جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

راهنمای نحوه ارتباط بیلان منابع آب کشور با تجارت آب مجازی

ضابطه شماره ۷۶۱

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی و اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

nezamfanni.ir

وزارت نیرو

دفتر استانداردها و طرح‌های آب و آبفا

http://seso.moe.gov.ir

۱۳۹۷

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رییس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره:	۹۷/۶۰۳۳۱۹
	تاریخ:	۱۳۹۷/۱۱/۰۲

موضوع: راهنمای نحوه ارتباط بیلان منابع آب کشور با تجارت آب مجازی

در چارچوب نظام فنی و اجرایی یکپارچه کشور موضوع ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و مواد (۶) و (۷) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی- مصوب سال ۱۳۵۲، به پیوست ضابطه شماره ۷۶۱ با عنوان «**راهنمای نحوه ارتباط بیلان منابع آب کشور با تجارت آب مجازی**» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این ضابطه درصورت نداشتن ضوابط بهتر، از تاریخ ۱۳۹۸/۰۱/۰۱ الزامی است.

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران این سازمان دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را اعلام خواهد کرد.

محمد باقر نوبخت

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده‌ی گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هر گونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را بصورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت دانش اسناد فنی و اجرایی (سما) ثبت‌نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این نشریه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال کنید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه – مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

Email: nezamfanni @mporg.ir **web: nezamfanni.ir**

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

باسمه تعالی

پیشگفتار

آب مجازی میزان آبی است که در فرایند تولید کالا مصرف شده است؛ اصطلاح آب مجازی برآمده از عبارت تجارت آب مجازی است که در آن، میزان آب مصرف شده در فرایند تولید کالاهایی که از مرز یک قلمرو سیاسی مستقل، وارد یا صادر می‌شود، مورد نظر است. از این دیدگاه، آب مجازی به همراه سه منبع آب واقعی که عبارت از آب آبی (سطحی-زیرزمینی)، آب سبز (بخشی از رطوبت خاک که به وسیله ریشه گیاهان جذب می‌شود) و آب خاکستری (پساب، آب های شور و آب‌های آلوده) هستند، یکی از منابع چهارگانه آب است. از دیدگاه بیلان متعارف، منابع آب به طور اساسی مربوط به منابع آب آبی و خاکستری می‌شود و دو منبع دیگر (مجازی و سبز) در چرخه آب در نظر گرفته نمی‌شود. پیوند بین «منابع آب واقعی» با «منابع آب مجازی»، پیوند بحث تجارت آب مجازی با بیلان منابع آب است. از سوی دیگر بیلان متعارف، یک چرخه بسته می‌باشد. ولی در پیوند با منابع آب مجازی، دیگر با یک چرخه بسته روبرو نبوده، بلکه با فرآیندها و تبادلات بین منابع آب روبرو هستیم. بر پایه یافته‌های این راهنما، مراحل کلی مربوط به تعین رابطه بیلان منابع آب کشور با تجارت آب مجازی، در دو گام «شناسایی و تعیین منابع چهارگانه‌ی آب و نحوه‌ی پیوند آن‌ها» و «تعیین مقادیر (محتویات) منابع چهارگانه‌ی آب» تبیین می‌گردد.

با توجه به اهمیت مبحث فوق‌الذکر، امور آب وزارت نیرو در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، تهیه دستورالعمل «راهنمای نحوه ارتباط بیلان منابع آب کشور با تجارت آب مجازی» را با هماهنگی امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور در دستور کار قرار داد و پس از تهیه، آن را برای تایید و ابلاغ به عوامل ذینفع نظام فنی و اجرایی کشور به این معاونت ارسال نمود که پس از بررسی، براساس نظام فنی اجرایی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی مصوب هیات محترم وزیران تصویب و ابلاغ گردید.

علیرغم تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردید، این مجموعه مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب آن نیست. لذا در راستای تکمیل و پربار شدن این ضابطه از کارشناسان محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی را به امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال کنند. کارشناسان سازمان پیشنهادهای دریافت شده را بررسی کرده و در صورت نیاز به اصلاح در متن ضابطه، با هم‌فکری نمایندگان جامعه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن اصلاحی، اقدام و از طریق پایگاه اطلاع‌رسانی نظام فنی و اجرایی کشور برای بهره‌برداری عموم، اعلام خواهند کرد. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین ضوابط ابلاغی معتبر، در بالای صفحات، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده است که در صورت هرگونه تغییر در

omoorepeyman.ir

مطالب هر یک از صفحات، تاریخ آن نیز اصلاح خواهد شد. از این‌رو همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدیدتر معتبر خواهد بود.

بدین وسیله معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی از تلاش‌ها و جدیت رییس امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران کشور جناب آقای دکتر سیدجواد قانع‌فر و کارشناسان محترم این امور و نماینده مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو، جناب آقای مهندس تقی عبادی و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این ضابطه، تشکر و قدردانی می‌نماید.

حمیدرضا عدل
معاون فنی، امور زیربنایی و تولیدی
زمستان ۱۳۹۷

omoorepeyman.ir

تهیه و کنترل «راهنمای نحوه ارتباط بیلان منابع آب کشور با تجارت آب مجازی»

[ضابطه شماره ۷۶۱]

مجری: دانشگاه شیراز و شرکت مهندسین مشاور سنگاب زاگرس

مشاورین پروژه: داریوش مختاری کارشناس آزاد (مدیر مسوول فصلنامه مدیریت آب) فوق‌لیسانس اقتصاد کشاورزی

تورج کشاورز مهندسین مشاور سنگاب زاگرس فوق‌لیسانس هیدرولوژئولوژی

اعضای گروه تهیه‌کننده:

افراسیاب بزرگر	مهندسین مشاور سنگاب زاگرس	فوق‌لیسانس هیدرولوژئولوژی
غلامرضا سلطانی	دانشگاه شیراز	دکترای اقتصاد کشاورزی (اقتصاد آب)
شادروان سیف‌الله امین	دانشگاه شیراز	دکترای حفاظت خاک
تورج کشاورز	مهندسین مشاور سنگاب زاگرس	فوق‌لیسانس هیدرولوژئولوژی
مزدا کمپانی زارع	دانشگاه شیراز	دکترای هیدرولوژی
داریوش مختاری	کارشناس آزاد	فوق‌لیسانس اقتصاد کشاورزی

اعضای گروه نظارت:

عباسقلی جهانی	شرکت مهندسین مشاور بهان سد	فوق‌لیسانس مهندسی هیدرولوژی
محمد ابراهیم رئیسی	شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس	فوق‌لیسانس اقتصاد کشاورزی
فاطمه قبادی حمزه‌خانی	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور	دکتری مهندسی عمران - آب

اعضای گروه تایید کننده (کمیته تخصصی مدیریت منابع آب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور):

بهرام ثقفیان	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران	دکترای منابع آب
فضلعلی جعفریان	شرکت مدیریت منابع آب ایران	لیسانس زمین‌شناسی
عباسقلی جهانی	شرکت مهندسین مشاور بهان‌سد	فوق‌لیسانس مهندسی هیدرولوژی
پیمان دانش‌کارآراسته	دانشگاه بین‌المللی امام خمینی	دکترای علوم و مهندسی آبیاری
فاطمه قبادی حمزه‌خانی	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور	دکتری مهندسی عمران - آب
حسن نقوی	شرکت مدیریت منابع آب ایران	فوق لیسانس آب زیرزمینی

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور):

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
فرزانه آقارمضانعلی	رییس گروه امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
سیّد وحیدالدین رضوانی	کارشناس امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	**۱**
فصل اول - کلیات	**۵**
۱-۱- تعریف‌ها و مفهوم‌های کلیدی	۷
۱-۲- گام‌های تعیین رابطه بیلان منابع آب کشور با تجارت آب مجازی	۲۲
فصل دوم- شناسایی و تعیین انواع منابع چهارگانه آب (آبی، سبز، خاکستری و مجازی) و نحوه‌ی پیوند آن‌ها	**۲۵**
۲-۱- نکات کلی در خصوص تعیین انواع منابع چهارگانه آب	۲۷
۲-۲- جزییات و روابط مربوط به شناسایی انواع منابع آب و نحوه پیوند آن‌ها	۲۹
۲-۳- منابع آب موجود	۳۰
۲-۳-۱- روابط محاسباتی مورد نیاز برای محاسبه‌ی پیوند (ارتباط) «تغییرات حجم منابع» و «فرآیندها»	۳۷
۲-۴- فهرست تبادلات منابع آب (فرآیندها)	۴۱
فصل سوم- تعیین مقادیر (محتویات) منابع چهارگانه‌ی آب (آبی، سبز، خاکستری و مجازی)	**۵۱**
۳-۱- کلیات	۵۳
۳-۲- تعیین مقادیر (محتویات) منابع آب آبی	۵۳
۳-۳- تعیین مقادیر (محتویات) منابع آب سبز	۵۳
۳-۴- تعیین مقادیر (محتویات) منابع آب خاکستری	۵۳
۳-۵- تعیین مقادیر (محتویات) منابع آب مجازی (آبی - سبز- خاکستری)	۵۴
۳-۵-۱- تعیین آبرانه (آبی- سبز- خاکستری) کالاهای کشاورزی	۵۵
۳-۵-۲- تعیین آبرانه (سبز) محصولات عمده جنگلی و مرتعی	۶۹
۳-۵-۳- تعیین آبرانه محصولات دامی	۷۲
۳-۵-۴- تعیین آبرانه (سبز) محصولات آبزیان	۷۹
۳-۶- تعیین محتویات آب مجازی (آبی- خاکستری) کالاهای صنعتی	۸۱
۳-۷- تعیین میزان آب مصرفی شهری و روستایی (شرب، شستشو، فضای سبز و خدمات)	۸۳
۳-۸- تعیین میزان آب مجازی کالاهای صادراتی و وارداتی	۸۴
فصل چهارم - تعیین شیوه کاربرد یافته‌های مربوط به پیوند مقادیر منابع چهارگانه آب	**۸۵**
۴-۱- کلیات	۸۷
۴-۲- بررسی ارتباط تجارت آب مجازی با بیلان منابع آب (پیوند منابع آب مجازی با منابع آب آبی، سبز و خاکستری)	۸۸

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۲-۱- نتایج محاسبات مربوط به پیوند تجارت آب مجازی با بیلان منابع آب در ایران	۸۹
۴-۳- روش تعیین میزان کمبود آب ملی، وابستگی آب، خودکفایی منابع آب و سرانه آبرانه کشور	۹۸
۴-۴- روش تعیین تبادل آب مجازی بین کشور با سایر کشورها	۱۰۰
۴-۵- نحوه تعیین تاثیر تجارت آب مجازی کالاهای صادراتی و وارداتی بر ذخایر آبی کشور	۱۰۱
۴-۶- نحوه تاثیر تجارت آب مجازی بر نیازهای مواد غذایی جمعیت با توجه به وابستگی تولیدات دامی به مراتع کشور	۱۰۲
۴-۷- کمی‌کردن جریان آب مجازی در ارتباط با امنیت غذایی در محدوده کشوری	۱۰۳
۴-۸- در نظرگرفتن ملاحظات محیط‌زیستی در محاسبه آبرانه	۱۰۵
۴-۸-۱- ارزیابی آب قابل دسترس	۱۰۶
۴-۸-۲- شاخص اثر آبرانه‌ها	۱۰۹
پیوست ۱- نمونه‌ای از بیلان متعارف منابع آب (آبی) در یک محدوده جغرافیایی	**۱۱۱**
پیوست ۲- نکات ویژه پیرامون محاسبات آب مصرفی واحدهای صنعتی کشور	**۱۱۷**
پیوست ۳- نرم‌افزار «تجارت آب مجازی» با راهنمای آن برای محاسبه گام به گام «پیوند تجارت آب مجازی و بیلان منابع آب در محدوده جغرافیایی معین (کشور)»	**۱۲۳**
منابع و مراجع	**۱۳۹**

omoorepeyman.ir

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- اجزای چرخه آب در طبیعت	۱۱
شکل ۱-۲- چرخه آب و اجزای تشکیل‌دهنده آن در طبیعت	۱۱
شکل ۱-۳- شماتیک کلی از محاسبه آب مجازی برای تعیین توازن آب مجازی در یک محدوده معین	۱۹
شکل ۱-۴- رابطه بین آبرانه مصرف ملی و آبرانه درون یک کشور در یک مثال ساده برای دو کشور تجاری	۲۰
شکل ۱-۵- آبرانه مستقیم و غیرمستقیم در هر مرحله از زنجیره تولید محصولات دامی از مرحله تولید تا مصرف‌نهایی	۲۱
شکل ۱-۶- شماتیکی از اجزای آبرانه بر پایه دیدگاه هاکسترا	۲۱
شکل ۱-۷- گام‌های اصلی برای تعیین مقادیر منابع چهارگانه آب (پیوند بیلان منابع آب با تجارت آب مجازی)	۲۴
شکل ۲-۱- بیلان منابع آب موجود به همراه منابع چهارگانه و فرآیندهای داخلی و خارجی در یک محدوده جغرافیایی معین براساس یافته‌های گزارش	۳۲
شکل ۲-۲- بیلان آب محدوده مورد مطالعه با در نظرگرفتن آب مجازی و آبرانه داخلی و خارجی براساس نظریه‌ی هاکسترا و چاپاگاین (2007) و یافته‌های گزارش	۳۶
(کادر سبز رنگ پیرامون، بیانگر یک محدوده جغرافیایی ملی -کشور ایران- هست.)	۳۶
شکل ۲-۳- چهار مرحله در ارزیابی آبرانه	۴۰
شکل ۲-۴- مثالی از بلوک ساختاری اصلی روند آبرانه با در نظرگرفتن تمامی آبرانه‌های دیگر	۴۱
شکل ۳-۱- نتیجه فرآیندهای آبیاری: ذخیره آب، حمل و نقل آب و آبیاری مزرعه	۵۶
شکل ۳-۲- تهیه یک محصول از چند محصول دیگر مثل: کالباس	۵۷
شکل ۳-۳- محاسبه آبرانه در شرایطی چند محصول ورودی با چند محصول خروجی	۵۷
شکل ۳-۴- تعیین آبرانه گندم و فرآورده‌های آن	۶۵
شکل ۳-۵- شماتیک تولید برنج و مقادیر نسبت تولیدی و نسبت ارزشی در هر گام از فرآیند تولید برنج	۶۷
شکل ۳-۶- طرح محاسباتی برای ارزیابی آبرانه مصرف ملی محصول برنج	۶۸
شکل ۳-۷- تعیین آبرانه چوب	۷۲
شکل ۴-۱- نواحی چهارگانه کم‌یابی- وابستگی آبی	۹۸
شکل ۴-۲- آب آبی قابل دسترس از دیدگاه محیط زیستی	۱۰۸
شکل پ.۱-۱- چرخه آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی لار به عنوان نمونه در یک سال آبی معین	۱۱۳
شکل پ.۱-۲- چرخه آب در محدوده مطالعاتی میناب	۱۱۵

omoorepeyman.ir

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۲-۱- علایم کوتاه مربوط به نوع منابع آب (براساس مبانی ارائه شده در بند ۲-۲)	۳۱
جدول ۲-۲- انواع منابع آب بیرونی (براساس مبانی ارائه‌شده در بند ۲-۲)	۴۲
جدول ۲-۳- انواع منابع آب داخلی (براساس مبانی ارائه‌شده در بند ۲-۲)	۴۳
جدول ۲-۴- انواع مصرف از منابع آب (براساس مبانی ارائه‌شده در بند ۲-۲)	۴۴
جدول ۲-۵- نحوه چیدمان تبادلات منابع چهارگانه آب (آبی- سبز- خاکستری و مجازی) در چهارچوب «نحوه ارتباط بیلان منابع آب با تجارت آب مجازی» در محدوده جغرافیایی کشور ایران	۴۵
جدول ۳-۱- آب مصرفی و آبرانه هر هکتار محصولات زراعی کشور در سال آبی ۸۵-۱۳۸۴	۶۲
جدول ۳-۲- برآورد کل آب مصرفی و آبرانه محصولات زراعی کشور در سال آبی ۸۵-۱۳۸۴ (هکتار- میلیون مترمکعب)	۶۳
جدول ۳-۳- برآورد آب سبز جنگل‌ها و مراتع برحسب استان در سال ۱۳۸۴	۷۰
جدول ۳-۴- برآورد مقدار مواد غذایی و کل آب مورد نیاز دام گاو گوشتی در کشور	۷۸
جدول ۳-۵- برآورد مقدار مواد غذایی مورد نیاز دام و آب موجود در مواد خوراکی	۷۹
جدول ۳-۶- میزان آب مصرفی مزارع پرورش ماهیان گرم آبی کشور به تفکیک استان در سال ۸۵ (تن- مترمکعب)	۸۰
جدول ۳-۷- نمونه‌ای از جداول محاسباتی مقدار آب مصرفی واحدهای صنعتی کشور- صنایع غذایی (مترمکعب)	۸۲
جدول ۳-۸- خلاصه وضعیت آب شرب کشور در سال ۱۳۸۵ (میلیون مترمکعب)	۸۴
جدول ۳-۹- میزان آب مجازی کالاهای صادراتی کشاورزی در سال ۱۳۸۵ (میلیون مترمکعب)	۸۴
جدول ۴-۱- تبادلات منابع چهارگانه آب (آبی، سبز، خاکستری و مجازی) در چهارچوب «نحوه ارتباط بیلان منابع آب با تجارت آب مجازی» در محدوده جغرافیایی کشور ایران در دوره زمانی ۸۵-۱۳۸۴	۹۱
جدول ۴-۲- وضعیت مصارف آب در کشور براساس آمار و اطلاعات سال ۱۳۸۵	۹۷
جدول ۴-۳- شاخص کمبود آب ملی (درصد- میلیون مترمکعب)	۱۰۰
جدول ۴-۴- درصد وابستگی و خودکفایی آبی (درصد- میلیون مترمکعب)	۱۰۰
جدول ۴-۵- سرانه آبرانه کشور (درصد- میلیون مترمکعب)	۱۰۰
جدول ۴-۶- محاسبات میزان آب ذخیره ملی در کشور در نتیجه تجارت آب مجازی	۱۰۲
جدول ۴-۷- شرح سناریوها و گزینه‌های مختلف امنیت غذایی	۱۰۴
جدول ۴-۸- عناصر خوراکی حاصل از تولید، مصرف موجود و مصرف استاندارد محصولات غذایی در سال ۱۳۸۵-سناریو ۱ گزینه ۱ - هزار تن	۱۰۴

omoorepeyman.ir

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۹- شکاف عناصر غذایی در وضعیت های «تولید از مصرف»، «مصرف از مصرف استاندارد» و «تولید از مصرف استاندارد» در سال ۱۳۸۵- سناریو ۱ گزینه ۱- هزار تن ۱۰۵

جدول ۴-۱۰- شاخص‌های امنیت مواد غذایی در سال ۱۳۸۵ - سناریو ۱ گزینه ۱ ۱۰۵

جدول ۴-۱۱- میزان آب معادل در تولید، مصرف موجود و مصرف استاندارد محصولات غذایی در سال ۱۳۸۵- سناریو ۱ گزینه ۱ هزار مترمکعب ۱۰۵

omoorepeyman.ir

مقدمه

تغییرات ساختاری و الگوی مصرف آب این است که هر گاه منطقه‌ای کمبود آب داشته باشد، باید به تولید محصولاتی بپردازد که از هر واحد آب مصرف شده بیش‌ترین درآمد را به دست آورد و محصولاتی را که آب بیش‌تر و بازده کم‌تری در واحد آب دارند، از مناطق دیگر وارد کنند. بر این اساس، الگوی تجارت جهانی محصولات در ارتباط با آب مجازی باید طوری طراحی شود که کشورهایی که دارای منابع آب فراوانند محصولات آب‌بر صادر و کشورهای کم‌آب، محصولات آب‌بر وارد کنند و محصولاتی که نیاز کم‌تری به آب دارند ولی نیروی کار بیش‌تری نیاز دارند، (یعنی محصولات کاربر) صادر کنند.

توجه به راهبرد کارآیی بخشی آب موجب افزایش قدرت اقتصادی کشورهای کم‌آب نیز می‌شود و به این ترتیب کشورها بهتر می‌توانند از سیاست خودکفایی مواد غذایی به سمت سیاست امنیت مواد غذایی با محوریت تجارت آب مجازی گرایش پیدا کنند. برای دستیابی به امنیت غذایی در سطح خانوار باید مجموعه کاملی از سایر مسایل مورد توجه قرار گیرند. از نظر محیط‌زیستی، در کشورهایی که مقدار اراضی حاصل‌خیز برای توسعه تولیدات کم‌تر از میزان مورد نیاز است، نیاز به واردات مواد غذایی دارند و درصورتی‌که بر منابع تولید خود فشار آورند، اثرات محیط‌زیستی منفی برجای می‌گذارد. این به آن معنی است که برخی کشورها نیاز به اراضی حاصل‌خیز بیش‌تری برای تولید محصولات دارند و برای جبران آن ناچارند از ظرفیت‌های تولید سایر کشورها استفاده کنند و لذا اقدام به واردات آب مجازی کنند و به این ترتیب، به محیط زیست خود کمک کنند. با این حال، تجارت آب مجازی نوش‌داروی تمام مشکلات ناشی از آب در جهان نیست. لیکن، باید این واقعیت را به خوبی دریافت که تجارت آب مجازی می‌تواند در سطح راهبردی و مدیریتی یک کشور کارآمد باشد.

- هدف

از آنجا که تاکنون بیلان منابع آب، تنها مربوط به چرخه منابع آب سطحی و زیرزمینی بوده است با مطرح‌شدن بحث تجارت آب مجازی، دریچه جدیدی بر بیلان منابع آب گشوده می‌شود. به طوری که بحث تجارت آب مجازی بدون ارتباط با سایر مباحث سیاست‌گذاری و یا بدون ارتباط با بیلان منابع آب، بحثی خنثی و کم‌اثر است. افزون بر آن، پیوند تجارت آب مجازی با بیلان منابع آب و فرآیندهای تولید تا مصرف کالاها، آغازگر ورود این بحث به دنیای کاربردی و ارزیابی نقش این تجارت بر بیلان منابع آب کشور است.

هدف از تهیه این راهنما، ارائه یک چهارچوب برای تعیین ارتباط بیلان منابع آب کشور با تجارت آب مجازی است. از آنجا که تجارت آب مجازی به عنوان یک بحث نو در ادبیات مدیریت منابع آب کشورهای مختلف مطرح شده است، لازم بود دستورالعمل مناسبی در این رابطه تهیه شود تا راهنمای عملی مناسبی برای مطالعات و تصمیمات اجرایی مربوط به مدیریت منابع آب کشور باشد. مفاد این راهنما برای داده‌های موجود کشور نیز انجام شده تا به عنوان یک نمونه عملی، راهنمایی جامع برای کاربران باشد.

omoorepeyman.ir

- دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این راهنما، بررسی وضعیت تجارت آب مجازی و ارتباط آن با بیلان منابع آب در سطح ملی است که در آن، شیوه تعیین مقدار آب مجازی در زیربخش‌های اقتصادی (کشاورزی، صنعت و شهری-روستایی) و به تفکیک گروه‌های کالایی ارائه و محاسبه می‌شود. بنابراین با کمک این راهنما، می‌توان صرفا پیوند تجارت آب مجازی با بیلان منابع آب در قلمرو کشوری را محاسبه کرد. در کشورهای فدرال که هر کدام از استان‌ها یا مناطق کشور دارای مرزهای سیاسی جداگانه هستند و از نظر سیاسی دارای اقتصاد مجزایی می‌باشند، نیز می‌توان مقادیر مربوط به صادرات و واردات را به منزله تجارت جداگانه کالا به حساب آورد و آب مجازی را به عنوان یکی از منابع چهارگانه آب (آبی، سبز، خاکستری و مجازی)، برآورد و محاسبه کرد. بحث شناسایی منابع چهارگانه آب در راهنمای حاضر، پایه‌ای‌ترین مبحث در زمینه تجارت آب مجازی است. پس از آن از دریچه این مبحث می‌توان بحث‌های تکمیلی و هرگونه سیاست‌گزاری را از دریچه تجارت آب مجازی بررسی کرد. به واقع «پیوند بین تجارت آب مجازی و بیلان منابع آب»، پایه‌ای‌ترین بحث در زمینه تجارت آب مجازی است.

افزون بر آن، کوشش لازم برای تعمیم نتایج این راهنما در سطح حوضه‌ی آبریز (مشتمل بر چند دشت) و بخشی از یک حوضه‌ی آبریز (یک دشت) انجام گرفت که برای انجام محاسبات در سطح حوضه‌ی آبریز، مقادیر آب واقعی اعم از آب آبی، سبز و خاکستری تعیین شدند. لیکن، تعیین مقادیر آب مصرفی کالاهای صادره و وارده در سطح حوضه آبریز، ممکن نشد. به همین دلیل تعیین رابطه‌ی بین بیلان منابع آب و تجارت آب مجازی در سطح حوضه‌ی آبریز در دستورکار این راهنما قرار نگرفت. بنابراین برای کشور ایران که دارای مرزهای سیاسی استانی است و مقادیر صادره و وارده کالا به منزله تجارت کالا بین استان‌ها به حساب نمی‌آید، نمی‌توان محاسبات تجارت آب مجازی را برای مرزهای استانی تعیین کرد. آنچه برای قلمرو کشوری نیز محاسبه می‌شود، هم‌زمان چندین حوضه‌ی آبریز را در بر می‌گیرد.

مصارف در بیلان آب در واقع مقدار آبی است که در فرآیند تولیدات کشاورزی، صنعتی و خدمات (شرب) مصرف می‌شود و در نهایت به مصرف جمعیت انسانی می‌رسد. پیوند بین منابع آب واقعی (سطحی، زیرزمینی، رطوبت خاک و پساب) با منابع آب مجازی (آب مصرف‌شده در فرآیند تولید کالاها)، تلاقی بحث تجارت آب مجازی با بیلان آب است. به طور کلی بحث تجارت آب مجازی از حیث محتوایی، با بحث‌های کلیدی زیر مرتبط است:

- بیلان منابع آب در کشور
- کارآیی اقتصادی بهره‌برداری از منابع آب
- تجارت جهانی محصولات و توجه به مزیت نسبی تولیدات
- امنیت غذایی
- بهره‌برداری پایدار از منابع آب
- الگوهای کشت، تولید و مصرف محصولات کشاورزی
- توسعه پایدار و ملاحظات محیط‌زیستی

omoorepeyman.ir

- اثر بخشی آب

در این راهنما، شیوه ارتباط تجارت آب مجازی با بیلان منابع آب کشور تعیین می‌شود و ارتباط آن با سایر موارد نام‌برده نیز تا حدودی مشخص می‌شود. گرچه راهنمای حاضر ناظر بر نحوه تعیین این ارتباط‌ها است، ولی در رابطه با تعیین راهبرد تجارت آب مجازی و تعیین خطوط آن، اقدام جدی نمی‌کند. چرا که در تدوین راهبرد تجارت آب مجازی باید سیاست‌های مختلف دولت را در رابطه با میزان پذیرش خودکفایی مواد غذایی، حفاظت از منابع آب، توجه به مزیت نسبی تولید، امنیت غذایی و ... تعیین و پیش‌بینی کرد و پس از آن با ارائه گزینه‌های مختلف، آثار این سیاست‌ها را بر بیلان منابع آب بررسی کرد. در حالی که در راهنمای حاضر تنها با یک تحلیل ایستا به طور مشخص، ارتباط تجارت آب مجازی با بیلان منابع آب کشور برای مدت یک سال تعیین می‌شود. به طور کلی، دو کاربرد مشخص زیر از این دستورالعمل مورد نظر است:

- کاربرد نخست مربوط به تعیین ارتباط تجارت آب مجازی و بیلان منابع آب برای هر سال است.
- کاربرد دوم مربوط به بررسی تاثیر متغیرهای مختلف بر بیلان منابع آبی کشور برای هر سال است. این کاربرد به صورت‌های زیر امکان‌پذیر است:
  - تاثیر اجرای پروژه‌های توسعه منابع آب بر بیلان منابع آبی کشور
  - تاثیر واردات و صادرات سالیانه‌ی کشور بر بیلان منابع آبی کشور
  - بررسی تاثیر تولیدات خوراکی و غیرخوراکی سالیانه کشور و تاثیر آن بر بیلان منابع آبی کشور
  - بررسی تاثیر اقدامات و برنامه‌های کشور در بخش‌های مختلف بر بیلان منابع آبی کشور
  - بررسی تاثیر بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی بر بیلان منابع آب کشور
  - بررسی تاثیر برنامه‌های حفاظت جنگل و مراتع بر مقادیر منابع آب سبز
  - بررسی تاثیر برنامه‌های توسعه آب و فاضلاب بر مقادیر منابع آب خاکستری
  - بررسی تاثیر برنامه‌های الگوی کشت بر مقادیر منابع چهارگانه آب
  - ارزیابی مقادیر شاخص‌های وابستگی و خودکفایی منابع آب کشور
  - تعیین میزان آبرانه سرانه‌ی کشور
  - بررسی آثار محیط‌زیستی پروژه‌های توسعه منابع آب
  - بررسی تاثیر راهکار استفاده از آب‌های نامتعارف بر کاهش فشار بر منابع آب
  - بررسی تاثیر راهکار کاهش ضایعات محصولات کشاورزی در کاهش فشار بر منابع آب
  - بررسی تاثیر راهکار مدیریت مصرف مواد غذایی (مدیریت تغذیه) در کاهش فشار بر منابع آب
  - و ...

یادآوری می‌شود که بررسی موردهای یادشده یا مواردی شبیه آن، تنها برای یک بازه‌ی زمانی یک ساله امکان‌پذیر است. آشکار است که مقادیر متغیرها از یک سال به سال بعد، متفاوت است و به دنبال آن، نتایج مربوط به هر سال نیز

omoorepeyman.ir

متفاوت خواهد بود. در نرم‌افزار ارائه‌شده در این راهنما، امکان محاسبات و لحاظ‌کردن تغییرات سالیانه و مشاهده نتایج مربوطه، امکان‌پذیر است. به این ترتیب، چنانچه کاربران، مسیر سیاست‌های راهبردی مورد نظر خود را معلوم کنند، می‌توانند با کمک یافته‌های بالا از این راهنما برای تدوین راهبردهای مدیریت منابع آب هم کمک بگیرند.

omoorepeyman.ir

فصل ۱

کلیات

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱-۱- تعریف‌ها و مفهوم‌های کلیدی

- منابع نوع اول

به آن دسته از منابع طبیعی (مانند آب) که می‌تواند در یک منطقه معین به مقدار فراوان یا کم در دسترس باشد، گفته می‌شود.

- شاخص بازده بخشی آب

بازده بخشی آب، نسبت شراکت و تعامل یک بخش با بخش‌های اقتصادی مشابه از کل تولید ناخالص داخلی (GDP[1]) (قابل ذکر به عنوان درصدی از کل تولید ناخالص داخلی) به آب مصرفی در یک بخش اقتصادی معین (قابل ذکر به عنوان درصدی از کل مصرف آب ملی) است [۱۲۱].

$$\text{شاخص بازده بخشی آب} = \frac{\text{میزان شراکت بخش مورد نظر در تولید ناخالص داخلی (درصد)}}{\text{سهم مصرف آب بخش (درصد)}} \qquad (۱-۱)$$

هر چه سهم مصرف آب کمتر و میزان سهم آن بخش در تولید بیش‌تر شود، شاخص یادشده بهبود (افزایش) خواهد یافت. در ایران سهم بخش کشاورزی از تولید ناخالص داخلی حدود ۲۵ درصد بوده ولی سهم این بخش از مصرف آب حدود ۹۰ درصد است. به این ترتیب شاخص بازده بخشی آب بخش کشاورزی ایران برابر ۰/۲۷ است. چنانچه سهم بخش کشاورزی از منابع آب به حدود ۷۰ درصد کاهش یابد و با کمک بهبود بهره‌وری تولید هر مترمکعب آب، همان میزان تولیدات تحقق یابد، آنگاه شاخص بازده بخشی آب در بخش کشاورزی به عدد ۰/۳۶ افزایش خواهد یافت که نشان‌دهنده بهبود شاخص یادشده برای دستیابی به بازده مناسب‌تر و رقابت بین بخش‌های اقتصادی از مصرف آب هست. چون سهم بخش صنعت نیز حدود ۳۰ درصد از تولید ناخالص داخلی و در همان حال سهم آن از مصرف آب حدود ۵ درصد است، به این ترتیب شاخص یادشده برای بخش صنعت ایران برابر با ۶ است که این شاخص می‌تواند با افزایش مصرف آب در بخش صنعت و در همان حال افزایش سهم تولیدات صنعتی از کل تولید ناخالص داخلی، بهبود یابد. به این ترتیب شاخص یادشده تحت تاثیر دو عامل «سهم هر بخش از تولید ناخالص داخلی» و «سهم هر بخش از مصرف آب ملی»، تغییر می‌کند. به طور معمول شاخص بازده بخشی آب برای بخش کشاورزی پایین و برای بخش صنعت، بالاست. در صورتی که آبی که از مصرف بخش کشاورزی به سمت بخش‌های صنعتی و شهری منتقل شود، می‌تواند ارزش اقتصادی چند برابر بزرگ‌تر را از هر واحد خود تولید کند. یادآور می‌شود که یک میزان جهانی قابل پذیرش و منصفانه برای سهم بخش‌های کشاورزی، صنعتی و شرب از کل آب مصرفی در یک کشور به ترتیب برابر ۷۰-۶۵، ۲۸-۲۰ و ۱۰-۵ درصد است. به طور عموم کشاورزی بیش‌ترین مصرف آب را در یک اقتصاد دارد و تنها سهم اندکی در کل تولید ناخالص داخلی یک کشور دارد. از سوی دیگر،

1- Gross Domestic Product

omoorepeyman.ir

بخش صنعت کم‌ترین آب را مصرف می‌کند و سهم قابل ملاحظه و فراوانی را از کل تولید ناخالص داخلی تشکیل می‌دهد. این ویژگی‌های متفاوت کارآیی بخشی آب، این امکان را می‌دهد که مشکلات کم‌آبی را تحمل کنند.

- کم‌آبی

به مفهوم وجود شرایط غالبی است که زمانی به وجود می‌آید که مصرف آب تازه در یک جامعه معین، از سطح ذخیره‌ای پایدار فراتر می‌رود [۱۲۳]. کشورهایی که در شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک هستند، به طور معمول کشورهای کم‌آبی هستند.

- کمیابی آب

به مفهوم شرایطی است که از نظر آماری، تقاضا برای آب از سطح غالب ذخیره محلی فراتر می‌رود و افزایش عرضه آب ضروری می‌شود [۱۲۶]. کمیابی آب یک پدیده مقطعی است که در سال‌های خشک برای یک محدوده جغرافیایی معین (حتی کشور پرآب) قابل انتظار است.

- کمبود (مازاد) آب ملی

کمبود آب ملی به صورت نسبت «آب مصرفی» به «آب‌های مصرفی در دسترس» محاسبه می‌شود.

- وابستگی آب

وابستگی یک ملت به آب به صورت نسبت «خالص آب مجازی وارداتی» به «کل آب مصرفی» در کشور محاسبه می‌شود.

- خودکفایی منابع آب کشور

میزان خودکفایی آبی نشان‌دهنده توان یک ملت برای تامین آب مورد نیاز برای تولید داخلی کالا و خدمات در کشور است. اگر تمام آب مورد نیاز در دسترس باشد و از درون مرزهای کشور تامین شود، خودکفایی آبی برابر ۱۰۰ درصد است. میزان خودکفایی آبی در صورتی برابر صفر درصد خواهد بود که یک کشوری به طور کامل تکیه بر واردات آب مجازی داشته باشد.

- کارآیی اقتصادی در ارتباط با آب در سطوح محلی، ملی و جهانی

هرگاه آب به عنوان یک کالای اقتصادی در نظر گرفته شود، در سه سطح می‌توان به کارآیی اقتصادی آن نگاه کرد: مصرف‌کننده (مزرعه- خانگی)، حوضه آبریز و جهانی. کارآیی مصرف آب در سطح محلی را می‌توان برای مثال با استفاده از سیاست قیمت‌گذاری آب و توسعه فن‌آوری‌های آب‌اندوز، افزایش داد. در سطح حوضه، صحبت از ارزش آب در مصارف مختلف است که در این راستا سیاست‌های کلان بیش‌تر موثر است. در سطح جهانی می‌توان از طریق تجارت آب مجازی بین مناطق

omoorepeyman.ir

کم‌آب و پرآب، کارآیی مصرف آب را افزایش داد. به عبارت دیگر، تجارت آب مجازی بین کشورها و حتی قاره‌ها می‌تواند به عنوان ابزاری برای بهبود کارآیی مصرف آب در سطح جهانی و رسیدن کشورهای کم‌آب به امنیت آبی به کار گرفته شود.

- مزیت نسبی تولید در کشور با توجه به محدودیت منابع آب

پژوهشگران زیادی نشان داده‌اند که کشورهای دارای فقر منابع آبی می‌توانند امنیت غذایی خود را با واردکردن محصولات زراعی آب‌بر، تامین کنند. در تجارت آب مجازی، به فن‌آوری‌های تولید یا هزینه‌های تولید، توجه زیادی نمی‌شود و لزوما با اصول مزیت نسبی هماهنگ نیست. نظریه آب مجازی می‌تواند در تدوین سیاست‌هایی که استفاده از منابع محدود را مطلوب و بهینه می‌کند، موثر باشد، اما نظریه سودمندی نسبی برای تدوین راهبردهای بهینه تولید و تجارت مناسب است. کشورها می‌توانند از طریق ایجاد تعادل بین تولید داخلی مواد خوراکی، واردات و اصلاح بخش تغذیه، به امنیت غذایی دست یابند. بسیاری از کشورها مقدار فراوانی از مواد خوراکی مورد نیاز خود را وارد می‌کنند حتی اگر به ظاهر از به‌کاربردن راهبردهای تجارت آب مجازی دوری کنند [۱۷]؛ [۱۵۴] و [۱۵۵]. در دیگر کشورها، تجارت آب مجازی می‌تواند در ایجاد فرصت برای تعدیل فعالیت‌های تولیدی و تجاری به شکلی که باعث بهبود وضعیت تولید با استفاده از منابع محدود شوند، به طور موفقی عمل کنند [۱۴۴]؛ [۱۴۵]. اصل سودمندی نسبی جزو اساسی در تجارت جهانی است و درصورتی‌که کشورها توان خود را روی تولید کالاهای دارای سودمندی نسبی متمرکز کنند، به بیش‌ترین منفعت در تجارت دست می‌یابند. پس باید اقدام به واردات کالاها و خدماتی کنند که برای آن‌ها سودمندتر است. نظریه آب مجازی به میزان منابع آبی یک کشور توجه می‌کند اما به فن‌آوری تولید یا هزینه‌های تولید مربوط به آب و دیگر منابع محدود کاری ندارد. اگر یک کشور کم‌آب بتواند کالاهایی را با هزینه کم‌تر نسبت به یک کشور پرآب تولید کند، این کشور سود کافی را در تولید کالاها خواهد برد؛ حتی اگر آب در این کشور یک نهاده کمیاب و کلیدی باشد. از آنجا که هزینه‌های مطلق تولید نشان نمی‌دهند که کشورهای دارای منابع آب محدود باید چه نوع کالاهایی را صادر کنند، راهبرد بهینه تجارت آب مجازی تنها با آزمون‌کردن مزیت نسبی (مقایسه هزینه تولید یک کالا در دو کشور مختلف) قابل تدوین است.

بر همین اساس، در بیش‌تر کشورهای دارای منابع محدود آب، در صورت تولید کالاهای آب‌بر در کشور، هزینه بیش‌تری نسبت به تهیه آن از طریق واردات به کشور تحمیل می‌شود. پس این کشور باید منفعت اقتصادی را از طریق تولید کالاهای کم آب‌بر که دارای مزایای نسبی فراوانند (دارای هزینه پایین‌تر تولید است) به دست آورند و درصورتی‌که واردات کالا، سودمندی نسبی بیش‌تری داشته باشد یعنی هزینه تولید داخلی کالا بالا باشد، به واردات اقدام کند. پس کشورهای کم‌آب باید به سودمندی نسبی از طریق واردات کالاهای پرآب اقدام کنند؛ همان‌گونه که کشورهای پرآب باید، کالاهای آب‌بر تولید کنند.

omoorepeyman.ir

- تعریف و ابعاد امنیت غذایی

امنیت غذایی در سطوح فردی، خانوادگی، ملی و جهانی کاربرد دارد. چون تجارت آب مجازی در سطح ملی مورد نظر است بنابراین، در دستورالعمل حاضر به امنیت غذایی در سطح ملی توجه می‌شود. دو عامل مهم در امنیت غذایی یکی دسترسی به مواد خوراکی و دیگری وجود مواد خوراکی مفید و قابل استفاده است در جامعه که با هم در ارتباط تنگاتنگی می‌باشند. دسترسی به مواد خوراکی مستلزم این است که این مواد وجود داشته باشند. دسترسی به مواد خوراکی در سطوح ملی، ناحیه‌ای و محلی حاصل عملکرد تجارت و تولیدات کشاورزی است. برای ارتباط‌دادن امنیت مواد خوراکی به تجارت آب مجازی، اقدام به ارائه سناریوهای مختلف می‌شود. البته کاربرد اصلی این ارتباط مربوط به راهبرد تجارت آب مجازی می‌شود که در این دستورالعمل کم‌تر مورد توجه است.

- مفهوم توسعه پایدار و ملاحظات محیط‌زیستی در رابطه با آب

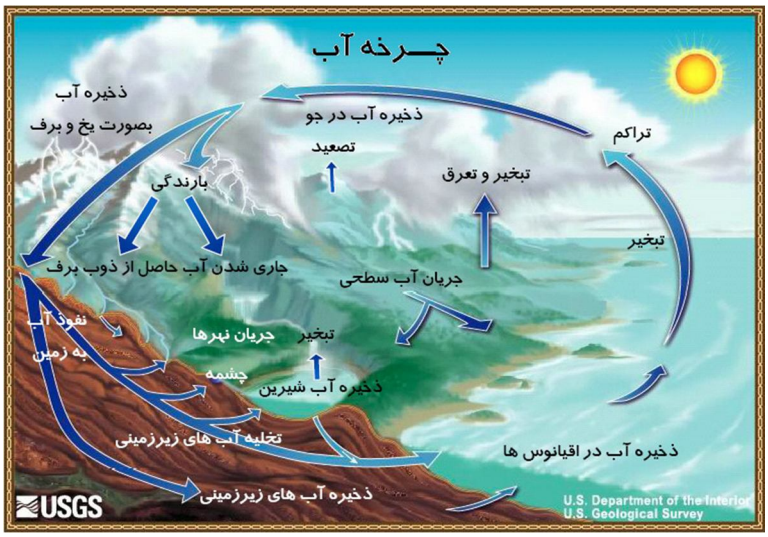
از دیدگاه گوئل کاهن[1] مفهوم توسعه پایدار مشتمل بر سه دیدگاه (هدف) اصلی اقتصادی، اجتماعی و بوم‌شناختی است. عناصر اساسی توسعه با یکدیگر در تعامل هستند. امروزه دانشمندان در بخش کشاورزی به منظور ایفای نقش کلیدی آن در دستیابی به توسعه‌ای پایدار، مقوله کشاورزی پایدار را مطرح کرده‌اند و شاید با اطمینان بتوان گفت که دستیابی به پایداری در بخش کشاورزی بس دشوارتر از دستیابی به پایداری در بخش صنعت است. در راهنمای حاضر نیز با ابرام بر پایداری بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، بر پایداری در بخش کشاورزی توجه می‌شود.

- چرخه آب یا سیکل هیدرولوژی[2]

مسیر حرکت آب در طبیعت مانند یک چرخه است. مسیر گردش آب در طبیعت را در اصطلاح چرخه آب‌شناسی یا به طور ساده، چرخه آب می‌نامند. این چرخه، آغاز و پایانی ندارد و در آن فرآیندهای بسیاری به طور پیوسته روی می‌دهد. انرژی خورشید، نیروی محرکه‌ی چرخه‌ی آب را تشکیل می‌دهد. آب اقیانوس‌ها و خشکی‌ها که در معرض تابش‌های خورشیدی قرار دارد، به طور پیوسته تبخیر می‌شود. بخار آب با بالا رفتن در هوا و تغییر شرایط، متراکم می‌شود و به شکل باران و برف یا به طور کلی «بارش» به سطح زمین بر می‌گردد (شکل ۱-۱).

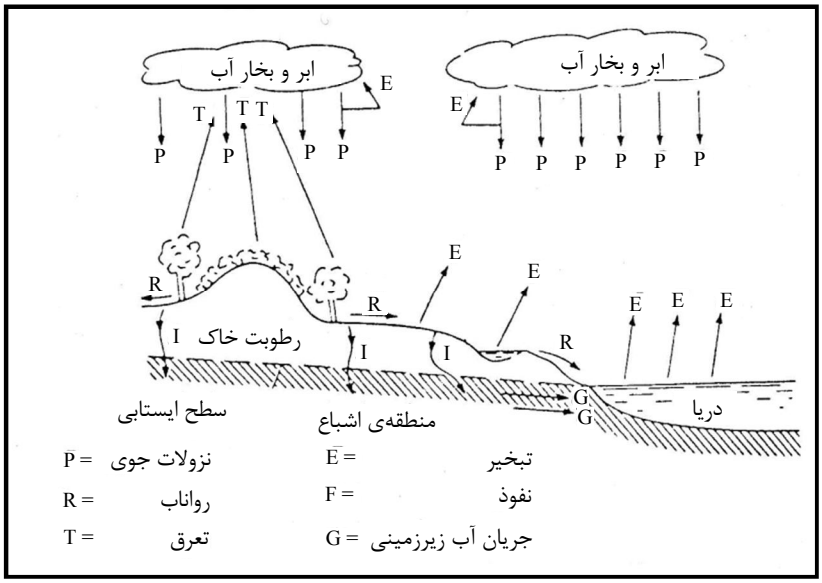
1- Goel Kahen
2- Hydrological Cycle

omoorepeyman.ir



شکل ۱-۱- اجزای چرخه آب در طبیعت

آب در طی این چرخه، از اتمسفر[۱]، لیتوسفر[۲] و هیدروسفر[۳] عبور می‌کند. شکل (۱-۲)، چرخه آب و اجزای تشکیل‌دهنده آن را در طبیعت نشان می‌دهد. مولفه‌ها یا فرآیندهای آب‌شناسی[۴] در شکل (۱-۲) عبارت از بارندگی (P)[۵]، رواناب سطحی (R)[۶]، تبخیر (E)[۷]، تعرق (T)[۸]، نفوذ (I)[۹] و جریان‌های زیرزمینی (G)[۱۰] هستند. (شکل ۱-۲)



شکل ۱-۲- چرخه آب و اجزای تشکیل‌دهنده آن در طبیعت

1- Atmosphere
2- Lithosphere
3- Hydrosphere
4- Hydrology
5- Precipitation
6- Run off
7- Evaporation
8- Transpiration
9- Infiltration
10- Ground Water

omoorepeyman.ir

- بیلان منابع آب

بررسی تبادلات آب در یک محدوده که بر اصل بقای جرم استوار است، بیلان آب خوانده می‌شود. بنابراین کلیه آب‌هایی که در یک زمان معین وارد یک محدوده خاص می‌شود، در این محدوده به مصرف رسیده، یا ذخیره می‌شود و یا به شکل‌های مختلف از محدوده خارج می‌شود، بیلان آب را تشکیل می‌دهند هدف از برقراری بیلان یا ترازنامه آب، تعیین و بررسی مقادیر ورودی، مصرفی، ذخیره شده و خروجی از یک محدوده در زمان مشخص می‌باشد.

- بیلان عمومی آب در یک محدوده جغرافیایی مشخص

بیلان عمومی آب تعیین‌کننده سهم هر یک از عوامل ورودی و خروجی آب در یک محدوده جغرافیایی است. عوامل ورودی شامل حجم بارش، حجم جریان‌های سطحی ورودی و انتقالی به محدوده و حجم جریان‌های زیرزمینی ورودی به محدوده و نیز عوامل خروجی شامل تبخیر و تعرق، جریان‌های سطحی و زیرزمینی به خارج از محدوده و یا محدوده‌های مجاور است. معادله بیلان عمومی آب در رابطه (۱-۲) آورده شده است:

$$P + Q_{SI} + Q_{UI} - E - Q_{SO} - Q_{UO} = \pm\Delta V \qquad (۱-۲)$$

P: حجم ریزش‌های جوی در محدوده بیلان

Q_{SI}: حجم جریان‌های سطحی ورودی یا انتقالی به محدوده بیلان

Q_{UI}: حجم جریان‌های زیرزمینی ورودی یا انتقالی به محدوده بیلان

E: اشکال مختلف تبخیر (تبخیر از بارندگی، تبخیر از سطح آزاد آب، تبخیر از آب زیرزمینی و مصرف خالص) در محدوده بیلان

Q_{SO}: حجم جریان سطحی خروجی یا انتقالی از محدوده بیلان

Q_{UO}: حجم جریان زیرزمینی خروجی یا انتقالی از محدوده بیلان

$\pm\Delta V$: تغییرات ذخایر در آب‌های سطحی و زیرزمینی

به زبان ساده می‌توان معادله بیلان را به صورت زیر بیان کرد:

خروجی از آبخوان = ورودی به آبخوان

در مواردی که بیلان آب برقرار نباشد و با کسری و یا فزونی بیلان مواجه باشیم، به معنی برداشت آب از حجم ذخیره و یا اضافه شدن به حجم ذخیره است و بنابراین برای برقراری معادله بیلان، تغییر در حجم ذخیره به این رابطه اضافه خواهد شد.

$$\left[Q_{in} - Q_{out}\right] \cdot t = \pm\Delta V \qquad (۱-۳)$$

Q_{in}: کلیه جریان‌های ورودی به محدوده بیلان، شامل:

qR: حجم نفوذیافته از بارندگی مستقیم بر سطح محدوده بیلان

qi: حجم ورودی زیرزمینی به محدوده بیلان

omoorepeyman.ir

qr: حجم نفوذ از جریان‌های سطحی در محدوده بیلان

qir: حجم نفوذ از آب آبیاری در محدوده بیلان

qmi: حجم نفوذ از آب برگشتی مصارف شهری و صنعتی در محدوده بیلان

Q_{out}: کلیه جریان‌های خروجی از محدوده بیلان، شامل:

qW: حجم تخلیه و برداشت از محدوده بیلان توسط چاه، چشمه و قنات

qo: حجم تخلیه زیرزمینی از محدوده بیلان

qd: حجم زهکشی از محدوده بیلان

qe: حجم تبخیر از محدوده بیلان

t: دوره بیلان (روز، ماه، سال)

ΔV: تفاوت حجم ورودی و حجم خروجی از محدوده بیلان در طول دوره بیلان

- بیلان هیدروکلیماتولوژی

بیلان هیدروکلیماتولوژی مبتنی بر معادله‌ی P=E+R+I است که در آن (P) بارندگی، (E) تبخیر، (R) رواناب و (I) نفوذ است.

- بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی

بیلان آب زیرزمینی شکل ویژه‌ای از بیلان است که در آن عوامل ورودی و خروجی و تغییرات ذخیره مخزن آب زیرزمینی (آبخوان)، مورد بررسی قرار می‌گیرد. برآورد این عوامل پیچیده‌تر از عوامل بیلان عمومی آب است زیرا تعداد کمی از این عوامل به‌طور مستقیم قابل اندازه‌گیری و یا محاسبه هستند. تغییرات ذخیره آبخوان براساس اختلاف ورودی‌ها و خروجی‌ها و از طریق نوسانات سطح آب زیرزمینی و لحاظ‌کردن ضریب ذخیره و مقایسه این دو، مشخص می‌شود. افزایش سطح آب زیرزمینی و یا افزایش آبدهی چشمه‌ها و قنوات بیانگر افزایش تغذیه و برعکس کاهش آبدهی قنوات و چاه‌های بهره‌برداری و افت سطح آب، بیانگر افزایش تخلیه و کاهش تغذیه آبخوان در یک دوره مشخص است. بهترین شرایط پایداری آبخوان، تعادل بین تغذیه و تخلیه آبخوان می‌باشد. بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی براساس معادله زیر بیان می‌شود:

$$Q_{UI} + Q_P + Q_R + Q_I + Q_{SW} - Q_{UO} - Q_{EX} - Q_D - Q_{ET} = \Delta V \qquad (۴-۱)$$

Q_{UI}: جریان زیرزمینی ورودی

Q_P: نفوذ از بارندگی بر سطح آبخوان

Q_R: تغذیه از طریق جریان‌های سطحی

Q_I: نفوذ از آب مصرفی آبیاری

omoorepeyman.ir

Q_{sw}: نفوذ از پساب صنایع

Q_{UO}: جریان زیرزمینی خروجی

Q_{ET}: تبخیر از آب زیرزمینی

Q_D: زهکشی آبخوان توسط رودخانه

Q_{EX}: تخلیه و برداشت از طریق چاه، چشمه و قنات

- آب آبی، سبز و خاکستری[1]

لازم به اشاره است که براساس روش کار ارائه شده در این دستورالعمل، منابع آب شامل چهار نوع «آب آبی»، «آب سبز»، «آب خاکستری» و «آب مجازی» است. یک تفاوت در خاستگاه آب مجازی می‌تواند ناشی از آب سبز و آبی باشد. چون دستیابی به آب آبی (آب زیرزمینی و سطحی) آسان است، به طور معمول راهکارهای زیادی نیز برای توسعه و کاربرد آن وجود دارد. برنامه‌ریزی در مورد آب سبز (رطوبت خاک[2] در منطقه اشباع نشده نیمرخ خاک) دشوار است. در این راهنما مقدار باران موثر که مورد استفاده گیاهان تحت کشت آبی و دیم قرار می‌گیرد، محاسبه و به عنوان آب سبز مصرفی گیاه در نظر گرفته شده است. به عبارت دیگر، آب سبز بخشی از رطوبت خاک است که تنها می‌تواند از راه ریشه گیاهان جذب شود. درحالی‌که گزینه‌های متفاوتی در رابطه با استفاده از آب آبی وجود دارد، استفاد از آب سبز با محدودیت‌هایی روبرو است اما این آب دارای کاربردهای متفاوتی است. برای مثال می‌توان با تغییر در الگوهای کشت محصولات یا تغییر کاربری اراضی، استفاده مناسب‌تری از آب سبز کرد. با کمک شاخص آبرانه در کشور، می‌توان بین آب آبی که برای برنامه‌ریزی منابع آبی کوتاه‌مدت و بلندمدت به‌کار می‌رود و آب سبز که شامل برنامه‌ریزی و مدیریت بلندمدت منابع آبی است، تفاوت قایل شد. با اطلاع از کل آب مصرفی می‌توان در رابطه با صادرات، واردات، دسترسی به منابع آب، سیاست‌های مدیریت منابع آب و چگونگی تامین مواد غذایی و جنبه‌های محیط‌زیستی، تصمیم‌گیری کرد.

منابع آب خاکستری، همان منابع آب نامتعارف هستند. منابع آب نامتعارف شامل پساب، منابع آب آلوده و منابع آب شور هستند. منابع آب نامتعارف، هم قابل استفاده و هم غیرقابل استفاده هستند. به طور معمول، آن دسته از منابع آب نامتعارف که ذاتا نامتعارف هستند (یعنی به وسیله دخالت انسان، نامتعارف نشده‌اند- همانند سفره آب شور)، قابل استفاده هستند. ولی آن دسته از منابع آب نامتعارف که با دخالت عامل انسانی، نامتعارف شده‌اند (همانند پساب و یا سفره آب شیرین که با بهره‌برداری بی‌رویه شور شده است) غیرقابل استفاده هستند؛ مگر این‌که پساب، تصفیه شود و به آب آبی تبدیل شود تا قابل استفاده شود که در حالت اخیر، دیگر جزو آب خاکستری (نامتعارف) قرار نمی‌گیرند. در تبادل بین منابع آب، منابع آب خاکستری فقط دارای ورودی و خروجی و تبادل با منابع آب آبی (سطحی یا زیزرزمینی) هستند. پس، پساب تصفیه‌شده، آب آبی به حساب می‌آید. در این حالت، همانند آب آبی قابل استفاده است و از فهرست

1- Blue, Green and Gray Water
2- Soil Moisture

omoorepeyman.ir

آب خاکستری خارج شده است. به عبارتی در نتیجه تبدیل آب خاکستری به آب آبی، این فرآیند با صرف انرژی و هزینه انجام شده است و پساب تصفیه‌شده در جایگاه آب آبی، قابل استفاده شده است.

