

## آب مجازی رویکردی نوین در اصلاح الگوی مصرف آب

زهرا خسروانی، امیرحسین پارسامهر، بهاره محمدی، عذوفت دارابی

z.khosravani@gmail.com

amirz84@gmail.com

گروه مرتع و آبخیزداری - دانشگاه فسا

گروه مرتع و آبخیزداری - دانشگاه فسا

دانشجوی کارشناسی مهندسی منابع طبیعی - مرتع و آبخیزداری - دانشگاه فسا

دانشجوی کارشناسی مهندسی منابع طبیعی - مرتع و آبخیزداری - دانشگاه فسا

### چکیده

کمبود گسترده آب یکی از مسائل مهم و اساسی در جهان امروز است که افزایش روز افزون جمعیت سبب حادث شدن این مسئله شده است. وجود خشکسالی‌های پی در پی در کشور سبب شده است تا نگرش نوینی در اصلاح الگوی مصرف شکل گیرد. یکی از این سیاست‌ها، پر رنگ شدن مفهوم آب مجازی است که از اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری کلان آب برخوردار است. آب مجازی آبی است که در مراحل مختلف تولید یک کالا استفاده می‌گردد و مقدار آن معادل جمع کل آب مصرفی در مراحل مختلف زنجیره تولید از لحظه شروع تا پایان می‌باشد. کشورهای کم آب با وارد کردن محصولات پرمصرف آب، این آب را ذخیره کرده، سپس می‌توانند این آب را در فعالیت‌های اقتصادی بکار ببرند که عایدات بیشتری نصیب آنها خواهد کرد. چنین سیاستی فشار را از منابع آب این کشورها برداشته و آب می‌تواند به جای اینکه در تولید منابع غذایی به کار رود، برای استفاده در خشکسالی‌ها ذخیره شود که این خود یکی از بهترین الگوهای مصرف آب می‌باشد.

### واژه‌های کلیدی: آب مجازی، الگوی مصرف، مدیریت منابع آب، مناطق خشک و نیمه خشک

### مقدمه

در مناطق خشک کمبود گسترده و شدید آب، زندگی بسیاری را در معرض تهدیدات قرار داده است و افزایش روز افزون جمعیت باعث حادث شدن این مشکل شده است. با توجه به محدودیت منابع آب، توجه انسان به گزینه‌های دیگر از جمله پسابهای تصفیه شده، زه آبهای کشاورزی، نمک زدایی آب دریا و دیگر آبهای نامتعارف جلب شده است. گزینه دیگر جهت تامین و ذخیره آب به ویژه در کشورهای مناطق خشک و نیمه خشک، تجارت آب است که از آن به عنوان تجارت آب مجازی یاد می‌شود [۳]. واژه آب مجازی برای اولین بار توسط J.A Allan در سال ۱۹۹۳ مطرح شد [۵]. آب مجازی آبی است که در مراحل مختلف تولید یک کالا استفاده می‌گردد. تجارت جهانی کالاها یک جریان بین المللی از آب مجازی را بوجود می‌آورد که اصطلاحاً تجارت آب مجازی نامیده می‌شود. همزمان با آغاز تجارت بین المللی کالاها جریان آب مجازی از منطقه‌ای به منطقه دیگر در جهان در حال جریان است. تنها تولیدات کشاورزی دارای آب مجازی نیستند، بلکه محصولات صنعتی و خدماتی نیز می‌توانند حاوی آب مجازی باشند [۴]. در این زمینه تحقیقات گسترده‌ای انجام شده است که در ذیل به نمونه‌ای از آن‌ها اشاره می‌شود:

