق، خرما و سایر مغزها

گوشت: مرغ، گاو، گوسفند، شتر، بز، ماهی، دل و جگر

شیر: گاو، گوسفند و بز

دانه‌های روغنی و چربی: سویا، آفتابگردان، پنبه، چربی

حیوانی، نباتی و کره

قند و شکر و چایی

تخم‌مرغ

آمار مربوط به سرانه مصرف و مقدار تلفات برای هر محصولی که به بازار عرضه شده بود از ترازنامه‌های یادشده اخذ گردید. با توجه به آمار جمعیت در هر سال (جدول ۱)، کل سرانه مصرف محصولات به ازای کل جمعیت برای سال‌های مختلف محاسبه گردید. برای تعیین آب مجازی محصولات، از آمار و نتایج مطالعات Chapagain and Hoekstra, 2004; Rouhani *et al.*, 2009; jafari nejad *et al.*, 2014; Zarei and Jafari, 2016; jafari nejad *et al.*, 2014; Dehghanpur and Bakhshoodeh, 2008; Mohammadian *et al.*, 2007 شد. با توجه به این که مطالعات از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ انجام گردیده است برای هر محصول در سطح کشور و سال‌های مورد مطالعه، میانگین آب مجازی در نظر گرفته شد. سرانه مصرف آب برای هر فرد، از مجموع ضرب آب مجازی محصولات مورد مصرف در سرانه مصرف همان محصولات به دست آمده است. از طرفی تمام آب مصرفی از آب‌های داخلی تأمین نشده است و سالانه مقداری از محصولات غذایی از کشورهای دیگر وارد کشور شده‌اند. بنابراین برای هر سال حجم آب وارداتی از طریق واردات مواد غذایی محاسبه شد و از حجم آب مصرفی (منابع تجدید پذیر و نزولات جوی) در آن سال کسر گردید. همچنین برای سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۰ (سال‌هایی که آمار و

بود این مقدار محصول در داخل کشور تهیه شود لازم بود ۱۱۲ میلیارد مترمکعب آب در کشاورزی مصرف شود که چنین مقداری در دسترس نمی‌باشد.

Rouhani *et al.*, (2009) به ارزیابی مبادله محصولات

غذایی و آب مجازی با توجه به منابع آب موجود در ایران پرداختند. نتایج نشان داد از میان ۲۱ محصول غذایی بررسی شده، غلات، حبوبات، خشکبار و دانه‌های روغنی بر اساس میزان آب مجازی برآورد شده آن‌ها، محصولاتی پرمصرف هستند. در حالی که میوه، سبزی و محصولات صنعتی کم‌مصرف می‌باشند. اما مبادله آب مجازی در ایران طی دو دهه گذشته، با در نظر گرفتن میزان مصرف و بهره‌وری تقریباً ناآگاهانه صورت گرفته است. بنابراین انتظار می‌رود که با توجه به روند رو به افزایش جمعیت و کم‌آبی در ایران، اهمیت آب مجازی در امنیت غذایی پیوسته افزایش یابد. مطالعات در مورد آب مجازی در ۱۵ شبکه آبیاری در کشور نشان داد طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۸۱، کمترین آب مجازی در شبکه آبیاری سفیدرود با ۲/۱۷ مترمکعب بر کیلوگرم و بیشترین آن در شبکه آبیاری نکوآباد با ۱۷/۰۴ مترمکعب بر کیلوگرم می‌باشد (Montazar, 2009). با توجه به مطالب ذکرشده، اکثر تحقیقات در ایران و جهان بر روی مبادله و صادرات آب مجازی بوده است و بر روی سرانه مصرف آب با توجه به مصرف مواد غذایی طی گذشت زمان، تحقیقاتی انجام نشده است. در این راستا اهداف زیر مدنظر می‌باشد:

بررسی روند تغییرات سرانه آب مصرفی با توجه به مصرف محصولات غذایی از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰

تعیین حجم آب مصرفی از طریق مصرف مواد غذایی و با احتساب حجم آب وارداتی از طریق واردات مواد غذایی و حجم آب محصولات دیم

بررسی وضعیت منابع آبی کشور با توجه به منابع آب تجدیدشونده و سرانه مصرف در سال‌های مختلف و ارائه راه-کارهای پیشنهادی جهت بهبود وضعیت منابع آبی کشور.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف بررسی روند سرانه مصرف آب در محصولات کشاورزی و دامی با توجه به رشد جمعیت در سطح ملی از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ انجام گرفت. برای تعیین سرانه مصرف محصولات کشاورزی و دامی از ترازنامه غذایی ایران (۱۳۹۰-۱۳۶۸) که توسط جهاد کشاورزی ارائه شده است استفاده شد (Ebadi and Saeednia, 2009; Norouzi and Samimi, 2002;) (Ebadi, 2016). اغلب محصولات کشاورزی و دامی پرمصرف در

نتایج و بحث

روند سرانه مصرف محصولات غذایی و آب مصرفی با توجه به سرانه مصرف محصولات در ایران با توجه به تعدد محصولات کشاورزی، میانگین سرانه مصرف محصولات کشاورزی برای هر گروه از محصولات مورد بررسی طی سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ در جدول (۲) ارائه شده است.

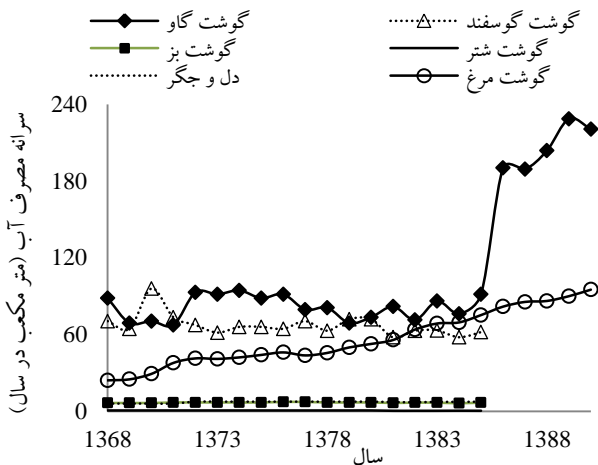
اطلاعات مشخص بود، تولید محصولات کشاورزی دیم برای هر سال و هر محصول از آمارنامه‌های جهاد کشاورزی استخراج گردید و آب مصرفی محصولات دیم محاسبه شد و از منابع تجدیدپذیر و نزولات جوی کسر گردید تا حجم آب مصرفی از منابع تجدیدپذیر به دست آید.