همچنین، برای آبخوانی که آب سفره آن در نتیجه بهره‌برداری بی‌رویه شور شده است چنانچه بهره‌برداری انجام شود و با آب آن، محصولات سازگار با شوری (همانند پسته) کشت شود، در حالت اخیر، آب نامتعارف، قابل استفاده شده است. ولی از آنجا که سفره آب شیرین، یک‌بار آسیب دیده است و آب شیرین آن با آب شور جایگزین شده است و در همان حال، بهره‌برداری بی‌رویه ادامه دارد، آسیب بیش‌تری به آبخوان وارد می‌شود. منظور این است که ترجیحا نباید از آب نامتعارف که با دخالت انسانی نامتعارف شده و بهره‌برداری آن از دیدگاه محیط‌زیستی، نادرست است، استفاده نمود.

توضیح بیش‌تر این‌که، اگر بهره‌برداری از منابع آب غیرمتعارف، آثار زیان‌بار محیط‌زیستی نداشته باشد، می‌توان از آن بهره‌برداری کرد و در جایگاه آب غیرقابل استفاده قرار نمی‌گیرد. ولی این‌که از منابع آب نامتعارف (همچون پساب شهر شیراز برای تولید سبزیجات)، استفاده نادرست می‌شود یک بهره‌برداری غیرقانونی و اشتباه هست و این استفاده نادرست، منابع آب نامتعارف را هرگز قابل استفاده نمی‌کند. همچنین اگر از آبخوانی که در اثر بهره‌برداری بی‌رویه شور (نامتعارف) شده است، برای تولید محصولات سازگار با شوری (همچون پسته در بخش شرقی دشت مرودشت) استفاده شود، بهره‌برداری بی‌رویه از آبخوان تشدید می‌شود، از این‌رو این رویکرد منابع آب نامتعارف را هرگز قابل استفاده نمی‌کند و این نوع بهره‌برداری، نادرست است. لیکن، در مواردی که یک آبخوان ذاتا شور هست، با رعایت فرونشست‌نکردن آبخوان، می‌توان از این منبع آب نامتعارف استفاده کرد. در حالت اخیر، بهره‌برداری از منابع آب نامتعارف، به درستی، حالت قابل استفاده را خواهد داشت. پس، منابع آبی که از آبخوان‌هایی که در نتیجه بهره‌برداری بی‌رویه برداشت شده‌اند، هرچند ذاتا نامتعارف نبوده‌اند ولی نامتعارف شده‌اند و جزو منابع آب خاکستری به حساب می‌آیند.

هنگامی که از منابع آب خاکستری برای محصولات کشاورزی استفاده می‌شود، ورود آب از آب خاکستری به تولیدات بخش کشاورزی به حساب می‌آید. همین‌طور پساب‌هایی که آشکارا غیرقابل استفاده بوده ولی با تصفیه، قابل استفاده می‌شوند، چنانچه برای کاربری فضای سبز شهری و یا کاربری کشاورزی مورد استفاده قرارگیرند، به عنوان بخشی از منابع آب خاکستری دوباره در چرخه تولید قرار می‌گیرد و تبادل این منبع با مصارف آب آبی برای مصارف شهری و کشاورزی به حساب می‌آید.

- آب مجازی[1]

مفهومی است که توسط پروفسور تونی آلن ارائه شده است و به میزان آب مورد نیاز برای تولید یک کالا یا خدمات اشاره دارد. برای مثال، اگر تولید یک تن گندم به طور معمول به ۳۰۰۰ تن آب نیاز داشته باشد، این به معنای مقدار آب واقعی است که در تولید یک تن گندم به کار رفته است و به آن آب مجازی گفته می‌شود. در چنین حالتی، از نظر محیط‌زیستی

1- Virtual Water

omoorepeyman.ir

ممکن است غیرمخرب‌تر باشد که یک تن گندم را از خارج وارد کنیم تا این که ۳۰۰۰ تن آب را در داخل کشور برای تولید آن مصرف کنیم [۱۲۴]. برای تولید گوشت ۵ تا ۱۰ برابر این مقدار آب نیاز است. همچنین آب مجازی در موضوع انرژی برق‌آبی نیز مطرح می‌شود و عبارت از آب واقعی مورد نیاز برای تولید یک واحد انرژی برق‌آبی است [۱۲۱]. پسوند مجازی در اصطلاح آب مجازی به مفهوم غیرواقعی‌بودن آب نیست بلکه به آن معناست که بخش عمده‌ی آبی که جهت تولید محصول نهایی مصرف شده، در محصول فیزیکی وجود ندارد و تنها مقدار اندکی از آب مصرفی در آن باقی مانده است؛ بنابراین مفهوم آب در ترکیب آب مجازی، به معنای آب واقعی است که در تولید محصول، مصرف شده است. پس، مادامی که مقادیر آب مصرفی مورد نیاز در فرآیند تولید کالاها اعم از کالاهای تولید داخل یا کالاهای وارداتی مورد نظر باشد، به میزان آب مصرفی مورد نیاز که در فرآیند تولید این کالاها به کار رفته است، آب مجازی گفته می‌شود. هرچند، آب مجازی نوعی آب «بیرونی» است و در ادبیات موضوع و در آغاز، مفهوم «واردات آب مجازی» مورد نظر بوده است. یعنی قاعدتا مفهوم آب مجازی زمانی به کار می‌رود که کالاهایی از مبادی ورودی و خروجی مرزهای کشور (محدوده جغرافیایی) عبور کنند و مقادیر آب مورد نیاز این کالاها (بر پایه نیاز آبی‌شان در داخل کشور) محاسبه شود.

با کمک مفهوم آبرانه که در ادامه شرح داده می‌شود، ارتباط مناسب و منطقی بین منابع چهارگانه آب برقرار می‌شود. آبرانه خودش شامل دو بخش کلی آبرانه داخلی و خارجی است. **از همین جا یادآوری می‌شود که مقادیر آب آبی و سبز یا خاکستری مربوط به کالاهای تولید داخل به عنوان آب مجازی کالاهای تولید داخل در محاسبه آبرانه در نظر گرفته می‌شود و مقادیر آب آبی و سبز مربوط به کالاهای وارداتی، به عنوان آب مجازی وارداتی در محاسبه آبرانه در نظر گرفته می‌شود.** به همین ترتیب مقادیر آب آبی، سبز یا خاکستری مربوط به کالاهای صادراتی به عنوان آب مجازی صادراتی در محاسبه آبرانه در نظر گرفته می‌شود. به همین خاطر است که گفته می‌شود آب مجازی، مقدار آب واقعی مصرف‌شده در فرآیند تولید کالاها هست. پس به طور ساده، آب مجازی برای کالاهای وارداتی (برای مصرف داخلی یا صادرات دوباره) از دو بخش آب آبی و آب سبز تشکیل یافته است. آب مجازی برای کالاهای تولید داخلی (برای مصرف داخلی یا صادرات) از سه بخش آب آبی، آب سبز و آب خاکستری تشکیل یافته است.

- تجارت آب مجازی

اِبرام تجارت آب مجازی بر این است که کشورهایی که با کمبود آب روبرو هستند، باید از کشورهای پرآب، کالا وارد کنند و از تولید کالاها و خدماتی که در فرآیند تولید خود به آب بیش‌تری نیاز دارند، بپرهیزند. در چهارچوب تجارت آب مجازی، برای کشورهای پرآب، منطق حکم می‌کند که آب مجازی را صادر کنند. واردات محصولات با آب مصرفی بالا توسط بعضی از کشورها و صادرات این‌گونه محصولات توسط دیگر کشورها، همان تجارت آب مجازی بین ملت‌هاست. یکی از برهان‌های طرح ایده آب مجازی، نبود امکان جابجایی فیزیکی آب بین مناطق مختلف است. به همین دلیل، حدادین [۶۵]، آب مجازی را نوعی «آب وارداتی (بیرونی)» تعریف کرده است. البته با مفهوم آبرانه، آب مصرفی برای کالاهای تولیدشده در داخل هم محاسبه می‌شود و به این ترتیب آب مجازی به آب مصرف‌شده برای تولید کالاهای داخل

omoorepeyman.ir

کشور هم مربوط می‌شود. به این ترتیب دیدگاه «حدادین» بیش‌تر بر خاستگاه بحث آب مجازی ابرام دارد. برای آب مجازی از عبارت‌های جایگزین (به طور مثال آب مصرفی ویژه) استفاده می‌شود که می‌توان به مواردی چون «نیاز آبی معین یا شدت مصرف آبی یک محصول»[۶۶] یا «نیاز واحد آب» [۱۰۰] اشاره کرد. رنالت [۱۰۹] به جای «محتویات آب مجازی»، اصطلاح «ارزش آب مجازی» را به کاربرد.

تجارت آب مجازی می‌تواند از دو دیدگاه جداگانه «تولید» یا «مصرف» بررسی شود [۶۷]. نخستین دیدگاه، مقدار آبی را که در فرآیند تولید هر کالا در مکان تولید آن کالا استفاده می‌شود، مبنای محاسبه قرار می‌دهد که به آن Production Site Specific گفته می‌شود. این دیدگاه ناظر بر مکان و زمان تولید و مقادیر آب محلی است که در فرآیند تولید کالا به کار برده شده است. دیدگاه مصرف، ناظر بر مکان مصرف کالاست که مبنای محاسبه را بر مقدار آب مورد نیاز برای تولید کالا در مکان مصرف قرار می‌دهد و به آن Consumption Site Specific گفته می‌شود. این دیدگاه ناظر بر مکان و زمان تولید و مقدار آبی است که با واردات یک کالا به کشور، ذخیره می‌شود. پس دیدگاه دوم، زمینه‌ساز ذخیره آب در داخل یک کشور از طریق واردات یک کالای تجاری به جای تولید داخلی آن است و بهتر می‌تواند آثار تجارت آب مجازی را بر بیلان آب کشور نشان دهد. در این دستورالعمل دیدگاه دوم مورد نظر است.

- آبرانه[1]

تجارت آب مجازی ناظر بر خالص واردات آب مجازی به کشور است؛ به طوری که تجارت آب مجازی بیش‌تر با عنوان «واردات آب مجازی»[2] شناخته می‌شود اما **از آنجا که کل مصرف از منابع محلی آب در درون یک کشور، اندازه‌گیری درستی از تخصیص واقعی ملت‌ها از منابع آب جهانی نیست، لازم است واردات خالص آب مجازی (تفاوت صادرات آب مجازی از واردات آب مجازی) به کل آب مورد استفاده در کشور افزوده شود. به این ترتیب می‌توان به شاخص جدیدی دست یافت که هم‌زمان مجموع میزان آب مصرفی کشور و واردات خالص آب مجازی را ارائه می‌کند. این شاخص، ترکیبی از کل آب مصرفی از منابع محلی و آنچه که خالص واردات آب مجازی گفته می‌شود، است و نشان‌دهنده کل آب مصرفی کشور (از منابع ملی و خارجی) است و در ادبیات آب مجازی به آن آبرانه[3] گفته می‌شود.** این بحث را نخستین بار هاکسترا و هانگ[4] مطرح کردند. از آن‌جا که با صادرات آب مجازی، از حجم آب مصرفی کشورها کاسته می‌شود و با واردات آب مجازی به حجم آب مصرفی آن کشور افزوده می‌شود، پس باید مقدار آبرانه (مجموع آب مورد استفاده کشور و خالص واردات آب مجازی) محاسبه شود. شاخص آبرانه می‌تواند یک ابزار مهم برای نشان‌دادن اثرات مصرف بر منابع آب باشد. یک مطالعه گسترده برای محاسبه مقادیر کل آب مصرفی توسط چاپاگاین و هاکسترا [۴۱] و [۴۲] انجام شده است. بر پایه نتایج نخستین اندازه‌گیری، کشورهای هلند، بلژیک، ژاپن، مکزیک و آمریکا با مقدار کل

1- Water Footprint
2- Virtual Water Import
3- Water Footprint
4- Hoekstra and Hung (2002)

omoorepeyman.ir

سرانه آبرانه به نسبت بالا (۲۰۰۰ مترمکعب در سال) و کشورهای چین، هند و اندونزی دارای مقدار کل سرانه آبرانه ۵۰۰ مترمکعب در سال هستند.

مفهوم آبرانه در سال ۲۰۰۲ توسط هاکسترا[1] مطرح شد. بر همین اساس، آبرانه کالاها برابر میزان آب شیرین مورد استفاده برای تولید محصول در کل زنجیره تولید کالاست. آبرانه کل برای یک محدوده جغرافیایی معین اندازه‌گیری می‌شود و شامل اجزای زیر است: آبرانه آبی که برابر میزان مصرف از منابع آب آبی شیرین (آب سطحی و زیرزمینی) در کل زنجیره تولید محصول است. آبرانه سبز برابر میزان مصرف از منابع آب سبز (آب باران ذخیره‌شده در نیمرخ خاک به عنوان رطوبت خاک) است. میزان مصرف از منابع آب آبی یا سبز برابر میزان آبی است که در مراحل تولید محصول به شکل‌های مختلف (تبخیر از سطح ریشه، تبخیر از سطح خاک و تعرق از سطح گیاه به دنبال عملیات نورساخت) از دست می‌رود. **آبرانه خاکستری نیز اشاره به میزان «آب آلوده‌شده» دارد. برای مثال در صورتی که آب برگشتی[2] به صورت آلوده‌شده (به دنبال مصرف کودهای شیمیایی) به منابع آبی حوضه آبریز برگردد، آنگاه این آب برگشتی به عنوان آبرانه خاکستری محسوب می‌شود.[3] ولی اگر این آب برگشتی، آلوده نشود و به حوضه آبریز برگردد، جزو آبرانه به حساب نمی‌آید. برای محاسبه هر کدام از آبرانه‌ها، لازم است همان رویه کلی مجموع میزان آب مصرفی کشور و واردات خالص آب مجازی در محاسبه در نظر گرفته شود.** لازم به یادآوری است که برای هر گروه کالایی (تولید داخلی یا وارداتی) متناسب با منابع آب مرتبط با آن، هر چهار نوع منبع آبی محاسبه می‌شود. به عبارتی به محض تولید کالا، مقادیر آب مربوط به آب آبی، آب سبز و آب خاکستری مربوط به تولید آن کالا محاسبه می‌شود. همین طور به محض واردات کالا، مقادیر آب مربوط به آب آبی، آب سبز و آب خاکستری مربوط به کالای وارداتی محاسبه می‌شود. نکته دیگر این‌که مقدار آبرانه کل بازتاب‌دهنده آبرانه داخلی و آبرانه خارجی است. همچنین، آبرانه مربوط به کالاهای وارداتی بر پایه دیدگاه «ناظر بر مکان مصرف کالا» یعنی معادل آب مورد نیاز کالاهای وارداتی چنانچه بنا می‌بود در کشور تولید شود، محاسبه شده است. به این ترتیب:

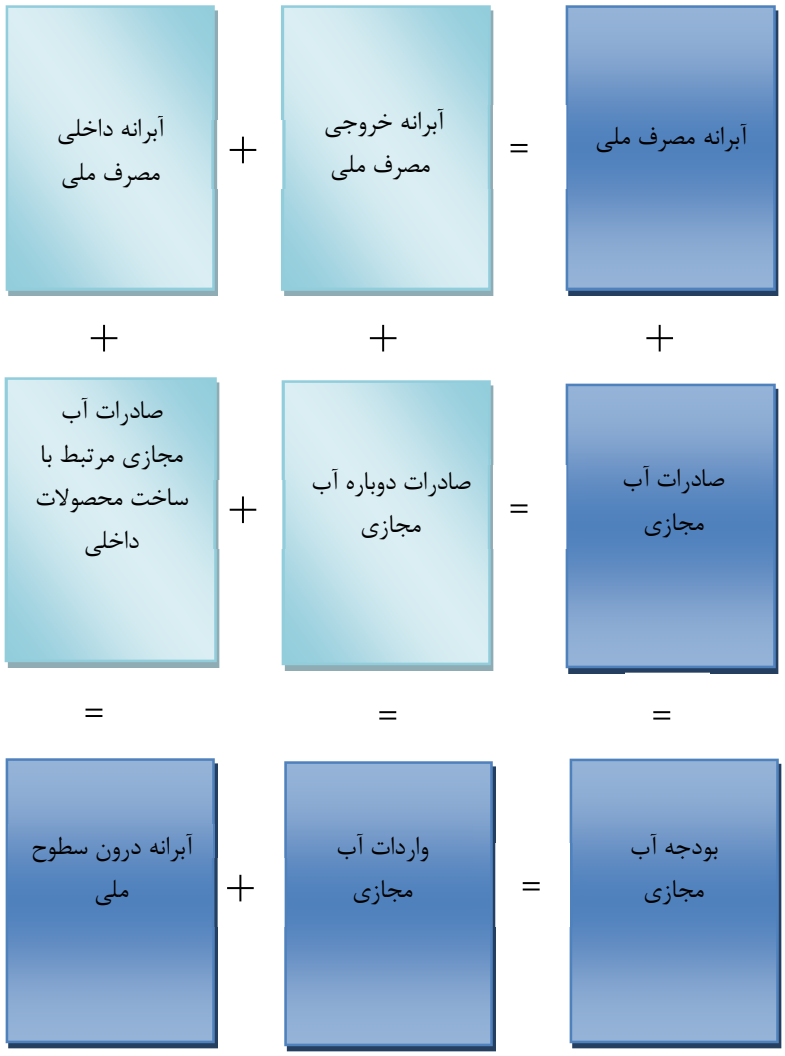
- مقدار آبرانه کل (مترمکعب) = آبرانه داخلی (مقدار آب مصرفی از محل منابع آب داخلی برای تولید داخلی کالا) + آبرانه خارجی (مقدار آب مصرفی از محل منابع داخلی برای تولید کالاهای صادراتی - معادل مقدار آب مصرفی از محل منابع داخلی برای واردات کالا)
- مقدار آبرانه کالاهای تولید داخلی (برای مصرف داخلی) = مقدار آب آبی مصرفی (از محل منابع آب داخلی) برای تولید کالا + مقدار آب سبز مصرفی (از محل منابع آب داخلی) برای تولید کالا + مقدار آب خاکستری مصرفی (از محل منابع آب داخلی) برای تولید کالا

1- Hoekstra
2- Return Flow
۳- برابر دیدگاه هاکسترا، آب خاکستری برابر مقدار آب آبی است که برای از بین‌بردن اثر آلودگی به منبع آب آلوده شده، افزوده می‌شود. این دیدگاه در کمیته کارشناسی تدوین دستورالعمل حاضر، مورد بازنگری قرار گرفته و به شرح ارائه شده، اصلاح شد.

omoorepeyman.ir

- مقدار آبرانه کالاهای وارداتی = معادل مقدار آب آبی مصرفی (از محل منابع آب داخلی) برای در صورت تولید کالای وارداتی + معادل مقدار آب سبز مصرفی (از محل منابع آب داخلی) برای در صورت تولید کالای وارداتی + معادل مقدار آب خاکستری مصرفی (از محل منابع آب داخلی) برای در صورت تولید کالای وارداتی
- مقدار آبرانه کالاهای تولید داخلی (برای صادرات) = مقدار آب آبی مصرفی (از محل منابع آب داخلی) برای تولید کالای صادراتی + مقدار آب سبز مصرفی (از محل منابع آب داخلی) برای تولید کالای صادراتی + مقدار آب خاکستری مصرفی (از محل منابع آب داخلی) برای تولید کالای صادراتی است.

شکل (۱-۳)، شماتیک کلی از محاسبه محتوای آب مجازی در یک کشور را نشان می‌دهد. همان‌گونه که دیده می‌شود، مجموع ارقام دو ردیف اول از هر ستون و مجموع دو ستون اول از هر ردیف به رقم نهایی بودجه منتهی می‌شود.

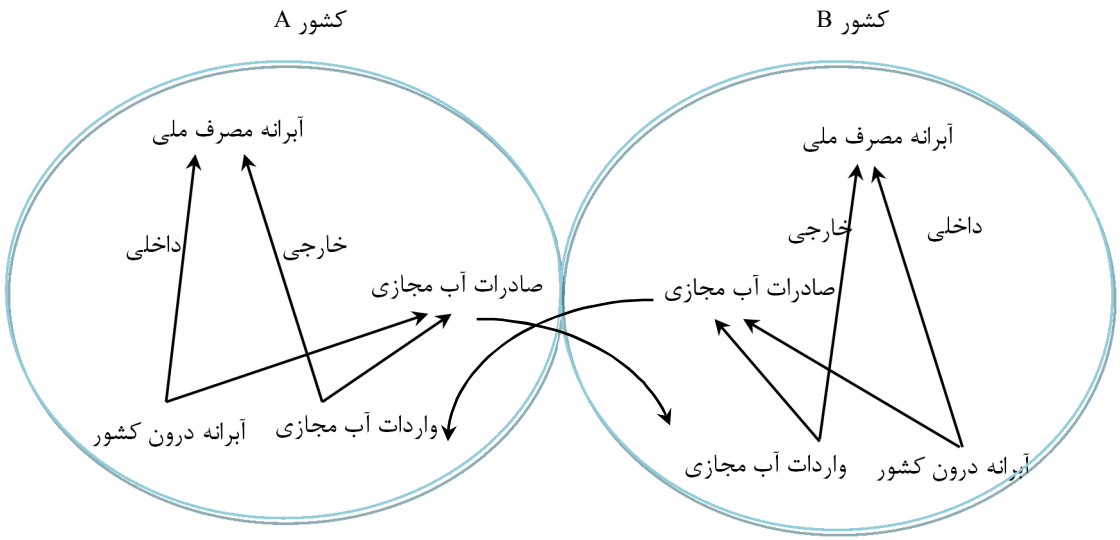


شکل ۱-۳- شماتیک کلی از محاسبه آب مجازی برای تعیین توازن آب مجازی در یک محدوده معین

شکل (۱-۴)، رابطه بین آبرانه مصرف ملی و آبرانه درون یک کشور در یک مثال ساده برای دو کشور تجاری را نشان می‌دهد. براساس نتایج شکل (۱-۴)، چنانچه حجم آب مجازی وارداتی به مقدار آبرانه درون یک کشور افزوده شود آنگاه

omoorepeyman.ir

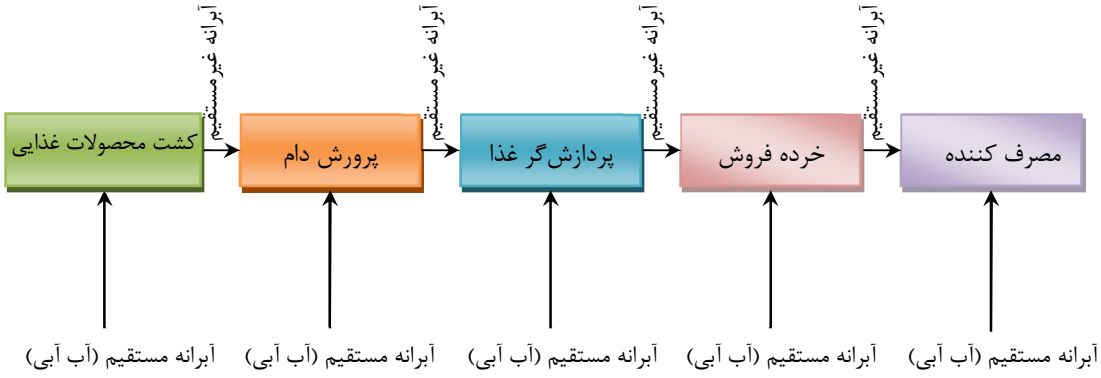
رقم به دست آمده نشان‌دهنده آبرانه مصرف ملی خواهد بود. همان‌طور که دیده می‌شود، صادرات آب مجازی از یک کشور به منزله واردات آب مجازی برای کشور دیگر است. براساس نتایج شکل (۱-۴)، آبرانه درون محدوده جغرافیایی (به عنوان مثال کشور یا حوضه‌ی رودخانه‌ای) از حاصل‌جمع آبرانه تولیدکننده و مصرف‌کننده به دست می‌آید.



شکل ۱-۴- رابطه بین آبرانه مصرف ملی و آبرانه درون یک کشور در یک مثال ساده برای دو کشور تجاری

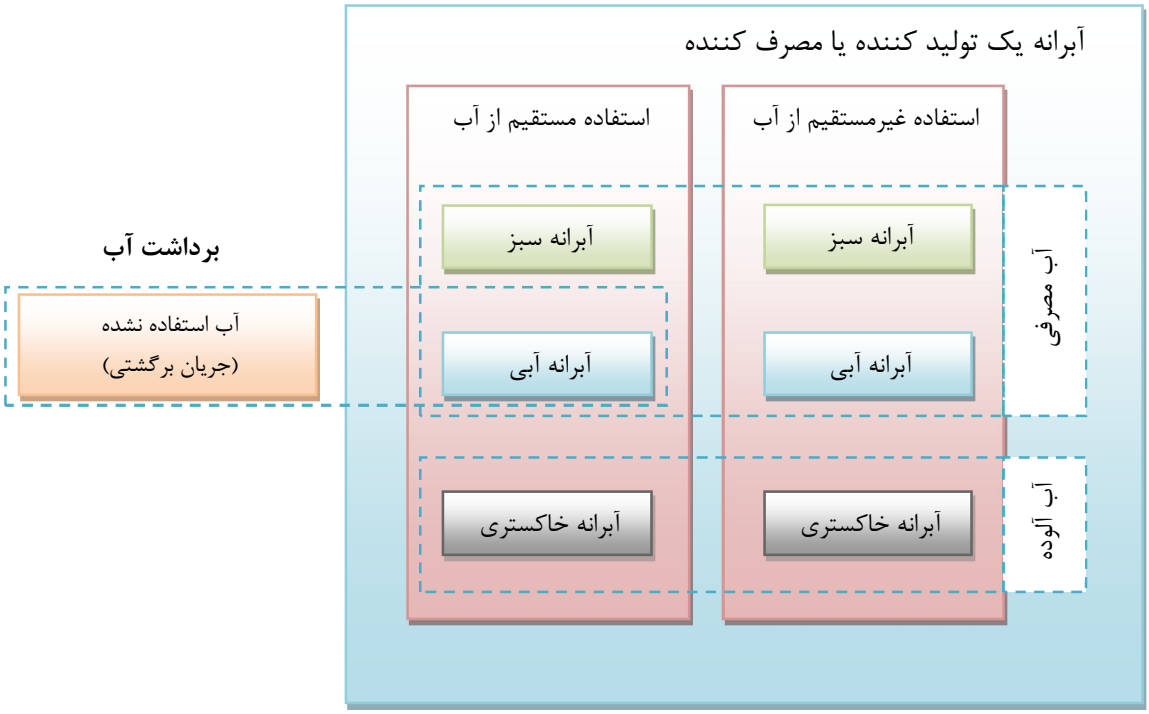
اگر بخواهیم رد پای آب را در زنجیره تولید تا مصرف نهایی یک محصول دنبال کنیم، مفهوم آبرانه اندکی پیچیده می‌شود. در این صورت باید آبرانه مستقیم و غیرمستقیم را در نظر گرفت. شکل (۱-۵)، آبرانه مستقیم و غیرمستقیم در هر مرحله از زنجیره تولید محصولات دامی را نشان می‌دهند. آبرانه نه تنها شامل استفاده مستقیم از آب توسط مصرف‌کننده یا تولیدکننده می‌شود، بلکه شامل استفاده غیرمستقیم از آب نیز می‌شود. بنابراین آبرانه می‌تواند به عنوان یک روش جامع‌تر برای تخصیص منابع آب شیرین در برابر روش‌های اندازه‌گیری سنتی باشد. منظور از آبرانه مستقیم، مقادیر آب (آبی، سبز یا خاکستری) است که به طور مستقیم و در هر مرحله از تولید کالا، مصرف می‌شود. برای مثال در زنجیره‌ی تولید محصولات دامی، مقدار آبی که برای خوراک دام (علوفه) مصرف می‌شود و یا مقدار آبی که برای شرب و شستشوی دام استفاده می‌شود به عنوان آبرانه مستقیم در آن مرحله از زنجیره تولید منظور می‌شود. آبرانه غیرمستقیم بین هر مرحله از تولید کالا قرار می‌گیرد. یعنی مقدار آبی که برای تولید خوراک دام استفاده شده است، به عنوان آبرانه غیرمستقیم محسوب می‌شود. به همین خاطر باید دقت کرد که از دوباره‌شماری جلوگیری شود و در زنجیره تولید مواد گوشتی، آبرانه مربوط به تولیدات گیاهی (خوراک دام) که یکبار به عنوان آبرانه مستقیم محاسبه شده، دوباره به عنوان مقدار آبرانه تولیدات دامی محاسبه نشود.

omoorepeyman.ir



شکل ۱-۵- آبرانه مستقیم و غیرمستقیم در هر مرحله از زنجیره تولید محصولات دامی از مرحله تولید تا مصرف نهایی

نکته آخر در رابطه با مفهوم آبرانه این‌که، این شاخص، چند بعدی است و نشان‌دهنده حجم آب مصرف شده و یا حجم آب آلوده شده است. شکل (۱-۶) نشان می‌دهد که بخش غیرمصرفی آب برداشتی (جریان برگشتی) که آلوده نشده است و از محدوده جغرافیایی مورد مطالعه خارج نشده است جزیی از آبرانه نیست. شکل (۱-۶) نشان می‌دهد که آبرانه شامل اجزای آب سبز و آب خاکستری و آب مصرفی غیرمستقیم است.



شکل ۱-۶- شماتیکی از اجزای آبرانه بر پایه دیدگاه هاکسترا

بدین ترتیب، آبرانه چشم‌انداز گسترده‌تری در مورد مصرف‌کننده یا تولیدکننده مربوط به استفاده از سامانه‌های آب شیرین ارائه می‌کند به طوری که این اندازه‌گیری شامل حجمی از آب مصرف‌شده و آلوده‌شده است. پس، جنبه‌های مهم شاخص آبرانه شامل موردهای زیر است:

- آبرانه تنها شامل آب آبی نمی‌شود، بلکه شامل آب سبز و خاکستری نیز هست.

omoorepeyman.ir

- استفاده از آب آبی محدود به استفاده مستقیم از آب نمی‌شود، بلکه شامل استفاده غیرمستقیم از آب نیز هست.
- قسمتی از آب آبی که آلوده نشده و به سامانه بر می‌گردد (آب برگشتی)، جز آب آبی استفاده شده (آبرانه آبی) در نظر گرفته نمی‌شود.
- چنانچه آب برگشتی در همان محدوده جغرافیایی از دسترس خارج شود جزو آبرانه به حساب می‌آید.
- چنانچه آب برگشتی، دست‌کم برای یک مدت زمان مشابه برای استفاده دوباره در همان **حوضه** آبریز از دسترس خارج شود، جزو آبرانه است.

- سیاست بازدارنده

یک سیاست بازدارنده، حاصل کار نخبگان سیاست‌گذاری است که به طور معمول به صورت چند سیاست هماهنگ یا مجموعه‌ای از راه‌کارهاست مانند مدیریت تقاضای آب که مدیریت کمبود آب را در اشکال مختلف می‌طلبد [۱۲۲]. یک سیاست بازدارنده، شامل مجموعه‌ای از اقدامات منطقی است که توسط سیاست‌گذاران به کار برده می‌شود و سپس تبدیل آن اقدامات به یک سیاست‌گذاری شفاف و معین است که از طریق آن می‌توان با مشکلات ناشی از کم‌آبی یک کشور یا منطقه در سطوح مختلف رویارویی کرد. یک سیاست بازدارنده، شامل منطق و برهان منحصر به فرد خود است که بر پایه خردپذیری سیاسی استوار است و با کمک‌گرفتن از اهرم‌های نرم‌افزاری، پیامدهای ناگوار مربوط به کم‌آبی را کاهش می‌دهد. به همین خاطر تجارت آب مجازی در یک بسته سیاستی بازدارنده قابل بررسی است. البته همچنان که پیش‌تر گفته شد، در این راهنما راهبردهای مربوط به به کارگرفتن تجارت آب مجازی ارائه نمی‌شود. در حالی‌که سیاست بازدارنده در چهارچوب ارائه راهبردها قابل طرح است.

۱-۲- گام‌های تعیین رابطه بیلان منابع آب کشور با تجارت آب مجازی

مراحل کلی مربوط به «تعین رابطه بیلان منابع آب کشور با تجارت آب مجازی» به شرح زیر هستند:

گام ۱: شناسایی و تعیین منابع چهارگانه‌ی آب و نحوه‌ی پیوند آن‌ها

گام ۲: تعیین مقادیر (محتویات) منابع چهارگانه‌ی آب (همراه با مثال‌ها و نمونه‌های محاسباتی آب صنعت در پیوست ۲ این ضابطه و فایل پشتیبان آن)

گام ۳: تعیین شیوه‌ی کاربرد یافته‌های مربوط به پیوند مقادیر منابع چهارگانه آب

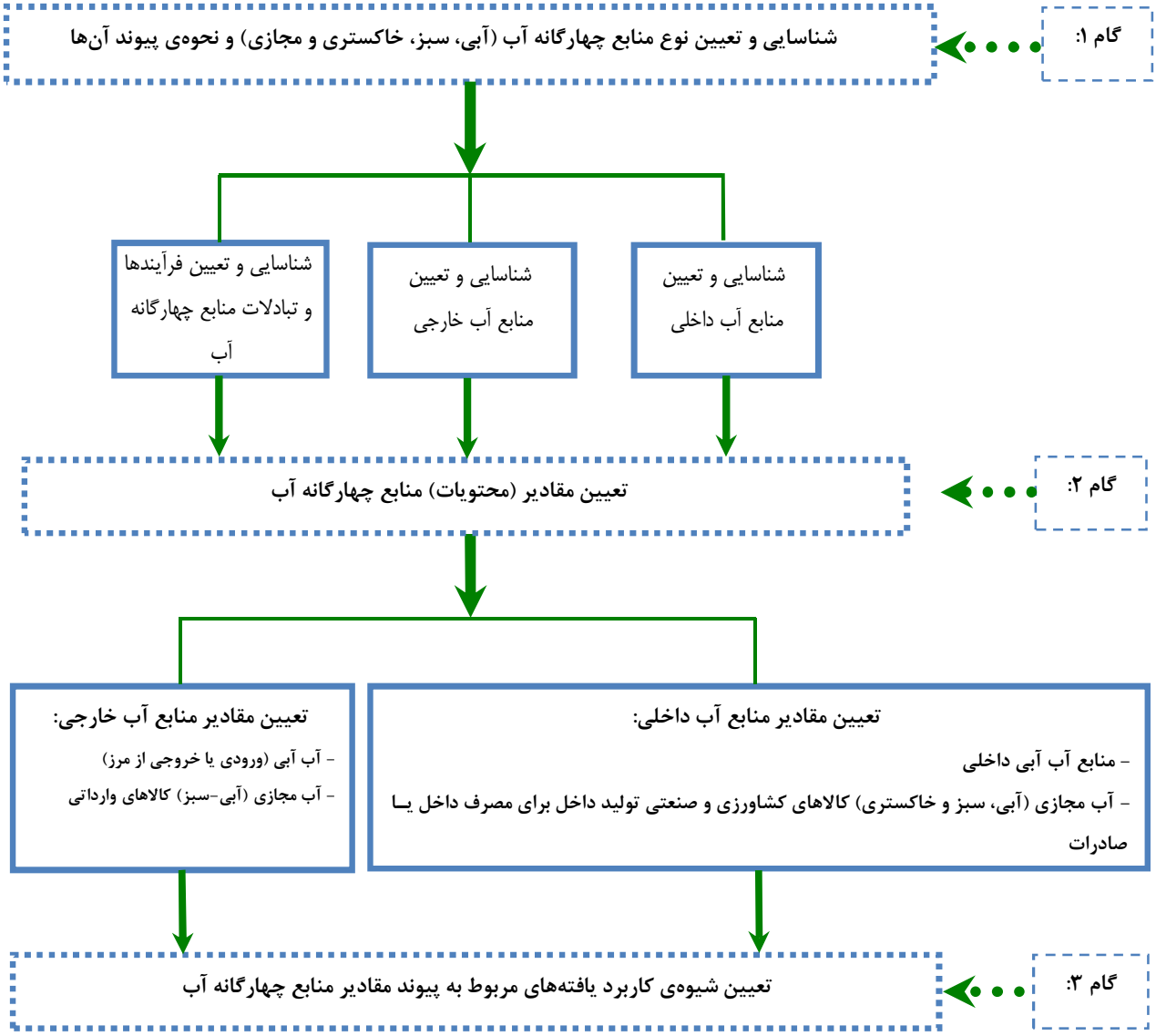
در شکل (۱-۷)، اجزای گام‌های بالا ارائه شده است. همان‌طور که در شکل (۱-۷) دیده می‌شود در آغاز لازم است انواع منابع آبی شناسایی شوند. به طور متعارف برای تعیین بیلان منابع آب در یک محدوده جغرافیایی معین، تنها می‌بایست اجزای منابع آب شامل آب سطحی و زیرزمینی را در چرخه منابع آب در نظر گرفت. به واقع، بیلان منابع آب، اساسا چرخه منابع آب آبی است و به انواع منابع آب دیگر کاری ندارد. البته مصارف از منابع آبی را در نظر می‌گیرد اما

omoorepeyman.ir

این مصارف تنها به منزله برداشت از منابع آب آبی است و محاسبات مصرف آب براساس میزان آب سبز مصرفی گیاه در کل مرحله برداشت از منابع آب محاسبه نشده است. به عبارتی بحث پیوند بیلان منابع آب با تجارت آب مجازی از آنجا آغاز می‌شود که لازم است آبرانه کالاها اعم از کالاهای وارداتی یا تولیدات داخلی را محاسبه کرده و در بیلان منظور نمود. همان‌طور که گفته شد، در بیلان متعارف منابع آب نه تنها آبرانه کالاها (شامل آب آبی، سبز و خاکستری) محاسبه نمی‌شود بلکه تنها میزان آب آبی برداشت‌شده برای مصارف مختلف محاسبه و تعیین می‌شود. به عبارتی در بیلان منابع آب، آبرانه محاسبه نمی‌شود و مصارف در بخش‌های شرب، صنعت و کشاورزی نیز براساس میزان آب برداشت‌شده از منابع آب آبی، محاسبه می‌شوند.

در گام دوم، پس از شناسایی انواع منابع آب، لازم است مقادیر آن‌ها برحسب واحد آب (مترمکعب) محاسبه و در بیلان منظور شود. برای این منظور لازم است مقدار آبرانه کالاها (تولید داخلی یا کالاهای وادراتی و صادراتی) محاسبه شود. به این ترتیب مقادیر انواع منابع آب مصرفی (آب آبی، سبز و خاکستری) در تولید کالا محاسبه و در آبرانه منظور می‌شود. به محض تعیین آبرانه هر کالا، امکان ورود به گام بعدی برای پیوند انواع منابع آب فراهم می‌شود. در این گام مقادیر آب آبی و فرآیندها و تبادلات آب با سایر منابع اعم از میزان آب آبی ورودی به آن، میزان مصرف از آب برای تولید کالا یا صادرات کالا و میزان مصارف شهری از منابع آب آبی تعیین می‌شود. به عبارتی هر چقدر از منابع آب آبی که مصرف شده است، در بخش آبرانه داخلی نیز در نظر گرفته می‌شود. در این‌جا همانند بیلان که یک چرخه است و بسته می‌شود، با یک چرخه بسته روبرو نیستیم بلکه با فرآیندها و تبادلات بین منابع آب روبرو هستیم.

omoorepeyman.ir



شکل ۱-۷- گام‌های اصلی برای تعیین مقادیر منابع چهارگانه آب (پیوند بیلان منابع آب با تجارت آب مجازی)

omoorepeyman.ir

فصل ۲

شناسایی و تعیین انواع منابع چهارگانه آب (آبی، سبز،خاکستری و مجازی) و نحوه‌ی پیوند آن‌ها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲-۱- نکات کلی در خصوص تعیین انواع منابع چهارگانه آب

پیش از آن، یادآوری برخی نکات کلی در رابطه با مبانی نظری و روش کار مهم است.

منظور از کشور در مطالعات تجارت آب مجازی، یک کشور مستقل دارای مرزهای سیاسی مشخص و دارای حاکمیت سیاسی مشخص است. هر کشور مستقل دارای گروهی از سیاست‌گذاران است که مسوولیت ایجاد امنیت ملی را از طریق بهبود شرایط اقتصادی و افزایش ثبات اجتماعی بر عهده دارند.

به طور معمول، واحد مدیریت در برنامه‌ریزی‌های مدیریت منابع آب، **حوضه**‌های آبریز است. این دیدگاه در سیاست‌ها و شیوه‌های مدیریت منابع آب بین کشورها[1] نیز به کار گرفته می‌شود. **در این دستورالعمل، محدوده کشور ایران که شامل تعدادی حوضه آبریز است، به عنوان محدوده جغرافیایی مشخص در نظر گرفته شده است.**

- مشکلی که همواره در مطالعات مربوط به مدیریت منابع آب وجود دارد، تداخل مرزهای سیاسی و مرزهای آب‌شناختی است. این مشکل در تبادلات آبی بین کشورها و پیامدهای مرزی مربوط به آن بیش‌تر است.
- کمیابی آب، یک پدیده محلی است که بیش‌تر در محدوده یک **حوضه** آبریز یا یک آبخیز ایجاد می‌شود. اهمیت این موضوع برای سیاست‌گذاران راهبردی، بسیار زیاد است زیرا موجب می‌شود یک تفاوت مفهومی بین کمیابی آب، در یک سطح محلی محدود و تلاش برای برطرف‌کردن مشکلات در سطح منطقه‌ای و جهانی به وجود آید. معنای این جمله آن است که ممکن است در سطح جهانی مازاد آب داشته باشیم، ولی در همان زمان، شخصی در سطح محلی به شدت دچار مشکل کمبود آب شود. اساس این تعریف، به مفهوم ایجاد امنیت آبی در سطح جهانی، ملی و منطقه‌ای و در نهایت فرد مربوط می‌شود.
- مبنای برآورد میزان آب مصرفی برای کالاهای وارداتی را در دو وضعیت می‌توان در نظر گرفت: برآورد آب مصرف‌شده برای تولید کالاهای وارداتی در داخل کشور و برآورد آب مصرف‌شده برای تولید آن کالاها در خارج از کشور. در حالت دوم این نتیجه به دست می‌آید که با میزان کالای واردشده چه میزان آب برای تولید آن کالاها در کشور مبدا مصرف شده است. **آن‌چه برای کشورهای کم‌آب مانند ایران مطرح است، میزان آبی است که در صورت واردنکردن کالا می‌باید برای تولید کالا مصرف کرد. پس در این مطالعه مبنای اصلی در برآورد آب مورد نیاز برای کالاهای وارداتی، همان آبی است که لازم می‌شد برای تولید کالاها از منابع آب داخلی مصرف کرد. برای یک کشور کم‌آب مانند ایران آن‌چه اهمیت دارد این است که اگر بخواهد در منابع آبی‌اش صرفه‌جویی کند با تغییر در تجارت مواد خوارکی تا چه اندازه در تراز منابع آبی‌اش تغییر ایجاد خواهد شد. مبنای برآورد نیاز آبی کالاهای وارداتی، میزان آب مورد نیاز تولیدات غذایی در داخل کشور است.** به این ترتیب مشخص می‌شود که چنان‌چه دولت تصمیم بگیرد به عنوان مثال از تولید یک میلیون تن ذرت دانه‌ای چشم‌پوشی کند، چه میزان آب از ذخایر طبیعی‌اش صرفه‌جویی می‌کند. بنابراین این ادبیات که

1- International Water Resource Management (IWRM)

omoorepeyman.ir

مبنا، میزان آب مورد نیاز در فرآیند تولید کالاهای وارداتی، نیاز آبی در کشور صادرکننده کالا باشد، کاربرد عملی برای ایران ندارد. یعنی این‌که چه میزان آب در کشور مبدا برای تولید کالاهای وارداتی مصرف شده است تاثیری بر تراز آب کشور ایران ندارد، مگر این‌که مبنای اندازه‌گیری آب مصرف‌شده در فرآیند تولید، نیاز آبی در داخل کشور ایران باشد. پس هر چند عبارت واردات آب مجازی، به کار می‌رود در عمل آن‌چه برای کشورهای کم‌آب، کاربرد پیدا می‌کند توجه به صرفه‌جویی در منابع آب به دنبال واردات کالاست.

پس برای کشور ایران نمی‌توان گفت که واردات کالا برابر واردات آب از کشورهای مبدا است؛ بهتر است گفته شود واردات کالا برابر با صرفه‌جویی در مقدار مشخصی از منابع آب کشور است. بر همین اساس، در محاسبات مربوط به آب مصرفی کالاهای وارداتی و صادراتی، نیاز آبی این کالاها در کشور ایران مبنای محاسبات قرار می‌گیرد. دلیل این موضوع این است که در شرایط حاضر، ایران با برداشت از ذخیره ثابت آبخوان‌هایش اقدام به برداشت بیش از حد منابع آبی‌اش نموده و برای مثال اقدام به دو کشت پیاپی در یک سال زراعی می‌کند. پس قراردادن آب مصرف‌شده در کشور صادرکننده مواد غذایی فرقی به حال کشور ایران ندارد و مفید نیست. چرا که چالش اصلی کشور ایران، کمبود آب است نه تجارت آب. از این رو کاربرد بحث تجارت آب مجازی برای کشور ایران این است که در صورت واردات کالا چه میزان از منابع آبی‌اش را ذخیره می‌کند و به دنبال صادرات کالا، چه میزان از منابع آبی کشور از دست می‌رود. **چون ایران کشور کم‌آبی است و بهتر است همه چیز با این محوریت سنجش شود؛ هدف، مراقبت از کم‌آبی است نه رسیدن به تجارت آب. یعنی از دست‌دادن آب در شرایط صادرات و صرفه‌جویی در برداشت از منابع آب در شرایط واردات، مورد نظر است.** چنین نگاهی به موضوع خیلی مهم است و به تحلیل جهت می‌دهد. نظرگاه ویژه برای کشور ایران در ارتباط با واردات کالا، صرفه‌جویی در مصرف آب است.

نکته قابل بحث مربوط به موضوع اخیر این است که در محاسبات بیلان آب مجازی در سطح جهانی، استفاده از ارقام میانگین جهانی برای برآورد نیاز آبی گیاهان مناسب‌تر است اما در کشورهایی که واردات کالا اجتناب‌ناپذیر است و امکان تولید کالا در داخل کشور را ندارند، میزان آب مصرف‌شده در کشورهای صادرکننده مبنای مناسب‌تری است. چرا که این کشورها گزینه دیگری ندارند.

آب مجازی در چهار سطح قابل بررسی است: جهانی، ملی، منطقه‌ای و محلی. در دستورالعمل حاضر، در سطح ملی، کشور ایران، در نظر گرفته شده است. البته در ادبیات تجارت آب مجازی به طور ویژه‌ای ابرام بر واردات آب مجازی در سطح ملی است. یعنی ادبیات تجارت آب مجازی بر تاثیر تجارت خارجی کالاها (به ویژه کالاهای غذایی) بر بیلان منابع آب یک کشور ابرام دارد.

- **تجارت آب مجازی در ارتباط با تولید کالاهای صنعتی، خدمات و کشاورزی قابل بررسی است و موضوع مهم، ارتباط‌دادن این موارد به یکدیگر است. آن‌چه بیش از سایر موارد برجسته است، ارتباط کالاها با بیلان منابع آب است.** به طور کلی، طرح بحث تجارت آب مجازی در شعاع جغرافیایی کشور، با مفاهیم نظری آن

omoorepeyman.ir

سازگارتر است. در عین حال در این دستورالعمل کوشش شده جنبه‌های کاربردی مفهوم تجارت آب مجازی در سه محدوده جغرافیایی نام برده تعیین شود تا چالش‌های محاسباتی و مطالعاتی آن به طور عملی شناسایی و در روش‌شناسی مطالعات تجارت آب مجازی در نظر گرفته شود.

- **در تمام محاسبات، منابع آب شیرین مورد بحث است نه منابع آب دریا.** برای مثال در محاسبات مربوط به تولیدات آبزیان، تولیدات آبزیان از منابع آب داخلی در محاسبات در نظر گرفته می‌شود.
- نکته پایانی مربوط به بومی‌سازی یافته‌های خارجی است که در چهارچوب ارائه‌شده کوشش لازم برای بومی‌سازی این یافته‌ها به عمل آمده است. افزون بر آن، شایسته است در مراحل تعیین ترکیب مواد غذایی و نیاز آبی محصولات، دقت لازم توسط کاربر به عمل آید و منطبق بر شرایط بومی، داده‌های اولیه را فراهم کند.
- نکته دیگر این‌که در بیلان متعارف منابع آب (تعادل بین مصارف و منابع)، تنها منابع و مصارف مربوط به منابع آب سطحی و زیرزمینی در نظر گرفته می‌شود. از جهت یادآوری، در پیوست ۱، نمونه‌ای از بیلان متعارف منابع آب برای محدوده‌های جغرافیایی معین (محدوده‌های مطالعاتی لار و میناب در استان‌های فارس و هرمزگان) ارائه شده است.

۲-۲- جزییات و روابط مربوط به شناسایی انواع منابع آب و نحوه‌ی پیوند آن‌ها

- برای محاسبه بیلان آب در شرایط وجود تجارت آب مجازی، لازم است آب مجازی به عنوان منبعی مستقل و جداگانه در نظر گرفته شود و مقادیر ورودی و خروجی به این منبع و تبادلات آن با سایر منابع را در محاسبات در نظر گرفت. در محاسبه بیلان آب در یک محدوده می‌بایست منابع آب موجود و فرآیندهایی را که مبادله‌کننده آب بین این منابع هستند، شناسایی و از نظر کمی و کیفی تعیین و محاسبه کرد. به همین دلیل، مفاهیم و روابط زیر در محاسبه بیلان یک محدوده قابل طرح و بررسی هستند:
  - شناسایی و برآورد کمی منابع آب موجود
  - برآورد تغییر حجم منابع آب موجود در بازه زمانی تعیین‌شده
  - شناسایی فرآیندهای تبادل‌کننده آب بین منابع موجود
  - برآورد کمی نرخ یا سرعت تبادل برای هر فرآیند

omoorepeyman.ir

۲-۳- منابع آب موجود

منابع آب موجود در یک محدوده از دید صرفا آب‌شناختی[1] منابعی هستند که آب در آن‌ها به صورت مایع، جامد و یا گاز به صورت قابل حس یا اندازه‌گیری با روش‌های فیزیکی وجود داشته باشد. این منابع شامل:

- منابع آب سطحی
- منابع آب زیرزمینی
- منابع آب اتمسفری (جو)
- رطوبت خاک

هستند که به طور معمول به دلیل سخت‌بودن محاسبه آب موجود در جو، منابع آب موجود در جوّ را جزو منابع آب منطقه به حساب نمی‌آورند. آب آبی شامل آب‌های سطحی و زیرزمینی موجود در محدوده مورد مطالعه و آب سبز شامل رطوبت خاک است که قابل استحصال نیست ولی می‌تواند توسط گیاهان استفاده شود و باعث ایجاد تولیدات گیاهی شود. آب‌های خاکستری نیز جزو منابع آبی هستند که در محدوده مورد مطالعه وجود دارد. این منابع، یا قابل استفاده و یا غیرقابل استفاده هستند که می‌توانند شامل پساب، منابع آب شور و آب‌هایی که دارای آلودگی‌های مختلف هستند، باشند. براساس این طبقه‌بندی، آب‌های مجازی نیز می‌توانند در کنار آب‌های آبی، سبز و خاکستری، جزو منابع موجود در منطقه باشند. پس منابع آب موجود در هر محدوده‌ی جغرافیایی را می‌توان به صورت زیر نیز طبقه‌بندی کرد:

- آب آبی
- آب سبز
- آب مجازی (که مقادیر فیزیکی محاسباتی آن شامل آب آبی و آب سبز هست.)
- آب خاکستری (پساب، آب‌های شور و آب‌های آلوده)

برای در نظر گرفتن آب مجازی در بیلان آب محدوده‌ی مورد نظر، آب مصرف‌شده برای ساخت و تولید کالاها یا آب مجازی به عنوان یک منبع آب در نظر گرفته می‌شود که به طور معمول از سه منبع دیگر به دست می‌آید. یعنی مقادیر آب آبی، آب سبز و آب خاکستری مصرفی برای یک کالا به منزله آب مجازی برای آن کالا در نظر گرفته می‌شود که البته در مفهوم کامل‌تر و جامع‌تر آن همان مقدار آبرانه برای هر کالا محاسبه می‌شود.

در منبع آب مجازی، آب به صورت فیزیکی و یا خالص و قابل تشخیص و اندازه‌گیری مستقیم وجود ندارد. یا به عبارتی، کالاها یا موادی که برای ساخته‌شدن آن‌ها از آب استفاده‌شده یا آب مصرف شده برای تولید آن کالاها به عنوان آب مجازی در نظر گرفته شده و حجم آب به‌کار رفته برای ساخته‌شدن آن به عنوان حجم آن منبع آب مجازی در نظر گرفته می‌شود. حجم منابع آب مجازی بر پایه‌ی دستورالعمل‌ها و جدول‌های موجود که مقدار محتویات آب مصرفی برای تولید واحد جرم هر کالا را

1- Hydrologic

omoorepeyman.ir

نشان می‌دهد قابل تعیین است. البته باید یادآور شد که مقدار آب مصرفی برای تولید واحد جرم یک کالا بستگی به شرایط منطقه یا محدوده‌ای که کالا در آن تولید می‌شود نیز دارد. بنابراین برای واردکردن حجم آب مجازی موجود در محدوده می‌باید به جدول آب مصرفی برای تولید کالا که برای خود آن منطقه به دست آمده دسترسی داشت. پیش از ارائه نوع منابع، در جدول (۲-۱) علایم کوتاه مربوط به نوع منابع آب ارائه شده‌اند. در این جدول دیده می‌شود که منابع آب آبی، سبز، خاکستری و مجازی به ترتیب با نشانگرهای Bl، Gre، Gry و V نشان داده شده‌اند.