تحقیقات انجام شده توسط هوگسترا و چاپاگاین (۲۰۰۲) نشان می‌دهد که در سالهای ۱۹۹۵-۱۹۹۹ میزان متوسط سالانه آب مجازی در حال جریان توسط تجارت برخی از محصولات، ۱۰۳۱ کیلومتر مکعب بوده است که ۶۹۵ کیلومتر مکعب آن مربوط به تجارت محصولات کشاورزی و ۳۳۶ کیلومتر مکعب آن مربوط به تجارت دام و محصولات مشتق شده از آن بوده است. این نشان می‌دهد که ۱۳ درصد آب مصرف شده برای تولید کالاهای کشاورزی بصورت مجازی وارد بازار تجارت شده است [۶]. هوگسترا و هونگ (۲۰۰۳)، برای کمی کردن میزان آب مجازی از رهیافت پایه‌ای، ضریب تجارت بین المللی محصولات زراعی (سال/تن)، با توجه به محتویات آب مجازی مرتبط با آن (تن/مترمکعب) استفاده کردند [۸].

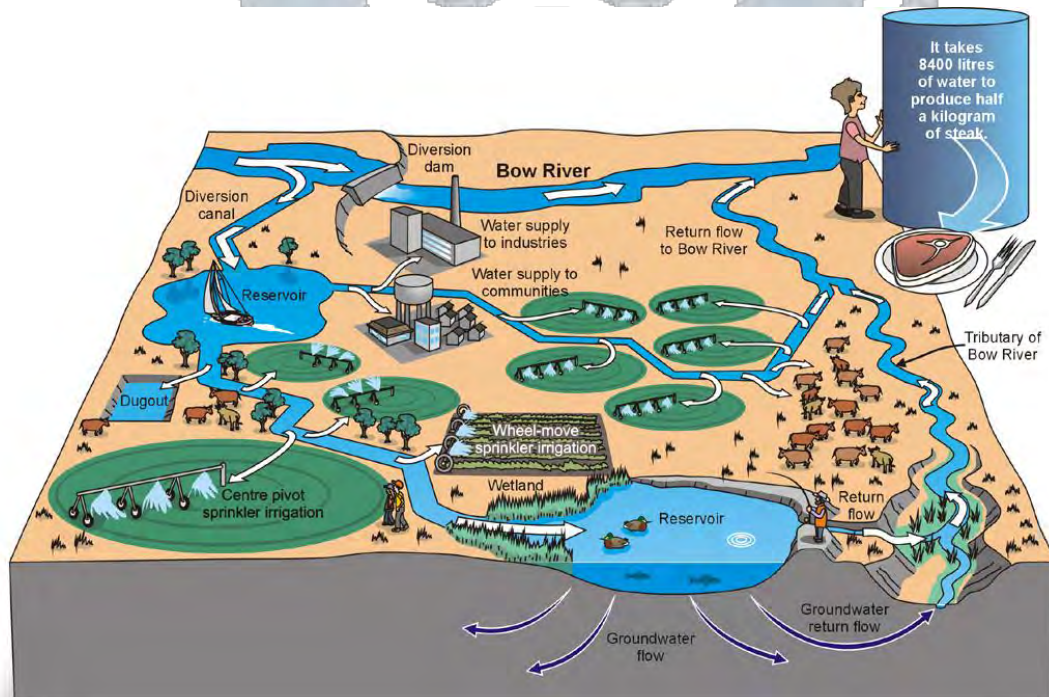
حدادین (۲۰۰۳) در مطالعه ای در کشور اردن، روشی را برای اندازه گیری آب نهفته در واردات کالاهای خوراکی ارائه کرد. وی در این مطالعه، از آب های مجازی به عنوان بخش مهمی از آب قابل دسترس در کشورهای خشک و نیمه خشک یاد کرده است [۷]. وانر (۲۰۰۲) بحث کرده است که در تحلیل آب مجازی باید عوامل تولید غیر از آب را در تجارت غذا در نظر بگیرد و سایر محصولات دارای آب، صرفا مرتبط با آب مجازی نیستند بلکه زمین مجازی، نیروی کار مجازی نیز باید در نظر گرفته شود [۱۰].