جدول ۱- آمار جمعیت ایران از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ (ترازنامه غذایی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۰-۱۳۶۸)

سال	جمعیت (نفر)	سال	جمعیت (نفر)
۱۳۶۸	۵۳۱۸۵۹۳۹	۱۳۷۹	۶۲۸۱۶۹۲۸
۱۳۶۹	۵۴۴۹۵۰۵۵	۱۳۸۰	۶۳۸۶۱۸۱۵
۱۳۷۰	۵۵۸۳۷۱۶۳	۱۳۸۱	۶۴۹۰۶۷۰۲
۱۳۷۱	۵۶۶۵۵۵۷۷	۱۳۸۲	۶۶۳۰۰۴۱۸
۱۳۷۲	۵۷۴۸۶۴۵۳	۱۳۸۳	۶۷۳۱۴۸۱۴
۱۳۷۳	۵۸۳۲۹۹۸۴	۱۳۸۴	۶۸۳۴۴۷۳۱
۱۳۷۴	۵۹۱۸۶۳۷۲	۱۳۸۵	۶۹۳۹۰۴۰۵
۱۳۷۵	۶۰۰۵۵۴۸۸	۱۳۸۶	۷۰۴۹۵۷۸۲
۱۳۷۶	۶۰۹۳۹۷۴۴	۱۳۸۷	۷۱۵۳۲۰۶۳
۱۳۷۷	۶۱۸۴۲۲۱۳	۱۳۸۸	۷۲۲۶۶۰۰۰
۱۳۷۸	۶۲۸۱۶۹۲۸	۱۳۸۹	۷۳۱۹۶۰۰۰
۱۳۷۹	۶۳۸۶۱۸۱۵	۱۳۹۰	۷۴۱۵۷۰۰۰

جدول ۲- سرانه مصرف گروه محصولات مورد مطالعه (کیلوگرم در سال) از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰

سال	غلات	گوشت	میوه و سبزی	حیوانات	دانه‌های روغنی	قند و شکر و چای	تخم‌مرغ	شیر	خشکبار
۱۳۶۸	۱۹۶	۲۲	۱۵۶	۴	۱۲	۲۲	۵	۸۰	۱۲
۱۳۶۹	۱۸۸	۲۴	۱۶۳	۵	۱۳	۲۵	۶	۷۶	۱۱
۱۳۷۰	۱۹۰	۲۷	۲۰۸	۱۰	۱۲	۲۴	۶	۸۱	۱۲
۱۳۷۱	۲۰۷	۲۸	۲۴۸	۹	۱۱	۳۲	۷	۷۵	۱۱
۱۳۷۲	۱۹۸	۳۰	۲۴۷	۸	۱۴	۲۵	۷	۷۷	۱۳
۱۳۷۳	۱۷۹	۲۹	۲۳۸	۹	۱۴	۲۶	۸	۷۴	۱۳
۱۳۷۴	۲۱۴	۳۰	۲۳۸	۱۰	۱۴	۲۹	۸	۷۴	۱۵
۱۳۷۵	۲۱۵	۳۰	۲۷۱	۹	۱۶	۲۸	۸	۷۴	۱۶
۱۳۷۶	۲۰۹	۳۱	۲۷۳	۷	۱۵	۳۰	۷	۷۶	۱۵
۱۳۷۷	۲۲۸	۳۰	۲۹۴	۷	۱۹	۲۷	۸	۷۸	۱۸
۱۳۷۸	۲۰۸	۳۰	۲۹۲	۶	۱۸	۳۴	۸	۸۳	۱۴
۱۳۷۹	۱۷۸	۳۱	۲۹۲	۷	۱۹	۲۷	۸	۸۳	۱۶
۱۳۸۰	۲۰۷	۳۱	۲۷۹	۵	۱۸	۲۷	۸	۸۳	۱۴
۱۳۸۱	۲۱۹	۳۲	۳۳۳	۷	۱۸	۲۶	۸	۸۴	۱۵
۱۳۸۲	۱۹۵	۳۴	۳۵۱	۷	۲۰	۲۷	۸	۹۱	۱۶
۱۳۸۳	۲۰۱	۳۶	۳۴۹	۷	۱۹	۲۱	۹	۹۴	۱۵
۱۳۸۴	۱۹۹	۳۶	۳۸۰	۷	۲۱	۲۷	۱۰	۹۸	۱۷
۱۳۸۵	۱۸۴	۳۹	۳۶۵	۱۰	۱۶	۴۴	۹	۱۰۵	۱۶
۱۳۸۶	۲۰۴	۴۲	۴۱۲	۱۰	۲۸	۳۳	۱۰	۱۱۵	۶
۱۳۸۷	۱۷۸	۴۱	۳۲۴	۶	۲۲	۲۴	۹	۱۲۰	۶
۱۳۸۸	۱۷۲	۴۳	۳۴۸	۶	۲۹	۲۵	۱۰	۱۳۰	۶
۱۳۸۹	۱۶۶	۴۷	۳۶۶	۷	۲۸	۳۶	۱۰	۱۳۴	۷
۱۳۹۰	۱۶۷	۴۸	۳۷۱	۷	۲۷	۳۱	۹	۱۴۰	۸