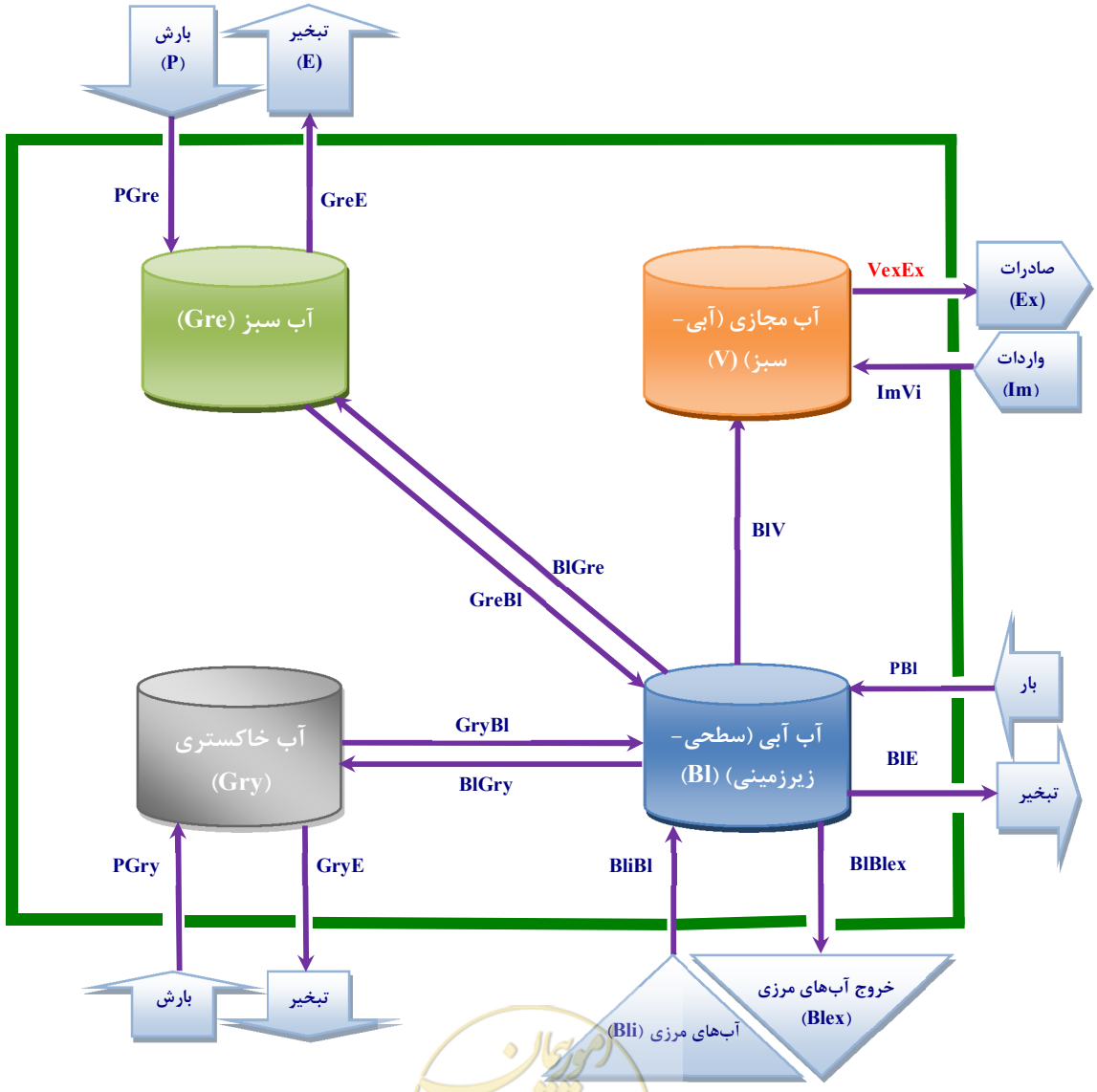
جدول ۲-۱- علایم کوتاه مربوط به نوع منابع آب (براساس مبانی ارائه‌شده در بند ۲-۲)

ردیف	شرح	نشانه کوتاه*
۱	بارش	P
۲	تبخیر	Ev
۳	رواناب سطحی	Ro
۴	تعرق	T
۵	نفوذ	F
۶	دریا-کویر	D
۷	آب آبی	Bl
۸	آب آبی – زیرزمینی	Blg
۱۰	ورودی آب آبی از مرزهای کشور	Bli
۱۱	خروجی آب آبی از مرزهای کشور	Blex
۱۲	آب سبز	Gre
۱۳	آب خاکستری	Gry
۱۴	آب مجازی	V
۱۵	آب مجازی کالاهای وارداتی	Vi
۱۶	آب مجازی کالاهای صادراتی	Vex
۱۷	آب مجازی کالاهای تولید داخل	Vd
۱۸	آبرانه	Fp
۱۹	آبرانه داخلی	Fpd
۲۰	آبرانه خارجی	Fpe
۲۱	تولیدات کشاورزی (زراعی، باغی، دامی و آبزیان)	Agri
۲۲	تولیدات زراعی	Agro
۲۳	تولیدات باغی	Ho
۲۴	تولیدات داخلی شیلات (آبزیان)	Fi
۲۵	تولیدات دامی	Ani
۲۶	تولیدات صنعتی	In
۲۷	صادرات کالا	Ex
۲۸	صادرات دوباره کالا	Exre
۲۹	واردات کالا	Im
۳۰	مصرف از مواد غذایی	C

* حرف بزرگ اول نشان‌دهنده‌ی نوع منبعی است که آب می‌دهد و حرف بزرگ دوم نشان‌دهنده‌ی نوع منبعی است که آب می‌گیرد.

omoorepeyman.ir

چنان‌که در شکل (۲-۱) دیده می‌شود چهار منبع اصلی آب وجود دارد که به وسیله فرآیندهای مختلف که در قسمت‌های بعد توضیح داده خواهد شد، آب بین آن‌ها تبادل می‌شود. در این نگاره دیده می‌شود که به محض مطرح‌شدن تجارت آب مجازی، بیلان منابع آب فراتر از منابع آب آبی خواهد بود و سه منبع دیگر هم برای شناسایی تبادلات منابع آب در نظر گرفته می‌شوند. در بیلان متعارف منابع آب آبی، با یک چرخه‌ی منابع آب روبرو هستیم. در حالی که در اینجا بیش‌تر با تبادلات منابع آب بین چهار منبع روبرو هستیم به طوری که آب واقعی از منابع آب آبی و سبز به منابع آب مجازی انتقال می‌یابد. در شکل (۲-۲)، که تکمیل‌شده شکل (۲-۱) است کاستی‌های این تبادلات برطرف خواهد شد به طوری که تبادلات دارای آغاز و پایان هستند و چرخه‌ی منابع آب بسته خواهد شد. حتی در همین وضعیت نیز اتکای اصلی به منابع آب آبی است و دیده می‌شود که سه منبع دیگر با آن در ارتباط هستند و به بسته‌شدن چرخه‌ی منابع آب کمک می‌کنند و امکان تبیین وضعیت منابع آب مجازی در بیلان منابع آب امکان‌پذیر می‌شود.



شکل ۲-۱- بیلان منابع آب موجود به همراه منابع چهارگانه و فرآیندهای داخلی و خارجی در یک محدوده جغرافیایی معین براساس یافته‌های مطالعه (کادر سبز رنگ پیرامون، بیانگر یک محدوده جغرافیایی ملی -کشور ایران- هست.)

omoorepeyman.ir

- شناسایی و محاسبه‌ی تغییر حجم منابع آب موجود

اگر حجم هر یک از منابع موجود در محدوده‌ی مورد مطالعه با V نشان داده شود، می‌توان گفت در محدوده مورد مطالعه، برای محاسبه بیلان نیاز به داشتن حجم هر یک از منابع آب‌های آبی (سطحی و زیرزمینی) (V_{Bl})، حجم آب سبز (V_{Gre})، حجم آب خاکستری (V_{Gry}) و حجم آب مجازی (V_V) خواهد بود. حجم کل آب موجود برابر با جمع حجم این منابع مطابق با رابطه (۲-۱) است:

$$V = V_{Bl} + V_{Gre} + V_{Gry} + V_V \qquad (۱-۲)$$

در محاسبه بیلان مهم‌تر از حجم کل مخزن، تغییرات حجم مخزن (ΔV) است. می‌توان محاسبه کرد که در یک بازه زمانی چه اندازه حجم مخزن تغییر کرده است؟ آیا از حجم مخزن مورد نظر کم شده (ΔVمنفی است) و یا به حجم آن افزوده شده (ΔVمخزن مثبت) است؟ **آیا در طول دوره زمانی از حجم منابع آب زیرزمینی و سطحی کم شده و یا در این دوره هم‌زمان با کاهش حجم منابع آب زیرزمینی و سطحی** ($-\Delta V_{Bl}$) **به حجم منابع آب مجازی افزوده شده** ($+\Delta V_V$) **است؟** پس برای یک منطقه، مجموع تغییرات اتفاق افتاده در منابع مختلف نشان‌دهنده این است که در دوره مورد نظر به طور خالص از منابع آب موجود منطقه کم شده و یا به آن افزوده شده است. مقدار تغییر در کل منابع آب موجود در منطقه از جمع جبری تغییرات منابع مختلف بر پایه رابطه (۲-۲) محاسبه می‌شود:

$$\Delta V = \Delta V_{Bl} + \Delta V_{Gre} + \Delta V_{Gry} + \Delta V_V \qquad (۲-۲)$$

که در آن:

ΔV_{Gre}: تغییر حجم منبع آب سبز

ΔV_V: تغییر حجم منبع آب مجازی

ΔV_{Gry}: تغییر حجم منبع آب خاکستری

ΔV_{Bl}: تغییر حجم منابع آب آبی (سطحی و زیرزمینی) و

ΔV: تغییر حجم کل منابع آب موجود در منطقه در یک دوره زمانی خاص

اگر براین‌که مقادیر تغییر در منابع موجود به نحوی باشد که ΔV **افزایش یابد یعنی از خارج سامانه به حجم کل منابع منطقه افزوده شده است.** در محاسبه بیلان، تغییر در حجم منابع از مقدار کل حجم منابع اهمیت بیش‌تری دارد به این دلیل که این حجم تغییر یافته منابع است که در تبادلات آبی و بیلان اثر دارند.

- روشِ شناسایی فرآیندها

شکل (۲-۲) به طور ساده نشان می‌دهد که منابع آب آبی و سبز برای تولید کالاهای کشاورزی و صنعتی مصرف می‌شوند. این تولیدات به طور عمده به مصرف داخلی می‌رسند و بخشی از آن نیز صادر می‌شود. بخش شهری و روستایی به واقع در پایان چرخه‌ی آب در شکل (۲-۲) قرار گرفته است. در بخش شهری و روستایی، کالاهای خوراکی و صنعتی مصرف می‌شوند. منابع آب شهری و روستایی نیز که به طور مستقیم از آب سطحی یا زیرزمینی استحصال می‌شوند برای

omoorepeyman.ir

شرب، شستشو، فضای سبز و خدمات مصرف می‌شود. همان‌طور که در شکل (۲-۲) نشان داده شده است **بخشی از آب مصرفی که آلوده می‌شود به عنوان آب خاکستری (پساب شهری یا روستایی) در چرخه آب در نظر گرفته می‌شود. به این ترتیب میزان آب شهری و روستایی همان آب استحصالی است که از آب آبی برداشت می‌شود و میزان پساب هم درصدی از آب شهری و روستایی است که آلوده شده است.** کالاهای خوراکی برای تامین انرژی روزانه یا رشد جمعیت انسانی مصرف می‌شوند. بخشی از تولیدات خوراکی نیز در مراحل پس از تولید تا قبل از مصرف (انبارداری، حمل و نقل، بسته‌بندی) از بین می‌روند که به آن ضایعات در مرحله‌ی مصرف گفته می‌شود که در عمل منابع آب مصرف‌شده برای آن هدر رفته است اما جزو محاسبات مربوط به خروجی بخش کشاورزی و ورودی به بخش مصرف در نظر گرفته شده است. منابع آب خاکستری همان منابع آب آبی هستند که آلوده می‌شوند. گاهی این منابع موجب آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌شوند.

فرآیندهای موجود در چرخه، آب را بین منابع تبادل می‌کنند و باعث انتقال یا تبدیل آب از یک منبع به منبع دیگری می‌شوند. فرآیندها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: فرآیندهایی که آب را بین منابع داخل و خارج از محدوده مورد مطالعه، منتقل می‌کنند و دسته دوم فرآیندهایی که آب را در بین منابعی که صرفا در داخل محدوده هستند، تبادل می‌کنند. فرآیندهایی که با خارج از محدوده مورد مطالعه تبادل ایجاد می‌کنند شامل دو دسته هستند: فرآیندهایی که آب را از خارج از محدوده مورد مطالعه به داخل محدوده منتقل می‌کنند و به نام واردات (Import, i) شناخته می‌شوند و فرآیندهایی که آب را از منابع داخل محدوده به خارج از آن منتقل می‌کنند به آن‌ها فرآیندهای صادراتی (Export, ex) می‌گویند. همان‌طور که در شکل (۲-۲) نشان داده شده است، مهم‌ترین فرآیندهای صادراتی و وارداتی به منابع آب مجازی و منابع آب آبی (سطحی و زیرزمینی) مرتبط می‌شوند.

در شکل (۲-۲)، فرآیند میزان آب مجازی کالاهای وارداتی کشاورزی و صنعتی به ترتیب با Im(Agri)Vi(Bl) و Im(In)Vi(Bl) و میزان آب مجازی کالاهای صادراتی کشاورزی و صنعتی به ترتیب Ex(Agri)Vex(Bl) و Ex(In)Vex(Bl) انجام می‌شوند. همچنین، منابع آب آبی که به منابع آب سطحی کشور وارد می‌شوند با BliBls و منابع آب آبی که به منابع آب زیرزمینی کشور وارد می‌شوند با BliBlg نشان داده می‌شوند.

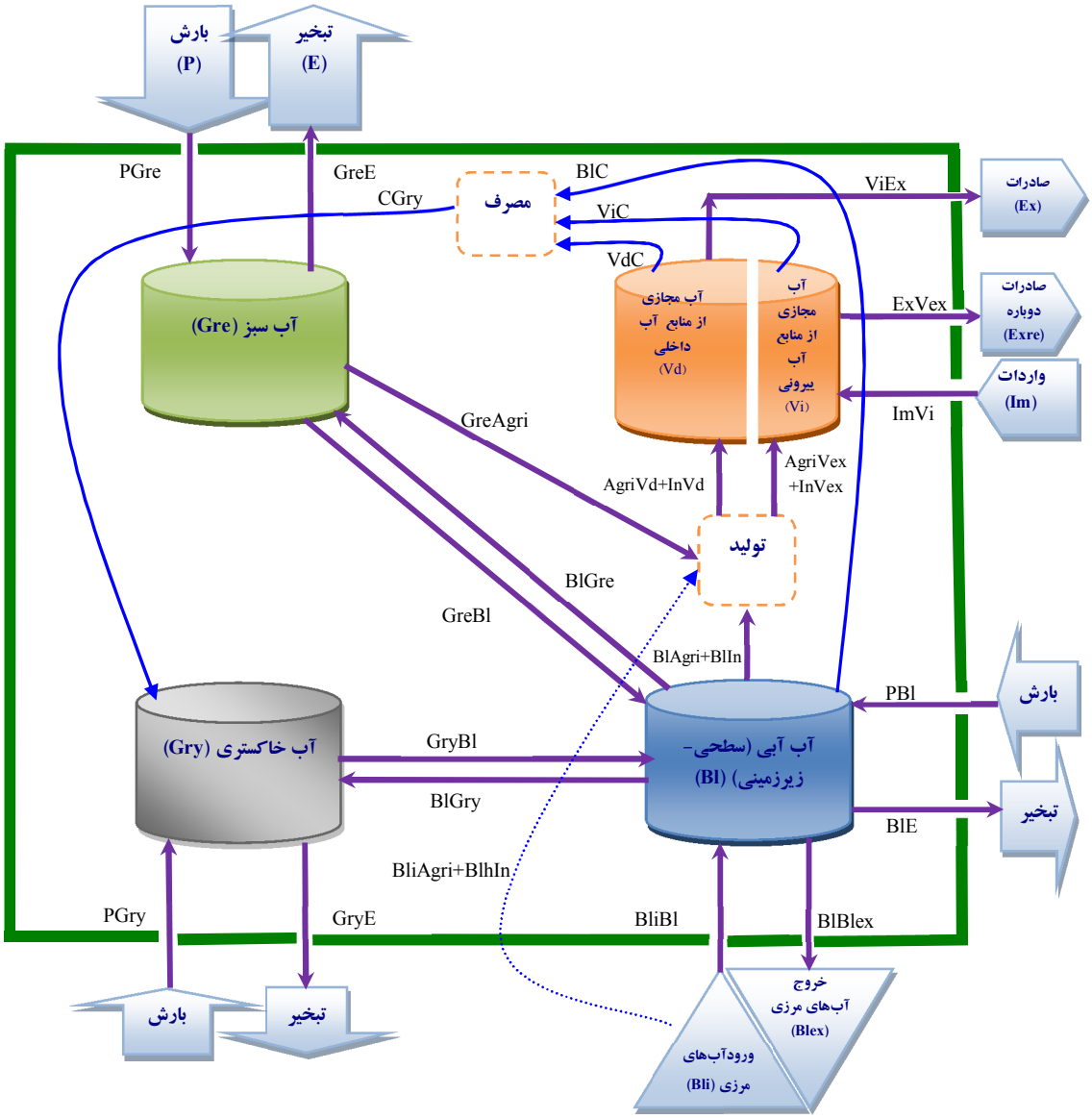
بارندگی (P) و تبخیر (E) نیز از جمله تبادلاتی هستند که آب را از محدوده جغرافیایی خارج و یا به آن داخل می‌کنند و جزو گروهی به حساب می‌آیند که باعث تبادل آب با خارج از محدوده جغرافیایی می‌شوند. فرآیند بارندگی ورودی به منابع آب آبی (سطحی و زیرزمینی)، سبز (رطوبت خاک) و خاکستری به ترتیب با نشانگرهای PBl، PGre و PGry نشان داده شده‌اند. تبخیر یا تبادل آب به خارج از منابع آب آبی (سطحی و زیرزمینی)، سبز (رطوبت خاک) و خاکستری به ترتیب با نشانگرهای BlE، GreE و GryE نشان داده شده‌اند. به عنوان مثال، بارندگی مستقیم که برای کشت دیم و تولید گندم به کار گرفته شده، به عنوان واردات بارندگی به منابع آب سبز در نظر گرفته می‌شود ولی همان‌طور که در شکل (۲-۲) دیده می‌شود، برای منابع آب مجازی، بارش یا تبخیر بی‌معناست. بنابراین برای آن مقادیری در نظر گرفته نشده است.

omoorepeyman.ir

برخی فرآیندها، آب را بین منابع داخل محدوده تبادل می‌کنند. مانند فرآیند انتقال آب از منابع سطحی به منابع آب سبز (BlGre) و خاکستری (BlGry). یا فرآیند مربوط به تبادل منابع آب آبی (سطحی و زیرزمینی) به بخش‌های تولیدی کشاورزی و صنعتی (BlAgri+BlIn). فرآیند GreAgri نیز منابع آب سبز برای تولید در بخش کشاورزی را نشان می‌دهد. فرآیندهایی که طی آن، منابع آب مصرف‌شده در تولید کالاها به منابع آب مجازی انتقال می‌یابند، شامل AgriVd+InVd و AgriVex+InVex می‌شوند. AgriVd+InVd مربوط به منابع آب مصرف‌شده در بخش‌های کشاورزی و صنعتی می‌شوند که تولیدات این بخش‌ها برای مصرف در داخل کشور استفاده می‌شود. در حالی که AgriVex+InVex مربوط به منابع آب مصرف‌شده در بخش‌های کشاورزی و صنعتی می‌شوند که تولیدات این بخش‌ها برای مصرف در خارج از کشور صادر می‌شود. **به این ترتیب فرآیندهایی که آب را از منابع آب آبی و سبز به بخش‌های تولیدی انتقال می‌دهند، فرآیندهایی هستند که منابع آب واقعی (آبی یا سبز) را به بخش‌های تولیدی (کشاورزی و صنعتی) انتقال می‌دهند. ولی فرآیندهایی که آب را از بخش‌های تولیدی به منابع آب مجازی و پس از آن به بخش مصرف انتقال می‌دهند، با منابع آب مجازی سروکار دارند. پس منابع آب مجازی هم همان مقادیر آب واقعی هستند که در فرآیند تولید کالاهای کشاورزی و صنعتی مصرف شده‌اند.**

فهرست کامل تبادلات منابع آب که براساس شکل (۲-۲) استخراج شده‌اند، در جدول‌های (۲-۲) تا (۲-۴) ارائه شده‌اند. این تبادلات در واقع، نشان‌دهنده هرگونه رویداد در مقادیر منابع چهارگانه آب است که لازم است کاربران گرامی با این فهرست به طور کامل آشنا شوند.

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۲- بیلان آب محدوده مورد مطالعه با در نظرگرفتن آب مجازی و آبرانه داخلی و خارجی براساس نظریه‌ی هاکسترا و چاپاگاین (Hoekstra and Chapagain, 2007) و یافته‌های مطالعه (کادر سبز رنگ پیرامون، بیانگر یک محدوده جغرافیایی ملی -کشور ایران- هست.)

- ضریب تبدیل حجم آب در فرآیندهای صادراتی و وارداتی

باید یادآور شد که در فرآیندهای داخلی که آب را بین منابع داخلی انتقال می‌دهند همان حجم آبی که برای مثال از منبع Bl خارج می‌شود باعث تولید کالا یا آب مجازی می‌شود که معادل آبی آن برابر با همان حجم آبی است که از منبع Bl خارج شده است. **یعنی طی فرآیند BlAgri آب از منبع Bl به بخش تولیدی کشاورزی (Agri) وارد شده و تغییر حجمی در طی فرآیند رخ نداده است. ولی در واردات آب مجازی به صورت یک کالای خاص ممکن است ارزش حجم آب این کالای مجازی در کشور مبدا کم‌تر از کشور مقصد یا منطقه مورد مطالعه باشد.** در کشور مبدا، ارزش کم‌تر حجم آب مجازی با گذر از مرز کشور و ورود به منطقه مورد مطالعه به ارزش آبی بیش‌تری تبدیل شده است. بنابراین طی فرآیندهای

omoorepeyman.ir

صادرات و واردات آب مجازی یا کالایی که در منطقه مبدا و مقصد دارای ارزش حجم آبی متفاوتی است، باید مشخص کرد که آیا دیدگاه مصرف مورد نظر است یا دیدگاه تولید؟ با توجه به توضیحات پیش‌گفته، **چون دیدگاه تولید در اینجا مورد نظر است بنابراین در فرآیند ورود آب مجازی به صورت کالاها از یک کشور دیگر، به میزان M مترمکعب آب در مصارف آب کشور صرفه‌جویی می‌شود که به این ترتیب مقدار حجم آب مجازی در ایران به دست می‌آید.** آشکار است که برای فرآیند معکوس یعنی صدور کالاها به خارج از کشور، به میزان M مترمکعب آب از منابع آب کشور از دست می‌رود.

۲-۳-۱- روابط محاسباتی مورد نیاز برای محاسبه‌ی پیوند (ارتباط) «تغییرات حجم منابع» و «فرآیندها»

۲-۳-۱-۱- رابطه بین تغییر کل منابع آب محدوده و فرآیندها

فرآیندهایی که باعث ورود و خروج آب به محدوده مورد مطالعه می‌شوند شامل، فرآیندهای صادرات و واردات کالاها (Im, Ex)، ورود و خروج منابع آب آبی (سطحی و زیرزمینی) (Bli و Blex) و (بارندگی و تبخیر) (P, E) هستند. برای محاسبه تغییر حجم کل منابع موجود ($\frac{\sum \Delta V_i}{\Delta t}$) در محدوده‌ی مورد مطالعه می‌توان از رابطه (۲-۳) استفاده کرد:

$$\sum Im_i - \sum Ex_i + \sum Pi - \sum Ei + Bli + Blex = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\sum \Delta Vi}{\Delta t} \qquad (۳-۲)$$

که در آن i=Bl, Gre, Gry است که در خصوص صادرات و واردات کالا چون تنها با منابع آب آبی و سبز برای کالاهای کشاورزی و منابع آب آبی برای کالاهای صنعتی روبرو هستیم، بنابراین مقدار i=Bl, Gre خواهد بود. ولی تبخیر و بارش مربوط به منابع آب آبی، سبز و خاکستری است که در آن i=Bl, Gre, Gry است.

رابطه (۲-۳) نشان می‌دهد که تغییر در حجم کل منابع در طول بازه‌ی زمانی در نظر گرفته‌شده‌ی (Δt) برابر است با مجموع دبی فرآیندهای ورودی شامل: واردات کالا یا ورودی به منابع آب مجازی Im، ورودی آب‌های سطحی و زیرزمینی مرزی به منابع آب آبی (Bli) و بارندگی به منابع مختلف ($\sum Pi$)از جمله: بارندگی به منابع آب آبی ($\sum P_{Bl}$)، بارندگی به منابع آب سبز ($\sum P_{Gre}$)و بارندگی به منابع آب خاکستری ($\sum P_{Gry}$) منهای مجموع دبی فرآیندهای خروجی شامل: صادرات کالا یا خروجی از منابع آب مجازی (Ex)، خروجی آب‌های سطحی و زیرزمینی از مرز کشور (Blex)و تبخیر از منابع مختلف ($\sum Ei$) از جمله: تبخیر از منابع آب آبی ($\sum E_{Bl}$)، تبخیر از منابع آب سبز ($\sum E_{Gre}$)و تبخیر از منابع آب خاکستری ($\sum E_{Gry}$).

۲-۳-۱-۲- رابطه‌ی بین تغییر حجم هر یک از منابع و فرآیندها

برای محاسبه بیلان یا تغییر حجم در هر یک از منابع داخلی ($\frac{\Delta V_i}{\Delta t}$)مانند منبع آب سطحی و زیرزمینی، منبع آب مجازی و غیره، فرآیندهای صادراتی و وارداتی و فرآیندهای داخلی هر دو، نقش دارند. برای منبع iام، رابطه بیلان یا تغیرات حجم مربوطه در بازه‌ی زمانی خاص به صورت رابطه (۲-۴) محاسبه می‌شود:

omoorepeyman.ir

$$\frac{\Delta Vi}{\Delta t} = \sum ji - \sum ij + IMi - EXi + Bli_i - Blex_i + Pi - Ei \qquad (۴-۲)$$

که در آن:

i: اندیس منبع مورد نظر

j: اندیس همه منبع‌ها به جز منبع مورد نظر

$\sum ji$: مجموع دبی ورودی از طریق فرآیند تبادل‌کننده همه منابع j به منبع مورد نظر i

$\sum ij$: مجموع دبی خروجی از منبع i به سایر منابع j

IMi: دبی واردات به منبع i

EXi: دبی خروجی از طریق صادرات از منبع i

Pi: بارندگی ورودی به منبع i و

Ei: تبخیر خروجی از منبع i است.

۲-۳-۱-۳- رابطه بیلان منابع آب با آبرانه

آبرانه یا مصرف آب در یک کشور می‌تواند براساس رابطه (۲-۵) به دو مولفه آبرانه داخلی[۱] (IFP) و آبرانه خارجی[۲] (EFP) تقسیم شود:

$$WFP = IFP + EFP \qquad (۵-۲)$$

بر پایه تعریف ارائه‌شده توسط هاکسترا و چاپاگاین[۳] آبرانه داخلی می‌تواند به صورت رابطه (۲-۶) تعریف شود:

$$W_i = NWU - VWE_{dom} \qquad (۶-۲)$$

که در این رابطه NWU آب مصرف‌شده از منابع داخلی برای تولید آب مجازی مصرفی است که می‌توان آن را با رابطه (۲-۷) بیان کرد:

$$NWU = \sum jv \qquad (۷-۲)$$

که در آن:

jv: فرآیندهایی هستند که آب را از کلیه منابع داخلی به منبع آب مجازی وارد می‌کنند.

VWE_{dom}: صادرات آب مجازی تولیدشده از منابع داخلی است که می‌توان آن را به صورت رابطه‌ی (۲-۸) نشان داد:

$$VWE_{dom} = EXv_{IFP} \qquad (۸-۲)$$

که در آن:

1-Internal Footprint
2-External Footprint
3-Hoekstra and Chapagain, 2007

omoorepeyman.ir

EXv_{IFP}: صادرات آب مجازی حاصل از تولیدات داخلی یا صادرات در ارتباط با آبرانه داخلی است که در شکل (۲-۳) نشان داده شده است.

همچنین آبرانه خارجی در همین مرجع به صورت رابطه (۲-۹) محاسبه می‌شود:

$$W_e = VWI - VWE_{re-export} \quad (۹-۲)$$

که در آن:

$$VWI = IMv$$
$$VWE_{re-export} = EXv_{EFP}$$

EXv_{EFP} صادرات آب مجازی در رابطه با آبرانه خارجی است.

در شکل (۲-۲) که آب مجازی با دیدگاه هاکسترا و چاپاگاین در الگوی بیلان کلی آب محدوده جغرافیایی معین جا داده شده است، مقادیر فرآیند تبادل آب از منبع آب مجازی به آب مصرفی (vu) در دو قسمت فرآیند مرتبط با آبرانه داخلی، vu_{IFP} و مرتبط با آبرانه خارجی، vu_{EFP} در نظر گرفته شده است.

باید یادآور شد که تنها مشکل موجود در الگوی ارائه‌شده در شکل (۱-۵) این است که تخمین حجم کل هر یک از منابع به آسانی ممکن نیست. برای حل این مشکل می‌توان این‌گونه عمل کرد که تغییر حجم مخزن در دوره مورد نظر را به عنوان حجم منبع در نظر گرفت. برای مثال تغییر حجم کل گندم انبارشده در منطقه مورد مطالعه در دوره زمانی مورد نظر را به عنوان حجم کل آب مجازی معادل گندم در نظر گرفت. تنها در مواردی می‌توان بدون احتساب حجم برای منبع، آب مجازی را محاسبه نمود که برای محاسبه بیلان دوره زمانی‌ای در نظر گرفته شود که تغییرات کل حجم آب مجازی در آن دوره، تقریبا صفر باشد. اگر تنها آب مجازی مورد نظر باشد، باید مقادیر دقیق ورودی آب به منبع مجازی یا نرخ تولید آب مجازی از منابع مختلف داخلی، نرخ مصرف داخلی آب مجازی، نرخ صادرات و واردات آب مجازی و نرخ ورودی بارندگی به آب مجازی را تعیین کرد و برای تعیین بیلان آب کل منطقه، مقادیر بارندگی و تبخیر به کل منابع و صادرات و واردات آب به صورت مجازی یا آب سطحی و زیرزمینی در نظر گرفته شود.

- پیوند تجارت آب مجازی با بیلان منابع آب (برای شرایطی که آب مجازی به عنوان یک منبع در نظر گرفته نمی‌شود.)

در برخی مطالعات خارجی، آب مجازی در بیلان به عنوان منبعی با حجم مشخص در نظر گرفته نشده و سه مسیر برای مصرف منابع داخلی در نظر گرفته می‌شود. این سه مسیر به صورت زیر بیان می‌شود:

- مسیر ۱: مصرف آب از منابع داخلی برای مصرف کالا در داخل کشور
- مسیر ۲: مصرف آب از منابع داخلی برای صادرات کالا به خارج از کشور
- مسیر ۳: صرفه‌جویی در مصرف منابع آب داخل از طریق واردات کالا

اختلاف این دیدگاه با دیدگاه مطرح شده در شکل (۲-۲) در این است که اولا برای آب مجازی، حجم یا منبعی مشخص نشده است و ثانیا مسیرهای خاص و پیوسته‌ای متصل به هم در نظر گرفته شده که در طول آن ذخیره آب در منبع خاصی

omoorepeyman.ir

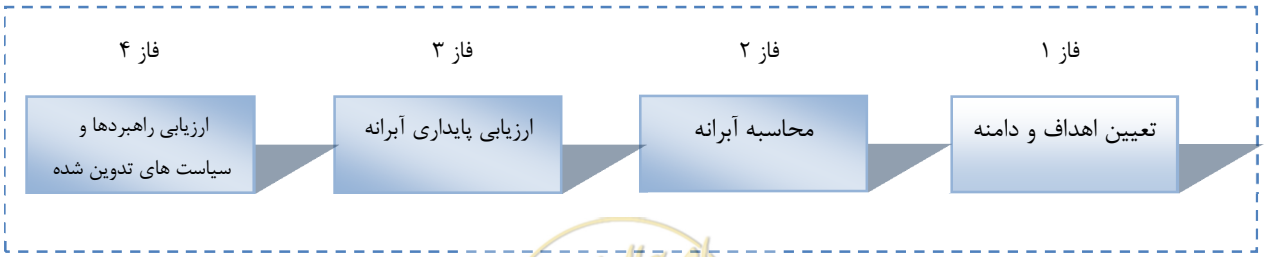
دیده نشده است. به عنوان مثال در مسیر ۱، مصرف آب از منبع داخلی برای تامین مصارف کالای داخلی است. باید یادآور شد که در این روش مورد مشترک در سه مسیر این است که منابع آب داخلی برای تولید کالا مصرف شده است و تفاوت این سه مسیر آن است که کالای تولید شده یا به مصرف داخل می‌رسد (مسیر ۱) یا صادر می‌شود (مسیر ۲) و یا با واردات آب مجازی، در مصرف آب داخلی صرفه‌جویی شده و در نهایت به مصرف داخل می‌رسد (مسیر ۳). در این دیدگاه گرچه مسیرهای مختلفی تعیین شده و منبعی برای آب مجازی در نظر گرفته نشده ولی باید خاطر نشان کرد که این سه مسیر جداشده در جایی می‌بایست با هم ارتباط داشته باشند. یعنی آشکار است که ممکن است آب‌های مصرفی مسیر ۱ از منابع داخلی غیر از تولید کالا و آب مجازی و مصرف در داخل صادر هم بشود و مسیر ۱ در ۲ ترکیب شود. از طرفی در واقعیت ممکن است کل آب مجازی تولید شده در بازه زمانی مورد نظر به مصرف داخل نرسد و به آب استفاده‌شده تبدیل نشود و در جایی انبار شود. بنابراین برای آب مجازی موجود در واقع باید حجم مخزن و یا منبعی در نظر گرفته شود.

- چهار مرحله در ارزیابی آبرانه

یک ارزیابی کامل آبرانه شامل چهار مرحله جداگانه به شرح زیر است (شکل ۲-۳):

- تعیین هدف‌ها و دامنه
- محاسبه آبرانه
- ارزیابی پایداری آبرانه
- ارزیابی راهبردها و سیاست‌های تدوین‌شده

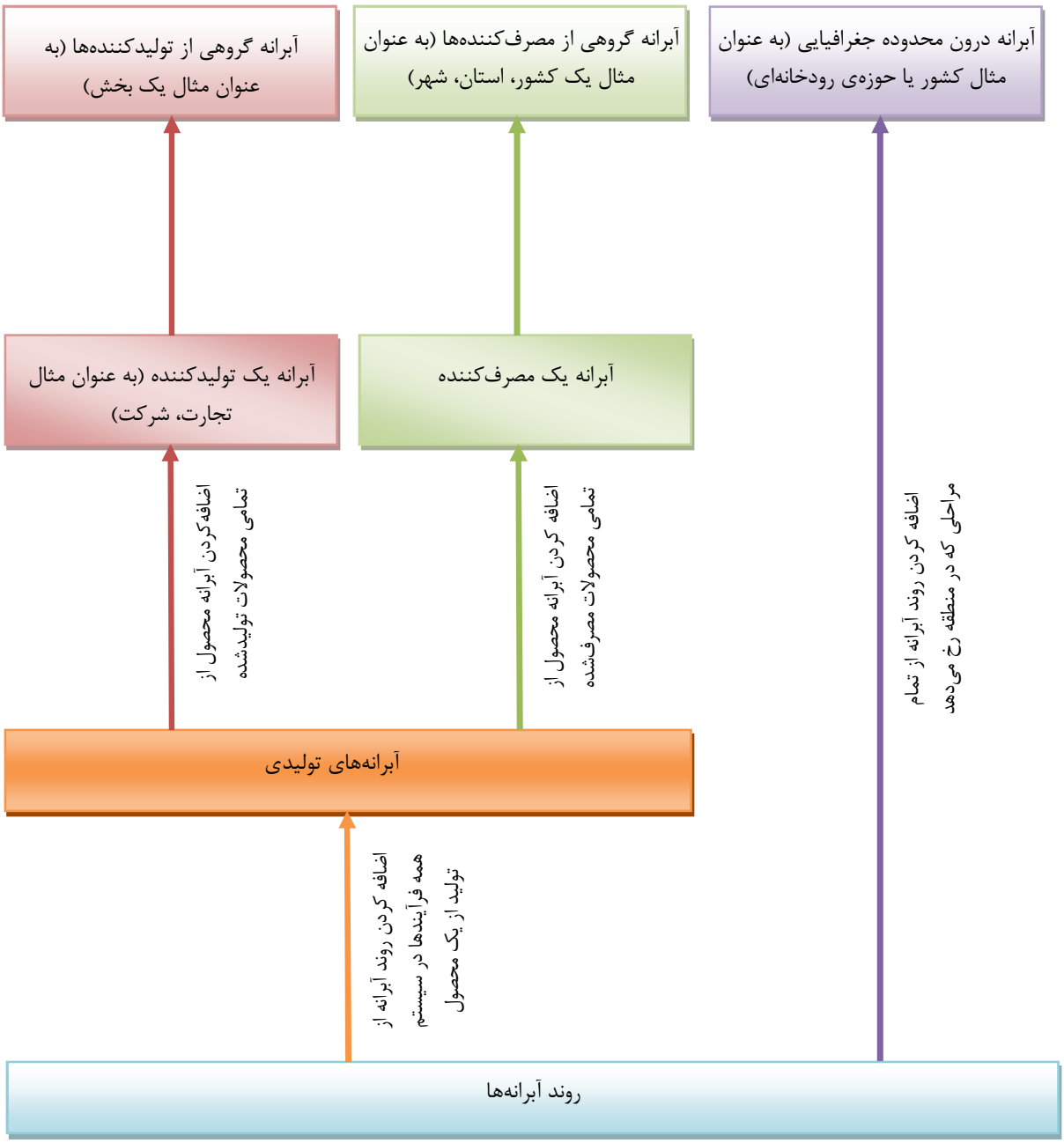
در آغاز، برای تعیین آبرانه باید هدف‌های مورد مطالعه در منطقه مورد نظر به صورت روشن مشخص شوند. محاسبه آبرانه به دلایل مختلفی انجام می‌گیرد. برای مثال دولت‌ها ممکن است علاقمند به شناخت وابستگی خود به منابع آب خارجی و یا به شناخت پایداری منابع آب در مناطقی که واردات محصولات از آن جا شدید است، باشند. در مرحله محاسبه آبرانه، داده‌های مورد نیاز جمع‌آوری‌شده و محاسبات انجام می‌شوند. دامنه و سطح جزییات محاسبات به تصمیمات گرفته‌شده در مرحله پیش بستگی دارد. پس از آن، مرحله ارزیابی پایداری آبرانه است که در آن، آبرانه از دیدگاه محیط‌زیستی و همچنین دیدگاه اجتماعی و اقتصادی محاسبه می‌شود. در مرحله نهایی، راهبردها و سیاست‌های تدوین‌شده ارزیابی می‌شوند.



شکل ۲-۳- چهار مرحله در ارزیابی آبرانه

شکل (۲-۴)، مثالی از بلوک ساختاری اصلی روند آبرانه با در نظر گرفتن تمامی آبرانه‌های دیگر را نشان می‌دهد.

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۴- مثالی از بلوک ساختاری اصلی روند آبرانه با در نظرگرفتن تمامی آبرانه‌های دیگر

۲-۴- فهرست تبادلات منابع آب (فرآیندها)

جدول‌های (۲-۲) تا (۲-۴) مربوط به شناسایی انواع منابع آب هستند که بهتر است کاربران محتوای جدول‌های زیر را به طور کامل مطالعه کرده و از آن اطلاع کافی داشته باشند. در بخش سوم گزارش، نحوه تعیین مقادیر انواع منابع آب یادشده در جدول‌های (۲-۲) تا (۲-۴) ارائه شده است. همان گونه که در جدول (۲-۲) دیده می‌شود، منابع آب خارجی شامل منابع آب وارداتی و صادراتی است. منابع آب وارداتی شامل آب مجازی، بارش، آب آبی و آب سبز است. علامت کوتاه Im(Agri)Vi(Bl) نشان‌دهنده‌ی واردات کالاهای کشاورزی است. علامت کوتاه Im(In)Vi(Bl) نشان‌دهنده واردات

omoorepeyman.ir

کالاهای صنعتی است. رواناب سطحی از بارش با PBls نشان داده شده است. BlgBlex نشان‌دهنده مقدار منابع آب زیرزمینی است که از مرزهای کشور خارج می‌شود. **در جدول ۲-۲، حرف بزرگ اول نشان‌دهنده‌ی نوع منبعی است که «آب می‌دهد» و حرف بزرگ دوم نشان‌دهنده‌ی نوع منبعی است که «آب می‌گیرد»**. بنابراین در مواردی که منابع آب از کشور خارج می‌شود، علامت منفی وجود نخواهد داشت و هر گونه تبادل منابع آب دارای مقادیر فیزیکی مشخص برحسب مترمکعب آب هست. آشکار هست که در تهیه بیلان منابع آب با در نظرگرفتن تجارت آب مجازی، هرگونه تبادل مقادیر آب مربوط به منابع چهارگانه آب برابر چهارچوب این دستورالعمل، افزوده یا کاسته می‌شود. برای مثال آب آبی کالاهای صادراتی کشاورزی با نشانگر Ex(Agri)Vex(Bl) و آب آبی از رودخانه‌ها (منابع آب سطحی) خروجی از مرزهای کشور با نشانگر BlsBlex نمایش داده می‌شود.

جدول ۲-۲- انواع منابع آب بیرونی (براساس مبانی ارائه‌شده در بند ۲-۲)

نوع منبع		فرآیند	نشانه کوتاه فرآیند
منابع آب بیرونی (وارداتی)	آب آبی کالای وارداتی	واردات کالاهای کشاورزی	Im(Agri)Vi(Bl)
		واردات کالاهای صنعتی	Im(In)Vi(Bl)
		کالاهای وارداتی برای صادرات دوباره	ImVex(Bl)
	بارش	رواناب سطحی از بارش	PBls
		تغذیه منابع آب زیرزمینی از بارش	PBlg
		بارش بر سطح کویر، کوه، جنگل، مرتع و دشت‌ها	PD
	آب آبی وارداتی از مرزهای کشور	تغذیه منابع آب سطحی از آب آبی وارداتی	BliBls
		تغذیه منابع آب زیرزمینی از آب آبی وارداتی	BliBlg
	آب سبز کالاهای وارداتی	واردات کالاهای کشاورزی	Im(Agri)Vi(Gre)
		کالاهای وارداتی برای صادرات دوباره	ImVex(Gre)
منابع آب بیرونی (صادراتی)	آب آبی کالای صادراتی	صادرات کالاهای کشاورزی (تولید داخل)	Ex(Agri)Vex(Bl)
		صادرات کالاهای صنعتی (تولید داخل)	Ex(In)Vex(Bl)
		صادرات دوباره کالاهای وارداتی	ExVex(Bl)
	آب سبز کالای صادراتی	صادرات کالاهای کشاورزی (تولید داخل)	Ex(Agri)Vex(Gre)
		صادرات دوباره کالاهای کشاورزی وارداتی	ExVex(Gre)
	آب آبی صادراتی از مرزهای کشور	خروجی منابع آب سطحی از مرزهای کشور	BlsBlex
		خروجی منابع آب زیرزمینی از مرزهای کشور	BlgBlex

برخی مقادیر یادشده در جدول (۲-۲)، در جدول (۲-۳) نیز آمده است. BliBls نشان‌دهنده‌ی ورود آب آبی از مرز خشکی کشور به منابع آب سطحی داخلی است. به طریق مشابه، BlsBlex خروج آب آبی از مرز خشکی کشور از منابع آب سطحی داخلی است.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۳- انواع منابع آب داخلی (براساس مبانی ارائه‌شده در بند ۲-۲)

نوع منبع		فرآیند	نشانه کوتاه فرآیند
منابع آب آبی (سطحی)	ورودی منابع آب سطحی	رواناب سطحی از بارش	PBls
		تغذیه منابع آب سطحی از آب آبی وارداتی	BliBls
		زهکش از آب زیرزمینی	BlgBls
		آب برگشتی از مصارف (استفاده دوباره از آب مصرفی)	BlsBls
		تغذیه منابع آب سطحی از تخلیه چشمه‌ها	BlgBls
		ورودی از منابع آب خاکستری به منابع آب سطحی	GryBls
	خروجی منابع آب سطحی	انتقال آب سطحی داخلی به کویر و دریا	BlsD
		تبخیر از منابع آب سطحی داخلی	BlsE
		خروج آب آبی از مرز خشکی کشور از منابع آب سطحی داخلی	BlsBlex
		برداشت از منابع آب سطحی برای تولیدات کشاورزی (زراعی-باغی-شرب و سرویس بهداشتی دام-آبزیان) به منظور مصرف داخلی	BlsAgri
		برداشت از منابع آب سطحی به منظور صادرات کالاهای کشاورزی	BlsEx(Agri)
		برداشت از منابع آب سطحی برای تولیدات صنعتی به منظور مصرف داخلی	BlsIn
		برداشت از منابع آب سطحی به منظور صادرات کالاهای صنعتی	BlsEx(In)
		تغذیه منابع آبی زیرزمینی از منابع آب آبی سطحی داخلی	BlsBlg
		مصرف شرب روستایی و شهری	BlsC
		خروجی از منابع آب سطحی به منابع آب خاکستری	BlsGry
منابع آب آبی (زیرزمینی)	ورودی منابع آب زیرزمینی	تغذیه منابع آب زیرزمینی از بارش	PBlg
		تغذیه منابع آب زیرزمینی از آب آبی وارداتی	BliBlg
		تغذیه منابع آب زیرزمینی از آب سطحی داخلی	BlsBlg
		آب برگشتی از مصارف زیرزمینی (استفاده دوباره از آب مصرفی)	BlgBlg
		برداشت از ذخیره ثابت آبخوان‌ها	BlgAgri+BlgIn+BlgC
		ورودی از منابع آب خاکستری به منابع آب زیرزمینی	GryBlg
	خروجی منابع آب زیرزمینی	خروج آب آبی از مرز کشور از منابع آب زیرزمینی داخلی	BlgBlex
		برداشت از منابع آب زیرزمینی برای تولیدات کشاورزی به منظور مصرف داخلی	BlgAgri
		برداشت از منابع آب زیرزمینی به منظور صادرات کالاهای کشاورزی	BlgEx(Agri)
		برداشت از منابع آب زیرزمینی برای تولیدات صنعتی به منظور مصرف داخلی	BlgIn
		برداشت از منابع آب زیرزمینی به منظور صادرات کالاهای صنعتی	BlgEx(In)
		زهکش و تبخیر از آب زیرزمینی	BlgE
		تغذیه منابع آب سطحی از تخلیه چشمه‌ها	BlgBls
		مصرف شرب روستایی و شهری	BlgC
		خروجی از منابع آب زیرزمینی به منابع آب خاکستری	BlgGry
منابع آب سبز	ورودی منابع آب سبز	بارش بر سطح کویر و کوه، جنگل، مرتع و دشت‌ها	PD
		ورودی به منابع آب سبز از منابع آب آبی	BlGry
	خروجی منابع آب سبز	تبخیر	GreE
		مصرف از منابع آب سبز داخلی برای تولیدات کشاورزی (زراعت-باغداری-جنگل و مرتع) برای مصرف داخل	GreAgri
		مصرف از منابع آب سبز داخلی برای تولیدات کشاورزی به منظور صادرات کشاورزی	GreEx(Agri)

omoorepeyman.ir

ادامه‌ی جدول ۲-۳- انواع منابع آب داخلی (براساس مبانی ارائه‌شده در بند ۲-۲)

نوع منبع		فرآیند	نشانه کوتاه فرآیند
منابع آب خاکستری	ورودی به منابع آب خاکستری	آب برگشتی آلوده شده کشاورزی	AgriGry
		فاضلاب (پساب) صنعتی	InGry
		فاضلاب (پساب) شهری و روستایی	CGry
		فاضلاب (پساب) کالاهای صنعتی صادراتی	InGry
	خروجی از منابع آب خاکستری	ورودی از منابع آب خاکستری به منابع آب سطحی	GryBls
		ورودی از منابع آب خاکستری به منابع آب زیرزمینی	GryBlg

جدول (۲-۴)، عنوان منابع مربوط به مصرف منابع آب را نشان می‌دهد. توجه شود که مصرف مواد غذایی (از بخش کشاورزی) با علامت کوتاه Vd(Agri)C نشان داده شده است که هم نشان‌دهنده خروجی منابع آب از بخش کشاورزی و هم نشان‌دهنده ورودی به بخش مصرف است.

جدول ۲-۴- انواع مصرف از منابع آب (براساس مبانی ارائه‌شده در بند ۲-۲)

نوع منبع		فرآیند	نشانه کوتاه فرآیند
کشاورزی (دام، زراعت، باغداری، آبزیان، جنگل و مرتع)	ورودی به بخش کشاورزی	برداشت از منابع آب آبی سطحی داخلی برای تولیدات کشاورزی	BlsAgri
		برداشت از منابع آب آبی زیرزمینی داخلی برای تولیدات کشاورزی	BlgAgri
		مصرف از منابع آب سبز داخلی برای تولیدات کشاورزی (زراعت، باغداری، جنگل و مرتع)	GreAgri
	خروجی از بخش کشاورزی	آب مجازی ناشی از تولید کالای کشاورزی (معادل مجموع برداشت از آب آبی و سبز داخلی برای تولیدات زراعی، باغی و جنگل و مرتع منهای صادرات کالاهای کشاورزی)	AgriVd
		آب مجازی ناشی از تولید کالاهای صادراتی کشاورزی	AgriVe
		آب خاکستری (آب برگشتی آلوده‌شده) ناشی از آبیاری در بخش کشاورزی	AgriGry
بخش صنعت	ورودی به بخش صنعت	برداشت از منابع آب سطحی برای تولیدات صنعتی به منظور مصرف داخلی	BlsIn
		برداشت از منابع آب زیرزمینی برای تولیدات صنعتی به منظور مصرف داخلی	BlgIn
	خروجی از بخش صنعت	آب مجازی ناشی از تولید کالای صنعتی (معادل مجموع برداشت از آب آبی داخلی برای تولیدات صنعتی منهای صادرات کالاهای صنعتی)	InVd
		آب مجازی ناشی از تولید کالاهای صادراتی صنعتی	InVex
		آب خاکستری (آب برگشتی آلوده‌شده) ناشی از فعالیت واحدهای صنعتی	InGry
بخش مصرف	ورودی به بخش مصرف	مصرف کالای کشاورزی (معادل مجموع برداشت از آب آبی و سبز داخلی برای تولیدات کشاورزی منهای صادرات)	Vd(Agri)C
		مصرف کالای صنعتی (معادل مجموع برداشت از آب آبی داخلی برای تولیدات صنعتی منهای صادرات صنعتی)	Vd(In)C
		مصرف از محل کالاهای وارداتی (معادل آب کالاهای وارداتی کشاورزی و صنعتی)	Vi(Agri+In)C
		مصرف شرب روستایی و شهری	BlsC+BlgC
	خروجی بخش مصرف	فاضلاب (پساب) شهری و روستایی	CGry

چیدمان جدول‌های بالا برای پیوند انواع منابع چهارگانه آب به صورت جدول (۲-۵) خواهد بود.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۵- نحوه چیدمان تبادلات منابع چهارگانه آب (آبی، سبز، خاکستری و مجازی) در چهارچوب «نحوه ارتباط بیلان منابع آب با تجارت آب مجازی» در محدوده جغرافیایی کشور ایران

الف- منابع آب خارجی (صادراتی)				
	نشانه	سهم	مقدار	شرح
آب مجازی (صادراتی)	Ex(Agri)Vex(Bl)	-	-	صادرات کالاهای کشاورزی (تولید داخل)
	Ex(In)Vex(Bl)	-	-	صادرات کالاهای صنعتی (تولید داخل)
	ExVex(Bl)	-	-	صادرات دوباره کالاهای وارداتی *
	-	-	-	جمع
آب سبز کالای صادراتی	نشانه	سهم	مقدار	شرح
	Ex(Agri)Vex(Gre)	-	-	صادرات کالاهای کشاورزی (تولید داخل)
	Ex(In)Vex(Gre)	-	-	صادرات کالاهای صنعتی (تولید داخل)
	ExVex(Gre)	-	-	صادرات دوباره کالاهای کشاورزی وارداتی *
	-	-	-	جمع
آب آبی صادراتی	نشانه	سهم	مقدار	شرح
	BlsBlex	-	-	خروج آب آبی از مرز خشکی کشور از منابع آب سطحی داخلی
	BlgBlex	-	-	خروج آب آبی از مرز خشکی کشور از منابع آب زیرزمینی داخلی *
	-	-	-	جمع

ب- تولید و مصرف							
خروجی از بخش کشاورزی				کشاورزی (دام-زراعت-باغداری-آبزیان)	ورودی به بخش کشاورزی		
نشانه	سهم	مقدار	شرح		شرح	مقدار	سهم	نشانه
AgriVd	-	-	مصرف کالای کشاورزی (معادل مجموع برداشت از آب آبی و سبز داخلی برای تولیدات کشاورزی منهای صادرات)		برداشت از منابع آب سطحی برای تولیدات کشاورزی (زراعی، باغی، شرب و سرویس بهداشتی دام و آبزیان) به منظور مصرف داخلی	-	-	BA
AgriVex	-	-	صادرات کالای کشاورزی		برداشت از منابع آب زیرزمینی (زراعی، باغی، شرب و سرویس بهداشتی دام و آبزیان) برای تولیدات کشاورزی به منظور مصرف داخلی	-	-	BA
AgriGry			آب خاکستری (آب برگشتی آلوده شده) *					
-	-	-	-		مصرف از منابع آب سبز داخلی برای تولیدات کشاورزی (زراعت، باغداری، جنگل و مرتع)	-	-	GA
-	-	-	-		-	-	-	-
-			جمع		جمع			-

omoorepeyman.ir

ب- تولید و مصرف

خروجی از بخش صنعت					ورودی به بخش صنعت			
نشانه	سهم	مقدار	شرح		شرح	مقدار	سهم	نشانه
ICI	-	-	تولید کالای کشاورزی (معادل مجموع برداشت از آب آبی و سبز داخلی برای تولیدات زراعی، باغی و جنگل و مرتع منهای صادرات)	صنعت	برداشت از منابع آب آبی سطحی داخلی برای تولیدات صنعتی	-	-	BI
					برداشت از منابع آب آبی زیرزمینی داخلی برای تولیدات صنعتی			BI
IE	-	-	صادرات کالای صنعتی		-	-	-	-
IG			آب خاکستری (آب برگشتی آلوده شده) صنعتی		-			-
-	-	-	-		-	-	-	-
-			جمع		جمع			-

خروجی از بخش مصرف					ورودی به بخش مصرف			
نشانه	سهم	مقدار	شرح		شرح	مقدار	سهم	نشانه
CGry	-	-	فاضلاب (پساب) شهری و روستایی	مصرف	مصرف کالای کشاورزی (معادل مجموع برداشت از آب آبی و سبز داخلی برای تولیدات کشاورزی منهای صادرات)	-	-	Vd(Agri)C
-	-	-	-		مصرف کالای صنعتی (معادل مجموع برداشت از آب آبی داخلی برای تولیدات صنعتی منهای صادرات صنعتی)	-	-	Vd(In)C
-	-	-	-		مصرف از محل کالاهای وارداتی (معادل آب کالاهای وارداتی کشاورزی و صنعتی)	-	-	Vi(Agri+In)C
-	-	-	-		مصرف شرب روستایی و شهری	-	-	BlsC+BlgC
-	-	-	جمع		جمع			-

ج- منابع آب داخلی

خروجی منابع آب سطحی					ورودی منابع آب سطحی			
نشانه	سهم	مقدار	شرح		شرح	مقدار	سهم	نشانه
BlsD	-	-	انتقال آب سطحی داخلی به کویر و دریا	منابع آب آبی (سطحی)	رواناب سطحی از بارش	-	-	PBls
BlsE	-	-	تبخیر از منابع آب سطحی داخلی *		تغذیه منابع آب سطحی از آب آبی وارداتی	-	-	BliBls
BlsBlex	-	-	خروج آب آبی از مرز خشکی کشور از منابع آب سطحی داخلی *		زهکش از آب زیرزمینی	-	-	BlgBls
BlsAgri	-	-	برداشت از منابع آب سطحی برای تولیدات کشاورزی (زراعی-باغی-آبزیان) به منظور مصرف داخلی		آب برگشتی از مصارف (استفاده دوباره از آب مصرفی)	-	-	BlsBls
	-	-	شرب و سرویس بهداشتی دام-			-	-	
BlsEx(Agri)	-	-	برداشت از منابع آب سطحی به منظور صادرات کالاهای کشاورزی		تغذیه منابع آب سطحی از تخلیه چشمه‌ها	-	-	BlgBls

omoorepeyman.ir

ج- منابع آب داخلی								
خروجی منابع آب سطحی					ورودی منابع آب سطحی			
نشانه	سهم	مقدار	شرح	منابع آب آبی (سطحی)	شرح	مقدار	سهم	نشانه
BlsIn	-	-	برداشت از منابع آب سطحی برای تولیدات صنعتی به منظور مصرف داخلی		ورودی از منابع آب خاکستری به منابع آب سطحی*	-	-	GryBls
	-	-			-	-	-	-
BlsEx(In)	-	-	برداشت از منابع آب سطحی به منظور صادرات کالاهای صنعتی		-	-	-	-
BlsBlg	-	-	تغذیه منابع آبی زیرزمینی از منابع آب آبی سطحی داخلی		-	-	-	-
BlsC	-	-	مصرف شرب روستایی و شهری		-	-	-	-
BlsGry	-	-	خروجی از منابع آب سطحی به منابع آب خاکستری		-	-	-	-
-	-	-	جمع		جمع	-	-	-
خروجی منابع آب زیرزمینی					ورودی منابع آب زیرزمینی			
نشانه	سهم	مقدار	شرح	منابع آب آبی (زیرزمینی)	شرح	مقدار	سهم	نشانه
BlgBlex	-	-	خروج آب آبی از مرز کشور از منابع آب زیرزمینی داخلی		تغذیه منابع آب زیرزمینی از بارش	-	-	PBlg
BlgAgri	-	-	برداشت از منابع آب زیرزمینی برای تولیدات کشاورزی به منظور مصرف داخلی		تغذیه منابع آب زیرزمینی از آب آبی وارداتی	-	-	BliBlg
	-	-			تغذیه منابع آب زیرزمینی از آب سطحی داخلی	-	-	BlsBlg
BlgEx(Agri)	-	-	برداشت از منابع آب زیرزمینی به منظور صادرات کالاهای کشاورزی		آب برگشتی از مصارف زیرزمینی و سطحی (استفاده دوباره از آب مصرفی)	-	-	BlgBlg
	-	-				-	-	
BlgIn	-	-	برداشت از منابع آب زیرزمینی برای تولیدات صنعتی به منظور مصرف داخلی		برداشت از ذخیره ثابت آبخوان‌ها	-	-	BlgAgri+BlgIn+BlgC
	-	-			ورودی از منابع آب خاکستری به منابع آب زیرزمینی	-	-	GryBlg
BlgEx(In)	-	-	برداشت از منابع آب زیرزمینی به منظور صادرات کالاهای صنعتی		-	-	-	-
	-	-			-	-	-	-
BlgE	-	-	مصرف شرب روستایی و شهری		-	-	-	-
BlgBls	-	-	زهکش و تبخیر از آب زیرزمینی		-	-	-	-
BlgC	-	-	تغذیه منابع آب سطحی از تخلیه چشمه‌ها		-	-	-	-
BlgGry	-	-	خروجی از منابع آب زیرزمینی به منابع آب خاکستری		-	-	-	-
-	-	-	جمع		جمع	-	-	-

omoorepeyman.ir

ج- منابع آب داخلی

خروجی منابع آب سبز					ورودی منابع آب سبز			
نشانه	سهم	مقدار	شرح		شرح	مقدار	سهم	نشانه
GreE	- -	- -	تبخیر	منابع آب سبز	بارش بر سطح کویر، کوه، جنگل، مرتع و دشت‌ها	-	-	PD
GreAgri	-	-	مصرف از منابع آب سبز داخلی برای تولیدات کشاورزی برای مصرف داخل (زراعت، باغداری و جنگل و مرتع)		-	-	-	-
GreEx(Agri)	-	-	مصرف از منابع آب سبز داخلی برای تولیدات کشاورزی به منظور صادرات کشاورزی		-	-	-	-
-	-	-	جمع		جمع	0	-	-

خروجی منابع آب خاکستری					ورودی به منابع آب خاکستری			
نشانه	سهم	مقدار	شرح		شرح	مقدار	سهم	نشانه
GryBls	-	-	ورودی از منابع آب خاکستری به منابع آب سطحی*	منابع آب خاکستری	آب برگشتی آلوده شده کشاورزی	-	-	AgriGry
GryBlg	-	-	ورودی از منابع آب خاکستری به منابع آب زیرزمینی*		فاضلاب (پساب) صنعتی	-	-	InGry
-	-	-	-		فاضلاب (پساب) شهری و روستایی	-	-	CGry
-	-	-	-		فاضلاب (پساب) کالاهای صنعتی صادراتی	-	-	InGry
-	-	-	جمع		جمع	-	-	-

د- منابع آب خارجی (وارداتی)

آب آبی کالای وارداتی	منابع ورودی		
	شرح	مقدار	سهم	نشانه
	واردات کالاهای کشاورزی	-	-	VA
	واردات کالاهای صنعتی	-	-	VI
	کالاهای وارداتی برای صادرات دوباره*	-	-	VEE
	جمع	-	-	-

آب سبز کالای وارداتی	منابع ورودی		
	شرح	مقدار	سهم	نشانه
	واردات کالاهای کشاورزی	-	-	Im(Agri)Vi(Gre)
	کالاهای وارداتی برای صادرات دوباره*	-	-	ImVex(Gre)
	جمع	-	-	-

omoorepeyman.ir

د- منابع آب خارجی (وارداتی)				
بارش	منابع ورودی			
	شرح	مقدار	سهم	نشانه
	رواناب سطحی از بارش	-	-	PBls
	تغذیه منابع آب زیرزمینی از بارش	-	-	PBlg
	بارش بر سطح کویر، کوه، جنگل، مرتع و دشت‌ها	-	-	PD
	جمع	-	-	-
آب آبی وارداتی	منابع ورودی			
	شرح	مقدار	سهم	نشانه
	تغذیه منابع آب سطحی از آب آبی وارداتی	-	-	BxB
	تغذیه منابع آب زیرزمینی از آب آبی وارداتی *	-	-	BxB
	جمع	-	-	-

نکات مربوط به رابطه بیلان با تجارت آب مجازی	
ردیف	نکات
۱	کلیه تبادلات مربوط به مقدار آب (واقعی- مجازی) برحسب مترمکعب است.
۲	تبادلات شامل ۳ بخش کلی منابع خارجی، منابع داخلی و فرآیندها و محصولات می‌شود.
۳	تبادلات مربوط به هر منبع دارای ۲ بخش ورودی و خروجی است. تبادلات مربوط به منابع آب خارجی، در دو طرف کادر قرار گرفته است.
۴	به سب نبود یا مطمئن نبودن از برخی آمار (موردهای ستاره‌دار) و یا کاستی‌های آماری، دو طرف ورودی و خروجی مربوط به هر منبع، متوازن نشده است. ضمن این که در برخی منابع به تنهایی، ذاتا توازن برقرار نمی‌شود.
۵	ماهیت تنظیم بیلان و تعیین رابطه آن با تجارت آب مجازی با محاسبات بیلان آب در یک محدوده متفاوت است و تبادلات اساسا از هر دو جنس کالایی و منابع واقعی آب است.
۶	مقادیر سهم برحسب درصد هستند.
۷	دوره بیلان منابع آب و تبادلات کالایی در چهارگوش‌های بالا مربوط به سال ۸۵-۱۳۸۴ است. هر چند برخی آمار برای سال ۱۳۸۶ و برخی آمارها مربوط به میانگین ۲۰ ساله است.

