

## مقاله پژوهشی

# ردپای مصرف آب و تجارت آب مجازی خرما در ایران

مهدی صفدری<sup>\*</sup>، سید مهدی حسینی<sup>۲</sup>، مهران حکمت نیا<sup>۳</sup>، امیر دادرس مقدم<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۲۸

۱-دانشیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۲-استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۳-دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۴-استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

\*نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: mahdisafdariut@gmail.com

## چکیده

خرما یکی از مهم‌ترین محصولات باغی ایران است که جایگاه ویژه‌ای در امنیت غذایی، اقتصاد و تجارت محصولات کشاورزی دارد. در حال حاضر ایران یکی از برترین تولیدکنندگان خرما در دنیا است اما محدودیت منابع آب از اصلی‌ترین چالش‌های تولید این محصول در ایران است. بنابراین هدف این تحقیق بررسی ردپای آب تولید خرما در ایران با استفاده از سه آب خاص به نام‌های آب آبی، آب سبز و آب خاکستری می‌باشد. سپس با استفاده از مفهوم ردپای آب مجازی که توسط هوکسترا و هانگ معرفی شده است، ردپای تجارت آب برای محصول خرما طی سال‌های ۲۰۱۸ - ۲۰۰۱ محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد متوسط برداشت سالانه از منابع آب جهت تولید خرما در ایران ۳/۴۸۶ میلیارد مترمکعب است که در مجموع ۶۹/۷۵۲ میلیارد مترمکعب بین سال‌های ۲۰۱۸ - ۲۰۰۱ برای تولید خرما در ایران آب مصرف شده است. ۶۸ درصد (۲/۳۵۲ میلیارد مترمکعب در سال و در مجموع ۴۲/۴۶۶ میلیارد مترمکعب) از کل نیاز آبیاری خرما در ایران از طریق برداشت از آب‌های زیر زمینی یا به اصطلاح آب آبی، ۲۸ درصد (۰/۹۷۶ میلیارد مترمکعب در سال، در مجموع ۱۷/۵۲۶ میلیارد مترمکعب) از طریق آب سبز و ۴ درصد (۰/۱۳۹ میلیارد مترمکعب در سال، در مجموع ۲/۷۶۴ میلیارد مترمکعب) از طریق آب خاکستری تأمین شده است. بررسی ردپای آب تولید خرما نشان داد برای تولید یک کیلوگرم خرما در ایران مقدار ۲/۳۰۴ مترمکعب آب آبی، ۰/۹۵۱ مترمکعب آب سبز و ۰/۱۵ مترمکعب آب خاکستری مصرف می‌شود و محتوای آب مجازی محصول خرما در ایران ۳/۴۰۵ مترمکعب بر کیلوگرم است. همچنین با استفاده از مفهوم آب مجازی دریافتیم از سال ۲۰۱۸-۲۰۰۱، ۹/۱۱۹ میلیارد مترمکعب آب در تجارت خرما از ایران به کشورهای جهان صادر شده است و سهم ایران از کل تجارت جهانی آب مجازی خرما ۲۵/۰۸ درصد است. کشورهای امارات متحده عربی، پاکستان، روسیه، ترکیه، هند و افغانستان بزرگترین واردکنندگان آب مجازی خرما از ایران هستند و در آخر مشخص شد فاصله‌ی مکانی و داشتن مرز مشترک تاثیر مثبتی بر تجارت آب مجازی محصول خرما داشت.

واژه‌های کلیدی: آب آبی، آب سبز، آب مجازی، تجارت جهانی، خرما.

## The Water Footprint of Consumption and Virtual Water Trade of Dates in Iran

M Sadari<sup>1\*</sup>, S M Hosseyni<sup>2</sup>, M Hekmatnia<sup>3</sup> and A Dadras Moghadam<sup>4</sup>

Received: September 5, 2020 Accepted: January 17, 2021

1- Assoc. Prof., Dept. of Agricultural Economics, Faculty of Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

2,4-Assist. Prof., Dept. of Agricultural Economics, Faculty of Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

3-PhD candidate, Dept. of Agricultural Economics, Faculty of Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

\*Corresponding Author, Email: mahdisafdariut@gmail.com

### Abstract

Dates is one of the most important horticultural products in Iran which has a special place in food security, economy, and trade in agricultural products. Now, Iran is one of the biggest producers of dates in the world, but the lack of water resources is one of the main challenges in producing this crop in Iran. Therefore, the purpose of this study was to investigate the water footprint of date production in Iran using three specific waters, namely blue water, green water, and greywater. Then, using the concept of virtual water footprint introduced by Hoekstra and Hang (2003), the water trade footprint for the date crop was calculated for the years 2018-2001. The results show that the average annual harvest of water resources for date production in Iran is 3.486 billion m<sup>3</sup>, a total of 69.752 billion m<sup>3</sup> of water was consumed between 2001 and 2018 to produce dates in Iran. Roughly, 68% (2.352 billion m<sup>3</sup> per year and a total of 426.466 billion m<sup>3</sup>) of the total need for date irrigation in Iran through abstraction from groundwater or so-called blue water, 28% (0.976 billion m<sup>3</sup> per year, a total of 17.526 billion m<sup>3</sup> has been supplied through green water and 4% (0.139 billion m<sup>3</sup> per year, a total of 2.764 billion m<sup>3</sup>) has been supplied through grey water. Examination of water footprint of date production showed that to produce 1 kg of dates in Iran, the amount of 2.304 m<sup>3</sup> of blue water, 0.951 m<sup>3</sup> of green water and 0.15 m<sup>3</sup> of gray water is used. The virtual water content of date products in Iran is 3.405 m<sup>3</sup> per kilogram. Also, using the concept of virtual water, we found that 9.119 billion m<sup>3</sup> of water in the date trade has been exported from Iran to countries around the world, and Iran's share of the total global trade in date virtual water is 25.8%. The United Arab Emirates, Pakistan, Russia, Turkey, India and Afghanistan are the largest importers of virtual date water from Iran. Finally, it was found that the spatial distance and having a common border had a positive effect on the virtual water trade of date products.

**Keywords:** Blue water, Date, Green water, Virtual water, World trade.

مصرف پایدار، بهینه و صحیح به نسل‌های بعدی انتقال

یابد (هانگ و همکاران ۲۰۱۹).

ایران نیز با برخورداری از سرانه آب ۱۶۰۰

مترمکعب جزء کشورهای خشک و نیمه‌خشک

مقدمه

آب یکی از اساسی‌ترین منابع طبیعی برای

توسعه کشورها، توسعه بخش محیط زیست و ثروت

مشترک برای همه جوامع بشری است که باید با

داشتن سطح زیر کشت ۱۷۱/۶۴۷ هزار هکتار بیشترین سطح زیر کشت خرما را در دنیا به خود اختصاص داده است. همچنین ایران با متوسط تولید ۱/۰۲۳ میلیون تن در سال، بعد از کشورهای مصر و عربستان سعودی در رتبه سوم تولید خرما در دنیا قرار گرفته و ۱۴ درصد از کل تولید جهانی خرما را در اختیار دارد. لذا در این تحقیق جایگاه ایران در تجارت بین‌المللی خرما مورد بررسی قرار می‌گیرد.

تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی نقش مهمی در کاهش بحران‌های آب و باز توزیع جهانی منابع آب دارد. این توزیع جهانی می‌تواند از طریق کالاهای معامله شده انجام شود که دارای حجم زیادی از آب تعبیه شده<sup>۲</sup> در سراسر زنجیره تأمین می‌باشد. بنابراین صادرات یا واردات محصولات کشاورزی را نیز به عنوان صادرات و یا واردات آب تعبیه شده یا آب مجازی نیز تعریف کرد (حکمت‌نیا و همکاران ۲۰۲۰). بنابراین، تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی می‌تواند به عنوان تجارت منابع آب یک کشور به شکل مجازی تلقی شود که به آن تجارت آب مجازی<sup>۳</sup> گفته می‌شود (هوکسترا و همکاران ۲۰۱۳). لذا با توجه به جایگاه ویژه ایران در تجارت بین‌المللی محصول خرما، بررسی میزان تجارت آب مجازی محصول خرما ضروری است و در این تحقیق مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد.

یکی از مفاهیم مهم در آب مجازی، شاخص ردپای آب<sup>۴</sup> است. ردپای آب نشان‌دهنده میزان حجم مصرف آب به تفکیک منابع آب (آب‌های سطحی و زیرزمینی، آب باران) می‌باشد. (هوکسترا و چاپاگین ۲۰۱۱). در واقع کل ردپای آب یک محصول، با عنوان محتوای آب مجازی آن محصول شناخته می‌شود. در تولید محصولات کشاورزی، ردپای آب، شامل ردپای

دسته‌بندی می‌شود و در این مناطق کمبود آب یک عامل محدود کننده برای توسعه اقتصادی و توسعه زیست‌محیطی است (شهواری و همکاران ۲۰۱۹). ایران در حال حاضر جزء بزرگ‌ترین بهره‌برداران آب زیرزمینی در جهان است. بخش قابل توجهی از این بهره‌برداری جهت تولید محصولات کشاورزی مصرف می‌شود. کشاورزی ایران به شدت وابسته به آبیاری و استحصال آب‌های زیرزمینی است (شیرمحمدی و همکاران ۲۰۲۰). این بخش مسئول ۹۲ درصد از کل مصرف آب در ایران است. بنابراین کمبود آب یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های تولید مواد غذایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (فرامرزی و همکاران ۲۰۱۰).

خرما محصولی است که بیش از ۹۱ درصد از آبیاری آن توسط برداشت از منابع آب زیرزمینی و سطحی انجام می‌شود. بدون انجام آبیاری تقریباً امکان تولید خرما در کشور وجود ندارد. بنابراین، آب اولین و مهم‌ترین عامل محدودیت در تولید خرما در کشور محسوب می‌شود. در نتیجه مدیریت منابع آب در تولید محصول خرما ضروری به نظر می‌رسد (حکمت‌نیا و همکاران ۲۰۲۰). یکی از راهکارهای عملی به منظور مدیریت منابع آب در تولید محصولات کشاورزی، محاسبه حجم آب مصرف شده در طول فرایند رشد محصولات کشاورزی می‌باشد. آلن (۱۹۹۳) مقدار آبی که در کل مراحل رشد و تولید محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد را آب مجازی<sup>۱</sup> نامید. با استفاده از مفهوم آب مجازی می‌توان تعیین کرد برای تولید یک کالا یا محصول کشاورزی چقدر آب استفاده شده است و آگاهی از این مطلب، می‌تواند باعث مدیریت مصرف آب شود (هوکسترا ۲۰۰۳). لذا یکی از اهداف تحقیق محاسبه آب مجازی تولید خرما در ایران می‌باشد.

در حال حاضر ایران یکی از برترین تولیدکنندگان خرما در دنیا است. ایران در سال ۲۰۱۸ با

<sup>2</sup> Water embedded

<sup>3</sup> Virtual water trade

<sup>4</sup> Water footprint

<sup>1</sup> Virtual water

است. لذا بررسی بیشتر این موارد در این تحقیق جنبه نوآوری تحقیق حاضر می‌باشد.

## مواد و روشها

### محاسبه ردپای آب

در این تحقیق ردپای سبز، آبی و خاکستری تولید محصولات صادراتی کشور توسط چهارچوب پیشنهاد شده توسط (آبائی و اعتدالی ۲۰۱۴؛ هوکسترا ۲۰۰۳؛ حکمت نیا و همکاران ۲۰۲۰) محاسبه شد. در این چهارچوب، ردپای آب سبز و آبی محصولات کشاورزی بر حسب میلیون مترمکعب بر تن از تقسیم مصرف آب سبز و آبی بر عملکرد محصول بدست می‌آید. برای برآورد حجم مصرف آب آبی و آب سبز ابتدا باید تبخیر و تعرق گیاه مرجع ( $ET_0$ ) با استفاده از پارامترهای آب و هوایی محاسبه شود. در این مطالعه برای به دست آوردن تبخیر و تعرق مرجع از معادله فائو-پنمن-مونتیت<sup>۳</sup> استفاده شد (آلن و همکاران ۱۹۹۴).

برای محاسبه مقدار صادرات آب مجازی سبز<sup>۴</sup>، صادرات آب مجازی آبی<sup>۵</sup> و صادرات آب مجازی خاکستری<sup>۶</sup> برحسب مترمکعب در سال برای محصول خرما، به ترتیب مقدار ردپای آب سبز، آبی و خاکستری محصول خرما (مترمکعب بر تن)، در میزان صادرات محصول خرما (تن) ضرب می‌شود (حکمت نیا و همکاران ۲۰۲۰). میزان صادرات آب مجازی سبز، آبی و خاکستری نیز از طریق روابط ۱، ۲ و ۳ بدست آمد. در این روابط، Green VWE میزان صادرات آب مجازی سبز<sup>۷</sup>، Blue VWE صادرات آب مجازی آبی<sup>۸</sup> و Grey VWE صادرات آب مجازی خاکستری<sup>۹</sup> (مترمکعب در سال) می‌باشد.  $Green\ WF_i$ ،  $Blue\ WF_i$  و  $Grey\ WF_i$

آب سبز<sup>۱</sup>، ردپای آب آبی<sup>۲</sup> و ردپای آب خاکستری<sup>۳</sup> می‌باشد. ردپای آب سبز میزان آب باران مصرف شده در دوره رشد محصول را اندازه‌گیری می‌کند. ردپای آب آبی نشان دهنده‌ی مقدار برداشت از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی است و به‌طور سنتی، استفاده از سیستم‌های آبیاری به‌مفهوم آب آبی است. ردپای آب خاکستری حجم آب شیرین مورد نیاز برای رقیق سازی و جذب مواد مغذی کودهای شیمیایی و آلاینده‌ها با استفاده از نفوذ عمقی آب و یا آب‌های سطحی است (هوکسترا و مکنونن ۲۰۱۲).

