

آب مجازی

جلد اول - مفاهیم و مدیریت استراتژیک



تورج مهدی زاده



عنوان : آب مجازی، مفاهیم و مدیریت استراتژیک آن؛ جلد اول .

تحقیق و تالیف : تورج مهدی زاده .

ناشر:

نوبت چاپ:

شمارگان (تیراژ) : ۳۰۰۰ جلد

قیمت :

تعداد صفحات: صفحه؛ مصور؛ جداول. **قطع :** وزیری

شابک:



فهرست مطالب

(۱) کلیات

(۱-۱) ابعاد بحران آب

(۲-۱) آب به عنوان کالای استراتژیک

(۲) مفاهیم و تعاریف

(۱-۲) تاریخچه

(۲-۲) آینده جهان از دیدگاه تامین آب

(۳-۲) ادبیات و مفهوم آب مجازی

(۴-۲) روش محاسبه آب مجازی

(۵-۲) میزان آب مجازی حاوی برخی کالاها



(۶-۲) بررسی کمبود و بحران آبی احتمالی در ایران

(۳) تجارت آب مجازی

(۱-۳) وضع جهانی صادرات و واردات آب مجازی

(۲-۳) تاملی بر وضع موجود صادرات و واردات

(۳-۳) تعریف جدید مصرف آب

(۴-۳) تعریف جدید چرخه آب

(۴) تجزیه و تحلیل

(۱-۴) مقدمه

(۲-۴) ماخذ آمارها

(۳-۴) آمارها در منطقه نمونه مورد مطالعه

(۴-۴) نگاهی به تفاوت آمارها

(۵-۴) اعداد و ارقام مستند

(۶-۴) محاسبات مربوط به مقدار آب مورد نیاز

(۷-۴) محاسبات مربوط به عملکرد محصول

(۸-۴) محاسبات مربوط به میزان آب مصرفی به ازای هر کیلوگرم محصول



(۴-۹) نقش قیمت و قیمت گذاری مناسب محصولات و آب

(۵) توصیه هایی برای تدوین کنندگان چشم اندازهای ملی

(۵-۱) سیاست گذاری

(۵-۲) اقدامات عملیاتی

(۶) ضمائم

(۶-۱) گامهای محاسبه WFP

(۶-۲) متوسط آب مجازی محصولات در کشورهای مختلف

(۶-۳) آب در جهان

(۶-۴) ملکول آب

(۷) قدردانی

(۸) منابع و مراجع

(۸-۱) فارسی

(۸-۲) سایر



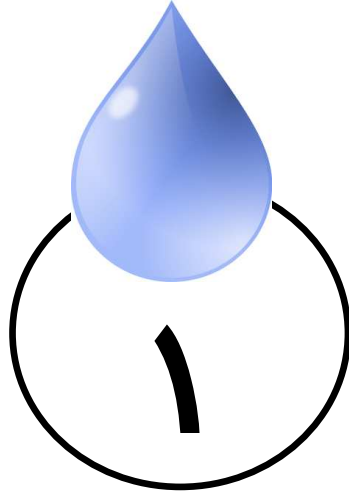
فهرست اشکال و نمودارها

- شکل شماره ۱- نمودار مقایسه ای میزان آب شیرین در دسترس در جهان
- شکل شماره ۲- نمودار مقایسه پتانسیل و عملکرد بخش کشاورزی با سایر بخش ها
- شکل شماره ۳- نمودار مقایسه میزان مصرف آب بخش کشاورزی با سایر بخش ها
- شکل شماره ۴- رابطه عکس عرضه و تقاضا
- شکل شماره ۵- چهار چوب مفهومی از آب مجازی
- شکل شماره ۶- عوامل وابسته به محاسبات آب مجازی
- شکل شماره ۷- میزان سرانه مصرف آب در ایران طی سالهای مختلف
- شکل شماره ۸- حجم جهانی جریان آب مجازی در تجارت محصولات کشاورزی
- شکل شماره ۹- روند فعلی حرکت آب مجازی در دنیا
- شکل شماره ۱۰- چارت جریان آب مجازی، صادرات و واردات، در سالهای ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۶
- شکل شماره ۱۱- نمودار جریان واردات آب مجازی، به تفکیک ممالک، ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۶
- شکل شماره ۱۲- نمودار دوطرفه مربوط به میزان آب ورودی و خروجی سرانه به تفکیک کشورها
- شکل شماره ۱۳- مصادیق مصرف نهایی آب
- شکل شماره ۱۴- مصادیق مصرف آب به عنوان ماده اولیه (مستقیم و غیر مستقیم)
- شکل شماره ۱۵- سیکل یا چرخه آب از دیدگاه اول
- شکل شماره ۱۶- سیکل یا چرخه آب از دیدگاه دوم
- شکل شماره ۱۷- سیکل یا چرخه آب از دیدگاه سوم
- شکل شماره ۱۸- سیکل یا چرخه آب از منابع و با دیدگاهی متفاوت
- شکل شماره ۱۹- سیکل یا چرخه آب اصلاح شده شماتیک
- شکل شماره ۲۰- نمودار میله ای درصد مصرف آب بخشهای مختلف در کشور
- شکل شماره ۲۱- نمودار میله ای میزان مصرف آب بخشهای مختلف در کشور
- شکل شماره ۲۲- نمودار مقایسه ای متوسط مقدار آب مجازی برای دو محصول
- شکل شماره ۲۳- نمودار مقایسه ای میزان محصول قابل تولید با هر متر مکعب آب
- شکل شماره ۲۴- مقایسه رشد صادرات محصولات زراعی
- شکل شماره ۲۵- گامهای محاسبه WFP
- شکل شماره ۲۶- ملکول آب
- شکل شماره ۲۷- ملکول آب با درج زاویه بین پیوند های هیدروژن به اکسیژن برحسب درجه
- شکل شماره ۲۸- ملکول آب با درج طول و زاویه پیوندی



فهرست جداول

- جدول شماره ۱- میزان آب مجازی برخی از کالاها و محصولات
- جدول شماره ۲- محاسبه نیاز آبی کشور در ۴ حالت در سال ۱۴۰۴
- جدول شماره ۳- واردات و صادرات عمده آب مجازی در تراز جهانی، ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۱
- جدول شماره ۴- میزان آب وارداتی ممالک منا ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۲
- جدول شماره ۵- تجارت جهانی آب مجازی بین کشورها برای ۱۰ محصول کشاورزی ۱۹۹۵-۹۹
- جدول شماره ۶- ده کشور اول صادر کننده و وارد کننده آب مجازی در جهان ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۹
- جدول شماره ۷- بر آورد مصرف آب بخشهای مختلف در کشور
- جدول شماره ۸- میزان بارش متوسط ۳۹ و مقایسه با متوسط ۴۹ ساله، ۶ حوضه آبریز اصلی کشور
- جدول شماره ۹- وضعیت منابع آب تجدید شونده در جهان
- جدول شماره ۱۰- متوسط آب مصرفی محصولات مختلف در ایران و جهان
- جدول شماره ۱۱- نیاز آبی دوران رشد سالانه گندم در دشت اردبیل
- جدول شماره ۱۲- نیاز آبی دوران رشد سالانه سیب زمینی در دشت اردبیل
- جدول شماره ۱۳- میزان آب مورد نیاز برای آبیاری گندم و سیب زمینی در دشت اردبیل
- جدول شماره ۱۴- عملکرد متوسط گندم آبی و سیب زمینی در دشت اردبیل در سه سال اخیر
- جدول شماره ۱۵- متوسط هزینه تولید محصولات کشاورزی در یک هکتار به تفکیک
- جدول شماره ۱۶- متوسط مقدار آب مجازی دو محصول منتخب در حوزه مورد مطالعه
- جدول شماره ۱۷- میزان محصول قابل تولید با هر متر مکعب آب برای دو محصول
- جدول شماره ۱۸- میزان صادرات محصولات زراعی در سالهای ۸۱ تا ۸۶ بر حسب تن
- جدول شماره ۱۹- متوسط مقدار آب مجازی
- جدول شماره ۲۰- میزان تخمینی آب در کره زمین





(۱) کلیات

افزایش روز افزون قیمت انرژی، بحران آب و مواد غذایی از عمده‌ترین چالش‌های اخیر و وضع موجود جهان است، از طرفی افزایش مداوم جمعیت جهانی، محدودیت منابع آب و منابع طبیعی، آبادی و توسعه اقتصادی و صنعتی (به دلیل شروع دوران فراصنعتی دوم یا دوران انقلاب صنعتی سوم) در دهه‌های آینده، به خصوص در کشورهای در حال توسعه که سعی می‌کنند سریعاً توسعه کشور خود را به اولین نقطه مسیر رو به تزايد توسعه جهانی برسانند، خبر از عمیق‌تر شدن این بحران‌ها در آینده می‌دهد و این همه، سیاستمداران و اندیشمندان جهان را ناگزیر کرده است، از طرفی به فکر تولید و یافتن منابع جدید آب و انرژی بیافتند و از طرف دیگر مشوق‌های کاهش مصرف و بهینه‌سازی مصرف را ترویج نمایند^۱. به سبب محدودیت‌های موجود، کار به جایی رسیده است که اشتغال و سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های کاهنده مصارف آب و انرژی یکی از مهم‌ترین زمینه‌های فعالیت‌های اقتصادی شده است.

بطور خلاصه، باید با مهندسی مجدد^۲ کلیه روش‌های قبلی تجدید نظر شده و مصارف بخش‌های عمده، کنترل گردیده، تا دانسته شود که ناسازگاری‌ها در رویکردها و رویه‌های اخیر کدام‌ها هستند؟ پس از آن، یک برنامه‌ریزی راهبردی (استراتژیک) همه‌جانبه با دیدگاه ارتباطات آب با انرژی، مواد غذایی و زراعت و تولید خصوصاً در رابطه با محیط زیست، باید برای تمام جهان نوشته شود. [۲۳]

اصلاح رویه‌ها به سبب ماهیت ذاتی شان، تنها با کمک متقابل دولت، تولیدکنندگان عمده، سرمایه‌داران و گردانندگان اقتصاد بخش خصوصی و تعاونی امکان‌پذیر است و لازمه آن

^۱ مصوبه سال ۲۰۰۹ بازایی و سرمایه‌گذاری مجدد آمریکا در ۱۷ فوریه تصویب و به قانون تبدیل شد که به شکل بی سابقه‌ای مشوق سرمایه‌گذاری در زمینه کاهش مصرف انرژی در ایالات متحده بود. www.america.gov

^۲ Re-engineering



هم شناسایی راه های نرفته و مسیر های جدید و بررسی مزایا و معایب رویه های قبلی، همچنین مقایسه آنها با شاخصه ها و شایستگی های خاص مسیرهای نوین به منظور ترسیم نقشه راه^۳ است. نویسندگان در این کتاب راه حلی برای تسکین کمیابی آب و مدیریت توزیع جهانی آن، با رویه ها و روش های نو ظهور، ارائه خواهند کرد.

(۱-۱) ابعاد بحران آب

مبحث آب مجازی ارتباط تنگاتنگ با بحران آب دارد لذا قبل از پرداختن به آن باید همه ابعاد بحران آب شناخته شده و اهمیت و آثار آن درک گردد.

این اظهار نظر سازمان بهداشت جهانی^۴ است که:

«بحران آب بیش از هر جنگی در تاریخ بشر، جان انسان ها را تهدید خواهد کرد»

شاید دو راه حل زیر تنها راهکارهای مقابله با هر بحرانی باشد:

الف- ایجاد و کشف منابع جدید؛

ب- حفظ منابع فعلی در دسترس و استفاده برنامه ریزی شده از آن؛

نباید فراموش کرد که ذخایر انرژی های فسیلی جهان نیز در حال خالی شدن هستند و کاهش منابع آب شیرین و آلوده شدن آن ها، که در ارتباط تنگاتنگ با انرژی است نیز تهدید آمیز شده است، خشک شدن چشمه ها، عمیق تر شدن چاه ها، کاهش سطح دریاچه ها و تالاب ها، افزایش دامنه های آلودگی آب، پر نشدن و سرریز نکردن هیچ یک از سدهای مخزنی و کاهش بازده محصولات دیم، ناپدید شدن زمین های مرطوب و.. از نشانه های فنی بحران آب است

^۳ Roadmap؛ «نقشه راه» بررسی مجمل راهکارهای سیاسی کوتاه مدت و درازمدتی است که در نگاهی کلی و گذرا قابل درک، نقد و پیگیری باشد. [roadmapiran.blogspot.com]؛ این منطق، روشی مانند (PDCA) برای بهبود مستمر ارائه می دهد که متکی بر سه عنصر برنامه ریزی، اجرا و اصلاح است [fa.wikipedia.org]

^۴ WHO



بحران آب نشانه های سیاسی و اجتماعی هم از خود بروز داده است مثلا در سال گذشته مناقشه شدید بین ممالک آسیای میانه بر سر آب پدیدار گشت، نمونه های این نوع مناقشات فراوانند و روز به روز هم بیشتر و حاد تر می شوند.

بررسی دلایل و اقدامات صورت گرفته گذشته نشان می دهد دو بخش آب و انرژی در جهان در صورت مدیریت تولید و مصرف استراتژیک و هوشمندانه، به سادگی قادر به تامین طویل المدت مایحتاج زندگی بشر هستند^۵ لکن تازمانی که فاصله فاحشی بین عرضه و تقاضا در مسیر پیش رو وجود داشته باشد نمی توان انتظار تامین کامل و به موقع و سالم آب را داشت چرا که فاصله بین تولید و مصرف بی شک منجر به بروز مافیای بحران آب در جهان شده و اقتصاد وابسته به آن را تحت کنترل خود در خواهد آورد.

با این شرایط، تامین و حفظ منابع آب به عنوان یک منبع تجدیدشدنی برای تولید انرژی هم، مطرح است به عبارت دیگر، از دو راهکار مورد نظر اندیشمندان برای حل بحران انرژی یکی استفاده بیش از ۱۰ درصدی مصارف از منابع انرژی های تجدید پذیر است که آب نقش اساسی در این زیر فصل دارد و لازم است متفکران دنیا نگرش ها و راهکارهای جدیدی را برای اطمینان بخشی به ساکنین کره خاکی، از بابت تامین امنیت آب و انرژی ارائه نمایند چرا که آب و انرژی، تاثیرات مستقیمی روی مواد غذایی و کیفیت حیات و رفاه مردم جهان دارند و این موضوع اهمیت پرداختن به آنها را دو چندان می کند.

^۵ در حال حاضر ۵۵٪ از کل انرژی ها تلف می شود که طبق آمار آژانس بین المللی انرژی، اگر بازدهی انرژی در تمامی جوانب مورد توجه قرار گیرد، تا سال ۲۰۵۰، نیاز به انرژی تا یک سوم کاهش می یابد. (۱۳۸۸، www.fcc.gov.ir)



(۱-۲) آب به عنوان کالای استراتژیک

آقای «پطروس غالی» وزیر امور خارجه وقت کشور آفریقای مصر در خصوص اهمیت استراتژیک منابع آب در منطقه گفته بود: «جنگ قرن ۲۱ در خاورمیانه نه بر سر نفت بلکه بر سر آب خواهد بود».^۶

اکنون زمانی است که دست اندر کاران مدیریت منابع آب در جهان به این باور برسند که آب به یک کالای اقتصادی و حتی سیاسی و استراتژیک^۷ تبدیل شده است و همانند سایر کالاها دارای بازارهای عرضه و تقاضای واقعی است و می توان با روش های اقتصادی و آنالیز حساسیت میزان وابستگی به آن را مورد ارزیابی قرار داد و در شدت عرضه و تقاضای آن با برنامه ریزی استراتژیک، دست برد و آینده را به نفع بشریت ترسیم کرد.

با ورود مصرف کنندگان نوظهور آب، تقاضای جهانی برای این کالا افزایش می یابد و با رشد تقاضا، رقابت در این بازار گسترش یافته، به افزایش قیمت ها و توجه به مدیریت و مهار بیش از پیش آن خواهد انجامید. در واقع، رقابت در بازار آب، نقش مهمی را در تثبیت قیمت های بالاتر و توجیه پذیر شدن راهکارهای تامین و تولید غیر عادی آب مثل باروری ابر ها خواهد داشت.

با گذشت زمان، روز به روز بر تعداد مصرف کنندگان آب و حتی بر میزان استفاده مصرف کنندگان قبلی افزوده می شود، سیاست های مرتبط با مدیریت منابع آب در کشورهای صنعتی واقع در ابتدای حوضه های آبریز، در دراز مدت به سود تولید کنندگان آب و کشورهای در حال توسعه واقع در انتهای شریان های بزرگ و انتهای حوضه های آبریز (مثل ایران که در انتهای

^۶ همشهری دیپلماتیک - نیمه دوم دی ۱۳۸۲.

^۷ STRATEGIC MATERIAL

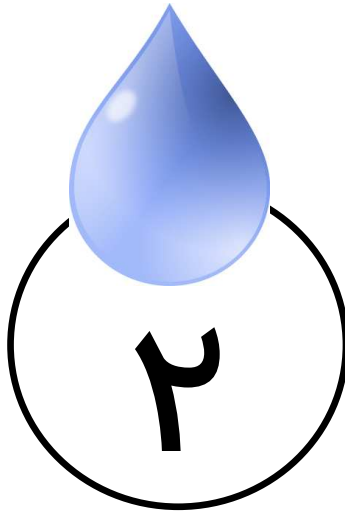


رودخانه ارس واقع است (نخواهد بود؛ به ویژه سیاست ذخیره سازی آب که از سوی بیش تر این کشورها دنبال می شود.

آب به عنوان یک کالای تجاری با استریژیهای ملی و سیاست و قدرت جهانی در هم آمیخته است و همانطور که گفته شد تبدیل به مهم ترین کالای استراتژیک در تجارت بین المللی و داد و ستد های داخلی شده است.

«کالای استراتژیک به هر نوع ماده خام یا اولیه گفته می شود که از نظر استراتژی با ارزش، و برای دفاع ملی و پیشبرد جنگ مدرن ضروری باشد. اگر در یک کشور عرضه واقعی یا بالقوه کالاهای استراتژیک کم تر از مقداری باشد که برای شرایط اضطراری پیش بینی شده است، قبل از پدید آمدن چنین شرایطی، اقدام به ذخیره سازی (STOCKPILING) می گردد»^۸ به نظر می رسد در هزاره جدید، صفات برشمرده این تعریف بیش از همه کالاهای دیگر با مشخصات و ویژگیهای آب منطبق است.

^۸ فرهنگ علوم سیاسی و نمایه انگلیسی فارسی، ص ۳۲۹.





(۲) مفاهیم و تعاریف

با توجه به موانع و محدودیت های برخورداری از آب نامحدود در جوامع، لازم است الگوی مصرف این ماده حیاتی اصلاح گردد و همهء مفهوم آب مجازی از این تفکر پایه شکل گرفته است.

به سبب نو بودن مقوله مورد نظر و وجود روایات و نظرات متعدد و عدم دسترسی به پایگاه یکپارچه سازی موضوع، بناچار برای رسیدن به مفاهیم و تعاریف مشترک و بیان صحیح مقاصد، ابتدا تاریخچه موضوع و سپس مهم ترین تعاریف آب مجازی^۹ که به «آب پنهان»، «آب نهفته در کالا» و «آب مخفی» هم مشهور است، ذکر می گردد تا در مورد تعاریف به نقطه مشترکی نیل گردد.

(۱-۲) تاریخچه

پس از سومین اجلاس شورای جهانی آب که در شهر کیوتوی کشور ژاپن برگزار گردید مطالبی در وب و اینترنت در خصوص بحث جدیدی به نام «آب مجازی» منتشر گردید، این مطالب بصورت گسترده در سال ۲۰۰۴ میلادی به چاپ رسید یعنی درست یک سال پس از انتشار آن بصورت الکترونیکی.

مفهوم آب مجازی در سال ۱۹۹۳ میلادی و برای اولین بار (البته نظراتی در این خصوص هست که نشان می دهد قبلا هم از این اصطلاح استفاده شده بود) توسط پروفیسور جان آنتونی آلان^{۱۰}، به عنوان آبی که در کالاها یا محصولات کشاورزی و صنعتی وجود دارد تعریف گردید.

^۹ Virtual water

^{۱۰} Professor John Anthony Allan



پروفسور آلان، پیمایشی مخفی از آب را تبیین کرد که همراه مواد غذایی و فنجان‌های قهوه، مرزهای کشورهای مختلف را به سرعت و البته پنهانی در هم می‌نوردد.

او گفت برای تولید هر فنجان قهوه حدود ۱۴۰ لیتر آب مصرف می‌شود برای تولید یک همبرگر ۲۴۰۰ لیتر؛ و نیز بیان کرد در قاره اروپا و ایالات متحده آمریکا، هر شخص بطور میانگین ۴۰۰۰ لیتر آب واقعی در هر روز مصرف می‌کند؛ این تقریباً معادل سه برابر مصرف یک آسیایی است.

این استراتژی همان سیاست کهنه فقیر ساختن همسایه برای توسعه و آبادانی و رونق اقتصاد کشور خود است که در جهان نوین ما با سرعت هر چه تمام‌تر، در حال تحقق است و دقیقاً به همین دلیل است که باید در روش‌های مدیریت آب تجدید نظر شده و چاشنی استراتژی و سیاست و اقتصاد را به آن اضافه نمود.

پروفسور جان آنتونی آلان برای این نظریه با ارزش که بیانگر یک مفهوم میان رشته‌ای بوده و با حیات میلیارد ها انسان، چه در عصر حاضر و چه در قرون آتی، در هم آمیخته است موفق به کسب جایزه آب استکهلم سوئد شد.^{۱۱}

پروفسور آلان سبب شده شناخت آب مجازی ضروری شود؛ تحقیق او یک دامنه وسیع اجتماعی اقتصادی محیطی مستقر می‌کند و برای منابع آب جهانی بینش و فرضیه سیاسی می‌دهد

۱۱ مؤسسه بین‌المللی آب استکهلم (SIWI)، جایزه آب استکهلم را از سال ۱۹۹۰ میلادی به افراد، مؤسسات و سازمانهایی که در زمینه کمک‌رسانی، آگاه‌سازی و آموزش، مهندسی، مدیریت و یا در زمینه علمی در حوزه آب فعالیت کرده باشند، اهدا می‌کند، این مراسم که هر سال در کشور سوئد برگزار می‌شود و جایزه آن معادل یکصد و پنجاه هزار دلار آمریکا به همراه یک لوح بلورین می‌باشد، در روز ۲۲ مارس همزمان با روز جهانی آب برگزار می‌شود افرادی می‌توانند برای دریافت این جایزه نامزد شوند که فعالیت انجام شده آنها تأثیر بالقوه یا ثابت شده بر وضعیت آبی آن منطقه داشته باشد و در حوزه‌هایی مانند: کمک‌رسانی، آگاه‌سازی، آموزش، مهندسی، مدیریت، دستاوردهای علمی، فعال بوده باشند. بنیاد بین‌المللی آب، فدراسیون محیط زیست آبی، آکادمی سلطنتی و آکادمی سلطنتی علوم مهندسی سوئد، حامیان این مراسم هستند. منبع www.wrm.ir



و اکنون آگاهی عمومی دنیا زیاد شده و مردم و سیاستمداران می دانند که نقش آب در تولید محصولات غذایی و محصولات تجارتي و صنعتي واقعا متفاوت است. [۲۴]

(۲-۲) آینده جهان از دیدگاه تامین آب

از هم اکنون باید دانست که چه خطراتي آینده جهان و مملکت ما را امکان دارد تهدید کند و بحران های احتمالی آینده از چه جنسی خواهند بود این بحران ها دامنه شان تا کجا خواهد رسید و چه شعاع تاثیری خواهند داشت؟ برای این منظور باید کالاهای استراتژیک را مورد شناسایی قرار داد کالاهایی که وجود منابع غنی از آنها قدرت ملی را افزایش داده و آسیب پذیری را کم می کند و توجه به آنها سبب افزایش سطح رفاه عمومی می شود. از جنگ جهانی دوم به بعد که قحطی های دامنه دار رایج شد و مسائل مربوط به سهمیه بندی و کوپن در اروپا مورد استفاده قرار گرفت سیاستمداران و برنامه ریزان و استراتژیست ها در این اندیشه بودند که اقلام استراتژیک کدامند و چه کالاهایی تعیین کننده آینده بهتر و ضامن بقا در مواقع بحران هستند؟ این اساس یکسری از کالاها شناسایی و معرفی شدند ولی از آن زمان به بعد به تعداد این مواد افزوده می شود و تا کنون هیچ منبع رسمی از آب به عنوان کالای استراتژیک در این نوع طبقه بندی ها یاد نکرده است و این پیشنهاد نویسندگان این کتاب است که آب در راس لیست مزبور باید قرار گیرد.^{۱۲}

راه حلی که برای برخورداری از مواد استراتژیک پیشنهاد شده عمدتاً بر سیاست ها و برنامه های محوری زیر استوار بوده است.

