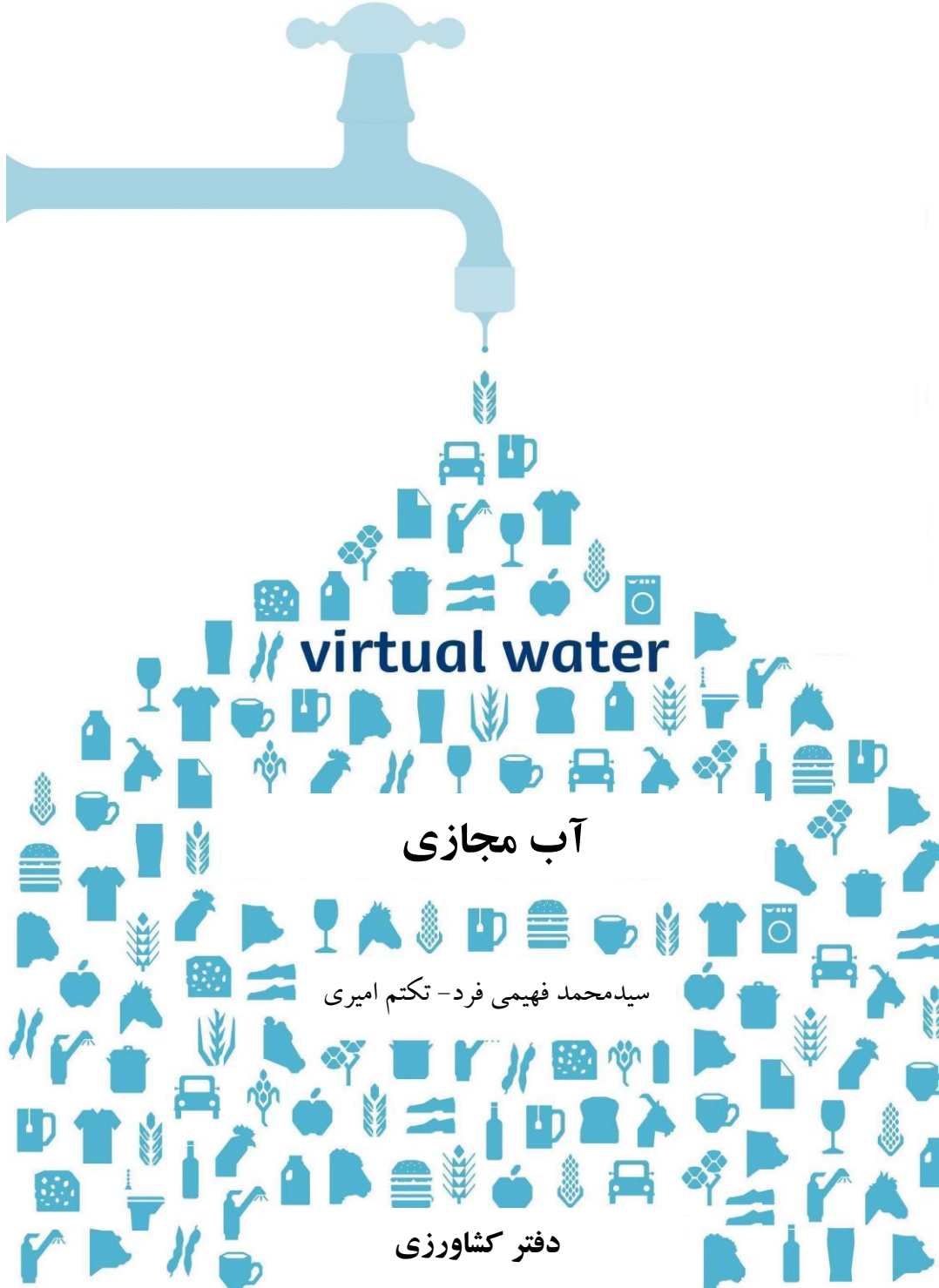




آب انبارگانی، صنایع، معادن و کشاورزی  
فرمان رضوی



آب این منبع طبیعی، کمیاب، حیاتی و تجدید پذیر نقش مهمی در توسعه اقتصادی کشورها بر عهده دارد. آب شیرین نه به عنوان یک منبع جهانی، بلکه منبعی منطقه‌ای محسوب میشود که در حوزه‌های آبخیز خاصی از جهان قابل دسترس است و به دلیل محدودیت آن به اشکال مختلفی یافت میشود. توزیع جریان های آبی در سطح جهان نامتعادل است به طوری که از مجموع کل آبهای جهان، ۹۷/۴ درصد آن متعلق به آب شور دریاها و اقیانوسها است و تنها ۲/۶ درصد کل آبهای جهان اختصاص به ذخایر آبهای شیرین دارد که بخش اعظم آن به صورت یخ در قطبهای کره زمین و یخچالهای طبیعی (۱/۹۸ درصد) و آبهای زیرزمینی ( ۰/۵۹ درصد) وجود دارند.