مطالعات متعددی در سطح داخلی و بین المللی درخصوص، نیاز آبیاری، آب مجازی و ردپای آب خرما و سایر محصولات زراعی و باغی انجام شده است. در گزارشی میزان مصرف سالانه آب به‌منظور تولید خرما در کشورهای اصلی تولید کننده این محصول را ۱۳۰۰۰-۳۵۰۰۰ مترمکعب بر هکتار ذکر کرده اند (بی‌نام ۲۰۰۷). مکنن و هوکسترا (۲۰۱۱) در تحقیقی ردپای آب سبز و آبی کشت خرما را به ترتیب ۹۳۰ و ۱۲۵۰ مترمکعب بر تن محاسبه کردند. حکمت نیا و همکاران (۲۰۲۰) نیاز آبی خرما در استان سیستان و بلوچستان را ۲۱۹۷۷ مترمکعب بر هکتار محاسبه کردند. همچنین متوسط برداشت سالانه از منابع آب در این استان ۳۹۹ میلیون متر مکعب نیز محاسبه شد. حکمت نیا و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی نشان دادند کل میزان صادرات آب مجازی ایران ۶/۲۳۲ میلیارد متر مکعب و واردات آب مجازی ایران نیز ۱۸/۸۳۸ میلیارد متر مکعب می‌باشد. بررسی منابع نشان داد اکثر تحقیقات صورت گرفته در خصوص خرما به بررسی نیاز آبیاری این محصول در مناطق مختلف پرداخته اند و مواردی نظیر محتوای آب مجازی، ردپای مصرف آب، تجارت آب مجازی و جایگاه ایران در این تجارت کمتر مورد توجه قرار گرفته

<sup>3</sup> FAO Penman-Monteith

<sup>4</sup> Green virtual water import

<sup>5</sup> Blue virtual water import

<sup>6</sup> Grey virtual water import

<sup>7</sup> Green virtual water export

<sup>8</sup> Blue virtual water export

<sup>9</sup> Grey virtual water export

<sup>1</sup> Green water footprint

<sup>2</sup> Blue water footprint

<sup>3</sup> Grey water footprint

### محتوای آب مجازی و ردپای آب خرما در ایران

به‌طور متوسط محتوای آب مجازی تولید خرما در ایران ۳۴۰۵ مترمکعب آب به ازای تولید یک تن محصول برآورد شد (جدول ۳). از این مقدار ۶۷/۶۶ درصد آن از طریق برداشت از آب‌های زیرزمینی و سطحی (آب آبی)، ۲۷/۹۲ درصد از طریق بارش باران (آب سبز) و ۴/۴۰ درصد آن از طریق آب خاکستری تامین می‌شود. میانگین جهانی VWC ۲۲۷۸ مترمکعب بر تن محاسبه شده است که علت این اختلاف بین ایران و میانگین جهانی می‌توان به دلیل اختلاف در میزان عملکرد تولید خرما و شرایط آب و هوایی باشد. ردپای آب به ازای هر تن محصول بین مناطق مختلف و محصولات مختلف بسیار متفاوت است زیرا بر اساس شرایط آب و هوایی هر منطقه محاسبه می‌شود. نتایج بررسی ردپای مصرف آب جهت تولید خرما در ایران نشان داد، این محصول با استفاده از آب‌های زیر زمینی و سطحی (آب آبی) که هزینه فرصت نسبتاً بالایی برای ایران نسبت به آب باران (آب سبز) دارد تولید می‌شود. هزینه فرصت استفاده از آب باران به این مفهوم است که استفاده از آب باران فشاری بر منابع آبی وارد نمی‌کند. آب سبز به‌طور کلی هزینه و تأثیرات زیست محیطی کمتری دارد. بنابراین کشورها باید به دنبال راه‌هایی جهت افزایش نسبت آب سبز در محتوای آب مجازی محصول و کاهش مصرف آب آبی باشند. نتایج ردپای آب تولید خرما در ایران نشان داد متوسط استفاده از آب آبی برای تولید یک تن خرما در ایران ۲۳۰۴ متر مکعب است که با نتایج مکنن و همکاران (۲۰۱۱) همخوانی ندارد. مکنن و همکاران (۲۰۱۱) میانگین جهانی ردپای آب آبی تولید خرما را ۱۲۵۰ مترمکعب بر تن محاسبه کردند. این مقایسه نشان می‌دهد کشور ایران در مقایسه با میانگین جهانی عمدتاً به دلیل تنوع در شرایط آب و هوایی، عملکرد محصول و بهره‌وری مصرف آب حدود ۲ برابر بیشتر از میانگین جهانی برای تولید یک تن خرما آب آبی مصرف می‌کند.

به‌ترتیب ردپای آب سبز، آبی و خاکستری محصول  $i$  تولید شده در ایران (متر مکعب بر تن) ،  $W_{ik}$  وزن محصول  $i$  صادر شده از ایران به‌کشور  $k$ ،  $k=۱,۲,۳$ ،  $l, I$ ، کشورهایی که محصولات کشاورزی به آن‌ها صادر می‌شود و  $n$  نشان‌دهنده محصولات صادراتی می‌باشد (حکمت‌نیا و همکاران ۲۰۲۰).

[۱]

$$Green VWE = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l Green WF_{si} \times W_{ik} \quad [۲]$$

$$Blue VWE = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l Blue WF_{si} \times W_{ik} \quad [۳]$$

$$Grey VWE = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l Grey WF_{si} \times W_{ik}$$

### نتایج و بحث

#### صادرات خرما

در حال حاضر ایران یکی از برترین تولیدکنندگان خرما در دنیا است. در جدول ۱ اطلاعات مربوط به تولید، سطح زیر کشت، عملکرد، حجم و ارزش صادرات خرما برای دوره زمانی ۲۰۰۱-۲۰۱۸ ارائه شده است. متوسط تولید سالانه خرما در ایران ۱/۰۲۳ میلیون تن است و در مجموع ۱۸/۴۳۱ میلیون تن حجم تولید خرما در ایران است. ارزش صادرات خرما در دوره زمانی مورد بررسی تحقیق به ۲۵۳۷/۴۶ میلیون دلار می‌رسد و باعث ارزآوری سالانه ۱۴۰/۹۷ میلیون دلار به داخل کشور می‌شود. متوسط سطح زیر کشت خرما در ایران ۱۹۲/۱۵۲ هزار هکتار است.

در جدول ۲ لیست ده کشور برتر صادر کننده خرما در دنیا از سال ۲۰۰۱-۲۰۱۸ ارائه شده است. ایران با صادرات ۲/۶۷۸ میلیون تن در سال (۱۹/۰۳ درصد) بزرگترین صادرکننده خرما در دنیا است. در این دوره زمانی، مجموعاً ۱۶/۰۰۲ میلیون تن محصول خرما توسط کشورهای عمده تولید کننده این محصول به دنیا صادر شده است.

آب سبز آب حاصل از بارندگی است و نتایج نشان داد  
متوسط ردپای مصرف آب سبز جهت تولید خرما در

جدول ۱- حجم و ارزش صادرات، تولید، عملکرد و سطح زیر کشت خرما ۲۰۰۱-۲۰۰۷ (بی نام ۲۰۰۷).