هـ- ضرایب مورد نیاز در بیلان منابع آب		
ردیف	شرح	مقدار
۱	ضریب زهکش و تبخیر از کل ورودی به منابع آب زیرزمینی	-
۲	ضریب آب برگشتی از مصارف شرب و صنعت (استفاده دوباره از آب مصرفی)	-
۳	ضریب آب برگشتی از مصارف کشاورزی (استفاده دوباره از آب مصرفی)	-
۴	تغذیه منابع آب سطحی از تخلیه چشمه‌ها	-

و- نشانه‌های کوتاه منابع چهارگانه آب		
ردیف	شرح	نشانه کوتاه
۱	بارش	P
۲	تبخیر	Ev
۳	رواناب سطحی	Ro
۴	تعرق	T
۵	نفوذ	F
۶	دریا-کویر	D
۷	آب آبی سطحی	Bls
۸	آب آبی زیرزمینی	Blg
۹	ورودی آب آبی از مرزهای کشور	Bli
۱۰	خروجی آب آبی از مرزهای کشور	Blex

omoorepeyman.ir

و- نشانه‌های کوتاه منابع چهارگانه آب		
ردیف	شرح	نشانه کوتاه*
۱۱	آب سبز	Gre
۱۲	آب خاکستری	Gry
۱۳	آب مجازی کالاهای وارداتی	Vi
۱۴	آب مجازی کالاهای صادراتی	Vex
۱۵	آب مجازی کالاهای تولید داخل	Vd
۱۶	آبرانه	Fp
۱۷	آبرانه داخلی	Fpd
۱۸	آبرانه خارجی	Fpe
۱۹	تولیدات کشاورزی (زراعی، باغی، دامی و آبزیان)	Agri
۲۰	تولیدات زراعی	Agro
۲۱	تولیدات باغی	Ho
۲۲	تولیدات داخلی شیلات (آبزیان)	Fi
۲۳	تولیدات دامی	Ani
۲۴	تولیدات صنعتی	In
۲۵	صادرات کالا	Ex
۲۶	صادرات دوباره کالا	Exre
۲۷	واردات کالا	Im
۲۸	مصرف از مواد خوراکی	C
* حرف بزرگ اول نشان‌دهنده‌ی نوع منبعی است که آب می‌دهد و حرف بزرگ دوم نشان‌دهنده‌ی نوع منبعی است که آب می‌گیرد.		

ز- اطلاعات اولیه مورد نیاز برای تهیه بیلان منابع آب کشور در سال		
ردیف	عنوان	میزان (مترمکعب)
۱	رواناب سطحی از بارش	-
۲	تغذیه منابع آب زیرزمینی از بارش	-
۳	تبخیر از بارش	-
۴	تغذیه منابع آب سطحی از آب آبی وارداتی	-
۵	تغذیه منابع آب زیرزمینی از آب آبی وارداتی	-
۶	تغذیه منابع آب زیرزمینی از آب سطحی داخلی	-
۷	برداشت از ذخیره ثابت آبخوان‌ها	-
۸	انتقال آب سطحی داخلی به کویر و دریا	-
۹	تبخیر از منابع آب سطحی داخلی	-
۱۰	خروج آب آبی از مرز خشکی کشور از منابع آب سطحی داخلی	-
۱۱	چاه عمیق	-
۱۲	چاه نیمه‌عمیق	-
۱۳	قنات	-
۱۴	چشمه	-
۱۵	خروج آب آبی از مرز کشور از منابع آب زیرزمینی داخلی	-
۱۶	آب برگشتی آلوده شده کشاورزی	-
۱۷	تغذیه منابع آب سطحی از تخلیه چشمه‌ها	-

چکیده یافته‌های کلیدی محاسبات بیلان منابع آب و آب مجازی

omoorepeyman.ir

فصل ۳

تعیین مقادیر (محتویات) منابع چهارگانه‌ی آب (آبی، سبز، خاکستری و مجازی)

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳-۱- کلیات

اکنون که نوع منابع آب معلوم شد، در گام بعد لازم است محتویات انواع منابع آب تعیین شود. مقادیر (محتویات) منابع چهارگانه‌ی آب برای تولید کالاهای صنعتی و کشاورزی به کار می‌رود. بخش مصرف از این قاعده جداست. چون تنها میزان آب مصرفی در آن بخش محاسبه می‌شود. تعیین منابع آب برای هرکدام از منابع چهارگانه و پیوند این منابع براساس مبانی ارائه شده در شکل (۲-۲) در نرم‌افزار «تجارت آب مجازی» ارائه شده است.

۳-۲- تعیین مقادیر (محتویات) منابع آب آبی

منابع آب آبی مجازی ناشی از کالاهای کشاورزی و صنعتی (تولیدی- وارداتی یا صادراتی) در منبع آب مجازی مورد محاسبه قرار می‌گیرد. در اینجا تنها، منابع آب آبی واقعی مورد نظر است. همان‌طور که در جدول (۲-۳) دیده شد، منابع آب آبی شامل موردهای زیر بودند:

- منابع آب سطحی در داخل مرزهای کشور
- منابع آب سطحی ورودی یا خروجی از مزرهای کشور
- منابع آب زیرزمینی در داخل مرزهای کشور
- منابع آب زیرزمینی ورودی یا خروجی از مرزهای کشور

برخی مقادیر مربوط به منابع آب سطحی و زیرزمینی از اطلاعات سالیانه منابع آب کشور به دست می‌آید که لازم است در بیلان منابع آب لحاظ شوند.

۳-۳- تعیین مقادیر (محتویات) منابع آب سبز

منابع آب سبز مجازی ناشی از کالاهای کشاورزی (تولیدی- وارداتی یا صادراتی) در منبع آب مجازی مورد محاسبه قرار می‌گیرد. برخلاف منابع آب آبی، هنگامی حجم منابع آب سبز قابل محاسبه و تعیین است که رطوبت خاک در تولید محصولات زراعی و باغی مصرف شود. در غیر این صورت، حجمی برای منبع آب سبز را نمی‌توان محاسبه و تعیین کرد. به این ترتیب، برای محاسبه منابع آب سبز مصرف‌شده در تولید کالاهای کشاورزی، در بند (۳-۴) که آب مجازی این محصولات محاسبه می‌شوند، مقدار آب سبز نیز محاسبه خواهد شد. بخش دیگر آب سبز مربوط به عرصه‌های جنگلی و مرتعی می‌شود که نحوه محاسبه آن در بند (۳-۴) ارائه خواهد شد.

۳-۴- تعیین مقادیر (محتویات) منابع آب خاکستری

در این دستورالعمل ورودی به منابع آب خاکستری عبارتند از:

- آب برگشتی آلوده‌شده کشاورزی

omoorepeyman.ir

- فاضلاب (پساب) صنعتی
- فاضلاب (پساب) شهری و روستایی
- فاضلاب (پساب) کالاهای صنعتی صادراتی

خروجی از این منابع نیز عبارتند از:

- ورودی از منابع آب خاکستری به منابع آب سطحی
- ورودی از منابع آب خاکستری به منابع آب زیرزمینی

در محاسبات انجام‌شده در این راهنما، به دلیل نبود آمار قابل استناد، برداشت از منابع آب خاکستری برای تولیدات کشاورزی اعم از مصرف منابع آب آلوده برای تولیدات صیفی و سبزیجات، بهره‌برداری از منابع آب آبخوان‌هایی که در نتیجه بهره‌برداری بی‌رویه شور شده‌اند و همین‌طور هرگونه بهره‌برداری از رودخانه‌های شور که برای تولیدات کشاورزی استفاده می‌شوند، صفر در نظر گرفته شده است.

از دیدگاه محاسباتی، برای بخشی از منابع آب خاکستری که در ردیف منابع آب آلوده قرار می‌گیرند دو شیوه محاسباتی وجود دارد: یک شیوه این است که حجم این منابع اندازه‌گیری شود و به عنوان آب خاکستری محسوب شود. ولی شیوه دقیق‌تر این است که حجم آبی که برای آلودگی‌زدایی این منبع لازم است، محاسبه شود و به عنوان معادل آب خاکستری محاسبه شود. در این راهنما همان شیوه نخست برای محاسبه آب خاکستری استفاده شده است ولی واژه معادل آب محیط‌زیستی برای آن به کار برده شده است.

۳-۵- تعیین مقادیر (محتویات) منابع آب مجازی (آبی، سبز و خاکستری)

همان‌طور که در شکل (۲-۲) دیده شد، منابع آب واقعی (آبی یا سبز) پس از کاربرد در بخش‌های تولیدی (کشاورزی و صنعت) به کالا تبدیل می‌شوند. چون کالاها یا به مصرف داخل می‌رسند و یا این‌که به خارج از کشور صادر می‌شوند. بنابراین از همین‌جا می‌توان مقادیر منابع آب مصرف‌شده در فرآیند تولید کالاها را به عنوان آب مجازی در نظر گرفت و به منبع آب مجازی افزود. برای این منظور لازم است آب مصرفی در بخش‌های کشاورزی و صنعتی را تعیین کرد. در بندهای پیش‌رو، نحوه‌ی تعیین محتویات آب مصرفی مربوط به محصولات کشاورزی و صنعتی ارائه شده است.

چون مفهوم آبرانه (داخلی و خارجی)، از جامعیت بیش‌تری نسبت به مفهوم آب مجازی برخوردار است، بنابراین آبرانه آبی به معنای آب آبی مصرف‌شده در فرآیند تولید کالاهای کشاورزی و صنعتی است. بنابراین مُراد از منابع آب آبی، مقدار آبی است که به طور کامل در فرآیند تولید کالا به مصرف رسیده است. برای مثال در تولید کالاهای کشاورزی، افزون بر مقدار آبی که برای تبخیر و تعرق گیاه مصرف می‌شود، بخشی از آن آب آبی نیز تبخیر می‌شود که جزو آبرانه آبی به حساب می‌آید. در حالی که از دیدگاه مفهوم آب مجازی، همان بخش تبخیر و تعرق برای تعیین آب مجازی در نظر گرفته می‌شود. به این ترتیب با توجه به جامعیت و کامل‌بودن مفهوم آبرانه، از آن برای محاسبات محتویات مربوط به

omoorepeyman.ir

منبع آب مجازی (به عنوان یکی از منابع چهارگانه آب) استفاده می‌شود. یادآوری می‌شود که بنا به توضیحات بند ۱-۳، آبرانه هر محصول شامل مجموع آبرانه آبی، سبز و خاکستری است.

۳-۵-۱- تعیین آبرانه (آبی، سبز و خاکستری) کالاهای کشاورزی

برای محاسبه محتویات آب مجازی، زیمر و رنالت [۱۵۸] تفاوتی بین تولیدات اولیه (محصولات)، تولیدات فرآوری‌شده (مانند شکر، روغن گیاهی و آبجوی الکلی)، تولیدات تغییر شکل‌یافته (شامل تولیدات حیوانی)، تولیدات جانبی (مانند دانه پنبه)، تولیدات مضاعف (مانند درخت نارگیل) و تولیدات با مصرف آب پایین یا بدون مصرف آب (مانند ماهی دریایی) را در نظر گرفته‌اند. حجم آب مجازی ناشناخته یا شناخته‌شده برای تولید یک محصول به عنوان مقدار حجم لازم در مراحل تولید محصول نامیده می‌شود [۶۶]. نه تنها محصولات کشاورزی حاوی آب مجازی هستند بلکه محصولات صنعتی و خدمات نیز حاوی آب مجازی هستند. مثالی که در مورد آب مجازی می‌توان زد در مورد آب مجازی دانه‌های غلات است. برآورد شده است که برای تولید یک کیلوگرم گندم در شرایط آبیاری بارانی و شرایط آب و هوایی مساعد در حدود ۲ مترمکعب آب (بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم) لازم است. برای همان مقدار گندم کشت‌شده در کشورهای خشک، جایی که شرایط آب و هوایی مساعد نباشد (درجه حرارت و تبخیر و تعرق بالا)، در حدود ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ کیلوگرم آب نیاز است. پس، عوامل زیادی هستند که بر مقدار آب مصرف‌شده در تولید یک محصول اثر می‌گذارند. در هنگام تخمین‌زدن و برآوردکردن آب مجازی، عوامل زیر را دست‌کم باید در نظر گرفت و آن‌ها را فراهم کرد.

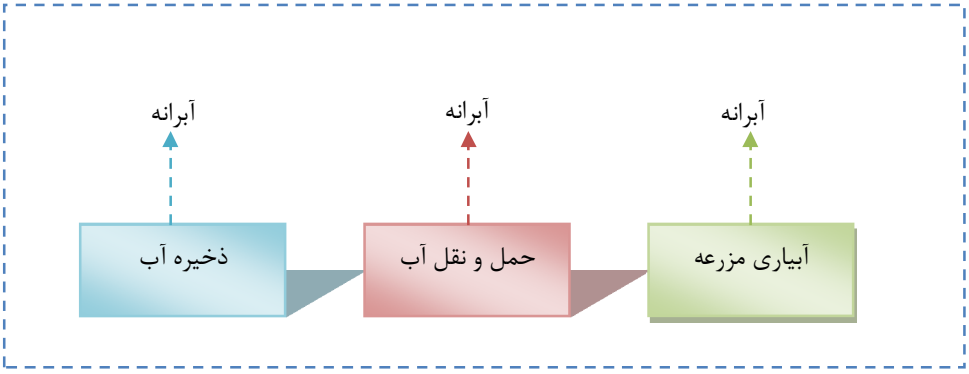
- مکان و محدوده زمانی (سال تولید) محصول
- درجه اندازه‌گیری. برای مثال در صورت وجود محصول زراعی آبیاری‌شده، میزان آب کاربردی (استحصالی) از آب مصرفی جدا می‌شود.
- روش تولید و کارآیی مصرف آب مربوطه. مادامی که آب مصرفی بر پایه نیاز خالص آبیاری در محاسبات در نظر گرفته می‌شود.
- مقادیر آب هدررفته (آلوده‌شده) در صورت وجود به عنوان پساب آب کشاورزی (آب خاکستری) در نظر گرفته شوند.
- چگونگی تعیین آب ورودی در محصولات میانی و محتویات آب مجازی در محصول نهایی

کالاهای کشاورزی و منابع طبیعی شامل کالاهای زراعی، باغی، دامی و آبزیان می‌شوند. برخی محصولات کشاورزی و منابع طبیعی، به طور مستقیم به مصرف انسان می‌رسند. برخی محصولات نیز پس از فرآوری و برخی محصولات کشاورزی به عنوان ماده خام اولیه در بخش صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد و به صورت کالاهای خوراکی فرآوری‌شده یا صنعتی در اختیار جمعیت انسانی قرار می‌گیرند. برای محاسبه آبرانه مربوط به محصول نهایی، لازم است اطلاعات مربوط به نسبت‌های تولید و نسبت‌های ارزشی در اختیار باشد تا بتوان آبرانه مربوط به هر مرحله را برای محصول (محصولات) اولیه، محصول (محصولات) میانی یا محصول (محصولات) نهایی محاسبه کرد.

omoorepeyman.ir

شکل (۳-۱)، نشان می‌دهد که مقدار آبرانه برای هر مرحله یا هر اقدامی در فرآیند تولید یک محصول قابل محاسبه است. یعنی هر کدام از مراحل، آبرانه ویژه خود را دارد. به طور معمول، مجموع آب مجازی مصرفی شامل آب مصرفی در سطح مزرعه تا مرحله‌ی مصرف نهایی محصول می‌شود. در این راستا ۴ گام آغازین باید در نظر گرفته شود:

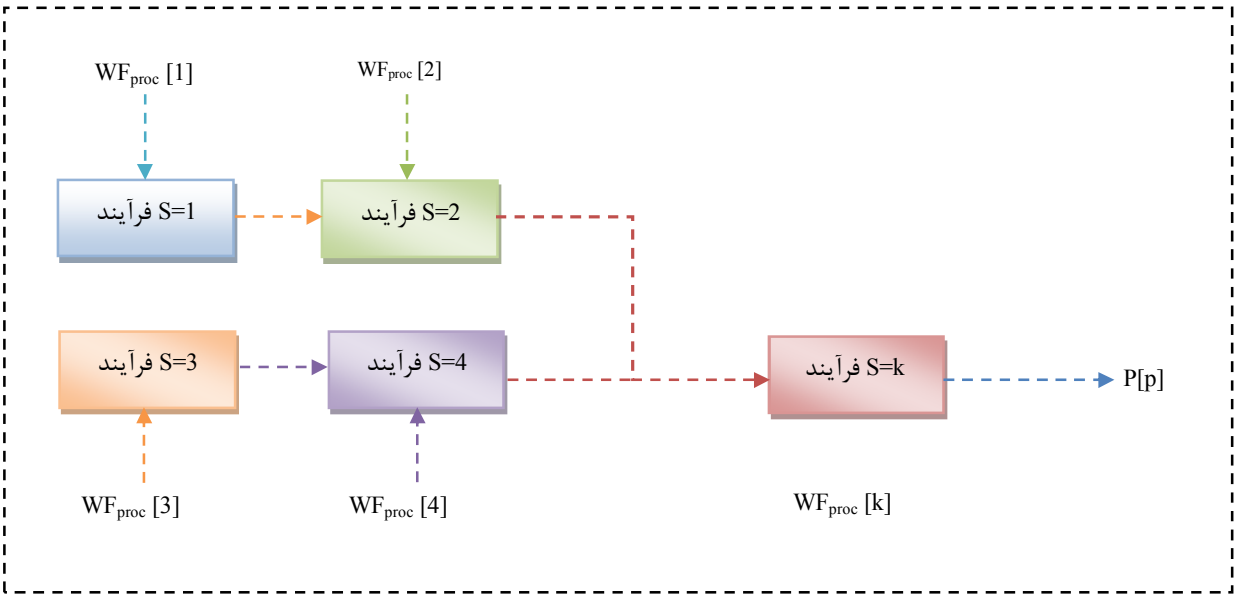
- گروه‌بندی محصولات مواد غذایی براساس حجم آب مجازی
- نقشه شار (شبکه) مواد غذایی از مرحله‌ی تولید تا مصرف
- تعیین مراحل تولید محصولات
- تعیین آب مجازی محصولات



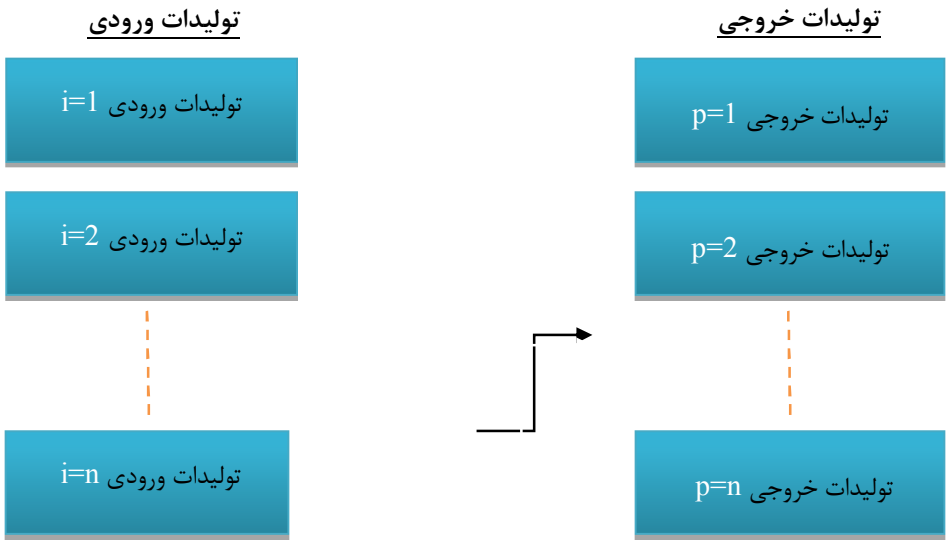
شکل ۳-۱- نتیجه فرآیندهای آبیاری: ذخیره آب، حمل و نقل آب و آبیاری مزرعه

شکل (۳-۲)، شیوه تعیین میزان آبرانه در شرایط تهیه یک محصول از چند محصول دیگر مانند محصول کالباس را نشان می‌دهد. [1] WFproc میزان آبرانه مربوط به فرآیند شماره ۱ (S=1) است. [2] WFproc مربوط به فرآیند شماره ۲ (S=2) است. فرآیند ۱ با فرآیند ۲ در ارتباط است و فرآیند ۳ با فرآیند ۴ در ارتباط است که در نهایت مجموع آبرانه در این فرآیند، کل آبرانه در مراحل تولید محصول نهایی (S=K) تعیین می‌شود. شکل (۳-۳)، شیوه تعیین میزان آبرانه را در وضعیت تولید چند محصول خروجی از چند محصول ورودی، نشان می‌دهد. هر مرحله تولید دارای یک میزان آبرانه است و مطابق شرح شکل (۳-۳)، می‌توان ارتباط این مرحله‌ها را تشریح کرد.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۲- تهیه یک محصول از چند محصول دیگر مثل: کالباس (WF proc آبرانه مربوط به هر فرآیند است)



شکل ۳-۳- محاسبه آبرانه در شرایطی چند محصول ورودی با چند محصول خروجی (WF proc آبرانه مربوط به هر مرحله از تولید است)

۳-۵-۱-۱- آبرانه آب آبی

محاسبه میزان آبرانه آبی برای مرحله تولید اولیه محصول کشاورزی (پیش از فرآوری) به صورت رابطه (۳-۱) محاسبه می‌شود:

$$WF_{proc,blue} = BWE + BWI + LRF \qquad (۳-۱)$$

که در آن:

$WF_{proc,blue}$: میزان آب آبی مصرف‌شده

omoorepeyman.ir

BWE: میزان تبخیر آب آبی[1]

BWI: ترکیب (الحاق) آب آبی با گیاه و محصول[2]

LRF: آب برگشتی از دست‌رفته[3] است.

جریان برگشتی، نشان‌دهنده بخشی از منابع آب است که به **حوضه** آبریز دیگری (تخلیه به دریاچه یا دریا) وارد می‌شود و یا دست کم برای یک مدت زمان مشابه برای استفاده دوباره در همان **حوضه** آبریز از دسترس خارج می‌شود. واحد سنجش آبرانه برابر با حجم آب در واحد زمان (روز، ماه یا سال) است که می‌تواند به صورت حجم آب در واحد تولید نیز بیان شود.

۳-۵-۱-۲- آبرانه آب سبز

آبرانه آب سبز برای یک محصول برابر با حجم باران موثر (آب باران مصرف شده) در تولید محصولات کشاورزی یا جنگلی و مرتعی است. این رقم برابر با کل تبخیر و تعرق ناشی از بارندگی (برای کل مزارع و باغات) به همراه آب ادغام شده با تولیدات است. آبرانه آب سبز به صورت رابطه (۳-۲) محاسبه می‌شود:

$$WF_{proc,green} = GWE + GWI \qquad (۳-۲)$$

که در آن:

$WF_{proc,green}$: آبرانه آب سبز

GWE: تبخیر آب سبز[4]

GWI: ترکیب (الحاق) آب سبز با گیاه و محصول[5] است.

۳-۵-۱-۳- آبرانه آب خاکستری

آب خاکستری برای یک منبع آبی به هر گونه منابع آب آبی که در معرض آلودگی قرار می‌گیرد، گفته می‌شود. واژه پساب که به منابع آب آبی آلوده شده به ویژه در فاضلاب خانگی و صنعتی گفته می‌شود، همان آب خاکستری است. ولی بر پایه دستورالعمل ارائه شده توسط هاکسترا و تعریف ارائه‌شده از آب خاکستری در این دستورالعمل، آب خاکستری برابر با حجم آبی است که برای بازگرداندن منبع آبی آلوده‌شده به وضعیت آغازینش (پیش از آلوده‌شدن) مورد نیاز است. برای یکی شدن این دو دیدگاه، واژه «معادل آب محیط‌زیستی» به جای تعریفی که هاکسترا از آب خاکستری ارائه می‌دهد، جایگزین می‌شود و تعریف آب خاکستری در این راهنما کماکان، حجم منابع آب آبی آلوده‌شده است.

1- Blue Water Evaporation
2- Blue Water Incorporation
3- Lost Return Flow
4- Green Water Evaporation
5- Green Water Incorporation

omoorepeyman.ir

برای اطلاع از دیدگاه هاکسترا، محاسبه آب خاکستری بر پایه آن دیدگاه، نیاز به دبی آب منطقه و مقدار غلظت آغازین ماده آلوده‌کننده در آب موجود و دبی و غلظت ماده آلوده‌کننده پس از آلوده‌شدن دارد. سپس با استفاده از رابطه (۳-۳)، مقدار دبی مورد نیاز برای برگشت آب آلوده‌شده به وضعیت اولیه (یا به وضعیت آب استاندارد) به دست می‌آید. در این رابطه منبع آلوده شماره ۱ همان منبعی است که حاوی ماده آلوده‌کننده است و وارد منبع شماره ۲ می‌شود. البته منبع شماره ۲ هم دارای غلظت مشخصی از ماده آلوده‌کننده است.

$$\overline{C} = \frac{Q_r \times C_r + Q_S \times C_S + \dots}{Q_r + Q_s + \dots} \qquad (۳-۳)$$

که در آن:

Q_r: دبی منبع آب شماره ۱

Q_s: دبی منبع آب شماره ۲

C_r: غلظت ماده آلوده‌کننده در منبع شماره ۱

C_s: غلظت ماده آلوده‌کننده در منبع آبی شماره ۲

$\overline{C}$: غلظت ماده آلوده‌کننده در منبع شماره ۲ پس از ورود منبع آبی شماره ۱

در نهایت با به دست آوردن مقدار $\overline{C}$ و با در دست داشتن مقدار مجاز این آلودگی در محیط، می‌توان مقدار آب مورد نیاز برای تبدیل آب آلوده موجود به آب با کیفیت استاندارد را به دست آورد.

به عنوان مثال چنانچه مقدار غلظت اولیه آهن موجود در آب رودخانه‌ای با دبی (m^3/s) ۱۰، برابر با (mgr/m^3) ۵۰ باشد و فاضلاب کارخانه‌ای با دبی (m^3/s) ۸ و غلظت آهن (mgr/m^3) ۹۰ به این رودخانه بریزد، مقدار نهایی غلظت آهن در این آب برابر با:

$$\overline{C} = \left[(10 \times 0.05) + (8 \times 0.09)\right] / (10 + 8) = 0.06777(mgr / Lit)$$

چنانچه مقدار آهن مجاز در آب برابر با (mgr/Lit) ۰/۵۵ باشد میزان دبی مورد نیاز برای استانداردسازی آب منبع شماره ۲ برابر با:

$$0.055 = [(10 \times 0.05) + (Q_s \times 0.09)] / (10 + Q_s) = (0.035 \times Q_s = 0.05)$$

$$Q_s = 1.428(m^3 / s)$$

میزان Q_s به دست آمده در حقیقت دبی مجاز آب منبع شماره ۱ است. یعنی باید به منبع شماره ۲، آبی با دبی (m^3/s) ۶/۵۷۱ و بدون هیچ درصد آلاینده‌ای از آهن افزوده شود تا آب به حالت استاندارد تبدیل شود.

omoorepeyman.ir

- محاسبه مقدار آب مورد نیاز ویژه در واحد نوع غلات

در این راهنما، محاسبه مقدار آب مورد نیاز گیاهان زراعی و باغی از اطلاعات نرم‌افزار کشوری NETWAT استخراج می‌شود و مبنای نیاز آبی گیاهان قرار می‌گیرد. ولی لازم است مبانی محاسباتی که به طور معمول برای محاسبه نیاز آبی این گیاهان براساس استانداردهای موجود تعیین می‌شود، ارائه شود.

در واحد نوع غلات، متوسط آب ویژه مورد نیاز به صورت جداگانه برای هر ملت خاص براساس اطلاعات FAO روی نیاز آبی محصولات و بازده محصولات است (رابطه ۳-۴).

$$SWD[n,c]=\frac{CWR[n,c]}{CY[n,c]} \qquad (۴-۳)$$

در این رابطه:

SWD، نیاز ویژه آبی گیاه c در کشور n (مترمکعب در تن)

CWR: میزان نیاز آبی گیاه در هکتار (مترمکعب در هکتار)

CY: عملکرد گیاه (تن در هکتار) است.

نیاز آبی گیاه CWR (برحسب مترمکعب در هکتار) از روی مقدار تجمعی تبخیر و تعرق گیاه ET_c (میلی متر در روز) در تمام طول دوره رشد به دست می‌آید. همچنین تبخیر و تعرق گیاه ET_c از حاصل‌ضرب تبخیر و تعرق گیاه مرجع، ET_0 در ضریب گیاهی K_c به دست می‌آید (رابطه ۳-۵).

$$ET_c=K_{cx}ET_0 \qquad (۵-۳)$$

مفهوم تبخیر و تعرق گیاه مرجع به وسیله فائو مطرح شده است. برای مطالعه نیاز تبخیری اتمسفر که به نوع محصول، شرایط توسعه و مدیریت تولید وابستگی ندارد تنها عاملی که ET_0 را تحت تاثیر دارد، پارامترهای آب و هوایی است (رابطه ۳-۶). تبخیر و تعرق گیاه مرجع براساس معادله‌ی فائو و پنمن - مانتیث[1] با توجه به توضیحات گفته شده‌ی فوق، به صورت زیر محاسبه شده است [۳۳]؛ [۳۴]؛ [۱۱۵].

$$ET_0=\frac{0.408\Delta(R_n-G)+\gamma\frac{900}{T+273}U_2(e_a-e_d)}{\Delta+\gamma(1+0.34U_2)} \qquad (۶-۳)$$

روش فائو به عنوان یکی از معتبرترین روش‌ها برای تخمین ET_0 مورد استفاده کارآزمودگان است. در روش نام برده، گیاه مرجع یک پوشش چمن فرضی است که ارتفاع آن ۱۲ سانتی‌متر و ضریب بازتاب تابش البیدو[2] در آن ۲۳ درصد است (در گیاه چمن واقعی این مقدار ۲۵ درصد است). مقاومت روزنه‌ها در برابر خروج آب در روش فائو از ۳۰ ثانیه بر متر برای گیاهان مناطق خشک تا ۱۵۰ ثانیه بر متر در سایر پوشش‌های متغیر است.

ET_0: تبخیر و تعرق گیاه مرجع (میلی متر در روز)

1- Penman – Monteith
2- Elbedo

omoorepeyman.ir

R_n: تابش خالص در سطح پوشش گیاهی $(MJm^{-2}d^{-1})$

T: متوسط دمای هوا در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین $(^{\circ}C)$

U_2: سرعت باد در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین (ms^{-1})

$e_a - e_d$: کمبود فشار بخار در ارتفاع ۲ متری (Kpa)

Δ: شیب منحنی فشار بخار $(Kpa^{\circ}c^{-1})$

γ: ضریب رطوبتی $(Kpa^{\circ}c^{-1})$

G: شار گرما به داخل خاک $(MJm^{-2}d^{-1})$

ضریب گیاه برای محصول واقعی با توجه به مقاومت ایرودینامیکی نسبت به گیاه مرجع فرضی محاسبه می‌شود. ضریب گیاهی رابطه بین اختلافات فیزیکی و فیزیولوژیکی بین گیاه مشخص و گیاه مرجع را نشان می‌دهد.

- تعیین (محاسبه - تخمین) آب مجازی محصولات عمده‌ی زراعی و باغی (غذایی و غیرغذایی)

برای محاسبه آب مجازی محصولات عمده‌ی زراعی و باغی (خوراکی و غیرخوراکی) در آغاز اقدام به تخمین مقدار آب مصرفی این محصولات شده است. موضوع اساسی این است که گیاهان مورد بررسی تنها معادل تبخیر و تعرق مورد نیاز خود آب مصرف می‌کنند. تبخیر و تعرق از دو محل تامین می‌شوند: نیاز آبیاری و باران موثر. نیاز آبیاری به معنای میزان آبی است که از منابع آب زیرزمینی و سطحی استحصال می‌شود. برای مثال اگر مقدار تبخیر و تعرق یک محصول برابر ۴۵۰۰ مترمکعب در هکتار باشد و باران موثر نیز برابر ۱۷۰۰ مترمکعب در هکتار باشد، به این ترتیب بخشی از این نیاز از طریق آب باران تامین می‌شود که به آن باران موثر گفته می‌شود. با توجه به نیاز خالص آبیاری و بازده آبیاری، جمع آب آبی مصرفی سالیانه هر هکتار (مترمکعب) محصولات برآورد می‌شود. آب مصرفی سالیانه همان آب آبی است که شامل دو بخش آب مصرفی از محل آبیاری و آب برگشتی است. بخشی از آب مصرفی نیز شامل آب تبخیرشده است. در این محاسبات، آب برگشتی در بخش کشاورزی، به عنوان آب آلوده‌شده در نظر گرفته نشده است. در نهایت، آبرانه شامل مجموع آب آبی مصرف شده (آب مصرفی از محل آبیاری و آب تبخیرشده) به اضافه آب سبز مصرفی محصول می‌شود. برای تعیین نیاز آبی گیاهان در دشت‌های مختلف از اطلاعات نرم‌افزار NETWAT استفاده می‌شود. به این ترتیب که با توجه به اطلاعات نیاز آبی محصولات مختلف در دشت‌های مختلف کشور و سطح زیرکشت هر محصول در دشت‌های مختلف کشور، میانگین وزنی نیاز آبی هر محصول محاسبه شود و به عنوان رقم نهایی نیاز آب گیاه در کشور انتخاب شوند. بر این اساس جدول (۳-۱)، میانگین آب مصرفی هر هکتار محصولات زراعی کشور را نشان می‌دهد. همچنین جدول (۳-۲)، برآورد کل آب مصرفی محصولات زراعی کشور را نشان می‌دهد.

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۱- آب مصرفی و آبرانه هر هکتار محصولات زراعی کشور در سال آبی ۸۵-۱۳۸۴

	نام محصول	نیاز خالص آبیاری سالیانه در هکتار (مترمکعب)	بازده کل (درصد)	آب استحصالی سالیانه هر هکتار (مترمکعب)	آب برگشتی (۲۵ درصد آب استحصالی)	آب مصرفی هر هکتار (مترمکعب)				آبرانه (مجموع آب مصرفی از محل آبیاری، آب سبز و آب تبخیر شده) (مترمکعب)	آبرانه هر کیلوگرم (مترمکعب)
						آب سبز هر هکتار (باران موثر)	آب آبی				
							آب مصرفی از محل آبیاری (۴۲ درصد آب استحصالی)	آب تبخیر شده	جمع آب آبی		
غلات	گندم	۳۹۴۳	۴۰	۹۸۵۶	۲۴۶۴	۱۲۳۷	۴۱۴۰	۳۲۵۳	۷۳۹۲	۸۶۳۰	۲/۳۱
	جو	۳۱۷۷	۴۰	۷۹۴۲	۱۹۸۵	۱۱۸۱	۳۳۳۵	۲۶۲۱	۵۹۵۶	۷۱۳۷	۲/۲۶
	شلتوک	۳۵۱۳	۴۰	۸۷۸۱	۲۱۹۵	۰	۳۶۸۸	۲۸۹۸	۶۵۸۶	۶۵۸۶	۱/۶۰
	ذرت دانه‌ای	۵۸۱۷	۴۰	۱۴۵۴۲	۳۶۳۵	۷۲۶	۶۱۰۸	۴۷۹۹	۱۰۹/۶	۱۱۶۳۲	۱/۵۷
حبوبات	نخود	۳۰۶۷	۴۰	۷۶۶۸	۱۹۱۷	۶۲۸	۳۲۲۱	۲۵۳۰	۵۷۵۱	۶۳۷۹	۵/۴۳
	لوبیا	۵۶۱۵	۴۰	۱۴۰۳۸	۳۵۰۹	۱۰۷	۵۸۹۶	۴۶۳۲	۱۰۵۲۸	۱۰۶۳۵	۴/۸۹
	عدس	۳۲۱۴	۴۰	۸۰۳۶	۲۰۰۹	۵۷۰	۳۳۷۵	۲۶۵۲	۶۰۲۷	۶۵۹۷	۵/۳۰
	سایر حبوبات (ماش)	۳۲۰۰	۴۰	۸۰۰۰	۲۰۰۰	۵۷۰	۳۳۶۰	۲۶۴۰	۶۰۰۰	۶۵۷۰	۴/۴۱
محصولات صنعتی	پنبه	۱۰۶۸۱	۴۰	۲۶۷۰۱	۶۶۷۵	۸۰	۱۱۲۱۵	۸۸۱۱	۲۰۰۲۶	۲۰۱۰۶	۸/۱۶
	توتون و تنباکو	۷۰۰۰	۴۰	۱۷۵۰۰	۴۳۷۵	۸۱	۷۳۵۰	۵۷۷۵	۱۳۱۲۵	۱۳۲۰۶	۷/۸۴
	چغندر قند	۳۸۲۰	۴۰	۹۵۵۰	۲۳۸۸	۸۲	۴۰۱۱	۳۱۵۲	۷۱۶۳	۷۲۴۵	۰/۲۰
	نیشکر	۱۰۲۰۰	۴۰	۲۵۵۰۰	۶۳۷۵	۸۳	۱۰۷۱۰	۸۴۱۵	۱۹۱۲۵	۱۹۲۰۸	۰/۲۶
	سویا	۳۵۰۰	۴۰	۸۷۵۰	۲۱۸۸	۸۴	۳۶۷۵	۲۸۸۸	۶۵۶۳	۶۶۴۷	۲/۷۱
	کلزا	۳۵۰۰	۴۰	۸۷۵۰	۲۱۸۸	۸۵	۳۶۷۵	۲۸۸۸	۶۵۶۳	۶۶۴۸	۳/۲۸
	دانه‌های روغنی	۵۳۴۳	۴۰	۱۳۳۵۸	۳۳۳۹	۶۵	۵۶۱۰	۴۴۰۸	۱۰۰۱۸	۱۰۰۸۳	۷/۴۷
سبزیجات	سیب‌زمینی	۶۸۱۵	۴۰	۱۷۰۳۷	۴۲۵۹	۶۱۹	۷۱۵۶	۵۶۲۲	۱۲۷۷۸	۱۳۳۹۷	۰/۵۱
	پیاز	۶۰۵۲	۴۰	۱۵۱۳۰	۳۷۸۲	۹۲۸	۶۳۵۵	۴۹۹۳	۱۱۳۴۷	۱۲۲۷۵	۰/۳۴
	گوجه‌فرنگی	۷۲۹۰	۴۰	۱۸۲۲۴	۴۵۵۶	۲۴۴	۷۶۵۴	۶۰۱۴	۱۳۶۶۸	۱۳۹۱۲	۰/۴۰
	سایر سبزیجات	۶۲۰۰	۴۰	۱۵۵۰۰	۳۸۷۵	۲۴۵	۶۵۱۰	۵۱۱۵	۱۱۶۲۵	۱۱۸۷۰	۰/۵۰
محصولات جالیزی	خربزه	۷۶۲۷	۴۰	۱۹۰۶۸	۴۷۶۷	۹	۸۰۰۸	۶۲۹۲	۱۴۳۰۱	۱۴۳۰۹	۰/۸۰
	هندوانه	۶۲۱۶	۴۰	۱۵۵۴۰	۳۸۸۵	۱۴۶	۶۵۲۷	۵۱۲۸	۱۱۶۵۵	۱۱۸۰۱	۰/۴۲
	خیار	۴۳۸۵	۴۰	۱۰۹۶۳	۲۷۴۱	۳۰۱	۴۶۰۴	۳۶۱۸	۸۲۲۲	۸۵۲۳	۰/۳۶
	سایر محصولات جالیزی	۴۵۰۰	۴۰	۱۱۲۵۰	۲۸۱۳	۳۰۲	۴۷۲۵	۳۷۱۳	۸۴۳۸	۸۷۴۰	۰/۵۳
نباتات علوفه‌ای	یونجه	۸۸۷۶	۴۰	۲۲۱۹۱	۵۵۴۸	۹۲۶	۹۳۲۰	۷۳۲۳	۱۶۶۴۳	۱۷۵۶۹	۰/۲۰
	سایر نباتات علوفه‌ای	۸۰۰۰	۴۰	۲۰۰۰۰	۵۰۰۰	۹۲۶	۸۴۰۰	۶۶۰۰	۱۵۰۰۰	۱۵۹۲۶	۰/۵۰
	سایر محصولات زراعی	۵۰۰۰	۴۰	۱۲۵۰۰	۳۱۲۵	۱۰۰۰	۵۲۵۰	۴۱۲۵	۹۳۷۵	۱۰۳۷۵	۰/۱۵

منبع: سالنامه آماری کشاورزی و محاسبات انجام‌گرفته

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۲- برآورد کل آب مصرفی و آبرانه محصولات زراعی کشور در سال آبی ۸۵-۱۳۸۴ (هکتار- میلیون مترمکعب)

نام محصول		کل سطح زیرکشت (هکتار)	آب مصرفی هر هکتار (مترمکعب)				آبرانه (مجموع آب مصرفی از محل آبیاری، آب سبز و آب تبخیر شده)
			آب سبز (باران موثر)	آب آبی			
				آب مصرفی از محل آبیاری (۴۲ درصد آب استحصالی)	آب تبخیر شده	جمع آب آبی	
غلات	گندم	۲۷۰۶۹۹۶	۳۳۴۹	۱۱۲۰۶	۸۸۰۵	۲۰۰۱۱	۲۳۳۶۰
	جو	۶۲۴۴۹۱	۷۳۸	۲۰۸۳	۱۶۳۷	۳۷۲۰	۴۴۵۷
	شلتوک	۶۱۱۵۹۷	۰	۲۲۵۶	۱۷۷۲	۴۰۲۸	۴۰۲۸
	ذرت دانه‌ای	۲۹۱۷۶۳	۲۱۲	۱۷۸۲	۱۴۰۰	۳۱۸۲	۳۳۹۴
حبوبات	نخود	۱۳۷۴۳	۹	۴۴	۳۵	۷۹	۸۸
	لوبیا	۹۲۹۸۱	۱۰	۵۴۸	۴۳۱	۹۷۹	۹۸۹
	عدس	۱۳۳۷۸	۸	۴۵	۳۵	۸۱	۸۸
	سایر حبوبات (ماش)	۲۶۴۰۵	۱۵	۸۹	۷۰	۱۵۸	۱۷۳
محصولات صنعتی	پنبه	۱۱۳۳۴۵	۹	۱۲۷۱	۹۹۹	۲۲۷۰	۲۲۷۹
	توتون و تنباکو	۶۹۴۵	۱	۵۱	۴۰	۹۱	۹۲
	چغندر قند	۱۸۵۸۸۸	۱۵	۷۴۶	۵۸۶	۱۳۳۱	۱۳۴۷
	نیشکر	۶۶۵۴۹	۶	۷۱۳	۵۶۰	۱۲۷۳	۱۲۷۸
	سویا	۶۱۱۰۰	۵	۲۲۵	۱۷۶	۴۰۱	۴۰۶
	کلزا	۷۴۰۱۰	۶	۲۷۲	۲۱۴	۴۸۶	۴۹۲
	دانه‌های روغنی	۶۵۸۲۲	۴	۳۶۹	۲۹۰	۶۵۹	۶۶۴
سبزیجات	سیب‌زمینی	۱۵۹۸۷۵	۹۹	۱۱۴۴	۸۹۹	۲۰۴۳	۲۱۴۲
	پیاز	۵۵۳۶۷	۵۱	۳۵۲	۲۷۶	۶۲۸	۶۸۰
	گوجه‌فرنگی	۱۴۶۸۳۷	۳۶	۱۱۲۴	۸۸۳	۲۰۰۷	۲۰۴۳
	سایر سبزیجات	۹۳۸۴۳	۲۳	۶۱۱	۴۸۰	۱۰۹۱	۱۱۱۴
محصولات جالیزی	خربزه	۷۵۸۹۹	۱	۶۰۸	۴۷۸	۱۰۸۵	۱۰۸۶
	هندوانه	۹۵۷۱۸	۱۴	۶۲۵	۴۹۱	۱۱۱۶	۱۱۳۰
	خیار	۸۱۵۶۲	۲۵	۳۷۶	۲۹۵	۶۷۱	۶۹۵
	سایر محصولات جالیزی	۳۹۳۲۱	۱۲	۱۸۶	۱۴۶	۳۳۲	۳۴۴
نباتات علوفه‌ای	یونجه	۵۸۲۲۶۳	۵۳۹	۵۴۲۷	۴۲۶۴	۹۶۹۱	۱۰۲۳۰
	سایر نباتات علوفه‌ای	۲۶۵۲۹۸	۲۴۶	۲۲۲۹	۱۷۵۱	۳۹۷۹	۴۲۲۵
سایر محصولات زراعی		۸۲۸۲۷	۸۳	۴۳۵	۳۴۲	۷۷۷	۸۵۹
جمع		۶۶۳۳۸۲۳	۵۵۱۴	۳۴۸۱۴	۲۷۳۵۴	۶۲۱۶۷	۶۷۶۸۲

منبع: سالنامه آماری کشاورزی و محاسبات انجام‌گرفته

omoorepeyman.ir

- سهم آبرانه مربوط به مراحل مختلف تولید برای هر محصول یا فرآورده نهایی

هر چند در بند پیشین آبرانه مربوط به یک محصول کشاورزی ارائه شد، ولی باید توجه کرد که در تعیین آبرانه محصولات، باید به زنجیره تولید محصولات هم توجه کرد، بنابراین در ادامه مثال‌هایی برای تعیین آبرانه در وضعیت‌های مختلف (تولید چند محصول از یک محصول) ارائه می‌شود. لازم به اشاره است که در خصوص کل محصولات، امکان جداکردن آبرانه مربوط به بخش‌های مختلف در مراحل مختلف تولید محصولات نهایی فراهم نیست و ارائه مثال‌های زیر برای روشن‌شدن مطلب است. پیش‌نیاز محاسباتی موردهای زیر، مشخص‌بودن آبرانه در هر مرحله از تولید است که براساس یافته‌های بالا برای تولیدات کشاورزی انجام گرفته است. به همین خاطر در مثال‌های عملی ارائه‌شده و پیوند منابع چهارگانه‌ی آب که در فصل پایانی به آن پرداخته شده است، چون کلیه منابع آب خارجی، داخلی، تولید و مصرف در نظرگرفته شده‌اند، هیچ مرحله‌ای از مراحل تولید تا مصرف نادیده گرفته نمی‌شود. افزون بر آن، در محاسبه آب مصرفی در فرآیند تولید کالاهای صنعتی از جمله صنایع غذایی، آب مصرفی محاسبه شده است. به این ترتیب میزان آب مصرف‌شده در مراحل تولید کلیه کالاهای کشاورزی و صنعتی محاسبه شده است.