کشور ایران به لحاظ بارشهای جوی در رتبه ۸۴ دنیا قرار دارد و میزان کل بارندگی سالانه آن حدود ۴۲۷ میلیارد مترمکعب است که تنها ۱۳۰ میلیارد مترمکعب آب تجدید میشود. این در حالی است که ۷۴ درصد مساحت ایران خشک و نیمه خشک میباشد که متوسط بارندگی این مناطق کمتر از ۲۵۰ میلیمتر است و ۱۳ درصد مساحت دیگر کشور کمتر از ۱۰۰ میلیمتر بارندگی دارند. همچنین در ایران ۵۹ درصد از اراضی نیاز به آبیاری دارند که این رقم در مقایسه با متوسط جهانی (حدود ۱۶ درصد)، رقم بسیار بالایی میباشد.

بخش کشاورزی در ایران و جهان بزرگترین مصرف کننده آب می باشد اما بر خلاف میانگین جهانی که نشانگر تخصیص ۷۰ درصد از کل منابع آب مصرفی به بخش کشاورزی است در ایران و با وجود قرار گرفتن کشور در منطقه ای خشک این نسبت ۹۳ درصد است. این اولین اشتباه در الگوی مصرف آب کشاورزی کشور می باشد، از دیگر مشکلات کشور در رویارویی با آب و منابع آن، بازده کل آبیاری کشور است. در حالی که بازده کل آبیاری در کشورهای توسعه یافته ۶۵ درصد و در کشورهای در حال توسعه ۴۵ درصد است، این شاخص در ایران بین ۳۳ تا ۳۷ درصد است.

## • وضعیت جهان

		آب های شور دریاها و اقیانوس ها		تخصیص آب من
		٪۹۷/۴		
		آب های شیرین		
		٪۲/۶		
یخچال های	آب های			
طبیعی: ٪۱/۹۸	زیرزمینی: ٪۵۹			
٪۷۰		تخصیص منابع آب به بخش کشاورزی		
٪۶۵		بازده کل آبیاری در کشورهای توسعه یافته		
٪۴۵		بازده کل آبیاری در کشورهای در حال توسعه		

## • وضعیت ایران

۸۴	رتبه در دنیا به لحاظ بارش های جوی
۴۲۷	کل بارندگی سالانه (میلیارد متر مکعب)
۲۵۰	متوسط بارندگی مناطق خشک و نیمه خشک (میلی متر)
٪۹۳	تخصیص منابع آب به بخش کشاورزی
٪۳۳-۳۷	بازده کل آبیاری

## • وضعیت استان خراسان رضوی

۴/۷۶	میانگین حجم آب تجدید شونده (میلیارد متر مکعب)
۱/۲۸	کسری مخازن
٪۸۸	درصد برداشت از منابع آب برای کشاورزی

• استان خراسان رضوی با متوسط کسری مخازن ۱/۲۸ میلیارد متر مکعب در سال بیشترین کسری مخازن را

بین استانهای کشور دارا می باشد.

## • اهمیت آب مجازی

محدودیت منابع آب موجود، رشد فزاینده جمعیت، مصرف روز افزون آب در بخش های مختلف، گسترش آلودگی ها و بروز پدیده های اقلیمی نظیر خشکسالی های متناوب و شدید در مجموع باعث ایجاد بحران آب در جوامع شده است که در سال های اخیر از مهمترین نگرانی های مدیران و برنامه ریزان کشور بوده است. این مشکل در مناطقی از جمله ایران که از لحاظ جغرافیایی بر روی کمربند خشک و نیمه خشک دنیا قرار گرفته اند شدیدتر می باشد. لذا استفاده از مفهوم آب مجازی در فرآیند مدیریت منابع آب، نقش مهم و بسزایی به لحاظ برقراری موازنه در عرضه و تقاضا آب و در نتیجه صرفه جویی و مصرف بهینه منابع آب خواهد داشت و از آنجا که ایران در ناحیه خشک و نیمه خشک دنیا واقع شده است، تجارت آب مجازی می تواند بعنوان راهکاری جدید جهت مقابله با بحران آب و کم آبی مورد توجه قرار گیرد. از کل منابع آبی که هر ساله در کشور استحصال می شود حدود ۹۴٪ تنها در بخش کشاورزی مصرف می گردد. از سویی دیگر راندمان آبیاری در ایران در حدود ۳۵٪ می باشد که این مطلب در کنار عدم رعایت الگوی کشت با توجه به منابع آبی منطقه و محدودیت و تنگناهای منابع خاک باعث به حداقل رساندن بهره برداری می گردد. لذا می بایست در شرایط کم آبی حاکم با نگرشی جامع به مدیریت منابع آب پرداخت و در مناطقی که با کمبود شدید منابع آب روبه رو هستیم حداقل با تعیین الگوی کشت مناسب و در نهایت با واردات آب مجازی به منطقه نیازهای آن منطقه را در شرایط بحران برآورده کرد و در واقع به بهبود شاخص های اجتماعی و اقتصادی مردم منطقه پرداخت.

با توجه به تشدید بحران کمبود آب در کشورهای مختلف جهان، موضوع آب مجازی بواسطه عمق مفهوم

آن از اهمیت ویژه ای در برنامه ریزی و سیاست گذاری کلان آب در آینده برخوردار خواهد شد. هم اکنون نیز با

صادرات و واردات کالا و محصولات بین کشورهای مختلف جهان، محاسباتی نیز از میزان آب وارد شده یا صادر

شده به عنوان آب مجازی بعمل می آید.

## • تعریف آب مجازی

آب مجازی یکی از مباحثی است که در صرفه جویی و کاهش مصرف منابع آب در سال های اخیر در جهان مطرح گردیده است. مفهوم آب مجازی در اوایل سال ۱۹۹۳ و برای اولین بار توسط پروفیسور J.A.Allen تعریف گردید.