^{۱۲} بعضی از اساسی ترین مواد و کالاهای استراتژیک که تاکنون در لیست قرار گرفته اند عبارتند از: انواع مواد غذایی (گندم، برنج، شکر، روغن، لبنیات و...)، آلومینیم، کادمیوم، مس، منیزیم، قلع، تنگستن، جیوه، کبالت، اورانیوم، الماس، نفت، آنتیمون، سرب. [daneshnameh.roshd.ir/mavara]



به عبارت دیگر برنامه های استراتژیک زیر برای ارتقای رفاه عمومی و افزایش قدرت ملی مرتبط با منابع استراتژیک و مهم مطرح است و توسط اندیشمندان مختلف توصیه شده است از این برنامه ها می توان با تغییرات اندکی در زمینه مدیریت منابع آب به عنوان خطوط راهنمای کلی بهره مند شد:

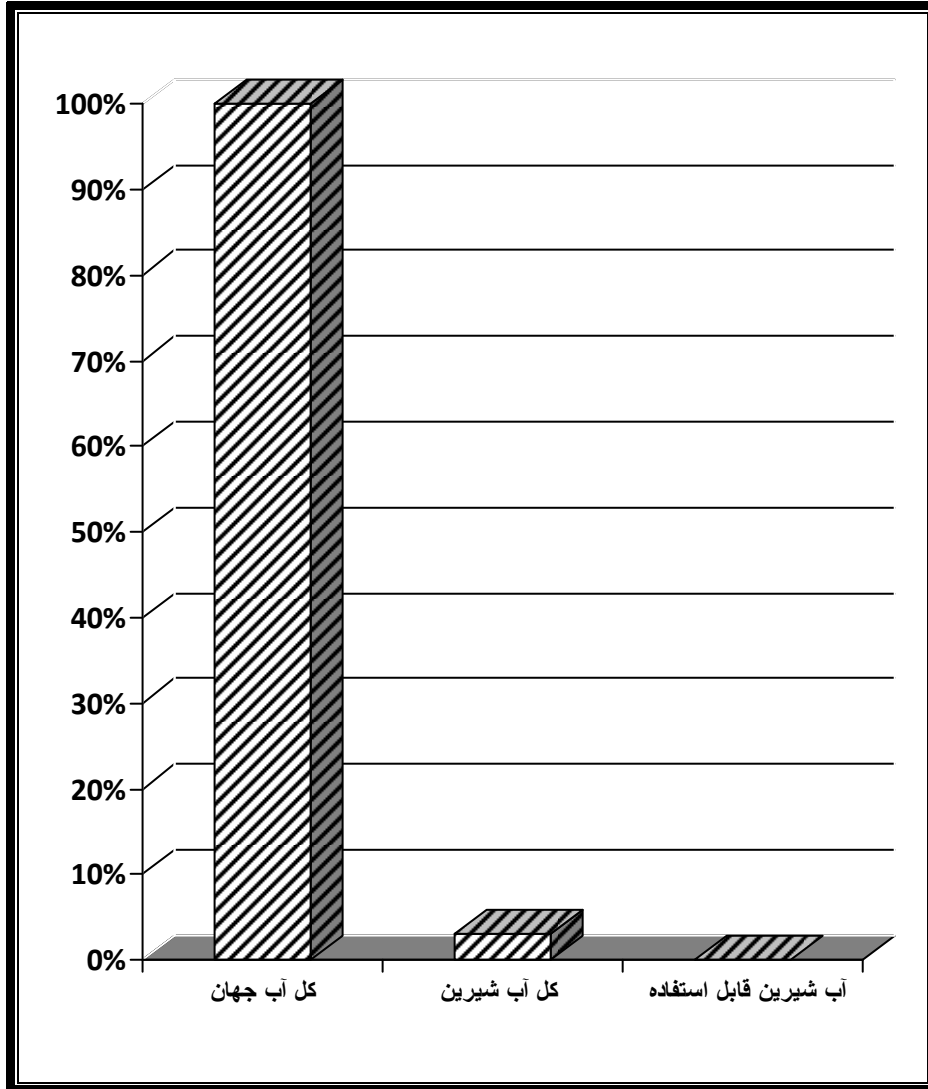
- ۱- ذخیره سازی مواد استراتژیک برای مصرف کل کشور در مقاطع زمانی مختلف (ذخیره سازی برای مصارف یکساله ، پنج ساله ، بلند مدت)
- ۲- مهار و دستیابی سریع به منابع و معادن اصلی و متمرکز این مواد و تملک آنها قبل از سایر رقبا و یا دشمنان.
- ۳- گسترش امکانات داخلی کشور برای تولید این مواد و دستیابی به دانش های وابسته به آنها به منظور بهره برداری بهینه از منابع موجود.
- ۴- ایجاد روابط ترکیبی و مستحکم با تولید کنندگان اصلی این مواد و انجام خرید های بلند مدت و عقد قراردادهای دراز مدت برای بهره مندی از منافع آنها.

باید به این موضوع نیز توجه کرد که بطور کلی و عمومی ، در کره آبی ما آب نوشیدنی (آب سالم و شیرین قابل شرب برای انسان) محدود است. ۹۷ درصد از منابع آبی جهان در اقیانوس ها، دریاچه ها و رودخانه ها به علت دارا بودن مقادیر انبوهی از انواع نمک های محلول غیرقابل نوشیدنی هستند.

در جهان (منظور کره زمین ، اعم از آبهای سطحی ، دریا ها و اقیانوس ها و آبهای زیرزمینی و نیز آب اتمسفر و آب سبز و.. است) ، از صد در صد آب موجود و شناخته شده ، تنها سه درصد آب شیرین وجود دارد و از این سه درصد تنها یک درصد از آن قابل دستیابی و قابل نوشیدن و مهار است.



در نمودار صفحه بعد که یک نمودار مقایسه ای از نوع میله ای، برای دانستن و یقین بصری محدودیت واقعی میزان آب شیرین در دسترس در جهان است این موضوع به وضوح نشان داده شده است.

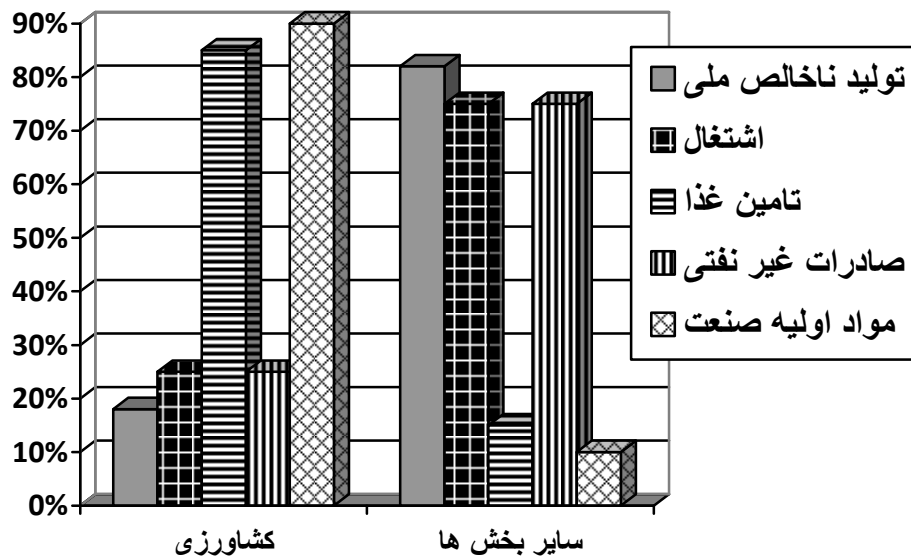


شکل شماره ۱- نمودار مقایسه ای میزان آب شیرین در دسترس در جهان



بنا به آمار تایید شده از سوی یونیسف (در سال ۲۰۰۶) در حال حاضر ۱/۲ میلیارد انسان یعنی رقمی حدود بیست درصد از مردم جهان فاقد آب نوشیدنی سالم هستند. بر اساس اظهارات شورای همکاری آبرسانی و نظافت سازمان ملل، روزانه ۶۰۰ هزار کودک در جهان به علت آلودگی آب جان خود را از دست می‌دهند.^{۱۳}

از طرفی تنها مصارف شرب و بهداشت، بازار تقاضای آب را تشکیل نمی‌دهد بلکه کشاورزی و انواع صنایع، گردشگری و توریسم نیز از بازارهای عمده این کالای با ارزش در ممالک مختلف هستند.

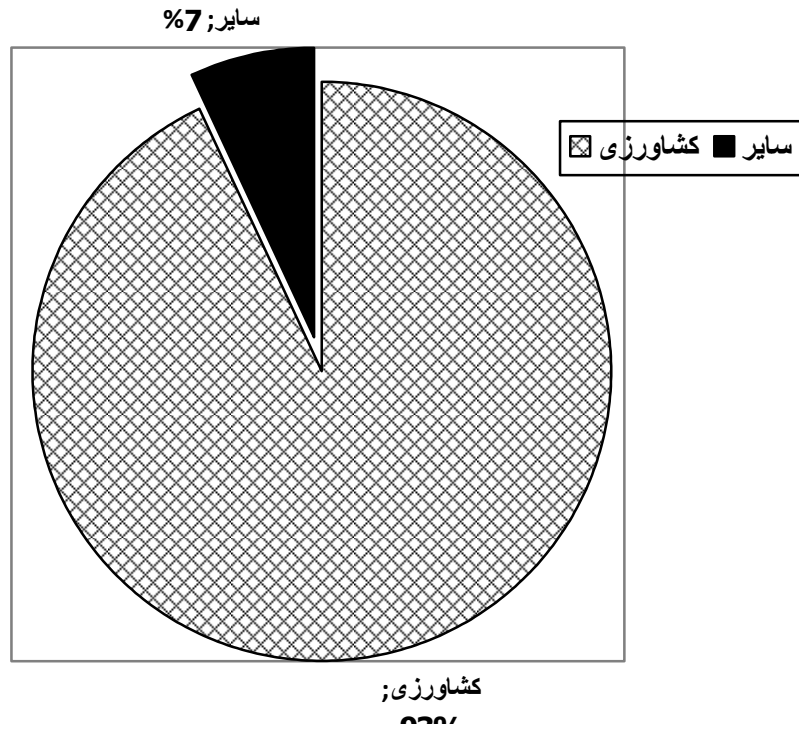


شکل شماره ۲- نمودار مقایسه پتانسیل و عملکرد بخش کشاورزی با سایر بخشهای مصرف کننده آب

^{۱۳} اجدادی، علی؛ مقاله آب و قدرت: چالش‌های غرب جهت کنترل شاهراه‌های آب شیرین در جهان؛ افغانستان؛ ۲۰۰۸؛



برای نمونه می توان گفت بخش کشاورزی نقش حیاتی در اقتصاد ملی ایران دارد؛ به طوری که حدود ۱۸٪ تولید ناخالص ملی، ۲۵٪ اشتغال، تامین بیش از ۸۵٪ غذای جامعه، ۲۵٪ صادرات غیر نفتی و ۹۰٪ مواد اولیه مورد مصرف در صنعت را بخش کشاورزی فراهم می نماید.[۷]



شکل شماره ۳- نمودار مقایسه میزان مصرف آب بخش کشاورزی با سایر بخش ها

بی شک چنین ارقام مشابهی را در آمار بسیاری از کشورهای در حال توسعه با اقلیم مشابه اقلیم ایران یعنی خشک و نیمه خشک و با اقتصادی وابسته به صادرات تک محصولی، همچون نفت خام می توان یافت.



ضمناً در حدود ۹۳ درصد (۸۲ میلیارد متر مکعب) منابع آب تجدید شونده ایران در کشاورزی مصرف می شود و ۷۰٪ آن نیز جزو تلفات آب محسوب شده و علاوه بر آلوده شدن خود؛ سایر منابع آب و خاک را نیز در معرض آلودگی قرار می دهد. با این حساب، عملاً ۶۵ درصد از آب شیرین در اختیار و البته مهار شده هدر می رود.^{۱۴}

با عنایت به وضع کنونی آب در جهان و افزایش تقاضای روز افزون آن، توجه به راهکارهای کاهش تقاضا علاوه بر افزایش حاشیه اطمینان و امنیت در عرضه منابع موجود، سبب رواج فرهنگ مصرف بهینه در بین مصرف کنندگان عمده و به عنوان پایه و بنیان سیاست های کلان دولت ها شده که در این نوشتار سعی بر این است روشهای مدرنی برای کاهش تقاضای این مایه حیات، معرفی می شود.

مدیریت تقاضای آب یک روش شناخته شده در جهان است که در ایران زیاد جدی گرفته نشده است هدف این نوع مدیریت کاهش تقاضای آب با روشهای بهینه سازی مصارف و استفاده از تکنولوژی های نوین در آبیاری و استفاده های صنعتی از آب است.

«مدیریت تقاضای آب به فعالیتهایی اطلاق می شود که کمک می کند تا تقاضای آب کاهش یابد، راندمان مصرف بهبود یافته و از آلوده شدن یا نابود شدن منابع جلوگیری شود. در مدیریت تقاضا، کاهش آب به حساب نیامده، کاهش فشار در شبکه، نوع سیستم توزیع آب در شهر، اصلاح سیستم لوله کشی آب منازل، استفاده از قطعات و وسایل کاهنده مصرف آب، نرخ گذاری آب و آموزش صرفه جویی در مصارف آب شهری روشهای مناسب برای کاهش تقاضا و مصرف آب می باشند که باید از طریق ابزار قانونی، فنی، مالی و نیز برنامه آگاه کردن و آموزش همگانی به طور فعال و مستمر پیگیری گردد. رفتارها یا نیات رفتاری مردم نسبت به صرفه جویی در مصرف آب به نگرش و میزان آگاهی آنان نسبت به مسائل مربوط به آب بستگی دارد.

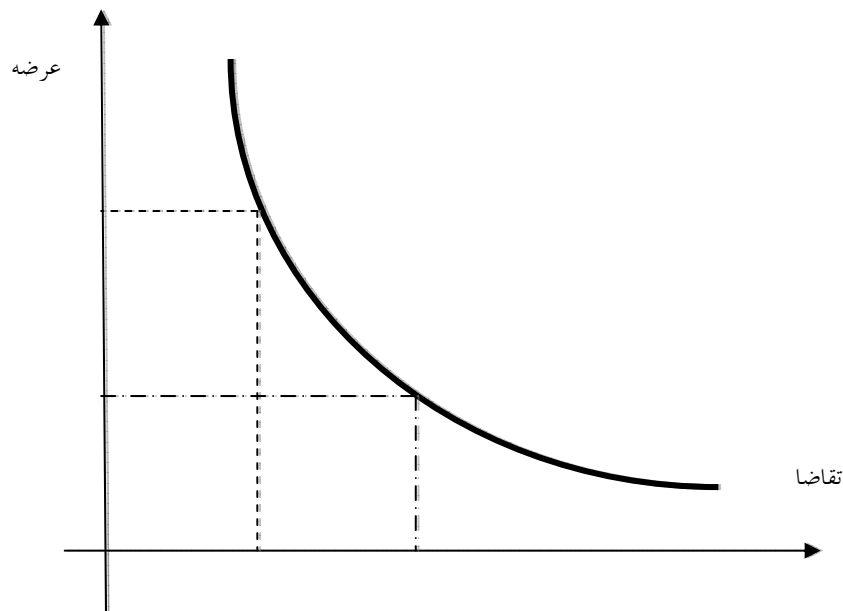
^{۱۴} منبع اعداد و ارقام: آمار مندرج در سایت شرکت مدیریت منابع آب کشور، ۱۳۸۷.



از اینرو، برای اینکه فعالیتهای مدیریت تقاضای آب به طور موفقیت آمیز اجرا شوند، لازم است که آگاهی ها و نگرشهای مردم نسبت به صرفه جویی در مصرف آب اصلاح شود تا همکاری آنها در اجرای این برنامه ها بیشتر شود.^{۱۵}

نویسندگان معتقدند نقش آب مجازی و لزوم توجه به آن باید در بحث مدیریت تقاضای آب درج شده و مهم تلقی شود طبق آنچه عنوان شد به نظر می رسد این مقوله فراموش شده است با توجه به تاثیرات شگرفی که به بازار تقاضای آب می تواند بگذارد و آن را تحت کنترل در آورده و هدایت نماید.

شکل شماره ۴- رابطه عکس عرضه و تقاضا که نشان می دهد با کاهش یکی دیگری افزایش می یابد.



^{۱۵} به منظور نقد عینا از مقاله لزوم مدیریت تقاضای آب در ایران نوشته علی نویدنژاد - کارشناس مسئول آب بحساب نیامده شرکت آب و فاضلاب خراسان منتشر شده در پورتال انجمن پسته ایران درج شده است.



بی شک کمبود عرضه آب و عدم مدیریت تقاضا، عرصه را برای گسترش بسیاری از فعالیت های اقتصادی و خدمات رسانی تنگ کرده و روند رو به توسعه کشور را دچار خلل خواهد نمود مگر اینکه منابع جدید کشف و معرفی شوند خواه این منابع حقیقی و خواه مجازی باشند می توانند عرضه آب را افزایش دهند برای روشن شدن قضیه می بایست به نمودار صفحه قبل توجه گردد.

هنگامی که از منابع آب شیرین صحبت می شود بخش کشاورزی در دنیا عمدتاً در ردیف پرمصرف ترین بخش ها، به شمار می آید این بخش که در ایران بیش از ۹۰٪ آب شیرین موجود و قابل استحصال را می بلعد^{۱۶} عایدی چندان متوازنی در تامین مواد غذایی مورد نیاز و حتی افزایش ضریب اشتغال مولد ندارد و اگر نگاهی به میزان آب مصرفی به ازای هر واحد حجم یاوزن محصول تولیدی بیافکنیم متوجه خواهیم شد در کشورهای در حال توسعه و از جمله در ایران، هزینه تولید (با احتساب قیمت تمام شده آب مصرفی) بسیار فراتر از هزینه واردات همان مقدار محصول است یعنی علاوه بر مصرف آب شیرین موجود، منابع مالی نیز بیهوده صرف اشتغال توجیه ناپذیر و روند سنتی تامین مواد غذایی در حیطه کالاها و محصولات کشاورزی و باغی با نیاز آبی بالا می شود.

لازم به ذکر است، بحث استفاده تجاری و اقتصادی از آب مجازی محدود و منحصر به محصولات کشاورزی نیست، هرچند در این نوشتار، بنا به دلایلی که ذکر گردد و در فصول آتی نیز اشاره خواهد شد، این بخش قضیه نسبت به سایر بخش ها، پر رنگ تر و مهم تر جلوه گر شده است.

^{۱۶} مندرج در گزارشات متعدد از جمله در: www.farsnews.com و www.ghatreh.com و www.ravy.ir و www.jamejamonline.ir دوشنبه ۸۷/۳/۲۷ و آمار منتشره در سایت شرکت های آب منطقه ای کرمان، خوزستان، سمنان، یزد، خراسان رضوی، شبکه مدرن سد دز، فرمانداری زنجان.



نکته دیگر اینکه موضوع استفاده عملیاتی از مکتب آب مجازی ظاهراً دارای تاریخچه ای کوتاه و چند ساله است یعنی بطور عملی بعد از سال ۲۰۰۱ میلادی این تفکر به ذهن برخی سیاستمداران «اقتصاد محور» جهان خطور نموده است لکن تا کنون در کشور های در حال توسعه کمتر به این موضوع توجه شده است.

البته اخیراً در برخی از ممالک، به این قضیه توجه جدی معطوف گردیده و مدیریت این محصول مجازی و استراتژیک دارای مقررات و آئین نامه های ویژه ای هم شده است و دائماً توسط مراجع ذیصلاح در حال کنترل است.

(۳-۲) مفهوم آب مجازی

مجازی در اصطلاح مذکور به این معنی است که مستقیماً نمی توان آب مورد نظر را مصرف نمود ولی برایتولید کالا یا هر محصول دیگری باید به آن میزان آب مصرف نمود به عبارت دیگر کلمه مجازی همانند علامت منفی در مقابل اعداد در ریاضیات است وقتی گفته می شود ۳ منهای ۴ برابر (۱-) است یا ۳ سیب منهای ۴ سیب برابر (۱-) سیب است درست است که در اینجا نمیتوان از سیب باقیمانده استفاده نمود ولی میزان بدهی ما با عدد یک مشخص می شود و اگر بخواهیم در تعادل باشیم باید یک سیب جایگزین نماییم در مفهوم آب مجازی هم وضع به این منوال است و کلمه مجازی دقیقاً همین معنا را می رساند.

این تعریف و بیان دانیل زیمر^{۱۷} در این خصوص است :

«کشورهای کم آب مفهوم جدیدی را به نام « آب مجازی » - مقدارآبی که برای تولید کالا نیاز است - برای تعیین استراتژیهای تولید صنعتی و کشاورزی خود برگزیده اند».

۱۷ Daniel Zimmer ؛ دبیر شورای جهانی آب ، ۲۰۰۳



آب مجازی مقدار و حجم آب موجود در مواد غذایی و محصولاتی است که برای تولید آن ها به کار رفته است. [۱]

آب مجازی را شاید بتوان این گونه تعبیر نمود:

آب مجازی یک روش نرم افزاری و مدیریتی برای تولید آب است یعنی بدون استفاده از ماشین آلات و سخت افزار و تنها با توسل به روش های افزایش کیفیت مدیریت منابع آب و استفاده از برنامه های استراتژیک می توان تقاضا برای آب را کاهش داده و در واقع بطور مجازی آن را تولید نمود.

می توان گفت آب مجازی آبی است واقعی ولی چون نمی توان مستقیماً آن را مصرف نمود به نام آب مجازی معرفی شده است در عوض این آب قابلیت جایگزین شدن در سایر زمینه های مصرف و قابلیت کاهش تقاضا را داشته و مفاهیم مرتبط با آن در راهبرد بلند مدت مدیریت مصرف آب نقش اساسی دارد.

آبی که در مراحل مختلف تولید یک کالا [چه بصورت مستقیم و چه غیر مستقیم] مورد استفاده قرار می گیرد، « آب مجازی » ذخیره شده در کالا نامیده می شود. [۲]

بطور ساده، آب مجازی در محصولات کشاورزی و محصولات باغی را می توان مجموع این ارقام و احجام آب به شمار آورد:



- آب مورد نیاز گیاه برای رشد
- آب تبخیر شده حین آبیاری
- آب تبخیر شده حین مهار و انتقال آب به مزرعه
- آب نفوذ کرده در زمین پس از آبیاری و از دسترس خارج شده
- آب جاری شده در زمین و جمع شده در انتهای زمین پس از آبیاری
- آب تبخیر شده توسط گیاه و برگ های آن
- آب نشتی از کانالها و لوله های مربوطه قبل از آبیاری
- آب لازم برای تولید کود مورد نیاز گیاه
- آب لازم برای تولید سموم و علف کشهای مورد نیاز گیاه
- آب لازم برای نیرو کار و ماشین آلات مورد نیاز به نسبت عمر محصول و میزان کارکرد نیروی انسانی و ماشین آلات.

تعریف آب مجازی از دیدگاه اقتصادی :

آبی است که قابلیت مصرف ندارد ولی قابلیت خرید و فروش و نیز عرضه و تقاضا را دارد و همچنین امکان جایگزینی آن ممکن است.

تعریف دیگر از آب مجازی عبارت است از :

آب مجازی مقدار آبی است که یک کالا و 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 می‌باشد. 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 غیرواقعی نیست بلکه صریحا باید گفت که آب مجازی، آب کاملا واقعی است. [۱۷] [۱۲]

از مجموع تعاریف فوق می‌توان به این تعریف جامع رسید :

« آب مجازی بیانگر مقدار آبی است که برای تولید هر نوع

محصول اعم از صنعتی، کشاورزی، صنایع دستی و غیره به مصرف می

رسد تا آن محصول قابل استفاده شود. بخش بسیار کوچکی از این آب

(شاید کمتر از یک در هزار) جذب کالا می‌شود و بخش دیگر به

عنوان پساب، آلوده شده و به محیط برگردانده می‌شود، اگر این مواد

غذایی یا کالاها به یک منطقه خشک صادر شود دیگر در آن منطقه

خشک، نیازی به مصرف آب برای تولید این مواد نیست. »



عنایت به این موضوع مهم است که آب مصرفی برای حمل و نقل کالای تولید شده، انبار و یا انتقال با طرق دیگر (مثل انتقال با لوله) در این تعریف جزو آب مجازی محسوب نشده است چرا که این عوامل عمدتاً وابسته به فاکتورهای متغیری همچون زمان و مکان و شرایط حاکم مثل قوانین و عوارض گمرکی و غیره است.

برای یک کالا امکان دارد اعداد مختلفی در شرایط مختلف (از بابت میزان آب مورد نیاز برای انبار و نقل و انتقال و غیره) حاصل گردد که این موضوع نتایج بررسی های مقایسه ای را برای نیل به یک نتیجه گیری کلی دچار خدشه می کند لذا موارد متغیر اساسی از تعریف آب مجازی، حذف شده و متغیرهای باقیمانده هم فقط مربوط به کیفیت مواد اولیه، کیفیت کار نیروی انسانی و بهره وری عمومی مرکز تولیدی (چه در تولیدات کشاورزی و چه صنعتی و سایر) است که کمتر از ۱۰ درصد^{۱۸} در حجم آب مجازی حامل کالا تاثیر دارند.

ممکن است در ابتدا مفهوم آب مجازی شبیه یک سیستم حسابداری به نظر برسد، ولی با تامین این مواد غذایی و کالاها می توان به کشورهای خشک کمک کرد تا آنها مجبور نباشند از منابع آب خود جهت تولید این مواد یا کالاها استفاده کنند تا در نهایت این آب به دیگر مصارف ضروری تعلق یابد.[۶]

بنابراین موارد فوق الذکر آب مجازی دارای یک حرکتی اثبات شده و دائمی است و این حرکت، بیانگر نوعی از انتقال آب به صورتی غیر ملموس به مناطق پذیرنده است، یعنی تامین آب مناطق خشک با «آب مجازی» امکان پذیر می باشد.

اگر بیان شود که چگونه انتقال آب بدون احداث و بدون تاسیسات فیزیکی انتقال، مثل لوله، کانال، رودخانه، کانالیت، نهر و.. امکان پذیر است، پاسخ آن در غور در مسائل مربوط به **virtual water** نهفته است.

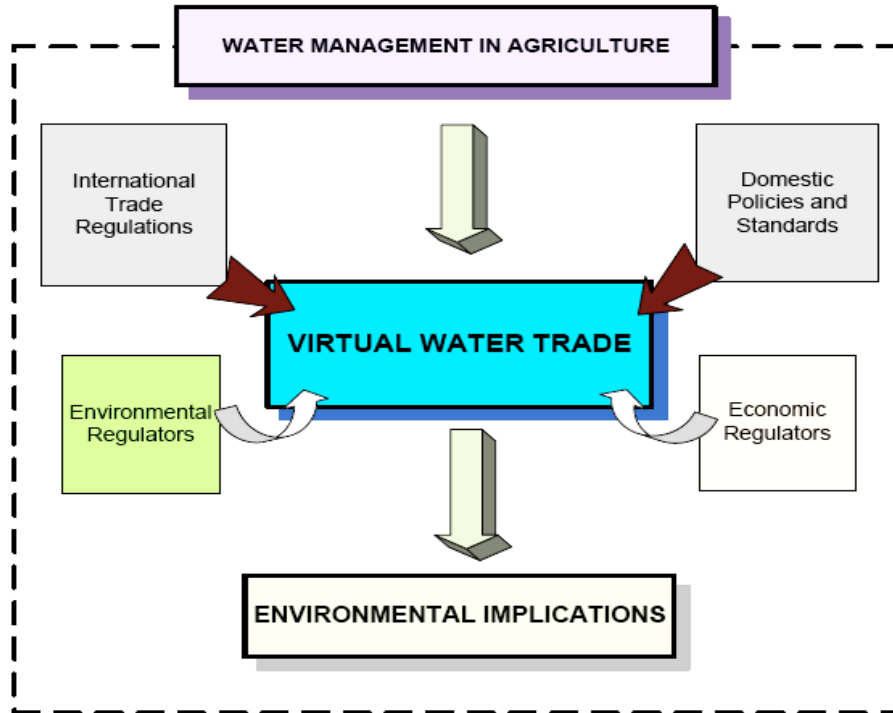


آب مجازی از دیدگاه ویجی کومار^{۱۹}، عبارت است از:

« مقدار کل آب مصرفی در فرآیند تولید یک محصول زراعتی یا صنعتی »

نمودار ذیل در واقع یک چهارچوب مفهومی از تجارت آب مجازی و عوامل مرتبط با آن

را ارائه می دهد:



شکل شماره ۵- چهار چوب مفهومی از آب مجازی. سورس [۴۴]

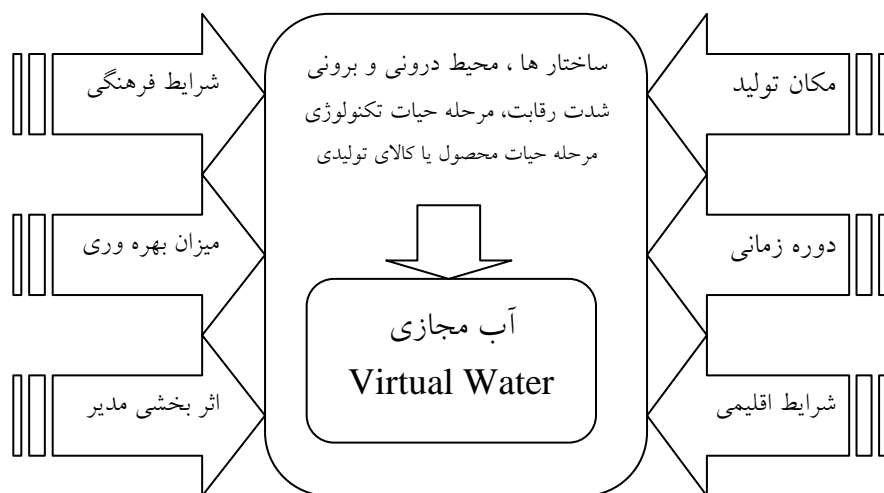


(۲-۴) روش محاسبه آب مجازی

این اصطلاح یک موضوع چند وجهی و چند بعدی است و رقم نهایی آن به عوامل گوناگون و مقادیر کمی این عوامل متنوع، بستگی دارد. متغیر های آن زیاد است و با تغییر کوچکی در هر متغیر، میزان و حجم نهایی آن دچار تغییر می شود شاید بتوان گفت این موضوع سبب پیچیدگی محاسبات مربوط به آب مجازی شده و عملاً محاسبه حجم واقعی آن را در پی نخواهد داشت اما از دیدگاهی دیگر همین امر یکی از مزایای بحث است چرا که می توان با تغییر تعمدی و کنترل شده در کمیت عاملی که دم دست است حجم آب مجازی حامل محصولات و کالاهای صادراتی یک کشور را تا حدود زیادی تحت اختیار خود درآورد.