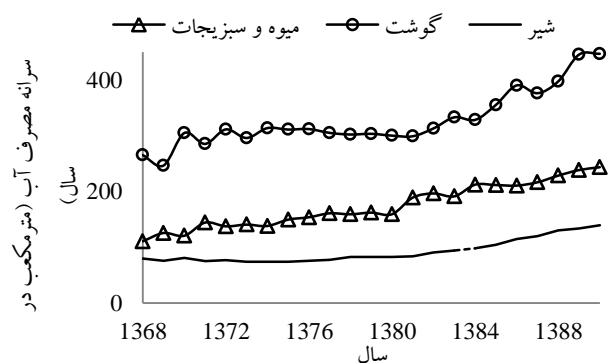


شکل ۲- تغییرات سرانه مصرف آب برای گروه گوشت از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰

با توجه به شکل (۳)، سرانه مصرف آب برای گروه‌های دانه‌های روغنی و خشکبار روند صعودی را نشان داد. سرانه مصرف آب برای خشکبار از ۳۵ مترمکعب در سال ۱۳۶۸ به ۷۰ مترمکعب در سال ۱۳۹۰ و برای دانه‌های روغنی و چربی از ۴۲ مترمکعب در سال ۱۳۶۸ به ۱۵۰ مترمکعب در سال ۱۳۹۰ رسیده است. نتایج به‌دست آمده حاکی از مصرف زیاد روغن و چربی به نسبت گذشته است. به طوری که طی ۲۲ سال، ۲۵۷ درصد افزایش سرانه مصرف آب به ازای مصرف روغن و چربی (آب مجازی طی سال‌های مورد مطالعه ثابت در نظر گرفته شد) مشاهده گردید.

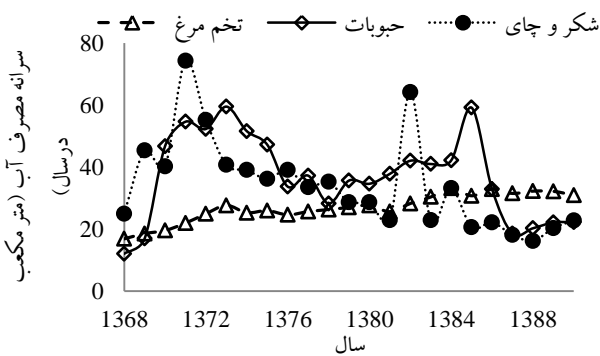
در بین گروه‌های مواد غذایی، بیشترین سرانه مصرف آب برای غلات بود. این گروه از مواد غذایی روند منظم و ثابتی نداشته و پیوسته نوسانات غیر منظمی را نشان دادند. مصرف غلات از سال ۱۳۸۶ به بعد روند کاملاً نزولی داشته به طوری که سرانه مصرف آب گروه غلات از ۵۷۰ مترمکعب در سال ۱۳۶۸ به ۴۷۰ مترمکعب در سال ۱۳۹۰ رسیده است. در بین گروه غلات با توجه به شکل (۳)، بیشترین سهم سرانه آب مصرفی را گندم به خود اختصاص داده است. سرانه مصرف برای برنج، جو و ذرت تقریباً روند یکسانی را نشان داد. طی سال‌های مورد مطالعه سرانه مصرف آب این دو محصول تغییرات چندانی نداشت که بیانگر مصرف یکسان برنج از گذشته تا به امروز بوده است و مصرف این ماده غذایی طی گذشت زمان در ایران تغییرات زیادی نداشته و در رژیم غذایی مردم تقریباً به حالت پایدار و ثابتی رسیده است. سهم سرانه مصرف آب برای برنج ۱۱۵ مترمکعب در سال ۱۳۶۸ به حدود ۱۱۶ مترمکعب در سال ۱۳۹۰ رسیده است. با توجه به مصرف زیاد نان در کشور، سهم

در این تحقیق با استفاده از میانگین آب مجازی محاسبه‌شده و سرانه مصرف محصولات غذایی مقدار سرانه مصرف آب به ازای هر دسته از محصولات در شکل‌های (۱) تا (۵) از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ نشان داده شده است. با توجه به شکل (۱) سرانه مصرف آب برای دسته محصولات شیر، گوشت و میوه و سبزیجات از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ روند صعودی داشته است، این روند برای شیر از حدود ۸۰ مترمکعب در سال به ۱۴۰ مترمکعب در سال (۷۵ درصد افزایش)، برای گوشت از ۲۶۵ به ۴۵۰ مترمکعب در سال (۷۰ درصد افزایش) و برای میوه و سبزیجات از ۱۱۰ به ۲۴۰ مترمکعب در سال (۱۱۸ درصد افزایش) رسیده است. با توجه به نتایج به دست آمده از بین محصولات شیر، گوشت و میوه و سبزیجات، بیشترین تغییرات (روند صعودی) از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ به محصولات گوشت اختصاص داشت. جدول (۲) نشان می‌دهد روند مصرف میوه و سبزیجات به نسبت شیر و گوشت بیشتر است ولی آب مجازی که به ازای هر کیلوگرم گوشت مصرف می‌شود، سبب شده است سهم عمده سرانه آب از بین سه گروه مواد غذایی به گوشت اختصاص یابد. در گروه مواد غذایی گوشتی، بیشترین مصرف گوشتی مربوط به گوشت مرغ بود در حالی که بیشترین سرانه مصرف آب، به دلیل زیاد بودن آب مجازی گوشت قرمز نسبت به گوشت مرغ (۳۹۰۰ لیتر به ازای هر کیلو گوشت)، مربوط به گوشت گاو و گوسفند است و به ازای تغییرات اندک در مقدار مصرف گوشت قرمز، سرانه مصرف آب تغییرات چشم-گیری را نشان می‌دهد. شکل (۲) تغییرات سرانه مصرف آب برای مواد غذایی گروه گوشت از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ را نشان می‌دهد. تغییر ناگهانی منحنی گوشت گاو به دلیل افزایش مصرف این ماده غذایی از سال ۱۳۸۵ به بعد بوده است به طوری که مصرف آن از ۵/۹ در سال ۱۳۶۸ به ۶/۱ کیلوگرم به ازای هر نفر در سال ۱۳۸۵ رسید ولی از سال ۱۳۸۶ مصرف آن به ۱۲/۷ و در نهایت به ۱۴/۷ کیلوگرم به ازای هر نفر در سال ۱۳۹۰ افزایش یافت. (شکل ۲).