کشورهای وارد کننده کالاهای کشاورزی در حقیقت منابع آب را از کشورهای صادر کننده خریداری می کنند. انتظار می رود که تجارت آب مجازی به طور بالقوه مصرف آب در سطح ملی و جهانی را به دلیل استفاده کارا تر و تخصصی تر از آب، کاهش دهد. همگام با افزایش کمبود آب در ایران، تجارت مجازی به عنوان ابزار سیاسی و وسیله عملی برای تراز کردن مصرف آب در سطح ملی و منطقه ای مورد توجه قرار گرفته است. امروزه بحث آب مجازی به عنوان یکی از موضوعات مهم در تحقیقات مدیریت منابع آب به حساب می آید. در این مطالعه سعی شده است ضمن معرفی مفهوم آب مجازی، مزایای استفاده از آن به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک مانند کشور عزیزمان، مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

## مواد و روشها

### مفهوم آب مجازی

آب مجازی مقدار 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 (شکل ۱). صفت مجازی در این تعریف بدان 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 باقی خواهد ماند. نکته مهم اینکه صفت مجازی به معنای غیر واقعی نیست. بلکه صریحا باید گفت که آب مجازی، آب کاملا واقعی است [۲]. در جدول ۱ مقدار آب مصرفی برای تولید مقدار مشخصی از محصولات مختلف آورده شده است.



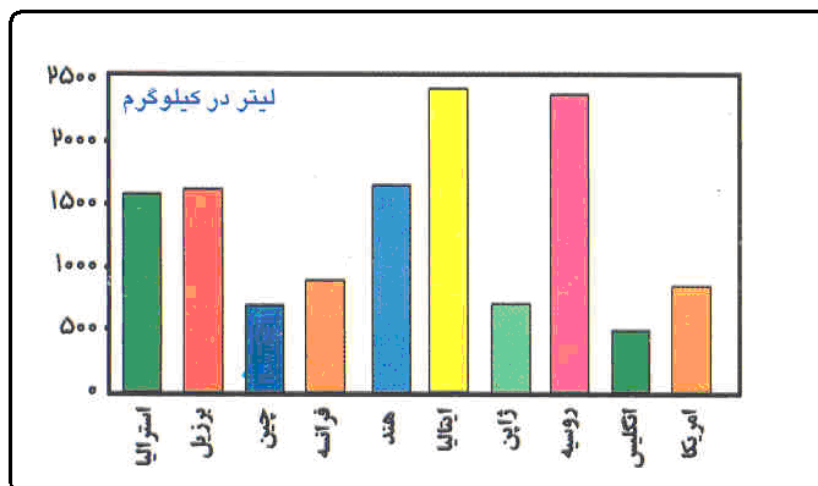
شکل ۱- نمایی از مراحل تولید نیم کیلوگرم استیک با استفاده از ۸۴۰۰ لیتر آب مجازی [۳]

جدول ۱- مقدار آب مصرفی برای تولید مقدار مشخصی از محصولات مختلف

ردیف	کالا	آب مجازی (لیتر)
۱	یک لیوان شیر (۲۰۰ میلی لیتر)	۲۰۰
۲	یک عدد سیب (۱۰۰ گرمی)	۷۰
۳	یک کاغذ A4	۱۰
۴	یک عدد گوجه فرنگی (۷۰ گرمی)	۱۳
۵	یک عدد پرتقال (۱۰۰ گرمی)	۵۰
۶	یک کیلوگرم گندم	۱۳۰۰
۷	یک قالب پنیر (۵۰۰ گرمی)	۲۵۰۰
۸	یک کیلوگرم گوشت گاو	۱۵۰۰۰
۹	یک کیلوگرم گوشت مرغ	۴۰۰۰

باتوجه به تشدید بحران کمبود آب در کشورهای مختلف جهان، موضوع آب مجازی بواسطه عمق مفهوم آن از اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌ریزی و سیاست گذاری کلان آب در آینده برخوردار خواهد شد. هم اکنون نیز با صادرات کالا و محصولات، بین کشورهای مختلف جهان، محاسباتی نیز از میزان آب وارد شده یا صادر شده به عنوان آب مجازی به عمل می آید.

