فصلنامه علمی - تحقیقی جامی
Jami Scientific Research Quarterly Journal
دوره ۸، پیاپی ۲۸، تابستان ۱۴۰۲
Vol. 8, No. 28, 2023
ISSN: 2710-4990
https://journals.jami.edu.af/index.php/jsrqj/index

آب مجازی و نقش آن در مدیریت منابع آب

الف شاه احسان[۱]

چکیده

با در نظر داشت کمبود آب در آینده کنترل و مدیریت منابع آبی از اهمیت خاصی برخوردار است و روند سریع و رو به رشد جمعیت در کشورهای مختلف، بالا رفتن استانداردهای زندگی نیاز به غذای کافی و توجه به امنیت غذایی را در اولویت تصمیم گیریهای دولتی قرار می‌دهد . زراعت به خصوص در کشورهای در حال توسعه بزرگترین مصرف کننده آب است ، لذا آبی که محصولات زراعتی برای رشد و به ثمر رسیدن خود مصرف می‌کنند اهمیت زیادی پیدا می‌کند و بحث آب مجازی مطرح می‌شود. برای مثال آبی که یک کیلوگرم گندم مصرف می‌کند بیشتر از ۱۰۰۰ لیتر است که به آن آب مجازی می‌گویند این آب در حقیقت واقعی است زیرا مصرف شده و در صورت واردات و صادرات محصولات کشاورزی از کشوری به کشور دیگر منتقل می‌شود. کشورها می‌توانند با مدیریت آب مجازی از کاشت محصولاتی که آب زیادی مصرف می‌کنند کم کنند و با جابجایی‌هایی میزان آب ورودی و خروجی از کشور خود را با توجه به تعریف آب مجازی کنترل کنند. آب مجازی عبارت از آب جاسازی شده در محصولات است و به آب مورد نیاز برای تولید آن محصول مربوط می‌شود باتامین آب مجازی می‌توان تقاضا برای آب را درمناطق مختلف (خشک و نیمه خشک) پایین نگه داشت. اصطلاح آب مجازی بیانگر مقدار آبی است که برای تولید مواد غذایی یا کالاهای تجاری به مصرف می‌رسد اگراین مواد غذایی یا کالاها به یک منطقه کم‌آب صادر شود دیگر در آن منطقه کم‌آب نیاز به مصرف آب برای تولید این مواد نیست ذخیره آب به روش مجازی راهی معقول برای غلبه بر دوره های کمبود است که نسبت به ذخیره گاه های مصنوعی کارآمدتر میباشد افزایش رقابت برسرمنابع آب و افزایش تقاضا باعث شده بحث مدیریت آب مطرح می‌شود انتقال آب جاسازی شده در تولیدات غذایی یکی ازمولفه های مهم در مدیریت آب در سطح جهانی و به خصوص درمناطق کم آب می‌باشد تجارت آب مجازی نه تنها ذخیره آب در کشورهای وارد کننده است بلکه ذخیره آب در زمان و در سطح جهان هم محسوب می‌شود. هدف این مقاله معرفی مفهوم آب مجازی و نقش آن درمدیریت منابع آب می‌باشد.

واژگان کلیدی: آب مجازی، مدیریت آب مجازی، منطقه کم آب، مصرف

[۱] دانشکده انجینیری، دانشگاه جامی، هرات، افغانستان

این مقاله تحت مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 به نشر رسیده است.

دریافت: ۱۴۰۲/۴/۱ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۱ نشر: ۱۴۰۲/۶/۱

مقدمه

آبی‌که در مراحل مختلف تولید یک محصول ویا کالا استفاده می‌شود بنام آب مجازی شناخته می‌شود که این آب در حقیقت کاملا واقعی است و لفظ مجازی معنی آب غیرواقعی را ندارد. البته این تعریف در مورد محصولات کشاورزی کمی فرق دارد چون آب مجازی مثلا در مورد گندم تا ابتدای خروج از مزرعه محاسبه می‌شود و بقیه آبی که در مراحل مختلف آماده سازی محصول برای استفاده نهایی بکار می‌رود محاسبه نمی‌شود. برای مثال تولید هر کیلوگرم از غلات در شرایط جوی مطلوب بصورت حدودی بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ لیتر آب نیاز دارد و اگر دما و تبخیر و تعرق بالا باشد این مقدار به ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ لیتر می‌رسد که از این طریق کشورهایی که منابع آب کمتری دارند می‌توانند با وارد کردن بعضی محصولات پر مصرف کمبود آب خود را جبران کنند و به عنوان سیاستی جدید در مدیریت منابع آب هر کشوری تبدیل شود. آب مجازی میزان آبی است که یک کالا و یا یک محصول زراعتی در مراحل تولید مصرف می‌کند تا به مرحله تکامل برسد یا به عبارت بهتر، میزان آبی که برای تولید یک کالا مورد نیاز است واژه آب مجازی را اولین بار J.A Allan در سال ۱۹۹۳ مطرح کرد و پیش از آن، واژه آب جاسازی شده (Water embedded)برای رساندن این مفهوم استفاده می‌شد. اما این برچسب مجازی بودن از کجا می‌آید؟ اصطلاح آب مجازی یا Virtual Water این مفهوم نخستین بار توسط تونی آلن ارائه گردید که منظور، مقدار آب موجود و قابل دسترس در سیستم جهانی از طریق مبادلهٔ کالاهای زراعتی است. تونی آلن مقدار آب موجود در غلات، شیر و محصولات مالداری یا دامی را بر اساس مقدار آب مورد نیاز برای تولید آنها تفسیر کرد. سپس، این مفهوم به عنوان یک ابزار اقتصادی برای کاهش مشکلات کمبود آب درسطح اقتصادهای ملی مطرح گردید. محققان دیگر استدلال کردند که مناطق دارای کمبود آب می‌توانند با وارد کردن محصولاتی که میزان آب مجازی بالایی دارند و صادر کردن محصولاتی که میزان آب مجازی بسیار کمی دارند، کارآیی مصرف آب در سطح جهانی را افزایش دهند. آب مجازی، همراه با آب محلی، امکان پاسخگویی به نیازهای آب در سطح ملی را فراهم می‌سازد این امر، مفهوم آب مجازی را شکل می‌دهد .آب مجازی داخل کشورها، بین کشورها و حتی بین قاره ها می‌تواند به عنوان ابزاری برای ارتقای کارآیی مصرف آب در سطح جهانی، دستیابی به امنیت آبی در مناطق دارای فقر آبی و برطرف کردن محدودیت‌های محیطی، با تعیین محل‌های مناسب برای تولید، استفاده شود.