شکل ۱- سرانه مصرف آب دسته محصولات شیر، گوشت، میوه و سبزیجات از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰

سرانه مصرف آب برای گروه‌های حبوبات، شکر و چای و تخم‌مرغ در شکل (۵) ارائه شده است. سرانه مصرف آب برای تخم‌مرغ روندی صعودی نشان داد. به طوری که از ۱۷ به ۳۱ مترمکعب در سال رسیده است. اما حبوبات و شکر و چای روند منظمی نشان ندادند. در کل سرانه مصرف آب شکر و چای و حبوبات دارای روند نزولی می‌باشد. بیشترین و کمترین سرانه مصرف شکر و چای به ترتیب برای سال‌های ۱۳۷۱ با ۷۴ مترمکعب و ۱۳۸۸ با ۱۶ مترمکعب می‌باشد. به عبارتی دیگر با گذشت زمان و جایگزین‌های دیگر چای (قهوه، نسکافه و ...) مصرف این گروه از مواد غذایی کمتر شده است. سرانه مصرف حبوبات همانند گروه شکر و چای روند نامنظمی دارد و از سال ۱۳۸۶ به بعد این گروه کمترین مقدار را به نسبت سال‌های قبل دارد. بیشترین سرانه مصرف آب گروه حبوبات در سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۸۵ با ۵۹ مترمکعب و کمترین سرانه مصرف آب در سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰ (در حدود ۱۲ تا ۱۶ مترمکعب) بوده است.

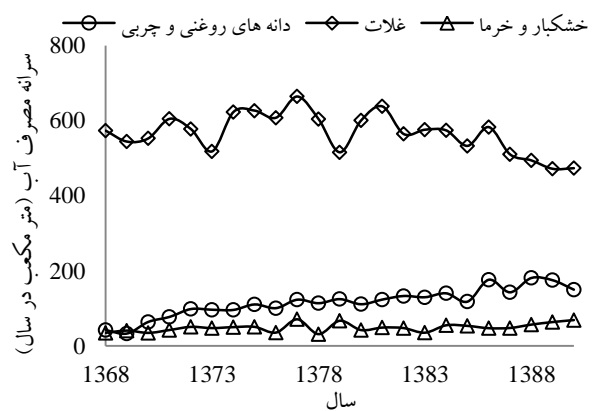


شکل ۵- سرانه مصرف آب دسته شکر و چای، حبوبات و تخم‌مرغ از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰

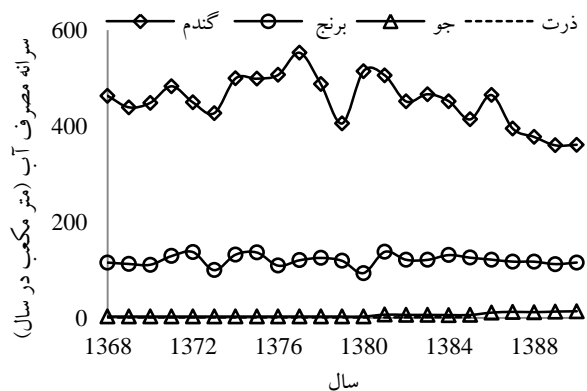
تلفات آب با توجه به ضایعات محصولات

با استفاده از میانگین آب مجازی محاسبه‌شده و ضایعات محصولات غذایی (ترازنامه غذایی ایران ۱۳۶۸-۱۳۹۰)، سرانه آب تلف‌شده به ازای هر دسته از محصولات در شکل‌های (۶) و (۷) از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ ارائه شده است. مطابق این شکل‌ها، سرانه تلفات آب برای غلات و میوه و سبزیجات بیشترین مقدار را دارد، تلفات آب برای گروه غلات از ۷۴ مترمکعب در سال ۱۳۶۸ به ۲۴ مترمکعب در سال ۱۳۹۰ کاهش یافته است. با توجه به شکل (۶) روند تلفات آب برای غلات روند کاهشی است. دلیل این امر، همان‌گونه که قبلاً بیان شد افزایش کیفیت و فناوری‌های پخت نان و در نتیجه کاهش دورریز نان و نیز بالا رفتن فرهنگ مردم در استفاده درست از نان می‌باشد. سرانه تلفات آب برای میوه و سبزیجات مانند گروه غلات نبوده و با گذشت زمان حالت افزایشی داشته است. افزایش تولید و فقدان

سرانه مصرف آب به ازای مصرف گندم بیشترین مقدار بوده است به طوری که میانگین سرانه آب برای این ماده غذایی ۴۵۰ مترمکعب در سال بوده است. روند کاهشی سرانه مصرف آب در گروه غلات از سال ۱۳۸۶ به بعد به دلیل کاهش در سرانه مصرف آب گندم می‌باشد. به عبارتی دیگر، افزایش کیفیت و قیمت نان و کاهش دورریز آن منجر به کاهش تلفات این ماده غذایی به مرور زمان گردید و همین امر سبب شد سرانه مصرف آب غلات از سال ۱۳۸۶ به بعد روند کاهشی داشته باشد. به طوری که در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰، ۲۲ درصد کاهش سرانه مصرف آب گندم نسبت به سال ۱۳۸۶ مشاهده گردید. با توجه به نتایج، میانگین سرانه مصرف آب طی سال‌های مورد مطالعه برای تمام محصولات غذایی یاد شده ۱۴۲۰ مترمکعب بوده، در حالی که ۴۵۰ مترمکعب از این سرانه مربوط به گندم است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که گندم به تنهایی حدود ۳۲ درصد و گروه غلات ۴۰ درصد از سرانه مصرف آب سالانه را به خود اختصاص می‌دهد. بنابراین کنترل غلات علی‌الخصوص نان می‌تواند سهم بسیار زیادی را در کنترل سرانه مصرف آب سالانه داشته باشد.