در تصویر ذیل برخی از عوامل وابسته مذکور نشان داده شده است :

شکل شماره ۶- عوامل وابسته به محاسبات آب مجازی





دکتر هوکسترا آرِن^{۲۰} برای اولین بار عملیات ریاضی مربوط به محاسبات منتسب به آب مجازی را در سال ۲۰۰۳ میلادی انجام داد .

دکتر هوکسترا نشان داد که بیست درصد آبی که در فرآیند گسترده تولید محصولات کشاورزی در جهان، مصرف می شود عملاً به صورت محصول و کالای سیال به سایر کشورها صادر می شود.

وی معتقد است این، رقم بسیار بزرگی است. چون در سال ۵ تریلیون متر مکعب آب در کشاورزی جهان مصرف می شود که ۲۰ درصد آن معادل یک تریلیون متر مکعب آب به صورت سالانه می شود و این رقم نشان می دهد که مقدار یک تریلیون متر مکعب آب شیرین سالانه بین ممالک مختلف تبادل می شود و این حجم بزرگی است (این حجم معادل ۱۵۰ برابر حجم نهایی و گنجایش نهایی مخزن بزرگترین سد مخزنی ایران و یازدهمین سد بزرگ دنیا آن هم هر سال است).

پس از دکتر هوکسترا، که به عنوان بنیان گذار محاسبات آب مجازی معروف است روابط ریاضی متعددی که عمدتاً بر اساس ثابت فرض کردن بسیاری از متغیرها بنا شده بودند توسط دانشمندان مختلف ارائه گردیدند .

به عنوان نمونه ، رابطه زیر توسط «جی ام دابروسکی» و «ایبی ماسه کومنگ» و «پی جی آشتون»^{۲۱} در سال ۲۰۰۸ میلادی برای محاسبه مقدار آب مجازی به همراه سه رابطه دیگر پیشنهاد شده است [۳۴]

$$VW_{ex} = Q_{ex} \times VW$$

^{۲۰} Hoekstra Arjen, 2003

^{۲۱} J. M. Dabrowski, E. Masekoameng, and P. J. Ashton



که در آن:

- Virtual Water export = (VW_{ex})
- Q_{ex} is the Quantity (in metric tonnes) of an exported crop.
- VW is the Virtual Water content ($m^3\ tonne^{-1}$)

بر اساس نظریه دکتر هوکسترا آرن، و با توجه به مصرف ۸۲ میلیارد مترمکعبی آب در بخش کشاورزی در ایران می توان گفت حجم آب مجازی صادرات ۳۰ درصدی محصولات کشاورزی برابر مقادیر زیر خواهد شد:

$$82 \times 30\% \times 20\% = 492$$

تقریباً برابر ۵۰۰۰ میلیون متر مکعب سالانه که به خارج از ایران صادر شده و از دسترس خارج می شود و حتی درآورد اینکه این حجم عظیم آب با این شرایط بحرانی مهار شده و بدون اخذ قیمت تمام شده به کشورهای پذیرنده انتقال داده می شود وقتی چنین بحثی مطرح است آیا تحت فشار قرار دادن مردم برای بستن چکه های شیر آب منازل یا صرفه جویی طاقت فرسا در آب بهداشتی کار صحیحی است ؟

مقدار آب مجازی محصول اولیه بر حسب متر مکعب در تن برابر است با :

$$VWC[p] = (VWC[c\ or\ a] + PWR[c\ or\ a]) \times \frac{vf[p]}{pf[p]}$$



در یک اقدام مشابه می توان مقدار آب مجازی در یک محصول کشاورزی را چنین تعریف کرد که این مقدار عددی خواهد شد از مجموع دو مقدار آبی که الف - توسط ریشه گیاه مکیده می شود به اضافه ب- طی فرآیند عمل آوری استفاده می شود. این تعریف را به عنوان مبنای محاسبه آب مجازی سایر کالاها هم می توان بکار برد.

مثال- از یک تن سویا ۰/۸۵ تن آرد (پودر) سویا تولید می شود اگر آب مجازی حامل سویا برابر ۱۷۸۹ متر مکعب در تن باشد آب مجازی آرد سویا چقدر خواهد بود؟

حل - آب مجازی پودر سویا برابر ۲۱۰۵ متر مکعب در تن خواهد بود چرا که :

$$۱۷۸۹ : ۰/۸۵ = ۲۱۰۵ \text{ m}^3/\text{ton}$$

مثال- اگر مثال بالا را در نظر بگیریم و بدانیم از هر تن سویا ۰/۱۸ تن روغن خام و ۰/۷۹ ماده کیک سویا بدست می آید و قیمت هر تن روغن خام در بازار های ایالات متحده ۵۰۲ دلار و هر تن ماده کیک سویا، ۲۱۹ دلار است مطلوب است محاسبهء:

الف- ارزش هر تن سویا در صورت تولید هر دو ماده در این فرآیند.

ب- ضریب ارزشی هر جزء و میزان آب مجازی.

حل- برای قسمت «الف» داریم :

$$\text{دلار } ۹۰ = ۰/۱۸ * ۵۰۲$$

$$\text{دلار } ۱۷۳ = ۰/۷۹ * ۲۱۹$$



ارزش یک تن سویا = دلار ۲۶۳ = ۹۰ + ۱۷۳

برای قسمت «ب» می توان نوشت :

$$vf_{soya\ oil} = 90 : 263 = 0.343$$

$$vf_{soya\ cake} = 173 : 263 = 0.657$$

$$VW = (VW_{soya} * vf_{soya\ oil}) / pf_{soya\ oil}$$

$$\text{مقدار آب مجازی روغن} = 3410 \text{ m}^3/\text{ton} = (1789 * 0.343) : 0.18$$

و نیز :

$$vf_{soya\ oil} = 90 : 263 = 0.343$$

$$vf_{soya\ cake} = 173 : 263 = 0.657$$

$$VW = (VW_{soya} * vf_{soya\ cake}) / pf_{soya\ cake}$$

$$\text{مقدار آب مجازی روغن} = 1490 \text{ m}^3/\text{ton} = (1789 * 0.657) : 0.79$$

مشاهده می شود میزان آب مجازی ماده کیک سویا به مراتب کمتر از میزان آب مجازی

روغن سویا است (۱۴۹۰ > ۳۴۱۰).

بنابر این کشورهای تولید کننده سویا و یا دارنده صنایع تبدیلی آن می توانند به این طریق

تصمیم گیری بهتری اتخاذ نمایند.



مثال - اگر در هر هکتار ۲۴۰۰۰ کیلوگرم چغندر قند برداشت کنیم و میزان آب آبیاری مورد نیاز برای چنین زمینی با چنین محصولی برابر ۴۰۰۰ متر مکعب در هر هکتار باشد و محصول نهایی ما دارای ۲۵٪ قند باشد و نیاز آبی چغندر قند ۲۰۰ لیتر بر کیلوگرم بوده (با توجه به جغرافیای محل کشت) و میزان آب مصرفی در کارخانه قند برابر ۹۵ لیتر به ازای هر کیلوگرم قند تولید شده بوده و ضایعات هم نداشته باشیم مطلوب است :

الف - محاسبه میزان آب مجازی به ازای هر کیلوگرم چغندر قند تولیدی

ب- محاسبه میزان آب مجازی به ازای هر کیلوگرم قند تولیدی



حل- ابتدا میزان آب مصرفی را بر میزان عملکرد تقسیم می نماییم تا میزان آب مجازی چغندر قند به ازای هر کیلو گرم بدست آید:

$$\text{لیتر } ۱۶۷ = \text{متر مکعب } ۰/۱۶۷ = ۲۴۰۰۰ : ۴۰۰۰$$

حال ۱۶۷ را بر درصد قند تقسیم می کنیم و با عدد ۹۵ جمع می کنیم تا آب مجازی قند بدست آید:

$$\text{لیتر } ۶۶۸ = ۰/۲۵ = ۱۶۷$$

$$\text{میزان آب مجازی قند به لیتر در هر کیلوگرم } ۷۶۳ = ۹۵ + ۶۶۸$$



مثال - حال اگر در مثال قبلی هر قیمت هر لیتر آب تولید شده ۴ ریال باشد و قیمت فروش و صادرات قند از قرار هر کیلوگرم ۵۰۰۰ ریال و قیمت فروش و صادرات هر کیلوگرم چغندر قند برابر ۱۳۰۰ ریال باشد در صورتی که هزینه های دیگر تولید چغندر ۲۵۰ ریال و قند ۱۶۰۰ ریال به ازای هر کیلوگرم باشد، به نظر شما کدام محصول را باید تولید کرد؟ آیا پس از تولید چغندر قند لازم است کارخانه قند را هم احداث نمود؟

(محاسبات با صرف نظر از سایر فاکتور ها انجام دهید)



حل - میزان هزینه آب مصرفی هر کدام را به تفکیک محاسبه می کنیم و با قیمت فروش

مقایسه می نماییم:

- هزینه آب فرآیند تولید چغندر قند و میزان سود (زیان) آن:

$$\text{ریال } ۶۶۸ = ۴ * ۱۶۷$$

$$۱۳۰۰ - ۶۶۸ - ۲۵۰ = +۳۸۲$$



• هزینه آب فرآیند تولید قند:

$$\text{ریال } ۳۰۵۲ = ۴ * ۷۶۳$$

$$۵۰۰۰ - ۳۰۵۲ - ۱۶۰۰ = +۳۴۸$$

ملاحظه می شود با این ارقام، تولید چغندر قند با صرفه تر است اگر بحث اشتغال را کنار بگذاریم البته در کنار اشتغال برخی دیگر از بحث های حاشیه ای هم در همچون زمینه هایی وارد می شوند مانند خود کفایی، استقلال، دستیابی به دانش های تولید، مسائل زیست محیطی و آلودگی ها و سرمایه گذاری و..



محاسبات کلی برای ایران:

برای انجام یک محاسبات اولیه و سر انگشتی و کلی - برای تمام کشور- آمار و ارقام زیر

را در نظر می گیریم:

- میزان سالانه تولید محصولات کشاورزی بر حسب میلیون تن = ۵۱
- میزان سالانه تولید محصولات کشاورزی بر حسب میلیارد کیلوگرم = ۵۱
- میزان سالانه مصرف آب کشاورزی بر حسب میلیارد متر مکعب = ۸۰
- میزان سالانه مصرف آب کشاورزی بر حسب لیتر = ۸۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
- قیمت تمام شده آب^{۲۲} بر حسب مترمکعب = ۵۰۰ تومان
- قیمت تمام شده آب بر حسب لیتر = ۵ ریال

فرض پایه در انجام این محاسبات، این است که این آمار و ارقام برای سال مبنای محاسبات درج و تهیه شده است و در محاسبه قیمت آب فقط متوسط هزینه عملیات اجرایی ذخیره و انتقال تا سر مزرعه با روشهای مختلف مد نظر بوده است و از بابت قیمت آب خام رقمی منظور نشده است.

حال با داشتن اعداد و ارقام و مفروضات فوق، محاسبات اولیه و کلی میزان و حجم آب مجازی حامل هر کیلو گرم محصول کشاورزی تولیدی (اعم از باغی و زراعی) برای سطح کشور انجام می شود.

^{۲۲} در جلد دوم این کتاب بحث خواهد شد



اگر میزان مصرف آب زراعی را بر حسب لیتر به میزان و وزن تولیدی محصول بر حسب کیلوگرم، در برهه زمانی سالانه تقسیم نماییم، عدد حاصله میزان آب مجازی هر کیلوگرم محصول خواهد بود.

$$\text{لیتر در هر کیلوگرم} = 8000/51 = 1568/36 = 10^9 * 51 / 10^{12} * 80 = 80 * 10^9 / 10^{12} * 51$$

عدد حاصله میزان مصرف آب واحد وزن محصول است.

حال قیمت تمام شده آب را به میزان آب مصرفی به ازای هر واحد وزن تولیدی، ضرب می کنیم.

$$\text{ریال} = 7843/15 = 5 * 1568/63$$

یعنی به ازای تولید هر کیلوگرم محصول، باید بطور متوسط و فارغ از نوع محصول، مبلغ ۸۰۰ تومان هزینه تامین آب بپردازیم.

این رقم برای سال مبنا مورد محاسبه قرار گرفته است که در جلد دوم به تفصیل در این خصوص بحث خواهد شد اما آنچه از این رقم کاملاً متوسط و تقریبی می توان نتیجه گرفت این است که تولیداتی که دارای قیمت فروش زیر ۸۰۰ تومان هستند در ایران صرفه اقتصادی ندارند مگر اینکه از دو راهکار ذیل بهره جسته شود:



- ۱- کاهش بیش از ۵۰ درصدی در آب مجازی کالا و حذف تلفات ناشی از تبخیر، نفوذ، نشت و امثالهم.
- ۲- اصلاح ژنتیکی بذر ها و افزایش عملکرد در هکتار که خود سبب کاهش آب مجازی بطور غیر مستقیم خواهد شد.

در حالت نهایی اگر ناچار به تامین مواد غذایی مردم باشیم بدون توجه به تمامی این مباحث باید به تولید محصولات زراعی با هر حجم آب مجازی بپردازیم مگر اینکه جایگزین هایی برای مواد غذایی با آب مجازی بالا، یافته شود.

محاسبات آب مجازی زمانی می توانند مبنای پشتیبان تصمیم گیری شوند که به تفکیک محصولات مختلف و در دشت های مختلف با درج شرایط موثر، صورت گیرد.

(۵-۲) میزان آب مجازی حاوی برخی کالاها

آب مجازی همراه شده با برخی از کالاها و مواد غذایی پر مصرف دنیا، توسط سازمان ها و دانشمندان مختلف در مناطق گوناگون جغرافیایی محاسبه شده است لکن از آنجائی که این ارقام تا حدودی به هم نزدیک بوده و زیاد با هم تفاوتی ندارند در این کتاب ارقام معتبر مندرج در گزارش یونسکو در این خصوص [46] مستقیماً درج می گردد.



این ارقام کمک خواهد کرد به ارزش آب در تولیدات مختلف پی برده و دیدگاهی کلی از نحوه مصرف آنها و بهای واقعی شان داشته باشیم.

جدول شماره ۱- میزان آب مجازی برخی از کالاها و محصولات

عنوان و مقدار کالا/ محصول	آب مجازی (لیتر)
یک لیوان ماءالشعیر (۲۵۰ میلی لیتر)	۷۵
یک لیوان شیر (۲۰۰ میلی لیتر)	۲۰۰
یک فنجان چای (۲۵۰ میلی لیتر)	۳۵
یک فنجان قهوه (۱۲۵ میلی لیتر)	۱۴۰
یک تکه نان (۳۰ گرم)	۴۰
یک تکه نان (۳۰ گرم) با تکه ای پنیر (۱۰ گرم)	۹۰
سیب زمینی (۱۰۰ گرم)	۲۵
سیب درختی (۱۰۰ گرم)	۷۰
پیراهن نخی (تی شرت کتان) سایز متوسط (مدیوم)، (۵۰۰ گرم)	۴۱۰۰
یک برگ کاغذ A4 (۸۰ گرم بر متر مربع)	۱۰



ادامه جدول شماره ۱- میزان آب مجازی برخی از کالاها و محصولات

کالا	آب مجازی (لیتر)
یک لیوان نوشابه (۲۵۰ میلی لیتر)	۲۴۰
یک لیوان آبمیوه سیب (۲۰۰ میلی لیتر)	۱۹۰
یک لیوان آبمیوه پرتقال (۲۰۰ میلی لیتر)	۱۷۰
یک پاکت چپس سیب زمینی (۲۰۰ گرم)	۱۸۵
تخم مرغ (۴۰ گرم)	۱۳۵
همبرگر (۱۵۰ گرم)	۲۴۰۰
گوجه فرنگی (۷۰ گرم)	۱۳
پرتقال (۱۰۰ گرم)	۵۰
یک جفت کفش از چرم گاو	۸۰۰۰
میکرو چیپ (۲ گرم) { ریز پردازنده }	۳۲



(۲-۶) بررسی کمبود و بحران آبی احتمالی در ایران

تمامی سازمان های بین ملی داد می زنند که از سال ۲۰۱۰ میلادی بحران های عمیقی در کشور های مختلف در رابطه با تامین آب شیرین رخ خواهد داد . این سازمانها تک تک کشورها و پتانسیل تامین آب آنها را بررسی کرده و در لیست های اعلامی خود سال وقوع بحران را در هر کشور تعیین نموده اند. حتی آژانس بین المللی انرژی اتمی نیز در این باره اظهار نظر کرده است، همه این ها نشان از وقوع بحران تامین آب شرب و بهداشت مردم جهان و بالاخص ایران در سالهای آتی است.

ما در این مبحث ابتدا نظری به تعریف بحران می اندازیم :

سازمان پدافند غیر عامل کشور بحران را اینگونه تعریف کرده است :

« بحران حادثه ای است که به طور طبیعی و یا به وسیله بشر، به طور ناگهانی و یا به صورت فزاینده به وجود آید که برای برطرف کردن آن نیاز به اقدامات اضطراری، اساسی و فوق العاده باشد. مدیریت بحران دربرگیرنده یک سری عملیات و اقدامات پیوسته و پویا بوده و به طور کلی براساس تابع کلاسیک مدیریت که شامل موارد برنامه ریزی، سازماندهی، تشکیلات، رهبری و کنترل است، استوار می باشد. مدیریت بحران، علمی کاربردی است که به وسیله مشاهده سیستماتیک بحرانها و یا تجزیه و تحلیل آنها در جستجوی یافتن ابزاری است که به وسیله آنها بتوان از بروز بحران پیشگیری نموده و یا در صورت بروز آن، در خصوص کاهش آثار آن آمادگی لازم جهت امداد رسانی سریع و بهبودی اوضاع را داشته باشیم.»

بر اساس این تعریف ابتدا باید وضعیت فعلی را شناخت و سپس اقدامات پیشگیرانه را لحاظ نمود این اقدامات می تواند نرم افزاری و یا سخت افزاری باشد که بحث این کتاب بر روی آب مجازی به عنوان یکی از اقدامات بزرگ نرم افزاری برای کنترل و پیشگیری بحران های تامین آبی است.



بر اساس گزارش یونیسف^{۲۳} و سازمان بهداشت جهانی، در سال ۲۰۲۵ آمار مصرف کنندگان آب ناسالم به هشتصد میلیون نفر خواهد رسید و سازمان ملل متحد در روز جهانی آب (۲ فروردین ماه ۱۳۸۸ هجری شمسی برابر با ۲۱ مارس ۲۰۰۹ میلادی) اعلام نمود در سال ۲۰۲۵ میلادی ۲/۷ میلیارد نفر کمبود آب شرب و بهداشت را شدیداً تجربه خواهند کرد. یونسکو هم پیش بینی کرده است در سال ۲۰۲۵ میلادی برابر با ۱۴۰۴ هجری شمسی، منطقه خاورمیانه و ایران به مرز تنش آبی می رسند و بحران های بزرگ تامین آب را تجربه خواهند کرد.

هدف از بیان این آمار خوف انگیز و پیش بینی ها این است که با محاسبات معمولی ببینیم وضع ایران از نظر تامین آب چگونه است و آیا لزومی دارد بیمناک باشد و به فکر استفاده استراتژیک از آب مجازی بیفتد یا نه؟

برای شروع بررسی میزان آب مصرفی فعلی را در نظر می گیریم، بر اساس سرشماری سال ۱۳۸۵، جمعیت ایران تقریباً برابر ۷۰/۵ میلیون نفر^{۲۴} است.

«بر اساس آمار، میانگین سالانه حجم بارندگی ایران حدود ۴۰۰ میلیارد متر مکعب برآورد می شود که از مقدار فوق حدود ۲۹۴ میلیارد متر مکعب به صورت تبخیر و تعرق از دسترس خارج می شود و از ۱۱۶ میلیارد متر مکعب باقیمانده حدود ۹۳ میلیارد متر مکعب از طریق منابع سطحی و زیرزمینی بهره برداری می شود و بقیه صرف تغذیه سفره های آب زیرزمینی می شود. از این مقدار حدود ۸۶ میلیارد مترمکعب جهت مصارف کشاورزی و نزدیک به ۷ میلیارد مترمکعب آن به مصارف شرب و صنعت اختصاص می یابد. متوسط سرانه آب از حدود ۵۵۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۴۰، به حدود ۳۴۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۵۷، و حدود ۲۵۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۶۷ و ۲۱۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۷۶ کاهش یافته است. این میزان با توجه به روند افزایش جمعیت

^{۲۳} صندوق کودکان سازمان ملل متحد

^{۲۴} مرکز آمار ایران

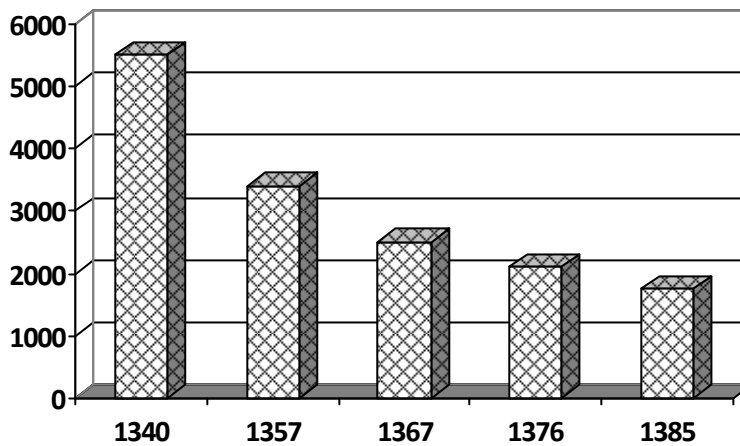


کشور با نرخ فعلی رشد در سال ۱۳۸۵ به حدود ۱۷۵۰ مترمکعب و در افق سال ۱۴۰۰ به حدود ۱۳۰۰ مترمکعب تنزل خواهد یافت. ارقام متوسط سرانه آب کشور در سال‌های آینده به مفهوم ورود ایران به مرحله تنش آبی در سال ۱۳۸۵ و ورود به حد کم آبی جدی در سال ۱۴۱۵ شمسی خواهد بود.^{۲۵}

بنابر این کشور ما سالانه دارای پتانسیل مهار ۱۱۶ میلیارد متر مکعب آب شیرین است. حال با جمعیت ۷۰/۵ میلیونی حدود ۹۳ میلیارد مترمکعب آب مصرف می شود میزان سرانه مصرف را برای سال ۱۳۸۵ می توان محاسبه نمود:

$$93000/70.5=1320$$

یعنی مصرف سرانه آب در سال ۱۳۸۵ که سال آمار گیری جمعیت است؛ برابر ۱۳۲۰ متر مکعب در سال است (نه ۱۷۵۰ متر مکعب مندرج در گزارش خبر گذاری فارس) در هر حال نمودار زیر را برای یافتن نرخ کاهش مصرف سرانه در سالهای آتی داریم :



شکل شماره ۷- میزان سرانه مصرف آب در ایران طی سالهای مختلف



با این روند در سال ۲۰۲۵ میلادی یا ۱۴۰۴ هجری شمسی میزان مصرف سرانه آب برابر ۱۳۰۰ متر مکعب در سال خواهد بود.

اگر عدد ۱۳۲۰ را برای سال ۱۳۸۵ منظور نماییم این رقم برای سال ۱۴۰۴ به ۱۱۰۰ متر مکعب در سال به ازای هر نفر خواهد رسید.

حال اگر در خوش بینانه ترین حالت ممکن، نرخ رشد جمعیت را در ایران، کمتر از نرخ رشد فعلی آن که در سال ۱۳۸۵ توسط مرکز آمار ایران استخراج گردیده است، در نظر بگیریم برای مثال اگر نرخ رشد را فقط ۱ درصد بصورت سالانه در محاسبات مورد نظر، وارد نماییم، در ۱۹ سال آتی میزان افزایش جمعیت بدون محاسبه مرگ و میر و مهاجرت در حدود ۲۰/۸۱ درصد خواهد بود با این ضریب رشد برای نوزده سال (۱۴۰۴-۱۳۸۵=۱۹) جمعیت در سال ۱۴۰۴ برابر عدد زیر خواهد بود:

$$\text{نفر } 70500000 + (70500000 * \%20.81) = 85171050$$

یعنی در سال ۱۴۰۴، ایران طبق محاسبات صورت گرفته حداقل ۸۵ میلیون نفر جمعیت خواهد داشت.

اگر نرخ رشد جمعیت را در حد فاصل سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۴، ثابت در نظر بگیریم با تکرار محاسبات به عدد ۹۵ میلیون نفر خواهیم رسید به عبارت دیگر در حالت بدبینانه جمعیت ۹۵ میلیون نفر و در حالت خوش بینانه ۸۵ میلیون نفر خواهد شد و مصرف سرانه نیز در حالت بدبینانه به ۱۳۰۰ متر مکعب در سال خواهد رسید و در حالت خوش بینانه ۱۱۰۰ متر مکعب خواهد شد حال برای چهار حالت مذکور جدولی تشکیل داده و میزان نیاز آبی را در سال ۱۴۰۴ محاسبه می کنیم:



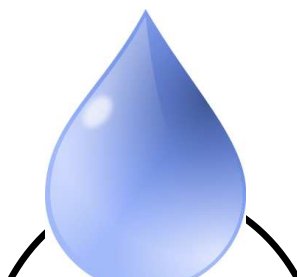
جدول شماره ۲- محاسبه نیاز آبی کشور در ۴ حالت در سال ۱۴۰۴

میزان آب مورد نیاز بخش کشاورزی	میزان آب مورد نیاز بخش شرب و صنعت	میزان آب مورد نیاز کل (میلیارد متر مکعب)	مصرف سرانه آب (متر مکعب در سال)	جمعیت تخمینی سال ۱۴۰۴ (میلیون نفر)
۱۰۸	۱۶	۱۲۴	۱۳۰۰	۹۵
۹۲	۱۳	۱۰۵	۱۱۰۰	
۹۷	۱۴	۱۱۱	۱۳۰۰	۸۵
۸۵	۹	۹۴	۱۱۰۰	
۱۰۲	۱۵	۱۱۷	۱۳۰۰	حالت سرانه ۱۳۰۰ با جمعیت متوسط ۹۰

یعنی در سال ۱۴۰۴ به ۱۱۷ میلیارد متر مکعب آب نیاز خواهد بود ولی از آنجائیکه کل آبهای شیرین ایران در بهترین حالت برابر ۱۱۶ میلیارد متر مکعب است چگونه ۱ میلیارد متر مکعب آب شیرین بدست خواهیم آورد؟

در ضمن این رقم نیاز آبی در صورتی است که جمعیت کنترل شود، مصرف آب بهینه شود، مصرف سرانه آب از ۱۷۵۰ متر مکعب به ۱۳۰۰ متر مکعب به ازای هر نفر برسد و..