- تعیین آبرانه گندم؛ نمونه‌ای از تعیین آبرانه در شرایط تولید چند فرآورده (محصول خروجی) از یک محصول ورودی

برای تعیین آبرانه فرآورده‌های حاصل از مواد اولیه (گندم) باید محاسبات زیر را انجام داد. فرآورده‌های حاصل از گندم شامل محصولات زیر است:

- سبوس
- نشاسته
- آرد

در شکل (۳-۴)، Pf نسبت تولید فرآورده‌های بالا به یکدیگر و Vf نسبت ارزشی (قیمت) هرکدام از این فرآورده‌ها به قیمت کل فرآورده‌هاست. نسبت ارزشی، راهنمایی است برای تخصیص کالای یادشده به مصارف مختلف. به این ترتیب چنانچه گندم صرفا برای تهیه آرد مصرف شود دیگر نشاسته تولید نمی‌شود و چنانچه برای تولید نشاسته، استفاده شود دیگر تولید آرد نخواهد داشت. به عبارت دیگر در کارخانه نشاسته‌سازی محصولات سبوس، گلوتن و نشاسته تولید می‌شوند و در کارخانه آرد، محصولات آرد و سبوس تولید می‌شوند. در این مثال فرض شده است که بخشی از گندم برای تولید آرد و بخش دیگری از آن برای تولید نشاسته استفاده می‌شود. فرض بر این است که میزان آب مورد استفاده برای تولید یک کیلوگرم گندم ۲۰۰۰ لیتر است و قیمت یک کیلوگرم گندم، سبوس و آرد به ترتیب ۳۰۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰۰ ریال است. نسبت تولید سبوس به کل محصولات ۰/۰۵، نسبت تولید نشاسته به کل محصولات ۰/۱۵ و نسبت تولید آرد به کل محصولات ۰/۸ است. نسبت تولیدی و نسبت ارزشی برای فرآورده‌های گندم برابر محاسبات زیر هستند:

نسبت تولیدی (Pf) = وزن محصول (i) / وزن کل محصولات

نسبت تولیدی (سبوس) $= 50(gr) / 1000(gr) = 0.05$

omoorepeyman.ir

نسبت تولیدی (نشاسته) $= 150(gr)/1000(gr) = 0.15$

نسبت تولیدی (آرد) $= 800(gr)/1000(gr) = 0.8$

((وزن محصول (i۳) × قیمت محصول (i۳) +(وزن محصول (i۲) × قیمت محصول (i۲)) /(وزن محصول (i۱) × قیمت محصول (i۱)) = نسبت ارزشی محصول (Vf۱)

نسبت ارزشی (سبوس) $= (50(gr)\times 500(R))/(800(gr)\times 6000(R)+150(gr)\times 5000(R)+50(gr)\times 500(R)) = 0.0044843$

نسبت ارزشی (نشاسته) $= (150(gr)\times 5000(R))/(800(gr)\times 6000(R)+150(gr)\times 5000(R)+50(gr)\times 500(R)) = 0.13452915$

نسبت ارزشی (آرد) $= (800(gr)\times 6000(R))/(800(gr)\times 6000(R)+150(gr)\times 5000(R)+50(gr)\times 500(R)) = 0.86098655$

حال می‌توان با در نظر گرفتن محاسبات بالا، میزان آبرانه را برای هر یک از محصولات به شرح زیر محاسبه کرد:

آبرانه محصول i = [(نسبت تولیدی محصول (i)/ (آبرانه ماده ورودی (lit/kg)] * نسبت ارزشی محصول (i)

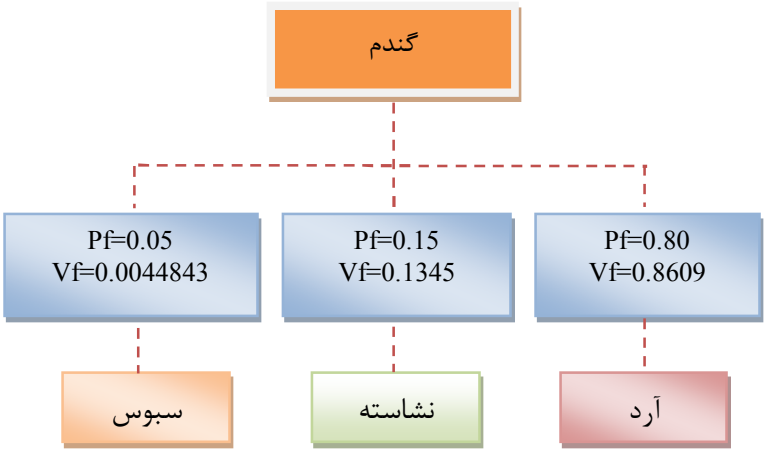
آبرانه (سبوس) $= [(2 + (2000/0.05)] \times 0.0044843 = 179.380969\ (lit/kg)$

آبرانه (نشاسته) $= [2 + (2000/0.15)] \times 0.13452915 = 193.99105\ (lit/kg)$

آبرانه (آرد) $= [(2 + (2000/0.8)] \times 0.86098655 = 2154.18835\ (lit/kg)$

آبرانه گندم $= (179.380\times 0.05) + (193.991\times 0.15) + (2154.188\times 0.8) = 2001.42\ (lit/kg)$

همان‌طور که دیده می‌شود، عدد به دست آمده برای آبرانه گندم با میزان اولیه آب مورد نیاز برای تهیه یک کیلوگرم گندم بسیار به هم نزدیک هستند.



شکل ۳-۴- تعیین آبرانه گندم و فرآورده‌های آن

- تعیین آبرانه برنج؛ نمونه‌ای از تعیین آبرانه در شرایط تولید چند فرآورده (محصول خروجی) از یک محصول ورودی

• آبرانه برنج

با استفاده از داده‌های محلی در آبیاری واقعی به تخمین آبرانه سبز، آبی و خاکستری برنج در سطح جهانی پرداخته شده است. آبرانه ملی برای تولید و مصرف برنج با استفاده از تجارت بین‌المللی و داده‌های تولید داخلی تخمین زده می‌شود. چهارچوب محاسبه تعیین کمیت آبرانه برنج براساس مطالعات Chapagain and Hoekstra (2008)، Chapagain (2006)، و Hoekstra et al. (2009) انجام شده است. اکثر مطالعات انجام‌شده در محاسبه آبرانه محصولات

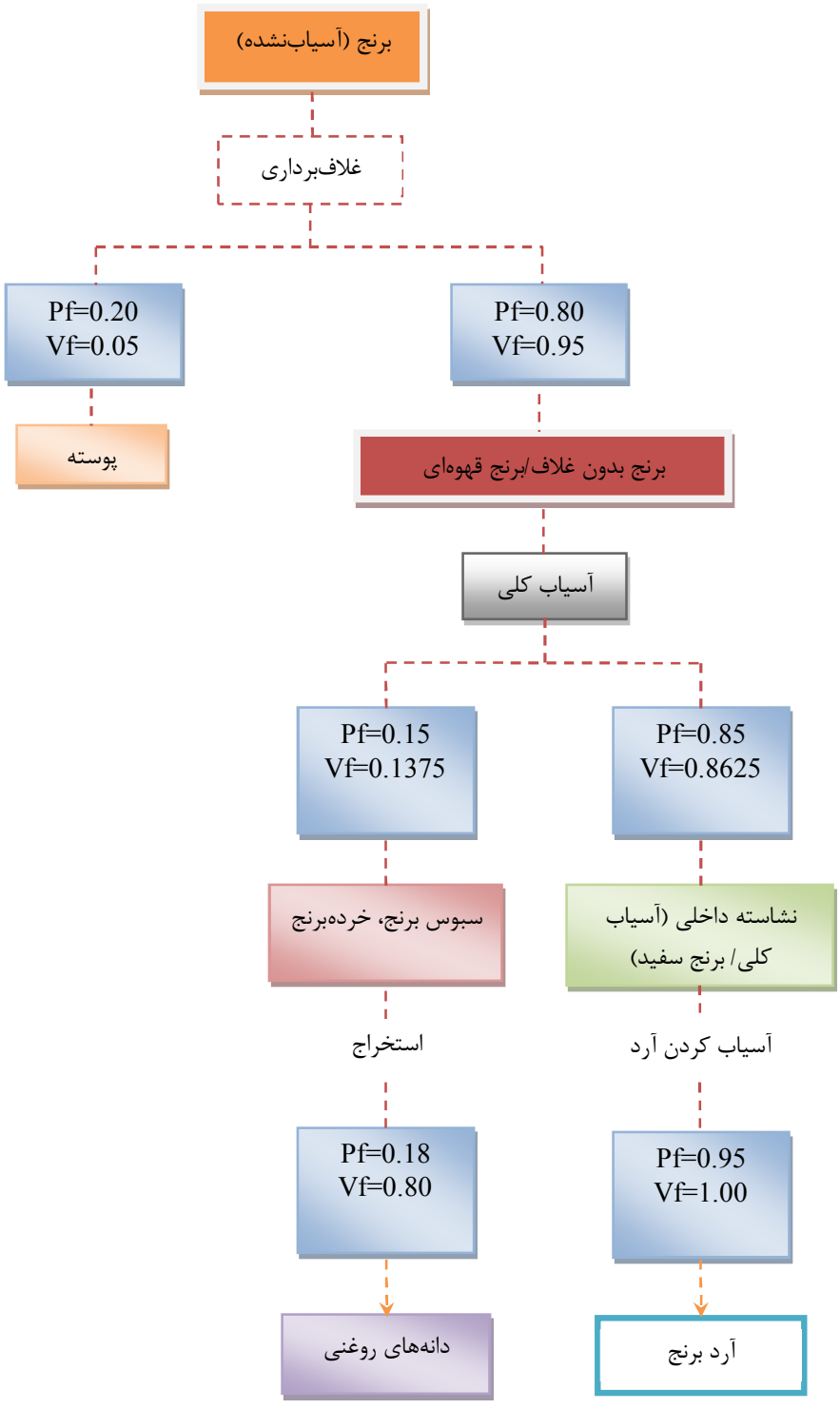
omoorepeyman.ir

تنها دو مولفه تبخیر را در نظر گرفته‌اند (به عنوان مثال آبرانه سبز و آبی). بر اساس نظر Chapagain et al. (2006) که در آن از شاخص میزان نیتروژن (ازت) برای تعیین حجم آب آلوده‌شده در مرحله آبیاری محصول برنج استفاده شده است، کمک گرفته شده است. در این سامانه‌ها، برنج به طور عمده در خاک رس رشد کرده و در چنین شرایطی میزان آب‌شویی نیتروژن محدود است.

- **آبرانه برنج فرآوری‌شده**

به طور متوسط، ارقام برنج از حدود ۲۰ درصد پوست برنج ، ۱۱ درصد سبوس و ۶۹ درصد نشاسته داخلی (اندوسپرم) تشکیل شده است. اندوسپرم نیز به عنوان آرد برنج شناخته شده است که در کل شامل غلات سبوس‌دار، برنج سر و دانه شکسته است. آسیاب‌کردن برنج می‌تواند به صورت یک گام، دو یا چند گام انجام گیرد. حداکثر بازیابی برنج آسیاب‌شده (کل آرد برنج به دست آمده از برنج، به صورت درصد وزنی بیان شده است) که بسته به انواع برنج ۶۹ تا ۷۰ درصد است. میانگین جهانی بازیابی برنج آسیاب‌شده تنها ۶۷ درصد است. آبرانه اولیه محصول برنج نسبت به محصولات فرآوری‌شده بر اساس نسبت تولید و نسبت ارزشی تعیین می‌شود. (Chapagain و Hoekstra، ۲۰۰۴؛ Hoekstra و همکاران، ۲۰۰۹). شکل (۳-۵)، شماتیک تولید برنج به صورت مقادیر نسبت تولیدی و نسبت ارزشی در هر گام از فرآیند تولید برنج را نشان می‌دهد.

omoorepeyman.ir



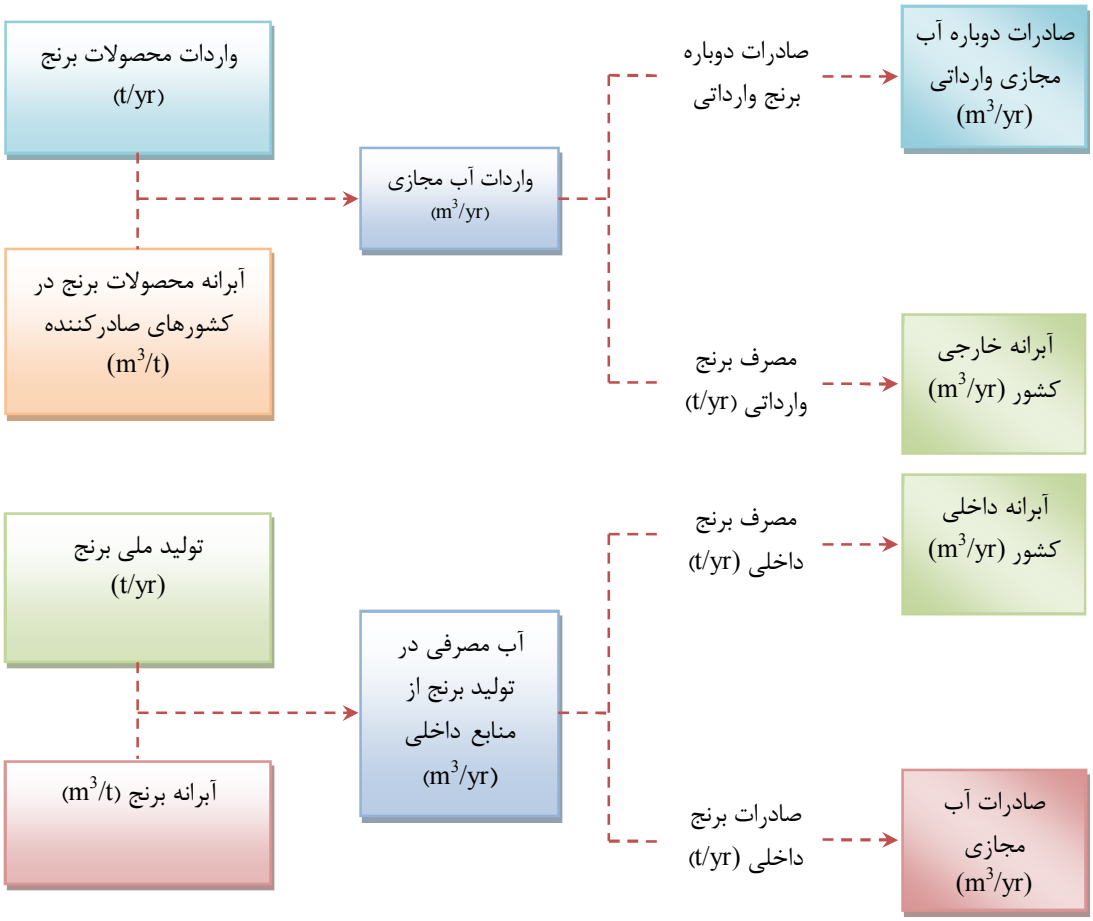
شکل ۳-۵- شماتیک تولید برنج و مقادیر نسبت تولیدی و نسبت ارزشی در هر گام از فرآیند تولید برنج
(Pf = نسبت تولیدی و Vf = نسبت ارزشی)

- آبرانه مصرف برنج در یک کشور

آبرانه مصرف برنج در سطح ملی می‌تواند با تقسیم بر دو بخش داخلی و خارجی به دست آید. آبرانه داخلی مصرف برنج به مصرف و آلودگی منابع آب برای بخشی از تولید و مصرف داخلی برمی‌گردد. هر گونه مصرف از بخش برنج وارد

omoorepeyman.ir

شده معادل آبرانه خارجی برای نقاطی که از آن برنج وارد می‌شود، ایجاد می‌کند. شکل (۳-۶)، ارزیابی آبرانه داخلی و خارجی برنج را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۶- طرح محاسباتی برای ارزیابی آبرانه مصرف ملی محصول برنج

گروه‌بندی کلی محصولات مهم زراعی و باغی برای مطالعات تجارت آب مجازی به شرح زیر هستند:

- محصولات سالانه
- گروه غلات (گندم، جو، برنج، ذرت دانه‌ای)
- گروه حبوبات (نخود، لوبیا و عدس)
- گروه محصولات زراعی صنعتی (پنبه، توتون، تنباکو، چغندرقند، نیشکر، سویا و کلزا)
- گروه محصولات جالیزی (خربزه، هندوانه و خیار)
- گروه سبزیجات (سیب‌زمینی، پیاز، گوجه‌فرنگی)
- گروه نباتات علوفه‌ای (یونجه و شبدر)
- محصولات دایمی (باغات) اساسی
- میوه‌های دانه‌دار (به، سیب و گلابی)

omoorepeyman.ir

- میوه‌های هسته‌دار (آلبالو، آلو، آلو قطره طلا، زردآلو، شلیل، گوجه سبز، گلابی و هلو)
- میوه‌های دانه‌ریز (انگور و توت درختی)
- میوه‌های خشک (بادام، پسته، گردو، سنجد و فندق)
- میوه‌های سردسیری (زرشک، ازگیل، زالزالک و سماق)
- میوه‌های نیمه‌گرمسیری (انار، انجیر، پرتقال، خرما، خرمالو، زیتون، گریپ فروت، لیموترش، لیموشیرین، نارنج و نارنگی)
- سایر میوه‌ها (زعفران، عناب، غیرمثمر، توت نوغان و ازگیل ژاپنی)

۳-۵-۲- تعیین آبرانه (سبز) محصولات عمده جنگلی و مرتعی

محصولات جنگلی و مرتعی دارای آبرانه سبز هستند. گروه‌بندی کلی محصولات عمده جنگلی و مرتعی برای مطالعات آب مجازی به شرح زیر است:

- عرصه‌های جنگلی
- عرصه‌های مرتعی

به طور ساده برای هر هکتار جنگل، میزان مشخصی باران موثر برای رشد گیاهان جنگلی در نظر گرفته می‌شود و برای مراتع نیز به طور جداگانه برای مراتع متراکم، نیمه‌متراکم و کم تراکم میزان مشخصی آب سبز در نظرگرفته می‌شود. چون تاکنون محاسباتی برای باران موثر (آب سبز) اراضی جنگلی و مرتعی انجام نگرفته است، بنابراین با در نظر گرفتن معادل آب سبز محصولات زراعی و باغی که شباهت‌هایی با محصولات جنگلی و مرتعی دارند، می‌توان مقادیری را برای آب سبز این محصولات در نظر گرفت. البته **باید توجه داشت که میزان آب سبز محاسباتی این عرصه‌ها از کل بارش بر سطح جنگل‌ها و مراتع کشور، بیش‌تر نباشد.** در جدول‌های ارائه‌شده در گزارش تکمیلی (لوح فشرده پیوست) محاسبات لازم در این رابطه ارائه شده است.

- برآورد آب سبز جنگل‌ها و مراتع برحسب استان در سال آبی ۱۳۸۴ (مترمکعب- میلیون مترمکعب)

جدول (۳-۳)، برآورد آب سبز جنگل‌ها و مراتع برحسب استان در سال ۱۳۸۴ را نشان می‌دهد. از آنجا که برای هر استان، مقادیر مربوط به آب سبز هر هکتار عرصه‌های جنگلی و مرتعی متفاوت است، بنابراین محاسبات انجام‌شده در جدول (۳-۳)، با رعایت این تفاوت‌ها انجام شده است. همان‌گونه که از این جدول ملاحظه می‌گردد، حدود ۸۸ میلیارد مترمکعب، آب سبز مصرفی عرصه‌های جنگلی و مرتعی کشور بوده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۳- برآورد آب سبز جنگل‌ها و مراتع برحسب استان در سال ۱۳۸۴

ردیف	استان	میزان آب سبز در هر هکتار جنگل (مترمکعب)	کل آب سبز در مناطق جنگلی (میلیون مترمکعب)	مرتع						
				مرتع متراکم		مرتع نیمه متراکم		مرتع کم تراکم		جمع کل آب سبز جنگل‌ها و مراتع (میلیون مترمکعب)
				میزان آب سبز در هر هکتار (مترمکعب)	میزان کل آب سبز (میلیون مترمکعب)	میزان آب سبز در هر هکتار (مترمکعب)	میزان کل آب سبز (میلیون مترمکعب)	میزان آب سبز در هر هکتار مرتع کم تراکم (مترمکعب)	کل میزان آب سبز در مراتع کم تراکم (میلیون مترمکعب)	جمع کل آب سبز مراتع (میلیون مترمکعب)
۱	آذربایجان شرقی	۴۵۰۰	۳۱۶۶۷۸۰۵۰۰	۱۵۰۰	۱۰۵۵۵۹۳۵۰۰	۹۷۵	۱۳۲۵۷۱۴۳۲۵	۵۲۵	۲۱۵۲۵۲۶۲۵	۵۷۶۳۳۴۰۹۵۰
۲	آذربایجان غربی	۵۰۰۰	۵۰۵۷۵۰۰۰۰	۱۵۰۰	۸۳۰۶۸۸۰۰۰	۹۷۵	۱۰۳۶۷۹۱۶۰۰	۵۲۵	۴۴۹۰۵۳۵۰۰	۲۸۲۲۲۸۳۱۰۰
۳	اردبیل	۵۰۰۰	۳۱۵۷۶۵۰۰۰	۱۵۰۰	۶۴۱۸۵۹۰۰۰	۹۷۵	۴۴۶۲۰۰۹۵۰	۵۲۵	۹۶۳۳۲۲۵	۱۴۱۳۴۵۸۱۷۵
۴	اصفهان	۲۰۰۰	۸۲۳۶۹۴۰۰۰	۱۲۰۰	۳۳۶۰۸۴۰۰۰	۷۸۰	۳۱۵۱۱۰۶۴۰	۴۲۰	۲۳۷۰۷۳۰۷۴۰	۳۰۲۱۹۲۵۳۸۰
۵	ایلام	۲۰۰۰	۱۲۸۳۳۳۴۰۰۰	۱۲۰۰	۳۳۴۰۲۰۰۰	۷۸۰	۳۷۴۲۳۴۶۴۰	۴۲۰	۲۵۳۹۸۸۷۰۰	۶۶۱۶۲۵۳۴۰
۶	بوشهر	۲۰۰۰	۴۴۹۶۲۸۰۰۰	۱۲۰۰	۱۰۵۳۲۴۰۰	۷۸۰	۳۱۹۱۸۲۲۴۰	۴۲۰	۳۵۴۹۰۴۲۰۰	۶۸۴۶۱۸۸۴۰
۷	تهران	۳۰۰۰	۸۴۵۲۲۰۰۰	۱۳۰۰	۵۲۱۷۱۴۷۰۰	۸۴۵	۴۰۴۱۸۰۴۰۰	۴۵۵	۱۵۴۱۵۷۶۴۰	۱۰۸۰۰۵۲۷۴۰
۸	چهارمحال و بختیاری	۲۰۰۰	۶۷۲۸۷۶۰۰۰	۱۲۰۰	۲۱۸۷۷۸۰۰۰	۷۸۰	۳۰۴۸۴۱۹۴۰	۴۲۰	۱۴۰۷۰۵۴۶۰	۶۶۴۳۲۵۴۰۰
۹	خراسان جنوبی (۲)	۲۰۰۰	۲۰۱۰۵۳۰۰۰۰	۱۳۰۰	۳۹۵۸۸۹۰۰۰	۸۴۵	۱۸۱۴۲۵۳۸۷۰	۴۵۵	۱۸۶۸۵۸۴۹۰۰	۴۰۷۸۷۲۷۷۷۰
۱۰	خراسان رضوی (۲)	۲۵۰۰	۱۰۸۶۳۷۷۵۰۰	۱۳۰۰	۱۴۶۳۹۹۵۰۰	۸۴۵	۵۳۰۰۲۱۱۸۰	۴۵۵	۳۷۰۹۸۳۳۴۰	۱۰۴۷۴۰۴۰۲۰
۱۱	خراسان شمالی (۲)	۲۵۰۰	۴۲۲۳۱۰۵۰۰۰	۱۳۰۰	۸۰۳۹۲۰۰	۸۴۵	۵۳۴۲۳۰۹۷۰	۴۵۵	۲۵۷۰۶۰۵۳۱۰	۳۱۱۲۸۷۵۴۸۰
۱۲	خوزستان	۲۰۰۰	۲۰۴۰۱۳۰۰۰۰	۱۲۰۰	۶۸۵۲۸۷۶۰۰	۷۸۰	۱۰۵۵۴۱۴۸۸۰	۴۲۰	۲۳۲۴۷۹۲۴۰	۱۹۷۳۱۸۱۷۲۰
۱۳	زنجان	۲۰۰۰	۱۹۵۱۰۶۰۰۰	۱۲۰۰	۲۸۸۵۳۰۴۰۰	۷۸۰	۳۳۱۷۳۴۷۸۰	۴۲۰	۱۹۷۹۵۳۱۴۰	۸۱۸۲۱۸۳۲۰
۱۴	سمنان	۲۰۰۰	۹۳۷۴۹۶۰۰۰	۱۲۰۰	۲۵۲۹۶۸۴۰۰	۷۸۰	۴۵۶۳۷۲۵۴۰	۴۲۰	۱۲۳۲۷۷۶۸۶۰	۱۹۴۲۱۱۷۸۰۰
۱۵	سیستان و بلوچستان	۲۰۰۰	۲۴۴۰۳۰۴۰۰۰	۱۲۰۰	۲۶۰۵۱۵۲۰۰	۷۸۰	۷۰۸۳۴۰۶۲۰	۴۲۰	۳۹۹۹۷۷۵۰۸۰	۴۹۶۸۶۳۰۹۰۰
۱۶	فارس	۲۰۰۰	۴۴۵۹۰۷۶۰۰۰	۱۲۰۰	۶۹۲۴۷۲۰۰	۷۸۰	۱۳۵۳۵۱۵۲۸۰	۴۲۰	۲۳۲۱۳۴۲۱۰۰	۳۷۴۴۱۰۴۵۸۰
۱۷	قزوین	۲۰۰۰	۵۶۳۱۶۰۰۰	۱۲۰۰	۳۰۳۰۶۰۰۰۰	۷۸۰	۳۳۵۴۹۵۱۶۰	۴۲۰	۷۱۷۴۱۴۶۰	۷۱۰۲۹۶۶۲۰
۱۸	قم	۱۵۰۰	۱۹۹۱۲۵۰۰	۸۰۰	۱۹۹۸۴۰۰	۵۲۰	۱۸۱۱۱۶۰۰	۲۸۰	۱۹۱۹۹۳۴۸۰	۲۱۲۱۰۳۴۸۰
۱۹	کردستان	۲۰۰۰	۷۴۶۶۵۶۰۰۰	۱۲۰۰	۱۷۶۲۲۸۴۰۰	۷۸۰	۵۲۴۳۳۳۰۲۰	۴۲۰	۲۷۰۶۴۳۸۰	۷۲۷۶۱۵۸۰۰
۲۰	کرمان	۲۰۰۰	۱۳۴۵۷۰۶۰۰۰	۱۲۰۰	۶۹۶۹۰۰۰۰	۷۸۰	۷۲۰۴۴۲۳۲۰	۴۲۰	۳۹۳۳۹۵۵۲۰	۱۱۸۳۵۲۷۸۴۰

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۳-۳- برآورد آب سبز جنگل‌ها و مراتع برحسب استان در سال ۱۳۸۴

ردیف	استان	میزان آب سبز در هر هکتار جنگل (مترمکعب)	کل آب سبز در مناطق جنگلی (میلیون مترمکعب)	مرتع						جمع کل آب سبز جنگل‌ها و مراتع (میلیون مترمکعب)
				مرتع متراکم		مرتع نیمه متراکم		مرتع کم تراکم		
				میزان آب سبز در هر هکتار (مترمکعب)	میزان کل آب سبز (میلیون مترمکعب)	میزان آب سبز در هر هکتار (مترمکعب)	میزان کل آب سبز (میلیون مترمکعب)	میزان آب سبز در هر هکتار مرتع کم تراکم (مترمکعب)	کل میزان آب سبز در مراتع کم تراکم (میلیون مترمکعب)	جمع کل آب سبز مراتع (میلیون مترمکعب)
۲۱	کرمانشاه	۲۰۰۰	۱۰۵۷۰۱۴۰۰۰	۱۲۰۰	۱۹۷۲۲۲۴۰۰	۷۸۰	۳۷۱۴۰۹۴۸۰	۴۲۰	۲۳۰۱۲۶۴۰۰	۷۹۸۷۵۸۲۸۰	۱۸۵۵۷۷۲۲۸۰
۲۲	کهگیلویه و بویراحمد	۲۰۰۰	۱۷۴۸۱۲۶۰۰۰	۱۲۰۰	۷۶۷۵۹۲۰۰	۷۸۰	۱۱۲۶۴۶۰۴۰	۴۲۰	۱۱۳۵۷۹۷۶۰	۳۰۲۹۸۵۰۰۰	۲۰۵۱۱۱۱۰۰۰
۲۳	گلستان	۵۰۰۰	۲۱۳۲۳۸۰۰۰۰	۱۵۰۰	۵۷۱۹۷۵۵۰۰	۹۷۵	۳۹۱۸۳۹۸۲۵	۵۲۵	۴۱۸۰۱۰۲۵	۱۰۰۵۶۱۶۳۵۰	۳۱۳۷۹۹۶۳۵۰
۲۴	گیلان	۵۰۰۰	۲۷۸۵۳۹۰۰۰۰	۱۵۰۰	۱۴۸۲۶۴۵۰۰	۹۷۵	۱۲۸۳۹۱۹۰۰	۵۲۵	۷۵۹۰۹۷۵	۲۸۴۲۴۷۳۷۵	۳۰۶۹۶۳۷۳۷۵
۲۵	لرستان	۱۵۰۰	۱۸۳۹۶۵۱۰۰۰	۹۰۰	۱۳۲۱۷۱۳۰۰	۵۸۵	۳۹۳۲۴۲۲۶۵	۳۱۵	۲۰۲۹۸۲۸۵	۵۴۵۷۱۱۸۵۰	۲۳۸۵۳۶۲۸۵۰
۲۶	مرکزی	۲۰۰۰	۲۶۶۶۶۰۰۰	۱۲۰۰	۵۵۸۹۶۴۸۰۰	۷۸۰	۸۸۹۴۸۵۴۸۰	۴۲۰	۷۰۰۴۸۰۲۰	۱۵۱۸۴۹۸۳۰۰	۱۵۴۵۱۶۴۳۰۰
۲۷	مازندران	۵۰۰۰	۳۳۶۴۲۶۵۰۰۰	۱۵۰۰	۶۷۸۳۲۷۰۰۰	۹۷۵	۴۵۰۸۲۷۳۲۵	۵۲۵	۱۵۲۵۹۷۵۵۰	۱۲۸۱۷۵۱۸۷۵	۴۶۴۶۰۱۶۸۷۵
۲۸	هرمزگان	۹۰۰	۹۶۶۳۱۳۸۰۰	۶۵۰	۴۶۲۸۰۰	۴۲۳	۸۹۱۰۸۲۰۸	۲۲۸	۸۸۳۰۹۲۲۱۰	۹۷۲۶۶۳۲۱۸	۱۹۳۸۹۷۷۰۱۸
۲۹	همدان	۲۰۰۰	۹۶۴۶۰۰۰	۱۲۰۰	۳۸۸۲۰۶۰۰۰	۷۸۰	۲۲۱۵۰۲۰۶۰	۴۲۰	۲۴۴۷۹۷۰۰	۶۳۴۱۸۷۷۶۰	۶۴۳۸۳۳۷۶۰
۳۰	یزد	۲۰۰۰	۳۶۷۸۴۶۰۰۰	۱۲۰۰	۱۰۹۹۴۷۶۰۰	۷۸۰	۸۷۸۹۰۰۱۰۰	۴۲۰	۲۲۲۵۸۲۷۳۸۰	۳۲۱۴۶۷۵۰۸۰	۳۵۸۲۵۲۱۰۸۰
۳۱	کل کشور	۲۵۸۰	۴۱۱۶۰۳۶۲۳۰۰	۱۲۳۲	۹۱۶۸۸۰۶۰۰۰	۸۰۱	۱۶۸۳۵۸۶۵۶۳۸	۴۳۱	۲۱۱۹۶۵۶۲۲۰۵	۴۷۲۰۱۲۳۳۸۴۳	۸۸۳۶۱۵۹۶۱۴۳

برگرفته از: یافته‌های مطالعه

- سهم آبرانه چوب در مراحل مختلف تولید

فرض بر این است که میزان آب مورد استفاده برای تولید یک مترمکعب چوب برابر ۴/۵۲ مترمکعب، قیمت یک مترمکعب کاغذ برابر ۱۷۵۰۰ ریال و قیمت یک مترمکعب الوار برابر ۳۸۴۰۰۰ ریال است. نسبت تولید کاغذ به کل محصولات چوبی برابر ۰/۳۰ و نسبت تولید الوار به کل محصولات برابر ۰/۷۰ است. نسبت تولیدی و نسبت ارزشی برای فرآورده‌های چوب مطابق شکل (۳-۷) بوده و روابط زیر برای تمامی فرآورده‌های حاصل از مواد اولیه، درست هستند.

$$\text{نسبت تولیدی (الوار)} = (70\text{gr}) / 100(\text{gr}) = 0.7$$

$$\text{نسبت تولیدی (کاغذ)} = 30(\text{gr}) / 100(\text{gr}) = 0.3$$

$$\text{نسبت ارزشی (الوار)} = (70(\text{gr}) \times 384000(\text{R})) / (30(\text{gr}) \times 17500(\text{R}) + 70(\text{gr}) \times 384000(\text{R})) = 0.980843$$

omoorepeyman.ir

$$\text{نسبت ارزشی (کاغذ)} = (30(gr)\times 17500(R)) / (30(gr)\times 17500(R) + 70(gr)\times 384000(R)) = 0.019157$$

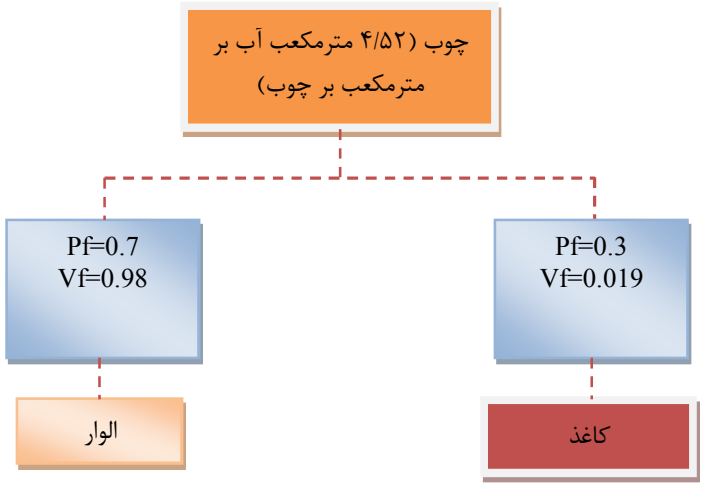
حال می‌توان با در نظر گرفتن محاسبات بالا، میزان آبرانه را برای هر یک از محصولات محاسبه کرد.

$$\text{آبرانه (الوار)} = [(4.52 / 0.7)]\times 0.980843 = 6.333443\ (m^3)$$

$$\text{آبرانه (کاغذ)} = [(4.52 / 0.3)]\times 0.019157 = 0.288632\ (m^3)$$

$$\text{آبرانه چوب} = 6.333443\times 0.7 + 0.288632\times 0.3 = 4.52\ (m^3)$$

همان‌طور که در شکل (۳-۷) دیده می‌شود، عدد به دست آمده برای آبرانه چوب با میزان اولیه آب مورد نیاز برای تهیه یک مترمکعب چوب با هم برابر هستند.



شکل ۳-۷- تعیین آبرانه چوب

۳-۵-۳- تعیین آبرانه محصولات دامی

گروه‌بندی کلی محصولات عمده دامی برای مطالعات آب مجازی به شرح زیر هستند:

- گوشت قرمز
- گوشت سفید (مرغ)
- شیر و مواد لبنی
- تخم‌مرغ

- تعیین آب مجازی محصولات دامی (محاسبه میزان آب مجازی حیوانات زنده)

تا کنون یک ارزیابی کلی در خصوص تجارت جهانی در مورد حیوانات اهلی و محصولات آن‌ها توسط چاپاگاین و هاکستر [۴۲] صورت گرفته است. تبادل آب مجازی که با تجارت حیوانات اهلی و محصولات آن‌ها ارتباط دارد، از طریق ضرب حجم‌های تجارت دام‌ها $(\frac{ton}{yr})$ در میزان آب مجازی دام‌ها $(\frac{m^3}{ton})$ به دست می‌آید به طوری که میزان آب مجازی یک حیوان زنده تعیین می‌شود و سپس در میان فرآورده‌های مختلف حیوان، توزیع می‌شود. ابتدا انواع محصولات (n_p) که از انواع حیوان

omoorepeyman.ir

(n_s) منشا می‌گیرد، شناسایی می‌شوند. هر محصول غیرقابل تقسیم فقط و فقط از یک نوع ویژه حیوان به وجود می‌آید. به طور ساده، فرض می‌شود که فرآورده‌های دامی صادرشده از یک کشور معین به طور کامل در داخل آن کشور تولید شده است.

چاپاگاین و هاکسترا [۴۲] با درخت‌های تولید کار می‌کنند که سطوح مختلف تولید را نشان می‌دهند. برای مثال محتویات آب مجازی در گوشت به محتویات آب مجازی در لاشه حیوان بستگی دارد که آن نیز به نوبه خود به محتویات آب مجازی در حیوان زنده بستگی دارد. اگر افزون بر لاشه، از پوست حیوان زنده نیز برای چرم استفاده شود، محتویات آب مجازی حیوان زنده بر لاشه و پوست نیز بر طبق نسبت ارزش اقتصادی تقسیم می‌شود. محتویات آب مجازی حیوان زنده به طور زیادی به محتویات آب مجازی مواد غذایی مصرف‌شده در دوره زندگی حیوان بستگی دارد. افزون بر آن آب آشامیده‌شده در طول زندگی حیوان و نیازهای آبی دیگر مربوطه مانند آب مصرف‌شده برای شستشوی آخور نیز باید در نظر گرفته شوند.

- سه جزو اصلی میزان آب مجازی از یک حیوان زنده

میزان آب مجازی از یک حیوان در پایان دوره زندگی‌اش شامل حجم آبی است که برای رشد و تکاملش از طریق مصرف مواد غذایی، آب نوشیدنی و آب مورد نیاز برای تمیزکردن محل سکونتش و موارد مشابه مورد نیاز است، محاسبه می‌شود (رابطه ۳-۷). سه جزو اصلی برای میزان آب مجازی یک حیوان زنده وجود دارد:

$$VWC_a[e,a] = VW_{feed}[e,a] + VWC_{drink}[e,a] + VWC_{serv}[e,a] \qquad (۳-۷)$$

که در آن:

$VWC_a[e,a]$: میزان آب مجازی حیوان (a) در کشور صادرکننده (e) (مترمکعب آب در واحد تن حیوان زنده)

VWC_{feed}: ظرفیت آب مجازی مربوط به خوراک (مترمکعب آب در واحد تن از حیوان زنده)

VWC_{drink}: ظرفیت آب مجازی به نوشیدنی (مترمکعب آب در واحد تن از حیوان زنده)

VWC_{serv}: ظرفیت آب مجازی به آب مصرفی سرویس (مترمکعب آب در واحد تن از حیوان زنده) است.

- میزان آب مجازی از مواد غذایی مصرف‌شده

میزان آب مجازی یک حیوان برای مواد غذایی مصرف‌شده شامل دو قسمت است: نخستین قسمت آب واقعی که برای آماده‌کردن خوراک دام لازم است و دومین قسمت، آب مجازی است که در اجزای مختلف خوراک مصرف شده است. میزان آب مجازی از خوراک یک حیوان در پایان دوره زندگی‌اش برابر رابطه (۳-۸) محاسبه می‌شود:

$$VWC_{feed}[e,a] = \frac{\int_{birth}^{slaughter} \{q_{mixing}[e,a] + \sum_{c=1}^{n_c} SWD[e,a] * C[e,a,c]\} dt}{W_a[e,a]} \qquad (۳-۸)$$

در این رابطه:

$VWC_{feed}[e,a]$: میزان آب مجازی از خوراک یک حیوان در پایان دوره زندگی‌اش (مترمکعب آب در واحد تن حیوان زنده)

omoorepeyman.ir

$q_{mixing}[e,a]$: حجم آب مورد نیاز برای مخلوط‌کردن مواد غذایی حیوان a در کشور صادرکننده e (مترمکعب در روز)

$C[e,a,c]$: مقدار محصول کشاورزی (C) در کشور صادرکننده (e) (مترمکعب در واحد تن از محصول کشاورزی)

$W_a[e,a]$: میانگین وزن حیوان زنده (a) در کشور صادرکننده (e) (تن) است.

میانگین وزن حیوان زنده بر پایه رابطه (۳-۹) به دست می‌آید:

$$SWD[e,c]=\frac{CWR[e,c]}{cy[e,a]} \qquad (۹-۳)$$

در این رابطه:

$CWR[e,c]$: نیاز آبی محصول از محصول کشاورزی در کشور e (مترمکعب در هکتار)

$cy[e,c]$: عملکرد محصول (تن در هکتار) است.

در محاسبه احتیاجات آبی محصولات کشاورزی، از مدل CROPWAT که توسط فائو توسعه یافته، استفاده می‌شود که براساس آن، اطلاعات آب و هوایی (اقلیم) مورد نیاز برای محاسبه احتیاجات آبی محصولات از بانک اطلاعاتی CLIMWAT از FAO گرفته می‌شود. پارامترهای دیگر محصولات کشاورزی به عنوان ساختاری (in-built) در مدل CROPWAT گرفته شده است. از معادله پنمن - مانتیث فائو برای محاسبه منبع تبخیری محصول کشاورزی (ET., mm/day) استفاده می‌شود. تبخیر مستقیم محصول کشاورزی(ET., mm/day) برای هر نوع محصول با استفاده از ضریب گیاهی آن (K_C) به عنوان ساختاری در مدل CROPWAT عمل می‌کند. از ET_c دوره کامل رشد برای به دست آوردن کل نیاز آبی محصول استفاده می‌شود. اطلاعات محصولات کشاورزی از FAO STAT گرفته می‌شود.

- میزان آب مجازی از آب نوشیدنی

میزان آب مجازی یک حیوان از نوشیدن برابر است با کل حجم آب نوشیدنی مورد استفاده حیوان در طول دوره‌ی رشد. در کل دوره‌ی زندگی حیوان، میزان آب مجازی برحسب حجمی از آب در هر تن از حیوان زنده محاسبه می‌شود. میزان آب مجازی از نوشیدنی از رابطه (۳-۱۰) محاسبه می‌شود:

$$VWC_{drink}[e,a]=\frac{\int_{birth}^{slaughter} q_d[e,a]dt}{W_a[e,a]} \qquad (۱۰-۳)$$

در این رابطه:

$VWC_{drink}[e,a]$: میزان آب مجازی از نوشیدن یک حیوان تا پایان دوره زندگی‌اش (مترمکعب آب در واحد تن حیوان زنده)

$q_d[e,a]$: نیاز آب نوشیدنی روزمره حیوان a در کشور صادرکننده e (مترمکعب در روز)

$W_a[e,a]$: وزن حیوان زنده در پایان دوره زندگی‌اش (تن) است.

omoorepeyman.ir

- میزان آب مجازی برای نگهداری حیوان

میزان آب مجازی یک حیوان برای نگهداری حیوان مساوی با کل حجم آب استفاده‌شده برای تمیزکردن محوطه مزرعه، شستن حیوان و دیگر سرویس‌های لازم برای نگهداری محیط در طی دوره‌ی کامل زندگی حیوان است. میزان آب مجازی مذکور توسط رابطه (۳-۱۱) محاسبه می‌شود:

$$VWC_{serv}[e,a] = \frac{\int_{birth}^{slaughter} q_{serv}[e,a]dt}{W_a[e,a]} \qquad (۱۱-۳)$$

$VWC_{serv}[e,a]$: میزان آب مجازی در کشور صادرکننده e (مترمکعب آب در تن حیوان زنده)

$W_a[e,a]$: وزن زنده حیوان (a) در کشور صادرکننده (e) (تن)

$q_{serv}[e,a]$: احتیاجات روزانه آب مورد نیاز جهت نگهداری حیوان a (مترمکعب بر روز) است.

- محاسبه میزان آب مجازی از محصولات حیوانات اهلی

• سطوح محصول

موضوع دیگر این است که مشخص شود چه میزان آب مجازی یک حیوان زنده از محصولات حیوانات اهلی (مانند گوشت، شیر، پنیر، کره و چرم و غیره) به دست می‌آید. مشکل موجود در این رابطه مشکل دوباره‌شماری است. برای مثال امکان محاسبه دوباره مقدار آب مجازی که یک بار برای تولید شیر محاسبه شده است، برای تولید گوشت یک دام وجود دارد. به همین خاطر در تحلیل به روش سیستماتیک، سطوحی از محصول در نظر گرفته می‌شود. پس محصولاتی که به طور مستقیم از یک حیوان زنده منشا گرفته است، محصولات حیوانات اهلی اولیه نامیده می‌شوند. برای مثال گاوها، شیر، لاشه و پوست که با عنوان محصولات اولیه آن‌هاست، تولید می‌کنند. بعضی از محصولات اولیه حیوانات اهلی به نسبت بیش‌تر تکامل می‌یابند که محصولات ثانویه نامیده می‌شوند. مانند پنیر و کره که از محصول اولیه شیر به دست می‌آیند یا سوسیس که از محصول اولیه گوشت به دست می‌آید.

• نخستین سطح تکامل (محصولات اولیه از حیوانات زنده)

میزان آب مجازی یک فرآورده شامل قسمتی از میزان آب مجازی حیوان زنده به اضافه آب مورد نیاز تکامل‌یافته می‌شود. نیاز آب در مراحل بعدی در هر تن از حیوان زنده با کمک رابطه (۳-۱۲) معلوم می‌شود:

$$PWR[e,a] = \frac{Q_{PROC}[e,a]}{W_A[e,a]} \qquad (۱۲-۳)$$

در این رابطه:

$PWR[e,a]$: نیاز آبی در مرحله فرآوری برای هر تن حیوان زنده a از محصول تولیدی اولیه در کشور صادرکننده e (مترمکعب بر تن)

omoorepeyman.ir

$Q_{PROC}[e,a]$: حجم آب در مرحله فرآوری برای حیوان زنده a در کشور صادرکننده e (مترمکعب)

$W_a[e,a]$: وزن زنده حیوان (a) در کشور صادرکننده (e) (تن) است.

حجم کل آب مجازی از حیوان زنده (VWCa) و نیاز آبی در مرحله فرآوری (PWR) باید به طور منطقی به هم مرتبط شوند. برای انجام این کار باید دو رابطه دیگر معرفی کرد: جزء تولید و جزء ارزشی

جزء تولید از رابطه (۳-۱۳) به دست می‌آید:

$$Pf[e,p] = \frac{W_P[e,P]}{W_a[e,a]} \qquad (۱۳-۳)$$

در این رابطه:

$Pf[e,p]$: بخش تولیدی محصول p در کشور صادرکننده e است که از هر تن حیوان زنده به دست می‌آید.

$W_p[e,p]$: وزن فرآورده اولیه (p) به دست آمده از یک حیوان زنده (a) در کشور صادرکننده (e) (تن)

$W_a[e,a]$: وزن زنده حیوان (a) در کشور صادرکننده (e) (تن) است.

به هر حال اگر یک محصول در طی دوره زندگی یک حیوان به دست آید، در این صورت $P_f[0,1]$ به دست آمده از شیر و تخم‌مرغ‌ها، می‌تواند از یک بیش‌تر باشد.

جزو ارزشی ($V_f[e,p]$)، از رابطه (۳-۱۴) به دست می‌آید:

$$V_f[e,p] = [\frac{v[p]*P_f[e,p]}{\sum(v[p]*P_f[e,p]} \qquad (۱۴-۳)$$

مخرج کسر فوق برابر مجموع کل تمام فرآورده‌های اولیه‌ای است که از اصل حیوان (a) منشا گرفته است.

در این رابطه:

$V_f[e,p]$: نرخی از ارزش بازاری فرآورده حیوان است که بیانگر مجموع ارزش‌های بازاری کلیه فرآورده‌های حیوان است (ریال برای هر تن)

$v[p]$: ارزش به ازاری فرآورده p (واحد پولی در تن) است. $Pf[e,p]$: جزء تولیدی محصول p در کشور صادرکننده e است که از هر تن حیوان زنده بدست می‌آید. بنابراین، میزان آب مجازی (VWC) از محصول اولیه (P) و برحسب $(\frac{m^3}{ton})$ است که از رابطه (۳-۱۵) به دست می‌آید:

$$VWC_p[e,p] = (VWC_a[e,a] + PWR[e,a]) * \frac{V_f[e,p]}{P_f[e,p]} \qquad (۱۵-۳)$$

در این رابطه:

$VWC_p[e,p]$: میزان آب مجازی از محصول اولیه (P) (مترمکعب بر تن)

omoorepeyman.ir

• سطح ثانویه از تکامل (محصولات ثانویه از محصولات اولیه)

فرآورده‌های ناشی از فرآورده‌های اولیه نیز، به مقداری از آب نیازمندند. میزان آب مجازی یک محصول ثانویه شامل قسمتی از میزان آب مجازی محصول پایه اولیه و آب مصرف‌شده در مراحل بعدی است. در این حالت نیاز آب تکمیلی، PWR [e,p]، به عنوان حجمی از آب مورد نیاز برای تکمیل یک تن از محصول اولیه (p) در فرآیند تولید محصولات ثانویه تعیین می‌شود. سهم فرآورده $P_f[e,p]$ با عنوان نرخی از وزن محصول ثانویه (p) در هر تن از محصول اولیه در کشور صادرکننده (e) است. به طور مشابه مقدار ارزش $V_f[e,p]$، به عنوان نرخی از ارزش بازار از یک فرآورده ثانویه برای کل ارزش بازاری از همه فرآورده‌های به دست‌آمده از فرآورده اولیه است. بنابراین، میزان آب مجازی از فرآورده ثانویه (P) $(\frac{m^3}{ton})$ با استفاده از روابط مشابه محاسبات فرآورده اولیه به دست می‌آید. به این ترتیب میزان آب مجازی فرآورده اولیه و احتیاجات آب تکمیلی در فرآیند تولید فرآورده ثانویه، مبنای محاسبات در نظر گرفته شده است. با روش مشابه، امکان محاسبه میزان آب مجازی برای محصولات ثالث نیز وجود دارد.

○ سهم آبرانه مربوط به مراحل مختلف تولید برای هر محصول یا فرآورده نهایی؛ مورد گوشت مرغ

فرض بر این است که میزان آب مورد استفاده برای تولید یک مرغ تخم‌گذار برابر ۸۰۰۰ مترمکعب است و قیمت یک مرغ زنده در ایران ۲۴۰۰۰ ریال، قیمت یک کیلوگرم گوشت مرغ ۱۱۰۰۰ ریال و قیمت یک تخم‌مرغ ۴۵۰ ریال، همچنین، قیمت پر مرغ ۲۰۰۰ ریال است و نسبت تولید گوشت به کل محصولات ۰/۸، نسبت تولید تخم‌مرغ به کل محصولات ۰/۰۵ و نسبت تولید پر مرغ به کل محصولات ۰/۱۵ است. نسبت تولید و نسبت ارزشی برای فرآورده‌های مرغ تخم‌گذار به شکل زیر محاسبه می‌شود (فرمول‌های زیر برای تمامی فرآورده‌های به دست آمده از مواد اولیه صادق است).

نسبت تولیدی = وزن محصول (گوشت مرغ) / وزن کل محصولات (۱۰۰)

$$\text{نسبت تولیدی (گوشت مرغ)} = 80(gr)/100(gr) = 0.8$$

$$\text{نسبت تولیدی (تخم‌مرغ)} = 5(gr)/100(gr) = 0.05$$

$$\text{نسبت تولیدی (پر مرغ)} = 15(gr)/100(gr) = 0.15$$

$$\text{نسبت ارزشی (گوشت مرغ)} = (80(gr)\times 11000(R))/(80(gr)\times 11000(R)+5(gr)\times 500(R)+15(gr)\times 2000(R)) = 0.96$$

$$\text{نسبت ارزشی (تخم‌مرغ)} = (5(gr)\times 450(R))/(5(gr)\times 500(R)+80(gr)\times 11000(R)+15(gr)\times 2000(R)) = 0.002$$

$$\text{نسبت ارزشی (پرمرغ)} = (15(gr)\times 2000(R))/(15(gr)\times 2000(R)+5(gr)\times 500(R)+80(gr)\times 11000(R)) = 0.03$$

حال می‌توان با در نظرگیری محاسبات بالا میزان آبرانه را برای هر یک از محصولات محاسبه کرد.

آبرانه محصول (i) = [نسبت تولیدی محصول (i) × نسبت ارزشی محصول (i)] / (آبرانه ماده ورودی (m^3))

$$\text{آبرانه (گوشت مرغ)} = [(8000/0.8)]\times 0.96 = 9600\ (m^3)$$

$$\text{آبرانه (تخم‌مرغ)} = [(8000/0.05)]\times 0.002 = 320\ (m^3)$$

$$\text{آبرانه (پرمرغ)} = [(8000/0.15)]\times 0.03 = 1600\ (m^3)$$

omoorepeyman.ir

○ برآورد مقدار مواد غذایی و کل آب مورد نیاز دام گاو گوشتی در کشور

جدول (۳-۴)، برآورد مقدار مواد غذایی و کل آب مورد نیاز دام گاو گوشتی در کشور و جدول (۳-۵)، برآورد مقدار مواد غذایی مورد نیاز دام و آب موجود در مواد غذایی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول (۳-۴) دیده می‌شود مقدار مواد غذایی برای هر واحد دامی برحسب تن در سال به طور جداگانه برای گاو نر و ماده تعیین شده است و میانگین خوراک برای دو نوع دام نیز محاسبه شده است. میزان نیاز ویژه هرکدام از محصولات خوراکی برای هر تن محصول خوراکی از محاسبات مربوط به بخش زراعت استخراج شده است. نتیجه‌ی حاصل‌ضرب دو ستون مربوط به نیاز آبی هر گیاه و میانگین خوراک مصرفی دام‌ها، ستون آخر جدول برای ردیف‌های ۱ تا ۱۱ است که در ردیف ۱۲ عدد ۲۶۸۱ مترمکعب برای مجموع محصولات در سال به دست آمده است. در ردیف ۱۳، ضریبی با عنوان ضریب سن و بلوغ در نظرگرفته شده است که براساس منابع موجود در علوم دامی، برای دام گاو شیری برابر ۳ است. نتیجه حاصل‌ضرب ردیف‌های ۱۲ و ۱۳، عدد ۸۰۴۳/۲۵ مترمکعب در تن است که نشان‌دهنده‌ی کل آب مورد نیاز برای مواد غذایی یک واحد دام گاو شیری در یک سال است. ردیف‌های ۱۵ و ۱۶ جدول (۳-۵)، میزان آب مورد نیاز برای نوشیدن و سرویس بهداشتی را نشان می‌دهند. با تقسیم مقدار آب مورد نیاز برای خوراک، نوشیدن و سرویس بهداشتی بر عدد مربوط به میانگین وزنی دام (۵۸۰/ تن)، آب مصرفی هر واحد دامی برابر ۱۳۹۳۴ مترمکعب برای هر تن به دست می‌آید. در ادامه با ضرب تعداد دام (۴۰۰۰۰۰ راس) در میانگین وزنی دام، معادل تعداد دام برحسب تن به دست می‌آید که با ضرب عدد اخیر در آب مصرف هر واحد دامی (۱۳۹۳۴ مترمکعب در تن)، آب مصرف کل دام گاو شیری برای کشور در یک سال به دست آمده است.

جدول ۳-۴- برآورد مقدار مواد غذایی و کل آب مورد نیاز دام گاو گوشتی در کشور

ردیف	مقدار مواد خوراکی هر واحد دامی (تن/سال)				نیاز آب آبیاری گیاه (مترمکعب/تن)	کل آب موجود در مواد خوراکی هر واحد دامی (مترمکعب/سال)
	مواد خوراکی	گاو نر	گاو ماده	میانگین خوراک مصرفی		
۱	گندم	۰/۰۱۵	۰/۰۰۴	۰/۰۱۰	۲۶۳۱/۷۵۵	۲۶/۳
۲	جو دوسر	۰/۱۶۴	۰/۰۹۰	۰/۱۲۷	۲۵۱۴/۵۵۶	۳۱۹/۳
۳	جو	۰/۳۵۴	۰/۰۴۳	۰/۱۹۹	۲۵۱۴/۵۵۶	۵۰۰/۴
۴	دیگر غلات	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۶	۱۹۶۵/۱۵۹	۱۱/۸
۵	ذرت دانه‌ای	۰/۰۸۷	۰/۰۱۶	۰/۰۵۲	۱۹۸/۹۳۵	۱۰۱/۹
۶	نخود	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۶۵۲۱/۴۰۶	۴۵/۶
۷	خوراک سویا	۰/۰۲۳	۰/۰۰۲	۰/۰۱۳	۶۹۹/۸۵۴	۹/۱
۸	خوراک کلزا	۰/۰۱۴	۰/۰۰۸	۰/۰۱۱	۶۶۷/۱۲۸	۷/۳
۹	علف	۱/۵۲۰	۰/۵۳۰	۱/۰۲۰	۷۷۱/۸۱۸	۷۸۷/۳
۱۰	یونجه خشک	۱/۰۲۰	۰/۵۳۰	۰/۷۸۰	۸۲۰/۰۱۲	۶۳۹/۶
۱۱	علف تازه	۰/۶۴۰	۰/۱۳۰	۰/۳۸۰	۶۱۰/۵۴۳	۲۳۲/۰
۱۲	جمع آب مورد نیاز جهت مواد خوراکی دام (مترمکعب آب در واحد تن)					۲۶۸۱
۱۳	ضریب سن و بلوغ دام					۳/۰
۱۴	جمع آب مورد نیاز جهت مواد خوراکی دام با احتساب ضریب سن و بلوغ دام (مترمکعب آب در واحد تن)					۸۰۴۲/۰
۱۵	آب مورد نیاز جهت سرویس دام (مترمکعب آب در واحد تن)					۷/۱
۱۶	آب مورد نیاز دام جهت نوشیدن (مترمکعب آب در واحد تن)					۳۲/۶
۱۷	میانگین وزنی دام (تن)					۰/۵۸۰
۱۸	آب مصرفی هر واحد دامی (مترمکعب در تن)					۱۳۹۳۴
۱۹	تعداد واحد دامی					۴۳۰۰۰۰
۲۰	معادل تعداد واحد دامی برحسب تن					۲۴۹۴۰۰
۲۱	آب مصرفی کل واحدهای دامی گاو گوشتی (۴۳۰۰۰۰ واحد دامی با میانگین وزن ۰/۵۸۰ تن) برحسب مترمکعب					۳۴۷۵۱۴۱۷۵۰

omoorepeyman.ir

اکنون در جدول (۳-۵) معلوم می‌شود که مقدار آب آبی و سبز برای تولیدات گاو شیری چه اندازه است. با ضرب مقدار میانگین مواد غذایی در تعداد دام، مصرف کل دام برحسب کیلوگرم در ستون پنجم جدول (۳-۵) محاسبه‌شده است. با ضرب مقدار مصرف کل دام از هر محصول در ضریب سن و بلوغ (ردیف ۱۳ جدول (۳-۴)) و نیاز آبی هر گیاه (ستون ششم جدول (۳-۴))، مقدار کل آب آبی هر گیاه به دست می‌آید. با در اختیار داشتن عملکرد در هکتار هر محصول می‌توان به آسانی معادل کل سطح زیرکشت را محاسبه کرد. میزان آب سبز مصرفی برای هر هکتار نیز در بخش زراعت معلوم شد. در ستون آخر نیز کل آب سبز مصرفی برای سطح زیرکشت محاسبه‌شده در ستون ۸، معادل ۱۰۴۳۴۵۴۵۷ مترمکعب به دست آمده است.