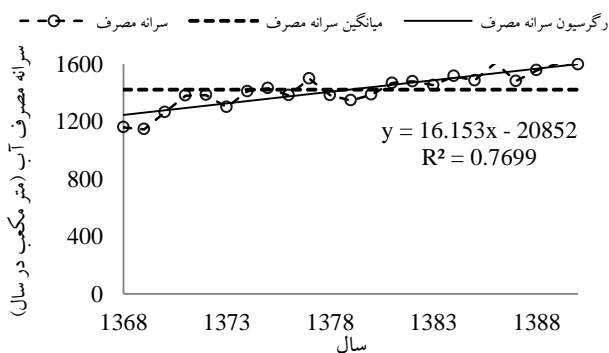


شکل ۳- سرانه مصرف آب دسته محصولات خشکبار و خرما، غلات و دانه‌های روغنی و چربی از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰

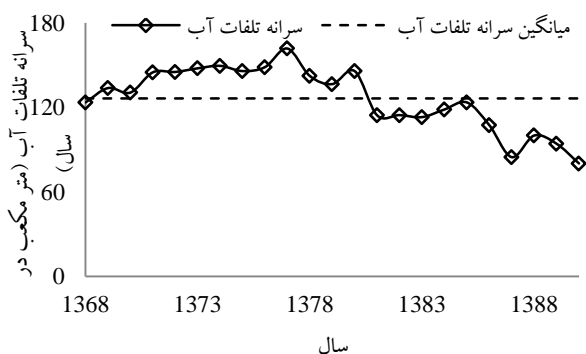


شکل ۴- سرانه مصرف آب برای گروه غلات از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰

سرانه مصرف آب (کل محصولات غذایی) از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ سرانه مصرف آب و میانگین آن با توجه به مصرف محصولات غذایی در سال‌های مورد مطالعه، در شکل (۸) ارائه شده است. شکل (۸) نشان می‌دهد از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۲ سرانه مصرف آب کمتر از میانگین (به جز سال ۱۳۷۷) و از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۰ بیشتر از میانگین می‌باشد. افزایش مصرف گوشت توسط مردم، افزایش استفاده از میوه و سبزیجات و استفاده زیاد از نان و چربی‌ها سبب شده است سرانه مصرف آب با گذشت زمان افزایش یابد. از طرفی شکل (۹) بیانگر کاهش تلفات سرانه آب از سال ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۰ می‌باشد. با توجه به وجود نوسانات در سال‌های مورد مطالعه، روند تغییرات نزولی است. پیشرفت تکنولوژی و فرهنگ مردم، هدفمند شدن یارانه‌ها (مخصوصاً در مصرف نان) از عوامل این کاهش است، به طوری که سرانه تلفات آب برای هر شخص در سال از ۱۶۲ مترمکعب در سال ۱۳۷۷ به ۸۰ مترمکعب در سال ۱۳۹۰ کاهش یافته است.



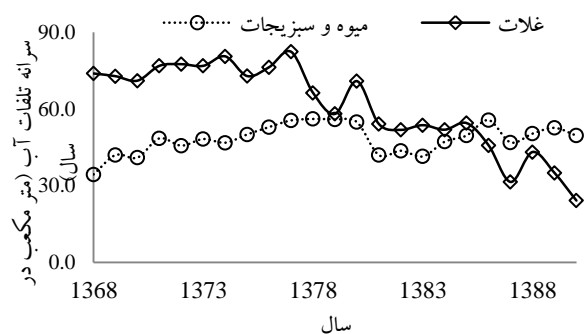
شکل ۸- سرانه مصرف آب برای کل مواد غذایی از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰



شکل ۹- سرانه تلفات آب برای کل مواد غذایی از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰

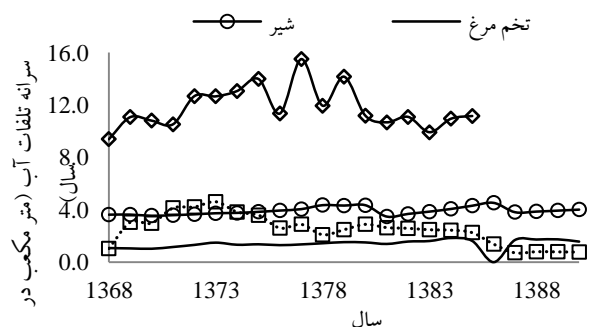
با توجه به رژیم غذایی مناسب و تأمین کالری موردنیاز روزانه برای هر شخص، سرانه مصرف آب برآورد گردید. در این برآورد برای هر شخص به طور متوسط ۲۰۰۰ کالری در روز در نظر گرفته شد و با توجه به این موضوع، میانگین سرانه مصرف آب در سال‌های مختلف برای تأمین ۲۰۰۰ کالری در روز ۸۵۰

بازار مناسب برای فروش محصولات، مکانیزه نبودن سیستم داشت و برداشت محصولات باغی، نبود صنایع بسته‌بندی و انبارداری مدرن و همچنین کیفیت سردخانه‌ها احتمالاً دلیل این موضوع باشد. سرانه تلفات آب برای گروه میوه و سبزیجات از ۳۴ مترمکعب در سال ۱۳۶۸ به ۵۰ مترمکعب در سال ۱۳۹۰ رسیده است. از دلایل این افزایش می‌توان به زمان نگهداری کم سبزیجات اشاره کرد به طوری که از زمان عرضه به بازار تا خراب شدن آن‌ها زمان کمی وجود دارد.