بیان مسئله

در مقایسه با دو سه قرن گذشته، جهان در زمینهٔ حفاظت از منابع طبیعی و استفاده بهینه از آن در دوران حساسی به سر می‌برد. عدم تطابق نیازهای انسانی با منابع موجود به نگرانی بسیاری از دانشمندان و تسریع تحقیقات در زمینهٔ استفادهٔ پایدار از منابع طبیعی منجر شده است. مدیریت صحیح و همه جانبه، ضرورتی مهم برای رسیدن به

توسعهٔ پایدار است. در میان همهٔ منابع طبیعی، آب شیرین از اصلی ترین منابعی است که باید به آن اهمیت ویژه داد. اشتباه نکنید این صفت مجازی با معنای امروزی آن که در فضای سایبری آن را بسیار شنیده‌اید متفاوت است. مجازی بودن در این جا بدان معنا است که بخش زیاد آب مصرف شده در فرایند 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 می‌ماند.

برای تولید یک کیلوگرام از غلات که به شکل دیم و در شرایط جوی مطلوب رشده کرده بین یک تا دو متر مکعب آب نیاز است و برای تولید همین مقدار غله در شرایط جوی نامطلوب (دما و تبخیر بالا) بین ۳ تا ۵ متر مکعب آب مصرف می‌شود. تجارت جهانی کالاها یک جر یان بین‌المللی از آب مجازی را به‌وجود می‌آورد که به آن تجارت آب مجازی گفته می‌شود. همزمان با آغاز تجارت بین‌المللی کالاها جریان آب مجازی از منطقه‌ای به منطقه دیگر در جهان در حال جریان است. با توجه بیشتر دانشمندان و محققان به مفهوم آب مجازی، انجام محاسبات کمی در این زمینه آغاز شد. محاسبات انجام شده از جابجایی جریان عظیمی از آب که به شکل مجازی با تجارت کالاهای آب بر در حال جریان است خبر می‌دهد .کشورهای خشک و نیمه خشک می‌توانند با واردات کالاهای آب بر نظیر مواد غذایی، آبی را که برای تولید آن نیاز است را برای استفاده در سایر بخش‌ها حفظ کنند. انتقال آب حقیقی در حجم زیاد و در فاصله‌های طولانی به علت مشکلات انتقال و هزینه‌های بالای آن تقریبا غیرممکن به نظر می‌رسد، در این حال تجارت مواد غذایی می‌تواند با انتقال مجازی حجم عظیمی از آب به عنوان همگون‌سازی توزیع ناهمنگون آب به حساب آورده شود. بخش زراعت به عنوان پرمصرف‌ترین بخش در حدود ۷٤درصد از منابع آب شیرین جهان را مصرف می‌کند. برخی از کشورهای کم آب برای تامین بخشی از این آب با نادیده گرفتن ظرفیت‌های طبیعی به پمپاژ بیش از حد آب‌های زیرزمینی و نمک‌زدایی آب دریا می‌پردازند. نتایج تحقیقات نشان می‌دهند که تولید محصولات در این شرایط بیش از پنج برابر گرانتر است. کشورهای کم‌آب می‌توانند با دخالت دادن تجارت آب مجازی در سیاست‌های آبی علاوه بر این که میزان دسترسی خود را به منابع آب جهانی افزایش می‌دهند از افزایش فشار بر منابع محدود خود نیز بکاهد. واردات مواد غذایی به منظور استفاده از منبع تجارت آب مجازی بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط زیست یک کشور را تحت تاثیر قرار می‌دهد و با امنیت غذایی و فرهنگ کشور ارتباط مستقیم دارد. کشورهای کم‌آب می‌توانند با توجه به شرایط، ظرفیت‌ها و نیازهای داخلی و همچنین ملاحظات امنیت غذایی خود نقطه بهینه‌ای را برای میزان واردات مواد غذایی به کشور پیدا کنند (همشهری آنلاین)

اهمیت وضرورت

استفاده از آب مجازی بیشتر از چهار دهه است که در سیاست گذاری‌های کشورهای توسعه یافته و مدیریت ذخایر آبی استفاده می‌شود. متاسفانه در افغانستان اهمیت زیادی به این نوع آب وجود ندارد. پایین بودن کارآمدی آب در بخش کشاورزی در افغانستان، سبب اهمیت پیدا کردن آب مجازی در این بخش می‌شود، پس بهترین راه حل در شرایط حال حاضر ، گسترش بیشتر تجارت آب مجازی است. به طور کلی کشورهای کم‌آب می توانند با این تجارت و واردات تولیدات آب بر، مقدار آب قابل توجهی را برای تولید محصولات ذخیره کنند. با توجه به اینکه محدودیت دسترسی به منابع آب شیرین دنیا ، و بالارفتن تقاضا برای ذخایر محدود دلیلی است تا برای اطمینان از تأمین امنیت غذایی جمعیت روبه افزایش در کل دنیا ، راه حلی به غیر از ارتقاء کارآمدی آب در بخش کشاورزی نیست. تولید مواد غذایی کشاورزی تا مقدار زیادی به آب وابسته است. با توجه به تحقیقات انجام شده معلوم شد که از هشتاد و شش میلیارد مترمکعب آب مورد استفاده در بخش کشاورزی حدود سی و سه درصد، برای گندم مصرف میشود. که با در نظر گرفتن نوع آبیاری از دسترس گیاه خارج می‌شود. پس استفاده از روش‌های آبیاری با جوابدهی بالا یک اصل اساسی ومهم برای بالابردن کارآمدی و استفاده درست از آب کشاورزی است. مطلب مهم دیگر آب مجازی است که با برنامه ریزی درست در تولید، حجم آب مصرفی را کنترل و با واردات محصولات که نیاز آبی زیادی دارند از ذخایر آب محافظت کرد.

سوالات تحقیق

- اهمیت آب مجازی چیست ؟
- چرا باید به آب مجازی توجه کرد؟
- آیا آب مجازی به عنوان راهی برای کاهش تنش آبی در نظر گرفته می‌شود؟

هدف تحقیق

- بررسی نقش آب مجازی در مدیریت منابع آب

فرضیات تحقیق

- تجارت آب مجازی می‌تواند در کاهش تنش‌های آبی موثر باشد
- توجه به آب مجازی می‌تواند ذخایر آبی کشورها را پایدار نگه دارد.

منابع آبی در جهان

کل آب موجود در کره زمین ۱۳۸۶ میلیون کیلومتر مکعب است، که در سه لایه : اتمسفر (بالای زمین) ، بیوسفر یا زیست کره (روی زمین) ، لیتوسفر یا سنگ کره (زیرزمین) ، دیده می شود.