جدول ۳-۵- برآورد مقدار مواد غذایی مورد نیاز دام و آب موجود در مواد خوراکی

ردیف	شرح (مواد خوراکی مصرفی)	مقدار مواد خوراکی مصرفی (کیلوگرم/سال)	تعداد واحد دام (راس)	مصرف کل دام (کیلوگرم)	کل آب آبی	عملکرد در هکتار (کیلوگرم)	معادل کل سطح زیرکشت (هکتار)	میزان آب مصرفی هر هکتار (آب سبز)	کل آب سبز (مترمکعب)
۱	گندم	۱۰/۰	۴۳۰۰۰۰	۴۳۰۰۰۰۰	۳۳۹۴۹۶۲۸	۳۷۴۵/۰۳۰	۱۱۴۸	۱۲۳۷/۳۲۰	۱۴۲۰۶۷۶
۲	جو دوسر	۱۲۷/۰		۵۴۶۱۰۰۰۰	۴۱۱۹۵۹۶۹۷	۳۱۵۸/۴۱۰	۱۷۲۹۰	۱۱۱۳/۸۱۰	۱۹۲۵۸۱۶۰
۳	جو	۱۹۹/۰		۸۵۵۷۰۰۰۰	۶۴۵۵۱۱۶۵۱	۳۱۵۸/۴۱۰	۲۷۰۹۳	۱۱۸۱/۱۸۳	۳۲۰۰۱۴۸۶
۴	دیگر غلات	۶/۰		۲۵۸۰۰۰۰	۱۵۲۱۰۳۳۰	۴۴۶۸/۳۴۰	۵۷۷	۱۱۸۱/۱۸۳	۶۸۲۰۱۰
۵	ذرت دانه‌ای	۵۲/۰		۲۲۳۶۰۰۰۰	۱۳۱۴۰۵۳۶۱	۷۴۲۳/۴۲۰	۳۰۱۲	۷۲۵/۸۳۳	۲۱۸۶۲۷۴
۶	نخود	۷/۰		۳۰۱۰۰۰۰	۵۸۸۸۸۲۸۹	۱۱۷۵/۸۲۰	۲۵۶۰	۶۲۸/۰۰۰	۱۶۰۷۶۲۷
۷	خوراک سویا	۱۳/۰		۵۵۹۰۰۰۰	۱۱۷۳۶۵۵۴	۲۴۴۹/۴۹۰	۲۲۸۲	۸۴/۰۰۰	۱۹۱۶۹۷
۸	خوراک کلزا	۱۱/۰		۴۷۳۰۰۰۰	۹۴۶۶۵۴۹	۲۰۲۵/۷۴۰	۲۳۳۵	۸۵/۰۰۰	۱۹۸۴۷۱
۹	علف	۱۰۲۰/۰		۴۳۸۶۰۰۰۰۰	۱۰۱۵۵۵۸۲۹۱	۸۶۸۰/۸۰۰	۵۰۵۲۵	۹۲۶/۲۵۰	۴۶۷۹۹۰۵۷
۱۰	یونجه خشک	۷۸۰/۰		۳۳۵۴۰۰۰۰۰	۸۲۵۰۹۶۳۷۰	۸۶۸۰/۸۰۰	۳۸۶۳۷	۹۳۶/۲۵۰	۳۵۷۸۷۵۱۴
۱۱	علف تازه	۳۸۰/۰		۱۶۳۴۰۰۰۰۰	۲۹۹۲۸۸۰۳۰	۸۶۸۰/۸۰۰	۱۸۸۲۳	۹۳۶/۲۵۰	۱۷۴۳۴۹۴۳
۱۲	جمع				۳۴۵۸۰۷۰۷۵۰	-	-	-	۱۰۴۳۴۵۴۵۷

۳-۵-۴- تعیین آبرانه (سبز) محصولات آبزیان

گروه‌بندی کلی محصولات عمده دامی برای مطالعات آب مجازی به شرح زیر هستند:

- آبزیان در مراکز پرورشی گرم‌آبی، آبزیان سردآبی و میگوی آب شیرین
- آبزیان در مراکز پرورشی سردآبی
- آبزیان در مراکز پرورشی میگوی آب شیرین

برای تولید هرکیلوگرم از ماهیان گرم‌آبی و سردآبی و میگوی آب شیرین، میزان مشخصی آب به صورت تبخیر یا آلوده‌شدن از دست می‌رود. به این ترتیب با در اختیارداشتن آمار مربوط به میزان تولید ماهی و با لحاظ‌کردن میزان آب

omoorepeyman.ir

تبخیرشده و آلوده‌شده به ازای هرکیلوگرم محصول تولیدشده، می‌توان مقدار آب مصرف‌شده را به آسانی محاسبه کرد. میزان تبخیر به ازای هرکیلوگرم تولید ماهی گرم‌آبی و میگوی آب شیرین به ترتیب برابر ۱ مترمکعب و ۰/۵ مترمکعب است. برای ماهیان سردآبی تبخیر در نظر گرفته نمی‌شود. میزان پساب به ازای هرکیلوگرم تولید ماهیان گرم‌آبی، سردآبی و میگوی آب شیرین به ترتیب ۰/۷، ۰/۱ و ۰/۵ مترمکعب درنظر گرفته شده است. البته کاربران این دستورالعمل می‌توانند ضریب‌های یادشده را با توجه به منابع علمی یا مطالعات میدانی، تغییر داده و مناسب‌ترین ضریب را انتخاب کنند. در نرم‌افزار ارائه‌شده در لوح فشرده‌ی پیوست، منوی جداگانه‌ای برای منظورکردن ضریب‌های یادشده در نظر گرفته شده است.

- میزان آب مصرفی مزارع پرورش ماهیان گرم آبی کشور به تفکیک استان در سال ۸۵

برای محاسبه آب مجازی مراکز پرورش ماهیان گرم‌آبی، به این صورت عمل می‌شود که درصدی از آب آبی را به عنوان آب تبخیرشده (آب آبی) و درصدی از آن را به عنوان آب آلوده‌شده (آب خاکستری) در نظرگرفته و به این ترتیب میزان آبرانه آبی برای این محصول به دست می‌آید. جدول (۳-۶)، میزان آب مصرفی مزارع پرورش ماهیان گرم آبی کشور به تفکیک استان در سال ۸۵ را برحسب مترمکعب نشان می‌دهد. دیده می‌شود که میزان آبرانه آبی برابر ۵۴۲۲۴۸۰۰ مترمکعب و میزان آبرانه خاکستری برابر ۹۳۹۵۶۸۰۰ مترمکعب برای تولید سالیانه ۷۷۴۶۴ تن ماهی گرم‌آبی در کشور بوده است.

جدول ۳-۶- میزان آب مصرفی مزارع پرورش ماهیان گرم آبی کشور به تفکیک استان در سال ۸۵ (تن- مترمکعب)

ردیف	استان	میزان تولید ماهی گرم آبی (تن)	میزان آب مصرفی (۲/۱ مترمکعب به ازای هر کیلوگرم) (مترمکعب)		
			۰/۷ مترمکعب به ازای هر کیلوگرم مربوط به تبخیر از سطح حوضچه‌ها	۰/۵ مترمکعب پساب (نفوذ به زمین به ازای هر کیلوگرم)	جمع
۱	آذربایجان شرقی	۱۲۲	۸۵۴۰۰	۶۱۰۰۰	۱۴۶۴۰۰
۲	آذربایجان غربی	۶۲۱	۴۳۴۷۰۰	۳۱۰۵۰۰	۷۴۵۲۰۰
۳	اردبیل	۲۶۸	۱۸۷۶۰۰	۱۳۴۰۰۰	۳۲۱۶۰۰
۴	اصفهان	۵۴۸	۳۸۳۶۰۰	۲۷۴۰۰۰	۶۵۷۶۰۰
۵	ایلام	۲۰۰	۱۴۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۲۴۰۰۰۰
۶	بوشهر	۰	۰	۰	۰
۷	تهران	۱۶۰	۱۱۲۰۰۰	۸۰۰۰۰	۱۹۲۰۰۰
۸	چهارمحال وبختیاری	۱	۷۰۰	۵۰۰	۱۲۰۰
۹	خراسان رضوی	۳۱۸	۲۲۲۶۰۰	۱۵۹۰۰۰	۳۸۱۶۰۰
۱۰	خراسان شمالی	۳۰	۲۱۰۰۰	۱۵۰۰۰	۳۶۰۰۰
۱۱	خراسان جنوبی	۱۱۱	۷۷۷۰۰	۵۵۵۰۰	۱۳۳۲۰۰
۱۲	خوزستان	۲۰۲۵۹	۱۴۱۸۱۳۰۰	۱۰۱۲۹۵۰۰	۲۴۳۱۰۸۰۰
۱۳	زنجان	۶۵	۴۵۵۰۰	۳۲۵۰۰	۷۸۰۰۰
۱۴	سمنان	۵۴	۳۷۸۰۰	۲۷۰۰۰	۶۴۸۰۰
۱۵	سیستان وبلوچستان	۳۸۶	۲۷۰۲۰۰	۱۹۳۰۰۰	۴۶۳۲۰۰
۱۶	فارس	۲۸۷	۲۰۰۹۰۰	۱۴۳۵۰۰	۳۴۴۴۰۰
۱۷	قزوین	۴۸	۳۳۶۰۰	۲۴۰۰۰	۵۷۶۰۰
۱۸	قم	۱۳۸	۹۶۶۰۰	۶۹۰۰۰	۱۶۵۶۰۰

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۳-۶- میزان آب مصرفی مزارع پرورش ماهیان گرم آبی کشور به تفکیک استان در سال ۸۵ (تن- مترمکعب)

ردیف	استان	میزان تولید ماهی گرم آبی (تن)	میزان آب مصرفی (۲/۱ مترمکعب به ازای هر کیلوگرم) (مترمکعب)		
			۰/۷ مترمکعب به ازای هر کیلوگرم مربوط به تبخیر از سطح حوضچه‌ها	۰/۵ مترمکعب پساب (نفوذ به زمین به ازای هر کیلوگرم)	جمع
۱۹	کردستان	۲۵	۱۷۵۰۰	۱۲۵۰۰	۳۰۰۰۰
۲۰	کرمان	۹۱	۶۳۷۰۰	۴۵۵۰۰	۱۰۹۲۰۰
۲۱	جیرفت و کهنوج	۳۱۰	۲۱۷۰۰۰	۱۵۵۰۰۰	۳۷۲۰۰۰
۲۲	کرمانشاه	۱۰۰۱	۷۰۰۷۰۰	۵۰۰۵۰۰	۱۲۰۱۲۰۰
۲۳	کهکیلویه و بویراحمد	۰	۰	۰	۰
۲۴	گلستان	۸۱۰۶	۵۶۷۴۲۰۰	۴۰۵۳۰۰۰	۹۷۲۷۲۰۰
۲۵	گیلان	۱۹۹۹۷	۱۳۹۹۷۹۰۰	۹۹۹۸۵۰۰	۲۳۹۹۶۴۰۰
۲۶	لرستان	۷۷۳	۵۴۱۱۰۰	۳۸۶۵۰۰	۹۲۷۶۰۰
۲۷	مازندران	۲۲۹۵۹	۱۶۰۷۱۳۰۰	۱۱۴۷۹۵۰۰	۲۷۵۵۰۸۰۰
۲۸	مرکزی	۸۹	۶۲۳۰۰	۴۴۵۰۰	۱۰۶۸۰۰
۲۹	هرمزگان	۰	۰	۰	۰
۳۰	همدان	۲۷۱	۱۸۹۷۰۰	۱۳۵۵۰۰	۳۲۵۲۰۰
۳۱	یزد	۲۲۶	۱۵۸۲۰۰	۱۱۳۰۰۰	۲۷۱۲۰۰
۳۲	جمع	۷۷۴۶۴	۵۴۲۲۴۸۰۰	۳۸۷۳۲۰۰۰	۹۲۹۵۶۸۰۰

برگرفته از: شرکت سهامی شیلات ایران

۳-۶- تعیین محتویات آب مجازی (آبی و خاکستری) کالاهای صنعتی

آب مجازی کالاهای صنعتی تولیدی داخل کشور که یا برای مصرف در کشور و یا برای صادرات به کار می‌رود شامل منابع آب آبی و خاکستری می‌شود. پیش از تعیین محتویات منابع آب مجازی کالاهای صنعتی، لازم به اشاره است که گروه‌بندی کالاهای صنعتی به شرح زیر هستند:

- گروه صنایع مواد مواد غذایی و آشامیدنی
- گروه منسوجات
- گروه تولید پوشاک و کفش
- گروه تولید چوب، محصولات چوبی و کاغذی
- گروه محصولات پتروشیمی
- گروه تولید محصولات کانی غیرفلزی
- گروه تولید فلزات اساسی
- گروه تولید ماشین‌آلات
- گروه صنایع الکترونیک

در جدول (۳-۷)، نمونه‌ای از جزییات محاسباتی مقدار آب مصرفی واحدهای صنعتی کشور برای هر واحد کالا در بخش صنایع غذایی ارائه شده است. در رقم مربوط به میزان واحد آب مصرفی از یافته‌های آمارگیری بالا استفاده شده است. سپس با

omoorepeyman.ir

توجه به اطلاعات مربوط به نوع کالاهای تولیدی و میزان تولید هر کالا، آب مصرفی برای هر واحد کالای صنعتی محاسبه شده است. محاسبات مشابهی برای کل واحدهای صنعتی کشور در گزارش‌های لوح فشرده‌ی پیوست محاسبه و ارائه‌شده است و میزان آب مصرفی برای هر واحد کالا محاسبه گردیده که به سبب حجم بالای صفحات گزارش، صرفا در لوح فشرده ارائه شده است.

- نمونه‌ای از جداول محاسباتی مقدار آب مصرفی واحدهای صنعتی کشور- صنایع غذایی

جدول (۳-۷)، نمونه‌ای از جداول محاسباتی مقدار آب مصرفی واحدهای صنعتی کشور- صنایع غذایی را نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود، با توجه به کل ظرفیت واحدهای تولیدی (برحسب تن) و آب مصرفی هر واحد صنعتی (مترمکعب)، آب مصرفی برای تولید هر واحد کالا، به دست آمده است. با ضرب رقم اخیر در ظرفیت هر واحد، میزان کل آب مصرفی واحد صنعتی برای هر استان به دست آمده است.

جدول ۳-۷- نمونه‌ای از جداول محاسباتی مقدار آب مصرفی واحدهای صنعتی کشور- صنایع غذایی (مترمکعب)

تعداد	واحد سنجش	ظرفیت	استان تولیدکننده	صنعت	ظرفیت هر واحد	آب مصرفی هر واحد صنعتی	آب مصرفی برای تولید هر واحد از کالا	کل آب مصرفی صنعتی
۱	تن	۵۰۰	ایلام	کشتارگاه انواع دام‌ها	۵۰۰	۲۰۷۷۹	۴۲	۲۰۷۷۹
۱	تن	۱۷۴	تهران		۱۷۴	۲۰۷۷۹	۱۱۹	۲۰۷۷۹
۱	تن	۲۱۶۰۰	چهار محال		۲۱۶۰۰	۲۰۷۷۹	۱	۲۰۷۷۹
۳	تن	۲۲۲۷۴						
۱	راس	۳۰۰۰۰	سیستان					
۲	راس	۳۱۶۵۰	فارس		۱۵۸۲۵	۲۰۷۷۹	۱	۴۱۵۵۸
۲	راس	۵۴۰۰۰۰	گیلان		۲۷۰۰۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۴۱۵۵۸
۱	راس	۱۹۹۵۰۰	همان		۱۹۹۵۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۲۰۷۷۹
۶	راس	۸۰۱۱۵۰						
۱	عدد	۷۶۸۰۰	تهران		۷۶۸۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۲۰۷۷۹
۱	عدد	۳۰۶۶۰۰۰۰	قزوین		۳۰۶۶۰۰۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۲۰۷۷۹
۲	عدد	۳۰۷۳۶۸۰۰						
۱	قطعه	۲۳۱۰۰۰	ایلام		۲۳۱۰۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۲۰۷۷۹
۱	تن	۲۵۰۰۰	مازندران	کشتارگاه از نوع گاوی	۲۵۰۰۰	۲۰۷۷۹	۱	۲۰۷۷۹
۱	تن	۲۵۰۰۰						
۱	دست	۱۱۹۰۰	تهران		۱۱۹۰۰	۲۰۷۷۹	۲	۲۰۷۷۹
۱	دست	۱۱۹۰۰						
۱	راس	۳۰۰۰۰	اردبیل		۳۰۰۰۰	۲۰۷۷۹	۱	۲۰۷۷۹
۲	راس	۲۳۴۰۰۰	تهران		۱۱۷۰۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۴۱۵۵۸
۱	راس	۶۴۰۰۰	خراسان		۶۴۰۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۲۰۷۷۹
۱	راس	۲۸۰۰۰	سیستان		۲۸۰۰۰	۲۰۷۷۹	۱	۲۰۷۷۹
۱	راس	۲۷۰۰۰	کهکیلویه		۲۷۰۰۰	۲۰۷۷۹	۱	۲۰۷۷۹
۱	راس	۴۰۰۰۰	یزد		۴۰۰۰۰	۲۰۷۷۹	۱	۲۰۷۷۹
۷	راس	۴۲۳۰۰۰						
۱	عدد	۸۸۳۰۰۰	قزوین		۸۸۳۰۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۲۰۷۷۹
۱	عدد	۸۸۳۰۰۰						

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۳-۷- نمونه‌ای از جداول محاسباتی مقدار آب مصرفی واحدهای صنعتی کشور- صنایع غذایی (مترمکعب)

تعداد	واحد سنجش	ظرفیت	استان تولیدکننده	صنعت	ظرفیت هر واحد	آب مصرفی هر واحد صنعتی	آب مصرفی برای تولید هر واحد از کالا	کل آب مصرفی صنعتی
۱	تن	۷۵۰۰۰	مازندران	کشتارگاه از نوع گوسفندی	۷۵۰۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۲۰۷۷۹
۱	تن	۷۵۰۰۰						
۱	دست	۱۱۹۰۰۰	تهران		۱۱۹۰۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۲۰۷۷۹
۱	دست	۱۱۹۰۰۰						
۱	راس	۵۰۰۰۰	اردبیل		۵۰۰۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۲۰۷۷۹
۲	راس	۱۴۳۳۰۰۰	تهران		۷۱۶۵۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۴۱۵۵۸
۱	راس	۱۰۰۰۰۰۰	خراسان		۱۰۰۰۰۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۲۰۷۷۹
۱	راس	۱۴۰۰۰۰	سیستان		۱۴۰۰۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۲۰۷۷۹
۱	راس	۴۳۰۰۰۰	کهکیلویه		۴۳۰۰۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۲۰۷۷۹
۱	راس	۵۰۰۰۰۰	یزد		۵۰۰۰۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۲۰۷۷۹
۷	راس	۳۵۵۳۰۰۰						
۱	عدد	۷۲۲۰۰۰	قزوین		۷۲۲۰۰۰	۲۰۷۷۹	۰	۲۰۷۷۹
۱	عدد	۷۲۲۰۰۰						

۳-۷- تعیین میزان آب مصرفی شهری و روستایی (شرب، شستشو، فضای سبز و خدمات)

همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، بخش شهری و روستایی به واقع در پایان چرخه آب در شکل (۲-۲) قرار گرفته است. در بخش شهری و روستایی به واقع کالاهای خوراکی و صنعتی مصرف می‌شود. منابع آب شهری و روستایی نیز که به طور مستقیم از آب سطحی یا زیرزمینی استحصال می‌شود برای شرب، شستشو، فضای سبز و خدمات مصرف می‌شود. همان‌طور که در شکل (۲-۲) نشان داده شده است، بخشی از آب مصرفی که آلوده می‌شود به عنوان آب خاکستری (پساب شهری یا روستایی) در چرخه آب در نظر گرفته می‌شود. به این ترتیب میزان آب شهری و روستایی همان آب استحصالی است که از آب آبی برداشت می‌شود و میزان پساب هم درصدی از آب شهری و روستایی است که آلوده شده است.

کالاهای خوراکی برای تامین انرژی روزانه یا رشد جمعیت انسانی مصرف می‌شوند. بخشی از تولیدات خوراکی نیز در مرحله مصرف از بین می‌روند که به آن ضایعات در مرحله‌ی مصرف گفته می‌شود که در عمل منابع آب مصرف‌شده برای آن هدررفته است اما جزو محاسبات مربوط به خروجی بخش کشاورزی و ورودی به بخش مصرف در نظر گرفته شده است.

- خلاصه وضعیت آب شرب کشور در سال ۱۳۸۵

جدول (۳-۸)، خلاصه وضعیت آب شرب کشور در سال ۱۳۸۵ را نشان می‌دهد. خالص آب مصرفی حدود ۱۵ درصد است و میزان پساب نیز برابر ۸۵ درصد (۵۵۹۱ میلیون مترمکعب) است.

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۸- خلاصه وضعیت آب شرب کشور در سال ۱۳۸۵ (میلیون مترمکعب)

ردیف	شهری			روستایی			جمع		
	میزان تولید آب	خالص آب مصرفی (۱۵ درصد کل حجم آب تولیدی)	میزان پساب (فاضلاب) تولیدی	میزان تولید آب	خالص آب مصرفی (۱۵ درصد کل حجم آب تولیدی)	میزان پساب (فاضلاب) تولیدی	میزان تولید آب	خالص آب مصرفی (۱۵ درصد کل حجم آب تولیدی)	میزان پساب (فاضلاب) تولیدی
۱	۵۳۱۹۲۵۶۰۸۹	۷۹۷۸۸۸۴۱۳	۴۵۲۱۳۶۷۶۷۶	۱۲۵۹۴۶۲۲۲۷	۱۸۸۹۱۹۳۳۴	۱۰۷۰۵۴۲۸۹۳	۶۵۷۸۷۱۸۳۱۶	۹۸۶۸۰۷۷۴۷	۵۵۹۱۹۱۰۵۶۹

برگرفته: یافته‌های مطالعه

۳-۸- تعیین میزان آب مجازی کالاهای صادراتی و وارداتی

برای محاسبه‌ی آب مجازی کالاهای صادراتی و وارداتی نیاز به اطلاعاتی از میزان کالاهای صادارتی و میزان آب برای هر واحد (تن) این کالاهاست. در زیر نمونه‌ای از محاسبات برای آب مورد نیاز این کالاها ارائه شده است.

- میزان آب مجازی کالاهای صادراتی کشاورزی

جدول (۳-۹)، میزان آب مجازی کالاهای صادراتی کشاورزی در سال ۱۳۸۵ را نشان می‌دهد که در مجموع آبرانه این محصولات برابر ۲۲۴۹ میلیون مترمکعب است.

جدول ۳-۹- میزان آب مجازی کالاهای صادراتی کشاورزی در سال ۱۳۸۵ (میلیون مترمکعب)

ردیف	صادرات	مقدار صادرات (تن)	عملکرد در هکتار (کیلوگرم)	آب سبز			آب آبی			آبرانه		
				میزان آب سبز هر هکتار (مترمکعب)	میزان آب سبز هر کیلوگرم (مترمکعب)	آب سبز گل کالاهای زراعی – باغی صادراتی (میلیون مترمکعب)	میزان آب آبی هر کیلوگرم (مترمکعب)	میزان آب آبی هر کیلوگرم (مترمکعب)	آب آبی کل کالاهای زراعی – باغی صادراتی (میلیون مترمکعب)	میزان آبرانه هر هکتار (مترمکعب)	میزان آبرانه هر کیلوگرم (مترمکعب)	آبرانه کل کالاهای زراعی – باغی صادراتی (میلیون مترمکعب)
۱	پسته	۱۴۱۵۶۶	۶۷۹/۷	۲۰۰	۰/۳	۴۲	۵۸۶۴	۸/۶	۱۲۲۱	۶۰۶۴	۸/۹	۱۲۶۳
۲	انگور	۱۴۸۹۳۹	۱۲۳۱۴/۹	۱۵۰	۰/۰	۲	۱۲۹۵۵	۱/۱	۱۵۷	۱۲۱۰۴	۱/۱	۱۵۸
۳	خرما	۱۰۷۴۰۸	۵۴۵۹/۴	۸۴۸	۰/۲	۱۷	۱۷۷۲۷	۳/۲	۳۴۹	۱۸۵۷۵	۳/۴	۳۶۵
۴	سیب	۱۱۷۹۶۷	۱۶۳۴۹/۶	۱۳۱	۰/۰	۱	۱۴۴۵۵	۰/۹	۱۰۴	۱۴۵۸۶	۰/۹	۱۰۵
۵	هندوانه	۱۵۸۰۰۰	۲۸۴۰۹/۸	۱۴۶	۰/۰	۱	۱۱۶۵۵	۰/۴	۶۵	۱۱۸۰۱	۰/۴	۶۶
۶	انجیر	۹۰۰۰	۸۰۲۰/۹	۵۳۸	۰/۱	۱	۸۸۶۴	۱/۱	۱۰	۹۴۰۲	۱/۲	۱۱
۷	انار	۲۹۲۷۸	۱۲۵۸۶/۴	۵۳۸	۰/۰	۱	۱۷۷۲۷	۱/۴	۴۱	۱۸۲۶۵	۱/۵	۴۲
۸	برنج	۱۱۱۸	۴۱۴۲/۶	۰	۰/۰	۰	۶۵۸۶	۱/۶	۲	۶۵۸۶	۱/۶	۲
۹	گندم	۴۳۰۰۶	۳۷۴۵/۰	۱۲۳۷	۰/۳	۱۴	۷۳۹۲	۳/۰	۸۳	۸۶۳۰	۲/۳	۹۷
۱۰	سیب‌زمینی	۶۷۵۱۲	۲۶۱۹۶۸	۶۱۹	۰/۰	۲	۱۲۷۷۸	۰/۵	۳۳	۱۳۳۹۷	۰/۵	۳۵
۱۱	گوجه	۴۳۰۰۶	۳۴۴۳۴۸	۲۴۴	۰/۰	۰	۲۴۴	۰/۰	۰	۴۸۸	۰/۰	۱
۱۲	پیاز	۵۰۴۴۴	۳۵۹۹۶۸	۹۳۸	۰/۰	۱	۱۱۳۴۷	۰/۳	۱۶	۱۲۲۷۵	۰/۳	۱۷
۱۳	خربزه	۱۳۷۶۱	۱۷۸۷۱/۹	۹	۰/۰	۰	۱۴۳۰۱	۰/۸	۱۱	۱۴۳۰۹	۰/۸	۱۱
۱۴	مرکبات	۵۷۰۷۶	۱۱۱۸۹/۶	۹۱۷	۰/۱	۵	۱۲۱۳۶	۱/۱	۶۲	۱۳۰۵۴	۱/۲	۶۷
۱۵	کیوی	۱۸۰۰۰	۲۳۲۶۷/۳	۵۳۸	۰/۰	۰	۱۲۱۳۶	۰/۵	۹	۱۲۶۷۴	۰/۵	۱۰
۱۶	جمع	۱۰۰۴۰۸۱	–	–	–	۸۶	–	–	۲۱۶۳	–	–	۲۲۴۹

آب مصرفی هر هکتار محصولات باغی کشور (مترمکعب)

omoorepeyman.ir

فصل ۴

تعیین شیوه کاربرد یافته‌های مربوط به پیوند مقادیر منابع چهارگانه آب

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۴-۱- کلیات

از اصول تجارت آب مجازی می‌توان در تصمیمات سیاست‌گزاری منابع آب کمک گرفت. برای یافتن یک راهنمای کمّی لازم است منابع چهارگانه متاثر از آن سیاست را یافت و در محاسبات در نظر گرفت. به این ترتیب می‌توان هرگونه سیاست‌گزاری را از دیدگاه تجارت آب مجازی سنجش و اندازه‌گیری کرد. به این ترتیب کاربردهای زیر از یافته‌های محاسباتی این راهنما قابل دستیابی است:

- بررسی ارتباط تجارت آب مجازی با بیلان منابع آب (پیوند منابع آب مجازی با منابع آب آبی، سبز و خاکستری)
- بررسی تاثیر متغیرهای مختلف بر بیلان منابع آب کشور و یافته‌های محاسباتی برای هر سال از جمله:
- روش تعیین میزان کمبود آب ملی، وابستگی آب، خودکفایی منابع آب و سرانه‌ی آبرانه کشور
- تاثیر تجارت آب مجازی بر ذخایر آبی یک محدوده جغرافیایی
- ادغام بین بیلان تجارت آب مجازی و بیلان منابع تجدیدپذیر (آب و پوشش گیاهی) در سطح ملی
- نحوه تاثیر تجارت آب مجازی بر نیازهای مواد غذایی جمعیت با توجه به وابستگی تولیدات دامی به مراتع کشور
- روش تعیین تبادل آب مجازی بین کشور با سایر کشورها
- تاثیر اجرای پروژه‌های توسعه منابع آب بر بیلان منابع آبی کشور
- تاثیر واردات و صادرات سالیانه کشور بر بیلان منابع آبی کشور
- بررسی تاثیر تولیدات خوراکی و غیرخوراکی سالیانه کشور و تاثیر آن بر بیلان منابع آبی کشور
- بررسی تاثیر اقدامات و برنامه‌های کشور در بخش‌های مختلف اقتصادی بر بیلان منابع آبی کشور
- بررسی تاثیر بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی بر بیلان منابع آب کشور
- بررسی تاثیر برنامه‌های حفاظت جنگل و مرتع بر مقادیر منابع آب سبز
- بررسی تاثیر برنامه‌های توسعه آب و فاضلاب بر مقادیر منابع آب خاکستری
- بررسی تاثیر برنامه‌های تغییر الگوی کشت بر مقادیر منابع چهارگانه آب
- بررسی آثار محیط‌زیستی پروژه‌های توسعه منابع آب
- محاسبه رقابت تجارت جهانی آب مجازی و موازنه تجارت جهانی آب مجازی محصولات زراعی
- ارزیابی آب قابل در دسترس
- تعیین شاخص اثر آبرانه
- کمی‌کردن جریان آب مجازی در ارتباط با امنیت غذایی در محدوده کشوری

omoorepeyman.ir

۴-۲- بررسی ارتباط تجارت آب مجازی با بیلان منابع آب (پیوند منابع آب مجازی با منابع آب آبی، سبز و خاکستری)

چهارچوب کلی و نحوه‌ی چیدمان جداول مربوط به منابع آب بیرونی، منابع آب داخلی و مصارف و تولیدات در جدول (۴-۱) ارائه شده است. این مثال عملی که به واقع، براساس تبادلات منابع چهارگانه آب در شکل (۲-۲) نشان داده شده‌اند، نشان‌دهنده پیوند تجارت آب مجازی در محدوده جغرافیایی کشور با بیلان منابع آب است. روش کلی برای بررسی موردهای یادشده در بالا، به این صورت است که پس از تهیه‌ی جدول (۴-۱) و چیدمان منابع آب مطابق این جدول، نتایج اولیه آن مورد واکاوی اولیه قرار می‌گیرد. اکنون برای بررسی هرکدام از موردهای بالا، کافی است که مقدار منابع آب که از تغییر مورد یادشده تغییر می‌کند، در جدول اولیه آن تغییر کند و دوباره نتایج جدول (۴-۱) (پس از تغییر مورد یادشده) با نتایج اولیه جدول (۴-۱) مقایسه شود. بدیهی است می‌توان با تحلیل دوباره نتایج، اثرات آن تغییر را بر منابع چهارگانه‌ی آب مشخص کرد. برای مثال فرض کنیم دولت می‌خواهد واردات کالاهای کشاورزی را افزایش دهد و تاثیرات آن را بر منابع آب مجازی (آب آبی و سبز) و سایر منابع آب بررسی کند. آشکار است که این تغییر را می‌توان در جدول (۴-۱) دید. مقایسه منابع آب بیرونی، داخلی و بخش‌های تولید و مصرف نشان می‌دهند که واردات کالا چه تاثیراتی بر مقادیر منابع یادشده داشته است.

به همین ترتیب می‌توان نتایج ساخت یک سد را بر منابع چهارگانه‌ی آب بررسی کرد. کاربر در آغاز باید نتایج ساخت سد بر مقدار منابع آب و تولیدات کشاورزی در پایین‌دست را تعیین کند. فرض کنیم ساخت سد در یکی از مناطق کشور به پایان می‌رسد و دولت می‌خواهد تاثیرات آن بر منابع چهارگانه‌ی آب را تعیین کند. این سد دارای میزان مشخصی آب برای مصارف کشاورزی است. برای مثال حدود ۵۰ میلیون مترمکعب از آب ذخیره‌شده در مخزن سد برای حدود ۵۰۰۰ هکتار اراضی زراعی و باغی در نظر گرفته شده است. این مقادیر به این معناست که ۵۰ میلیون مترمکعب آب به منابع آب آبی (استحصالی) افزوده می‌شود و میزان آب آبی و سبز مصرفی مربوط به تولیدات زراعی و باغی در محدوده‌ی ۵۰۰۰ هکتار نیز به بخش تولید افزوده می‌شود. به همین ترتیب در ارتباط بعدی بین منابع آب، مقادیر مربوط به تولیدات کشاورزی در بخش مصرف هم لحاظ می‌شوند. البته توجه شود که نرم‌افزار «تجارت آب مجازی» محاسبات نهایی را انجام می‌دهد و کاربر تنها مقادیر اولیه را در جدول‌هایی که نمونه‌های محاسباتی آن در بندهای یادشده در بخش سوم گزارش ارائه شد، منظور می‌کند. در بندهای پسین، با کمک یافته‌های جدول (۴-۱) و ارائه روابط و فرمول‌های محاسباتی تکمیلی، برخی موردهای یادشده در بند پیشین بررسی می‌شوند.

omoorepeyman.ir

۴-۲-۱- نتایج محاسبات مربوط به پیوند تجارت آب مجازی با بیلان منابع آب در ایران

در جدول (۴-۱)، پیوند تجارت آب مجازی به بیلان منابع آب در محدوده جغرافیایی کشور نشان داده شده است. این جدول به واقع خروجی نهایی نرم‌افزار «تجارت آب مجازی» است. نکات مهم مربوط به تعیین بیلان منابع آب و پیوند آن به سایر منابع آب به شرح زیر است:

- کلیه تبادلات مربوط به مقدار آب (واقعی- مجازی) برحسب میلیون مترمکعب است.
- تبادلات شامل ۳ بخش کلی منابع خارجی، منابع داخلی و تولیدات و مصارف می‌شود.
- تبادلات مربوط به هر منبع دارای ۲ بخش ورودی و خروجی است. تبادلات مربوط به منابع آب بیرونی، در دو طرف پیرابند قرار گرفته است.
- به سب نبود یا مطمئن‌نبودن از برخی آمار (موردهای ستاره‌دار) و یا کاستی‌های آماری، دو طرف ورودی و خروجی مربوط به هر منبع، متوازن نشده است. ضمن این که در برخی منابع به تنهایی، ذاتا توازن برقرار نمی‌شود.
- ماهیت تنظیم بیلان و تعیین رابطه آن با تجارت آب مجازی با محاسبات بیلان آب در یک محدوده متفاوت است و تبادلات اساسا از هر دو جنس کالایی و منابع واقعی آب است.
- مقادیر سهم برحسب درصد هستند.
- دوره بیلان منابع آب و تبادلات کالایی در پیرابندهای بالا مربوط به سال ۸۵-۱۳۸۴ است. هر چند برخی آمارها برای سال ۱۳۸۶ و برخی آمارها مربوط به میانگین ۲۰ ساله هستند.

برخی نتایج کلی مربوط به تحلیل جدول (۴-۱) به شرح زیر است:

نتایج نشان می‌دهد که میزان آب آبی و آب سبز کالاهای وارداتی (مجازی) به ترتیب برابر ۹۴۸۰ و ۱۶۵۶ میلیون مترمکعب است. ۸۳ درصد از آب آبی مربوط به واردات کالاهای کشاورزی و ۱۷ درصد آن مربوط به واردات کالاهای صنعتی است. در طرف صادرات به میزان ۵۱۸۴ میلیون مترمکعب آب از طریق صادرات کالا از کشور خارج می‌شود. یکی دیگر از منابع آب آبی وارداتی، بارش است که به نوبه خود شامل رواناب سطحی از بارش به میزان ۸۲۰۰۰ میلیون مترمکعب، تغذیه منابع آب زیرزمینی از بارش به میزان ۴۶۰۰۰ میلیون مترمکعب و بارش بر سطح کویر، کوه، جنگل، مرتع و دشت‌ها به میزان ۲۸۴۰۰۰ میلیون مترمکعب است. بخشی از آب آبی وارداتی به کشور به میزان ۶۰۰۰ میلیون مترمکعب صرف تغذیه منابع آب سطحی می‌شود. تحلیل‌های مشابهی برای سایر منابع و بخش‌های تولیدی- مصرفی می‌توان ارائه داد. به این ترتیب میزان واردات آب (مجموع آبی و سبز) در کشور ایران به میزان ۵۸۶۶ میلیون مترمکعب بیش‌تر از آب صادراتی است (تراز مثبت تجارت مجازی آب در کشور).

براساس یافته‌های جدول (۴-۱)، مقادیر منابع آب سطحی ورودی و خروجی کشور برابر ۱۰۸۲۷۲ میلیون مترمکعب است. میزان ورودی و خروجی منابع آب زیرزمینی برابر ۸۶۶۶۲ میلیون مترمکعب است. به این ترتیب با توجه به ردیف‌های یادشده در جدول (۴-۱) مربوط به ورودی و خروجی از منابع آب زیرزمینی، می‌توان میزان فشار بر منابع آب

omoorepeyman.ir

زیرزمینی و یا ارتباط آن با سایر منابع و همین‌طور سهم این منابع در تولیدات خوراکی را تعیین کرد و دامنه‌ای از تحلیل‌های مناسب برای وضعیت منابع چهارگانه‌ی آب را مشخص کرد.

از ۲۸۴۰۰۰ میلیون مترمکعب ورودی به منابع آب سبز به میزان ۹۷۷۰۶ میلیون مترمکعب در زیربخش‌های جنگل و مرتع و زراعت و باغ مصرف می‌شود و ۱۸۶۲۰۸ میلیون مترمکعب آن نیز تبخیر می‌شود.

همین‌طور ورودی و خروجی منابع آب مربوط به بخش‌های تولید و مصرف به تفکیک برای صنعت و کشاورزی مشخص شده است که در این بخش‌ها می‌توان وضعیت منابع چهارگانه‌ی آب را مشخص کرد. در بخش کشاورزی به میزان ۱۸۲۳۶۳ میلیون مترمکعب آب مصرف می‌شود که بیش از نیمی از آن مربوط به آب سبز مصرفی در عرصه‌های جنگلی و مرتعی کشور است. در بخش صنعت به میزان ۵۱۵۰ میلیون مترمکعب آب مصرف می‌شود. به این ترتیب منبع آب مجازی در کشور شامل دو رقم اخیر و ورودی به این منبع از طریق خالص واردات کالا (به میزان ۵۸۶۶ میلیون مترمکعب) است که برابر ۱۹۳۳۷۹ میلیون مترمکعب می‌شود. در بخش مصرف به میزان ۱۹۹۷۱۹ میلیون مترمکعب آب مصرف می‌شود در حالی که تنها به میزان ۵۵۹۲ میلیون مترمکعب آب به عنوان پساب به منابع آب خاکستری منتقل می‌شود. بخش مصرف را می‌توان پایان چرخه‌ی منابع چهارگانه‌ی آب در نظر گرفت.

به این ترتیب نتایج جدول (۴-۱) نشان می‌دهد که وضعیت هر منبع و نحوه‌ی تبادلات آن منبع با سایر منابع آب و بخش‌های تولید و مصرف تعیین شده است. اهمیت این تحلیل‌ها در این است که می‌توان تاثیر هرگونه برنامه را بر منابع چهارگانه‌ی بالا ارزیابی کرد. در حالی که در بیلان متعارف منابع آب، تنها، منابع آب آبی مورد توجه است و در اینجا تاثیر منابع مختلف بر یکدیگر تعیین شده است. برای مثال چنانچه دولت در نظر داشته باشد که از فشار بر منابع آب زیرزمینی بکاهد، می‌تواند وزن این منابع را در تامین آب برای تولیدات کشاورزی بکاهد و یا اقدام به واردات مواد غذایی کند و کاربر می‌تواند تاثیرات این برنامه را بر سایر منابع در جدول (۴-۱) مشاهد کند. همین‌طور چنانچه وزن محصولات آب‌بر در الگوی کشت کاهش پیدا کند، بی‌درنگ با محاسبه‌ی آب مجازی تولیدات کشاورزی می‌توان تاثیرآن را در خروجی منابع آب سطحی و زیرزمینی دید. افزون بر این‌ها، فرض گردد که دولت سیاست توسعه‌ی اشتغال در بخش صنعت را دنبال می‌کند و می‌خواهد تاثیرات افزایش تولیدات صنعتی را بر منابع آب ارزیابی کند. با مشاهده‌ی نتایج مربوط به وضعیت منابع چهارگانه آب در دو وضعیت پیش و پس از اجرای سیاست‌های و برنامه‌های مختلف، می‌توان آثار آن را بر منابع مختلف بررسی و تحلیل کرد و در صورتی‌که نتایج به دست آمده با هدف‌های بخش آب هماهنگ بود، آن سیاست اجرا شود. هدف‌ها نیز از پیش در بخش آب تعیین شده‌اند. برای مثال، اگر پایداری در منابع آب زیرزمینی یکی از هدف‌های بخش آب کشور باشد، نتایج جدول (۴-۱) نشان می‌دهد که برداشت سالیانه به میزان ۹۱۷۱ مترمکعب آب از ذخیره‌ی ثابت آبخوان‌ها با این هدف همخوانی ندارد و بنابراین دولت باید با اجرای برنامه‌های مناسب (واردات مواد غذایی و یا اصلاح الگوی مصرف) از فشار بر این منابع بکاهد. یا این‌که دولت بخواهد سهم آب سبز را در تولیدات کشاورزی افزایش دهد، ناچار است که محصولاتی را انتخاب کند که توان جذب آب سبز بیش‌تری در دوره‌ی تولید خود دارد و به محض گنجاندن آن‌ها در الگوی کشت، از ظرفیت آب سبز در کشور استفاده می‌شود و می‌توان آثار آن را بر

omoorepeyman.ir

سایر منابع در جدول (۴-۱) پیدا کرد. البته نرم‌افزار «تجارت آب مجازی» هرگونه تغییر را به آسانی انجام می‌دهد و نتایج نهایی هر تغییر به طور خودکار در جدولی مشابه با جدول (۴-۱) ظاهر می‌شود. مقایسه نتایج هر جدول با جدول پیش از آن، می‌تواند یافته‌های محاسباتی لازم را به کاربر برای انجام تحلیل‌های مشابه بالا ارائه دهد.

جدول ۴-۱- تبادلات منابع چهارگانه آب (آبی، سبز، خاکستری و مجازی) در چهارچوب «نحوه ارتباط بیلان منابع آب با تجارت آب مجازی» در محدوده جغرافیایی کشور ایران در دوره زمانی ۸۵-۱۳۸۴

الف- منابع آب خارجی (صادراتی)				
آب مجازی (صادراتی)	نشانه	سهم	مقدار	شرح
	Ex(Agri)Vex(Bl)	۴۴/۸۹	۲۳۲۷	صادرات کالاهای کشاورزی (تولید داخل)
	Ex(In)Vex(Bl)	۵۵/۱۱	۲۸۵۷	صادرات کالاهای صنعتی (تولید داخل)
	ExVex(Bl)	۰/۰۰	۰	صادرات دوباره کالاهای وارداتی *
	-	۱۰۰/۰۰	۵۱۸۴	جمع
آب سبز کالای صادراتی	نشانه	سهم	مقدار	شرح
	Ex(Agri)Vex(Gre)	۱۰۰/۰۰	۸۶	صادرات کالاهای کشاورزی (تولید داخل)
	Ex(In)Vex(Gre)	۰/۰۰	۰	صادرات کالاهای صنعتی (تولید داخل)
	ExVex(Gre)	۰/۰۰	۰	صادرات دوباره کالاهای کشاورزی وارداتی *
	-	۱۰۰/۰۰	۸۶	جمع
آب آبی صادراتی	نشانه	سهم	مقدار	شرح
	BlsBlex	۱۰۰	۳۰۰۰	خروج آب آبی از مرز خشکی کشور از منابع آب سطحی داخلی
	BlgBlex	۱۰۰	۰	خروج آب آبی از مرز خشکی کشور از منابع آب زیرزمینی داخلی *
	-	۵۸	۳۰۰۰	جمع

ب- تولید و مصرف							
خروجی از بخش کشاورزی				کشاورزی (دام-زراعت-باغداری-آبزیان)	ورودی به بخش کشاورزی		
نشانه	سهم	مقدار	شرح		شرح	مقدار	سهم	نشانه
AgriVd	۹۹	۱۸۰۰۳۶	مصرف کالای کشاورزی (معادل مجموع برداشت از آب آبی سبز داخلی برای تولیدات کشاورزی منهای صادرات)		برداشت از منابع آب سطحی برای تولیدات کشاورزی (زراعی، باغی، شرب و سرویس بهداشتی دام و آبزیان) به منظور مصرف داخلی	۲۵۳۹۷	۱۴	BA
AgriVex	۱	۲۳۲۷	صادرات کالای کشاورزی		برداشت از منابع آب زیرزمینی (زراعی، باغی، شرب و سرویس بهداشتی دام و آبزیان) برای تولیدات کشاورزی به منظور مصرف داخلی	۵۹۲۶۰	۳۲	BA
AgriGry	۰	۰	آب خاکستری (آب برگشتی آلوده شده)*					
-	-	-	-		مصرف از منابع آب سبز داخلی برای تولیدات کشاورزی (زراعت، باغداری، جنگل و مرتع)	۹۷۷۰۶	۵۴	GA
-	-	-	-		-	-	۰	-
-	۱۰۰	۱۸۲۳۶۳	جمع		جمع	۱۸۲۳۶۳	۱۰۰	-

omoorepeyman.ir

ب- تولید و مصرف

خروجی از بخش صنعت

نشانه	سهم	مقدار	شرح
ICI	۳۸	۱۹۶۹	تولید کالای کشاورزی (معادل مجموع برداشت از آب آبی و سبز داخلی برای تولیدات زراعی، باغی، جنگل و مرتع منهای صادرات)
IE	۵۵	۲۸۵۷	صادرات کالای صنعتی
IG	۶	۳۲۴	آب خاکستری (آب برگشتی آلوده شده) صنعتی
-	-	-	-
-	۱۰۰	۵۱۵۰	جمع

ورودی به بخش صنعت

نشانه	سهم	مقدار	شرح
BI	۳۰	۱۵۴۵	برداشت از منابع آب آبی سطحی داخلی برای تولیدات صنعتی
BI	۷۰	۳۶۰۵	برداشت از منابع آب آبی زیرزمینی داخلی برای تولیدات صنعتی
-	-	-	-
-	-	-	-
-	0	-	-
-	۱۰۰	۵۱۵۰	جمع

صنعت

خروجی از بخش مصرف

نشانه	سهم	مقدار	شرح
CGry	۱۰۰	۵۵۹۲	فاضلاب (پساب) شهری و روستایی
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	۱۰۰	۵۵۹۲	جمع

ورودی به بخش مصرف

نشانه	سهم	مقدار	شرح
Vd(Agri)C	۹۰	۱۸۰۰۳۶	مصرف کالای کشاورزی (معادل مجموع برداشت از آب آبی و سبز داخلی برای تولیدات کشاورزی منهای صادرات)
Vd(In)C	۱	۱۹۶۹	مصرف کالای صنعتی (معادل مجموع برداشت از آب آبی داخلی برای تولیدات صنعتی منهای صادرات صنعتی)
Vi(Agri+In)C	۶	۱۱۱۳۶	مصرف از محل کالاهای وارداتی (معادل آب کالاهای وارداتی کشاورزی و صنعتی)
BlsC+BlgC	۳	۶۵۷۹	مصرف شرب روستایی و شهری
-	۱۰۰	۱۹۹۷۱۹	جمع

مصرف

ج- منابع آب داخلی

خروجی منابع آب سطحی

نشانه	سهم	مقدار	شرح
BlsD	۶۰/۰	۶۵۰۰۰	انتقال آب سطحی داخلی به کویر و دریا
BlsE	۰/۹	۱۰۰۰	تبخیر از منابع آب سطحی داخلی *
BlsBlex	۲/۸	۳۰۰۰	خروج آب آبی از مرز خشکی کشور از منابع آب سطحی داخلی *
BlsAgri	۴/۰	۲۵۳۹۷	برداشت از منابع آب سطحی برای تولیدات کشاورزی (زراعی-باغی-شرب و سرویس بهداشتی دام-آبزیان) به منظور مصرف داخلی
BlsEx(Agri)	۰/۶	۶۹۸	برداشت از منابع آب سطحی به منظور صادرات کالاهای کشاورزی
BlsIn	۴/۰	۶۳۹	برداشت از منابع آب سطحی برای تولیدات صنعتی به منظور مصرف داخلی

ورودی منابع آب سطحی

نشانه	سهم	مقدار	شرح
PBls	۷۵/۷	۸۲۰۰۰	رواناب سطحی از بارش
BliBls	۰/۰	۰	تغذیه منابع آب سطحی از آب آبی وارداتی
BlgBls	۰/۴	۴۳۰	زهکش از آب زیرزمینی
BlsBls	۷/۴	۸۰۵۱	آب برگشتی از مصارف (استفاده دوباره از آب مصرفی)
BlgBls	۱۶/۴	۱۷۷۹۱	تغذیه منابع آب سطحی از تخلیه چشمه‌ها
GryBls	۰/۰	۰	ورودی از منابع آب خاکستری به منابع آب سطحی*
-	-	-	-

منابع آب آبی (سطحی)

omoorepeyman.ir

ج- منابع آب داخلی

خروجی منابع آب سطحی

نشانه	سهم	مقدار	شرح
BlsEx(In)	۰/۸	۹۰۶	برداشت از منابع آب سطحی به منظور صادرات کالاهای صنعتی
BlsBlg	۸/۳	۹۰۰۰	تغذیه منابع آبی زیرزمینی از منابع آب آبی سطحی داخلی
BlsC	۲/۴	۲۶۳۱	مصرف شرب روستایی و شهری
BlsGry			خروجی از منابع آب سطحی به منابع آب خاکستری
-	۸۴	۱۰۸۲۷۲	جمع

ورودی منابع آب سطحی

منابع آب آبی (سطحی)

شرح	مقدار	سهم	نشانه
-	-	۰/۰	-
-	-	۰/۰	-
-	-	۰/۰	-
-	-	۰/۰	-
جمع	۱۰۸۲۷۲	۱۰۰	-

خروجی منابع آب زیرزمینی

نشانه	سهم	مقدار	شرح
BlgBlex	۰	۰	خروج آب آبی از مرز کشور از منابع آب زیرزمینی داخلی
BlgAgri	۶۸	۵۹۲۶۰	برداشت از منابع آب زیرزمینی برای تولیدات کشاورزی به منظور مصرف داخلی
BlgEx(Agri)	۲	۱۶۲۹	برداشت از منابع آب زیرزمینی به منظور صادرات کالاهای کشاورزی
BlgIn	۲	۱۴۹۲	برداشت از منابع آب زیرزمینی برای تولیدات صنعتی به منظور مصرف داخلی
BlgEx(In)	۲	۲۱۱۳	برداشت از منابع آب زیرزمینی به منظور صادرات کالاهای صنعتی
BlgE	۵	۳۹۴۷	مصرف شرب روستایی و شهری
BlgBls	۰	۴۳۰	زهکش و تبخیر از آب زیرزمینی
BlgC	۲۱	۱۷۷۹۱	تغذیه منابع آب سطحی از تخلیه چشمه‌ها
BlgGry			خروجی از منابع آب زیرزمینی به منابع آب خاکستری
-	۱۰۰	۸۶۶۶۲	جمع

ورودی منابع آب زیرزمینی

منابع آب آبی (زیرزمینی)

شرح	مقدار	سهم	نشانه
تغذیه منابع آب زیرزمینی از بارش	۴۶۰۰۰	۵۳	PBlg
تغذیه منابع آب زیرزمینی از آب آبی وارداتی	۰	۰	BliBlg
تغذیه منابع آب زیرزمینی از آب سطحی داخلی	۹۰۰۰	۱۰	BlsBlg
آب برگشتی از مصارف زیرزمینی و سطحی (استفاده دوباره از آب مصرفی)	۲۲۴۹۱	۲۶	BlgBlg
برداشت از ذخیره ثابت آبخوان ها	۱۹۷۱	۱۱	BlgAgri+BlgIn+BlgC
ورودی از منابع آب خاکستری به منابع آب زیرزمینی	۰	۰	GryBlg
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	۰	-
-	-	۰	-
-	-	۰	-
-	-	۰	-
جمع	۸۶۶۶۲	۱۰۰	-

omoorepeyman.ir

ج- منابع آب داخلی

خروجی منابع آب سبز

نشانه	سهم	مقدار	شرح
GreE	۵۶/۶	۱۸۶۲۰۸	تبخیر
GreAgri	۳۴/۴	۹۷۷۰۶	مصرف از منابع آب سبز داخلی برای تولیدات کشاورزی برای مصرف داخل (زراعت- باغداری- جنگل و مرتع)
GreEx(Agri)	۰/۰۳	۸۶	مصرف از منابع آب سبز داخلی برای تولیدات کشاورزی به منظور صادرات کشاورزی
-	۱۰۰	۲۸۴۰۰۰	جمع

ورودی منابع آب سبز (منابع آب سبز)

شرح	مقدار	سهم	نشانه
بارش بر سطح کویر، کوه، جنگل، مرتع و دشت‌ها	۲۸۴۰۰۰	۱۰۰	PD
-	-	۰	-
-	-	۰	-
جمع	۲۸۴۰۰۰	۱۰۰	-

خروجی منابع آب خاکستری

نشانه	سهم	مقدار	شرح
GryBls	۰/۰	۰	ورودی از منابع آب خاکستری به منابع آب سطحی*
GryBlg	۰/۰	۰	ورودی از منابع آب خاکستری به منابع آب زیرزمینی*
-	-	-	-
-	-	-	-
-	۰	۰	جمع

ورودی به منابع آب خاکستری (منابع آب خاکستری)

شرح	مقدار	سهم	نشانه
آب برگشتی آلوده شده کشاورزی	۰	۰	AgriGry
فاضلاب (پساب) صنعتی	۳۲۴	۵	InGry
فاضلاب (پساب) شهری و روستایی	۵۵۹۲	۹۵	CGry
فاضلاب (پساب) کالاهای صنعتی صادراتی	-	-	InGry
جمع	۵۹۱۶	۱۰۰	-

د- منابع آب خارجی (وارداتی)

آب آبی کالای وارداتی

منابع ورودی

شرح	مقدار	سهم	نشانه
واردات کالاهای کشاورزی	۷۸۲۳	۸۳	VA
واردات کالاهای صنعتی	۱۶۵۶	۱۷	VI
کالاهای وارداتی برای صادرات دوباره*	۰	۰	VEE
جمع	۹۴۸۰	۱۰۰	-

آب سبز کالای وارداتی

منابع ورودی

شرح	مقدار	سهم	نشانه
واردات کالاهای کشاورزی	۱۶۵۶	۸۷	Im(Agri)Vi(Gre)
کالاهای وارداتی برای صادرات دوباره*	۰	۰	ImVex(Gre)
جمع	۱۶۵۶	۱۰۰	-

omoorepeyman.ir

د- منابع آب خارجی (وارداتی)				
بارش	منابع ورودی			
	شرح	مقدار	سهم	نشانه
	رواناب سطحی از بارش	۸۲۰۰۰	۲۰	PBls
	تغذیه منابع آب زیرزمینی از بارش	۴۶۰۰۰	۱۱	PBlg
	بارش بر سطح کویر، کوه، جنگل، مرتع و دشت‌ها	۲۸۴۰۰۰	۶۹	PD
	جمع	۴۱۲۰۰۰	۱۰۰	-
آب آبی وارداتی	منابع ورودی			
	شرح	مقدار	سهم	نشانه
	تغذیه منابع آب سطحی از آب آبی وارداتی	۶۰۰۰	۱۰۰	BxB
	تغذیه منابع آب زیرزمینی از آب آبی وارداتی *	۰/۰۰	۰	BxB
	جمع	۶۰۰۰	۱۰۰	-

نکات مربوط به رابطه بیلان با تجارت آب مجازی	
ردیف	نکات
۱	کلیه تبادلات مربوط به مقدار آب (واقعی- مجازی) برحسب مترمکعب است.
۲	تبادلات شامل ۳ بخش کلی منابع خارجی، منابع داخلی و فرآیندها و محصولات می‌شود.
۳	تبادلات مربوط به هر منبع دارای ۲ بخش ورودی و خروجی است. تبادلات مربوط به منابع آب خارجی، در دو طرف کادر قرار گرفته است.
۴	به سب نبود یا مطمئن‌نبودن از برخی آمار (موردهای ستاره‌دار) و یا کاستی‌های آماری، دو طرف ورودی و خروجی مربوط به هر منبع، متوازن نشده است. ضمن این که در برخی منابع به تنهایی، ذاتا توازن برقرار نمی‌شود.
۵	ماهیت تنظیم بیلان و تعیین رابطه آن با تجارت آب مجازی با محاسبات بیلان آب در یک محدوده متفاوت است و تبادلات اساسا از هر دو جنس کالایی و منابع واقعی آب است.
۶	مقادیر سهم برحسب درصد هستند.
۷	دوره بیلان منابع آب و تبادلات کالایی در چهارگوش‌های بالا مربوط به سال ۸۵-۱۳۸۴ است. هر چند برخی آمار برای سال ۱۳۸۶ و برخی آمارها مربوط به میانگین ۲۰ ساله است.