قبل از سال ۱۹۹۳ واژه آب جاسازی شده (water embedded) برای رساندن این مفهوم به کار می رفت، اما نتوانست توجه مدیران منابع آب را به خود جلب کند. بنا به تعریف، آب مجازی آبی است که یک کالا و یا یک فرآورده کشاورزی طی فرآیند تولید مصرف می کند تا به مرحله تکامل برسد و مقدار آن معادل جمع کل آب مصرفی در مراحل مختلف زنجیره تولید از لحظه شروع تا پایان می باشد. صفت مجازی در این تعریف به این معناست که بخش عمده آب مصرف شده طی فرآیند تولید در محصول نهایی وجود فیزیکی ندارد و در حقیقت بخش بسیار ناچیزی از آب مصرفی در پایان به عنوان آب واقعی در بافت محصول خواهد ماند. شرایط اقلیمی و فرهنگ مکان تولید و مدیریت و برنامه ریزی در میزان و حجم آب مجازی کالا موثر است و قطعا مقدار آن در مورد یک کالا در مناطق مختلف جهان متفاوت می باشد. مثلا مردم آسیا به طور میانگین ۱۴۰۰ لیتر آب مجازی در طول روز استفاده می نمایند و این در حالیست که اروپائیان و مردم شمال آمریکا روزانه حدود ۴۰۰۰ لیتر آب مجازی مصرف می نمایند.

## • رد پای آب و آب مجازی

رد پای در مصارف شخصی، تجاری و ملی به صورت حجم کل آب شیرین مصرف شده توسط آنهاست. رد پای آب معمولاً به صورت حجم آب مصرفی در سال بیان می شود. از آنجا که تمام کالاهایی که در یک کشور استفاده می شوند حتماً در همان کشور نیز ساخته نشده اند، رد پای آب شامل دو قسمت می شود: استفاده از منابع آب ملی و استفاده از منابع آب خارجی. رد پای آب شامل آبهای سطحی و زیر زمینی و هم چنین استفاده از خاک (در محصولات کشاورزی) می شود.

## • آب آبی، آب سبز و آب خاکستری

برای محاسبه آبی که در مراحل مختلف تولید مورد استفاده قرار می گیرد، آب به ۳ دسته تقسیم شده است. آب آبی: مقدار آبی است که از منابع آبهای سطحی و زیر زمینی استفاده می شود و به مکان اصلی خود باز نمی گردد. آب سبز: آب حاصل از بارش ها که در خاک ذخیره شده و در فرایند این تولید مورد استفاده قرار می گیرد و یا در فرایند این تولید تبخیر می شود. آب خاکستری: آبی است که در فرایند تولید آلوده می شود. منشأ آب آبی و سبز بارندگی است.

## • آب مجازی برای کالاهای مختلف

بطور مثال در جدول زیر مقدار آب مصرفی برای تولید مقدار مشخصی از محصولات مختلف آورده شده است:

آب مجازی (لیتر)	کالا
۲۰۰	یک لیوان شیر (۲۰۰ میلی لیتر)
۳۵	یک فنجان چای (۲۵۰ میلی لیتر)
۱۴۰	یک فنجان قهوه (۱۲۵ میلی لیتر)
۷۰	یک عدد سیب (۱۰۰ گرمی)
۲۵	یک عدد سیب زمینی (۱۰۰ گرمی)
۴۱۰۰	یک پیراهن نخی در اندازه متوسط
۱۰	یک کاغذ A4
۱۳۵	یک عدد تخم مرغ (۴۰ گرمی)
۱۳	یک عدد گوجه فرنگی (۷۰ گرمی)
۵۰	یک عدد پرتقال (۱۰۰ گرمی)
۸۰۰۰	یک جفت کفش با چرم گاو
۲۴۰۰	ساندویچ همبرگر (۲۵۰ گرمی)
۱۳۰۰	یک کیلو گرم گندم
۱۴۰۰	یک کیلو گرم جو
۲۵۰۰	یک قالب پنیر (۵۰۰ گرمی)
۱۵۰۰۰	یک کیلو گرم گوشت گاو
۴۰۰۰	یک کیلو گرم گوشت مرغ
۳/۶	گوش پاک کن (۰/۳۳ گرمی)
۱۹۰	یک کیلو گرم پلاستیک
۴۰	یک برش نان (۳۰ گرمی)
۴۰۰	خودروی مسافرتی (۱۱۰۰ کیلو گرمی)