لذا مشاهده می شود که بی شک کمبود آب در سال ۱۴۰۴ ایران را به شدت تحت فشار خواهد گذاشت.





(۳) تجارت آب مجازی

با مدیریت صحیح و استراتژیک تجارت آب مجازی، می توان کمبودهای واقعی یک کشور از بابت تامین آب را پوشش داد و این موضوع خارق العاده توانسته است روزنه ای جدید در برابر صنعت آب کشورها بگشاید.

برای مثال کشوری همچون اردن^{۲۶} در خاور میانه، سالانه در حدود پنج تا هفت میلیارد متر مکعب آب مجازی وارد می کند (Chapagain and Hoekstra, 2003a; Haddadin, 2003) که این مقدار معادل ۱ تا ۲ میلیارد متر مکعب تولید خالص آب شرب و بهداشتی به صورت سالانه است.

مثال دیگر کشور افریقایی مصر است که در یک دستور کار و چشم انداز بلند مدت درصدد است ۶۵ میلیارد متر مکعب آب مجازی سالانه در پوشش کالاها و محصولات زراعی و تجاری مختلف وارد نماید این در حالی است که مصر، اکنون شبکه ای از واردات ده تا بیست میلیارد متر مکعبی آب را به صورت ممتد و سالانه دارا است و سعی در افزایش و گسترش آن را دارد. (Yang and Zehnder, 2002; Chapagain and Hoekstra, 2003a; Zimmer and Renault, 2003).

اگر این ارقام را با ۵ میلیارد متر مکعب آبی که ایران همه ساله از بابت آب مجازی کالاهای صادراتی آن هم فقط در بخش کشاورزی از دست می دهد در کنار هم قرار دهیم بلافاصله این موضوع به ذهن خطور می نماید که شاید این ۵ میلیارد آب مجازی صادر شده از ایران، مستقیماً به این کشورها وارد می شود و قطعاً این ممالک و امثال آن ها نقشه های بسیار پیچیده دیگری هم در این راستا در حال طراحی برای حل مشکل بحران آب خود و مکیدن آب شیرین محدود ایران و کشورهای بی برنامه دیگری هستند.

در تجارت جهانی و اصول بین المللی اقتصاد آزاد، منطقی نیست که کشوری که دارای منابع آب کمتری است اقدام به تولید محصولاتی بکند که به آب زیادی احتیاج دارند (محصولات

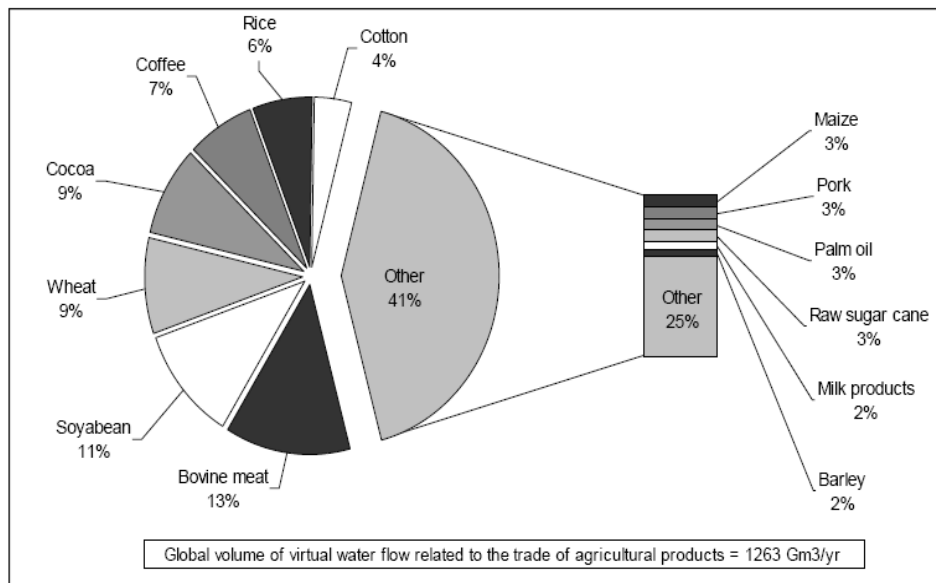


با نیاز آبی شدید) و یا محصولات و کالاهایی را در برنامه توسعه خود مد نظر قرار دهد که دارای نیاز آبی بالا هستند (محصولات با نیاز آبی بالا) بلکه چنین ممالکی قطعا به دنبال تولید کالاهایی خواهند رفت که دارای نیاز آبی کمتری باشند (محصولات با نیاز آبی متوسط و پایین) و عکس این قضیه نیز صادق است .

به عبارت دیگر وقتی کشوری احساس کند که بیش از مصرف قرن های خود و ملتش دارای منابع آب است منطقی نیست که با واردات آب مجازی که آب گرانتری است فشار را بر ملت خود زیاد کند بلکه منطقی تر آن است که از این مزیت رقابتی در دنیای امروزی نهایت بهره را برای تامین رفاه ملتش و توسعه کشورش ببرد و چه بسا همچون ایالات متحده درصدد صادرات آب مجازی باشد.

شکل شماره ۸- حجم جهانی جریان آب مجازی در تجارت محصولات کشاورزی به تفکیک

جایگاه هر محصول.سورس [46]



(۱-۳) وضع جهانی صادرات و واردات آب مجازی



ملل ثروتمند و پر آب به دلیل سود سرشاری که از تولید مصالح با نیاز آب بالا بدست می آورند و به سبب ارزانی آب در این نوع ممالک، از قبیل ایالات متحده و آرژانتین هر سال میلیاردها لیتر آب را صادر می کنند در عوض ممالکی که از خشکسالی و کم آبی در هراسند و منابع آبی بسیار گسترده و ارزان هم در اختیار ندارند مانند مصر و ایتالیا، امنیت غذایی را با وارد کردن آب مجازی برای کشور و مردم خود تامین نموده اند.

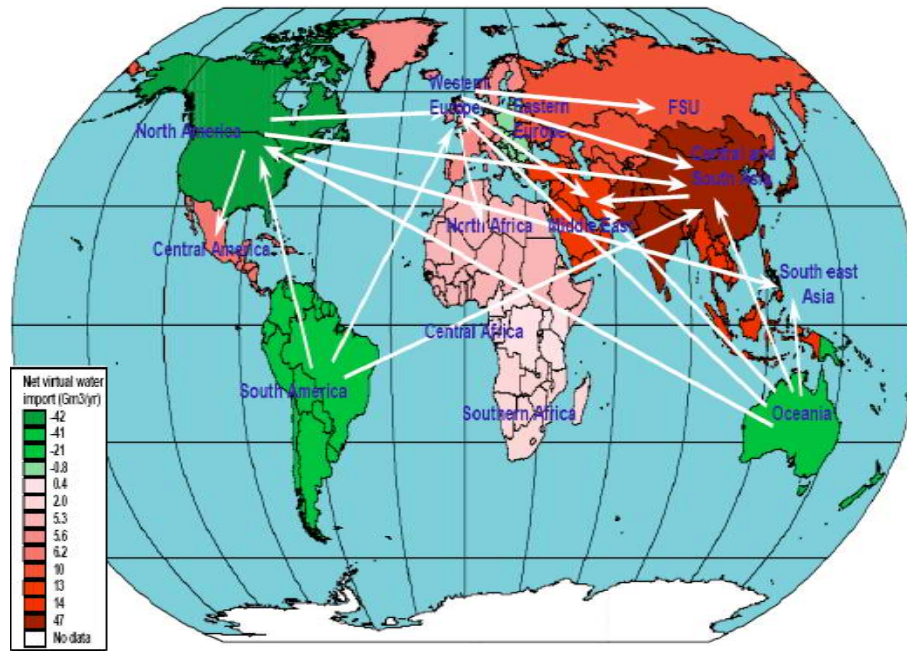
تجارت آب مجازی در طی ۴۰ سال اخیر به طور دائم در حال افزایش بوده است. در کنار نظریه پروفیسور هوکسترا که ۲۰ درصد آب مصرفی را به عنوان آب مجازی صادراتی در نظر گرفته و محاسبات خود را بر اساس آن ارائه داده بود برخی دیگر از اندیشمندان در نظریه های نزدیک به هوکسترا اعلام کرده اند که در حدود ۱۵٪ آب^{۲۷} مورد مصرف در جهان بصورت آب مجازی در حال صادرات می باشد.

در یک بیان بسیار روشن و واضح می توان اذعان داشت که :

میزان و حجم انتقال آب مجازی به هر کشور برابر میزان آب مورد نیاز برای تولید تمام کالاهایی است که به آن کشور وارد می شود.

در تجارت آب برخی کشورها برای مقاصد سیاسی برخی دیگر از کشورهای کم آب را حمایت کرده و محصولات با نیاز آبی بیشتر را به آن ها صادر می کنند. برخی از ممالک نیز مانند اردن از سال ۲۰۰۷ استراتژی واردات آب مجازی را در پیش گرفته است و کشورهای هم وجود دارند که از وابستگی به واردات آب سعی می کنند دوری گزینند مانند چین و هند.

^{۲۷} گزارش یونسکو، ۲۰۰۸



شکل شماره ۹- روند فعلی حرکت آب مجازی در دنیا. سورس [۲۳]

از آن طرف، همانطور که اشاره شد کشورهای که دارای منابع آب گسترده و تجدید شونده شیرین و مازاد هستند سعی می کنند با در دست گرفتن کلید طلایی تولید محصولات با نیاز آبی بالا، با استفاده از این مزیت و شایستگی انحصاری و رقابتی، بازار این محصولات را در دست بگیرند و در عرصه تجارت جهانی انواع کالاها یکه تازی نمایند (استفاده مناسب از استراتژی ترکیبی تمرکز و تمایز^{۲۸}).

کشور آفتاب تابان، ژاپن، یک مثال مناسب از کشورهای آن طرف مرز تولیدات محصولات با نیاز آبی بالا است. این کشور بدون هیچ هراسی از به خطر افتادن استقلال خود، ۷۵ درصد از نیاز خود به غلات را وارد می کند (FAO, 2004)، با این وجود، واردات این کشور هیچ رابطه مستقیمی با منابع آب ژاپن ندارد (Oki and Kanae, 2004).

^{۲۸} از استراتژی های رقابتی ژنریک، عنوان شده توسط مایکل پورتر.



جدول شماره ۳- واردات و صادرات عمده آب مجازی در تراز جهانی، در سالهای ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۱ میلادی. سورس: (Yang et al. , 2006).

Crops	Global gross virtual water import (km ³ year ⁻¹)	Global gross virtual water export (km ³ year ⁻¹)	Global water saving	
			Volume (km ³ year ⁻¹)	Ratio of virtual water saving to total virtual water import
Wheat	318.8	188.4	130.3	40.9
Rice	53.5	63.2	-10.1	-18.8
Maize	97.3	39.5	57.4	59.0
Barley	55.1	31.7	20.1	36.4
Soybean	104.9	67.3	37.1	35.3
Others*	351.1	249.2	101.9	29.0
Total	980.7	644.0	336.8	34.3

*. Others refer to other crops.
Source: Yang et al., 2006.

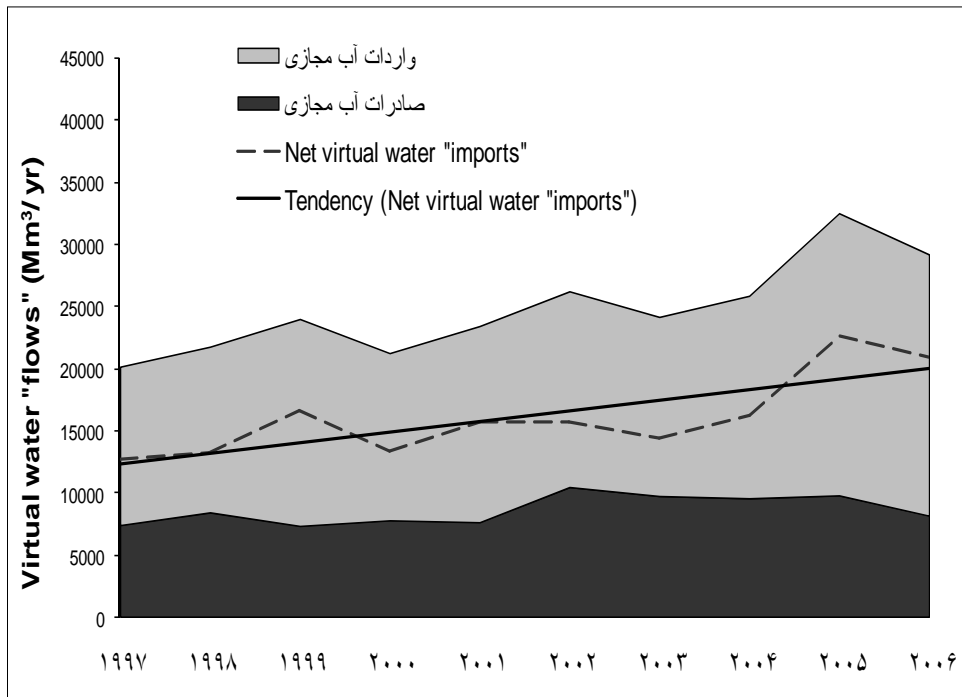
جدول شماره ۴- میزان آب وارداتی ممالک منا به میلیون مترمکعب در سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۲ میلادی، سورس: (Yang et al. , 2006).

COUNTRY	Cereal import	Vegetable oil import	Sugar impor	Vegetable export	Fruit export	Sum of net virtual water import	Net virtual water import as a percentage of water resources
Algeria	7540	2418	1276	-10	-99	11342	79.21
Cyprus	439	71	45	1	28	526	67.47
Egypt	10049	2840	1006	124	44	13727	23.55
Israel	2701	436	430	40	63	3464	207.40
Jordan	1250	326	248	120	-18	1722	195.69
Lebanon	834	274	188	-18	48	1266	28.73
Libya	2214	729	248	-138	-13	3343	557.09
Morocco	3945	1935	695	109	121	6344	21.88
Syria	-315	553	809	76	28	943	3.59
Tunisia	3486	1019	411	60	12	4845	96.91
Turkey	622	2447	-451	371	647	1600	0.70
Sum of the region	32764	13049	4906	735	861	49123	13.26



شکل شماره ۱۰- چارت جریان آب مجازی، صادرات و واردات، به میلیون مترمکعب در سالهای ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۶ میلادی،

سورس: arid and semi-arid countries (Spain) Water footprint: policy implications for
(Alberto Garrido, Paula Novo, Roberto Rodríguez Casado, Consuelo Varela-Ortega, Ramón Llamas, 2007)

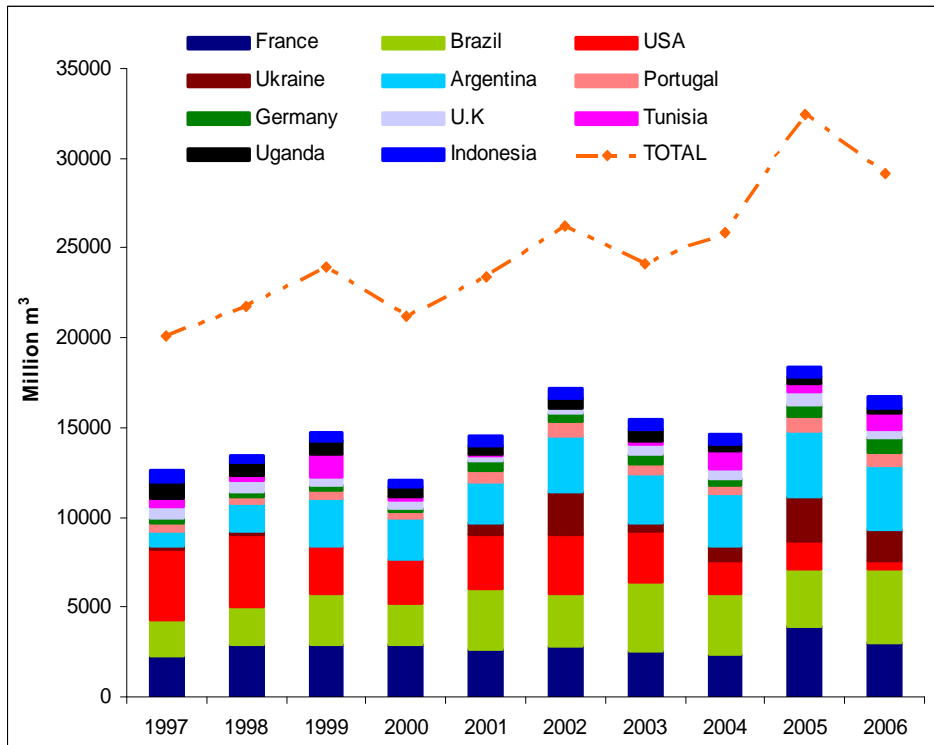


همانطور که از نمودار فوق می توان استنباط نمود، کشورهای جهان با تکیه به یک برنامه منسجم و اصولی، واردات آب مجازی را بعد از سال ۲۰۰۰ میلادی افزایش داده و از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۵ میزان و حجم صادرات آن را ثابت نگهداشته و از سال ۲۰۰۵ میلادی به بعد سعی در کاهش صادرات آب مجازی داشته اند که این موضوع روشن شدن اهمیت بحث را نشان می دهد.



شکل شماره ۱۱- نمودار جریان واردات آب مجازی، به میلیون مترمکعب به تفکیک ممالک مختلف برتر در این صنعت، در سالهای ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۶ میلادی.

سورس: arid and semi-arid countries (Spain) Water footprint: policy implications for (Alberto Garrido, Paula Novo, Roberto Rodríguez Casado, Consuelo Varela-Ortega, Ramón Llamas, 2007)



همانگونه که مشاهده می گردد ایالات متحده امریکا سردمدار کاهش دهنده واردات آب مجازی است و علت این تناقض هم در بحث های قبلی توضیح داده شد. بقیه کشورهای اروپایی عمدتاً در حال افزایش میزان واردات آب مجازی خود بطور آگاهانه هستند و برخی کشورهای پر



جمعیت جهان نیز به سبب افزایش روز افزون جمعیت ناچارند مواد غذایی وارد کنند و این موضوع سبب افزایش واردات آب مجازی بصورت ناآگاهانه به این کشورها شده است.

جدول شماره ۵- تجارت جهانی آب مجازی بین کشورها برای ۱۰ محصول کشاورزی اول طی سالهای

۹۹-۱۹۹۵ میلادی [۶]

سهم از تجارت جهانی آب مجازی به درصد	محصول
۳۰/۲۰	گندم
۱۷/۰۷	سویا
۱۵/۳۶	برنج
۸/۸۵	ذرت
۷/۲۰	شکر خام
۴/۸۸	جو
۲/۷۱	آفتابگردان
۲/۰۱	سورگوم
۱/۹۷	موز



مناطقى که در جهان صادر کننده عمده آب مجازى هستند شامل:

کشور های پر آبی چون آمریکای شمالی، آمریکای جنوبی، کشورهای آسه‌آن، و آسیای جنوب شرقی می‌باشند.

کشور های مستقر در آمریکای شمالی (از جمله ایالات متحده آمریکا و کانادا) به سبب وجود منابع فوق العاده قوی آب شیرین و داشتن میزان بارشی حداقل ۴ برابر ایران، بزرگترین صادر کننده آب مجازى هستند. فقط خالص صادرات آب مجازى از ایالات متحده بالغ بر یک سوم آب برداشت شده از منابع آب در آن کشور می‌باشد.

ممالک و مناطق عمده وارد کننده آب مجازى شامل مناطق آسیای جنوبی و مرکزی، غرب اروپا، آفریقای شمالی و خاور میانه می‌باشد. دلیل این امر آن است که این مناطق از نقطه نظر جمعیت بزرگترین و پر جمعیت ترین مناطق دنیا محسوب می‌شوند و به تبع آن دارای بازار تقاضای بزرگی برای انواع محصولات و مواد غذایی می‌باشند؛ به عنوان نمونه ذکر این نکته خالی از لطف نیست که طبق آمار فائو^{۲۹}، آسیای جنوبی و مرکزی تقاضای غذای بالایی داشته و این موضوع دلیل اصلی این امر و شاید این تناقض مجازى است که کشورهای این مناطق بزرگترین وارد کننده آب مجازى هستند.



بر اساس «نظریه دکتر هوکسترا» که پیش تر معرفی گردید ، کشورهای که از لحاظ جغرافیایی و سطح توسعه کاملا به هم نزدیک می باشند می توانند بالانس تجارت آب مجازی متفاوتی داشته باشند و لزومی ندارد مثل هم عمل کرده و سیاستگذاری مشابهی داشته باشند برای مثال در حالی که بسیاری از کشورهای اروپایی نظیر بلژیک، آلمان، ایتالیا، هلند، و اسپانیا مشتریان پروپا قرص آب مجازی هستند و با تلاش های پی گیری که انجام می دهند ، آب مجازی متنابهی را همه ساله در قالب محصولات زراعی و باغی متنوع وارد کشور خود می نمایند، در مقابل کشور فرانسه در همسایگی آن ها سعی می کند از موقعیت استفاده کرده و تجارت و کانال های توزیع را در دست گرفته و بدین طریق مقادیر زیادی آب مجازی صادر نماید.

بی شک کشور فرانسه و امریکا ، اهداف دیگری را از صادرات آب مجازی دنبال می کنند که فعلا برای ما پوشیده است بجز اینکه در یک تفسیر معمولی بحث در دست گرفتن تجارت و نبض اقتصادی جهان و در کنار ان ورشکسته شدن صنایع رقیب و استفاده بهینه و حداکثری از منابع موجود و پتانسیل ها عنوان شود در این بررسی ها ما به نکته حاشیه ای بسیار جالب توجه دیگری نیز رسیدیم و آن جایگاه متفاوت فرانسه در استفاده از نیروگاه های هسته ای برای تامین برق بود که در این رابطه نیز آمار منتشر شده حاکی از این است این کشور برای بحران آب و انرژی خود برنامه های هوشمندانه متفاوتی نسبت به سایر ممالک دارد ، همچنین است در مورد ایالات متحده امریکا.



در جدول ذیل ده کشور نخست صادر کننده و وارد کننده آب مجازی در سطح جهان براساس آمار رسمی منتشر شده در خلال سال های ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۹ میلادی برحسب «میلیارد مترمکعب» ارائه گردیده است. [۶]

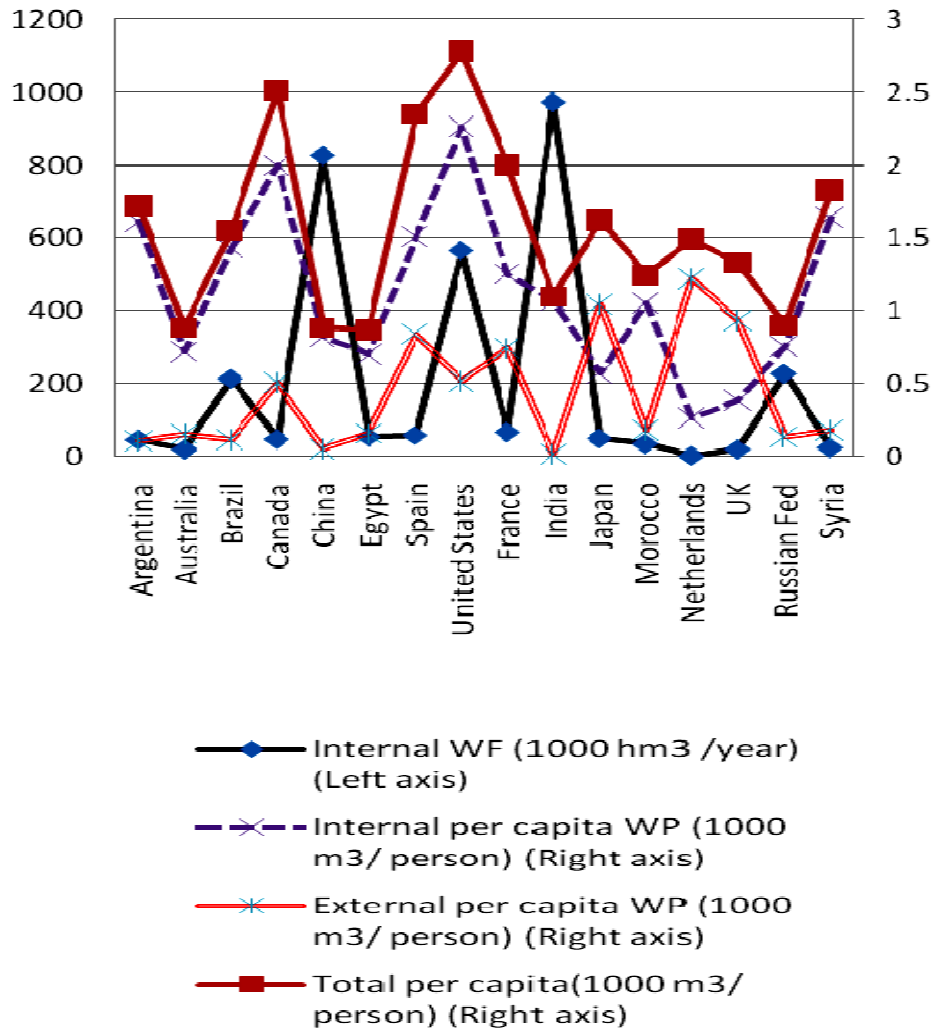
جدول شماره ۶- ده کشور اول صادر کننده و وارد کننده آب مجازی در جهان برحسب میلیارد متر مکعب در سال های ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۹ میلادی [یونسکو، ۲۰۰۸]

ده کشور اول وارد کننده آب مجازی		ده کشور اول صادر کننده آب مجازی	
حجم خالص واردات	کشور	حجم خالص صادرات	کشور
۴۲۸/۵	سریلانکا	۷۵۸/۳	آمریکا
۲۹۷/۴	ژاپن	۲۷۲/۵	کانادا
۱۴۷/۷	هلند	۲۳۳/۳	تایلند
۱۱۲/۶	کره جنوبی	۲۲۶/۳	آرژانتین
۱۰۱/۹	چین	۱۶۱/۱	هند
۱۰۱/۷	اندونزی	۱۴۵/۶	استرالیا
۸۲/۵	اسپانیا	۹۰/۲	ویتنام
۸۰/۲	مصر	۸۸/۴	فرانسه
۶۷/۹	آلمان	۷۱/۷	گوواتمالا
۶۴/۳	ایتالیا	۴۵/۰	برزیل



شکل شماره ۱۲- نمودار دوطرفه مربوط به میزان آب ورودی و خروجی سرانه به تفکیک کشورهای مختلف منتخب.^{۳۰}

Source: Hoekstra & Chapagain (2008)



^{۳۰} water footprint of a country



(۲-۳) تاملی بر وضع موجود صادرات و واردات در ایران

در وضعیت کنونی، آنچه مسلم است این است که تنها استراتژی پذیرفته شده در ایران، توسعه صادرات غیر نفتی و همزمان بهره گیری از استراتژی جایگزینی واردات است و البته مبرهن است که در این نوع استراتژی، کشاورزی و صنایع وابسته حرف اول را می زند که آن هم وابسته و کامل به آب است.