هـ- ضرایب مورد نیاز در بیلان منابع آب		
ردیف	شرح	مقدار
۱	ضریب زهکش و تبخیر از کل ورودی به منابع آب زیرزمینی	۰/۰۱۰
۲	ضریب آب برگشتی از مصارف شرب و صنعت (استفاده دوباره از آب مصرفی)	۰/۷۵۰
۳	ضریب آب برگشتی از مصارف کشاورزی (استفاده دوباره از آب مصرفی)	۰/۲۵۰
۴	تغذیه منابع آب سطحی از تخلیه چشمه‌ها	۰/۷۵۰

و- نشانه‌های کوتاه منابع چهارگانه آب		
ردیف	شرح	نشانه کوتاه
۱	بارش	P
۲	تبخیر	Ev
۳	رواناب سطحی	Ro
۴	تعرق	T
۵	نفوذ	F

omoorepeyman.ir

و- نشانه‌های کوتاه منابع چهارگانه آب		
ردیف	شرح	نشانه کوتاه
۶	دریا-کویر	D
۷	آب آبی- سطحی	Bls
۸	آب آبی- زیرزمینی	Blg
۹	ورودی آب آبی از مرزهای کشور	Bli
۱۰	خروجی آب آبی از مرزهای کشور	Blex
۱۱	آب سبز	Gre
۱۲	آب خاکستری	Gry
۱۳	آب مجازی کالاهای وارداتی	Vi
۱۴	آب مجازی کالاهای صادراتی	Vex
۱۵	آب مجازی کالاهای تولید داخل	Vd
۱۶	آبرانه	Fp
۱۷	آبرانه داخلی	Fpd
۱۸	آبرانه خارجی	Fpe
۱۹	تولیدات کشاورزی (زراعی، باغی، دامی، آبزیان)	Agri
۲۰	تولیدات زراعی	Agro
۲۱	تولیدات باغی	Ho
۲۲	تولیدات داخلی شیلات (آبزیان)	Fi
۲۳	تولیدات دامی	Ani
۲۴	تولیدات صنعتی	In
۲۵	صادرات کالا	Ex
۲۶	صادرات دوباره کالا	Exre
۲۷	واردات کالا	Im
۲۸	مصرف از مواد خوراکی	C
حرف بزرگ اول نشان‌دهنده‌ی نوع منبعی است که آب می‌دهد و حرف بزرگ دوم نشان‌دهنده‌ی نوع منبعی است که آب می‌گیرد.		

ز- اطلاعات اولیه مورد نیاز برای تهیه بیلان منابع آب کشور در سال		
ردیف	عنوان	میزان (مترمکعب)
۱	رواناب سطحی از بارش	۸۲۰۰۰
۲	تغذیه منابع آب زیرزمینی از بارش	۴۶۰۰۰
۳	تبخیر از بارش	۲۸۴۰۰۰
۴	تغذیه منابع آب سطحی از آب آبی وارداتی	۶۰۰۰
۵	تغذیه منابع آب زیرزمینی از آب آبی وارداتی	۰
۶	تغذیه منابع آب زیرزمینی از آب سطحی داخلی	۹۰۰۰
۷	برداشت از ذخیره ثابت آبخوان‌ها	۹۱۷۱
۸	انتقال آب سطحی داخلی به کویر و دریا	۶۵۰۰۰
۹	تبخیر از منابع آب سطحی داخلی	۱۰۰۰
۱۰	خروج آب آبی از مرز خشکی کشور از منابع آب سطحی داخلی	۳۰۰۰
۱۱	چاه عمیق	۳۵۸۴۳
۱۲	چاه نیمه‌عمیق	۱۲۷۷۷
۱۳	قنات	۷۵۲۷
۱۴	چشمه	۲۳۶۹۰

omoorepeyman.ir

ز- اطلاعات اولیه مورد نیاز برای تهیه بیلان منابع آب کشور در سال		
ردیف	عنوان	میزان (مترمکعب)
۱۵	خروج آب آبی از مرز کشور از منابع آب زیرزمینی داخلی	۰
۱۶	آب برگشتی آلوده شده کشاورزی	۰
۱۷	تغذیه منابع آب سطحی از تخلیه چشمه‌ها	۱۷۷۹۱
منبع: ردیف‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۷: گزارشات استان‌ها و شرکت مدیریت منابع آب و تخمین‌های کارشناسی. ردیف۷: شرکت مدیریت منابع آب. ردیف‌های ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴: گزارشات آماربرداری منابع آب و گزارشات مصارف آبفا و آبفا روستایی		

چکیده یافته‌های کلیدی محاسبات بیلان منابع آب و آب مجازی

میزان واردات آب (مجموع آبی و سبز) در کشور ایران به میزان ۵۸۶۶ میلیون مترمکعب بیش‌تر از آب صادراتی است.

بارش شامل رواناب سطحی از بارش به میزان ۸۲۰۰۰ میلیون مترمکعب، تغذیه منابع آب زیرزمینی از بارش به میزان ۴۶۰۰۰ میلیون مترمکعب و بارش بر سطح کویر، کوه، جنگل، مرتع و دشت‌ها به میزان ۲۸۴۰۰۰ میلیون مترمکعب است.

ورودی و خروجی منابع آب زیرزمینی برابر با ۸۶۶۶۲ میلیون مترمکعب آب بوده است که ۹۱۷۱ میلیون مترمکعب آن برداشت از ذخیره ثابت آبخوان‌ها بوده است.

در بخش کشاورزی به میزان ۱۸۲۳۶۳ میلیون مترمکعب آب مصرف می‌شود که بیش از نیمی از آن مربوط به آب سبز مصرفی در عرصه‌های جنگلی و مرتعی کشور است. در بخش مصرف به میزان ۱۹۹۷۱۹ میلیون مترمکعب آب مصرف می‌شود در حالی که تنها به میزان ۵۵۹۲ میلیون مترمکعب آب به عنوان پساب به منابع آب خاکستری منتقل می‌شود. بخش مصرف را می‌توان پایان چرخه‌ی منابع چهارگانه‌ی آب در نظر گرفت. از ۲۸۴۰۰۰ میلیون مترمکعب ورودی به منابع آب سبز به میزان ۹۹۷۰۶ میلیون مترمکعب در زیربخش‌های جنگل و مرتع و زراعت و باغ مصرف می‌شود و ۱۸۶۲۰۸ میلیون مترمکعب آن نیز تبخیر می‌شود.

اگر پایداری در منابع آب زیرزمینی یکی از هدف‌های بخش آب کشور باشد، نتایج جدول نشان می‌دهد که برداشت سالیانه به میزان ۹۱۷۱ میلیون مترمکعب آب از ذخیره‌ی ثابت آبخوان‌ها با این هدف همخوانی ندارد و بنابراین دولت باید با اجرای برنامه‌های مناسب (واردات مواد خوراکی) از فشار بر این منابع بکاهد. چنانچه دولت بخواهد سهم آب سبز را در تولیدات کشاورزی افزایش دهد لازم است که محصولاتی را انتخاب کند که توان جذب آب سبز بیش‌تری در دوره‌ی تولید خود دارد و به محض گنجاندن آنها در الگوی کشت، از ظرفیت آب سبز در کشور استفاده می‌شود و می‌توان آثار ان را بر سایر منابع در جدول پیدا کرد.

بر پایه اطلاعات جدول (۴-۱)، جدول (۴-۲)، محاسبات داخلی مربوط به وضعیت مصارف آب در کشور براساس آمار و اطلاعات سال ۱۳۸۵ را نشان می‌دهد. اطلاعات جدول (۴-۲) از جدول (۴-۱) گرفته شده است و برای تراز آب در جدول‌های مختلف آن استفاده شده است.

جدول ۴-۲- وضعیت مصارف آب در کشور براساس آمار و اطلاعات سال ۱۳۸۵

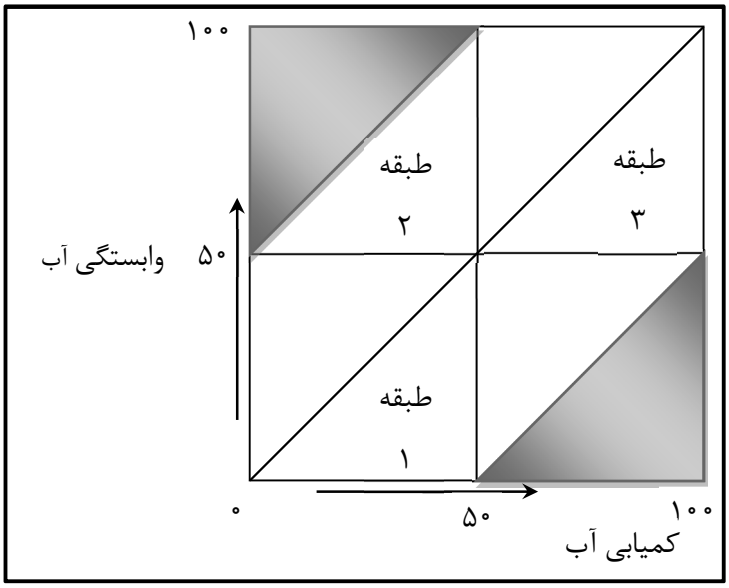
ردیف	شرح	میزان (میلیون مترمکعب)	سهم از کل آب استحصالی (درصد)
۱	برداشت از منابع آب سطحی برای تولیدات کشاورزی (زراعی، باغی، شرب و سرویس بهداشتی دام و آبزیان) به منظور مصرف داخلی و صادرات کشاورزی	۲۶۰۹۵	۲۶
۲	برداشت از منابع آب زیرزمینی (زراعی، باغی، شرب و سرویس بهداشتی دام و آبزیان) برای تولیدات کشاورزی به منظور مصرف داخلی و صادرات کشاورزی	۶۰۸۸۹	۶۱
۳	جمع مصارف بخش کشاورزی	۸۶۹۸۴	۸۷
۴	برداشت از منابع آب آبی سطحی داخلی برای تولیدات صنعتی	۲۴۵۱	۲
۵	برداشت از منابع آب آبی زیرزمینی داخلی برای تولیدات صنعتی	۳۶۰۵	۴
۶	جمع مصارف بخش صنعت	۶۰۵۶	۶
۷	مصرف شرب روستایی و شهری	۶۵۷۹	۷
۸	جمع کل	۹۹۶۱۸	۱۰۰

برگرفته از: یافته‌های مطالعه

omoorepeyman.ir

۴-۳- روش تعیین میزان کمبود آب ملی، وابستگی آب، خودکفایی منابع آب و سرانه آبرانه کشور

به طور منطقی ممکن است فرض شود که در یک کشور با کمبود آب بسیار زیاد امکان به دست آوردن سود از آب خالص وارداتی وجود دارد. از سوی دیگر کشورهای دارای منابع آبی فراوان می‌توانند از صادرات آب به صورت مجازی سود به دست آورند. برای ارزیابی موقعیت کشور از نظر خودکفایی و وابستگی به منابع آب از یک نمودار موسوم به جعبه‌ی کمیابی- وابستگی استفاده می‌شود. براساس شکل (۴-۱)، نمودار کم‌یابی- وابستگی به چهار کلاس یا چهار ناحیه تقسیم شده است. طبقه‌ی چهار شامل کشورهایی است که با بیش‌ترین کم‌یابی منابع آب روبرو هستند و در عین حال، وابستگی کمی به واردات کالا دارند. در حالی که طبقه سه شامل کشورهایی است که با کم‌یابی منابع آب روبرو هستند اما واردکننده عمده کالا هستند.



شکل ۴-۱- نواحی چهارگانه کم‌یابی- وابستگی آبی

(بخش سایه‌خورده مربوط به کم‌یابی پایین آبی با وابستگی آبی بالا و کم‌یابی بالای آبی با وابستگی پایین است. این بخش‌ها بر خلاف مسیر تجارت آب مجازی است.)

به منظور دستیابی به یک شاخص از میزان کمبود آب ملی می‌توان از نسبت میزان کل آب مصرفی به میزان آب در دسترس استفاده کرد. رابطه (۴-۱) نحوه محاسبه کمبود آب ملی را نشان می‌دهد.

$$W_s = \frac{W_u}{W_A} \times 100 \qquad (۴-۱)$$

در این رابطه:

W_s : شاخص کمبود آب ملی (٪)

W_u : میزان کل آب مصرفی کشور (مترمکعب بر سال)

W_A : میزان آب در دسترس ملی (مترمکعب بر سال) است.

omoorepeyman.ir

بنابراین در این رابطه مشخص می‌شود که شاخص کمبود آب دارای محدوده‌ای بین صفر تا ۱۰۰ درصد است. اما در مواردی (برای مثال آب زیرزمینی) می‌تواند دارای مقادیری بیش از ۱۰۰ درصد باشد. شاخص آب در دسترس ملی (W_A) همان منابع آب‌های داخلی تجدیدشونده است که برابر است با میزان متوسط منابع آب شیرین تجدیدشونده در طول یک سال که از بارش در یک کشور به دست می‌آید. کل آب مصرفی (W_u) در شرایط مطلوب شامل منابع آبی و سبز است. اما به دلیل مشکلات محاسباتی، کمبود آب مصرفی به صورت نسبت آب مصرفی آبی به آب‌های در دسترس مصرفی محاسبه می‌شود.

یک شاخص مناسب برای وابستگی به واردات آب مجازی یا وابستگی آب نیز نیاز است. شاخص باید انعکاس‌دهنده میزان وابستگی یک ملت به منابع آب مجازی خارجی باشد. وابستگی به آب (WD) یک ملت به صورت نسبت آب مجازی وارداتی خالص به میزان کل آب تخصیصی محاسبه می‌شود:

$$WD = \begin{cases} \dfrac{NVWI}{W_u + NVWI} \times 100 & \text{if } NVWI \geq 0 \\ 0 & \text{if } NVWI < 0 \end{cases} \qquad (۲-۴)$$

مقدار WD آب ممکن است بین صفر تا ۱۰۰ درصد متغیر باشد. مقدار صفر نشان می‌دهد که آب مجازی وارداتی ناخالص و صادرات آن در حالت تعادل است و یا این‌که صادرات خالص آب مجازی وجود دارد. در حد انتهایی دیگر اگر وابستگی آبی یک ملت به ۱۰۰ درصد برسد به آن معناست که آن ملت به طور تقریبی به صورت کامل بر آب مجازی وارداتی تکیه دارند. همانند درصد وابستگی آبی، درصد خودکفایی آبی نیز با کمک رابطه (۴-۳) معرفی می‌شود:

$$WSS = \begin{cases} \dfrac{W_u}{W_u + NVWI} \times 100 & \text{if } NVWI \geq 0 \\ 100 & \text{if } NVWI < 0 \end{cases} \qquad (۳-۴)$$

همچنین خودکفایی آبی یک ملت در ارتباط با میزان وابستگی آبی آن ملت از طریق رابطه‌ی (۴-۴) به دست می‌آید:

$$WSS = 100 - WD \qquad (۴-۴)$$

میزان خودکفایی آبی (WSS) نشان‌دهنده توان یک ملت برای تامین آب مورد نیاز برای تولید داخلی کالا و خدمات در کشور است. اگر تمام آب مورد نیاز در دسترس باشد و از درون مرزهای کشور تامین شود خودکفایی آبی برابر ۱۰۰ درصد است. میزان خودکفایی آبی در صورتی برابر صفر درصد خواهد بود که یک کشوری به طور کامل تکیه بر واردات آب مجازی داشته باشد.

- محاسبه خودکفایی آبی در ایران

در جدول (۴-۳) شاخص کمبود آب ملی، جدول (۴-۴)، درصد وابستگی و خودکفایی آبی و جدول (۴-۵) سرانه آبرانه کشور محاسبه شده است. نتایج و نحوه محاسبات در این جداول منعکس شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۳- شاخص کمبود آب ملی (درصد- میلیون مترمکعب)

میزان آب در دسترس ملی	میزان کل آب مصرفی کشور	شاخص کمبود آب ملی (٪)
۱۲۸۰۰۰	۱۰۱۹۲۸	۸۰

جدول ۴-۴- درصد وابستگی و خودکفایی آبی (درصد- میلیون مترمکعب)

میزان خالص آب مجازی وارداتی کشور NVWI	میزان کل استفاده آب در کشور از منابع داخلی IWU	کل آب مصرفی در کشور TWU	درصد وابستگی به منابع آب مجازی خارجی WD	درصد خودکفایی آبی WSS
۵۸۶۶	۱۰۰۱۴۳	۱۰۶۰۰۹	۶	۹۴

جدول ۴-۵- سرانه آبرانه کشور (درصد- میلیون مترمکعب)

میزان خالص آب مجازی وارداتی کشور NVWI	میزان کل استفاده آب در کشور از منابع داخلی IWU	کل آب مصرفی در کشور TWU	کل جمعیت کشور (نفر)	سرانه آبرانه (مترمکعب در سال)
۵۸۶۶	۱۰۰۱۴۳	۱۰۶۰۰۹	۷۵۰۰۰۰۰۰	۱۴۱۳

۴-۴- روش تعیین تبادل آب مجازی بین کشور با سایر کشورها

برای یک ناحیه کم آب، پذیرفتن یک سیاست محصولات تولیدی و صادراتی با نسبت میزان کم آب مجازی و محصولات وارداتی که حاوی آب مجازی بیش‌تر هستند، جالب است. حجم مشخصی از میزان آب مجازی وارداتی به ملت‌های کم‌آب برای تنظیم مقادیر آب در دسترسشان کمک می‌کند. افزون بر آن کمیابی نهاده‌های کارگر، زمین و سرمایه نیز بر مسیر توسعه کشاورزی کشورها اثر می‌گذارد و به دنبال آن بر مسیر توسعه تجاری این کشورها موثر است. به همین دلیل تجارت آب مجازی بین دو کشور به حجم آب مجازی محصولات تجاری و حجم فیزیکی تجارت محصولات وابسته است [۱۴۴]؛ [۷۰] و [۷۱]. به طور کلی برای هر کشور، مقدار آب مجازی ورودی یا خروجی می‌تواند براساس ضرب مقادیر فرآورده‌های تجاری با میزان آب مجازی مربوط به خودشان محاسبه شود.

- محاسبه رقابت تجارت جهانی آب مجازی و موازنه تجارت جهانی آب مجازی محصولات زراعی

رقابت تجارت جهانی آب مجازی از طریق ضرب تجارت جهانی در مقدار آب مجازی موجود در آن به دست می‌آید. مورد دوم به نیاز ویژه آبی گیاه در کشور صادرکننده آن محصول بستگی دارد. به این ترتیب تجارت آب مجازی به صورت رابطه (۴-۵) محاسبه می‌شود.

$$WVT(n_e, n_i, c, t) = CT[n_e, n_i, c, t] \times SWD[n_e, c] \qquad (۴-۵)$$

که در آن:

WVT: تجارت آب مجازی از کشور صادرکننده n_e به کشور واردکننده n_i در سال t و تجارت محصول c (مترمکعب در سال)

CT: تجارت محصول از کشور صادرکننده n_e به کشور واردکننده n_i در سال t برای محصول c (تن درسال)

SWD: میزان آب ویژه مورد نیاز برای محصول c در کشور صادرکننده (مترمکعب در تن) است.

omoorepeyman.ir

در معادلات بالا فرض می‌شود که اگر یک گیاه مشخص از یک کشور مشخص صادر شود، این محصول به طور واقعی در آن کشور تولید می‌شود (نه این که از کشور دیگری وارد شده باشد و یا به منظور صادرات فرآوری‌شده باشد). اگر چه در این روش خطاهایی وجود دارد اما این خطاها به طور اساسی روی کل موازنه تجارت جهانی آب مجازی یک کشور اثر ندارد. در عین حال بررسی یا ردیابی منشا تمامی محصولات صادراتی، امکان‌پذیر نیست.

۴-۵- نحوه تعیین تاثیر تجارت آب مجازی کالاهای صادراتی و وارداتی بر ذخایر آبی کشور

ابتدا مقدار آب مجازی یک گیاه اولیه براساس مقدار آب لازم برای رشد گیاه و مقدار آبی که در مراحل فرآوری محصول مورد نیاز است، محاسبه می‌شود. میزان آب مورد نیاز محصول از روش فائو محاسبه می‌شود [۳۲]. که بر مبنای داده‌های هواشناسی کشور تولید کننده محصول و نیاز آبی محصول در کشور تعیین می‌گردد. میزان آب مجازی یک حیوان زنده نیز برحسب مقدار آب مجازی مورد نیاز خوراک آن حیوان، مقدار آبی که حیوان می‌خورد و همچنین مقدار آبی که در طول دوره حیات آن حیوان صرف خدمات آن می‌شود، محاسبه می‌گردد. نسبت تولید به روش FAO (2003) محاسبه می‌شود [۵۵]. میزان آب ذخیره ملی $\Delta S_n\,(m^3/yr)$ از کشور n_i در نتیجه تجارت محصول P به صورت رابطه (۴-۶) است:

$$\Delta S_n[n_i,p] = V[n_i,p](I[n_i,p] - E[n_i,p]) \qquad (۴-۶)$$

در این معادله:

V: حجم آب مجازی از محصول P در کشور n_i (مترمکعب در تن)

I: مقدار محصول P وارد شده (تن در سال)

E: مقدار محصول صادر شده (تن در سال) است.

آشکار است که ΔS_n می‌تواند مقدار منفی شود که نشان‌دهنده مقدار آب خالص از دست رفته به جای ذخیره شده است.

مقدار آب ذخیره شده جهانی ΔS_g (مترمکعب در سال) از طریق تجارت محصول P و صادرات آن از کشور (n_e) به کشور واردکننده (n_i) به صورت رابطه (۴-۷) است:

$$\Delta S_g[n_e,n_i,p] = T[n_e,n_i,p] \times (V[n_i,p] - V[n_e,p]) \qquad (۴-۷)$$

T: میزان تجارت بین دو کشور (تن در سال)

ΔS_g: مقدار آب ذخیره شده جهانی از طریق تجارت محصول P و صادرات آن از کشور n_e به کشور واردکننده n_i (مترمکعب در سال)

میزان آب ذخیره شده جهانی از روی تفاوت آب محصولات الگوی تجارتی به دست می‌آید. تمامی آب ذخیره‌شده جهانی از روی مجموع تمامی تجارت جهانی ΔS_g قابل محاسبه است. در عین حال تمامی آب ذخیره‌شده جهانی با مجموع آب ذخیره‌شده جهانی ΔS_n تمام کشورها، ($\sum \Delta S_n$) برابر است.

omoorepeyman.ir

- میزان آب ذخیره ملی در کشور در نتیجه تجارت آب مجازی

جدول (۴-۶)، محاسبات میزان آب ذخیره ملی در کشور در نتیجه تجارت آب مجازی را نشان می‌دهد. دیده می‌شود که میزان آب ذخیره ملی از کشورهای دیگر در نتیجه تجارت محصولات برابر ۷۱۲۶ مترمکعب در هر تن است.

جدول ۴-۶- محاسبات میزان آب ذخیره ملی در کشور در نتیجه تجارت آب مجازی

مقدار محصول صادر شده E (ton/y)	مقدار محصول P وارد شده I[ni,p] (ton/y)	حجم آب مجازی صادراتی محصول P در کشور V[ni,p] (m^3/ton) ni	حجم آب مجازی وارداتی از محصول P در کشور V[ni,p] (m^3/ton) ni	میزان آب ذخیره ملی از کشور n در نتیجه تجارت محصول P (مترمکعب در هر تن)
۲۲۶۱۴۲۱۷	۵۳۱۶۳۰۲۳	۵۲۰۰	۱۲۳۲۶	۷۱۲۶

۴-۶- نحوه تاثیر تجارت آب مجازی بر نیازهای مواد غذایی جمعیت با توجه به وابستگی تولیدات دامی به مراتع کشور

بخشی از نیازهای خوراکی دام در کشور از طریق علوفه تولیدی در عرصه‌های مرتعی و جنگلی تامین می‌شود. از نظر حفظ پوشش گیاهی نیز، واردات علوفه مورد نیاز دام موجب بهره‌برداری کم‌تر از علوفه مراتع و جنگل‌ها می‌شود که هر چند کاهش استفاده از علوفه مرتعی و جنگلی به طور مستقیم بر بیلان منابع آب زیرزمینی تاثیر ندارد اما به طور غیرمستقیم از طریق حفظ پوشش گیاهی از وابستگی تولیدات دامی به مراتع کشور کاسته می‌شود. در عمل برای ارزیابی این موضوع، کافی است میزان صرفه‌جویی در منابع آب آبی و سبز ناشی از کاهش تولیدات گیاهی داخلی (که به مصرف خوراک دام می‌رسد) را برآورد کرد و آثار آن را بر منابع آب داخلی، تولیدات کشاورزی، مصرف و منابع آب بیرونی بررسی کرد.

- ادغام بین بیلان تجارت آب مجازی و بیلان منابع تجدیدپذیر (آب و پوشش گیاهی) در یک محدوده جغرافیایی

شیوه مناسب برای ادغام بین بیلان تجارت آب مجازی و بیلان منابع تجدیدپذیر (آب و پوشش گیاهی) در سطح ملی به این صورت است که اثر تجارت آب مجازی بر تراز منفی آب زیرزمینی یا خشک‌شدن دریاچه‌ها و تالاب‌های داخلی معلوم شود که در محاسبات مختلف بیلان منابع آب ارائه می‌شود. از نظر حفظ پوشش گیاهی نیز، واردات علوفه مورد نیاز دام موجب بهره‌برداری کم‌تر از علوفه مراتع و جنگل‌ها می‌شود که هر چند کاهش استفاده از علوفه مرتعی و جنگلی به طور مستقیم بر بیلان منابع آب زیرزمینی تاثیر ندارد، اما به طور غیرمستقیم از طریق حفظ پوشش گیاهی و کمک به ذخیره آب زیرزمینی می‌تواند بر حفظ محیط زیست موثر باشد. البته اثر اصلی پوشش گیاهی بر حفظ آب سبز و جلوگیری از فرسایش خاک است. به هر طریق واردات آب مجازی در بخش علوفه دام می‌تواند به طور غیرمستقیم به حفظ محیط زیست کمک کند.

کاربرد بیش از ظرفیت قابل تحمل منابع طبیعی در مواردی منجر به تاثیرات غیرقابل برگشت و نامطلوبی بر محیط زیست شده است. به عنوان نمونه از این اثرات ناخوشایند می‌توان از وضعیت دریاچه آرال نام برد که زمانی چهارمین دریاچه بزرگ جهان بوده است. از سال ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۰، ۶۰ درصد از مساحت دریاچه آرال و ۸۰ درصد از حجم آب آن

omoorepeyman.ir

کاسته شده است. علت اصلی این فاجعه اکولوژیک برداشت آب از دو رودخانه آمو دریا و سیر دریا برای کاشت پنبه در مناطق نیمه خشکی هم‌چون آسیای مرکزی است. امروزه ۷۳ درصد از پنبه دنیا توسط زمین‌هایی که نیازمند آبیاری هستند، تولید می‌شود. این زمین‌ها به طور عمده در مناطق مدیترانه و سایر مناطقی که از اقلیم خشک برخوردار بوده و از کمبود آب رنج می‌برند، قرار دارند. مناطقی مانند ازبکستان، شمال هند، پاکستان و بخش‌هایی از چین از جمله این مناطق هستند که روز به روز به دلیل کاربرد آب در فرآیند تولید پنبه، از میزان آب‌های زیرزمینی و سطحی آن‌ها کاسته می‌شود. با وجود کمبود آب در این مناطق، حجم کمی از تولید پنبه توسط آبیاری قطره‌ای انجام می‌شود. شاید آگاهی از شرایط دریاچه آرال و دیدن صحنه‌هایی از حرکت شتر در جایی که پیش‌تر محل دریاچه و پر از آب بوده است و یا دیدن شرایط زیست- بوم‌های مشابه، باعث شود که به موضوع آب مجازی و اهمیت آن توجه بیش‌تری بشود.

۴-۷- کمی‌کردن جریان آب مجازی در ارتباط با امنیت غذایی در محدوده کشوری

محدودیت منابع آب شیرین، پیش از هر پیامدی، امنیت غذایی جامعه را به خطر می‌اندازد. مزایا و موفقیت‌های تجارت جهانی که با تفکرات سنتی مزیت نسبی انطباق دارد، تابعی از گفتمان غالب در ارتباط با وضعیت آب در منطقه است. براساس این گفتمان، تامین امنیت اقتصادهای خاورمیانه از طریق دستیابی به منابع آب بیش‌تر، امکان‌پذیر است. علی‌رغم این گفتمان، برنامه‌ریزان بخش کشاورزی در این کشورها بدون داشتن تعریف مشخصی، از خودکفایی در آب و تولید مواد غذایی حمایت می‌کنند. این در حالی است که چنین اهداف سیاست‌گذاری که از نظر سیاسی پرهزینه هستند، به ندرت در برابر آزمون یا ارزیابی عمومی قرار گرفته‌اند. برای سیاست‌مداران و سیاست‌گذاران، اهمیت آب مجازی دست‌کم در این است که این امکان را فراهم می‌کند که ادعا کنند مسایل کم‌آبی در داخل کشورشان از طریق واردات مواد غذایی حل شده است و کشورهای آنان در آب و تولیدات خوراکی با مشکل روبرو نیستند. به طور کلی، نتایج مربوط به بحث امنیت مواد غذایی، کمک می‌کند تا تصمیم‌های مربوط به واردات آب مجازی با درنظر گرفتن ملاحظات امنیت مواد غذایی و تاثیر واردات و یا صادرات و تولیدات داخلی مواد غذایی به درستی گزینش شوند. چرا که در برخی موردها، افزایش واردات به طور عملی به بیماری مردم ناشی از مصرف بی‌رویه یک محصول خوراکی منجر می‌شود. برای واکاوی‌های مربوط به امنیت غذایی نیاز به تهیه‌ی سناریوها و گزینه‌های مختلفی است (جدول ۴-۷). برای تهیه‌ی این سناریوها لازم است محاسبات جدول‌های (۴-۸) تا (۴-۱۱) انجام شوند.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۷- شرح سناریوها و گزینه‌های مختلف امنیت غذایی

سناریو	گزینه‌ها	جهت خودکفایی	جهت وابستگی	مشخصات کلی گزینه	وضعیت واردات، صادرات و تولید مواد غذایی		
					تولید داخلی	واردات	صادرات
سناریو ۱	گزینه ۱	▲	●	خودکفایی کامل (وابستگی صفر به واردات غذایی)	تولید فعلی + معادل واردات فعلی	۰	وضع موجود
	گزینه ۲			وابستگی به واردات غذایی به میزان ۳۰ درصد وضع موجود	تولید فعلی + معادل ۷۰ درصد واردات فعلی	۳۰ درصد وضع موجود	وضع موجود
	گزینه ۳			وابستگی به واردات غذایی به میزان ۷۰ درصد وضع موجود	تولید فعلی + معادل ۳۰ درصد واردات فعلی	۷۰ درصد وضع موجود	وضع موجود
وضع موجود				-	تولید فعلی	واردات فعلی	وضع موجود
سناریو ۲	گزینه ۱			وابستگی به کل واردات غذایی موجود به علاوه افزایش واردات به میزان ۲۰ درصد تولید موجود	معادل ۸۰ درصد تولید فعلی	کل واردات موجود+ معادل ۲۰ درصد تولید فعلی	وضع موجود
	گزینه ۲		▼	وابستگی به کل واردات غذایی موجود به علاوه افزایش واردات به میزان ۵۰ درصد تولید موجود	معادل ۵۰ درصد تولید فعلی	کل واردات موجود+ معادل ۵۰ درصد تولید فعلی	وضع موجود

- نمونه‌ی محاسبات مربوط به ارتباط امنیت غذایی با منابع آب

در جدول‌های (۴-۸) تا (۴-۱۱) محاسبات مربوط به امنیت غذایی در نظر گرفته شده‌اند. جزییات مربوط به این محاسبات و نحوه‌ی تهیه‌ی این جدول‌ها در گزارش راهنمای لوح فشرده‌ی پیوست ارائه شده است. به طور کلی در این جدول‌ها، امکان بررسی تاثیرات هرکدام از سیاست‌های امنیت غذایی بر منابع آب مختلف قابل ارزیابی است. به این ترتیب هم‌زمان امکان تعیین سیاست امنیت غذایی و تاثیرات آب بر بیلان منابع آب کشور فراهم می‌شود.

جدول ۴-۸- عناصر خوراکی حاصل از تولید، مصرف موجود و مصرف استاندارد محصولات غذایی در سال ۱۳۸۵- سناریو ۱ گزینه ۱ - هزار تن

سال	شرح	گندم معمولی	برنج	سبزیجات	محصولات جالیزی	قند و شکر	حبوبات	دانه‌های روغنی	میوه‌جات	تخم مرغ	گوشت	شیر خام
تولید فعلی + معادل واردات فعلی	جمع تولید و واردات	۱۵۷۷۹.۹	۴۸۱۴.۱	۱۳۷۸۹.۸	۳۷۵۹.۰	۹۲۳۵.۳	۶۷۷.۹	۱۳۵۸.۰	۲۴۴۷.۳	۲۳۰.۰	۷۱۷.۲	۱۶۲۴.۰
	کربوهیدرات	۱۱۹۳۰	۳۷۹۳	۷۷۰	۲۷۳	۹۲۰۸	۴۲۲	۴۶۹	۴۷۰	۱	۴	۱۲۸۰
	چربی	۲۸۴	۷۲	۸	۴	۰	۹	۳۹۱	۹	۲۷	۱۱۵	۲۴
	پروتئین	۱۸۶۲	۳۶۶	۶۵	۲۳	۰	۱۶۰	۲۳۹	۲۸	۲۹	۱۲۲	۱۲۳
	انرژی (گیگاکالری)	۵۴۱۲۵۲۰۴	۱۷۴۷۵۱۰۷	۱۲۹۵۹۵۲	۱۱۶۵۲۹۰	۳۵۶۴۸۳۰۴	۲۳۴۸۷۷۸	۶۰۲۱۳۰۵	۲۲۷۳۵۵۴	۰	۰	۰
مصرف موجود	صادرات غذایی فعلی	۴۲	۱	۱۱۸	۱۷۲	۰	۰	۰	۱۹۰۲	۳۰	۲۷۸	۱۱۲
	صفر درصد واردات غذایی فعلی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	موجودی انبار	۰	۰	۰	۰	۳۶۱	۰	۰	۰	۰	۱۳	۰
	خالص مصرف غذایی	۱۵۷۳۸	۴۸۱۳	۱۳۶۷۲	۳۵۸۷	۹۵۹۶	۶۷۸	۱۳۵۸	۵۴۵	۲۰۰	۴۵۳	۱۵۱۲
	کربوهیدرات	۱۱۸۹۸	۳۷۹۳	۷۶۸	۲۶۰	۹۵۶۷	۴۲۲	۴۶۹	۱۰۵	۱	۲	۱۱۹۲
	چربی	۲۸۳	۷۲	۸	۴	۰	۹	۳۹۱	۲	۲۴	۷۲	۲۳
	پروتئین	۱۸۵۷	۳۶۶	۶۴	۲۲	۰	۱۶۰	۲۳۹	۶	۲۵	۷۷	۱۱۵
	انرژی (گیگا کالری)	۵۳۹۸۱۱۲۴	۱۷۴۷۱۰۴۸	۱۲۹۲۷۹۰	۱۱۱۲۰۴۴	۳۷۰۳۹۸۳۴	۲۳۴۸۷۷۸	۶۰۲۱۳۰۵	۵۰۶۳۷۸	۰	۰	۰
مصرف استاندارد	کل	۷۷۱۹	۳۲۱۶	۸۳۶۳	۸۳۶۳	۱۱۵۸	۶۴۳	۷۷۲	۵۷۸۹	۲۰۵۸۵	۳۰۸۸	۳۲۱۶
	کربوهیدرات	۵۸۳۶	۲۵۳۴	۱۳۳۵	۶۰۶	۱۱۵۴	۴۰۰	۲۶۶	۱۱۱۲	۸۲	۱۵	۲۵۳۴
	چربی	۱۳۹	۴۸	۱۴	۸	۰	۹	۲۲۲	۲۰	۲۴۲۹	۴۹۴	۴۸
	پروتئین	۹۱۱	۲۴۴	۱۱۲	۵۰	۰	۱۵۲	۱۳۶	۶۶	۲۵۷۳	۵۲۵	۲۴۴
	انرژی (گیگا کالری)	۲۶۴۷۷۱۵۸	۱۱۶۷۵۴۲۳	۲۲۴۷۱۴۵	۲۵۹۲۳۹۴	۴۴۶۹۴۶۸	۲۲۲۸۹۴۴	۳۴۲۲۷۳۲	۵۳۷۸۴۱۴	۰	۰	۰

برگرفته از: یافته‌های تحقیق توضیح: مصرف استاندارد با توجه به میزان جمعیت و رقم سبد مطلوب غذایی، استخراج شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۹- شکاف عناصر غذایی در وضعیت‌های «تولید از مصرف»، «مصرف از مصرف استاندارد» و «تولید از مصرف استاندارد» در سال ۱۳۸۵- سناریو ۱ گزینه ۱- هزار تن

شرح		گندم معمولی	برنج	سبزیجات	محصولات جالیزی	قند و شکر	حبوبات	دانه‌های روغنی	میوه‌جات	تخم مرغ	گوشت	شیر خام
تولید از مصرف موجود	کل	۴۲	۱	۱۱۸	۱۷۲	-۳۶۱	۰	۰	۱۹۰۲	۳۰	۲۶۵	۱۱۲
	کربوهیدرات	۳۲	۱	۲	۱۲	-۳۵۹	۰	۰	۳۶۵	۰	۱	۸۸
	چربی	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷	۴	۴۲	۲
	پروتئین	۵	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۲۲	۴	۴۵	۸
	انرژی (گیگا کالری)	۱۴۴۰۸۱	۴۰۵۸	۳۱۶۲	۵۳۲۴۶	-۱۳۹۱۵۳۰	۰	۰	۱۷۶۷۱۷۵	۰	۰	۰
مصرف موجود از مصرف استاندارد	کل	۸۰۱۹	۱۵۹۷	۵۳۰۹	-۴۷۷۵	۸۴۳۸	۳۵	۵۸۶	-۵۲۴۴	-۲۰۳۸۴	-۲۶۳۵	-۱۷۰۴
	کربوهیدرات	۶۰۶۲	۱۲۵۸	-۵۶۷	-۳۴۶	۸۴۱۳	۲۲	۲۰۲	-۱۰۰۷	-۸۲	-۱۳	-۱۳۴۳
	چربی	۱۴۴	۲۴	-۶	-۵	۰	۰	۱۶۹	-۱۸	-۲۴۰۵	-۴۲۲	-۲۶
	پروتئین	۹۴۶	۱۲۱	-۴۸	-۲۹	۰	۸	۱۰۳	-۶۰	-۲۵۴۸	-۴۴۸	-۱۳۰
	انرژی (گیگا کالری)	۲۷۵۰۳۹۶۶	۵۷۹۵۶۲۵	-۹۵۴۳۵۴	-۱۴۸۰۳۵۰	۳۲۵۷۰۳۶۶	۱۱۹۸۳۴	۲۵۹۸۵۷۳	-۴۸۷۲۰۳۶	۰	۰	۰
تولید از مصرف استاندارد	کل	۸۰۶۱	۱۵۹۸	۵۴۲۷	-۴۶۰۴	۸۰۷۷	۳۵	۵۸۶	-۳۳۴۲	-۲۰۳۵۵	-۲۳۷۱	-۱۵۹۲
	کربوهیدرات	۶۰۹۴	۱۲۵۹	-۵۶۵	-۳۳۴	۸۰۵۳	۲۲	۲۰۲	-۶۴۲	-۸۱	-۱۲	-۱۲۵۵
	چربی	۱۴۵	۲۴	-۶	-۵	۰	۰	۱۶۹	-۱۲	-۲۴۰۲	-۳۷۹	-۲۴
	پروتئین	۹۵۱	۱۲۱	-۴۷	-۲۸	۰	۸	۱۰۳	-۳۸	-۲۵۴۴	-۴۰۳	-۱۲۱
	انرژی (گیگا کالری)	۲۷۶۴۸۰۴۶	۵۷۹۹۶۸۳	-۹۵۱۱۹۳	-۱۴۲۷۱۰۴	۳۱۱۷۸۸۳۶	۱۱۹۸۳۴	۲۵۹۸۵۷۳	-۳۱۰۴۸۶۰	۰	۰	۰

برگرفته از: یافته‌های تحقیق توضیح: مصرف استاندارد با توجه به میزان جمعیت و رقم سبد مطلوب غذایی استخراج شده است.

جدول ۴-۱۰- شاخص‌های امنیت مواد غذایی در سال ۱۳۸۵ - سناریو ۱ گزینه ۱

ردیف	شرح	گندم معمولی	برنج	سبزیجات	محصولات جالیزی	قند و شکر	حبوبات	دانه‌های روغنی	میوه‌جات	تخم مرغ	گوشت	شیر خام
۱	ضریب خودکفایی (نسبت تولید به مصرف)	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۱	۱/۰۵	۰/۹۶	۱/۰۰	۱/۰۰	۴/۴۹	۱/۱۵	۱/۵۸	۱/۰۷
۲	ضریب وابستگی (نسبت واردات به مصرف)	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۳	مصرف سرانه مواد غذایی (کیلوگرم)	۲۲۳/۲۵	۶۸/۲۷	۱۹۳/۹۴	۵۰/۸۹	۱۳۶/۱۲	۹/۶۲	۱۹/۲۶	۷/۷۳	۲/۸۴	۶/۴۲	۲۱/۴۵
۴	ضریب قابلیت صادراتی (نسبت صادرات به تولید)	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۷۸	۰/۱۳	۰/۳۹	۰/۰۷
۵	سهم تولید از کل تولید (درصد)	۲۸/۹۹	۸/۸۴	۲۵/۳۳	۶/۹۱	۱۶/۹۷	۱/۲۵	۲/۴۹	۴۰/۵۰	۰/۴۲	۱/۳۲	۲/۹۸
۶	سهم واردات از کل واردات (درصد)	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۷	سهم صادرات از کل صادرات (درصد)	۱/۵۸	۰/۰۴	۴/۴۴	۶/۴۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۷۱/۶۶	۱/۱۲	۱۰/۴۷	۴/۲۱

جدول ۴-۱۱- میزان آب معادل در تولید، مصرف موجود و مصرف استاندارد محصولات غذایی در سال ۱۳۸۵- سناریو ۱ گزینه ۱ هزار مترمکعب

ردیف	شرح	گندم معمولی	برنج	سبزیجات	محصولات جالیزی	قند و شکر	حبوبات	دانه های روغنی	میوه جات	تخم مرغ	گوشت	شیر خام	جمع کل
۱	تولید فعلی + معادل واردات فعلی	۳۱۱۷۸۲۸۳	۱۶۰۲۵۳۸	۵۸۱۳۹۳۵	۱۹۵۱۵۴۹	۲۱۰۱۵۴۷	۳۱۵۱۸۶۰	۶۰۳۸۱۲۶	۳۶۳۶۰۳۸	۱۸۰۵۲۶۹	۵۶۴۶۶۱۱	۱۴۰۱۸۳۱۹۴	۲۰۳۱۰۸۹۵۲
۲	مصرف موجود	۳۱۰۹۵۲۸۶	۱۶۰۲۱۶۶	۵۷۶۴۲۰۴	۱۸۶۲۳۷۷	۲۱۸۳۵۸۱	۳۱۵۱۸۶۰	۶۰۳۸۱۲۶	۸۰۹۸۳۸	۱۵۷۲۲۰۹	۳۵۶۲۹۵۶	۱۳۰۵۳۰۲۳۵	۱۸۸۱۷۲۸۳۸
۳	مصرف استاندارد	۱۵۲۵۱۹۰۲	۱۰۷۰۶۸۴	۳۵۲۵۷۴۵	۴۳۴۱۵۶۸	۲۶۳۴۸۵	۲۹۹۱۰۵۴	۳۴۳۲۲۹۴	۸۶۰۱۵۶۶	۱۶۱۵۶۹۷۵۹	۲۴۳۱۱۰۷۸	۲۷۷۶۳۶۱۰۱	۵۰۲۹۹۵۲۳۵
۴	تولید از مصرف موجود	۸۲۹۹۶	۳۷۲	۴۹۷۳۲	۸۹۱۷۳	-۸۲۰۳۴	۰	۰	۲۸۲۶۲۰۰	۲۳۳۰۶۰	۲۰۸۳۶۵۵	۹۶۵۲۹۵۹	۱۴۹۳۶۱۱۳
۵	مصرف موجود از مصرف استاندارد	۱۵۸۴۳۳۸۴	۵۳۱۴۸۲	۲۲۳۸۴۵۹	-۲۴۷۹۱۹۱	۱۹۲۰۰۹۶	۱۶۰۸۰۶	۲۶۰۵۸۳۲	-۷۷۹۱۷۲۸	-۱۵۹۹۹۷۵۵۰	-۲۰۷۴۸۱۲۲	-۱۴۷۱۰۵۸۶۶	-۳۱۴۸۲۲۳۹۷
۶	تولید از مصرف استاندارد	۱۵۹۲۶۳۸۰	۵۳۱۸۵۴	۲۲۸۸۱۹۰	-۲۳۹۰۰۱۸	۱۸۳۸۰۶۲	۱۶۰۸۰۶	۲۶۰۵۸۳۲	-۴۹۶۵۵۲۷	-۱۵۹۷۶۴۴۹۰	-۱۸۶۶۴۴۶۷	-۱۳۷۴۵۲۹۰۷	-۲۹۹۸۸۶۲۸۳

۴-۸- در نظرگرفتن ملاحظات محیط‌زیستی در محاسبه آبرانه

در دیدگاه محیط زیست تلاش بر این است که آب قابل دسترس را در محیط به دست آوریم. برای محاسبه آب قابل دسترس، مازاد آب در سه سطح سبز، آبی و خاکستری به شرح زیر محاسبه می‌شوند.

omoorepeyman.ir

۴-۸-۱- ارزیابی آب قابل دسترس

- ارزیابی آب آبی قابل دسترس[۱]

برای محاسبه آب آبی قابل دسترس در محیط لازم است که ابتدا مقدار آب مورد نیاز در محیط را به دست آوریم. برای به دست آوردن آب مورد نیاز می‌توان از متوسط داده‌های ماهانه یک رودخانه در محیط برای مدت حداقل ۱۰ سال گذشته استفاده کرد. چنانچه میزان رواناب در ماه مورد نظر را داشته باشیم، می‌توان میزان آب آبی قابل دسترس را طبق رابطه (۴-۸) به دست آورد:

$$WA_{blue}[x,t] = R[x,t] - EFR[x,t] \qquad (۴-۸)$$

که در آن:

$WA_{blue}[x,t]$: میزان آب آبی قابل دسترس در ماه t و محدوده x

$R[x,t]$: میزان رواناب در ماه مورد نظر و محدوده x

$EFR[x,t]$: میزان آب مورد نیاز محیط که برابر با متوسط دبی ماه مورد نظر در حداقل ۱۰ سال گذشته است.

پس از محاسبه میزان آب آبی قابل دسترس در حوزه x و ماه t، می‌توان شاخص کمبود آبرانه آب آبی را در محیط از طریق رابطه (۴-۹) به دست آورد:

$$WS_{blue}[x,t] = \frac{\sum WF_{blue}[x,t]}{WA_{blue}[x,t]} \qquad (۴-۹)$$

که در آن:

$WS_{blue}[x,t]$: شاخص کمبود آب آبی در ماه t و محدوده x

$WA_{blue}[x,t]$: میزان آب آبی قابل دسترس در ماه t و محدوده x

$WF_{blue}[x,t]$: میزان آبرانه آب آبی در ماه t و محدوده x

طبق رابطه‌ی گفته‌شده اگر کمبود آب آبی در زمان t و محدوده x برابر با صفر باشد یعنی نیاز آبی محیط و رواناب با هم برابر بوده و اگر کمبود آب آبی در زمان t و محدوده x کم‌تر از صفر باشد یعنی آب مورد نیاز در محیط، بیش‌تر از میزان آب در دسترس است. کمبود متوسط آب آبی در کل حوضه x براساس رابطه (۴-۱۰) برابر است:

$$WS_{blue,ave}[x] = \frac{\sum_{t=1}^{12} WS_{blue}[x,t]}{12} \qquad (۴-۱۰)$$

که در آن:

$WS_{blue,ave}[x]$: میانگین کمبود آب آبی در محدوده x

۱- هر چند محاسبه آب قابل دسترس در زمان و محدوده معین، امکان‌پذیر است، اما انجام این محاسبات نیازمند دسترسی به اطلاعات آبدهی کلیه ایستگاه‌های هیدرومتری و بررسی اثر سدهای مخزنی و انحرافی روی رژیم رودخانه‌هاست.

omoorepeyman.ir

$\sum_{t=1}^{12} WS_{blue}[x,t]$: مجموع کمبود آب آبی در زمان t و محدوده x

- ارزیابی آب سبز قابل دسترس

برای محاسبه آب سبز قابل دسترس در محیط لازم است که ابتدا تبخیر و تعرق پایه و اساسی محیط زیست را با استفاده از نرم‌افزارهایی شبیه SEAWAT محاسبه کنیم و با استفاده از دستگاه‌های موجود، تبخیر و تعرق واقعی (E-act) محیط را به دست آوریم. چنانچه مقدار تبخیر و تعرق واقعی را از تبخیر و تعرق پایه کم کنیم، آب سبز قابل دسترس در محیط به دست می‌آید. چنانچه میزان آب سبز قابل دسترس از تبخیر پایه بیش‌تر باشد یعنی در محیط کمبود آب نداریم و برعکس اگر میزان آب در دسترس کم‌تر از $WF_{green}[x,t]$ باشد یعنی در منطقه با کمبود آب سبز روبرو هستیم (رابطه ۴-۱۱):

$$WS_{green}[x,t] = \frac{WF_{green}[x,t]}{WA_{green}[x,t]} \qquad (۴-۱۱)$$

که در آن:

$WS_{green}[x,t]$: شاخص کمبود آب سبز در ماه t و محدوده x

$WF_{green}[x,t]$: میزان آبرانه آب سبز در ماه t و محدوده x

$WA_{green}[x,t]$: میزان آب سبز قابل دسترس در ماه t و محدوده x

کمبود متوسط آب سبز در کل حوزه x برابر است با جمع کمبود آب در تمام سال تقسیم بر کل ماه‌ها، که به صورت رابطه (۴-۱۲) است:

$$WS_{green,ave}[x] = \frac{\sum_{t=1}^{12} WS_{green}[x,t]}{12} \qquad (۴-۱۲)$$

که در آن:

$WS_{green}[x,t]$: میزان کمبود آب سبز در ماه t و محدوده x

$WS_{green,ave}[x]$: میانگین کمبود آب سبز در محدوده x

- ارزیابی آب خاکستری در محیط

برای محاسبه آب خاکستری در محیط، شاخص سطح آلودگی استاندارد (WPL)[1] تعریف می‌شود. سطح آلودگی استاندارد عبارت است از درجه آلودگی روانابی که از محیط عبور می‌کند یا مقدار نسبتی از قدرت برطرف‌کنندگی آلودگی از جریان سطحی که مصرف شده است. چنانچه آلودگی ۱۰۰ درصد باشد یعنی قدرت پاک‌کنندگی آب جاری کاملا مصرف شده و دیگر نمی‌تواند پاک‌کننده باشد. به عنوان مثال اگر حد آستانه آلودگی آب در کشاورزی ۲۰۰ واحد

1- Water Pollution Level

omoorepeyman.ir

نیتـرات باشـد و آب مـورد اسـتفاده بـرای کشـاورزی دارای ۲۰ واحـد نیتـرات باشـد ایـن آب بـه میـزان ۱۰ درصـد (۲۰/۲۰۰×۱۰۰) از توان پاک‌کنندگی خود را از دست داده و ۹۰ درصد قدرت پاک‌کنندگی دارد. متوسط سـطح آلـودگی استاندارد در کل حوزه x برابر رابطه (۴-۱۳) است:

$$WPL[x,t]=\frac{WF_{gray}[x,t]}{R[x,t]} \qquad (۱۳-۴)$$

که در آن:

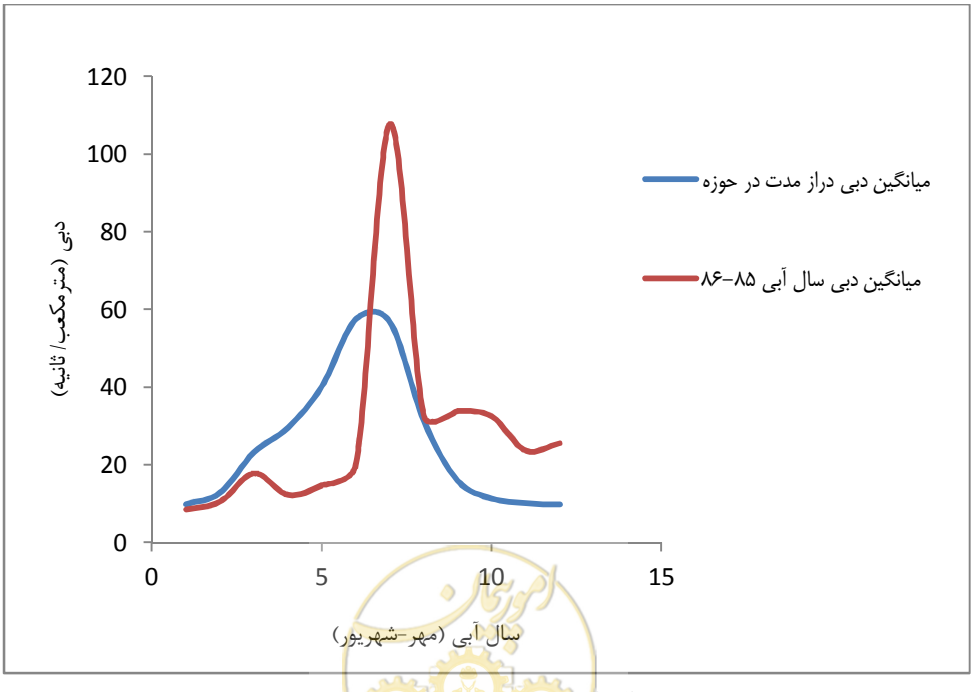
$WPL[x,t]$: شاخص سطح آلودگی استاندارد در ماه t و محدوده x

$WF_{gray}[x,t]$: میزان آبرانه آب خاکستری در ماه t و محدوده x

R: میزان رواناب در ماه t و محدوده x

- **ارائه یک مثال برای ارزیابی آب خاکستری در محیط**

شکل (۴-۲)، مربوط به حوزه چَمریز رودخانه کُر می‌باشد که میانگین دبی درازمدت مربوط به دوره‌ی ۴۴-۴۵ تـا ۷۹-۸۰ آورده شده است. با توجه به محاسبات انجام‌گرفته، دیده می‌شود که در ماه‌های مهر تا اسفند با توجه به میانگین دبـی درازمدت و میانگین دبی در یک سال آبی میزان آب در دسترس محیط‌زیستی کم‌تر از میانگین دبـی مـورد نیـاز محـیط می‌باشد. بنابراین محیط زیست در این ماه‌ها با کمبود آب روبرو است و نباید بیش‌تر از حد مجاز از آب رودخانـه برداشـت کرد. در ماه اردیبهشت مقدار دبی رودخانه تقریبا با میـانگین درازمـدت برابـر اسـت و در مـاه‌هـای فـروردین تـا شـهریور میانگین دبی رودخانه بیش‌تر از میانگین درازمدت است. از این‌رو می‌توان از رودخانه آب بیش‌تری برداشت نمود و محیط زیست با کمبود آب روبرو نیست.