نکته قابل تامل این است که بین میزان آب مجازی یک کالا در کشورهای مختلف نیز اختلاف زیادی دیده می‌شود. شرایط اقلیمی و فرهنگی، مکان تولید، مدیریت و برنامه‌ریزی در میزان و حجم آب مجازی کالا موثر است و قطعاً مقدار آن در مورد یک کالا در مناطق مختلف جهان متفاوت می باشد [۲]. برای نمونه میزان آب مجازی (بر حسب لیتر) برای تولید یک کیلوگرم گندم در ۱۰ کشور جهان در نمودار زیر نشان داده شده است.



شکل ۲- میزان آب مجازی (بر حسب لیتر) برای تولید یک کیلوگرم گندم در ۱۰ کشور جهان

### آب مجازی آبی و سبز

در چرخه هیدرولوژی، منابع آب به دو دسته آبی و سبز تقسیم بندی می شوند. این واژه ها نخستین بار توسط Falkenmark در سال ۱۹۹۵ معرفی شد [۱۲]. آبهای زیرزمینی و آبهای سطحی آب آبی را تشکیل می دهند، درحالیکه



به رطوبت خاک در مناطق غیر اشباع آب سبز می گویند. منشاء آب آبی و آب سبز، بارندگی است. آب باران بعد از نفوذ در خاک و قبل از اینکه به منطقه اشباع برسد آب سبز را تشکیل می دهد، در حالیکه آبهای زیرزمینی (منطقه اشباع) و همچنین رواناب حاصل از این بارندگی که به رودخانه ها، دریاچه ها، پشت سدها و تالابها می پیوندد، آب آبی را شامل می شوند. کشاورزی دیم عمدتاً از بخش آب سبز حاصل از بارندگی تغذیه می کند. در حالیکه کشاورزی آبی از آب مهار شده ای که به زمینهای کشاورزی هدایت می شود، سیراب می گردد. با توجه به نقش این دو در تولید مواد غذایی می توان گفت که منشاء آب مجازی، آب آبی و آب سبز است. بر این اساس می توان آب مجازی را به آب مجازی آبی و آب مجازی سبز تقسیم بندی نمود [۹].

### اهمیت آب مجازی و مزایای آن

مناطق بسیاری در دنیا هستند که با بحران و کمبود آب مواجه هستند. یکی از مناطق بحرانی خاورمیانه است. در ۲۵ سال گذشته وضعیت منابع آب به طور قابل توجهی بدتر شده است. آنالیزها بر اساس حوزه آبخیز منجر به رسیدن به این نتیجه شد که کمبود آب باعث بروز جنگ و برخورد مسلحانه در منطقه خاورمیانه خواهد شد. در سال ۱۹۷۰ نیاز آب کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا می توانست آنها را مقابل هم قرار دهد. اما دولتهای منطقه و مهندسان آنها قادر شدند که تکنیکهای مدیریت ذخایر را جهت بهره برداری آب و برآورده کردن نیازهای کشاورزی، شهری و صنعتی بکار برند. اما افزایش جمعیت و افزایش تقاضای آب در ۵۰ سال گذشته بی سابقه بوده است (به ازای اضافه شدن یک نفر به جمعیت، ۱۱۰۰ متر مکعب آب در سال لازم است). به علت استفاده از پتانسیل منابع آب نظیر سدها و آبهای زیرزمینی، هم اکنون این کشورها با بحران شدید آب مواجه هستند [۱۱]. کشور ما هم با اقلیم خشک و نیمه خشک و حتی فرا خشک از این امر مستثنی نیست. ضمن آنکه در کشور ما هر جا که باید سد ساخته شده و برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی (حتی در برخی موارد کف کنی) در اکثر دشتهای کشور وضعیت آنها را بحرانی نموده است. بنابراین آب مجازی به عنوان یک استراتژی مناسب مورد توجه برنامه ریزان محلی و منطقه ای قرار گرفته است. خوشبختانه هنوز هیچ جنگی بر سر آب اتفاق نیفتاده است. ولی در صورت عدم برآورده شدن نیاز کشورها وقوع آن دور از ذهن نمی باشد. مفهوم آب مجازی از دیدگاه زیست محیطی نیز دارای اهمیت می باشد. به این معنی که کشورهای وارد کننده آب مجازی می توانند آبهای داخلی خود را که می بایست صرف تولید غذا کنند، برای احیا و پایداری تالابها و حفظ مسائل اکولوژیک و فضای سبز اختصاص دهند [۳].