ایران حدود ۱٪ جمعیت جهان را در خود جای داده است لکن نتوانسته به سهم یک درصدی از تجارت جهانی دست یابد.

طبق آخرین آمار^{۳۱}، سهم ایران از تجارت جهانی فقط ۰/۳۴ درصد است یعنی ۰/۰۳۴؛ و برای رسیدن به سهم یک درصدی (متناسب با سهم جمعیتی مستقر در حدود مرزی ایران) باید تجارت موجود سه برابر شود.

این موضوع (افزایش سهم تجارت) یک موضوع یطره نیست و خود نیز سبب افزایش سهم تجارت طرف های تجاری می شود و باز ایران را از سهم یک درصدی دور می کند به این علت است که تصمیم گیرندگان مملکتی بر روی صادرات محصولات کشاورزی متمرکز شده اند چون این نوع صادرات به تکنولوژی های پیچیده وارداتی نیازی نداشته و سهم تجارت طرف مقابل را خیلی کم تحت تاثیر قرار می دهند و از طرفی امکان تولید محصولات کشاورزی در هر فصلی و در هر منطقه ای وجود ندارد و به زیر ساخت خاصی هم محتاج نیست، در صورتی که طبق این تحلیل تمرکز بر تولیدات صنعتی و صادرات آن ها نیاز به واردات عمده ماشین آلات پیشرفته و تربیت متخصصان و دستیابی به تکنولوژی های نوظهور^{۳۲} و جدید و پیشرفته و اصلاح ساختارها که امری بسیار هزینه بر و زمان بر است دارد، غافل از اینکه این نوع تحلیل سطحی و تمرکز نیز تیشه بر ریشه منابع آب شیرین کشور خواهد زد.

^{۳۱} ۲۰۰۸ میلادی

^{۳۲} Emergent technology, new technology, high technology



تجارت آزاد و رواج پیمان هایی از جمله WTO در بین ممالک مختلف جهان، بر تجارت کالا و محصولات غذایی رونق افزون تری داده است.

این رونق از جهاتی مثبت است لکن هنگامی که بحث محاسبه میزان آب لازم و روش های تهیه آن، برای تولید و بسته بندی و حمل کالاها و محصولات تولیدی پیش می آید موضوع کمی پیچیده می گردد و سبب می گردد سیاستمداران و اقتصاد دانان در صادرات کالاهایی با مصرف آب زیاد تامل و تعمق نمایند. چرا که امکان دارد مجموع درآمدهای ناشی از فعالیت در تولید مواد غذایی و بویژه فعالیت های کشاورزی نتواند هزینه های تامین آب مورد نیاز را پوشش دهد، لذا این مساله را باید کشورهای مواجه با کمبود آب مد نظر قرار داده و ضمن کاهش تولید محصولات کشاورزی با نیاز آبی بالا، سعی در واردات این گروه خاص از محصولات و کاهش فشار بر منابع آب شیرین موجود خود نموده و بدین طرق از آب پنهان در این محصولات برای جبران کم آبی استفاده نمایند که این موضوع در سالهای اخیر منجر به تمرکز ممالک روی تجارت آب مجازی شده است.

از نظر جهانی نیز با همدلی بین المللی می توان این بحث را به این شکل پیش برد که در تقسیم وظایف بین المللی؛ تولید محصولات زراعی و مواد غذایی و حتی برخی محصولات صنعتی با نیاز آبی بالا، باید برعهده ممالک دارای منابع غنی آب شیرین باشد. ضمناً تنظیم رژیم غذایی مردم بر اساس محصولات با نیاز آبی کمتر، سبب استغنائی بیشتر از منابع آب موجود در جهت نیل به اهداف توسعه در سایر راستاهای عوامل و فاکتورهای زیستی و اهداف مهم تر فراهم می آورد.



(۳-۳) تعریف جدید مصرف آب

تعریف مصرف وابسته به نیاز است و از منظر های مختلف می توان آن را تعریف کرد مثلاً از منظر بازاریابی ، اقتصاد خرد ، علوم اجتماعی ، مسائل فرهنگی و غیره ، از دیگر سوی ، تعریف مصرف وابسته به نوع کالا است که فیزیکی یا غیر فیزیکی ، ملموس یا غیر ملموس و امثالهم باشد لذا همانگونه که ذکر گردید «مصرف» را تعاریف متعددی است لکن در این جا به بیان یک الگوی شناسایی و طبقه بندی دوگانه از این واژه بسنده می شود ، مصرف از دیدگاه زنجیره یا چرخه تولید دوگونه است :

۱- مصرف نهایی: در این حالت محصولات یا کالای تهیه یا تولید شده را مصرف کننده نهایی که تولید کننده نیست ، مصرف می کند و تبدیل به ضایعات و پسماند می نماید. بسیاری از کالاها و مواد غذایی که توسط انسانها مصرف می شوند از این نوع مصارف دارند.

۲- مصرف به عنوان ماده اولیه : در این حالت کالا یا محصولات به منظور ماده اولیه برای صنعتی خاص ، تهیه یا تولید می شود به عبارت دیگر کالای مورد نظر در واقع ماده اولیه برای تولید یک نوع ماده یا کالای دیگر است، از نظر بسیاری از اندیشمندان لازم نیست در این نوع مصرف کنترل های شدیدی اعمال گردد چرا که ارزش افزوده حاصله سبب افزایش رشد ناخالص ملی خواهد شد و کالای مصرف شده تبدیل به مواد گران قیمت تر خواهد شد. ضمن اینکه میزان این نوع مصرف بستگی به کشش بازار داشته و تا حدود زیادی به میزان مصرف کالای نهایی تولید شده دارد.

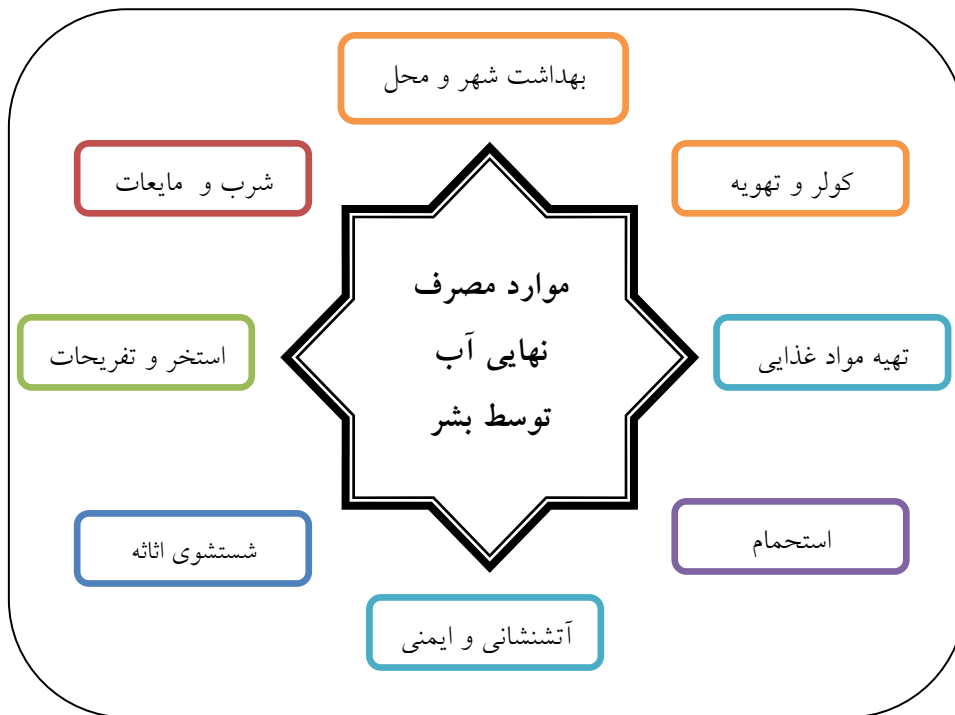
در طبقه بندی مهم دیگر ، مصرف به دو نوع فردی و اجتماعی قابل تقسیم است.



باید گفت برخی از کالاهای ویژه دارای هر دو نوع مصرف هستند مثلاً کالایی مثل شکر هم کاربرد عمومی داشته و مستقیماً مصرف می شود و هم به عنوان ماده اولیه در تولید برخی دیگر از کالاها از جمله عسل، شیرینی جات، بیسکویت و سایر مواد غذایی محسوب می گردد.

آب نیز از این دسته است آبی که انسان مصرف می کند در واقع دو حالت پیش گفته را دارد در نمودار شماتیک زیر این دو حالت تفکیک شده اند باید توجه کرد که آب مجازی در واقع در حالت دوم قابل تعریف و بیان مفاهیم است.

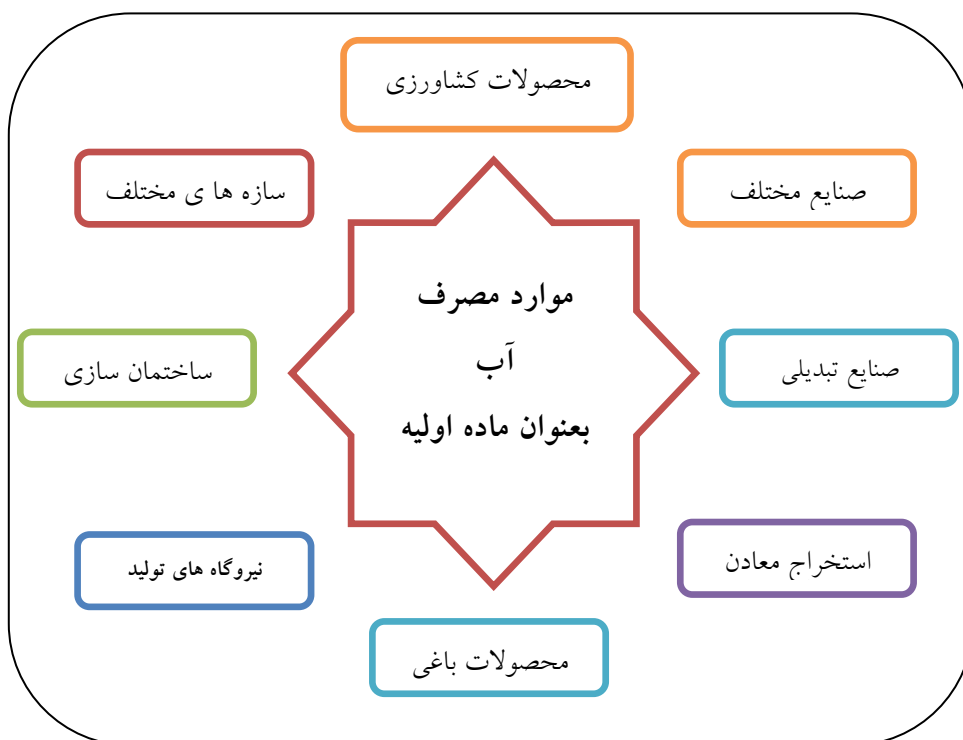
شکل شماره ۱۳- مصادیق مصرف نهایی آب





حال به بررسی موارد و مصادیقی از مصرف آب به عنوان ماده اولیه پرداخته می شود که کمتر مورد توجه و ارزش گذاری واقع شده است در شکل ذیل برخی از مهم ترین این زمینه ها درج گردیده است باید توجه داشت مفهوم آب مجازی که از خلقت بشر وجود داشته است و عمدتاً در این نوع مصارف مستتر بوده است لکن به سبب بالا بودن نسبت منابع آب به جمعیت، تا سالهای اخیر مورد بررسی موشکافانه قرار نگرفته است و کشف این موضوع را باید مدیون بحران آبی حاصله دانست:

شکل شماره ۱۴- مصادیق مصرف آب به عنوان ماده اولیه (مستقیم و غیر مستقیم)





ذیلا در ادامه بحث، برخی دیگر از تعاریف مرتبط با مصرف آب درج می گردد^{۳۳}:

مصرف سرتاسری آب^{۳۴}:

مصرف سرتاسری آب به عنوان شاخص مصرف سرانه جهانی آب مطرح است، شاخص های موجود مصرف آب برای نشان دادن تأثیر مصرف بر منابع آبی به اندازه کافی گویا نیستند. لذا پیشنهاد می گردد که از ایده مصرف سرتاسری آب به منظور درک تخصیص آب برای هر ملت و همچنین زنجیره تأثیرات آن بر منابع آبی جهان ناشی از مصارف محلی استفاده شود.

مصرف سرتاسری ملی آب^{۳۵}:

مطابق تعریف مصرف سرتاسری ملی حجم کل آب مصرفی برای تولید کالاها و خدمات مورد نیاز جمعیت ساکن هر کشور می باشد. نظر به اینکه کلیه کالاهای مصرفی هر کشور در داخل آن کشور تولید نمی شود بنابراین مصرف سرتاسری آب شامل دو بخش منابع آب داخلی و منابع آبی خارج از کشور می گردد.

مصرف سرتاسری سرانه آب^{۳۶}:

مطابق تعریف مصرف سرتاسری سرانه میزان آب شیرین مصرفی برای تولید کالاها و خدمات مورد نیاز هر شخص در نتیجه مصارف شخصی و کشوری می باشد.

^{۳۳} منبع: نشریه unesco/the/update /نوامبر ۲۰۰۶، مترجم: فریدون فریدونی کارشناس ارشد آبفای کردستان، ماهنامه مهرآب.

^{۳۴} Water Footprint

^{۳۵} National water Footprint

^{۳۶} Individual water Footprint



(۳-۴) تعریف جدید چرخه آب

آب ماده ای است مایع متشکل از دو گاز اکسیژن و هیدروژن، که بطور طبیعی روی کره زمین و در فضای پیرامونی آن وجود دارد ناگفته پیداست که این عنصر اعجاب انگیز لازمه حیات است نکته ای که قابل ذکر است این است که آب دائما از حالتی به حالات دیگر تبدیل می شود و در حال چرخش است اما ثابت شده است که هیچگاه از بین نمی رود (بجز در پیل های الکتریکی و فعالیت های تجزیه آب برای استحصال انرژی یا اهداف فوق پیشرفته دیگر که در این نوع فعالیت ها هم آب از بین رفته دارای حجم بسیار بسیار ناچیز می باشد و با دقت بالا، قابل صرف نظر کردن است و در این روش ها آب تبدیل به گازهای متشکله خود می شود)، این مسیر چرخش و حرکت آب را «سفر آب»، «چرخه آب» یا «چرخه آبشناسی» یا «چرخه هیدرولوژی»^{۳۷} می نامند.

تشریح ساده چرخه آب :

«گرمای خورشید، انرژی لازم برای تبخیر آب از سطح زمین (اقیانوسها، دریاچه ها و غیره) را فراهم می کند. گیاهان هم آب را به هوا پس می دهند (این فرآیند تعریق نامیده می شود). بخار آب متراکم شده و قطرات ریزی را در ابرها به وجود می آورد. هنگامی که ابرها با هوای سرد بالای سطح زمین برخورد می کنند بارندگی (باران، تگرگ یا برف) آغاز شده و آب به خشکی (یا دریا) برمی گردد. قسمتی از بارش، بر روی خشکیها می بارد. بخشی از آب، بین لایه های سنگ و رس محصور می شود که این آب محصور شده، آب زیرزمینی نامیده می شود. اما قسمت عمده آب، به صورت روان آب جریان می یابد (روی سطح زمین یا زیرزمین) تا در نهایت به صورت آب شور به دریا برگردد.»^{۳۸}

^{۳۷} Hydrological cycle

^{۳۸} منبع : سایت www.ngdir.ir مطلبی تحت عنوان چرخه آب یا چرخه هیدرولوژی ۲۰۰۹.



وقتی صحبت از زوال آب شیرین یا آب قابل شرب است منظور این است که منابع آب شیرین طی فرآیندهای موجود در حال آلوده شدن و یا تبدیل به آب مجازی تولیدات مختلف هستند.

«عناصر مهم گردش آب در طبیعت را بارندگی، رواناب، تبخیر، تعرق، نفوذ و جریان های زیرزمینی تشکیل می دهند. این سیکل یک چرخش ساده نیست بلکه مجموعه ای از حرکات و چرخش های مختلف تحت تأثیر نیروهای متفاوتی از جمله نیروی جاذبه، نیروی ثقل، تغییرات فشار و انرژی خورشیدی می باشد. این چرخش در سه بخش مختلف کره زمین یعنی اتمسفر یا هوا سپهر، هیدروسفر یا آب سپهر و لیتوسفر یا سنگ سپهر صورت می گیرد. گردش آب در داخل و بین این سه لایه در لایه ای به ضخامت ۱۶ کیلومتر صورت می گیرد که ۱۵ کیلومتر آن در اتمسفر و تنها ۱ کیلومتر آن در داخل لیتوسفر یا سنگ سپهر قرار دارد... سیکل هیدرولوژی در واقع یک سیکل بدون ابتدا و انتها می باشد. بدین ترتیب که آب از سطح دریاها و خشکی ها تبخیر شده وارد اتمسفر می گردد و سپس دوباره بخار آب وارد شده به جو طی فرآیندهای گوناگون به صورت نزولات جوی یا بر سطح زمین و یا بر سطح دریاها و اقیانوسها فرو می ریزد.» (نقل از کتاب هیدرولوژی کاربردی، دکتر علیزاده).

مقادیری از این آب دارای چرخه طولانی تری از نظر زمانی نسبت به سایر حالات هستند که عمدتاً این مقادیر به سبب داشتن حجم کمتر و چرخه زمانی طولانی تر، هیچگاه در چرخه های آب^{۳۹} ترسیم شده شماتیک برای آب دیده نشده است و آن همان آب مجازی می باشد که داخل مواد غذایی و یا کالاهای صنعتی یا بصورت همراهی غیر ملموس و مجازی وجود دارد و البته جای بحث اینجاست که می توان گفت همان آب با صادرات و واردات محصولات، به همراه آن ها در حال چرخش و طی سیکل است، شاید مقادیری از آب مجازی که از چرخه تولید خارج می



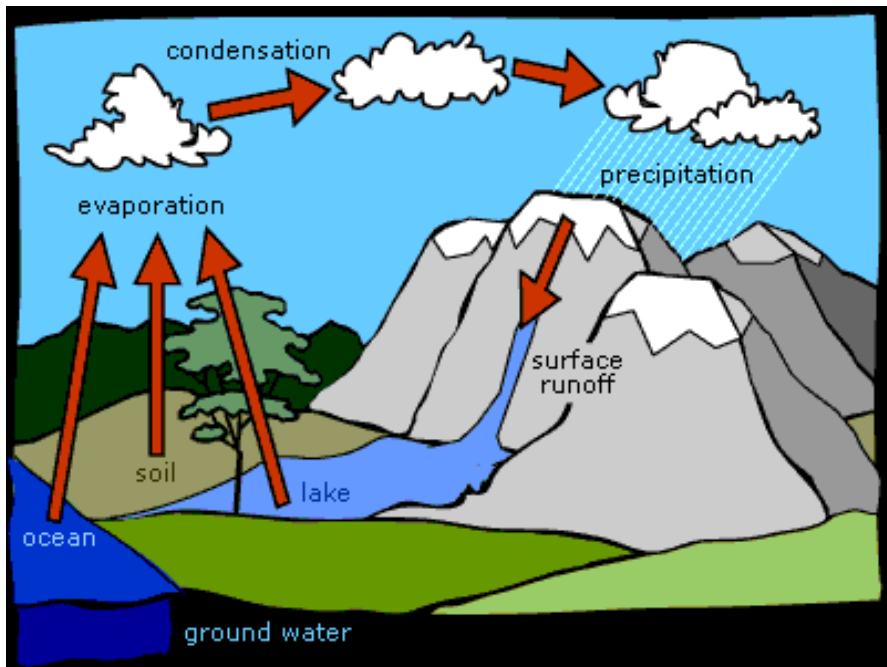
شود بتوان گفت به طریقی در چرخه های آب دیده شده ولی قطعاً این، همه آن چیزی نیست که وجود دارد و همه آن چیزی نیست که می توان آن را مورد محاسبه قرار داد، برایش برنامه ریزی کرد، از خروج آن جلوگیری نمود و حتی حجم آن را با برنامه های منظم و کنترل شده ارتقای بهره وری کاهش داد.

به چرخه های آب ترسیم شده توسط سازمان های مختلف که عمدتاً آموزشی هم بوده اند

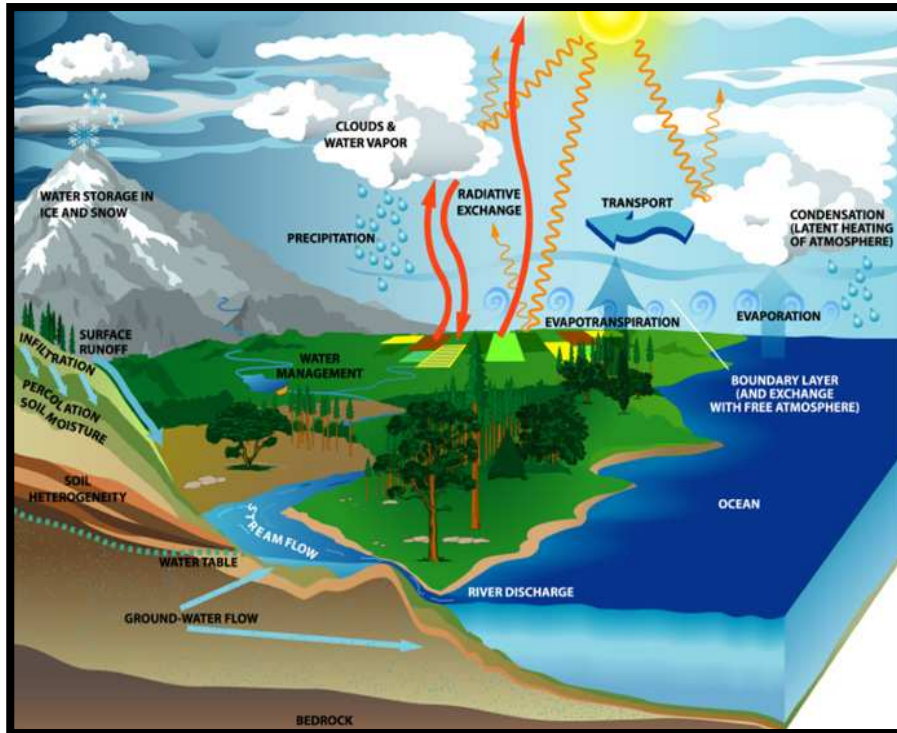
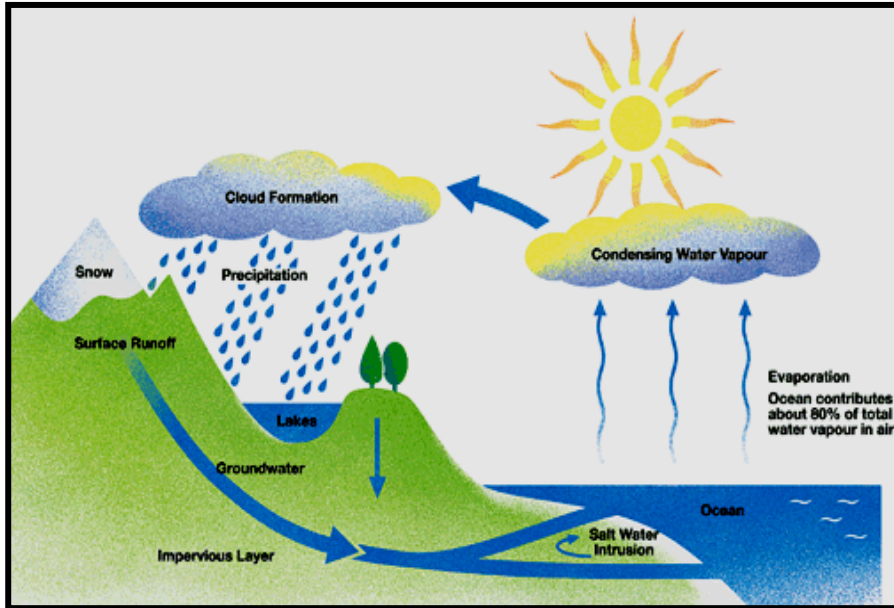
بنگرید .

در تصویر صفحه بعد نمونه های معتبری از آن را مشاهده می کنید.