سال	ارزش صادرات (Million Dollar)	حجم صادرات (Ton)	سطح زیر کشت (Hectare)	تولید (Ton)	عملکرد (kg ha <sup>-1</sup> )
۲۰۰۱	۲۸/۴۸	۱۱۹۳۷۱	۱۸۳۲۶۹	۷۸۳۰۴۸	۴۲۷۲/۶۷
۲۰۰۲	۲۷/۵۹	۱۱۳۵۳۳	۱۸۳۸۷۸	۸۷۸۶۱۰	۴۷۷۸/۲۲
۲۰۰۳	۳۴/۶۸	۱۲۰۰۵۴	۱۹۱۱۴۵	۹۶۴۶۸۳	۵۰۴۶/۸۶
۲۰۰۴	۳۶/۴۳	۹۴۵۸۴	۱۹۳۶۲۸	۹۸۹۶۲۵	۵۱۱۰/۹۶
۲۰۰۵	۶۸/۴۹	۱۱۷۰۵۲	۱۹۷۷۲۳	۹۹۶۷۷۰	۵۰۴۱/۲۴
۲۰۰۶	۹۱/۵۹	۱۴۳۳۵۱	۱۹۴۶۷۹	۱۰۴۲۳۳۷	۵۳۵۴/۱۳
۲۰۰۷	۱۰۰/۷۹	۱۲۵۲۹۹	۲۰۹۳۳۱	۱۰۵۳۸۶۶	۵۰۳۴/۴۵
۲۰۰۸	۸۹/۶۲	۱۰۵۱۴۰	۱۹۶۹۳۸	۹۶۱۵۳۲	۴۸۸۲/۴۱
۲۰۰۹	۹۲/۱۵	۹۳۷۱۷	۱۹۸۸۹۶	۹۸۳۸۰۷	۴۹۴۶/۳۴
۲۰۱۰	۱۴۸/۱۷	۱۱۹۰۸۵	۲۱۴۴۴۰	۱۰۰۶۶۶۵	۴۶۹۴/۳۹
۲۰۱۱	۱۸۸/۹۳	۱۳۴۳۰۰	۲۲۲۴۰۳	۱۰۲۹۹۴۰	۴۶۳۰/۹۶
۲۰۱۲	۱۸۱/۵۹	۱۳۸۵۳۷	۲۰۲۲۴۲	۱۰۶۹۶۵۵	۵۲۸۸/۹۲
۲۰۱۳	۱۹۲/۴۱	۱۴۶۶۱۴	۱۹۹۱۱۴	۱۰۱۴۰۰۶	۵۰۹۲/۵۹
۲۰۱۴	۲۲۶/۱۷	۱۶۷۳۲۳	۱۸۲۵۳۷	۱۰۳۲۸۰۴	۵۶۵۸/۰۵
۲۰۱۵	۲۳۲/۹۸	۱۷۰۹۹۱	۱۶۳۸۹۸	۱۰۳۲۸۰۴	۶۳۰۱/۵۰
۲۰۱۶	۲۰۸/۵۵	۲۰۹۴۶۱	۱۸۳۱۷۷	۱۱۸۵۱۶۵	۶۴۷۰/۰۵
۲۰۱۷	۲۵۰/۴۹	۲۵۳۵۱۶	۱۶۹۷۹۳	۱۲۰۲۲۰۰	۷۰۸۰/۳۹
۲۰۱۸	۳۳۸/۳۵	۳۰۶۲۹۱	۱۷۱۶۴۷	۱۲۰۴۱۵۸	۷۰۱۵/۳۲
میانگین	۱۴۰/۹۷	۱۴۸۷۸۹/۹	۱۹۲۱۵۲/۱	۱۰۲۳۹۸۲	۵۳۷۲/۲۰
حداقل	۲۷/۵۹	۹۳۷۱۷	۱۶۳۸۹۸	۷۸۳۰۴۸	۴۲۷۲/۶۷
حداکثر	۳۳۸/۳۵	۳۰۶۲۹۱	۲۲۲۴۰۳	۱۲۰۴۱۵۸	۷۰۸۰/۳۹
مجموع	۲۵۳۷/۴۶	۲۶۷۸۲۱۹	-	۱۸۴۳۱۶۷۵	-

جدول ۲- ده کشور برتر صادرکننده خرما در جهان ۲۰۰۱-۲۰۱۸ (بی نام ۲۰۰۷).

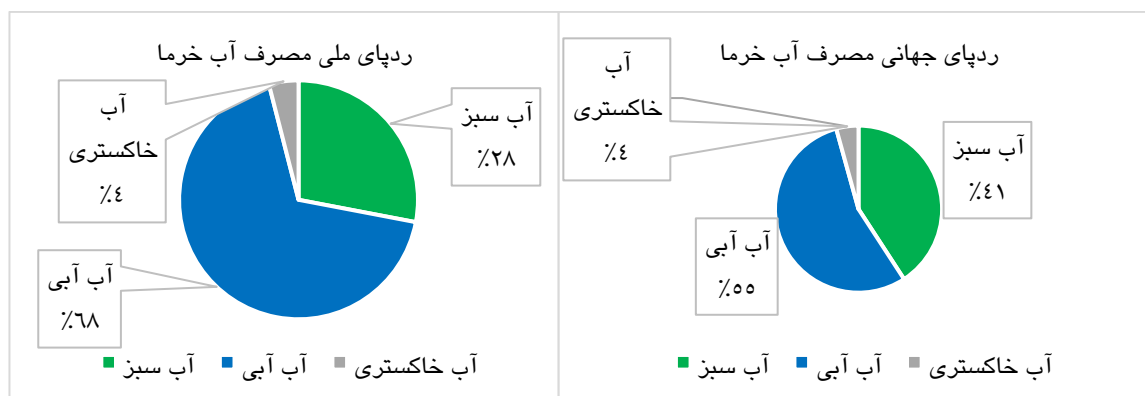
سال	ایران	امارات	پاکستان	تونس	عربستان	عراق	الجزایر	فرانسه	مصر	عمان
۲۰۰۱	۳۰/۷۶%	۰%	۰%	۱۲/۱۲%	۷/۰۵%	۰%	۲/۰۲%	۲/۱۵%	۰/۳۱%	۳/۳۵%
۲۰۰۲	۳۵/۳۱%	۰%	۰%	۱۳/۰۳%	۹/۱۵%	۰%	۳/۴۳%	۲/۳۵%	۱/۴۱%	۱/۵۶%
۲۰۰۳	۳۰/۱۸%	۰%	۱۸/۱۰%	۹/۳۲%	۷/۷۳%	۰%	۲/۵۶%	۲/۰۴%	۰/۴۶%	۰%
۲۰۰۴	۲۵/۳۰%	۰%	۱۷/۴۹%	۱۰/۸۲%	۱۱/۱۳%	۰%	۲/۱۸%	۲/۱۵%	۰/۶۴%	۱/۲۷%
۲۰۰۵	۱۴/۵۰%	۳۳/۹۶%	۱۰/۵۷%	۶/۲۱%	۵/۳۰%	۰%	۱/۳۹%	۱/۰۹%	۰/۵۰%	۰/۵۱%
۲۰۰۶	۵۷/۲۹%	۰%	۲۱/۲۱%	۷/۷۶%	۸/۰۲%	۰%	۲/۵۴%	۱/۶۳%	۱/۰۵%	۰/۸۵%
۲۰۰۷	۱۴/۴۵%	۲۷%	۱۱/۳۲%	۷/۹۴%	۴/۷۸%	۰%	۱/۵۴%	۱/۱۸%	۰/۵۴%	۱/۰۸%
۲۰۰۸	۱۱/۳۳%	۲۵/۶۴%	۱۰/۳۱%	۷/۴۹%	۶/۳۴%	۰%	۱/۰۸%	۰/۹۳%	۰/۹۰%	۰/۷۵%