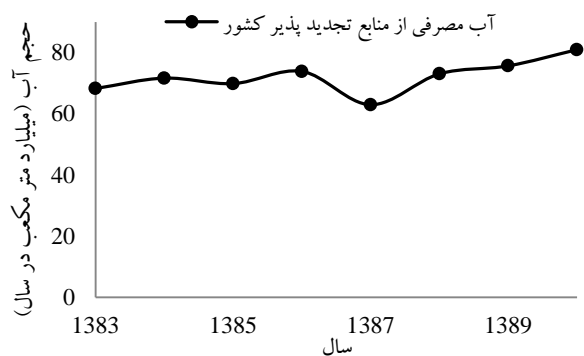
شکل ۶- سرانه تلفات آب برای دسته محصولات غلات و میوه و سبزیجات از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰

سرانه تلفات آب برای گروه تخم‌مرغ و شیر روند ثابتی داشته و از گذشته تا به امروز تغییرات چندانی نداشته است. لازم به ذکر است که در سال ۱۳۸۶ به دلیل نبود آمار تلفات برای تخم‌مرغ، سرانه تلفات صفر فرض شده است. گروه حبوبات از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۳ روند صعودی و از سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۰ روند نزولی داشت. این تلفات برای گروه حبوبات، در مرحله برداشت اتفاق افتاده است. زمانی که حبوبات هنوز خشک نشده‌اند به دلیل کمبود امکانات در گذشته مقدار زیادی از حبوبات تلف می‌شدند؛ اما امروزه به دلیل پیشرفت تکنولوژی و دستگاه‌های خشک‌کن و ادوات دیگر این مشکل برطرف شده و حجم تلفات و در نتیجه آن سرانه تلفات آب برای این گروه از مواد غذایی کاهش یافته است. نوسانات گروه خشکبار و خرما زیاد بوده و از ۹ مترمکعب در سال ۱۳۶۸ به ۱۲ مترمکعب در سال ۱۳۹۰ رسیده است.



شکل ۷- سرانه تلفات آب برای دسته محصولات حبوبات، تخم‌مرغ، شیر،

تمام محصولات غذایی مورد بررسی از طریق کشت‌های آبی تأمین نشده‌اند و کشت دیم هم درصدی از این مواد غذایی را تأمین کرده است. بنابراین برای بررسی میزان آب مصرفی از منابع آب تجدید پذیر کشور باید حجم آب مربوط به محصولات دیم از آب مصرفی داخلی کم شود. به همین منظور از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۰ (سال‌هایی که آمار و اطلاعات مشخص بود)، تولید محصولات کشاورزی دیم برای هر سال و هر محصول از آمارنامه‌های جهاد کشاورزی استخراج گردید (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۸۳-۱۳۹۰)، سپس حجم آب ناشی از بارش برای محصولات دیم در هر سال برآورد گردید (جدول ۳).

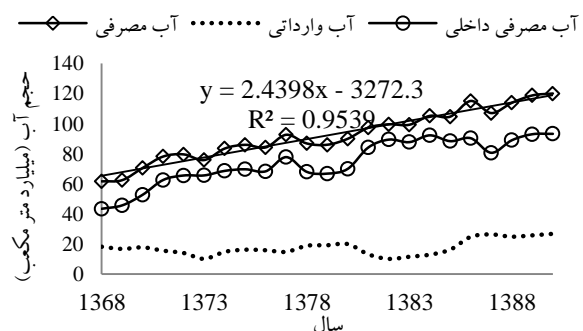


شکل ۱۱- حجم آب مصرفی از منابع تجدیدپذیر کشور

میزان آب مصرفی از منابع تجدیدپذیر کشور با کسر آب محصولات دیم و واردات محصولات غذایی در شکل (۱۱) ارائه شده است. از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۲ به دلیل فقدان آمار تولیدات دیم، میزان آب مورد استفاده بدون کسر آب محصولات دیم بوده، ولی از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۰ آب مصرفی از منابع آب تجدیدپذیر با کسر آب مصرف‌شده برای محصولات دیم به دست آمد. میزان آب مورد استفاده برای تأمین محصولات غذایی مورد مطالعه از منابع آب تجدید پذیر، از ۶۸ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۸۳ به ۸۱ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۹۰ رسیده است. دلیل افزایش میزان آب مصرفی از منابع تجدیدپذیر، کاهش تولیدات دیم (احتمالاً به خاطر خشکسالی)، افزایش جمعیت و محدودیت در واردات محصولات غذایی است. با توجه به ۱۳۰ میلیارد مترمکعب آب‌های تجدید پذیر و حجم آب استفاده‌شده برای محصولات غذایی مذکور، پیش‌بینی می‌شود با در نظر گرفتن سرانه شرب و بهداشت، صنعت و بقیه محصولات غذایی (محصولاتی که در نظر گرفته نشده‌اند)، کشور با بحران شدید آب مواجه گردد. جدول (۳) بیان آبی برآورد شده و وضعیت منابع آبی کشور از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۰ را نشان می‌دهد. برای منابع آب تجدیدپذیر کشور از ارقام موجود در

مترمکعب در سال برآورد گردید. ۸۵۰ مترمکعب در سال با میانگین سرانه مصرف آب در سال‌های مورد مطالعه (۱۴۲۰ مترمکعب در سال) اختلاف بسیار زیادی دارد و لازم است رژیم غذایی مناسب با سرانه مصرف آب کمتری برای مردم تعریف شود.