اهمیت این موضوع در کشاورزی کشور ما بسیار ساده و براحتی امکانپذیر است. تنوع اقلیمی، وسعت خاکهای قابل زراعت و جمعیت کافی و علاقمند به فعالیتهای کشاورزی امکانات بالقوه ای است که می توان با جهت گیری هدفمند و سیاستهای آگاهانه، از یک سو اقدام به تولید محصولات کم مصرف آب نمود و از طرف دیگر با وارد کردن محصولات پر مصرف آب مانند شکر به دلیل مصرف زیاد و برنج به دلیل مصرف بسیار زیاد آب، می تواند در این راستا مورد بررسی قرار گیرد. مصرف زیاد آب برای تولید این کالاها آن هم تنها برای اینکه غرور ملی از لحاظ خودکفایی ارضا شود (به خصوص در مورد غذاهای اصلی)، اقتصادی نمی باشد. متأسفانه در کشور ما برنامه ریزی جهت استفاده از آب مجازی حتی از کشورهای که با آنها مناسبات دوستانه داریم نادیده گرفته شده است. با این اوصاف به نظر می رسد برنامه خودکفایی برنج با توجه به اینکه برنج ۲۰۰۰۰ مترمکعب در هکتار آب مصرف می کند، امری صحیح نبوده و نتیجه ای جز تخلیه آبهای زیرزمینی، شور شدن منابع آب و خاک و فشار بر منابع آب حوزه های آبخیز نخواهد داشت [۳].

امنیت غذایی، حفاظت محیط زیست و بالا بردن کیفیت اجتماع، استفاده از آب مجازی را تشویق می کند. در واقع کشورهای کم آب با وارد کردن محصولات پرمصرف آب، این آب را ذخیره کرده، سپس می توانند این آب را در فعالیت های اقتصادی بکار ببرند که عایدات بیشتری نصیب آنها خواهد کرد. چنین سیاستی فشار را از منابع آب این کشورها برداشته و آب می تواند به جای اینکه در تولید منابع غذایی به کار رود، برای استفاده در خشکسالیها ذخیره شود.

انتقال آب مجازی بسیار ارزانتر از انتقال آب حقیقی است و به طرحهای بزرگ، احداث خطوط لوله انتقال آب، احداث مخازن و سدها و انحراف آب از حوزه ای به حوزه دیگر که عموماً جزء هزینه های سنگین به حساب می آیند، نیاز ندارد. همچنین این تجارت می تواند مشکل آب در حوزه های آبخیز مشترک بین کشورها را حل کرده و از رویارویی نظامی جلوگیری کند. در حال حاضر دو کشور اردن و فلسطین اشغالی کشورهایی هستند که سیاستهای خودشان را به طور موفقیت آمیز در جهت استفاده هر چه بیشتر از آب مجازی فرموله کرده اند [۱].

### نتیجه

پیدایش مبحث آب مجازی در دهه اخیر، توانسته است توجه بسیاری از جوامع مختلف جهانی را به جریان عظیم آب مجازی که توسط تجارت مواد غذایی در حال جریان است جلب کند. کشورهای کم آب می توانند با واردات مواد غذایی، دسترسی خود را به منابع آب جهانی افزایش دهند. با توجه به کمبود آب و پراکنش نامناسب آن در سطح کشور، باید در مقوله متنوع سازی صادرات محصولات کشاورزی و تعیین سیاست های تجارت خارجی، به مقوله واردات آب مجازی توجه شود تا ضمن تخصیص بهینه تر این نهاده تولیدی، امکان استفاده از این نهاده در سایر فعالیت های پربازده در داخل و خارج بخش کشاورزی فراهم گردد.