ادامه جدول ۲

۱/۰۲%	۲/۰۳%	۱/۵۳%	۱/۲۴%	۰%	۷/۷۷%	۱۰/۷۰%	۱۷/۲۹%	۰%	۱۲/۹۸%	۲۰۰۹
۰/۸۹%	۲/۷۰%	۱/۴۸%	۲/۱۱%	۰%	۸/۹۷%	۱۱/۰۹%	۱۵/۱۲%	۰%	۱۵/۶۷%	۲۰۱۰
۰/۹۰%	۲/۹۹%	۱/۴۵%	۳/۵۳%	۰%	۹%	۱۰/۹۱%	۱۴/۲۳%	۰%	۱۶/۸۶%	۲۰۱۱
۰/۴۵%	۰/۸۸%	۰/۹۱%	۱/۵۹%	۰%	۵/۰۱%	۷/۸۷%	۱۲/۷۷%	۲۳/۶۷%	۱۰/۷۸%	۲۰۱۲
۰/۷۱%	۱/۹۳%	۰/۸۶%	۱/۶۳%	۰%	۷/۵۳%	۸/۳۲%	۱۳/۳۰%	۲۱/۱۷%	۱۱/۵۳%	۲۰۱۳
۱/۳۶%	۳/۶۱%	۱/۱۶%	۲/۳۹%	۱/۹۴%	۱۲/۱۴%	۸/۰۱%	۱۰/۸۶%	۲۹/۲۵%	۱۵/۳۹%	۲۰۱۴
۰/۷۰%	۰/۸۲%	۰/۹۶%	۲/۲۰%	۲۲/۸۵%	۹/۲۶%	۷/۹۳%	۱۰/۰۹%	۲۳/۸۳%	۱۳/۱۶%	۲۰۱۵
۱/۱۱%	۱/۳۷%	۰/۹۲%	۲/۱۹%	۲۲/۶۷%	۸/۲۵%	۸/۰۲%	۱۱/۵۰%	۱۹/۴۴%	۱۴/۷۶%	۲۰۱۶
۰/۳۹%	۰/۷۱%	۰/۹۹%	۳/۴۷%	۱۸/۸۴%	۱۰/۳۶%	۷/۷۶%	۱۳/۰۲%	۱۶/۲۱%	۱۸/۸۵%	۲۰۱۷
۰/۶۰%	۰/۸۹%	۰/۸۷%	۵/۸۶%	۱۸/۱۷%	۱۱/۱۹%	۸/۹۳%	۹/۴۲%	۱۳/۸۷%	۲۱/۱۵%	۲۰۱۸
۰/۹۷%	۱/۳۲%	۱/۳۷%	۲/۳۹%	۴/۶۹%	۸/۲۸%	۹/۱۲%	۱۲/۰۳%	۱۳%	۱۹/۰۳%	میانگین

جدول ۳- محتوای آب مجازی و رد پای آب تولید محصول خرما در ایران و میانگین جهانی ( $\text{m}^3 \text{Ton}^{-1}$ ).

آب مجازی	آب سبز	آب آبی	آب خاکستری	
۳۴۰۵	۹۵۱	۲۳۰۴	۱۵۰	ایران
۲۲۷۸	۹۳۰	۱۲۵۰	۹۸	جهان



شکل ۱- میانگین رد پای مصرف آب خرما در ایران و جهان ۲۰۰۱-۲۰۱۸.

محصول خرما نسبت به سال ۲۰۰۱ می‌باشد. به طوری که در سال ۲۰۰۱ سطح زیر کشت خرما ۱۸۳۲۶۹ هکتار و میزان تولید ۷۸۳۰۴۸ تن بود ولی در سال ۲۰۱۸ سطح زیر کشت ۱۶۹۷۹۳ و تولید ۱۲۰۴۱۵۸ تن رسیده است. علی‌رغم اینکه سطح زیر کشت ۶/۳۴ درصد کاهش یافته ولی میزان تولید ۵۳/۷۸ درصد افزایش یافته است. این نشان‌دهنده بهبود کارایی و عملکرد تولید محصول خرما در ایران است. به طوری که عملکرد تولید خرما از

### مصرف آب خرما در ایران

نتایج محاسبه میزان مصرف آب جهت تولید خرما در جدول ۴ ارائه شده است. بر اساس جدول ۴، کل میزان مصرف آب تولید خرما در ایران از ۲/۶۶۶ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۰۱، به میزان ۴/۱۰۰ میلیارد متر مکعب در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته است. این افزایش در مصرف آب نیز به دلیل افزایش میزان تولید

۴/۲۲۵ ۳/۸۹۶ میلیارد متر مکعب، در کشور الجزایر  
 میلیارد متر مکعب، در کشور تونس ۰/۵۲۴ میلیارد متر  
 مکعب، در کشور عمان ۱/۰۰۳ میلیارد متر مکعب و در  
 کشور امارات ۰/۳۸۳ میلیارد متر مکعب می‌باشد (بی‌نام  
 ۲۰۰۷). میزان مصرف آب با توجه به پارامترهای آب و  
 هوایی، سطح زیر کشت، عملکرد و سیستم‌های آبیاری  
 متفاوت می‌باشد. بررسی ردپای آب نشان می‌دهد در  
 بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸، میزان بهره‌برداری از  
 منابع آب آبی (آب‌های زیرزمینی و سطحی) ۴۲/۴۶۶  
 میلیارد مترمکعب می‌باشد. این میزان ۶۸ درصد از کل  
 مصرف آب جهت تولید خرما در ایران می‌باشد. مقدار  
 استفاده از آب سبز نیز ۱۷/۵۲۸ میلیارد متر مکعب و آب  
 خاکستری نیز ۲/۷۶۴ میلیارد مترمکعب محاسبه شد که  
 با نتایج حکمت‌نیا و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت دارد.

۴۲۷۲ کیلوگرم بر هکتار در سال ۲۰۰۱ به ۷۰۱۵  
 کیلوگرم بر هکتار در سال ۲۰۱۸ رسیده است. از سال  
 ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸ در مجموع ۶۲/۷۵۹ میلیارد مترمکعب  
 جهت تولید خرما در ایران آب مصرف شده است.  
 به‌طور متوسط مصرف آب جهت تولید خرما در ایران،  
 ۳/۴۸۶ میلیارد متر مکعب در سال است که با نتایج بی  
 نام (۲۰۰۷) همخوانی دارد. بی‌نام (۲۰۰۷) متوسط  
 مصرف سالانه آب تولید خرما در ایران را حدود ۳  
 میلیارد مترمکعب محاسبه کرده است. همچنین بی‌نام  
 (۲۰۰۷) در گزارشی میزان مصرف سالانه آب به‌منظور  
 تولید خرما در کشورهای اصلی تولید کننده این  
 محصول را ذکر کرده است. براساس این گزارش  
 مصرف سالانه آب به‌منظور کشت خرما در کشور مصر  
 ۲/۱۱۸ میلیارد متر مکعب، در کشور عربستان سعودی

جدول ۴- میزان مصرف آب جهت تولید خرما در ایران به تفکیک آب سبز، آبی و خاکستری (میلیون مترمکعب).