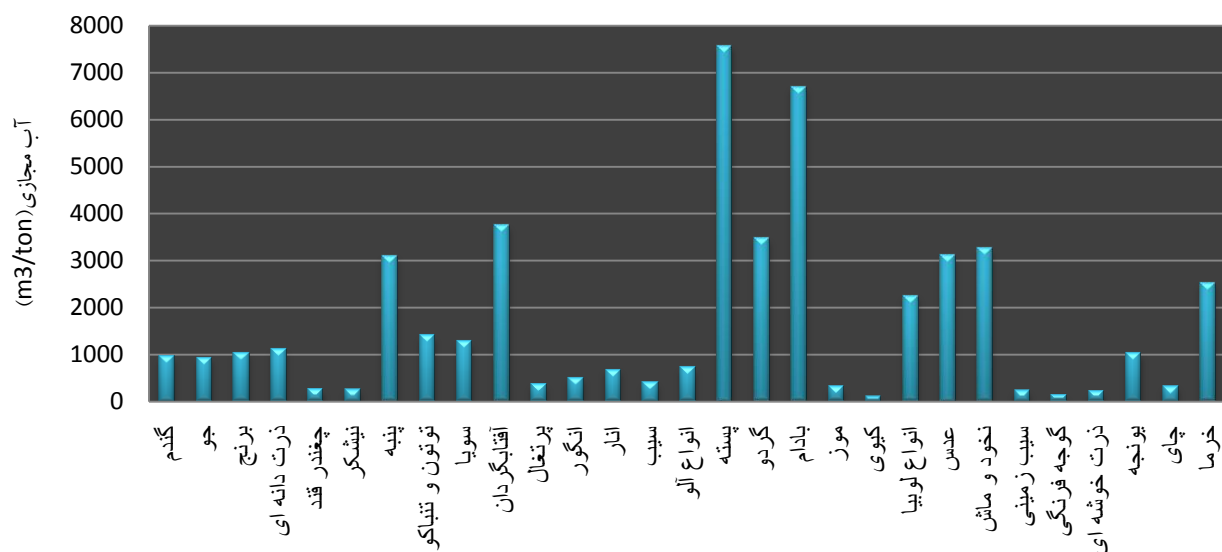




## • آب مجازی برای محصولات مختلف کشاورزی در ایران

با در نظر گرفتن عملکرد محصولات مختلف در سال ۱۳۸۵، میزان آب مجازی محصولات مختلف برآورد شده است. متوسط آب مجازی برای برخی از محصولات کشاورزی در شکل ۱ نشان داده شده است. در بین محصولات بررسی شده، میوه های خشک نظیر پسته، بادام، و گردو بیشترین میزان آب مجازی را در بر دارند. آفتابگردان، حبوبات، پنبه و خرما نیز دارای آب مجازی بالایی هستند.

شکل ۱- متوسط آب مجازی محصولات کشاورزی در ایران (۱۳۸۵)



## • تجارت آب مجازی

بحران کم آبی که با گرم تر شدن دما وضعیت حادثتری به خود گرفته است به سرعت در حال گسترش به کشورها و انسان های بیشتری می باشد. یکی از راهکارهایی که منظور مقابله با مشکلات این بحران پیش بینی و پیشنهاد شده "تجارت آب مجازی" است. آب مجازی، آبی است که صرف تولید کلیه کالاها شده و به صورت نهفته در آنها وجود دارد، و تجارت آب مجازی هم شامل صادرات و واردات کلیه کالاها اعم از صنعتی، معدنی، کشاورزی و .... می شود.

تجارت آب مجازی در طی ۴۰ سال اخیر به طور دائم در حال افزایش بوده است. در حدود ۱۵٪ آب مورد مصرف در جهان به صورت آب مجازی در حال صادرات می باشد. از آنجایی که در سطح جهانی کشاورزی بزرگترین بخش اقتصادی از لحاظ مصرف آب می باشد، بنابراین تجارت محصولات کشاورزی جزء اصلی تجارت آب مجازی است. بر اساس نظر Hoekstra کارشناس موسسه IHE وابسته به یونسکو، ۶۷٪ تجارت آب مجازی در جهان مرتبط با تجارت جهانی محصولات زراعی و ۲۳٪ تجارت آن مرتبط با محصولات دامی و محصولات وابسته بوده و فقط ۱۰٪ مرتبط با محصولات صنعتی است.

## • افزایش کارایی آب با تجارت آب مجازی

بسیاری از کشورها آب های ارزشمند کشور خود را با وارد کردن برخی محصولات آب بر حفظ می کنند و محصولات را که با آب کمتری می توان آن را در داخل کشور تولید کرد، تولید می کنند.

محصولات مختلف در مناطق مختلف دنیا با کارایی یکسانی از نظر مصرف آب تولید نمی شوند. مقدار آب مصرفی جهت تولید یک کیلوگرم گندم در عربستان سعودی می تواند بسیار بیش از مقدار آبی باشد که جهت یک

کیلو گندم در یک کشور دارای آب و هوای معتدل باشد. بر اساس نتایج یک بررسی کشورهای وارد کننده محصولات کشاورزی چنانچه این محصولات را در کشور خود تولید می کردند بای سالانه ۱۶۰۵ میلیون هکتار آب صرف تولید این محصولات می کردند، در حالی که این محصولات در کشورهایی که آنها را صادر کرده اند تنها با ۱۲۵۳ میلیون متر مکعب تولید شده است و با این ترتیب با انجام تجارت محصولات کشاورزی بین کشورها ۳۲۵ میلیون متر مکعب آب صرفه جویی شده است. این مقدار معادل ۲۸٪ از کل آب مجازی است که در قالب محصولات کشاورزی بین کشورها معادله می شود و برابر با ۶٪ از کل آبی است که در کشاورزی جهان مورد استفاده قرار می گیرد. با وجود صرفه جویی هایی که می تواند با تجارت محصولات کشاورزی در آب صورت گیرد، سیاست گزاران علاقه ای به موضوع صرفه جویی آب به این شکل ندارند.