اتمسفر: در لایه بالایی یا اتمسفر، ابرها، جلوه وجود آب هستند. این آب ناشی از حرکت رطوبت ، تراکم و تبرید است . آب به صورت رطوبت حتی در هوای صاف و بدون ابر هم وجود دارد که به علت تبخیر از لایه سطحی اقیانوس‌ها سطح خاك و تبخیر تعریق گیاهان بدست می‌آید. ۹۰٪ از تبخیر جهان تنها از سطح اقیانوس‌ها صورت می‌گیرد جنگلهای جهان حدود ۸٪ از رطوبت را به وجود آورده و بقیه از سایر سطوح حاصل می‌شود. این چرخه ، مداوم ادامه دارد و حجم آن ثابت است .آبهای موجود در اتمسفر را معادل ۱۲ هزار و ۹۰۰ کیلومترمکعب تخمین زده اند که معادل یك هزارم کل آب موجود در جهان است. این مقدار آب اگر به یك باره فرو ریزد می‌تواند کل سطح کره زمین، که حدود ۵۱۶ میلیارد کیلومتر مربع است را در یك لایه به ارتفاع ۲/۵ سانتیمتری، بپوشاند . آبهای سطحی دنیا حدود یازده میلیون و ۶۳۰ هزار کیلومتر مکعب است. حجم آبهای شیرین کره زمین معادل ۳۵۰۳۰ هزار کیلومتر مکعب بوده که ۲ هزار و ۱۲۰ کیلومتر آن در رودخانه‌ها جاری و ۱۰۲ هزار کیلومتر مکعب آن در دریاچه‌ها و باتلاق‌های محصور در خشکی‌ها هستند. ۲ درصد از این آب‌ها تنها در یك دریاچه به نام بایکال و ۲۰ درصد در دریاچه‌های ۳گانه آمریکا، هورون، میشیگان ، سوپریور و بقیه در دریاچه های پراکنده جهان در فنلاند، روسیه، سوئد، آلمان، سوئیس ، آفریقا و ... پراکنده اند. آبهای سطحی که قسمتی از آبهای تجدیدشونده هستند در رودخانه های بزرگ، کوچك، دره‌ها و درز و شکاف کوه‌ها وجود دارد. از میزان آب تجدیدشونده قابل استحصال در سطح جهان سالانه حدود ۵۵ درصد برای منظورهای مصرفی و غیرمصرفی استفاده می‌شود و بر طبق بررسی‌های انجام شده ظرف ۳۰ سال آینده این رقم تا حداکثر ۶۵ درصد منابع آب تجدیدشونده قابل افزایش است. همانطور که ذکر شد حجم آب اقیانوس‌ها معادل ۱۳۳۸ میلیون کیلومتر مکعب یا ۹۷/۵٪ از کل آب جهان است. آب اقیانوسها در حوالی مصب رودخانه‌های بزرگ شیرین تر بوده و کیفیت آب و درجه شوری آن در نواحی دورتر بدتر می‌شود. به عنوان نمونه شعاع تأثیر جریان‌های ورودی از رودخانه آمازون تا ۳۰۰ کیلومتری مصب آن کاملا مشخص بوده و به وضوح دیده می‌شود.علاوه بر این ، در داخل اقیانوسها، جریانهای قوی رودخانه ای وجود دارد که می‌توان آنها را رودخانه‌های جاری در اقیانوس نامید. این جریانات که میلیاردها مترمکعب آب در اقیانوس جابجا می‌کند، در چرخه هیدرولوژی و تغییر کیفیت آب در اقیانوس‌ها بسیار مؤثرند. بزرگترین آن جریان عظیم کوروشیو در سواحل ژاپن ، است که روزانه مساحتی در حدود ۴۰ تا ۱۲۱ کیلومتر را طی می‌کند. سرعت این جریان معادل ۴/۸ تا ۱/۴ کیلومتر در ساعت یا معادل حداکثر ۱/۳۳ متر در ثانیه است. قابل توجه است که سرعت سیلاب در جریانهای رودخانه ای خدود ۲تا۲/۵ متر درثانیه است. لیتوسفیر یا سنگ کره در داخل لیتوسفر نیز بالغ بر ۲۳

میلیون و ۴۰۰ هزار کیلومتر مکعب آب وجود دارد که تقریبا ۴۶٪ آن آب شیرین و ۵۴٪ آن آب شور است. به عبارت دیگر حدود ۱۰ میلیون و ۵۳۰ هزار کیلومتر مکعب آب زیرزمینی شیرین و ۱۲ میلیون و ۸۷۰ هزار کیلومتر مکعب آب شور، وجود دارد.

آب‌های سطحی که کمتر از ۱۰۰۰ میلیگرم در لیتر مواد حل شده داشته باشند آب شیرین نامیده می‌شوند. کل آبهای شیرین دنیا ۳٪ از کل آبهاست. بنابراین بنظر می‌رسد که این مقدار آب شیرین نسبت به کل آب جهان در حد چند قطره بزرگ بیشتر نباشد. با همه این موارد، بارندگی و ابعاد فراگیر آب و همچنین توزیع منابع و مصارف آب در دنیا، یکنواخت نبوده و توزیع نامناسب مکانی و فصلی بارزی دارد. بعضی از کشورها آب تجدیدشونده بسیار بالایی دارند و بعضی دیگر از کمبود آب در رنج هستند. جزایر گرینلند در شمال غرب کانادا، ایالت آلاسکای آمریکا و گینه فرانسه به ترتیب با سرانه ای معادل ۱۰/۸۶۷/۸۵۷ مترمکعب ، ۱/۵۶۳/۱۶۸ مترمکعب و ۸۱۲/۱۲۱ مترمکعب بالاترین و کویت، نوار غزه، امارات و جزیره باهاماس و قطر به ترتیب با سرانه‌ای معادل ۱۰ مترمکعب، ۵۲ مترمکعب ، ۵۸ مترمکعب ، ۶۶ مترمکعب و ۹۴ مترمکعب کمترین آب تجدید شونده را دارند. علاوه بر عوامل فوق این کمبود آب در اثر رشد جمعیت، افزایش مصارف بخش‌های مختلف به وجود آمده است. به طوری که تنشهای اجتماعی بعدی جهان را در میزان دسترسی به آب کشورها پیش بینی می کنند. سازمانهای بین المللی و از جمله کمیسیون ملی توسعه پایدار به طور کلی و حسب گزارشهای ملل مختلف جهان را از نظر میزان منابع تجدید شوند و تواناییهای آنها برای تجهیز منابع مالی به چهار دسته مشخص زیر تقسیم شده است:

- کشورهای با درآمد سرانه بالا و تنش آبی کم
- کشورهای با درآمد بالا و تنش آبی زیاد
- کشورهای با درآمد کم و تنش آبی کم
- کشورهای با درآمد کم و تنش آبی زیاد

به این ترتیب بعضی از کشورهای خاورمیانه و آفریقا که در دسته چهارم طبقه بندی مذکور قرار دارند، اولین قربانیان بحران آب در جهان محسوب خواهند شد. علت کاهش سرانه ها افزایش جمعیت دنیاست که در طول قرن بیستم از ۲ میلیارد نفر به حدود ۶ میلیارد نفر رسیده است و پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۵ به بیش از ۸ میلیارد نفر بالغ شود با نرخ رشد موالید سه نفر در ثانیه). افزایش جمعیت از یك طرف و كاهش سرانه مصرف آب شیرین از طرفی دیگر شرایطی را فراهم آورده است که منابع آب شیرین از یك منبع تجدید شونده به یك منبع نیمه تجدید شونده و میرا تبدیل شود. در حالی که ۷۳ درصد جمعیت دنیا در کشورهای آفریقایی و آسیایی متمرکز است ، سهم این دو قاره از منابع آب تجدید شونده دنیا تنها ۴۷ درصد می‌باشد و قاره آسیا که ۶۰ درصد جمعیت دنیا در آن ساکن هستند، ۳۶ درصد از منابع آب تجدید شونده جهان را دریافت می‌کند یا حوزه آبریز رودخانه آمازون که ۱۴

درصد منابع آب تجدید شونده دنیا را شامل می‌شود، فقط ۰/۴ درصد جمعیت جهان را در برمی‌گیرد. مطالعات نشان می‌دهد که تا ۱۹۹۴ ، ۸۰٪ از مردم آسیا و اقیانوسیه و ۸۸ درصد از مردم آسیای غربی و ۸۰ درصد مردم آمریکای لاتین و حوزه دریای کارائیب و تنها ۴۶٪ مردم آفریقا به آب شرب سالم دسترسی داشته اند که می‌توان گفت تقریبا معادل ۱/۱ میلیارد نفر از مردم جهان از دسترسی به آب سالم محرومند. در طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۵۰ جمعیت و مصارف آب در سطح دنیا ۲ برابر شده است و سهم مصارف شرب و صنعت از ۲۰ درصد کل مصارف به بیش از ۳۰ درصد رسیده است. در سال ۱۹۵۰ تنها ۸۳ شهر با جمعیت بیش از یك میلیون نفر در سطح دنیا وجود داشت در حالی که در سال ۱۹۹۵ این تعداد به ۲۸۰ شهر رسیده است. این امر باعث شده که سالانه حدود ۲ میلیون هکتار از سطح اراضی آب به دلایل مختلف کاسته شده و پیش بینی می‌شود رشد خالص اراضی آبی در آینده احتمالا منفی شود. سطح آب زیرزمینی نیز در مناطق وسیعی از دنیا به طور مستمر در حال افت است. سطح زیرکشت غلات به ازای هر نفر در سال از رقم ۰/۲۴ هکتار در سال ۱۹۵۰ به ۰/۱۲ هکتار در سال ۱۹۹۶ کاهش پیدا کرده است . اراضی آبی ۱۶ درصد اراضی زیر کشت دنیا را تشکیل می‌دهند، در حالی که ۴۰ درصد مواد غذایی دنیا را تولید می کنند. این موارد پی آمد اجتماعی و اقتصادی گوناگونی را به دنبال دارد.بیماری‌های ناشی از آب نیز ۸ درصد کل بیماری‌ها را در کشورهای در حال توسعه تشکیل می‌دهند که نشان می‌دهد سالانه حدود ۲ میلیارد نفر در جهان به نوعی تحت تأثیر بیماری‌های ناشی از آب قرار می‌گیرند. گزارش‌ها نشان می‌دهد که سالانه حدود ۴ میلیون نفر از کودکان جان خود را بدین لحاظ از دست می‌دهند. این در حالیست که سهم سرانه تجدید شونده و سهم سرانه مصرف، روزبه روز کمتر شده و در عوض میزان پس آب‌ها و آب‌های آلوده ، حجم منابع آب قابل دسترس، ذخیره سدها به علت رسوب گذاری ، عمر مفید شبکه‌های آب شرب شهری و فرسودگی شبکه‌های انتقال آب و غیره مشکلات جدید و جدیدتری را به وجود می‌آورند (مهندس غلام علی معماری).

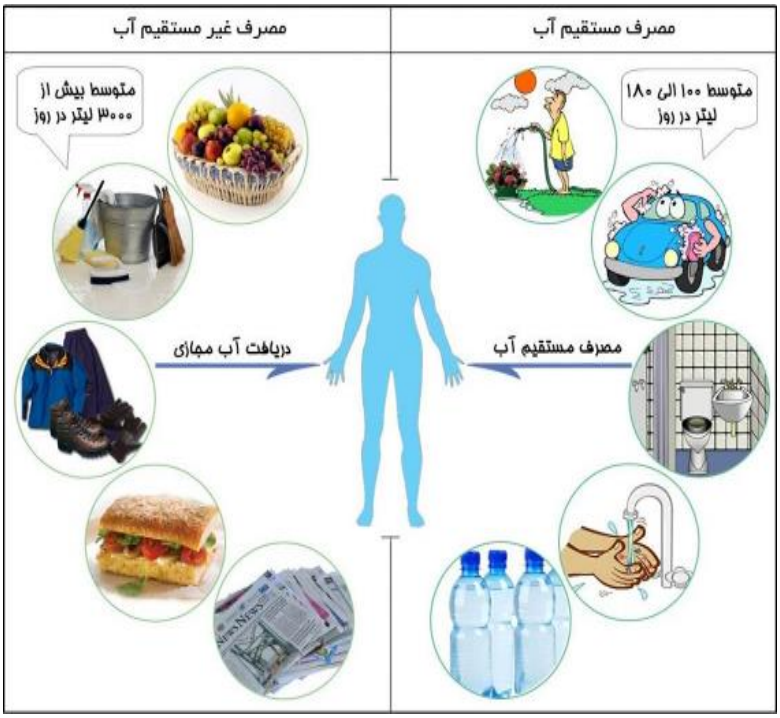
آب مجازی مفهومی جدید در مدیریت منابع آب

سالانه حجم زیادی آب صرف نوشیدن، پخت و پز، شست و شو و سایر فعالیتهای انسان می‌شود. که به عنوان مصارف مستقیم آب می‌توان از آنها یاد کرد، اما احجام بسیار بیشتری از آب، صرف تولید محصولات کشاورزی، صنعتی و ارائه خدمات میشود. این مقدار آب علیرغم حجم زیاد، معمولا از سوی هیچ یک از مصرف کنندگان به دلیل نامحسوس بودن مدنظر قرار نمی‌گیرد، اما نقش بسزایی در تولید، مصرف و تبیین چشم‌انداز منابع آب در دسترس دارد. در واقع مفهوم آب مجازی نگرشی جدید به مصارف غیر مستقیم و پنهان آب در چرخه تولید و ارائه خدمات به نسل بشر است.این مفهوم نخستین بار در سال ۱۹۹۳ توسط J.A Allen مطرح شد. از زمانی که Allanبحث آب مجازی را مطرح کرد و تا زمانیکه مورد توجه مجامع علمی قرار گرفت، نزدیک به ۱۰ سال طول