شکل شماره ۱۵ و ۱۶ و ۱۷ و ۱۸- سیکل یا چرخه آب^{۴۰}

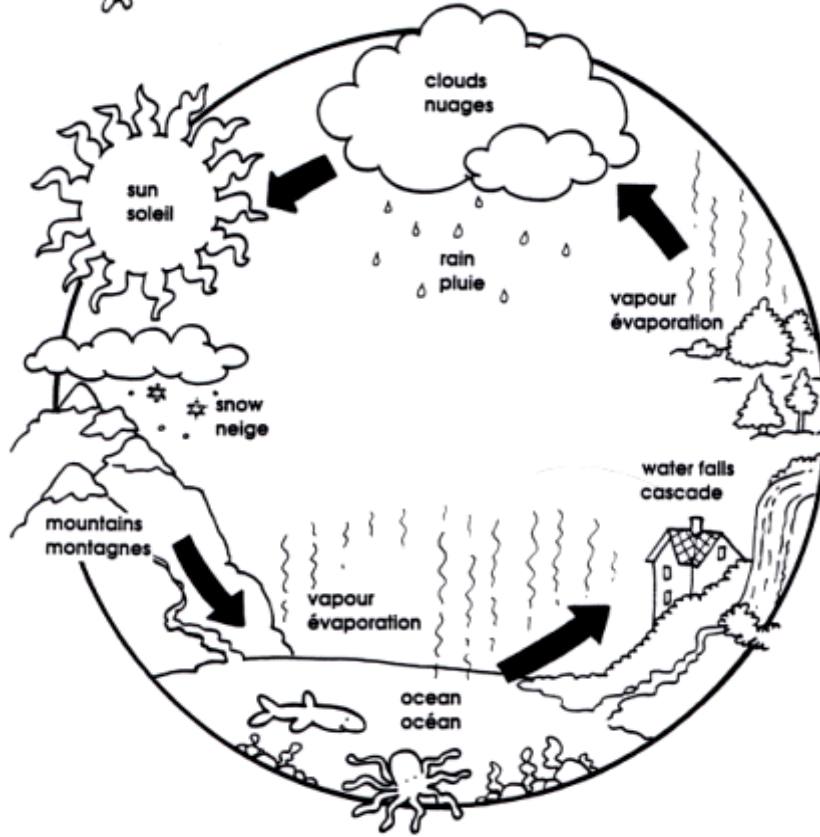


^{۴۰} دفتر بررسی های زمین شناسی آمریکا و سایت falconsience.files.wordpress.com





The Water Cycle At Work

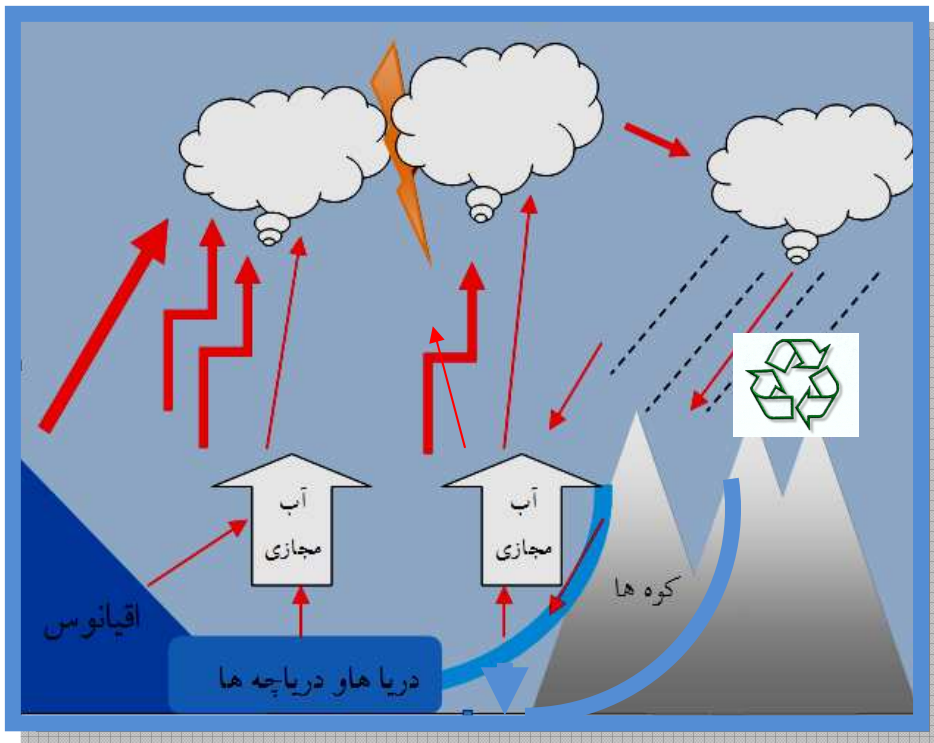


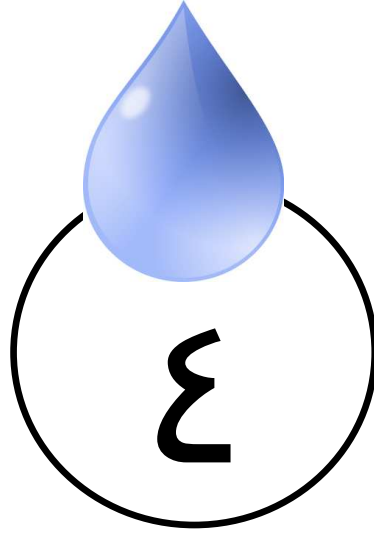
**Voici comment fonctionne
le cycle de l'eau.**



اثری از حرکت آب مجازی در این تصاویر دیده نمی شود و به نظر می رسد مقداری از آب از چرخه مزبور خارج شده و گم شده است به این دلیل به آب مجازی آب مخفی و نهفته هم اطلاق می گردد به زعم نگارندگان یکی از بحث های مهم در مقوله آب مجازی اصلاح چرخه آب و واقعی نمودن آن است.

شکل شماره ۱۹- سیکل یا چرخه آب اصلاح شده شماتیک







(۴) روشهای تجزیه و تحلیل

(۴-۱) مقدمه

در رابطه با موضوع بسیار پیچیده و حیاتی محدودیت آبی بطور خلاصه بحث شد در این زیر فصل برای روشن تر شدن بیشتر قضیه، با نگاهی به آمار منابع مختلف، تجزیه و تحلیل انجام و محاسبات مربوطه که بر پایه همین ارقام بنا شده، درج می گردد.

ابتدا نگاهی خواهیم داشت به میزان مصرف آب در بخش های مختلف مصرف در کشور که طی جدول ذیل منتشر شده است:

جدول شماره ۷- بر آورد مصرف آب بخشهای مختلف در کشور [۶]

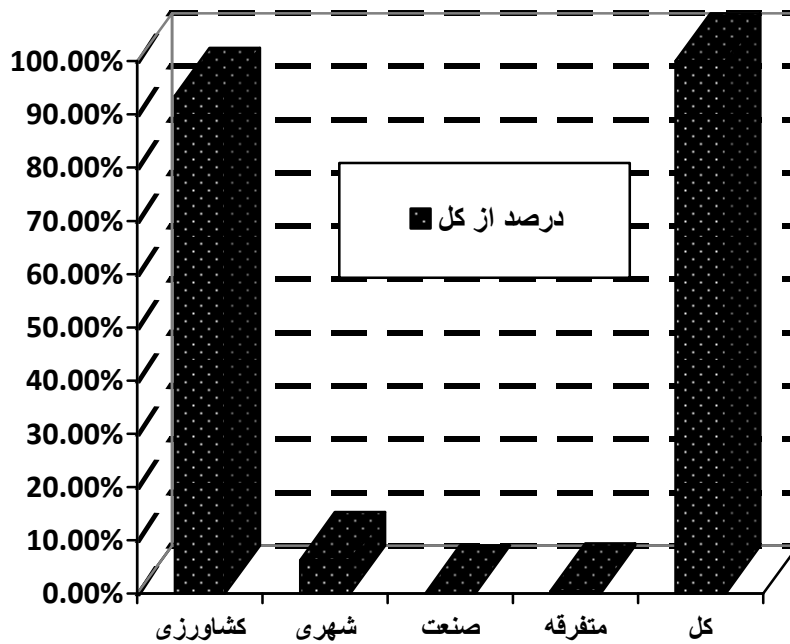
بخش مصرف کننده آب	میزان مصرف (بیلیون متر مکعب)	درصد از کل
کشاورزی	۸۲/۵	۹۳/۲
شهری	۵/۶	۶/۳
صنعت	۰/۰۳	۰/۰۳
متفرقه	۰/۳۷	۰/۴۳
کل	۸۸/۵	۱۰۰

با دقت در آمار فوق، به این موضوع باید اندیشید که وقتی کشاورزی بیش از ۹۳ درصد آب شیرین و محدود کشور خشک ایران را می مکد، آیا این بخش تنها راه حل تامین مواد غذایی کشور است و اگر هست به چه بهایی؟ آیا آب محصول استراتژیک است یا محصولات



کشاورزی؟^{۴۲} در حالی که امروزه ۷۰ درصد مصرف آب در دنیا برای آبیاریزراعی (کشاورزی)، ۲۰ درصد برای مصارف صنعتی و ۱۰ درصد برای مصارف بهداشتی و آشامیدنی اختصاص یافته است و متوسط ایرانی ۲۳ درصد در اختصاص آب زراعی بیشتر از متوسط جهانی است از طرفی تلفات آب زراعی در ایران نیز ۲۵ درصد بیشتر است.^{۴۳}

شکل شماره ۲۰- نمودار میله ای درصد مصرف آب بخشهای مختلف در کشور



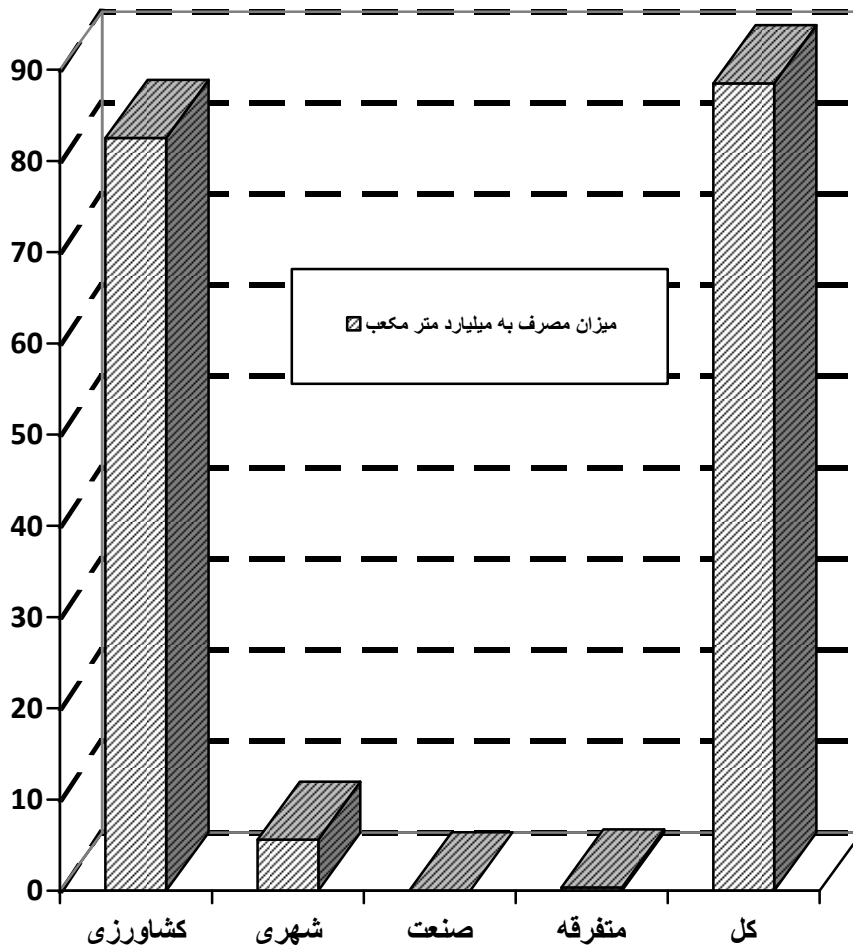
^{۴۲} بررسی‌ها بیانگر اینست که ۹۰ درصد آب مصرفی در بخش کشاورزی مصرف می‌شود با این توضیح که راندمان آب در این

بخش حدود ۴۰ درصد است یعنی ۵۴ درصد آب شیرین مهار شده به هدر می‌رود. www.daavar.ir، ۱۳۸۸.

^{۴۳} همشهری آنلاین، به روز شده در تاریخ ۲۲ تیر ۱۳۸۸.



شکل شماره ۲۱- نمودار میله ای میزان مصرف آب بخشهای مختلف در کشور



در زمینه استفاده بهینه از منابع آب شیرین قابل استحصال یا مهار شده و کاهش ضایعات و تلفات آن می توان به کاهش تلفات آب از طریق کاهش ضایعات محصولات کشاورزی و به دنبال آن موضوع آب مجازی (Virtual Water) اشاره نمود.



با در نظر گرفتن اینکه حداقل پانزده درصد وزنی از کل تولید و محصولات کشاورزی کشور ضایع می گردد، مقدار ضایعات تولیدات کشاورزی در این حالت بالغ بر ۷/۷ میلیون تن (۵۱/۳ × ۰/۱۵) می گردد.

با لحاظ نمودن مقدار کارایی مصرف آب محصولات تولیدی (یعنی رقم ۰/۶۳ کیلوگرم بر متر مکعب)، مقدار ضایعات آب از طریق ضایعات محصول ۱۲ بیلیون (میلیارد) متر مکعب (bm³) محاسبه می گردد.

این مقدار ضایعات آب از نظر حجم برابر ۵۰٪ آب ذخیره شده در پشت ۶۳ سد احداث شده در کشور و تقریباً سه برابر حجم آب ذخیره شده سالانه در پشت بزرگترین سد مخزنی کشور یعنی سد کرخه می باشد. [۶]

$$\begin{aligned} 7/7 \text{ میلیون تن} &= 51/3 * 0/15 \\ 12/22 \text{ میلیارد متر مکعب} &= 0/63 : 7/7 \end{aligned}$$

به طور کلی طی برآوردهای جهانی سهم تجارت آب مجازی برای تولیدات کشاورزی ۶۷٪ و همین عدد برای تولیدات دامی ۲۳٪ و برای تولیدات صنعتی ۱۰٪ می باشد. [۱۱] و بیش از ۱۲ درصد کل آب مصرفی کشاورزی در دنیا پای خوشه های گندم ریخته می شود.^{۴۴}

^{۴۴} همشهری آنلاین، به روز شده در تاریخ ۲۱ تیر ۱۳۸۸.



در جدول ذیل میزان بارش کشور طی آمار ۳۹ ساله متوسط گیری شده است همانگونه که ملاحظه می گردد ایران با ۲۴۰ میلی متر بارش جزو کشورهای خشک محسوب می گردد که روز به روز و سال به سال نیز از این میزان اندک بارش کاسته می گردد شاید زمانی بارش متوسط ۳۰۰ میلیمتر و یا ۲۸۰ میلیمتر را می توانستیم انتظار داشته باشیم لکن اکنون در صورت داشتن بارش بالای ۲۰۰ میلیمتر اعلام می کنیم که خشکسالی نداریم و وضع عادی است و این نشان از زندگی در یک کشور خشک است نه نیمه خشک.

جدول شماره ۸- میزان بارش متوسط ۳۹ و مقایسه با متوسط ۴۹ ساله، حوضه آبریز اصلی کشور

میزان بارش مهر لغایت ۲۸ خرداد (میلیمتر)					حوضه آبریز اصلی
درصد اختلاف نسبت به		متوسط ۳۹ ساله	سال آبی ۱۳۸۵-۱۳۸۶	سال آبی ۱۳۸۶-۱۳۸۷	
متوسط ۴۹ ساله	۱۳۸۵-۱۳۸۶				
-۳۴	-۴۱	۳۶۹	۴۱۷	۲۴۵	دریای خزر
-۵۱	-۵۱	۳۶۶	۳۶۷	۱۷۹	خلیج فارس
-۴۹	-۴۹	۳۲۹	۳۲۹	۱۶۶	دریاچه ارومیه
-۴۸	-۵۷	۱۶۰	۱۹۱	۸۳	مرکزی
-۳۷	-۴۹	۱۰۱	۱۲۴	۶۴	هامون
-۵۰	-۵۵	۲۱۸	۲۴۳	۱۰۹	سرخس
-۴۷	-۵۲	۲۴۰	۲۶۴	۱۲۷	کل کشور

سورس : [۱۶] به نقل از گزارش جمهور [۱۵]



اگر نگاهی به جدول مندرج در صفحات بعد بیاندازیم ضمن آگاهی و کسب دید کلی از وضعیت منابع آبی تجدید شونده ایران می توانیم اعداد و ارقام مربوطه را با آمار همردیف در دنیا و قاره های مختلف بررسی و مقایسه نماییم این جدول کمک می کند وضع فعلی را شناخته و موارد مطروحه در این نوشتار توجیه یابند.

همانطور که از اعداد و ارقام پیداست وضع منابع آبی کشورمان در مقایسه با متوسط جهانی بسیار اسفناک است و سریعاً باید ایران به دنبال منابع آبی جدید بوده و سعی در حفظ منابع آب شیرین خود باشد.

میزان متوسط بارش در ایران حدود یک سوم میزان متوسط بارش در جهان و کمتر از نصف متوسط میزان بارندگی در قاره پهناور و پر جمعیت آسیا است و دلیل آن شرایط زمین شناختی و توپوگرافی و وجود رشته کوها و کویرها، تنوع اوضاع اقلیمی، نظام توزیع بارندگی ها و نزولات، ساختار فیزیوگرافیک، شیب زمین و جهت آن و تاثیری که در رواناب و تبخیر می گذارد و بالاخره موقعیت جغرافیایی خاص کشور عزیزمان ایران است که بطور طبیعی و خدادادی سبب کم بودن حجم و میزان نزولات جوی (باران/برف/تگرگ/رگبار) شده است و شاید در آینده روشهای باروری ابرهایی که همسایگان آشکارا بکار خواهند برد باعث کاهش بیش از پیش نزولات شده و وضعیت منابع آب از وضعیت فعلی نیز ناگوار تر شود و این یکی از بزرگترین تهدیدهای محیطی در حیطه منابع آب است و باید در برنامه های استراتژیک مد نظر قرار گرفته و نحوه استفاده از آن و کنترلش مشخص گردد.



دقت در این تحلیل موضوع را روشن تر می کند:

«توزیع مکانی آب در ایران بسیار ناهمگن می باشد. حوزه آبریز خزر با ۱۰/۷ درصد مساحت کشور از ۱۷/۷۶ درصد نزولات جوی برخوردار بوده و حوزه آبریز مرکزی با ۵۰/۶ درصد مساحت، تنها ۳۳/۴۴ درصد حجم بارش را به خود اختصاص داده است. با توجه به مساحت کل کشور، یعنی ۱۶۲۳۰۰۰ کیلومتر مربع و احتساب میانگین بارندگی در سطح کشور حجم کل آب دریافتی بر اساس میانگین ۳۳ ساله ۴۱۱/۷۱۶ میلیارد مترمکعب است. هرچند این میزان آب از نظر کمی قابل توجه است، اما به دلیل شرایط آب و هوایی خشک حاکم بر بخش وسیعی از کشور، مقدار زیادی از آن، یعنی ۶۰ درصد از طریق تبخیر مستقیم از دسترس خارج شده و ۱۱ درصد نیز در جنگل ها، مراتع و نواحی کشت دیم تبخیر می شود. به این ترتیب، در مجموع بیش از ۷۰ درصد آب های دریافتی قبل از وارد شدن در چرخه مصرف از طریق تبخیر و تعرق سریعاً از دسترس خارج می شود.»^{۴۵}



جدول شماره ۹- وضعیت منابع آب تجدید شونده در جهان

منطقه	مساحت (میلیون کیلومتر مربع)	جمعیت سال ۱۹۹۵ (میلیون نفر)	منابع آب تجدید شونده در هر کیلومتر مربع (متر مکعب در سال)	سرانه منابع آب تجدید شونده (متر مکعب در سال)
اروپا	۱۰/۴۶	۶۸۵	۲۷۷۰۰۰	۴۲۰
امریکای شمالی	۲۴/۳	۴۵۲	۳۲۴۰۰۰	۱۷۴۰۰
افریقا	۳۰/۱	۷۰۸	۱۳۴۰۰۰	۵۷۲۰
آسیا	۴۳/۵	۳۴۴۵	۳۱۱۰۰۰	۳۹۲۰
امریکای جنوبی	۱۷/۹	۳۱۵	۶۷۲۰۰۰	۳۸۲۰
اقیانوسیه و استرالیا	۸/۹۵	۲۸/۷	۲۶۹۰۰۰	۸۳۷۰۰
خاور میانه و شمال افریقا	۱۱/۱	۳۲۶	۴۱۰۰۰	۱۴۰۰
جهان	۱۲۵	۵۶۳۳	۳۱۷۰۰۰	۷۶۰۰
ایران	۱/۶۴۸	۶۹	۷۹۰۰۰	۱۹۰۰



(۴-۲) ماخذ آمارها

در ایران در استان های مختلف که شرایط آب و هوایی و زیر ساختی، جغرافیایی و زراعی بسیار متفاوتی با یکدیگر دارند بسیار مشکل است که در محاسبه میزان آب مورد نیاز هر کالا به یک عدد مشابه با عوامل متناسب دست یافت یا نسخه یکسانی را برای تمامی شرایط پیچید، اما در این بخش، سعی نموده ایم آمار مربوط به پنج استان بزرگ فعال در زمینه زراعت در ایران را بررسی نموده و به جمع بندی ذیل رسیده ایم [۱۲]:

جدول شماره ۱۰- متوسط آب مصرفی محصولات مختلف در ایران و جهان

گیاه زراعی	متوسط آب مصرفی در جهان (متر مکعب در هکتار)	متوسط آب مصرفی در ایران (متر مکعب در هکتار)
گندم	۴۵۰۰-۶۵۰۰	۶۴۰۰
چغندر قند	۵۵۰۰-۷۵۰۰	۱۰۰۰۰-۱۸۰۰۰
برنج	۴۵۰۰-۷۰۰۰	۱۰۰۰۰-۱۸۰۰۰
نیشکر	۱۵۰۰۰-۲۵۰۰۰	۲۰۰۰۰-۳۰۰۰۰
ذرت	۵۰۰۰-۸۰۰۰	۱۰۰۰۰-۱۳۰۰۰
سیب زمینی	۸۰۰۰-۹۵۰۰	۱۰۰۰۰-۱۲۰۰۰



به عنوان مثال برای تولید یک کیلوگرم از محصولات اصلی در خراسان رضوی، بین ۳۸۰ تا ۱۳۸۶ لیتر آب مورد استفاده قرار می‌گیرد و در مقابل به ازای هر کیلوگرم محصول تولید شده بین ۴۰۰ تا ۲۰۵۰ ریال درآمد (ناخالص) در سال مبنا (یعنی سال مورد بررسی)، عاید می‌شود به این معنا که در برابر استفاده از هر یک لیتر آب زراعی در این بخش حد اکثر ۱/۶ ریال درآمد کسب می‌گردد که با لحاظ قیمت‌ها و هزینه‌های مربوط به مراحل کاشت، داشت و برداشت این وضعیت وخیم تر خواهد شد. [۶]

یا در مثالی دیگر، برای تولید یک کیلوگرم نیشکر در خوزستان حدود ۳۰ میلیون لیتر آب در هر هکتار با عملکرد متوسط ۸۹۰۰ کیلوگرم در هکتار مورد استفاده قرار می‌گیرد یعنی به ازای هر کیلوگرم محصول تولید شده حدوداً ۳۳۷۰ لیتر آب مصرف می‌شود و در مقابل از هر کیلوگرم آن حداکثر ۲۰۰۰ ریال درآمد (ناخالص) عاید می‌شود.

حال به این موضوع هزینه‌های دیگر و مقادیر آب مصرفی در بسته بندی و حمل و نقل و انبار محصولات را نیز باید اضافه نمود.



(۳-۴) آمارها در منطقه نمونه مورد مطالعه

آمارها در استان اردبیل بسیار متفاوت است برای نمونه در این قسمت برخی از آنها آورده می شود ولی آنچه مورد استفاده نگارندگان در محاسبات این کتاب قرار گرفته است و در جداول و نتایج وارد شده است آمار مندرج در سالنامه آماری منتشره از طرف استانداری اردبیل، معاونت برنامه ریزی و نیز سند ملی آب مربوط به سازمان هواشناسی و مستندات موجود در سازمان جهاد کشاورزی استان و آرشیو سازمان مدیریت و برنامه ریزی سابق استان می باشد.

برای تلخیص مطلب و بیان ساده تر ایده، به عنوان نمونه، دو محصول بسیار با ارزش در دشت اردبیل مورد بررسی موشکافانه قرار گرفته و تنها نتایج نهایی در این نوشتار درج گردد لذا گندم و سیب زمینی در این راستا و با این دیدگاه انتخاب شد.

(۴-۴) نگاهی به تفاوت آمارها

برای تولید یک کیلوگرم گندم در استان اردبیل حدود $6/4$ میلیون لیتر آب در هر هکتار با عملکرد متوسط 4800 کیلوگرم در هکتار مورد استفاده قرار می گیرد یعنی به ازای هر کیلوگرم محصول تولید شده حدودا 1330 لیتر آب مصرف می شود و در مقابل از هر کیلوگرم آن حداکثر 2250 ریال درآمد (ناخالص) عاید می شود حال به این موضوع هزینه های دیگر و مقادیر آب مصرفی در بسته بندی و حمل و نقل و انبار محصولات را نیز باید اضافه نمود.

همینطور است در مورد سیب زمینی حتی با حداقل عملکرد 17000 کیلوگرم در هکتار، میزان آب مصرفی آن به ازای هر کیلوگرم 500 لیتر می باشد.^{۴۶}

۴۶ مصوبات شورای اقتصاد و هیئت دولت مندرج در پایگاه اطلاع رسانی دولت، فهرست قیمت تضمینی محصولات زراعی برای



(۴-۵) اعداد و ارقام مستند

یکی از مراجع مستند و معتبر برای محاسبه نیاز آبی دوران رشد محصولات کشاورزی در استانها و دشت های مختلف کشور، سند ملی آب می باشد اعداد و ارقام مندرج در جداول ذیل از این سند استخراج شده اند.

جدول شماره ۱۱- نیاز آبی دوران رشد سالانه گندم در دشت اردبیل^{۴۷}

نیاز خالص آبیاری	باران موثر	تبخیر و تعرق
۲۵۶ میلیمتر	۸۴ میلیمتر	۳۴۰ میلیمتر
نیاز خالص آبیاری (متر مکعب در هکتار) = ۲۵۶۰		

جدول شماره ۱۲- نیاز آبی دوران رشد سالانه سیب زمینی در دشت اردبیل^{۴۸}

نیاز خالص آبیاری	باران موثر	تبخیر و تعرق
۵۳۶ میلیمتر	۶۷ میلیمتر	۶۰۳ میلیمتر
نیاز خالص آبیاری (متر مکعب در هکتار) = ۵۳۶۰		

۴۷ سند ملی آب - سازمان هواشناسی

۴۸ سند ملی آب - سازمان هواشناسی



(۶-۴) محاسبات مربوط به مقدار آب مورد نیاز

متوسط راندمان آبیاری در دشت اردبیل برای شبکه های سستی و آبیاری ثقلی برابر ۳۵ درصد و متوسط راندمان آبیاری در دشت اردبیل برای شبکه های مدرن و آبیاری تحت فشار (بارانی) برابر ۶۰ درصد (به نقل از مصاحبه با کارشناسان ارشد شرکت سهامی آب منطقه ای اردبیل) اعلام شده است.

بنابراین میزان آب مورد نیاز برای آبیاری گیاه زراعی گندم در دشت اردبیل با آن نیاز آبی و راندمان متوسط^{۴۹} ۴۵ درصد برابر ۵۶۸۹ متر مکعب در هکتار و میزان آب مورد نیاز برای آبیاری گیاه زراعی سیب زمینی در دشت اردبیل با آن نیاز آبی و راندمان متوسط^{۵۰} ۴۵ درصد برابر ۱۱۹۱۱ متر مکعب در هکتار می باشد.

جدول شماره ۱۳- میزان آب مورد نیاز برای آبیاری گندم و سیب زمینی در دشت اردبیل

نوع محصول	راندمان به درصد	میزان آب مورد نیاز
گندم	٪۴۵	۵۶۸۹
سیب زمینی	٪۴۵	۱۱۹۱۱

ارقام به متر مکعب در هکتار

^{۴۹} با توجه به اینکه بیش از ۹۰ درصد آبیاری ها در دشت اردبیل بصورت ثقلی است- جهاد کشاورزی استان اردبیل
^{۵۰} با توجه به اینکه بیش از ۹۰ درصد آبیاری ها در دشت اردبیل بصورت ثقلی است- جهاد کشاورزی استان اردبیل



۷-۴) محاسبات مربوط به عملکرد محصول

بر اساس آمار منتشره توسط معاونت برنامه ریزی استانداری اردبیل که با همکاری سازمان جهاد کشاورزی^{۵۱} تهیه شده است عملکرد محصولات گندم و سیب زمینی، بشرح ذیل در محاسبات وارد می‌گردد:

الف- عملکرد متوسط گندم آبی در دشت اردبیل در سه سال اخیر (۸۳-۸۶) برابر ۴/۱۷۲ تن در هر هکتار بوده است.

ب - عملکرد متوسط سیب زمینی در دشت اردبیل در سه سال اخیر برابر ۲۵/۰۱۸ تن در هر هکتار بوده است.