سال	مصرف آب خاکستری	مصرف آب آبی	مصرف آب سبز	کل مصرف آب
۲۰۰۱	۱۱۷/۴۶	۱۸۰۴/۱۴	۷۴۴/۶۸	۲۶۶۶/۲۸
۲۰۰۲	۱۳۱/۷۹	۲۰۲۴/۳۲	۸۳۵/۵۶	۲۹۹۱/۶۷
۲۰۰۳	۱۴۴/۷۰	۲۲۲۲/۶۳	۹۱۷/۴۱	۳۲۸۴/۷۵
۲۰۰۴	۱۴۸/۴۴	۲۲۸۰/۱۰	۹۴۱/۱۳	۳۳۶۹/۶۷
۲۰۰۵	۱۴۹/۵۲	۲۲۹۶/۵۶	۹۴۷/۹۳	۳۳۹۴
۲۰۰۶	۱۵۶/۳۵	۲۴۰۱/۵۴	۹۹۱/۲۶	۳۵۴۹/۱۶
۲۰۰۷	۱۵۸/۰۸	۲۴۲۸/۱۱	۱۰۰۲/۲۳	۳۵۸۸/۴۱
۲۰۰۸	۱۴۴/۲۳	۲۲۱۵/۳۷	۹۱۴/۴۲	۳۲۷۴/۰۲
۲۰۰۹	۱۴۷/۵۷	۲۲۶۶/۶۹	۹۳۵/۶۰	۳۳۴۹/۸۶
۲۰۱۰	۱۵۱	۲۳۱۹/۳۶	۹۵۷/۳۴	۳۴۲۷/۶۹
۲۰۱۱	۱۵۴/۴۹	۲۳۷۲/۹۸	۹۷۹/۴۷	۳۵۰۶/۹۵
۲۰۱۲	۱۶۰/۴۵	۲۴۶۴/۴۹	۱۰۱۷/۲۴	۳۶۴۲/۱۸
۲۰۱۳	۱۵۲/۱۰	۲۳۳۶/۲۷	۹۶۴/۳۲	۳۴۵۲/۶۹
۲۰۱۴	۱۵۴/۹۲	۲۳۷۹/۵۸	۹۸۲/۲۰	۳۵۱۶/۷۰
۲۰۱۵	۱۵۴/۹۲	۲۳۷۹/۵۸	۹۸۲/۲۰	۳۵۱۶/۷۰
۲۰۱۶	۱۷۷/۷۷	۲۷۳۰/۶۲	۱۱۷۲/۰۹	۴۰۳۵/۴۹
۲۰۱۷	۱۸۰/۳۳	۲۷۶۹/۸۷	۱۱۴۳/۲۹	۴۰۹۳/۴۹
۲۰۱۸	۱۸۰/۶۲	۲۷۷۴/۳۸	۱۱۴۵/۱۵	۴۱۰۰/۱۶
مجموع	۲۷۶۴/۷۵	۴۲۴۶۶/۵۸	۱۷۵۲۸/۵۲	۶۲۷۵۹/۸۵



## ردپای صادرات آب مجازی خرما

در جدول ۵ ردپای صادرات آب مجازی خرما (مترمکعب بر سال) نشان داده شده است. این مطالعه اولین ارزیابی جهانی از ردپای آب صادرات خرمای ایران است. اطلاعات مربوط به حجم تجارت بین‌المللی محصول خرما از سایت مرکز تجارت جهانی استخراج شده است. آلن (۱۹۹۷) نشان داد تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی می‌تواند باعث تجارت منابع آب یک کشور به شکل مجازی شود. بنابراین در بین سال‌های ۲۰۰۱-۲۰۱۸، میزان ۹/۱۱۹ میلیارد متر مکعب از منابع آب کشور که در محصول خرما تعبیه شده بود به

صورت آب مجازی به جهان صادر شده است. در سال ۲۰۰۱ میزان صادرات آب مجازی خرما از ایران ۴۰۶/۴۶ میلیون متر مکعب بوده است که در سال ۲۰۱۸ به دلیل افزایش حجم تولید داخلی و افزایش میزان صادرات به میزان ۱۰۴۲/۹۲ میلیون مترمکعب رسیده است. کمترین میزان صادرات آب مجازی محصول خرما مربوط به سال ۲۰۰۹ می‌باشد (۳۱۹/۱۱ میلیون متر مکعب) که علت آن اعمال تحریم‌های بین‌المللی بر روی بخش‌های مختلف اقتصاد ایران از جمله صادرات بخش کشاورزی می‌باشد.

جدول ۵- ردپای صادرات آب سبز، آبی و خاکستری محصول خرما ۲۰۰۱-۲۰۱۸ (میلیون مترمکعب).

سال	صادرات آب خاکستری	صادرات آب آبی	صادرات آب سبز	کل صادرات آب مجازی
۲۰۰۱	۱۷/۹۱	۲۷۵/۰۳	۱۱۳/۵۲	۴۰۶/۴۶
۲۰۰۲	۱۷/۰۳	۲۶۱/۵۸	۱۰۷/۹۷	۳۸۶/۵۸
۲۰۰۳	۱۸/۰۱	۲۷۶/۶۰	۱۱۴/۱۷	۴۰۸/۷۸
۲۰۰۴	۱۴/۱۹	۲۱۷/۹۲	۸۹/۹۵	۳۲۲/۰۶
۲۰۰۵	۱۷/۵۶	۲۶۹/۶۹	۱۱۱/۳۲	۳۹۸/۵۶
۲۰۰۶	۲۱/۵۰	۳۳۰/۲۸	۱۳۶/۳۳	۴۸۸/۱۱
۲۰۰۷	۱۸/۷۹	۲۸۸/۶۹	۱۱۹/۱۶	۴۲۶/۶۴
۲۰۰۸	۱۵/۷۷	۲۴۲/۲۴	۹۹/۹۹	۳۵۸
۲۰۰۹	۱۴/۰۶	۲۱۵/۹۲	۸۹/۱۲	۳۱۹/۱۱
۲۰۱۰	۱۷/۸۶	۲۷۴/۳۷	۱۱۳/۲۵	۴۰۵/۴۸
۲۰۱۱	۲۰/۱۵	۳۰۹/۴۳	۱۲۷/۷۲	۴۵۷/۲۹
۲۰۱۲	۲۰/۷۸	۳۱۹/۱۹	۱۳۱/۷۵	۴۷۱/۷۲
۲۰۱۳	۲۱/۹۹	۳۳۷/۸۰	۱۳۹/۴۳	۴۹۹/۲۲
۲۰۱۴	۲۵/۱۰	۳۸۵/۵۱	۱۵۹/۱۲	۵۶۹/۷۳
۲۰۱۵	۲۵/۶۵	۳۹۳/۹۶	۱۶۲/۶۱	۵۸۲/۲۲
۲۰۱۶	۳۱/۴۲	۴۸۲/۶۰	۱۹۹/۲۰	۷۱۳/۲۱
۲۰۱۷	۳۸/۰۳	۵۸۴/۱۰	۲۴۱/۰۹	۸۶۳/۲۲
۲۰۱۸	۴۵/۹۴	۷۰۵/۶۹	۲۹۱/۲۸	۱۰۴۲/۹۲
مجموع	۴۰۱/۷۳	۶۱۷۰/۶۲	۲۵۴۶/۹۹	۹۱۱۹/۳۴

در جدول ۶ میزان تجارت جهانی آب مجازی خرما و جایگاه ایران در این تجارت مشخص شده است. طبق نتایج مشخص شد ۲۵/۰۸ درصد از کل تجارت

جهانی آب مجازی خرما مربوط به ایران است. به طور متوسط سالانه ۲۰۳۹/۶۴۳ میلیون مترمکعب آب بین کشورها با تجارت بین‌المللی خرما جابجا می‌شود که

به‌طور متوسط سهم ایران از این تجارت سالانه ۵۰۶/۶۲۸ میلیون مترمکعب در سال است که با نتایج هوکسترا و چاپاگین (۲۰۱۲) مطابقت دارد. هوکسترا و چاپاگین نشان دادند تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی باعث انتقال ۹۸۷ میلیارد مترمکعب آب بین کشورها می‌شود.