کشید. اولین گردهمایی بین المللی در خصوص این موضوع در دسامبر سال ۲۰۰۲ دلف (Delft) هالند برگزار شد. در سومین اجلاس جهانی آب در کشور جاپان در مارچ ۲۰۰۳ نیز یک نشست ویژه به موضوع آب مجازی اختصاص یافت(گاهنامه الکترونیک دفتر توسعه پایدار دانشگاه صنعتی امیر کبیر)

آب مجازی چیست

آب مجازی آبی است که یک کالا یا یک فراورده کشاورزی در طی فرایند تولید مصرف می‌کند تا به مرحله تکامل برسد و مقدار آن معادل جمع کل آب مصرفی در مراحل مختلف زنجیره تولید از لحظه شروع تا پایان است. صفت مجازی در این تعریف به این معناست که بخش عمده آب مصرف‌شده در طی فرایند تولید در محصول نهایی وجود فیزیکی ندارد و در حقیقت بخش بسیار ناچیزی از آب مصرفی در پایان به‌عنوان آب واقعی در بافت محصول باقی خواهد ماند. نکته مهم اینکه صفت مجازی به معنای غیرواقعی نیست، بلکه صریحاً باید گفت که آب مجازی آب کاملاً واقعی است. شرایط اقلیمی و فرهنگی مکان تولید و مدیریت و برنامه‌ریزی در میزان و حجم آب مجازی کالا تأثیر دارد و قطعاً مقدار آن در مورد یک کالا در مناطق مختلف جهان متفاوت است. مثلاً مردم آسیا به‌طور میانگین ۱۴۰۰ لیتر آب مجازی در طول روز استفاده می‌کنند و این در حالی است که اروپاییان و مردم شمال آمریکا روزانه حدود ۴۰۰۰ لیتر آب مجازی مصرف می‌کنند (شاملونژاد و قزل سوفلو، ۱۳۸۸). محتوای آب مجازی برای هر محصول به شرایط محیطی و جوی در محل تولید محصول، وابستگی مستقیم دارد. مثلاً برای تولید یک کیلوگرم از غلات به صورت دیم و در شرایط جوی مطلوب، بین یک تا دو مترمکعب آب نیاز است، در حالی‌که برای تولید همین مقدار غله در شرایط جوی نامطلوب (دما و تبخیر تعرق بالا) بین سه تا پنج مترمکعب آب مصرف می‌شود. نیاز آبی برای تولید محصولات دامی نسبت به محصولات کشاورزی به مراتب بیشتر است. به عنوان مثال برای تولید یک کیلوگرم پنیر به ۵ تا ۵/۵ مترمکعب آب و برای تولید یک کیلوگرم گوشت گاو تقریباً به ۱۶ مترمکعب آب نیاز است (یوسفی‌نژاد، ۱۳۹۵).



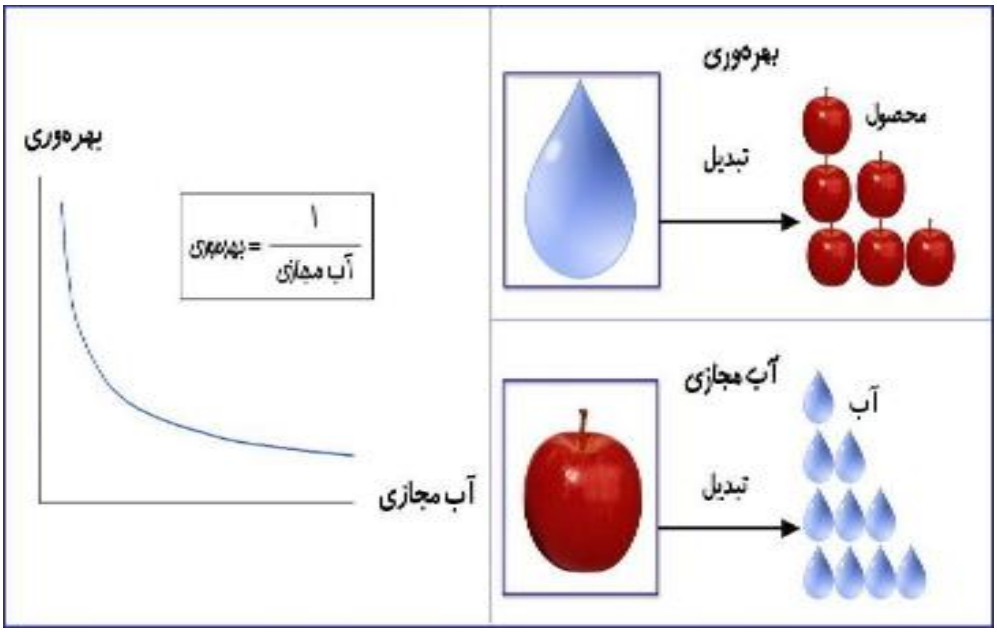
$$\text{آب مجازی} = \frac{\text{کل حجم آب مورد نیاز برای تولید محصول}}{\text{کل محصول تولید شده}}$$

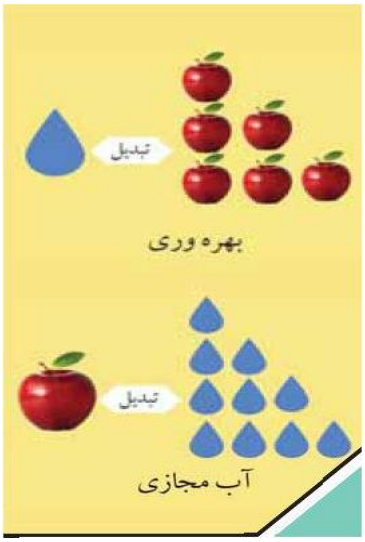
شکل ۱. مفهوم آبرانه مصرفی انسان (گاهنامه الکترونیک دفتر توسعه پایدار دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