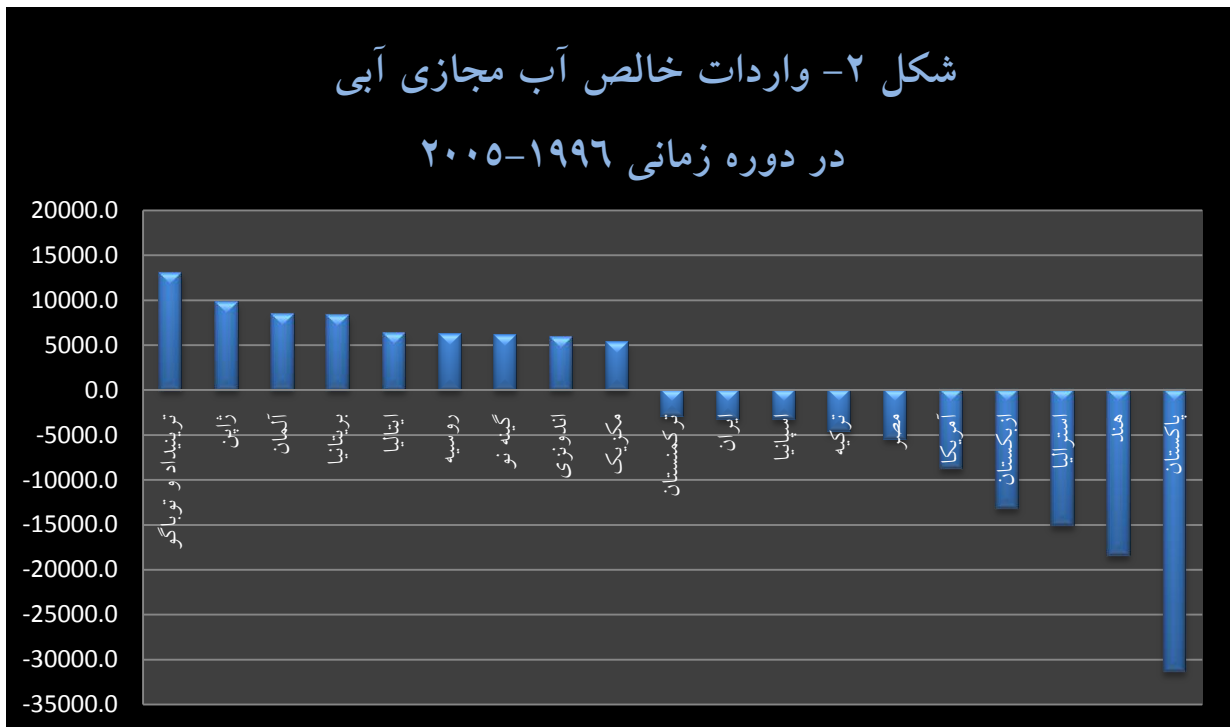
#### • واردات خالص آب مجازی در کشورهای مختلف

در شرایط موجود با قاطعیت نمی توان گفت هر گونه واردات کالا را با دلیل "ایجاد وابستگی" رد نمود چرا که با وارد نمودن کالاهایی که برای تولیدشان به آب زیادی نیاز هست در مصرف آب صرفه جویی نموده و می توان از آب ذخیره شده برای تولید کالاهایی با ارزش افزوده بالاتر و یا با درجه اهمیت بیشتر استفاده کرد. به دلیل مسائل و مشکلاتی که گریبان بخش کشاورزی ایران را فرا گرفته، برنامه ریزان و تصمیم گیران حوزه آب کشور مجبورند بهره گیری بیشتر از فرصت واردات آب مجازی از طریق خرید برخی از محصولات کشاورزی را دستور کار خود قرار دهند.

شکل ۲ نشان می دهد که در دوره زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۵ کشور ترینیداد و توباگو بیشترین و کشور پاکستان

کمترین واردات خالص آب مجازی را دنیا داشته اند. ایران در واردات خالص آب مجازی با مقدار

۳۱۹۵/۹- میلیون متر مکعب در سال رتبه ۲۰۲ را به خود اختصاص داده است.



شکل ۳ واردات خالص آب مجازی سبز را در دوره زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۵ را نشان می دهد. کشور ژاپن با ۸۶۱۱۵/۱ میلیون متر مکعب و آرژانتین با ۸۹۰۲۲۲- به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار واردات آب مجازی آبی را در دنیا به خود اختصاص داده اند. کشور ایران نیز با ۱۴۳۱۰/۲ میلیون متر مکعب رتبه ۱۴ را در واردات آب مجازی سبز دارا می باشد.