با توجه به محاسبات انجام‌شده و نتایج به دست آمده از سرانه مصرف آب برای هر شخص در سال و همچنین آمار جمعیت در سال‌های مختلف، حجم آب مصرفی محصولات غذایی مصرف‌شده محاسبه گردید. با توجه به این‌که تمام آب مصرفی از آب‌های داخلی تأمین نشده است و سالانه مقداری از محصولات غذایی کشور از طریق واردات تأمین شده است. برای هر سال حجم آب وارداتی از طریق واردات مواد غذایی محاسبه شد (شکل ۱۰). با توجه به افزایش جمعیت از سال ۱۳۶۸ به ۱۳۹۰، حجم آب مصرفی تقریباً روند صعودی را نشان داد (شکل ۱۰). حجم آب مصرفی از ۶۱/۸ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۸۶ (کمترین حجم) به ۱۲۰ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۹۰ (بیشترین حجم) رسیده است. شایان ذکر است در سال‌های مورد مطالعه سرانه مصرف آب از حدود ۱۲۰۰ به ۱۶۰۰ مترمکعب رسیده است. افزایش جمعیت از ۵۳ میلیون نفر به ۷۳ میلیون نفر در بازه زمانی مورد مطالعه سبب گردید حجم آب مصرفی برای کل جمعیت در سال ۱۳۹۰ نسبت به سال ۱۳۶۸، به حدود ۲ برابر افزایش یابد. حجم آب وارداتی از طریق واردات مواد غذایی طی سال‌های مورد مطالعه تغییرات چندانی نداشته به طوری که کمترین و بیشترین حجم آن به ترتیب در حدود ۱۱ و ۲۷ میلیارد مترمکعب بوده است که نسبت به حجم آب مصرفی در سال، حجم پایینی به حساب می‌آید (شکل ۱۰). حجم آب مصرفی داخلی، اختلاف حجم آب مصرفی و آب وارداتی است. به عبارتی دیگر، آبی که از منابع آب داخلی برای تأمین مواد غذایی مصرف می‌گردد. آب مصرفی داخلی برای کل جمعیت در سال از ۴۳ تا ۹۳ میلیارد مترمکعب در دوره مورد مطالعه متغیر بوده است به طوری که کمترین و بیشترین حجم آن در سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۹۰ اتفاق افتاده است.



شکل ۱۰- حجم آب مصرفی، وارداتی و داخلی برای کل جمعیت در سال‌های مورد مطالعه

بحران شدید منابع آب در سال‌های مورد مطالعه (۱۳۹۰-۱۳۸۳) قرار دارد (Ehsani and Khaledi, 2002; Alcamo et al, 2000).

مقاله زارعی و جعفری (۱۳۹۴) استفاده شد. با توجه به جدول (۳) و درصد آب مصرفی از منابع تجدیدپذیر، بر اساس شاخص مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب و سازمان ملل، کشور ایران در

جدول ۳- بیان آبی برآورد شده و وضعیت منابع آبی کشور (میلیارد مترمکعب) از سال ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۰

سال	میزان آب مصرفی از نزولات (دیم)	میزان آب مورد استفاده از منابع تجدید پذیر	منابع آب تجدید پذیر* کشور	درصد آب مصرفی از منابع تجدید پذیر	شاخص
۱۳۸۳	۱۹/۵۰	۶۸/۳۰	۱۳۰	۵۳	سازمان ملل
۱۳۸۴	۲۱/۵۰	۷۱/۷۰	۱۳۰	۵۵	
۱۳۸۵	۸/۵۰	۶۹/۹۰	۱۳۰	۵۴	
۱۳۸۶	۱۶/۴۰	۷۳/۹۰	۱۳۰	۵۷	
۱۳۸۷	۱۷/۶۰	۶۳/۰	۱۳۰	۴۸	بحران شدید
۱۳۸۸	۱۶/۰۰	۷۳/۱۰	۱۳۰	۵۶	
۱۳۸۹	۱۷/۴۰	۷۵/۷۰	۱۳۰	۵۸	
۱۳۹۰	۱۲/۳۰	۸۱/۰	۱۳۰	۶۲	بحران شدید

* برگرفته از زارعی و جعفری (۱۳۹۴)

گوشت قرمز و جایگزین کردن گوشت مرغ در رژیم غذایی مردم، کنترل مصرف غلات علی‌الخصوص نان (استفاده از سیب‌زمینی در رژیم غذایی به جای نان به دلیل بهره‌وری بالا) می‌تواند در بهبود آب مصرفی تأثیرگذار باشد. همچنین کاهش تلفات محصولات غذایی در هنگام عرضه به بازار و ایجاد بازار مناسب فروش، فرآوری کردن محصولات تلف شده می‌تواند از تلفات میلیارد مترمکعبی منابع آب کشور جلوگیری کند به طوری که در ۲۲ سال دوره مورد مطالعه، از میانگین ۱۴۲۰ مترمکعب آب برای هر نفر در سال (۹۲ میلیارد مترمکعب در سال)، حدود ۱۳۰ مترمکعب (۸ میلیارد مترمکعب) به دلیل تلفات محصولات غذایی از دسترس خارج شده‌اند. واردات محصولات غذایی، افزایش بهره‌وری، کنترل جمعیت می‌تواند از پیشنهادهای دیگر در جهت کنترل منابع آب تجدید پذیر کشور برای جلوگیری از بحران شدیدتر باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

عمده‌ترین مصرف‌کننده آب در کشور، بخش کشاورزی است؛ به طوری که آب مورد استفاده از طریق مصرف محصولات غذایی عمده مورد بررسی در این مطالعه، از ۶۱ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۶۸ به ۱۲۰ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۹۰ رسیده است. با احتساب تولیدات دیم و واردات محصولات غذایی، آب مصرفی از منابع تجدیدپذیر کشور از ۱۲۰ میلیارد مترمکعب به ۸۱ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۹۰ کاهش یافت. افزایش جمعیت و تغییر رژیم غذایی مردم نسبت به گذشته تأثیر زیادی در افزایش مصرف آب داشت. بیشترین آب مصرفی در سال‌های مورد مطالعه از طریق محصولات غذایی مصرف شده برای غلات، گوشت، میوه و سبزیجات بوده، به طوری که از بین این گروه‌ها، گوشت قرمز و گندم بیشترین سهم آب مصرفی را به خود اختصاص داده‌اند. بنابراین به عنوان پیشنهاد، کنترل مصرف