رابطه بین آب مجازی و بهره وری آب

آب مجازی و بهره‌وری آب نسبت به هم رابطه معکوس دارند (شکل ۱). طبق تعریف، بهره‌وری آب عبارت است از مقدار محصول تولید شده از واحد حجم آب و واحد آن معمولاً به صورت کیلوگرم بر مترمکعب تعریف می‌شود، در حالی‌که آب مجازی مقدار آب مصرف شده برای تولید مقدار معینی محصول را مورد توجه قرار می دهد و واحد آن لیتر بر کیلوگرم (مترمکعب بر کیلوگرم) است. به عبارت دیگر در بهره‌وری تأکید بر مقدار تولید از آب و در آب مجازی، برعکس، تأکید بر مقدار آب (مصرف شده) در تولید محصول است. بنابراین با افزایش بهره وری آب، مقدار آب مجازی در محصول یا کالای مورد نظر کاهش خواهد یافت و برعکس. به عبارتی در جریان تجارت محصولات کشاورزی جریانی از آب مجازی به وجود خواهد آمد. این جریان، یک جریان درون‌منطقه‌ای

و بین‌المللی است. با توجه به ارتباط آب مجازی و بهره‌وری آب، افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی می‌تواند ابزاری کارآمد در صرفه‌جویی آب مجازی باشد.





شکل ۲. مفهوم آب مجازی در مقایسه با بهره‌وری آب

تعاریف آب آبی - آب سبز - آب خاکستری

آب آبی: مقدار آبی است که از منابع آبهای سطحی و زیر زمینی استفاده می‌شود و به مکان اصلی خود باز نمی‌گردد.

آب سبز: آب حاصل از بارش ها که در خاك ذخیره شده و در فرایند این تولید مورد استفاده قرار می گیرد و یا در فرایند این تولید تبخیر می‌شود. معمولاً در منابعی که سخن از آب مجازی است، دو اصطلاح آب سبز و آب آبی دیده می‌شود. آبهای زیرزمینی و آبهای سطحی، آب آبی را تشکیل می‌دهند در حالی که به رطوبت خاك در مناطق غیراشباع آب سبزمی‌گویند. به عبارتی کشاورزی دیم از آب سبز تغذیه میکند، در حالی که کشاورزی آبی از آب آبی مهارشده سیراب میشود. منشاء آب آبی و آب سبز بارندگی است. در حدود ٦١درصد از نزولات آسمانی به آب سبز و باقی به آب آبی تبدیل می‌شود.

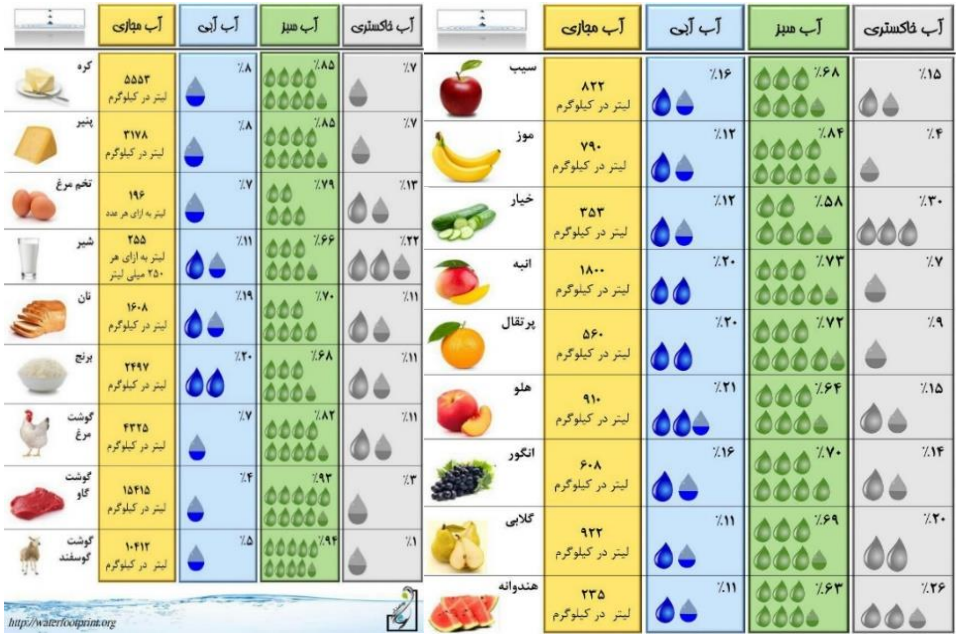
آب خاکستری: آبی است که در فرایند تولید آلوده می‌شوداستفاده از آب خاکستری باعث می‌شود نیاز برداشت کمتری از منابع آبی زیرزمینی و سطحی وجود داشته باشند که این کار علاوه بر حفظ منابع آبی، به حفظ محیط زیست هم کمك می‌کند.هم‌چنین استفاده از آب خاکستری باعث کاهش بارآلی فاضلاب و آلودگی مجاری مربوط به فاضلاب‌ها می‌شود. از آب خاکستری برای تغذیه منابع آب زیرزمینی نیز می‌توان استفاده کرد. به طور کلی استفاده از آب خاکستری در بخش‌های مختلف به شرح زیر قابل استفاده است:

١-شستشوی‌ماشین

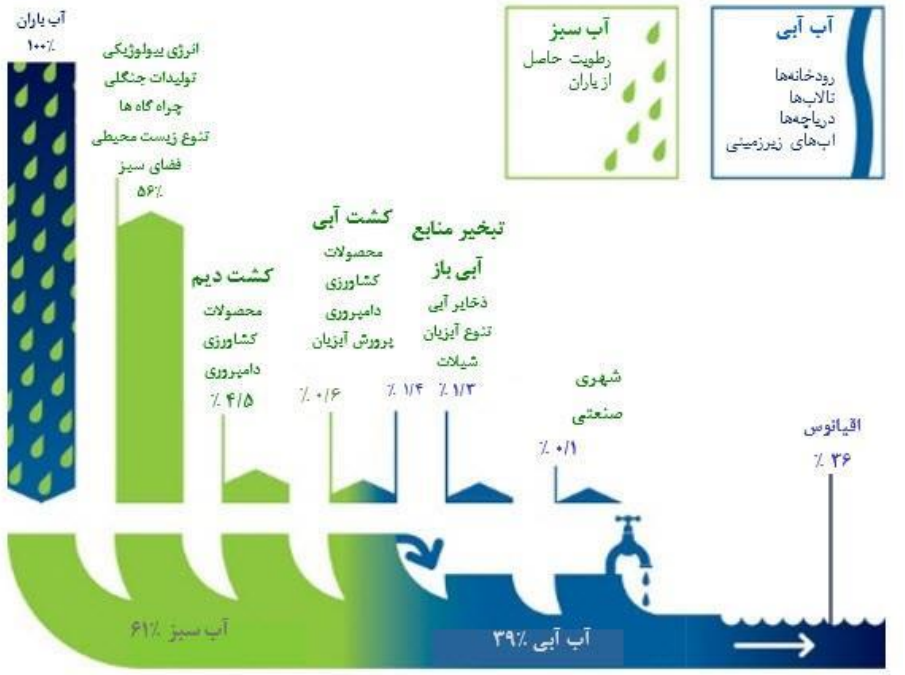
٢-شسشتشوی‌محوطه

٣-آبیاری فضای سبز و درختان

٤-آب مورد نیاز فلاش تانك‌های سرویس بهداشتی



شکل ۳. میزان مصرف آب سبز وآب آبی در کشاورزی (خبرگزاری ایانا)