### شکل ۳- واردات خالص آب مجازی سبز

در دوره زمانی ۱۹۹۶-۲۰۰۵

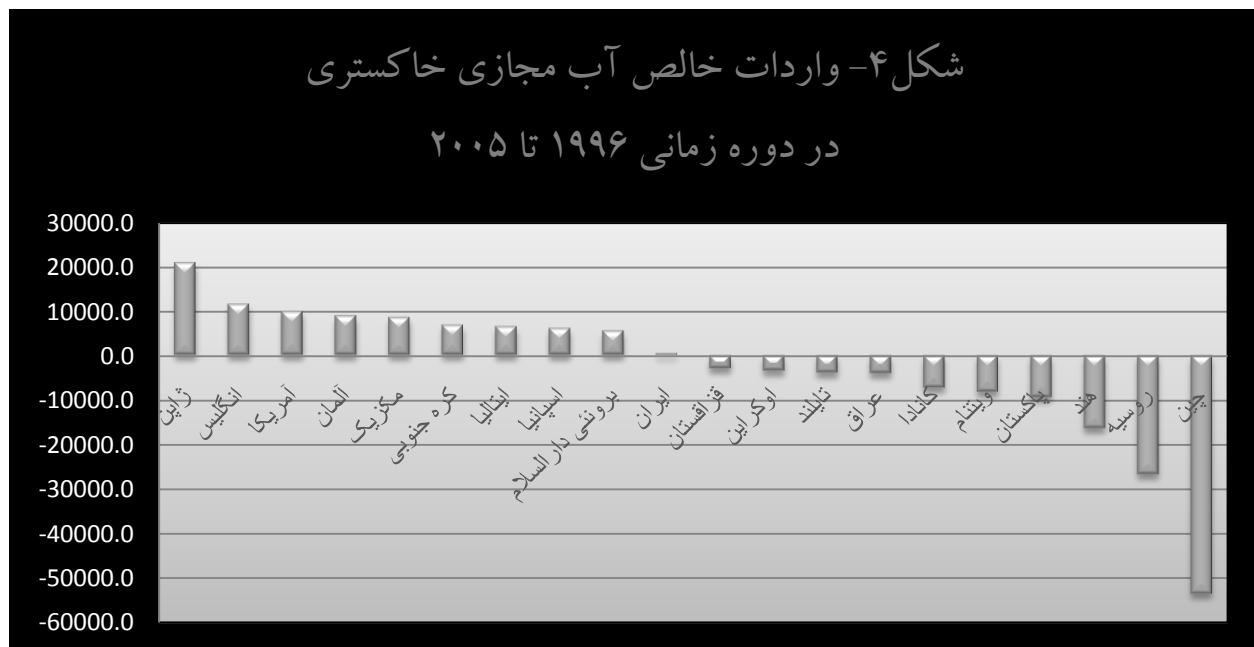


شکل ۴ واردات خالص آب مجازی خاکستری را در دوره ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۵ نشان می دهد. کشور ژاپن با

۲۰۸۸۳/۵ و کشور چین با ۵۳۵۹۱- میلیون متر مکعب به ترتیب بیشترین و کمترین واردات آب مجازی خاکستری را

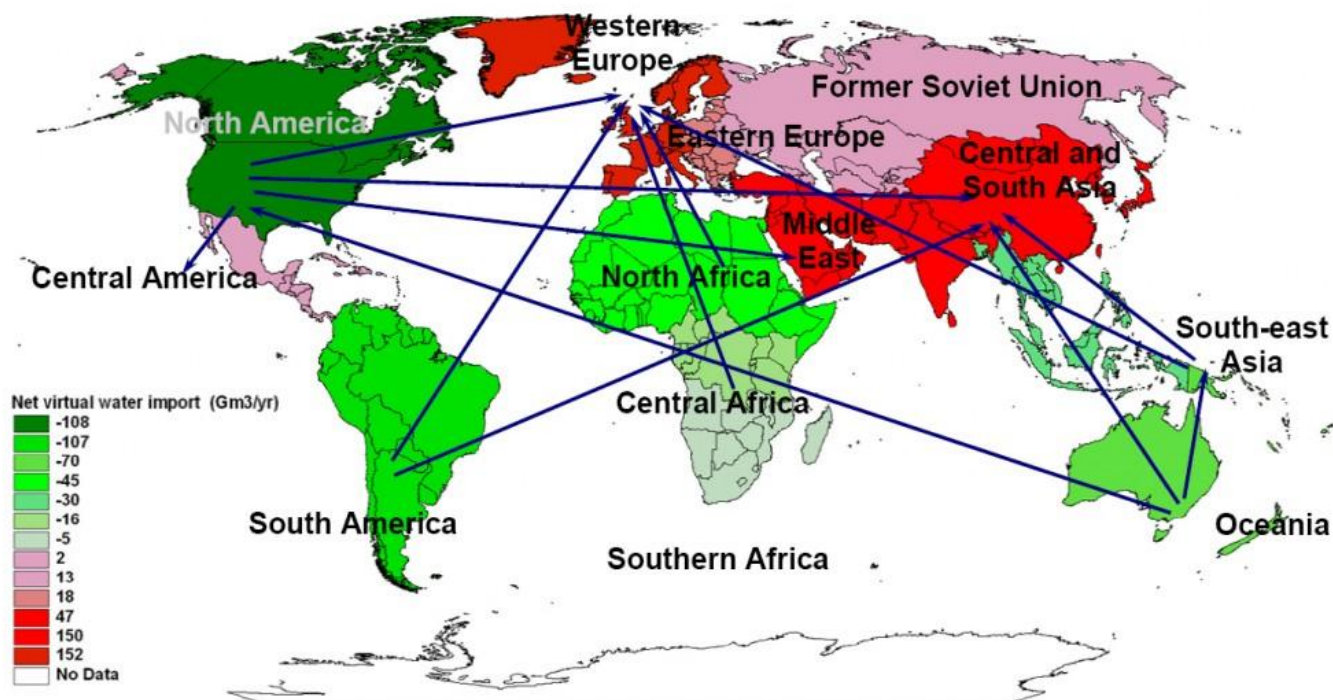
به خود اختصاص داده اند. کشور ایران نیز در دوره ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۵ با ۴۴۳/۷ میلیون متر مکعب واردات آب مجازی

خاکستری رتبه ۴۸ را دارا می باشد.