نتایج بررسی ردپای آب نشان داد آب آبی سهم عمده‌ای در صادرات آب مجازی محصول خرما در ایران دارد. علت آن تولید محصول خرما از طریق برداشت از منابع آب آبی (آب زیر زمینی و سطحی) در ایران است. در بین دوره زمانی مورد بررسی تحقیق ۶۱۷۰/۶۲ میلیون متر مکعب از منابع آب آبی استخراج و به صورت مجازی به خارج از کشور صادر شده است. این میزان ۶۷/۶۶ درصد از کل صادرات آب مجازی ایران را شامل می‌شود. سهم آب سبز از صادرات آب مجازی محصول خرما ۲۷/۹۲ درصد می‌باشد که این میزان ۲۵۴۶/۹۹ درصد از کل صادرات آب مجازی ایران است. آب خاکستری سهم اندکی در تجارت آب مجازی محصول خرما ایران داشت (۴۰۱/۷۳ میلیون متر مکعب، ۴/۴ درصد). در یک مقایسه جهانی مشخص شد کشور قطر در بین سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۵ نیز میزان ۲۴/۴۷۰ میلیارد متر مکعب آب مجازی از طریق تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی وارد کرده

است که ۶۹ درصد از کل آب مجازی وارداتی مربوط به آب سبز و ۳۱ درصد کل مربوط به آب آبی است. در کشور قطر واردات آب سبز دو برابر بیشتر از واردات آب آبی است، زیرا بیشتر مواد غذایی وارد شده از مناطق آبیاری بارانی است. کشور عربستان سعودی در سال ۲۰۱۲ در مجموع ۹۷۰ میلیون مترمکعب آب مجازی صادر کرده است که ۳۰/۳ درصد (۲۹۳/۹۱ میلیون متر مکعب) مربوط به محصول خرما بوده است. لی و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند سهم آب سبز در تولید محصول برنج در کشور چین ۵۵/۴۱ درصد است و سهم آب آبی ۲۲/۶۵ درصد است و ۲۱/۶۴ درصد نیز از طریق آب خاکستری انجام می‌شود. تیان و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند آب سبز سهم عمده‌ای در واردات و صادرات آب مجازی این کشور دارد. این بررسی نشان می‌دهد آب سبز سهم عمده‌ای در تولید و تجارت آب مجازی محصولات کشاورزی دارد و سیاست کشورها در تجارت آب مجازی به این سمت حرکت می‌کند که محصولات کشاورزی را از کشورهایی وارد می‌کنند که دارای مزیت نسبی در استفاده از آب باران دارد و تولید محصولات کشاورزی در این کشورها از طریق آب باران انجام می‌شود. اما تولید خرما در ایران عمدتاً از طریق آب آبی صورت می‌گیرد.

جدول ۶- تجارت جهانی آب مجازی خرما در ایران و جهان (میلیون مترمکعب).

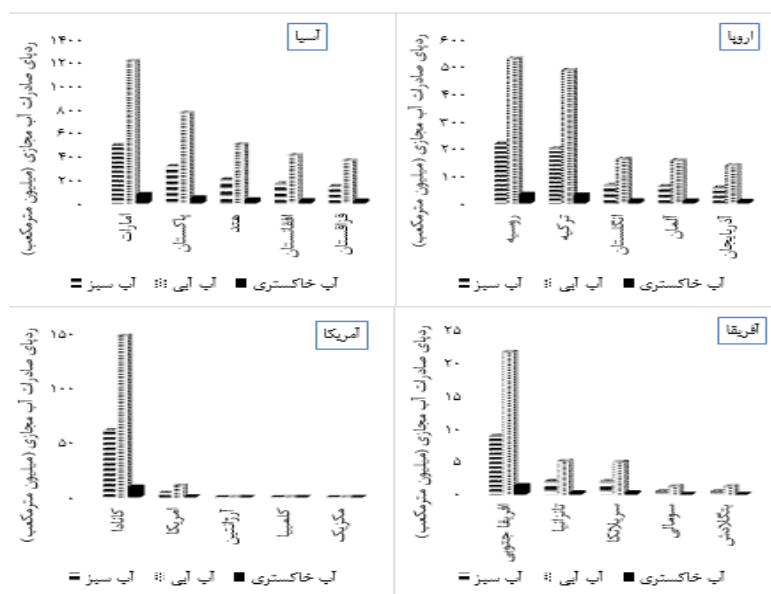
سال	دنیا	ایران	سهم ایران
۲۰۰۱	۱۲۱۰/۵۹	۴۰۶/۴۶	۳۳/۵۸%
۲۰۰۲	۱۲۰۱/۸۱	۳۸۶/۵۸	۳۲/۱۷%
۲۰۰۳	۱۳۳۷/۰۸	۴۰۸/۷۸	۳۰/۵۷%
۲۰۰۴	۱۳۸۰/۶۸	۳۲۲/۰۶	۲۳/۳۳%
۲۰۰۵	۲۰۴۳/۷۸	۳۹۸/۵۶	۱۹/۵۰%
۲۰۰۶	۱۵۵۵/۰۷	۴۸۸/۱۱	۳۱/۳۹%
۲۰۰۷	۲۰۶۶/۸۵	۴۲۶/۶۴	۲۰/۶۴%

## ادامه جدول ۶

۱۷/۴۰%	۳۵۸	۲۰۵۷/۶۷	۲۰۰۸
۱۹/۲۵%	۳۱۹/۱۱	۱۶۵۷/۶۹	۲۰۰۹
۲۳/۲۹%	۴۰۵/۴۸	۱۷۴۰/۶۷	۲۰۱۰
۲۵/۵۸%	۴۵۷/۲۹	۱۷۸۸/۰۳	۲۰۱۱
۲۱/۰۶%	۴۷۱/۷۲	۲۲۳۹/۶۴	۲۰۱۲
۲۰/۸۶%	۴۹۹/۲۲	۲۳۹۳	۲۰۱۳
۲۰/۹۹%	۵۶۹/۷۳	۲۷۱۳/۷۳	۲۰۱۴
۲۲/۷۶%	۵۸۲/۲۲	۲۵۵۸/۳۰	۲۰۱۵
۲۶/۴۳%	۷۱۳/۲۱	۲۶۹۸/۵۰	۲۰۱۶
۳۰/۵۳%	۸۳/۲۲	۲۸۲۷/۲۱	۲۰۱۷
۳۲/۱۶%	۱۰۴۲/۹۲	۳۲۴۳/۲۷	۲۰۱۸

شکل ۲ کشورهای که بیشترین میزان واردات خرما از ایران را داشته اند به تفکیک هر قاره نشان می‌دهد. کشورهای آسیایی بزرگترین وارد کنندگان آب مجازی خرما از ایران می‌باشند. از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸، آب مجازی که ایران به کشورهای آسیایی صادر کرده، ۷۳/۵۶ درصد از کل آب مجازی صادراتی محصول خرما را تشکیل می‌دهد. این الگوی سیاست تجاری ایران در مقابل همسایگان خود را نشان می‌دهد و حاکی از این است که بعد مکانی و داشتن مرز مشترک تاثیر مثبتی بر تجارت آب مجازی بین دو کشور دارد. آب مجازی که توسط محصول خرما از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸ صادر می‌شود به این شرح است که آسیا ۷۳/۵۶ درصد، اروپا ۲۳/۳۳ درصد، آمریکا ۲/۵۸ درصد و آفریقا ۰/۵۳ درصد می‌باشد. در اروپا بزرگترین واردکنندگان آب مجازی خرما از ایران کشورهای

روسیه (۷۷۵/۹۶۹ میلیون مترمکعب)، ترکیه (۷۱۴/۶۷۹ میلیون مترمکعب) و انگلستان (۲۳۸/۹۰۹ میلیون مترمکعب) هستند. در آمریکا کشورهای کانادا (۲۱۶/۳۸۵ میلیون مترمکعب) و ایالات متحده آمریکا (۱۵/۳۲۳ میلیون مترمکعب) و در آفریقا، کشورهای آفریقای جنوبی (۳۱/۸۳۶ میلیون مترمکعب)، جمهوری متحد تانزانیا (۷/۴۷۰ میلیون مترمکعب) و سریلانکا (۷/۲۹۶ میلیون مترمکعب) می‌باشند. این بررسی نشان می‌دهد کشورهای که از نظر بعد مکانی دارای مرز مشترک زمینی و دریایی با ایران هستند و یا فاصله مکانی نزدیکی با ایران دارند مهمترین مقصد صادراتی محصول خرما از ایران می‌باشند که با نتایج تحقیق حکمت‌نیا و همکاران (۲۰۲۰) و آنتونلی و همکاران (۲۰۱۹) همخوانی دارد.