جدول شماره ۱۴- عملکرد متوسط گندم آبی و سیب زمینی در دشت اردبیل در سه سال اخیر

عملکرد متوسط	راندمان به درصد	نوع محصول
۴/۱۷۲	٪۴۵	گندم آبی
۲۵/۰۱۸	٪۴۵	سیب زمینی

ارقام به تن در هکتار

^{۵۱} منتشر شده در سال ۱۳۸۶



در این محاسبات از هزینه تولید (هزینه های مربوط به کلیه فرآیند های تولید اعم از دستمزد نیروی انسانی و ماشین آلات ، استهلاک ، مواد غیر مستقیم دخیل در تولید ، تورم ، نرخ تسعیر ارز در صادرات به کشورهای آسیای میانه ، هزینه های مالی ، هزینه های مراحل عملیاتی و مدیریتی و...) صرف نظر شده است و در محاسبات وارد نشده است لکن برای آشنایی با میزان آن در دو محصول انتخاب شده در دشت اردبیل برخی از اهم این هزینه ها درج می گردد:

جدول شماره ۱۵- متوسط هزینه تولید محصولات کشاورزی در یک هکتار به تفکیک نوع زمین و

مراحل مختلف کاشت،داشت و برداشت

۱۳۸۴-۸۵					نوع محصول
برداشت	داشت	کاشت	زمین	جمع	
۸۲۹۸۷۰	۸۳۱۳۴۰	۱۴۹۴۵۴۰	۲۳۲۳۰۸۰	۵۴۷۸۸۳۰	گندم آبی
۱۹۸۹۲۰۰	۲۹۶۷۴۹۰	۸۰۹۸۵۲۰	۴۶۰۴۵۵۰	۱۷۶۵۹۷۶۰	سیب زمینی

مأخذ- سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل



۸-۴) محاسبات مربوط به میزان آب مصرفی به ازای هر کیلوگرم محصول

محاسبات این قسمت برای دو محصول انتخابی (گندم آبی و سیب زمینی) در منطقه

انتخابی برای مطالعه به ن عنوان نمونه، درج گردیده است.

الف- گندم:

همانطور که گفته شد عملکرد این محصول مهم در هر هکتار در استان اردبیل و منطقه نمونه مورد مطالعه، برابر ۴۱۷۲ کیلوگرم و مقدار آب مورد نیاز در هر هکتار (تاثیر راندمان و نیاز آبی) برابر ۵۶۸۹ مترمکعب می باشد.

لذا با تقسیم مقدار آب مورد نیاز به میزان محصول تولیدی در واحد سطح (هکتار)

خواهیم داشت :

$$VW = V_{\text{water}} / W_{\text{product}}$$

با توجه به اینکه :

حجم آب مورد نیاز یعنی V_{water} برابر ۵۶۸۹ متر مکعب، یعنی ۵۶۸۹۰۰۰ لیتر است و میزان و وزن محصول تولیدی یعنی W_{product} برابر ۴۱۷۲ کیلوگرم است لذا با جایگذاری خواهیم

داشت :

$$VW = 5689 / 4172$$



اگر حجم آب را بر حسب لیتر در فرمول قرار دهیم حجم آب مجازی محاسبه شده (نوع دوم) بر حسب لیتر خواهد بود:

$$VW=1363.615$$

و اگر گرد نماییم :

$$VW=1364 \text{ liter}$$

مشاهده می شود که حدود ۱۳۶۴ لیتر آب ، برای تولید هر کیلوگرم محصول (بطور متوسط در دشت اردبیل) نیاز خواهد بود.

ب - سیب زمینی:

مطابق روندی که بیان گردید عملکرد سیب زمینی در هر هکتار در استان اردبیل در بهترین شرایط (در شرایط ایده آل قابل دسترس همگانی) برابر ۲۵۰۱۸ کیلوگرم و مقدار آب مورد نیاز در هر هکتار (تحت تاثیر راندمان و نیاز آبی مستخرج از سند ملی آب) برابر ۱۱۹۱۱ مترمکعب در هر هکتار می باشد.

حال در صورتی که مقدار آب مورد نیاز را به میزان محصول تولیدی در واحد سطح (هکتار) تقسیم نماییم عدد حاصله برابر آب مجازی هر واحد سیب زمینی تولیدی در اردبیل تحت شرایط یاد شده خواهد بود



$$VW = V_{\text{water}} / W_{\text{product}}$$

با توجه به اینکه :

حجم آب مورد نیاز این محصول یعنی V_{water} برابر ۱۱۹۱۱ متر مکعب ، یعنی ۱۱۹۱۱۰۰۰ لیتر است و میزان و وزن محصول تولیدی یعنی W_{product} برابر ۲۵۰۱۸ کیلوگرم است لذا :

$$VW = 11911 / 25018$$

اگر حجم آب را بر حسب لیتر در فرمول قرار دهیم حجم آب مجازی محاسبه شده (نوع دوم) بر حسب لیتر خواهد بود:

$$VW = 476.097$$

و اگر گرد نماییم :

$$VW = 476 \text{ liter}$$

به عبارت دیگر مشاهده می شود که حدود ۴۷۰ لیتر آب ، برای تولید هر کیلوگرم محصول (بطور متوسط در دشت اردبیل) نیاز است.



حال آب مجازی نوع دوم این دو محصول را با هم مقایسه می کنیم:

جدول شماره ۱۶- متوسط مقدار آب مجازی دو محصول منتخب در حوزه مورد مطالعه

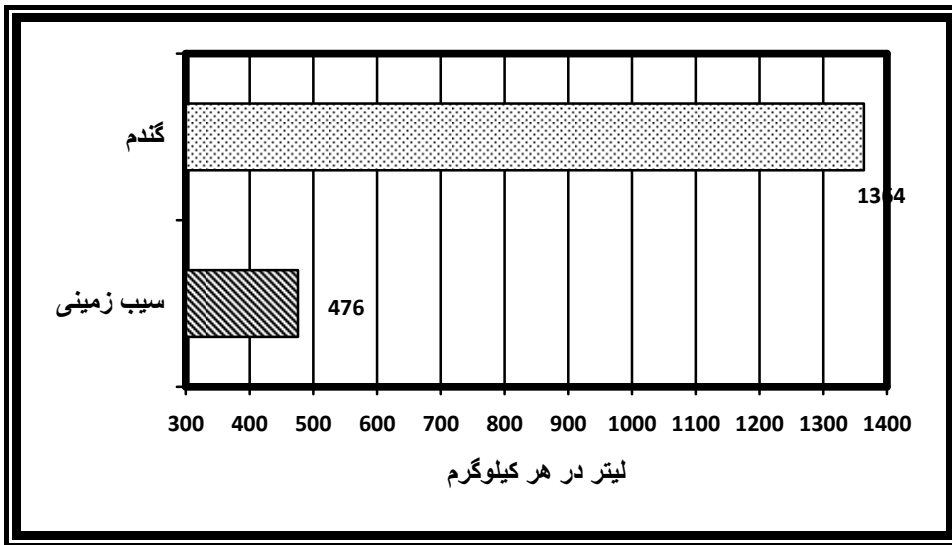
عنوان محصول	نیاز آبی در هکتار متر مکعب	عملکرد متوسط کیلو گرم	آب مجازی لیتر
گندم آبی	۴۱۷۲	۵۶۸۹	۱۳۶۴
سیب زمینی	۱۱۹۱۱	۲۵۰۱۸	۴۷۶

جدول شماره ۱۷- میزان محصول قابل تولید با هر متر مکعب آب برای دو محصول

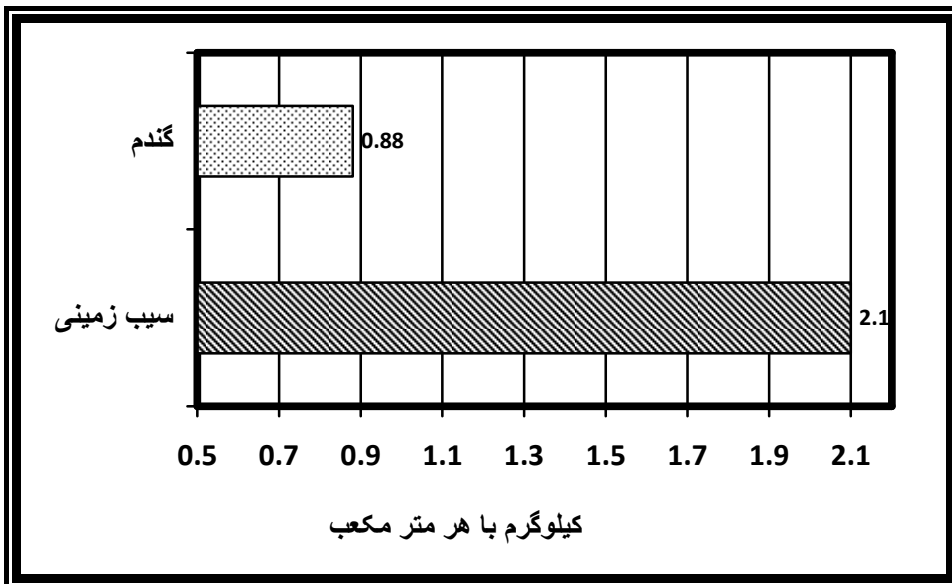
عنوان محصول	آب مجازی متر مکعب	عملکرد متوسط کیلو گرم	میزان محصول قابل تولید با هر متر مکعب آب به کیلوگرم
گندم آبی	۱/۳۶۴	۵۶۸۹	۰/۸۸
سیب زمینی	۰/۴۷۶	۲۵۰۱۸	۲/۱



شکل شماره ۲۲- نمودار مقایسه ای متوسط مقدار آب مجازی برای دو محصول



شکل شماره ۲۳- نمودار مقایسه ای میزان محصول قابل تولید با هر متر مکعب آب برای دو محصول





(۹-۴) نقش قیمت و قیمت گذاری مناسب محصولات و آب

در بند الف ذیل ماده سه طرح تحول اقتصادی و هدفمند کردن یارانه ها آمده است:

الف- قیمت آب برای مصارف مختلف باتوجه به کیفیت و نحوه استحصال آن در کشور به گونه‌ای باید تعیین شود که حداکثر ظرف ۳ سال از تاریخ ابلاغ این قانون، معادل قیمت تمام شده آن باشد.

این روش، راهکار صحیح برای قیمت گذاری آب است و حتما باید آب به قیمت تمام شده عرضه شود تا تولید محصول هم ضمن نگاهی به آب مجازی و هزینه های تامین آب بتواند رو به اقتصادی شدن حرکت نماید.

بی شک با این روش ضمن کاهش روز افزون تقاضا برای آب، تمامی صنایع و زارعین و باغداران سعی خواهند نمود راندمان را افزایش داده و مصرف آب را تنظیم و تلفات را به حداقل برسانند وقتی بحث اقتصادی مطرح باشد و با مسائل آب مجازی و تقاضای آب عجین شود، تقاضا برای تحقیق روی بذر های با نیاز آبی پایین، ایجاد شده و جهان بطرف کاهش مصرف آب هم در نیاز اصلی کالا و هم در تلفات خواهد رفت. بنابر این می توان گفت واقعی نمودن قیمت آب و عرضه آب به قیمت تمام شده و یا بالاتر می تواند شرایط را بهینه نماید و تاثیر مستقیم بر کاهش مصرف آب و تعدیل بحران بگذارد.

در بحث قیمت تضمینی و قیمت گذاری های خارج از عرف بازار و دخالت دولت بر روند عرضه و تقاضا هم اثرات فوق العاده منفی بر روند مصرف آب دارد به نظر نگارندگان باید



دولت ها از دخالت در امور قیمت محصولات زراعی و حتی قیمت کالاهای عمومی که دارای بازار رقابت کامل هستند خودداری نماید وقتی تولید کننده های بیشماری یک کالا را تولید میکنند قیمت به نفع مشتری و مصرف کننده در بازار در نوسان خواهد بود که محصولات زراعی از این دست هستند.

اما از طرف دیگر یک زارع هیچ وقت قیمت محصول خود را آنقدر پایین نخواهد آورد که حتی هزینه آب مصرفی را نتواند تامین نماید در اینجاست که از ابتدای سال زراعی، زارع وقتی مطمئن شود هیچ حمایت خارج از بازار برای وی نخواهد بود (بجز حمایت های مالیاتی)، لذا درصدد برآورد نیاز آبی کشت های مختلف بوده و سعی خواهد نمود زراعتی را به انجام برساند که حداقل مصرف آب و به تبع آن حداقل هزینه آب را در پی داشته باشد (این کار زمانی قابل انتظار است که آب به قیمت واقعی و بالاتر از قیمت تمام شده ارائه شود) در این روش بازار به نفع هر دو طرف یعنی تولید کننده و مصرف کننده (درجه یک و دو) و حتی به نفع کل جامعه تنظیم خواهد شد.

امروزه باید در تئوری های اقتصاد خرد که به «تئوری قیمت ها» هم معروف است در رابطه با آب زراعی تطبیق هایی داده شده و کالای بسیار مهم و اقتصادی به نام « آب » به فصلی از علم اقتصاد خرد تبدیل شود و رفتار تک تک مصرف کنندگان (چه مصرف کنندگان نهایی و چه زارعین و تولیدکنندگان کالاهای صنعتی) و تولید کنندگان آب در ارتباط با آن مورد بررسی و موشکافی قرار گیرد.

با استفاده از اصول مدیریت تامین و مصرف و تئوری های قیمت گذاری و تنظیم عرضه و تقاضا باید تعادل را در بازار دائمی آب برقرار نمود به نظر می رسد این یک مرحله گذر است

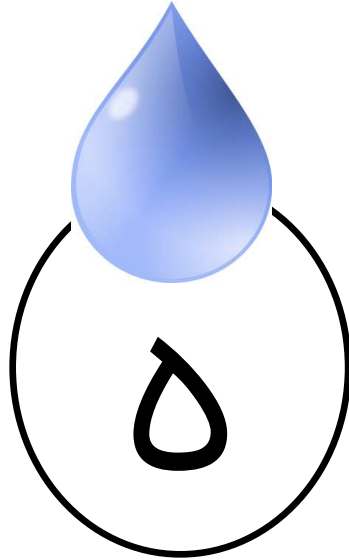


و اگر آگاهانه بشریت از این مرحله عبور نکند دچار آسیب و نگرانی در رابطه با تامین اولین نیاز خود یعنی شرب خواهد شد که مستقیماً با جان انسانها ارتباط دارد.

مورد بعدی قابل بررسی در مقوله تاثیر قیمت بر مساله بحران آب باید به قانون منفی بودن شیب تقاضا اشاره کرد منحنی تقاضا طبق تئوری های اقتصاد خرد همواره شیب نزولی دارد یعنی با کاهش قیمت یک کالا، تقاضا برای آن کالا افزایش و با افزایش قیمت یک کالا، تقاضا برای آن کالا، کاهش می یابد، هدف این نیست که قیمت را غیر واقعی افزایش دهیم تا بر بحران آب غلبه کنیم بلکه هدف از این بحث این است که قیمت را واقعی نماییم و حداقل آن را کاهش ندهیم تا تقاضا زیاد شود.

روش دیگر سعی در انتقال منحنی تقاضای فردی با تغییر ثابت های دائمی اقتصاد مثل قیمت های تضمینی و غیره است، ایجاد اضافه رفاه برای تولید کننده کالا که مصرف کننده آب است سبب تشدید بحران خواهد شد.

توصیه این است که آب را نباید هم ردیف امنیت و امثال آن در قالب «کالاهای عمومی و منابع طبیعی مشترک» آورد که این کار صدمه بزرگی بر پیکره جوامع در دراز مدت وارد خواهد آورد.





(۵) توصیه ها یی برای تدوین کنندگان چشم اندازهای ملی

این توصیه ها برای تدوین کنندگان چشم اندازهای ملی اط یكطرف و مطالعه کنندگان آمایش های سرزمین از طرف دیگر تدوین شده است.

کشور ما با حذف محصولات پر مصرف از الگوی کشت اجباری زمین های زراعی می تواند سالانه میلیاردها مترمکعب آب شیرین اضافی، برای توسعه صنایع و یا اراضی زراعی و محصولات باغی داشته باشد؛ در این صورت نیازی به تامین آب از منابع پر هزینه که اکنون دغدغه کشور است، نخواهد بود.

باید به این نکته مهم و موثر توجه کرد که تحقق آرزو ها و آرمان های مبتنی بر خودکفایی و صادرات مواد غذایی و محصولات و تولیدات کشاورزی اعم از زراعی و باغی، در گام نخست نیازمند منابع متنابهی از آب شیرین است که این آب شیرین اولاً باید وجود داشته باشد و تاکنون مورد استفاده قرار نگرفته باشد و حقایق بری نداشته باشد و ثانياً قابل مهار و برنامه ریزی بوده و پایدار باشد نه موقتی و گذرا.

با واردات محصولات کشاورزی پر مصرف بجای کشت و زرع و تولید گران آن ها، مقادیر متناسبی آب صرفه جویی می شود و این بدان معنی است که مقادیر زیادی آب مجازی وارد کشور می شود یعنی میزان تقاضای آب کاهش خواهد یافت که در علم اقتصاد به معنای افزایش عرضه و در اینجا معادل تولید آب شیرین در محل مصرف کالاهای وارداتی است، این استراتژی ابعاد بسیار گسترده تر از این خواهد داشت اگر ابعاد ژئوپلیتیکی، سیاسی و جنگ آب و حقایق ها را به موضوع بیافزاییم؛ پیچیدگی کل موضوع در چنین حالتی به وضوح روشن می شود.



در حال حاضر صادرات محصولات کشاورزی تولید شده با آب با قیمت های تمام شده فعلی آن، به نفع کشور نیست و محاسبات حاکی از آن است که صادرات محصولات کشاورزی بخصوص گندم و سیب زمینی ضرر ده می باشد و در طولانی مدت به اقتصاد کشور آسیب جدی وارد خواهد نمود.

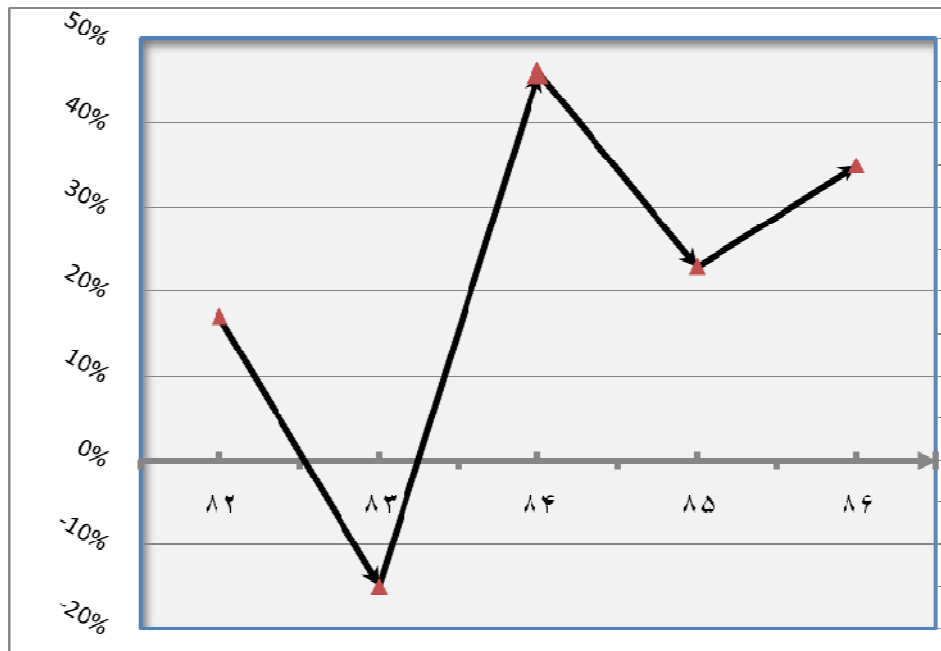
بر اساس محاسبات انجام گرفته، کشور ما، ایران باید روی صادرات محصولاتی برنامه ریزی کند که دارای آب مصرفی کمتر باشند (یا به عبارت بهتر حامل آب مجازی کمی باشند) و صادرات و حتی تولید محصولات پر مصرف مقرون به صرفه نبوده و منابع آب شیرین هم همراه با آنها به شدت مورد مصرف قرار گرفته و از بین می رود.

جدول شماره ۱۸- میزان صادرات محصولات زراعی در سالهای ۸۱ تا ۸۶ بر حسب تن

سال						شرح
۸۶	۸۵	۸۴	۸۳	۸۲	۸۱	
۳۲۴۳۰۰۰	۲۴۰۱۰۰۰	۱۹۶۰۰۰۰	۱۳۴۵۰۰۰	۱۵۹۲۰۰۰	۱۳۶۴۰۰۰	وزن به تن
%۳۵	%۲۳	%۴۶	-%۱۵	%۱۷	؟	درصد افزایش میزان صادرات نسبت به سال قبل



شکل شماره ۲۴- مقایسه رشد صادرات محصولات زراعی



به سبب این که محصولات کشاورزی طبق آماری که در بخش های قبلی بیان شد، در بیش از ۷۰ درصد موارد مصرف، جزو مواد اولیه صنایع وابسته به شمار می روند و عمده خریداران آن، کارخانه داران و تولید کنندگان هستند، لذا با نگرشی متفاوت و در حالت ایده آل توصیه می شود نهایت تلاش صورت گیرد تا میزان، حجم، وزن و ارزش ریالی (دلاری) صادرات محصولات کشاورزی کالا از یک روند نزولی پیروی کرده و بتدریج مقادیر مربوطه به صفر برسد، و تولید محصولات کشاورزی با نیاز آبی کم و متوسط فقط برای تامین نیاز داخلی مردم، در دستور کار قرار گیرد، این پیشنهاد حیاتی در حالی مطرح می گردد که با نگاهی به آمار صادرات محصولات زراعی و باغی متوجه خواهیم شد در سالهای اخیر روند صادرات این نوع کالاها و تولیدات به شدت صعودی است.



مطابق آنچه در جدول و نمودار صفحه قبل نشان داده شد، تمامی اهداف و برنامه های موجود و در حال استفاده کنونی، قویا سعی وافر در افزایش روند و میزان صادرات محصولات زراعی هستند.

برای مثال در سال ۸۴ میزان صادرات محصولات و فرآورده های کشاورزی نسبت به سال ماقبل خود یعنی سال ۸۳، بیش از ۴۶ درصد افزایش وزنی داشته است یعنی ۶۱۵ هزار تن افزایش صادرات در طی یکسال داشته ایم اگر میزان آب مجازی حداقل را در این مقدار ضرب نماییم خواهیم داشت:

۶۱۵۰۰۰۰۰۰۰ کیلوگرم * ۴۰۰ لیتر = ۲۴۶۰۰۰۰۰۰۰۰ لیتر

(این رقم تقریباً معادل ۲۵۰ میلیون متر مکعب آب است)

به عبارت دیگر این محاسبه سر انگشتی نشان می دهد اگر صادرات ما از سال ۱۳۸۳ ثابت می بود این مقدار آب که معادل حجم حداقل ۲ سد بزرگ مخزنی است در کشورمان می ماند و چون مستمرا این مقدار آب هر ساله صرفه جویی می شد به هیچ وجه با بحران آب مواجه نمی شدیم (حداقل در بحث تامین آب شرب و صنعت و نیروگاه های برقایی).



نتایج همچنین نشانگر این واقعیت مهم و قابل تعمق است که قیمت تمام شده واحد محصولات کشاورزی با احتساب آب مصرفی، در برنامه‌ریزی صادرات و واردات این فراورده‌ها نقش اساسی دارد.

پر واضح است، این موضوع و نتایج آن می‌تواند کل برنامه‌های پنج ساله توسعه و حتی چشم انداز بیست ساله کشور را تحت تاثیر خود قرار دهد و یا جهت و زاویه نگرش آن را تغییر دهد.

یکی از روشهای استفاده حداکثری از ظرفیت های موجود منابع آب، کشت گلخانه ای است، این دنوع کشت نیاز آبی گیاهان را کنترل کرده و از تبخیر به شدت جلوگیری نموده و شرایطی را فراهم می آورد که طی آن نشت آب هم به حداقل می رسد و در نهایت امر ف آب مجازی محصولات تولیدی تا ۳۰ درصد کاهش می یابد.

در خاتمه بحث در این بخش عناوین یکسری توصیه هایی برای تدوین کنندگان چشم اندازهای ملی، برنامه های توسعه پنج ساله و تمامی برنامه ریزان بلند پایه کشورهای در حال توسعه و بویژه ایران، در دو زمینه سیاستگذاری و برنامه های عملیاتی برای نیل به آن ها تنظیم گشته است ضمنا سعی شده در تدوین این موارد خلاصه نویسی شده و از بیان مکررات و پیشنهادات شعارگونه پرهیز شود.



(۱-۵) سیاست گذاری :

۱- اتخاذ استراتژی افزایش کارایی و کاهش میزان مصرف آب زراعی با مدیریت صحیح

آب مجازی.

۲- شناسایی و طبقه بندی کلیه کالاهای وارداتی و صادراتی.

۳- استثنا قراردادن کالاهای استراتژیک.

۴- واردات محصولات پر مصرف و با نیاز آبی بالا بجای تولید آنها.

۵- صادرات محصولات با نیاز آبی کم بجای واردات آن.

(۲-۵) اقدامات عملیاتی:

۱- اصلاح قیمت تحویلی آب به زارعین حداقل بر اساس قیمت تمام شده.

۲- حذف سیاست خرید تضمینی محصولات.

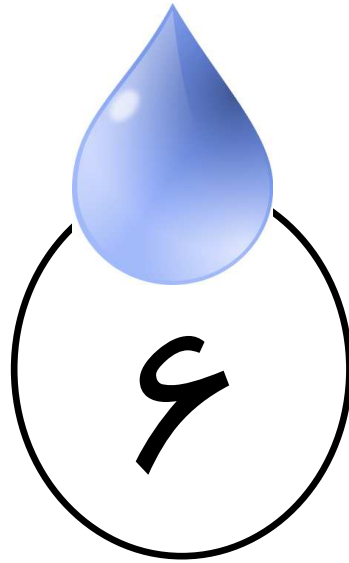
۳- حذف قیمت تضمینی از ادبیات زراعی.

۴- رها نمودن بازار محصولات زراعی به منظور منطقی شدن عرضه و تقاضا.

۵- کاهش تعرفه واردات محصولات با نیاز آبی بالا.

۶- وضع قوانین محدود کننده برای صادرات محصولات پر مصرف.

۷- توسعه کشت گلخانه ای.