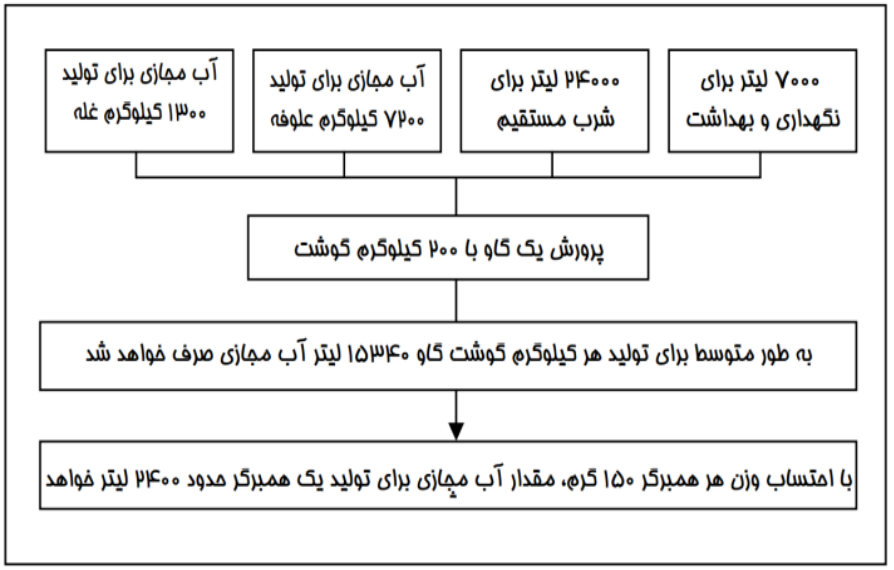
شکل ۴. میزان مصرف آب (آب آبی، آب سبز،آب خاکستری) در محصولات کشاورزی ودامی

	آب مجازی	آب آبی	آب سبز	آب خاکستری
کاهو	۲۳۷ لیتر در کیلوگرم	٪۱۲	٪۵۶	٪۳۲
کلم	۲۳۷ لیتر در کیلوگرم	٪۱۲	٪۵۶	٪۳۲
گوجه فرنگی	۲۱۴ لیتر در کیلوگرم	٪۳۰	٪۵۰	٪۲۰
سیب زمینی	۲۸۷ لیتر در کیلوگرم	٪۱۱	٪۶۶	٪۲۲
پیاز	۲۷۲ لیتر در کیلوگرم	٪۱۷	٪۶۴	٪۱۹
زیتون	۳۰۱۵ لیتر در کیلوگرم	٪۱۶	٪۸۲	٪۲
ذرت	۱۲۲۲ لیتر در کیلوگرم	٪۷	٪۷۷	٪۱۶
سیر	۵۸۹ لیتر در کیلوگرم	٪۱۴	٪۵۸	٪۲۸
هویج	۱۹۵ لیتر در کیلوگرم	٪۱۴	٪۵۵	٪۳۱

شکل ۵. میزان مصرف آب (آب آبی، آب سبز،آب خاکستری) در محصولات کشاورزی

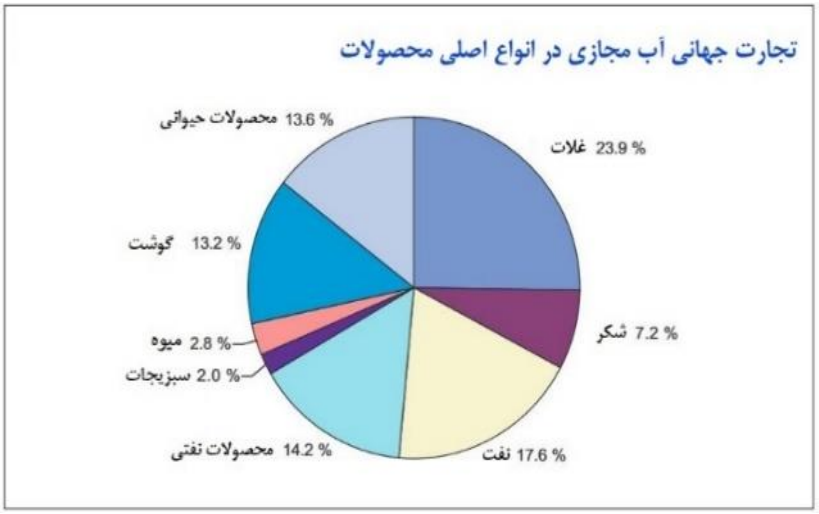
جدول ۱. میزان مصرف آب برای تولید محصولات مختلف

کالا	آب مجازی (لیتر)	کالا	آب مجازی (لیتر)
یک کاغذ A۴	۱۰	یک عدد پرتقال (۱۰۰ گرمی)	۵۰
یک عدد سیب‌زمینی (۱۰۰ گرمی)	۲۵	یک کیلوگرم گندم	۱۳۰۰
یک عدد سیب (۱۰۰ گرمی)	۷۰	یک کیلوگرم جو	۱۴۰۰
یک پوند پلاستیک	۹۱	یک کیلوگرم گوشت گاو	۱۵۰۰۰
یک فنجان قهوه (۲۵۰ میلی‌لیتر)	۱۴۰	یک کیلوگرم گوشت مرغ	۴۰۰۰
یک لیوان شیر (۲۰۰ میلی‌لیتر)	۲۰۰	یک لیوان آب سیب (۲۰۰ میلی‌لیتری)	۱۹۰
یک پوند پنبه و پشم	۳۸۳	یک عدد گوجه فرنگی (۷۰ گرمی)	۱۳
ساندویچ همبرگر (۱۵۰ گرمی)	۲۴۰۰	یک فنجان چای (۱۲۵ میلی‌لیتری)	۱۸
یک قالب پنیر (۵۰۰ گرمی)	۲۵۰۰	یک عدد تخم‌مرغ (۴۰ گرمی)	۱۳۵
یک پیراهن نخی در اندازه متوسط	۴۱۰۰	یک ریزتراشه کامپیوتر (۲ گرمی)	۳۲
تصفیه یک بشکه نفت خام	۷۰۰۰	یک کیلوگرم پلاستیک	۱۹۰
تولید چهار حلقه لاستیک	۷۸۴۵	شلوارجین نخی (۱۰۰۰ گرمی)	۱۰۸۵۰
یک جفت کفش با چرم گاو	۸۰۰۰	پیراهن (۲۵۰ گرمی)	۲۷۲۰
یک خودروی سواری (۱۱۰۰ کیلوگرمی)	۴۰۰۰۰۰	یک تن شکر از چغندرقند	۱۲۵۲۸۴
یک تن شکر از نیشکر	۱۰۶۳۵۹	یک تن فولاد	۲۳۶۹۴۱