REFERENCES

- Agricultural Statistics: Cultivars “crop years 2004-2011”. Ministry of Agriculture, Program and Budget Deputy Directorate, Department of Statistics and Information. (In Farsi)
- Ahmadauli, KH. (2013). Development of virtual water transfer model for correction of cropping pattern and optimal use of agricultural water in the country. Ph. D. dissertation, University of Tehran, Iran.
- Alcamo, J., T. Henrichs and T. Rosch. (2000). World Water in 2025: Global Modeling and Scenario Analysis for the World Commission on Water for the 21th Century. Center for Environmental Systems Research, Report A0002, University of Kassel, Germany.
- Alizadeh, A. and Keshavarz, A. (2005, March). Status of agricultural water use in Iran. In *Water conservation, reuse, and recycling: Proceedings of an Iranian-American workshop* (pp. 94-105). Washington DC, USA: National Academies Press.
- Arabi, A., Alizadeh, A., Rajaei, Y. V., Jam, K. and Nikania, N. (2012). Agricultural Water Foot Print and Virtual Water Budget in Iran Related to the Consumption of Crop Products by Conserving

- Irrigation Efficiency. *Journal of Water Resource and Protection* 4, 38-324
- Chapagain, A. K., and Hoekstra, A. Y. (2004). Water footprints of nations.
- Cosgrove, W. J. and Rijsberman, F. R. (2014). *World water vision: making water everybody's business*. Routledge.
- De Fraiture, C., Cai, X., Amarasinghe, U., Rosegrant, M. and Molden, D. 2004. Does international cereal trade save water? The impact of virtual water trade on global water use. Comprehensive Assessment Research Report 4, Colombo, Sri Lanka.
- Dehghanpur, H. and Bakhshoodeh, M. (2008). Investigating Virtual Water Trade limitation issues in Marvdasht Region. *Journal of Economics and Agriculture Development*, 22(1): 137-147. (In Farsi)
- Ebadi, F. (2016). Food balance of the Islamic Republic of Iran: A survey on the production and supply of coarse cereals and cerebrospinal fluid in foods from 1385 to 1381. Agricultural planning, Economic and Rural Development Research Institute.
- Ebadi, F. and Saeednia, A. (2009). Food balance of the Islamic Republic of Iran: A survey on the production and supply of coarse cereals and cerebrospinal fluid in foods from 1385 to 1381. Agricultural planning, Economic and Rural Development Research Institute.
- Ehsani, M. and Khaledi, H. (2002). Recognition and promotion of agricultural water productivity in order to provide water and food security of the country. Eleventh Seminar of the National Irrigation and Drainage Committee, Tehran, Iran. (In Farsi)
- Faramarzi, M., Yang, H., Mousavi, J., Schulin, R., Binder, C. R. and Abbaspour, K. C. (2010). Analysis of intra-country virtual water trade strategy to alleviate water scarcity in Iran. *Hydrology and Earth System Sciences*, 14(8), 1417.
- jafari nejad, A.GH., Alizadeh, A., Neshat, A. and Abolhassani Zeraatkar, M. (2014). Virtual Water Trade to Improve the Efficiency of Water Use (The case by case study of Kerman province). *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 8(2): 325-335. (In Farsi)
- Kirda, C. (2002). Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. *Food and Agricultural Organization of the United Nations, Deficit Irrigation Practices, Water Reports*, 22, 102.
- Mohammadian, F., Alizadeh, A., Nairizi, S. and Arabi, A. (2007). Development of a sustainable cropping pattern based on virtual water trade. 2008. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 2(1): 109-126. (In Farsi)
- Montazar, A., Zadbagher, E. and Heydari, N. (2009). An assessment model for the virtual water of irrigation networks using analytical hierarchy process. *Journal of Water and Soil*, 23(4):77-89. (In Farsi)
- Norouzi, F. and Samimi, B. (2002). Food balance of the Islamic Republic of Iran: An assessment of the birth and supply of food in the country from the nutritional perspective of the years 1380- 1368. Agricultural planning, Economic and Rural Development Research Institute. (In Farsi)
- Oki, T. and Kanae, S. (2004). Virtual water trade and world water resources. *Water Science and Technology*, 49(7), 203-209.
- Postel, S. L., Daily, G. C. and Ehrlich, P. R. (1996). Human appropriation of renewable fresh water. *Science-AAAS-Weekly Paper Edition* 271, 785-787.
- Qadir, M., Sharma, B. R., Bruggeman, A., Choukr-Allah, R. and Karajeh, F. (2007). Non-conventional water resources and opportunities for water augmentation to achieve food security in water scarce countries. *Agricultural water management*, 87(1), 2-22.
- Rouhani, N., Yang, H., Amin Sichani, S., Afyuni, M., Mousavi, S. and Kamgar Haghghi, A. (2009). Assessment of Food Products and Virtual Water Trade as Related to Available Water Resources in Iran. *Journal of Water and Soil Science*, 12(46):417-432. (In Farsi)
- Sepaskhah, A. and Tavakoli, A. (2006). Principles and Applications of Irrigation, Iran National Irrigation and Drainage Committee. (In Farsi)
- Smakhtin, V., Revenga, C., Döll, P., Tharme, R., Nackoney, J. and Kura, Y. (2004). *Taking into account environmental water requirements in global-scale water resources assessments* (Vol. 2). IWMI.
- Tantawi, B. A. (2004). Rice-based production systems for food security and poverty alleviation in the Near East and North Africa: new challenges and technological opportunities. In *Proceedings of FAO Rice Conference, Rome, Italy* (pp. 12-13).
- van Schilfhaarde, J. (1994). Irrigation—a blessing or a curse. *Agricultural water management*, 25(3), 203-219.
- Vörösmarty, C. J., Green, P., Salisbury, J. and Lammers, R. B. (2000). Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. *science*, 289(5477), 284-288.
- Yang, H., Reichert, P., Abbaspour, K. C. and Zehnder, A. J. (2003). A water resources threshold and its implications for food security.
- Zarei, GH. and Jafari, A.M. (2016). The Role of Import and Export of Major Crop Productions in Virtual Water Trade and Water Footprint in Agricultural sector of Iran. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, 9(5): 784-797. (In Farsi)
- Zimmer, D. and Renault, D. (2003). Virtual water in food production and global trade: Review of methodological issues and preliminary results. In *Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Value of Water Research Report Series* (Vol. 12, No. 1, pp. 1-19).