(۶) ضمائم

(۶ - ۱) محاسبه WFP^{۰۲}

شکل شماره ۲۵- گامهای محاسبه WFP، سورس [46]

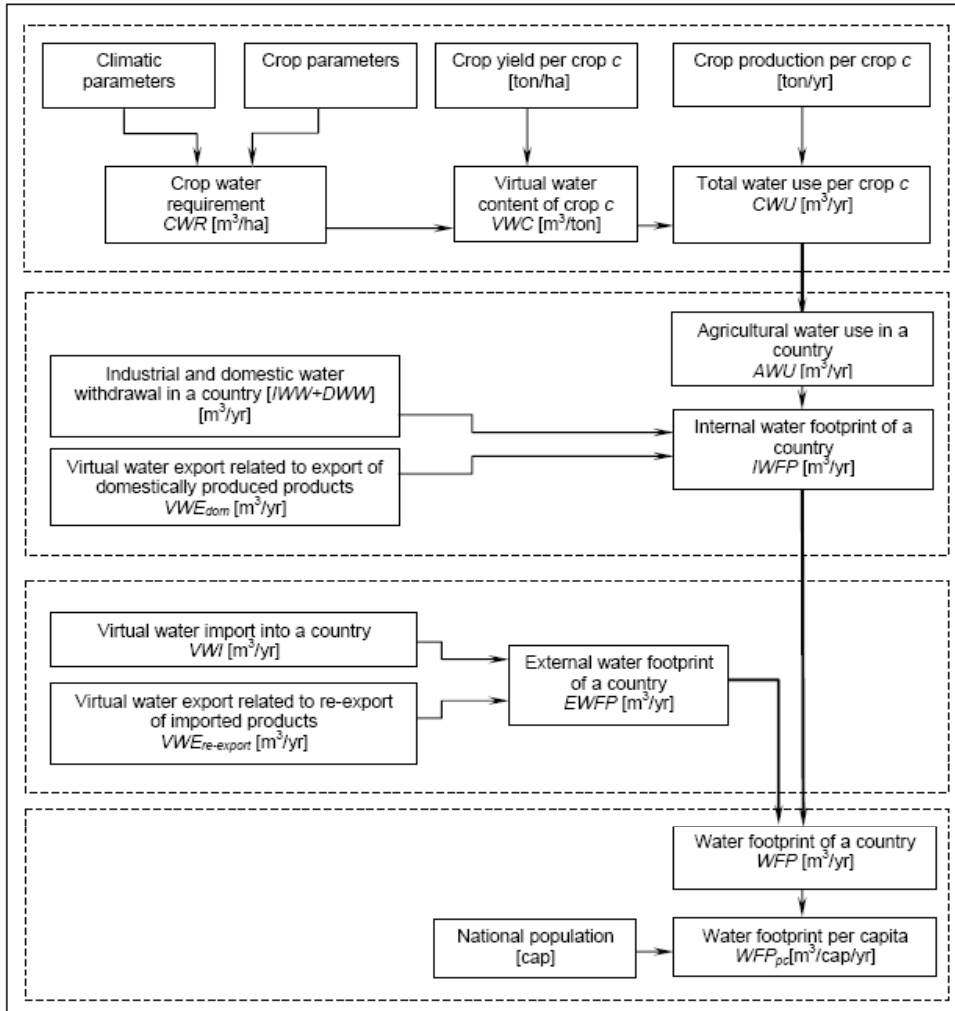


Figure 2.1. Steps in the calculation of the water footprint of a nation. The steps in the calculation of virtual water export from or import into a country are shown in Figure 2.5.

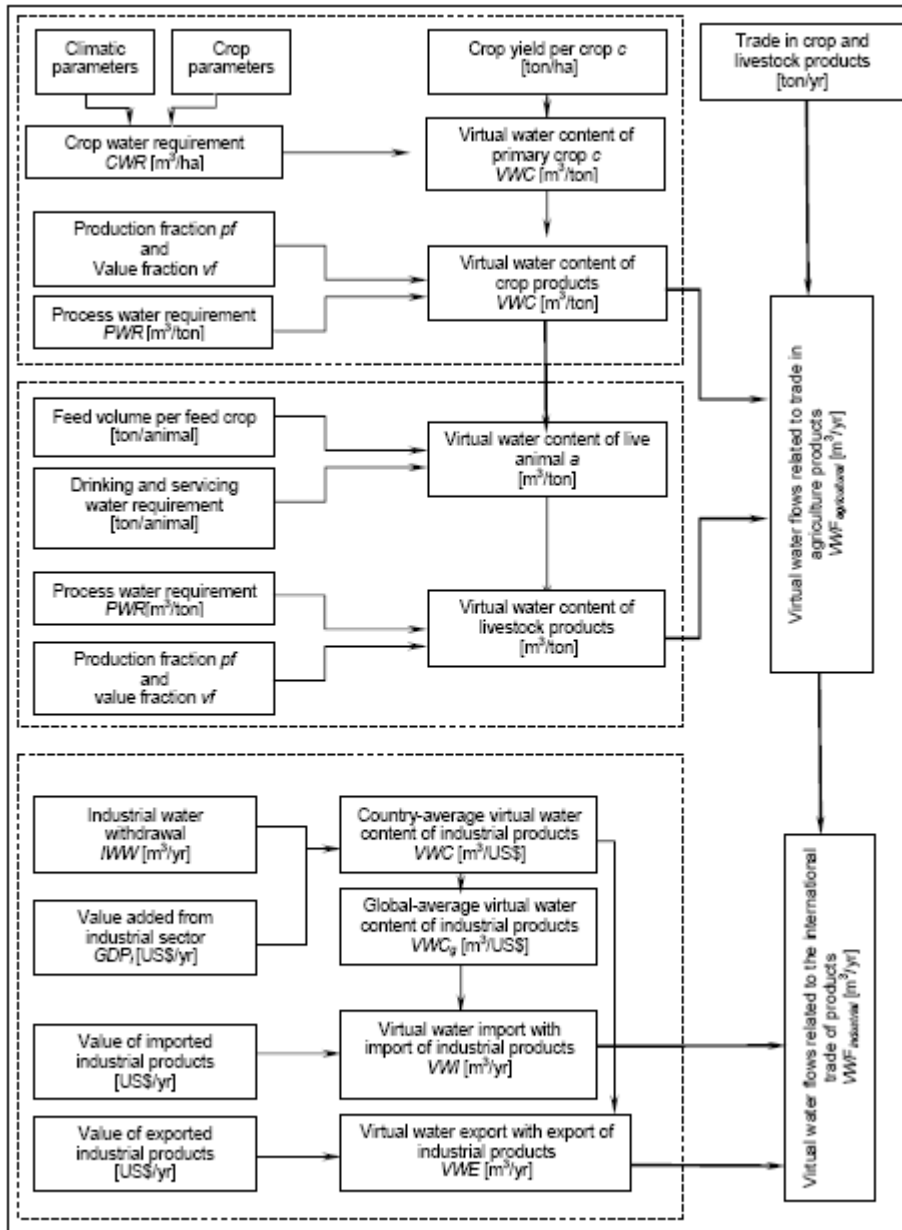


Figure 2.5. Steps in the calculation of virtual water flows of a country related to international trade of agricultural and industrial products.



(۶ - ۲) متوسط مقدار آب مجازی:

آب مجازی محصولات در کشورهای مختلف، توسط یونسکو محاسبه و متوسط گیری شده است

که خلاصه این محاسبات به همراه میزان متوسط جهانی در جدول زیر آمده است.

جدول شماره ۱۹- متوسط مقدار آب مجازی، سورس [46]

	USA	China	India	Russia	Indonesia	Australia	Brazil	Japan	Mexico	Italy	Netherlands	World average
Rice (paddy)	1275	1321	2850	2401	2150	1022	3082	1221	2182	1679		2291
Rice (husked)	1656	1716	3702	3118	2793	1327	4003	1586	2834	2180		2975
Rice (broken)	1903	1972	4254	3584	3209	1525	4600	1822	3257	2506		3419
Wheat	849	690	1654	2375		1588	1616	734	1066	2421	619	1334
Maize	489	801	1937	1397	1285	744	1180	1493	1744	530	408	909
Soybeans	1869	2617	4124	3933	2030	2106	1076	2326	3177	1506		1789
Sugar cane	103	117	159		164	141	155	120	171			175
Cotton seed	2535	1419	8264		4453	1887	2777		2127			3644
Cotton lint	5733	3210	18694		10072	4268	6281		4812			8242
Barley	702	848	1966	2359		1425	1373	697	2120	1822	718	1388
Sorghum	782	863	4053	2382		1081	1609		1212	582		2853
Coconuts		749	2255		2071		1590		1954			2545
Millet	2143	1863	3269	2892		1951		3100	4534			4596
Coffee (green)	4864	6290	12180		17665		13972		28119			17373
Coffee (roasted)	5790	7488	14500		21030		16633		33475			20682
Tea (made)		11110	7002	3002	9474		6592	4940				9205
Beef	13193	12560	16482	21028	14818	17112	16961	11019	37762	21167	11681	15497
Pork	3946	2211	4397	6947	3938	5909	4818	4962	6559	6377	3790	4856
Goat meat	3082	3994	5187	5290	4543	3839	4175	2560	10252	4180	2791	4043
Sheep meat	5977	5202	6692	7621	5956	6947	6267	3571	16878	7572	5298	6143
Chicken meat	2389	3652	7736	5763	5549	2914	3913	2977	5013	2198	2222	3918
Eggs	1510	3550	7531	4919	5400	1844	3337	1884	4277	1389	1404	3340
Milk	695	1000	1369	1345	1143	915	1001	812	2382	861	641	990
Milk powder	3234	4648	6368	6253	5317	4255	4654	3774	11077	4005	2982	4602
Cheese	3457	4963	6793	6671	5675	4544	4969	4032	11805	4278	3190	4914
Leather (bovine)	14190	13513	17710	22575	15929	18384	18222	11864	40482	22724	12572	16656



(۶-۳) آب در جهان

مطالب ذیل عیناً از دفتر بررسی‌های زمین‌شناسی آمریکا^{۵۳} منتشر شده در سال ۲۰۰۸ میلادی در وب و پورتال دفتر مذکور بصورت خلاصه درج می‌گردد.

- حدود ۹۶/۵ درصد از کل حجم آب در دنیا در اقیانوس‌ها می‌باشد. همچنین تخمین زده می‌شود که حدود ۹۰ درصد از کل تبخیر آب موجود در چرخه آب در جهان منشأیی به نام اقیانوس‌ها دارند.
- ۹۶/۵ درصد از کل حجم ۱۳۸۶ میلیون کیلومتر مکعب (یعنی به اندازه‌ی ۴۶ میلیون و ۲۰۰ هزار برابر اتاق خواب شما!) آب شور می‌باشد. از ۳/۵ درصد باقی‌مانده، بیش از ۶۸ درصد در یخ و یخچال‌های طبیعی می‌باشد. منابع آب شیرین، مانند رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، فقط ۹۳۱۰۰ کیلومتر مکعب است که فقط ۱ قسمت از ۷۰۰ قسمت کل آب می‌باشد. اما با این وجود، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها مهم‌ترین منبع آب تمامی مردم روی زمین می‌باشند.
- یخچال‌ها حدود ۱۰ تا ۱۱ درصد کل خشکی‌ها را پوشانده‌اند.
- اگر همه‌ی یخچال‌ها امروز آب بشوند، حدود ۷۰ متر ارتفاع آب‌های دنیا افزایش می‌یابد (منبع: مرکز ملی داده‌ی برف و یخ)
- در طی آخرین عصر یخی ارتفاع آب دریاها ۱۲۲ متر پایین‌تر از سطح فعلی بوده‌است و یخچال‌ها بیش از یک سوم سطح خشکی را پوشانده بودند.
- در طی آخرین دوره‌ی گرما، ۱۲۵۰۰۰ سال پیش، ارتفاع آب دریاها ۵/۵ متر بالاتر از سطح فعلی بوده‌است و حدود ۳ میلیون پیش نیز سطح آب دریاها ۵۰ متر بالاتر بود.

^{۵۳} <http://ga.water.usgs.gov>



جدول شماره ۲۰- میزان تخمینی آب در کره زمین

منبع آب	حجم آب به کیلومتر مکعب	حجم آب به مایل مکعب	درصد آب شیرین	درصد کل حجم آب
اقیانوس‌ها، دریاها و کانالها	1,338,000,000	321,000,000	--	96.5
توده‌های یخ، یخچال‌ها و برف‌های دائمی	24,064,000	5,773,000	68.7	1.74
آب زیرزمینی شیرین شور	23,400,000	5,614,000	--	1.7
	10,530,000	2,526,000	30.1	0.76
	12,870,000	3,088,000	--	0.94
رطوبت خاک	16,500	3,959	0.05	0.001
یخ زیرزمینی و یخ دائمی	300,000	71,970	0.86	0.022
دریاچه‌ها شیرین شور	176,400	42,320	--	0.013
	91,000	21,830	0.26	0.007
	85,400	20,490	--	0.006
اتمسفر	12,900	3,095	0.04	0.001
آب تالاب‌ها	11,470	2,752	0.03	0.0008
رودخانه‌ها	2,120	509	0.006	0.0002
آب بیولوژیکی	1,120	269	0.003	0.0001
کل	1,386,000,000	332,500,000	-	100

منبع: پروفیسور گللیک، ۱۹۹۶: منابع آب. در دائرةالمعارف آب و هوا و اقلیم، مؤلف اشتایدر، چاپ دانشگاه آکسفورد، نیویورک، جلد دوم، صفحات ۸۱۷ تا ۸۲۳



(۶ - ۴) ملکول آب

ملکول و ماده آب یکسری ویژگی های عجیب و منحصر بفرد دارد لکن به سبب تخصصی بودن گفتارها و مطالب مربوط به این موضوع، سعی گردید به زبانی ساده برخی از این ویژگیها به عنوان ضمیمه چهارم در این کتاب ذکر گردد.

آب حدود ۹۲٪ از پلاسمای خون، حدود ۸۰٪ از بافت ماهیچه، حدود ۶۰٪ از گویچه های قرمز خون و نصف دیگر بافتها را شامل می شود.^{۴۹}

آب یک ترکیب قطبی و یک حلال خوب به شمار می رود.

آب خاصیت دی الکتریک دارد و ویژگی عجیب بین انبساط و انقباض و گرمایش و سرمایش آن در درجات بین ۴ درجه سانتی گراد دارد یعنی حجم آب در این درجه کمتر است و هرچه درجه بزرگتر یا کوچکتر شود باز حجم آب در هر دو حالت بزرگتر می شود هیچ ماده دیگری این خاصیت عجیب را ندارد.^{۵۰}

پیوند هیدوژنی بسیار قوی بین ملکول های آن وجود دارد که می تواند آب را تا درجه حرارت های معمولی و کمی بالاتر مایع نگهدارد.

آب در دماهای متفاوت ویسکوزیته های مختلف دارد.

در صفحه بعد برخی تصاویر شماتیک از ملکول آب و ویژگیهای ژئو متریک آن درج شده

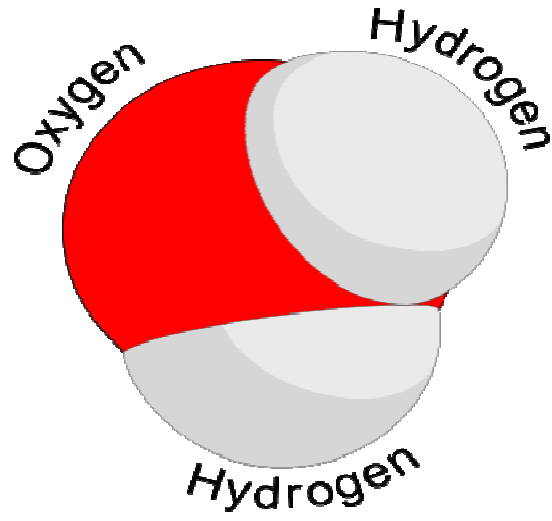
است.

^{۴۹} منبع : سایت انگلیسی زبان njscuba.net

^{۵۰} منبع : سایت انگلیسی زبان njscuba.net

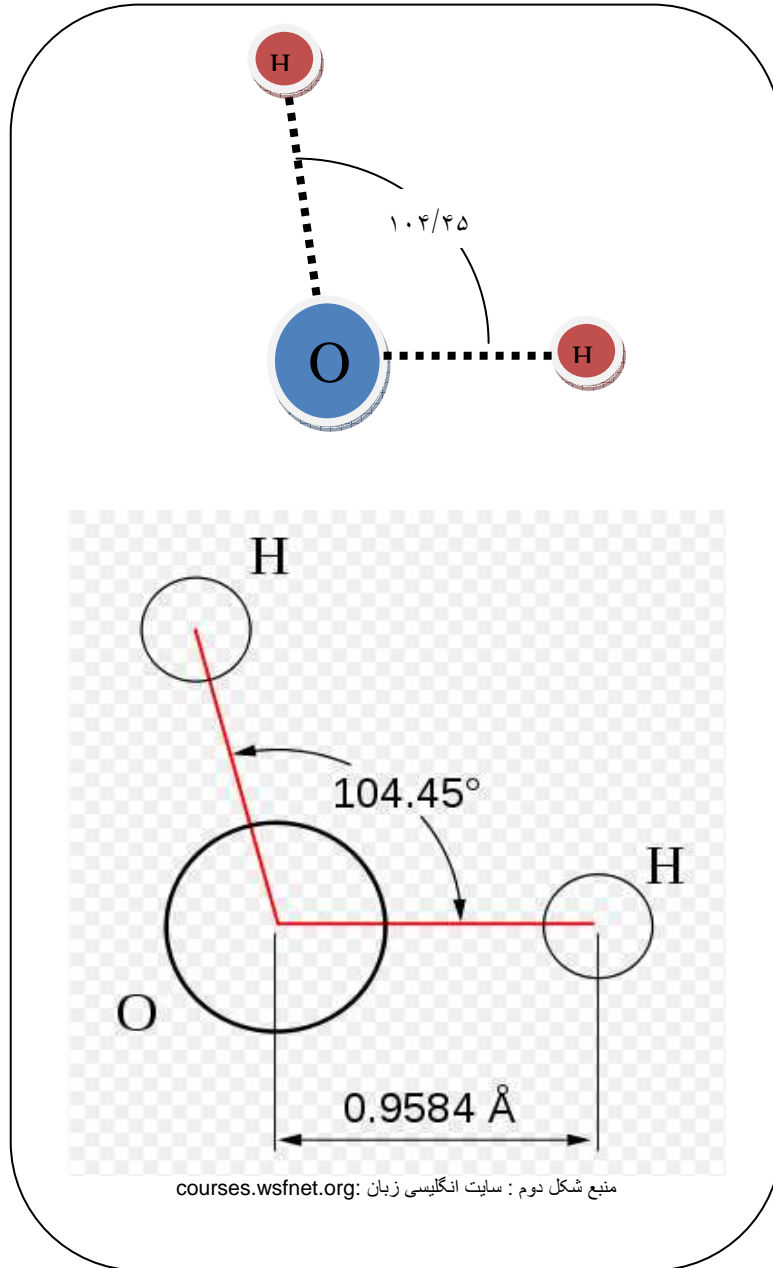


شکل شماره ۲۶- ملکول آب





شکل شماره ۲۷ و ۲۸- ملکول آب با درج زاویه بین پیوند های هیدروژن به اکسیژن برحسب درجه





(۷) قدر دانی



(۸) منابع و مراجع

(۸-۱) فارسی

- ۱- نویسندگان سایت شورای جهانی آب، مقالات متفرقه در رابطه با آب مجازی، ترجمه: مریم پنجعلی اصل، WORLD WATER COUNCIL، ۲۰۰۸.
- ۲- اردکانیان، تجارت آب مجازی: ادبیات جهانی و کاربرد در ایران (ارائه شده در دومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران - دانشگاه صنعتی اصفهان - بهمن ماه ۱۳۸۵).
- ۳- ویکی‌پدیا، دانشنامه آزاد <http://fa.wikipedia.org>، ۲۰۰۹.
- ۴- نشریه شماره ۱۲ از سری نشریات تحقیقاتی ارزش آب - یونسکو.
- ۵- سایت تخصصی شرکت آب و فاضلاب روستایی استان کرمانشاه، <http://www.abfar-kermanshah.ir>، ۱۳۸۷.
- ۶- مصطفایی، عبدالله، مترجم؛ نویسنده: پیتر راجرز؛ مقاله نگاهی به روش های نوین تامین آب در کشورهای گرم و خشک.
- ۷- کشاورز، عباس؛ حیدری نادر، مقاله نگرشی بر اسراف و ضایع نمودن منابع آب کشور در مراحل تولید و مصرف محصولات کشاورزی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۱۳۸۴.
- ۸- آمار نامه کشاورزی، جلد اول محصولات زراعی و باغی سال ۸۱-۸۰، دفتر آمار و فن آوری اطلاعات، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۲.
- ۹- طرح افزایش عملکرد و تولید گندم آبی و دیم کشور، وزارت جهاد کشاورزی، خرداد ۱۳۶۱.
- ۱۰- مجموعه مقالات نخستین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی، ۲۹ مهرماه ۸۲، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۱- عسگری؛ احمد - نشریه آب مجازی ارائه شده در سومین میزگرد کشاورزی؛ فناوری؛ بهره وری - تهران ۱۳۸۷/۴/۳۱.
- ۱۲- آمار مندرج در شبکه آمار و اطلاعات وزارت نیرو <http://isn.moe.org.ir>، ۱۳۸۷.
- ۱۳- صدیقی، محمد حسن؛ کارشناس علوم اقتصادی، مقاله «آب را به باد ندهیم» مندرج در نشریه خراسان رضوی صفحه اول، هفتم آبان ۱۳۸۶.
- ۱۴- صدیقی، محمد حسن؛ کارشناس علوم اقتصادی، مقاله «آب را به هدر می دهیم! کشاورزی در خراسان = تولید زیان» مندرج در نشریه خراسان رضوی صفحه اول، هفتم آبان ۱۳۸۶.
- ۱۵- جداول مندرج در گزارش جمهور؛ شماره ۳۶؛ هجدهم خرداد ۱۳۸۷.



۱۶- رحیمی، محمد رضا؛ مهدی زاده، تورج؛ نقش انتقال حوضه به حوضه در راهبرد طرح جامع مدیریت به هم پیوسته منابع آب و مدیریت عرضه و تامین؛ ارائه شده در اولین همایش انتقال حوضه به حوضه آب؛ اردیبهشت؛ زمستان ۱۳۸۷.

۱۷- مقالات و نوشته های متفرقهء مرتبط و بدون نام نویسنده در سایت خبری وزارت نیرو ،
http://www.wnn.ir .۱۳۸۷.

۱۸- پورصادق، ناصر؛ مهدی زاده، تورج؛ استراتژی کاهش صادرات آب مجازی، راهبرد بهار ۱۳۸۸.

۱۹- استیسی، اینجل؛ لاری، منسوئی؛ ایجاد مشوق کاهش مصرف انرژی در دراز مدت،
www.america.gov، ۲۶، مه ۲۰۰۹.

(۸-۲) سایر

- 20- Internet source, <http://www.Virtualwater.htm>
- 21- Abbas, K., Heydari, N., and S. Ashrafi (2003) "Management of agricultural water consumption, drought, and supply of water for future demand in IRAN", Proceedings of 7th Int'l Conference on Sustainable Development and Management of Dry-lands in 21 century, 14-17 Sep. 2003, Olympic Hotel, Tehran, Iran.
- 22- Oki, T., Kanae, S., Virtual water trade and world water resources, Research Institute for Humanity and Nature, Takashima-cho, Kamigyo-ku, Kyoto 602-0878, Japan. Editors: No editors, Document Title : Water Science and Technology, 2004 (Vol. 49) (No. 7) 203-209
- 23- J.A. Allan, Virtual Water: A Strategic Resource Global Solutions to Regional Deficits, School of Oriental and African Studies, University of London, Thornhaugh Street, London WC1H 0XG, United Kingdom. E-mail: tal@soas.ac.uk; URL: <http://www.soas.ac.uk/geography/waterissues/2008>.
- 24- <http://www.iraneconomics.net/fa/articles.asp?id=356>
- 25- Henrik Larsen, DHI Water Policy, Water for Energy, Energy for Water, Ministry of Sustainable Development, French Water Partnership / NCT / 2 septembre 2008.
- 26- Visionary Concepts and Contributions Give "Virtual Water" Innovator 2008 Stockholm Water Prize, For more information, visit www.siw.org or contact: Stephanie Blenckner, SIWI. The Stockholm International Water Institute (SIWI).
- 27- MAHTAB S. BAMJI, Virtual water trade, Hyderabad 500 020, India e-mail: msbamji@gmail.com, CURRENT SCIENCE, VOL. 94, NO. 3, 10 FEBRUARY 2008.
- 28- Vijay Kumar and Jain, The article on 'Status of virtual water trade from India' (Curr. Sci., 2007, 93, 1093-1099).
- 29- Professor John Anthony Allan., Virtual Water: a Strategic Resource., 1998
- 30- Professor John Anthony Allan., Virtual Water: An Essential Element in Stabilizing the Political Economies of the Middle East, in Transformation of Middle Eastern National Environments, 1998
- 31- Virtual Water and Agriculture in the Context of Sustainable Development; ۲۰۰۵; OECD Workshop on agriculture and water; Brigitte DECRAUSAZ Federal Office for Agriculture Switzerland.



- 32- Hoekstra, A.Y and P.Q.Hung;۲۰۰۳; Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade
- 33- Virtual Water; A Project of the Water Efficiency Task Group; VICTORIAN WATER (INDUSTRY ASSOCIATION INC).
- 34- ZIMMER, Daniel and Daniel RENAULT; VIRTUAL WATER IN FOOD PRODUCTION AND GLOBAL TRADE REVIEW OF METHODOLOGICAL ISSUES AND PRELIMINARY RESULTS.
- 35- Hoekstra ,Arjen; Virtual water transfer between nations; UNESCO-IHE, Delft, Netherlands
- 36- J. M. Dabrowski, E. Masekoameng, and P. J. Ashton, Analysis of virtual water flows associated with the trade of maize in the SADC region: importance of scale , Received: 18 July 2008 – Accepted: 18 July 2008 – Published: 12 September 2008,Correspondence to: J. M. Dabrowski (jdabrowski@csir.co.za)
- 37- H. Schreier (Referee), Interactive comment on “Analysis of virtual water Flows associated with the trade of maize in the SADC region: importance of scale” by J. M. Dabrowski et al. Received and published: 15 October 2008.
- 38- Hong Yang, Alexander J. B. Zehnder, Globalization of Water Resources through Virtual Water Trade, Zurich, Switzerland, 15 April 2008.
- 39- Yang, H., Reichert, P., Abbaspour, K. C., and Zehnder, A. J. B. 2003. A water resources threshold and its implications for food security, Environmental Science and Technology, 37(14), 3048-3054.
- 40- Yang, H., and Zehnder, A. J. B. 2002. Water scarcity and food import - a case study for southern Mediterranean countries, World Development, 30, 1413-1430.
- 41- Oki, T., and Kanae, S. 2004. Virtual water trade and world water resources, Water Science and Technology, 49(7), 203-209.
- 42- FAO, 2004. Database of the Food and Agricultural Organization of the UN.
- 43- Allan, J.A. 1997. 'Virtual water': A long term solution for water short Middle Eastern economies? Occasional Paper. SOAS Water Issues Group, King's Collage. UK.
- 44- Maite M. Aldaya, Green water strategic importance in international crop trade, Fourth International Workshop on Hydro-Hegemony , London, 31 May – 1 June 2008,
- 45- Aldaya, M.M., Hoekstra, A.Y. and Allan, J.A. (2008) Strategic importance of green water in international crop trade. Value of Water Report Series, UNESCO-IHE. Delft, the Netherlands.
- 46- Nabeela Afrooz Rahman, NAFTA and Virtual Water Trade: An estimation of virtual water trade in livestock and livestock products between Canada and the United States, Waterloo, Ontario, Canada, 2008.
- 47- A.Y. Hoekstra, A.K. Chapagain,Water footprints of nations Volume 1: Main Report, Research Report Series No. 16, UNESCO-IHE Delft November 2004.