شکل ۲- کشورهای بیشترین صادرات آب مجازی خرما توسط ایران با آن‌ها انجام شده به تفکیک ردپای آب ۲۰۱۸-۲۰۰۱.

## نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه میزان تجارت آب مجازی محصول خرما بین ایران و سایر کشورهای جهان محاسبه و میزان صادرات و واردات آب مجازی به تفکیک آب سبز، آب آبی و آب خاکستری برای محصول خرما ارائه شد. در این راستا ابتدا محتوای آب مجازی، ردپای آب و مقدار مصرف آب تولید خرما به تفکیک آب سبز، آب آبی و آب خاکستری در ایران محاسبه شد، سپس به محاسبه نقش ایران در تجارت بین‌المللی آب مجازی محصول خرما پرداخته شد. یافته‌های تحقیق حاکی از این است که جهت تولید خرما در ایران در بین سال‌های ۲۰۰۱ - ۲۰۱۸ ۶۲/۷۵۹ میلیارد مترمکعب آب مصرف شده است. از این مقدار ۴۲/۴۶۶ میلیارد مترمکعب (۶۷/۶۶ درصد) از طریق استحصال از آب‌های زیرزمینی و سطحی (منابع آب آبی) صورت گرفته است و آب سبز نقش اندکی در آبیاری محصول خرما دارد. محاسبات مربوط به ردپای آب نشان داد جهت تولید یک کیلوگرم خرما در ایران مقدار ۲/۳۰۴ مترمکعب آب آبی، ۰/۹۵۱ مترمکعب آب

سبز و ۰/۱۵ مترمکعب آب خاکستری مصرف می‌شود و محتوای آب مجازی محصول خرما در ایران ۳/۴۰۵ مترمکعب بر کیلوگرم است.

بررسی جایگاه ایران در تجارت جهانی آب مجازی خرما نشان داد سالانه ۲۵/۰۸ درصد از کل تجارت جهانی آب مجازی خرما مربوط به ایران است و در بین سال‌های ۲۰۰۱ - ۲۰۱۸ نیز ۹/۱۱۹ میلیارد مترمکعب آب مجازی از طریق تجارت بین‌المللی خرما به سایر کشورها صادر شده است. ردپای صادرات آب مجازی خرما نیز نشان می‌دهد ایران در تجارت بین‌المللی محصول خرما نیز آب آبی به کشورهای دنیا صادر می‌کند. به طوری که در دوره زمانی تحقیق میزان ۶/۱۷۰ میلیارد مترمکعب از منابع آب زیرزمینی و سطحی برداشت و صادر شده است. همچنین میزان ۲/۵۴۶ میلیارد مترمکعب آب سبز و ۰/۴۰۱ میلیارد مترمکعب آب خاکستری صادر شده است. در نهایت مشخص شد کشورهای آسیایی عمده‌ترین واردکنندگان آب مجازی خرما از ایران می‌باشند و نتایج نشان داد بعد فاصله مکانی و داشتن مرز مشترک تاثیر مثبتی بر تجارت آب مجازی ایران داشت.

## منابع مورد استفاده

- Ababaei B and Etedali HR, 2014. Estimation of water footprint components of Iran's wheat production: Comparison of global and national scale estimates. *Environmental processes*, 1(3): 193-205.
- Allan JA, 1997. Virtual water: a long term solution for water short Middle Eastern economies? Pp. 24-29, School of Oriental and African Studies, University of London.
- Allan JA, 1998. Virtual water: a strategic resource. *Ground Water*, 36(4): 545-547.
- Allen RG, Smith M, Perrier A and Pereira LS, 1994. An update for the definition of reference evapotranspiration. *ICID bulletin*, 43(2): 1-34.
- Anonymous, 2007. Date Palm Cultivation, FAO Plant Production and Protection Division No. 156.
- Antonelli M, Tamea S and Yang H, 2017. Intra-EU agricultural trade, virtual water flows and policy implications. *Science of the Total Environment*, 587: 439-448.
- Chapagain AK, Hoekstra AY and Savenije HG, 2006. Water saving through international trade of agricultural products. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 10(3): 455-468.
- Ghoddusi H and Davari H, 2016. Critically analysis of virtual water from the perspective of policy-making. *Journal of Water and Sustainable Development* 3(1): 47-58. (In Persian with English abstract).
- Hekmatnia M, Hosseini S and safdari M, 2020. Determination and assessment of green, blue and gray water footprints in the international trade of agricultural products of Iran. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage* 14(2): 446-463. (In Persian with English abstract).
- Hekmatnia M, Hosseini S and Safdari M, 2020. Water use assessment of date in Sistan and Balouchestan Province based on the concept of virtual water. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 51(2): 513-524. (In Persian with English abstract).
- Hoekstra A, 2010. The relation between international trade and freshwater scarcity (No. ERSD-2010-05). WTO Staff Working Paper.
- Hoekstra AY and Chapagain AK, 2011. *Globalization of Water: Sharing the Planet's Fresh Water Resources*. John Wiley and Sons.
- Hoekstra AY and Mekonnen MM, 2012. The water footprint of humanity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109: 3232-3237.
- Hoekstra AY, 2003. Virtual water trade: proceedings of the international expert meeting on virtual water trade, Delft, The Netherlands, 12-13 December 2002, Value of Water Research Report Series No. 12.
- Hoekstra AY, Chapagain AK, Mekonnen M and Aldaya M, 2011. *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Routledge.
- Huang H, Wang J, Han Y, Wang L and Li X, 2019. Assessing impacts of water regulations on alleviating regional water stress with a system dynamics model. *Water Supply*, 19(2): 635-643.
- Li X, Chen D, Cao X, Luo Z, and Webber M, 2020. Assessing the components of, and factors influencing, paddy rice water footprint in China. *Agricultural Water Management* 229: 105939.
- Mohammed S and Darwish M, 2017. Water footprint and virtual water trade in Qatar. *Desalination and Water Treatment* 66: 117-132.
- Shahvari N, Khalilian S, Mosavi SH and Mortazavi S A, 2019. Assessing climate change impacts on water resources and crop yield: a case study of Varamin plain basin, Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(3): 134.
- Shirmohammadi B, Malekian A, Salajegheh A, Taheri B, Azarnivand H, Malek Z and Verburg PH, 2020. Scenario analysis for integrated water resources management under future land use change in the Urmia Lake region, Iran. *Land Use Policy* 90: 104299.
- Tian X, Sarkis J, Geng Y, Qian Y, Gao C, Bleischwitz R and Xu Y, 2018. Evolution of China's water footprint and virtual water trade: A global trade assessment. *Environment International* 121: 178-188.