آب مجازی برای تولید یک کیلو گرام گوشت گاو

تجارت کالا = تجارت آب (مجازی) تجارت آب مجازی و امنیت غذایی کشورها برای بالا بردن امنیت غذایی خود متناسب با شرایط داخلی و روابط خارجی تصمیم گیری می‌کنند. که این ممکن است از طریق تلاش برای خودکفایی در محصولات کشاورزی و یا از طریق ترکیبی از تولیدات داخل و واردات مواد غذایی بدست آید. به عنوان مثال چین، هند و مالزیا برای تامین امنیت غذایی خود سعی می‌کنند در تولید محصولات کشاورزی خودکفا شوند. در حالیکه بازارهای مواد غذایی مشابه آنها چون اروپا، آمریکا وجاپان بیشتر نگران امنیت واردات مواد غذایی هستند.



شکل ۱. فیصدی تجارت آب مجازی (دکتر سید حسین سجادی‌فر)

نتیجه گیری

همواره این ابهام و نگرانی وجود دارد که آیا ما درست ترین روش استفاده از منابع آب موجود را اعمال می‌کنیم؟ آیا تولید محصولات زراعتی با همین رویه پایدار میماند؟ آیا اثرات زیست محیطی ناشی از برداشت بی‌رویه آب حراست ونگهداری می‌شوند؟ آب مجازی چگونه و به چه میزان میتواند راه وروش جدیدی را به جامعه عرضه کند؟ یکی از محورهای اصلی در تحلیل میزان آب ، توجه دادن مخاطبین به نوع آب و مکان و زمان تولید می‌باشد. طبقه بندی آبها به رنگهای آبی، سبز و خاکستری میتواند کارشناسان را به شناخت عمیق تر ویژگیها و پتانسیل‌های هر یک از آنها آگاه نماید. هر یک از آبهای آبی و سبز، مدیریت و برنامه ریزی خاصی را

طلب می‌کند. آب آبی فقط در تولید ۱۵درصد از مواد غذایی جهان سهیم است. در صورتی که ۷۰ درصد کل آبهای استخراج شده جهان (آب‌های آبی) از طریق بخش کشاورزی برای همین ۱۵درصد صرف می‌شود. تمرکز در جهت استفاده از آبهای آبی بوده، و بنابراین بیشترین هزینه‌ها و سرمایه گذاریها نیز با هدف مهار، تنظیم و مدیریت آن به عمل آمده است. با توجه به اینکه آب‌های سبز در تأمین ۸۵درصد مواد غذایی جهان نقش دارند، لذا افزایش تأثیرگذاری آبهای سبز در کشـورما می‌تواند به عنوان راهکار اصولی در کاهش فشار بر منابع آبهای سطحی و زیرزمینی کشور باشد. یکی از مزیت‌های توجه به آب مجازی، ملاحظه حجم عظیم آب به هدر رفته از طریق ضایعات محصولات و مواد غذایی می‌باشد.

منابع

۱. سایت اینترنتی ویکی پدیا http://www.wikipedia.org

۲. سایت فائو http://www.fao.org

۳. http://Waterfootprint.org

٤. Abnama.nww.ir

٥. Golvani News Agency

٦. http://wtc.ystp.ac.ir

۷. https://8am.media

۸. گاهنامه الکترونیک دفتر توسعه پایدار دانشگاه امیرکبیر

۹. همشری آنلاین

۱۰. محسن احدیت، همایون فرهادیان و شهلاچوپانیان. نقش آب آبی.آب سبز آب خاکستری وآب مجازی درکشاورزی. کنگره بین المللی نوآوری در مهندسی وتوسعه تکنالوژی

۱۱. مهدی‌زاده، ت .آب مجازی جلد اول :مفاهیم و مدیریت استراتژیک. .

۱۲. دکتور سید حسین سجادی فر: تجارت جهانی آب مجازی

۱۳. خبرگزاری ایانا

۱٤. آب مجازی چیست : (شاملونژاد و قزل سوفلو، ۱۳۸۸).

۱۵. روزنامه صبح ایران دنیای اقتصاد:اطلاعات آب مجازی در تجارت شماره ٤۰۳۱

Jami Scientific Research Quarterly Journal
Vol. 8, No. 28, 2023
https://journals.jami.edu.af/index.php/jsrqj/index

فصلنامه علمی - تحقیقی جامی
دوره ۸، پیاپی ۲۸، تابستان ۱۴۰۲
ISSN: 2710-4990

مرکز تحقیقات علمی دانشگاه جامی

بیانیه دیدگاه (Vision)

مرکز تحقیقات علمی پوهنتون جامی مصمم است تا به یکی از معتبرترین و با کیفیت‌ترین مراکز تحقیقاتی کشور تبدیل گردد .

بیانیه مأموریت (Mission)

انجام پژوهش‌های معیاری ملی و بین المللی، افزایش مهارت‌های تحقیقاتی پژوهشگران، کاربردی سازی تحقیقات علمی و توسعه تحقیقات کمی و کیفی از طریق نشر آثار علمی - تحقیقی و حمایت‌های مادی و معنوی از محققان به منظور تولید علم و توسعه آن در جامعه ماموریت اصلی مرکز تحقیقات علمی پوهنتون جامی است .

ارزش‌ها (Values)

۱) ارزش گرایی اسلامی، اخلاقی و ملی؛
۲) اصل حریم خصوصی و محرمیت در تحقیقات؛
۳) رعایت اصل بی‌طرفی در تحقیقات؛
٤) رعایت اصل امانتداری در تحقیقات؛
٥) اصل احترام به حقوق وکرامت افراد؛
٦) قانون مداری و تمکین به اصول و مقررات؛
۷) رعایت اصل آزادی های آکادمیک در تحقیقات.