### منابع

۱. اردکانیان، ر.، سهرابی، ر. ۱۳۸۵. تجارت آب مجازی: ادبیات جهانی و کاربرد در ایران، دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. باغستانی، ع.ا.، مهرابی بشرآبادی، ح. ۱۳۸۶. مفهوم آب مجازی و کاربرد آن در تعیین الگوی تجارت محصولات کشاورزی ایران، نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
۳. متشفع، ب.، هاشم گلوگردی، س. ۱۳۸۵. آب مجازی راهکاری جهت مدیریت منابع آب، نخستین همایش منطقه ای آب، دانشگاه آزاد اسلامی بهبهان.
4. Allan, J. A. 2003. Virtual water-the water, food, and trade nexus useful concept or misleading metaphor?, Journal of Water International, 28: 106-113.
5. Allen, R.G., Smith, M., Perrier, A., Pereira, L.S. 1993. An update for the definition of reference evapotranspiration. ICID Bulletin 43 (2): 1-34, 1993.
6. Chapagain, A. K., Hoekstra, k. 2003. Virtual water flows between nations in relation to trade in Livestock and Livestock products. Value of Water Research Report Series, No. 13, UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, The Netherlands.
7. Haddadin, M. J. 2003, Exogenous water: A conduit to globalization of water resources, virtual water trade. In A. Y. Hoekstra, (ed.), Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Value of Water Research Report Series 12.
8. Hoekstra, A. Y., Hung, P. Q. 2002. Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of Water Research Report Series", No. 11, UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, the Netherlands.
9. Obuobie, E., Gachanja, P. M. Dorr, A. C., 2005, The Role of Green Water in food Trade. Term paper forr the Interdisciplinary Course, International Doctoral Studies, Center of Department Research University of Bonn.
10. Warner, J., 2003. Virtual water — virtual benefits? Scarcity, distribution, security and conflict reconsidered, Virtual water trade. in A. Y. Hoekstra (ed.), Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Value of Water Research Report Series 12.
11. Wichelns, D. 2003. The role of public policies in motivating virtual water trade, with an example from Egypt, virtual water trade. in A. Y. Hoekstra (ed.), Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Value of Water Research Report Series 12.
12. Yang, H., Wang, L., Abbasour, K. C. Zehnder, A. J. B. 2006. Virtual water highway: water use efficiency in global food trade, Journal of Hydrol. Earth Sys.. Sci. Discuss., 3, 1-26.

## Virtual water, a new theory in correction of utilization pattern

Z. khosravani, A. H. Parsamehr, B. Mohammadi, V. Otoufat darabi

Department of Range and Watershed management – Fasa University– z.khosravani@gmail.com

Department of Range and Watershed management – Fasa University– amirz84@gmail.com

Bachelor student of Range and Watershed management – Fasa University

Bachelor student of Range and Watershed management – Fasa University

### Abstract:

Wide lack of water is one of the important and basic problems in current world that increasing in world population makes it more serious. Existence of continual drought creates a new theory in correction of utilization pattern. One of these policies highlights the concept of "virtual water" which has a great importance in major water planning and policies. Virtual water is water which is used in different stages of a good production and amount of it is equal to total consuming water in different stages of production chain from start point to the end. Food immunity, protection of environment and increasing social qualities, encourage using virtual water. Actually, countries with lack of water, reserve this water, by importing high -employed water productions and then they can use the water in economic activities which have more benefits for them. Such a policy takes pressure from water resources of these countries and water can be reserved for drought rather than using for food production and this is one the best pattern in water consumption.

**Key words:** Virtual water, Utilization pattern, Water resource management, Arid and semi-arid areas