• نقشه تجارت آب مجازی محصولات کشاورزی در مناطق جغرافیایی جهان

در نقشه زیر تجارت مجازی آب از طریق محصولات کشاورزی بین مناطق عمده دنیا محاسبه شده است.



در نقشه بالا مقدار آبی را که مناطق عمده دنیا به طریق مجازی از راه محصولات کشاورزی وارد یا صادر می

کنند آورده شده است. در نقشه مشخص می گردد که مناطق عمده وارد کننده آب مجازی کشورهای خشک تر و

مناطق پر تراکم تر از نظر جمعیتی می باشند. همچنین با فلش هایی سعی شده مسیرهای واردات و صادرات آب

مجازی مشخص گردد.

- نقشه تجارت آب مجازی از طریق محصولات کشاورزی (بین سال های ۱۹۹۵ تا سال ۱۹۹۹ میلادی)



هوکسترا و هانگ در طی بررسی خود نشان می دهند که بین سال های ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۹ بطور میانگین سالانه ۶۹۵ مملود متر مکعب آب مجازی به صورت محصولات کشاورزی بین کشورها مبادله شده است. بزرگترین کشورهای صادر کننده آب مجازی از این طریق ایالات متحده آمریکا، کانادا، تایلند، آرژانتین و هند بودند و بزرگترین وارد کنندگان سری لانکا، ژاپن، هلند، کره و چین بوده اند.



## • تجارت آب مجازی و فشار به محیط زیست

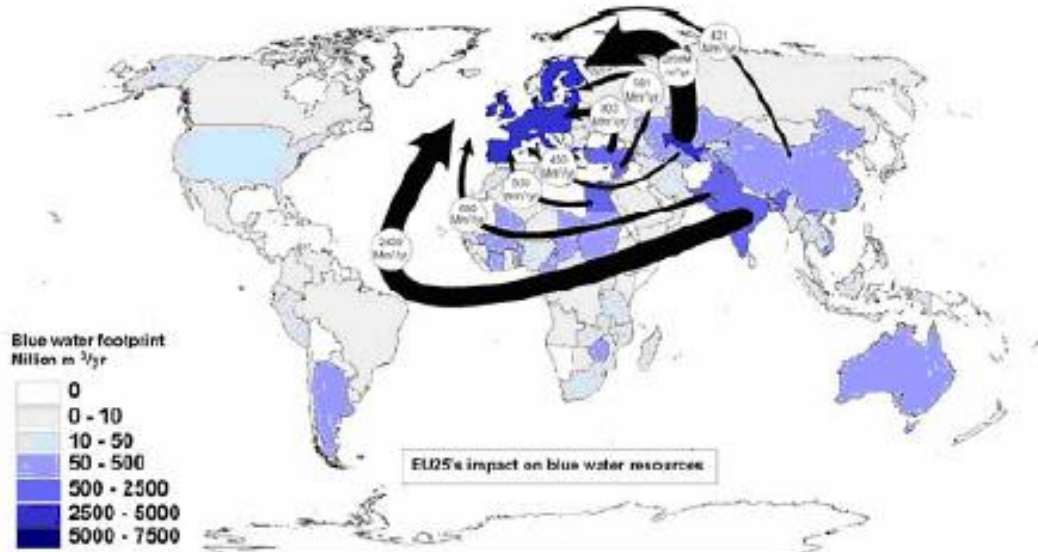
اگرچه به طور کلی در جهان تجارت آب مجازی در قالب محصولات کشاورزی به افزایش کارایی آب در

کره زمین منجر شده و صرفه جویی هایی را به دنبال داشته است، اما برخی از کشورها با بهره برداری بی رویه از منابع آبی خود، محصولاتی را تولید و به بازار جهانی ارائه می کنند. از جمله نمونه های آن می توان کشورهای خشکی را مثال زد که با بهره برداری بی رویه از آب های زیر زمینی خود و به قیمت افت سطح آبهای زیر زمینی ارزشمند محصولاتی کشاورزی تولید می کنند و به بازارهای جهانی عرضه می کنند. و یا با منحرف کردن آب یا سد زدن بر آب رودها و رودخانه ها اثرات زیستمحیطی و اقتصادی جبران ناپذیری برای خود ایجاد می کنند تا بتوانند محصولاتی را تولید و به بازار جهانی عرضه کنند.

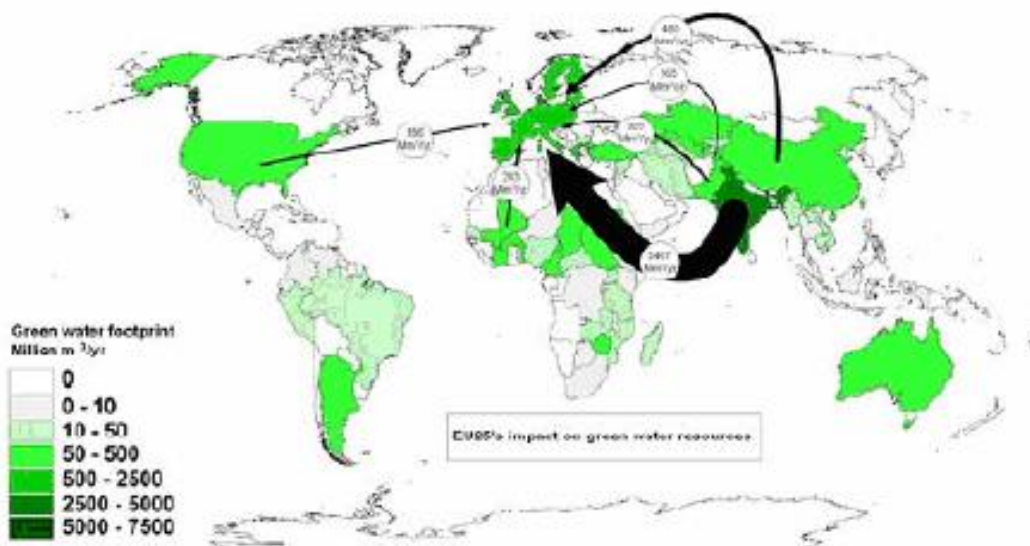
مثال قابل ذکر در این مورد واردات پنبه و محصولات نخی به کشورهای اتحادیه اروپا است. با واردات این محصولات از هند می توان دید که اروپا به این طریق از منابع آبی هند بهره می برد؛ و اگر باز هم دقیق تر نگاه کنیم می بینیم که به این طریق فشار قابل توجهی بر منابع آبی ازبکستان وارد می شود و می توان چنین برداشت کرد که اروپایی ها با وارد کردن آب مجازی از آن کشور به طور غیر مستقیم بر تبدیل دریاچه آرال به بیابان کمک کرده اند.

در چهار نقشه زیر در ادامه همین مثال فشاری که بر منابع آبی کشورها جهت تأمین پنبه برای اتحادیه اروپا وارد می شود نشان داده می شود. در دو نقشه زیر فشار بر منابع «آب سبز» و فشار بر منابع «آب آبی» فشار بر منابع «آب خاکستری» و فشار بر منابع آب کشورها به طور کلی (با رنگ قرمز در نقشه)، برای تأمین پنبه اروپا به تفکیک آورده شده است.

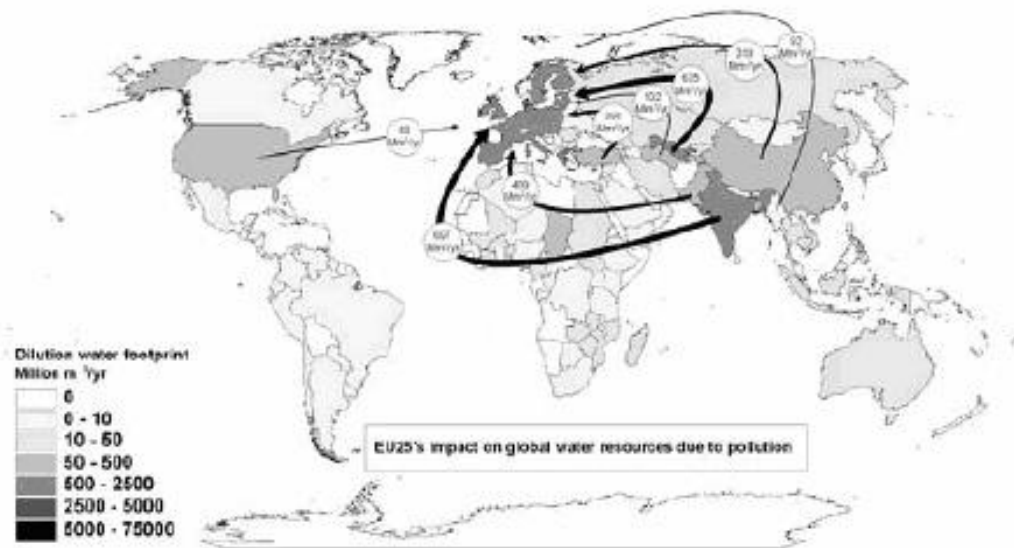
- نقشه فشار بر منابع آبی کشورهای مختلف جهان جهت تأمین پنبه اتحادیه اروپا (بر آب های سبز - آبی - خاکستری و کل) (دوره زمانی ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۱)



a) Huella Hídrica azul



b) Huella Hídrica verde



c) Huella Hídrica gris



## منابع:

- اردکانیان و سهرابی. تجارت آب مجازی: ادبیات جهانی و کاربرد در ایران.  
عربی و همکاران، ۱۳۸۸. بررسی رد پای اکولوژیک آب در بخش کشاورزی ایران. نشریه آب و خاک، جلد ۲۳، شماره ۴، ص ۱-۱۵.  
گزارش شرکت آب منطقهای خراسان رضوی، ۱۳۹۱.  
موسوی و همکاران، ۱۳۸۸. آب مجازی، راهکاری نوین در جهت مقابله با بحران آب. همایش ملی مدیریت بحران آب.

Champagain, A.K., Hoekstra, A.Y., Savenije, H.H.G. and Gautam, R. (2006) "The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries, Ecological Economics 60(1): 186-203.

Chapagain A.K., Hoekstra A.Y., Savenije H.H.G (2005) "Saving water through Global trade", Value of Water - Research Report Series N°17, Unesco-IHE

Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K.(2007) "Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern, Water Resources Management 21(1): 35-48.

[www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org)