شکل ۴-۲- آب آبی قابل دسترس از دیدگاه محیط‌زیستی

omoorepeyman.ir

۴-۸-۲- شاخص اثر آبرانه‌ها

برای هر یک از سه آبرانه آب سبز، آبی و خاکستری، شاخص اثر تعریف می‌شود.

- شاخص اثر آبرانه آبی

در بررسی شاخص اثر آبرانه آب آبی هر چه میزان آبرانه یک محصول، تولیدکننده خاص و یا مصرف‌کننده در محدوده x و در ماه t زیاد باشد و کمبود آب آبی نیز بالا باشد، بیش‌ترین آسیب به محیط وارد می‌شود. با تغییر هر یک از این پارامترها میزان این اثر نیز براساس رابطه (۴-۱۴) تغییر می‌کند.

$$WFII_{blue} = \sum_{x}\sum_{t}(WF_{blue}[x,t] * WS_{blue}[x,t]) \qquad (۱۴-۴)$$

که در آن:

$WFII_{blue}$: شاخص اثر آبرانه آبی

WF_{blue}: آبرانه آبی در زمان t و مکان (محدوده) x

WS_{blue}: میزان کمبود آب آبی زمان t و مکان (محدوده) x است.

- شاخص اثر آبرانه سبز

چنانچه در محیط مصرف آب سبز بالا باشد و کمبود آب نیز بالا باشد، به محیط بیش‌ترین ضربه وارد می‌شود و چنانچه کمبود آب در محیط بالا باشد ولی میزان مصرف در محیط پایین باشد، به محیط آسیب کم‌تری وارد می‌شود. شاخص اثر آبرانه سبز به شرح رابطه (۴-۱۵) محاسبه می‌شود:

$$WFII_{green} = \sum_{x}\sum_{t}(WF_{green}[x,t] * WS_{green}[x,t]) \qquad (۱۵-۴)$$

که در آن:

$WFII_{green}$: شاخص اثر آبرانه سبز

WF_{green}: آبرانه آب سبز در زمان t و مکان (محدوده) x

WS_{green}: میزان کمبود آب سبز در زمان t و مکان (محدوده) x است.

- شاخص اثر آبرانه خاکستری

شاخص اثر آبرانه خاکستری به شرح رابطه (۴-۱۶) محاسبه می‌شود:

$$WFII_{grey} = \sum_{x}\sum_{t}(WF_{grey}[x,t] * WPL[x,t]) \qquad (۱۶-۴)$$

که در آن:

$WFII_{grey}$: شاخص اثر آبرانه خاکستری

omoorepeyman.ir

WF_{grey} : آبرانه خاکستری یا میزان آلودگی در زمان t و مکان (محدوده) x

$WPL[x,t]$: سطح آلودگی استاندارد در زمان t و مکان (محدوده) x است.

همان‌طور که از رابطه (۴-۱۶) به دست می‌آید، چنانچه میزان سطح آلودگی در منطقه بالا بوده و میزان آلـودگی نیـز زیاد باشد، شاخص اثر آبرانه خاکستری بیش‌ترین مقدار را داشته و اثر زیادی بر محیط‌زیست می‌گذارد.

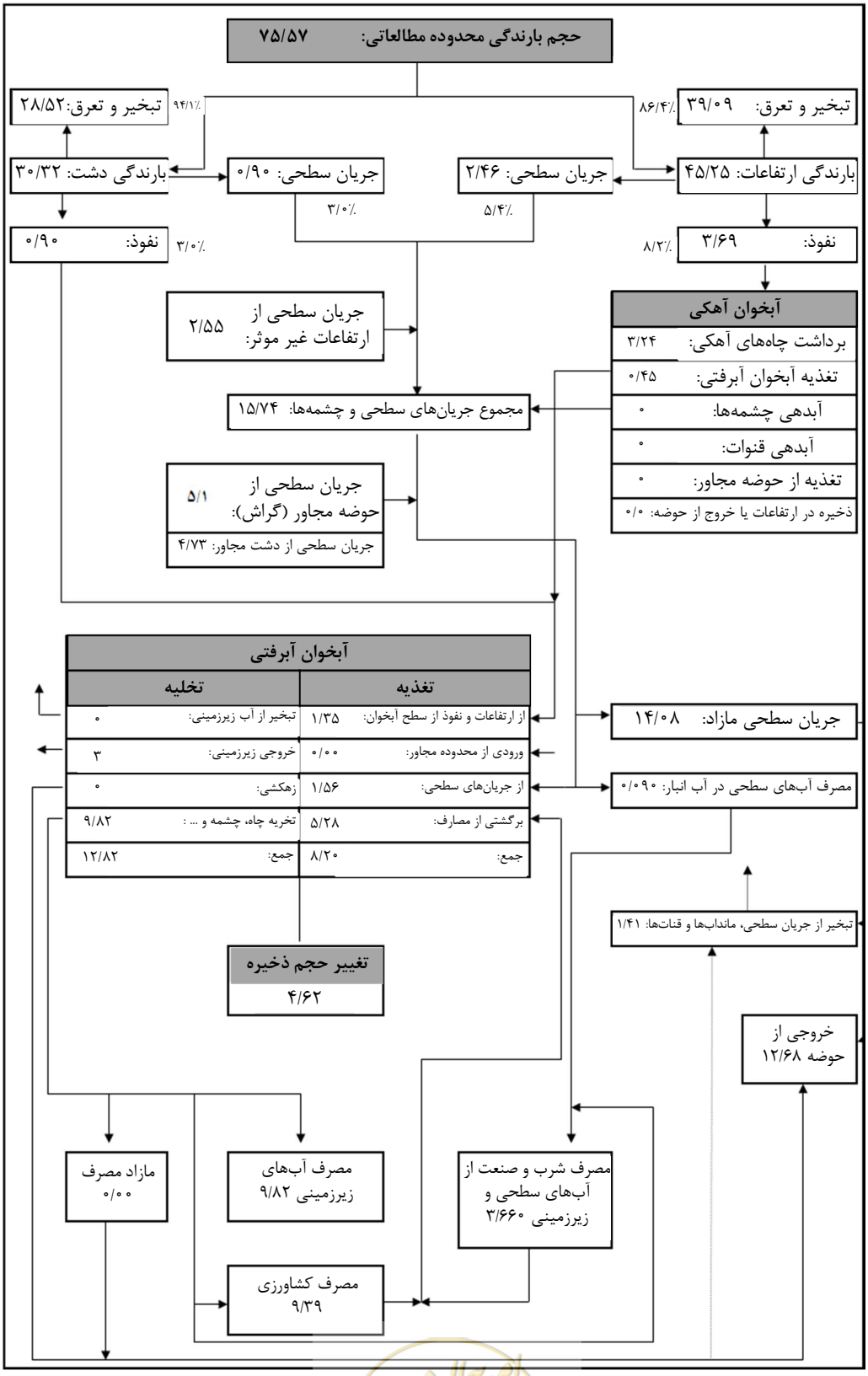
omoorepeyman.ir

پیوست ۱

نمونه‌ای از بیلان متعارف منابع آب (آبی) در یک محدوده جغرافیایی (محدوده‌های مطالعاتی لار و میناب–استان‌های فارس و هرمزگان)

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir



ارقام بر حسب میلیون مترمکعب

شکل پ.۱-۱- چرخه آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی لار به عنوان نمونه در یک سال آبی معین

omoorepeyman.ir

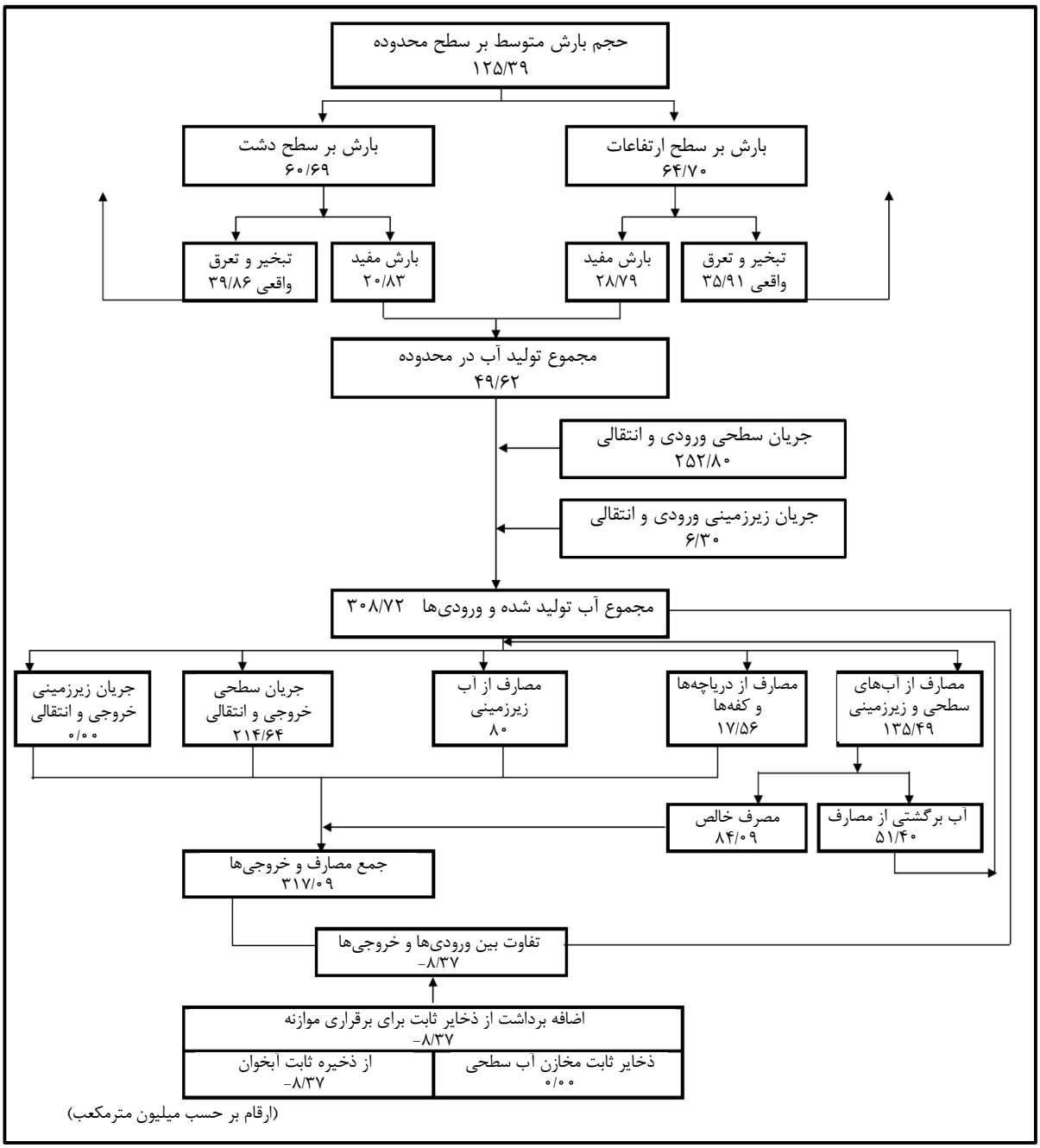
- نمودار چرخه آب محدوده مطالعاتی

آب در طبیعت مسیر چرخشی دارد. از میزان آبی که توسط نزولات جوی به سطح زمین می‌رسد، بخشی تبخیر و دوباره به جو بر می‌گردد. از میزان باقی‌مانده بخشی توسط گیاهان به صورت تبخیر و تعرق از دسترس خارج می‌شود، آنچه که باقی می‌ماند به صورت جریان‌های زیرزمینی و سطحی از محدوده خارج می‌شود. با استفاده از چرخه آب می‌توان همه عوامل ورودی و خروجی را بررسی کرد. نمودار چرخه آب در واقع ابزاری است برای کنترل دوباره مولفه‌های بیلان در محدوده مطالعاتی، به طوری که یک مدل مفهومی از وضعیت تبادل آب در یک محدوده برای استفاده‌کنندگان و برنامه‌ریزان ترسیم می‌نماید. به منظور ارائه‌ی تصویر روشنی از بیلان آب در محدوده مطالعاتی میناب، شکل (پ.۱-۲) چرخه آب در این محدوده تهیه شده است.

این شکل نشان می‌دهد که میزان بارندگی در سطح محدوده مطالعاتی ۱۲۵/۳۹ میلیون مترمکعب می‌باشد که ۶۰/۶۹ میلیون‌مترمکعب در دشت، ۶۴/۷ میلیون مترمکعب در ارتفاعات نازل می‌شود. ۳۹/۸۶ میلیون مترمکعب از بارندگی دشت و ۳۵/۹۱ میلیون مترمکعب از بارندگی در ارتفاعات تبخیر می‌شود. بنابراین مجموع تولید آب در این محدوده ۴۹/۶۲ میلیون مترمکعب می‌باشد که از مجموع بارندگی مفید دشت ۲۰/۸۳ میلیون مترمکعب و ارتفاعات ۲۸/۷۹ میلیون مترمکعب به دست آمده است. به این ترتیب با توجه به ورود آب سطحی از محدوده‌های رودان و جغین- توکهور (۲۵۲/۸ میلیون مترمکعب) و آب زیرزمینی (۶/۳ میلیون مترمکعب) از محدوده شمیل- تخت، کل میزان آب‌های تولید شده در محدوده و حجم ورودی‌ها در مجموع ۳۰۸/۷۲ میلیون مترمکعب می‌باشد. حجم آب خروجی و مصرف خالص از این محدوده، ۳۱۷/۰۹ میلیون مترمکعب برآورد شده است که شامل مصرف خالص از آب‌های سطحی و زیرزمینی ۸۴/۰۹ میلیون مترمکعب، تبخیر از سطح آزاد آب برابر با ۱۷/۵۶ میلیون مترمکعب، تبخیر از آب زیرزمینی ۰/۸، جریان‌های سطحی خروجی و انتقالی ۲۱۴/۶۴ میلیون مترمکعب و جریان‌های زیرزمینی خروجی و انتقالی برابر با صفر می‌باشد. حجم آب برگشتی از مصارف در حدود ۵۱/۴ میلیون مترمکعب در نظر گرفته شده است.

می‌توان دید که برای برقراری توازن میان ورودی‌ها و خروجی‌ها، از ذخایر ثابت این محدوده مطالعاتی سالانه حدود ۸/۳۷ میلیون مترمکعب برداشت می‌شود که بایستی برای کنترل آن تمهیدات مدیریتی لازم اندیشیده شود.

omoorepeyman.ir



شکل پ.۱-۲- چرخه آب در محدوده مطالعاتی میناب

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پیوست ۲

نکات ویژه پیرامون محاسبات آب مصرفی واحدهای صنعتی کشور

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پ.۲-۱- کلیات

جدول‌های ارائه‌شده در فایل پشتیبان (محاسبات آب مصرفی کالاهای صنعتی)، بر پایه اطلاعات ارائه‌شده در طرح آمارگیری «اطلاعات محیط‌زیستی و مصارف آب کارگاه‌های صنعتی کشور در سال ۱۳۸۲» است. کلیه آمارها از مرکز آمار ایران گرفته شده است. بر پایه بررسی‌های انجام‌گرفته توسط کمیته کارشناسی تدوین راهنمای حاضر، برخی یافته‌های ارائه شده در این آمارگیری درست به نظر نمی‌رسد. ولی رقم کلی مصارف آب به ارقام اعلام‌شده از سوی نهادهای متولی بخش آب، نزدیک است. بخش‌های مختلف طرح آمارگیری نام برده به شرح زیر است:

- کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر برحسب مساحت کل اراضی کارگاه، مساحت فضای سبز کارگاه و فعالیت
- کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر برحسب منابع تامین کننده‌ی آب، درصد و فعالیت
- کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر برحسب موارد مصرف آب، درصد و فعالیت
- کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر برحسب مقدار کل آب مصرفی کارگاه، مقدار فاضلاب صنعتی و فعالیت
- کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر برحسب اطلاعات محیط‌زیستی و فعالیت
- کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر دارای فاضلاب صنعتی، درصد و فعالیت
- کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر برحسب محل دفع فاضلاب صنعتی، درصد و فعالیت
- کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر برحسب نوع سیستم تصفیه‌ی فاضلاب صنعتی، درصد و فعالیت
- کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر برحسب سیستم آزمایش فاضلاب صنعتی، شاخص‌های موجود در فاضلاب صنعتی و فعالیت
- کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر برحسب منابع تامین‌کننده‌ی آب، درصد و استان

تعاریف و مفاهیم مربوط به این آمارگیری به شرح زیر است:

پ.۲-۲- کارگاه صنعتی

کارگاه صنعتی مکان ثابتی است که در آن مجموعه‌ای از سرمایه و نیروی کار به منظور تولید یک یا چند محصول صنعتی به کار گرفته شده است.

پ.۲-۳- کارگاه صنعتی ۱۰ نفرکارکن و بیش‌تر

کارگاهی است که متوسط تعداد کارکنانش ۱۰ نفر و بیش‌تر می‌باشد. در این آمارگیری آمار و اطلاعات مربوط از کارگاه‌های صنعتی مستقل و متبوع (واحد اقتصادی) ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر جمع‌آوری شده است.

omoorepeyman.ir

پ.۲-۴- کارگاه صنعتی مستقل

منظور کارگاهی است که دارای حساب مالی مستقل است و به طور معمول این حساب در محل کارگاه قابل ارائه می‌باشد.

پ.۲-۵- کارگاه صنعتی متبوع

منظور کارگاهی است که حساب مالی مستقل ندارد و این حساب با حساب مالی یک یا چند کارگاه دیگر (کارگاه تابع) به صورت غیر قابل تفکیک، در همین کارگاه قابل ارائه می‌باشد.

پ.۲-۶- منبع تامین آب مصرفی

کارگاه جهت تامین آب مورد نیاز از منبع یا منابعی استفاده می‌کند که شامل رودخانه، چشمه، قنات، شبکه‌ی شهری و چاه است و احتمالا جهت استفاده‌ی مطلوب از آب، اقدام به تصفیه‌ی آن کرده که ممکن است به دو صورت فیزیکی و شیمیایی باشد. منظور از تصفیه‌ی فیزیکی آب، حذف مواد معلق در آن و رساندن کدورت آب به حد قابل استفاده است. در این نوع تصفیه تغییری در کیفیت آب داده نمی‌شود. بلکه برای رفع آلودگی‌های ظاهری آب (مثل مواد معلق) به کار برده می‌شود. منظور از تصفیه‌ی شیمیایی آب، عملیاتی است که منجر به رسیدن مواد و عناصر داخل آب به نسبت‌های استاندارد برای مصرف می‌شود و در آن امکان تغییر ترکیب شیمیایی آب وجود دارد. مهم‌ترین روش‌های تصفیه‌ی شیمیایی اصلاح ترکیب آب از نظر املاح به وسیله‌ی استفاده از آهک و کربنات کلسیم یا استفاده از روش‌های نمک‌زدایی، حذف آهن و منگنز می‌باشد.

پ.۲-۷- فاضلاب صنعتی

آبی است که در اثر استفاده‌های مختلف از نظر مشخصات فیزیکی (رنگ، شفافیت، بو، مزه و ...) یا شیمیایی (اسیدی‌شدن، قلیایی‌شدن و...) به حالتی درآید که استفاده‌ی دوباره یا تخلیه‌ی آن در محیط زیست مستلزم تصفیه باشد.

پ.۲-۸- تصفیه‌ی فاضلاب صنعتی

هدف از تصفیه‌ی فاضلاب صنعتی، به دست آوردن آب پاکیزه از طریق جداسازی آلاینده‌ها از آب آلوده می‌باشد. این تصفیه شامل تصفیه‌ی فیزیکی (آشغال‌گیری- دانه‌گیری- شناورسازی - چربی‌گیری و ...) یا تصفیه‌ی شیمیایی (استفاده از واکنش‌های شیمیایی مانند کنترل PH، تصفیه‌ی فلزات سنگین، اکسایش، دفع نیتروژن و فسفر و...) یا تصفیه‌ی بیولوژیکی (تصفیه‌ی هوازی- تصفیه‌ی بی هوازی) و... می‌باشد. منظور از خنثی‌سازی فاضلاب صنعتی، کم‌کردن

omoorepeyman.ir

درجه‌ی قلیایی یا اسیدی این مواد است. منظور از آزمایش فاضلاب صنعتی، فعالیت‌هایی است که در آزمایشگاه بر روی فاضلاب صنعتی صورت می‌گیرد و با تجزیه‌ی فاضلاب به روش‌های فیزیکی و شیمیایی به مواد تشکیل‌دهنده‌ی آن پی برده تا با شناخت ترکیبات آن در جهت بازیافت یا دفع آن تصمیم مناسب را اتخاذ کنند.

BOD: اکسیژن بیولوژیکی مورد نیاز

COD: اکسیژن شیمیایی مورد نیاز

DO: میزان اکسیژن مورد نیاز

TDS: تعداد ذرات معلق مایع در مایع

TSS: تعداد ذرات معلق جامد در مایع

پ.۲-۹- مواد زاید و زباله

موادی هستند که پس از فعالیت‌های مختلف اعم از صنعتی، معدنی و... به صورت ماده زاید در می‌آید و از نظر تولیدکننده بلا استفاده تشخیص داده می‌شود. مانند مواد شیمیایی و دارویی، روغن سوخته، پلاستیک و لاستیک و... موادی زاید به حالت‌های جامد، مایع و گاز می‌باشند.

پ.۲-۱۰- نحوه و محل دفع مواد زاید

چنان‌چه کارگاه اقدام به دفع مواد زاید جامد صنعتی کند، محل دفع این مواد می‌تواند در محل کارگاه یا در خارج از کارگاه صورت گیرد که این امر می‌تواند در محل دفع شهرداری‌ها و یا سایر مکان‌ها انجام پذیرد. نحوه‌ی دفع شامل: دفن (قراردادن مواد زاید جامد در اعماق خاک)، سوزاندن (در فضای آزاد یا توسط دستگاه زباله سوز)، بازیافت (جداکردن بخشی از مواد زاید به منظور استفاده‌ی مجدد).

پ.۲-۱۱- تجهیزات کنترل آلودگی هوا

کارگاه برای کنترل آلودگی هوا از وسایل و تجهیزاتی استفاده می‌کند. ازجمله این دستگاه‌ها می‌توان به الکتروفیلتر، اسکرابر، بگ‌فیلتر و سیکلون اشاره کرد.

پ.۲-۱۲- الکتروفیلتر (رسوب‌دهنده‌ی الکترواستاتیک)

دستگاهی است جهت کنترل آلودگی هوا درکارگاه‌های صنعتی و در مواردی که بخواهند ذرات را از حجم زیاد گاز تولیدشده در بخش‌های مختلف کارگاه خارج کنند مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش ابتدا ذرات بر اثر الکترون‌هایی که از یک الکترود با ولتاژ زیاد به طرف الکترود دیگری هدایت می‌شوند، باردار یا شارژ می‌شوند (الکترود

omoorepeyman.ir

مثبت). باید توجه داشت که الکترون‌ها دارای بار منفی می‌باشند. در اثر باردارشدن، این ذرات به بدنه‌ی لوله می‌چسبند که هرچند گاه با ضربه‌زدن به بدنه‌ی لوله از سیستم خارج می‌شوند. این دستگاه‌ها دارای هیچ گونه قطعه متحرک نبوده و تنها با الکتریسیته کار می‌کنند و ازاین رو ارزان بوده وکاربرد زیادی دارند.

پ.۲-۱۳- اسکرابر

دستگاهی است جهت کنترل آلودگی هوا در کارگاه‌های صنعتی که برای جمع‌کردن ذرات بزرگ (تقریبا بالای ۵۰ میکرون) استفاده می‌شود. نوع موثر آن حالتی است که آب، نزدیک به دهانه‌ی خروجی گاز به صورت در هم پاشیده شده و با گاز برخورد می‌کند و هر چه اندازه‌ی قطرات آب و حباب‌ها بزرگ‌تر باشند، عمل جداسازی ذرات بهتر صورت می‌گیرد.

پ.۲-۱۴- بگ فیلتر (فیلتر کیسه‌ای – فیلتر پاکتی)

دستگاهی است جهت کنترل آلودگی هوا در کارگاه‌های صنعتی که نظیر کیسه‌های جارو برقی عمل می‌کند. بدین ترتیب که هوا یا گاز آلوده از آن عبور داده می‌شود و در نتیجه ذرات کوچک و بزرگ توسط آن جذب می‌شوند. چنین فیلترهایی باید هر چند وقت یک‌بار خالی و تمیز شوند. این نوع فیلترها در صنعت کاربرد بسیار دارند، ولی در مقابل حرارت و رطوبت بسیار حساس هستند.

پ.۲-۱۵- سیکلون (چرخش‌دهنده‌ها)

دستگاهی است جهت کنترل آلودگی هوا در کارگاه‌های صنعتی که جهت جداسازی ذرات بزرگ بسیار متداول است. هوای آلوده با فاصله‌ای نسبت به خط محور و مرکزی دستگاه با شدت تمام به داخل سیلندری مخروطی شکل وزیده می‌شود، این عمل باعث ایجاد یک حرکت چرخشی یا گردابه‌ای هوا در داخل بدنه مخروطی شکل شده و در نتیجه ذرات جامد بزرگ‌تر (سنگین‌تر) را به دیواره‌ی سیلندر می‌نشاند که در نهایت در قسمت پایین مخروط جمع می‌شوند. در سامانه‌های صنعتی به طور معمول چند سیکلون در کنار هم قرار می‌گیرند.

omoorepeyman.ir

پیوست ۳

نرم‌افزار «تجارت آب مجازی» با راهنمای آن برای محاسبه گام به گام «پیوند تجارت آب مجازی و بیلان منابع آب در محدوده جغرافیایی معین (کشور)»

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

کلیه اطلاعات مورد استفاده در تحلیل‌های مندرج در این ضابطه در قالب یک نرم‌افزار تهیه شده است. در این نرم‌افزار، چندین مِنو دیده می‌شود که منوهای سمت راست نشان‌دهنده‌ی اطلاعاتی است که کاربر باید وارد کند. خروجی نرم‌افزار هم مشابه جدول (۴-۱) است که در این ضابطه ارائه شد و کاربران را قادر می‌سازد تا واکاوی‌های لازم را برابر شیوه‌ی ارائه‌شده در بخش پایانی این گزارش انجام دهند.

پ.۳-۱- نحوه‌ی پیوند تجارت آب مجازی با بیلان منابع آب در یک محدوده‌ی جغرافیایی معین

پ.۳-۱-۱- شناسه

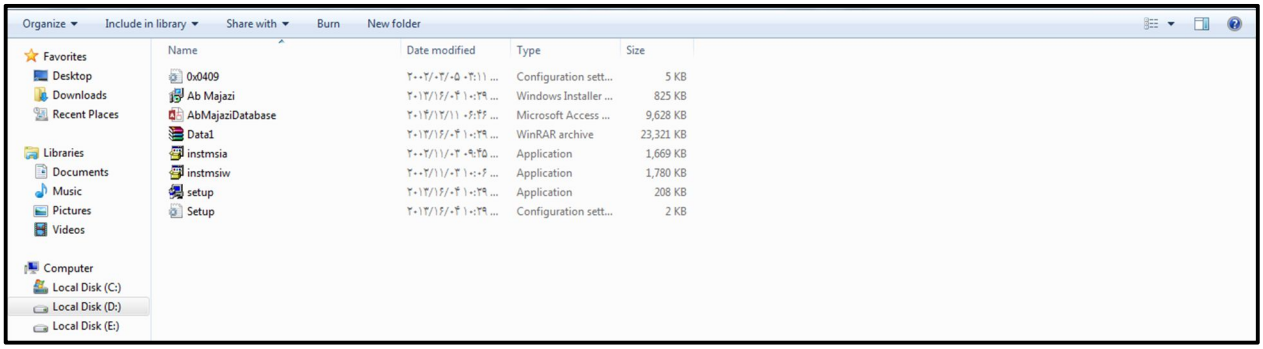
نرم‌افزار «نحوه‌ی پیوند تجارت آب مجازی با بیلان منابع آب در یک محدوده‌ی جغرافیایی معین» که به طور کوتاه نرم‌افزار «تجارت آب مجازی» شناخته می‌شود، برگرفته از روش‌شناسی و یافته‌های راهنمای «نحوه ارتباط بیلان منابع آب کشور با تجارت آب مجازی» است. نرم افزار شامل چهار بخش کلی زیر است:

- محاسبه محتویات
- گزارش‌ها
- دوره‌های محاسباتی
- امکانات

در این راهنما، چگونگی استفاده از نرم‌افزار از آغاز نصب تا گرفتن خروجی محاسباتی ارائه شده است.

پ.۳-۱-۲- نصب نرم‌افزار

این نرم‌افزار در محیط windows به آسانی قابل نصب است. در پوشه نرم‌افزار، فایل‌های زیر دیده می‌شود:



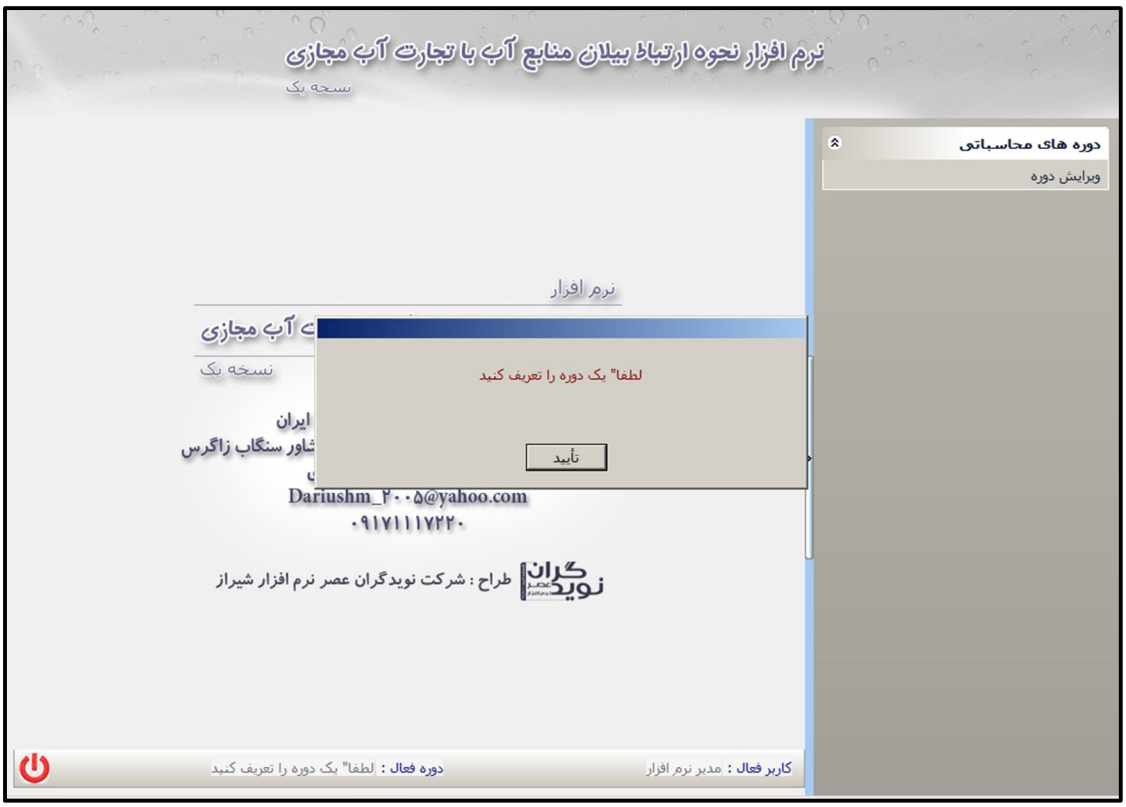
با دوبار کلیلک بر روی فایل setup عملیات نصب آغاز می‌شود. پس از نصب نرم‌افزار، نشانه ویژه نرم‌افزار بر روی desktop رایانه آشکار می‌شود که با دوبار کلیلک بر روی آن، در عمل نرم‌افزار اجرا می‌شود. از این مرحله به بعد، کاربر در محیط نرم‌افزار «تجارت آب مجازی» قرار می‌گیرد. ورودی نرم‌افزار با دوبار کلیک روی کادر «مدیر نرم‌افزار» آغاز می‌شود که کادر زیر دیده می‌شود.

omoorepeyman.ir

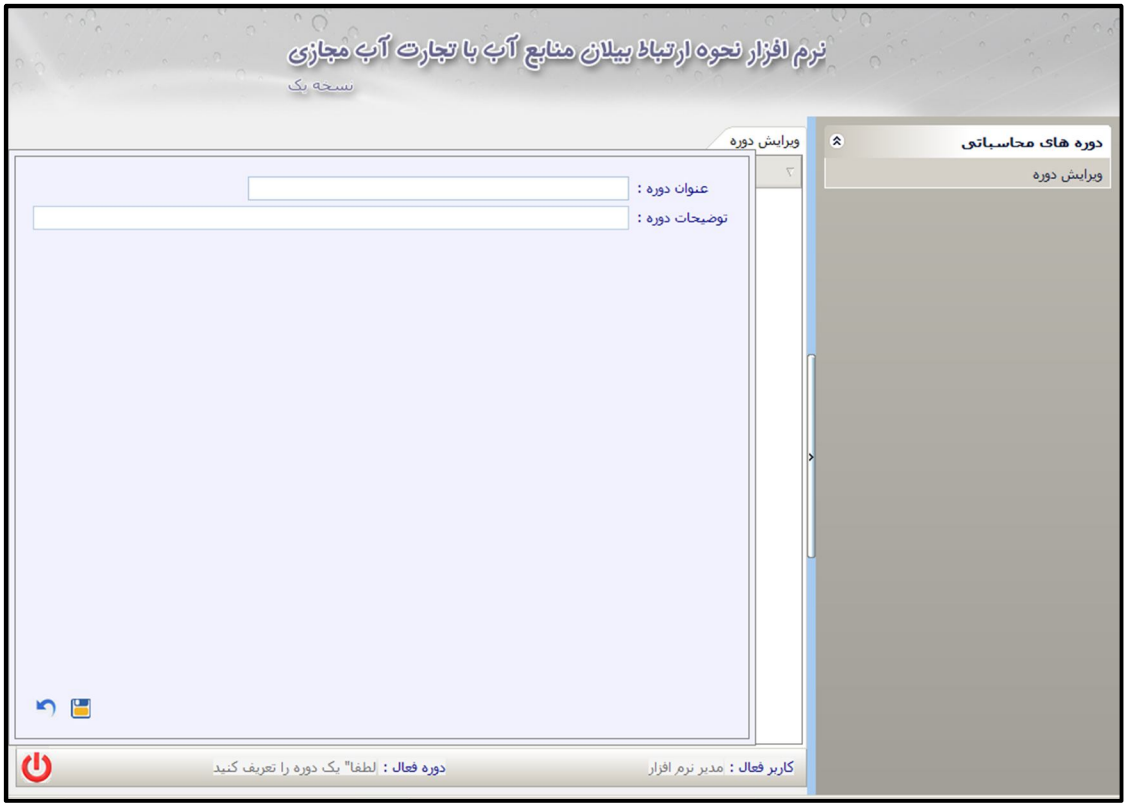
رمز ورودی را می‌خواهد که با عدد ۱، رمز واردشده و محیط زیر دیده خواهد شد.

سپس با کلیلک بر روی عبارت «دوره‌های محاسباتی» نرم افزار درخواست تعریف یک دوره را می‌کند.

omoorepeyman.ir



omoorepeyman.ir



سپس وارد برنامه می‌شویم که شامل چهار بخش است و با کلیک روی هر بخش می‌توان داده‌ها را وارد کرد.

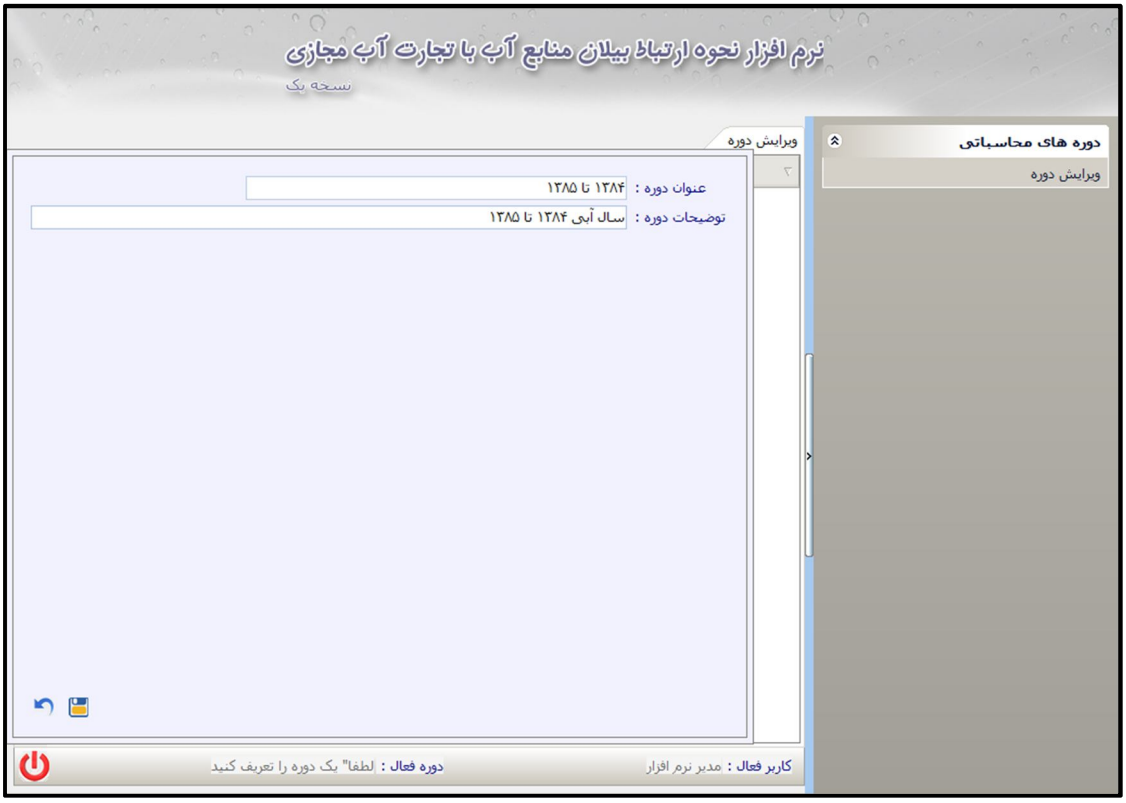
- محاسبه محتویات
- گزارش‌ها
- دوره‌های محاسباتی
- امکانات

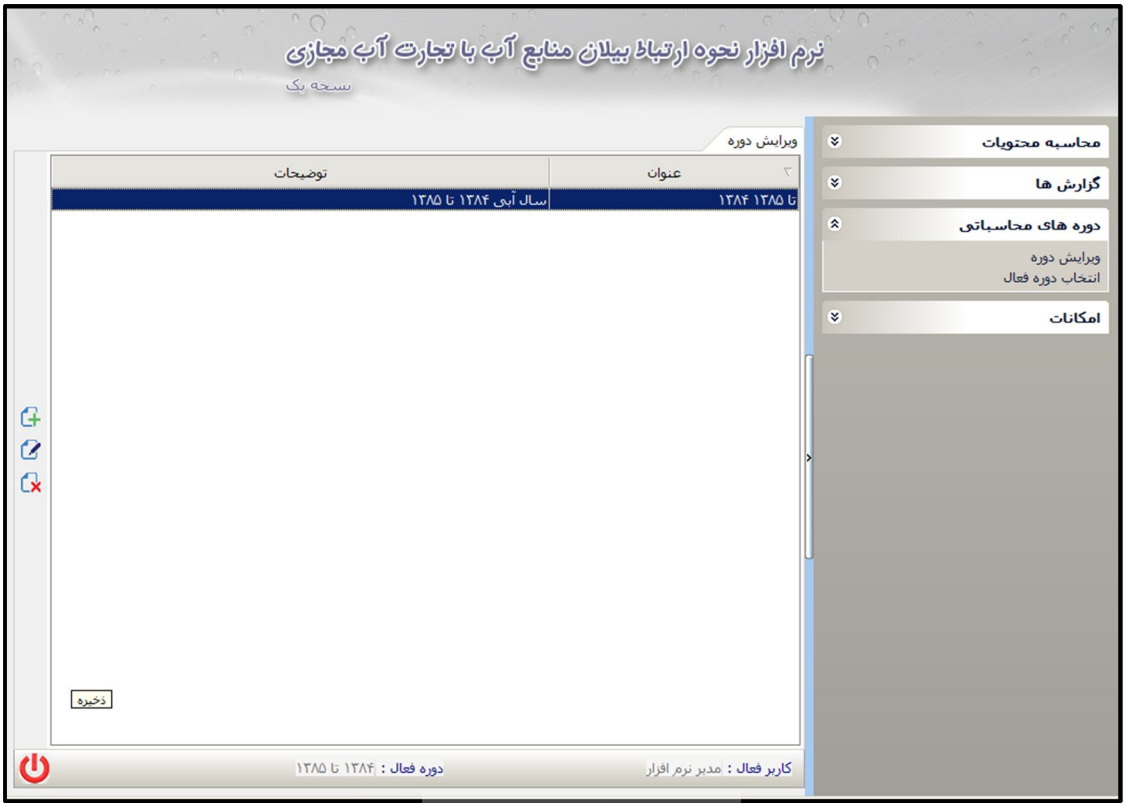
پیش از ورود به هر بخش، ابتدا باید دوره محاسباتی را تعیین کرد. همانند دوره زیر:

۱۳۸۴ تا ۱۳۸۵

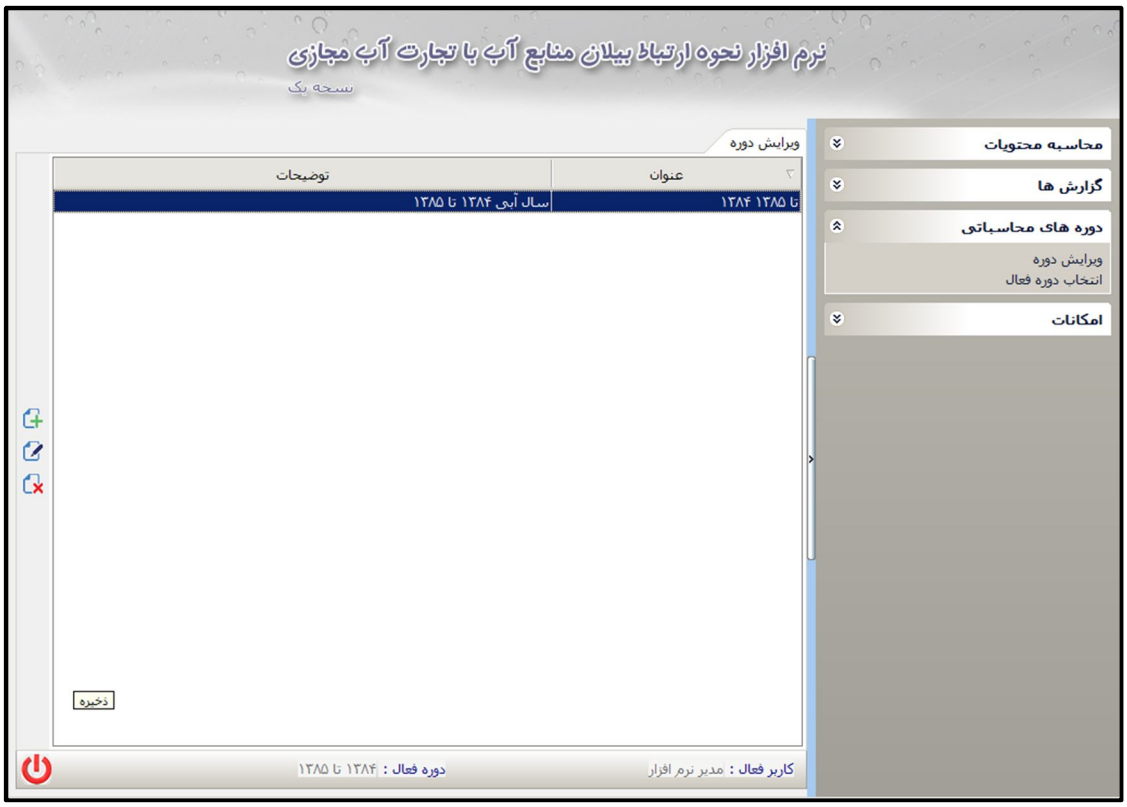
به این ترتیب سال زراعی (آبی) تعیین می‌شود و همین‌طور قلمرو جغرافیایی که اقلام محتویات محاسباتی برای آن تعیین می‌شود مشخص می‌شود.

omoorepeyman.ir





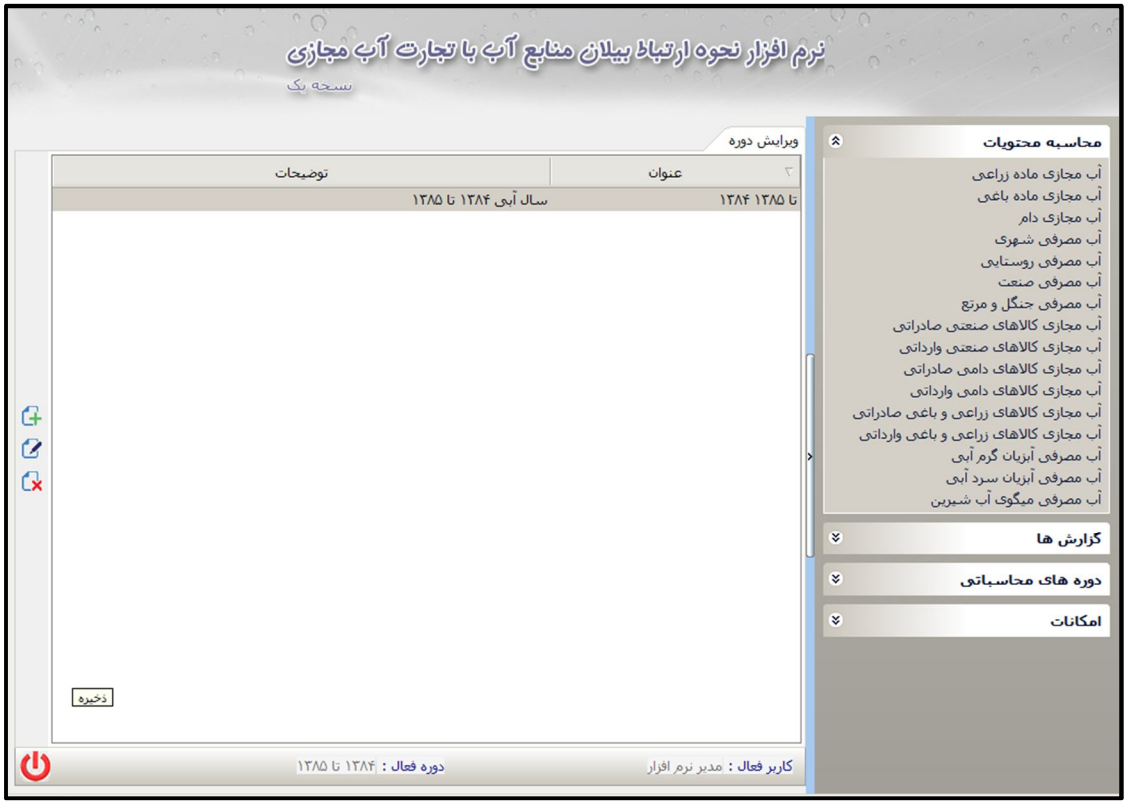
omoorepeyman.ir



سپس با کلیک بر روی گزینه محاسبه محتویات، محتویات آب مجازی اقلام زیر را تعیین کرد. از آیکون زیر می‌توان برای افزودن، ویرایش یا حذف محصول یا هرگونه اطلاعات دیگر در محاسبات استفاده کرد که در ستون سمت چپ نرم‌افزار به صورت زیر دیده می‌شوند:

همان‌طور که در سمت راست تصویر زیر دیده می‌شود برای کالاهای مختلف (زراعی- باغی- دامی و ....) امکان محاسبه محتویات آب مجازی فراهم هست.

omoorepeyman.ir

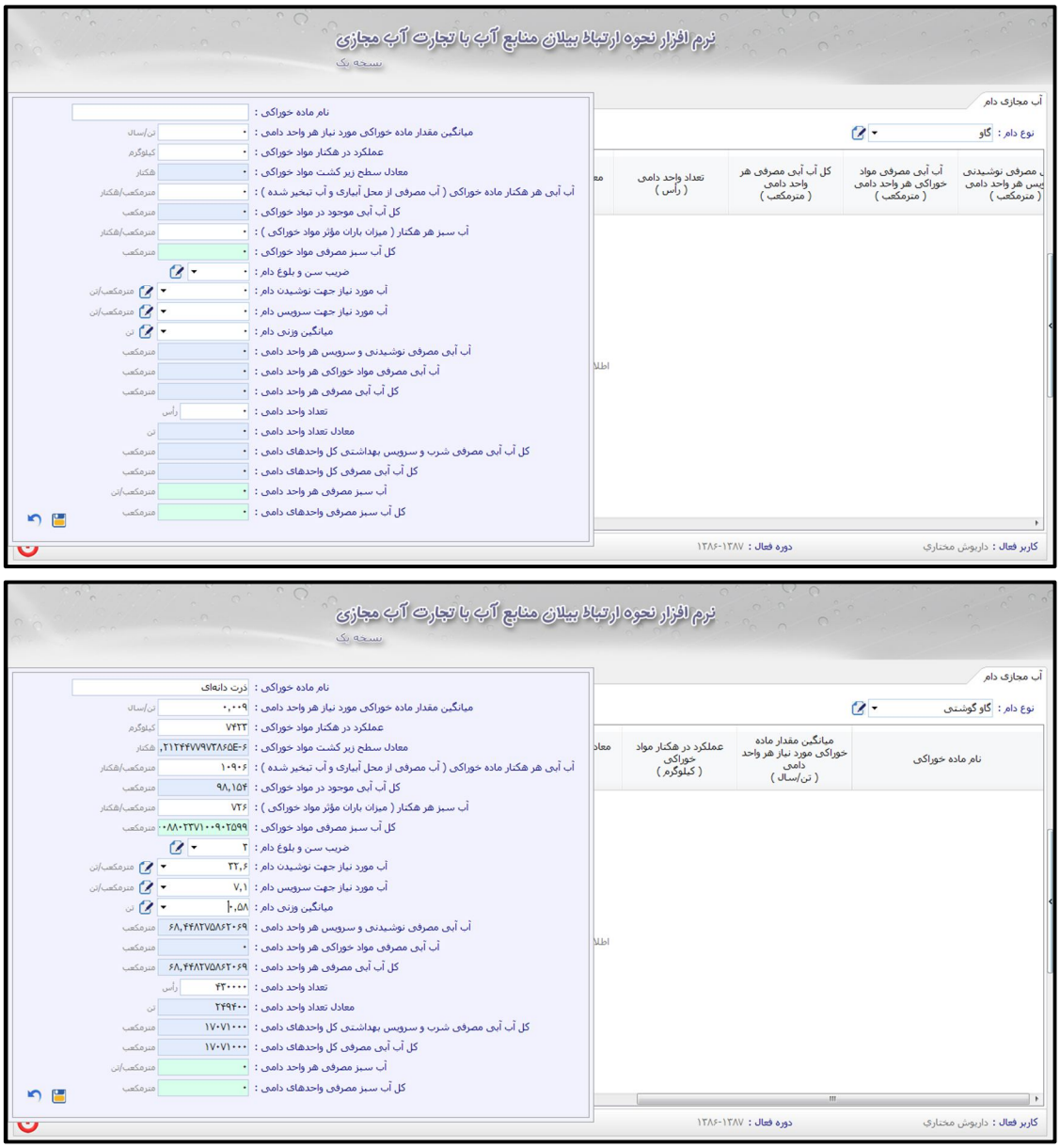


برای محاسبه محتویات هر سبد (گروه) کالایی همانند گروه محصولات زراعی، به محض کلیک روی هر کالا، می‌توان چندین محصول (گندم، جو، ذرت و ...) که در آن گروه کالایی وجود دارد را به سبد کالایی افزود. اطلاعاتی که باید وارد شود در یک ردیف دیده می‌شود که به محض کلیلک روی آن ردیف، یک جدول در سمت چپ باز می‌شود.

جدول یادشده در سمت چپ تصویر زیر، دقیقا همان اطلاعاتی است که برای محاسبه آب سبز، آب آبی و آبرانه هر محصول لازم است. ردیف‌های سبزرنگ در این جدول به وسیله نرم‌افزار محاسبه می‌شود و اطلاعات همین ردیف‌های سبز رنگ، در جدول خروجی آب مجازی (گزارش نهایی- بخش امکانات نرم‌افزار) استفاده می‌شود. این ردیف‌های

omoorepeyman.ir

سبزرنگ برای سایر محصولات نیز وجود دارد. بنابراین کافی هست اطلاعات درخواستی در این جدول‌ها به نـرم‌افـزار داده شود. به دنبال آن محاسبات مربوط به منابع آب چهارگانه به وسیله نرم‌افزار برای هر محصول انجام می‌شود.

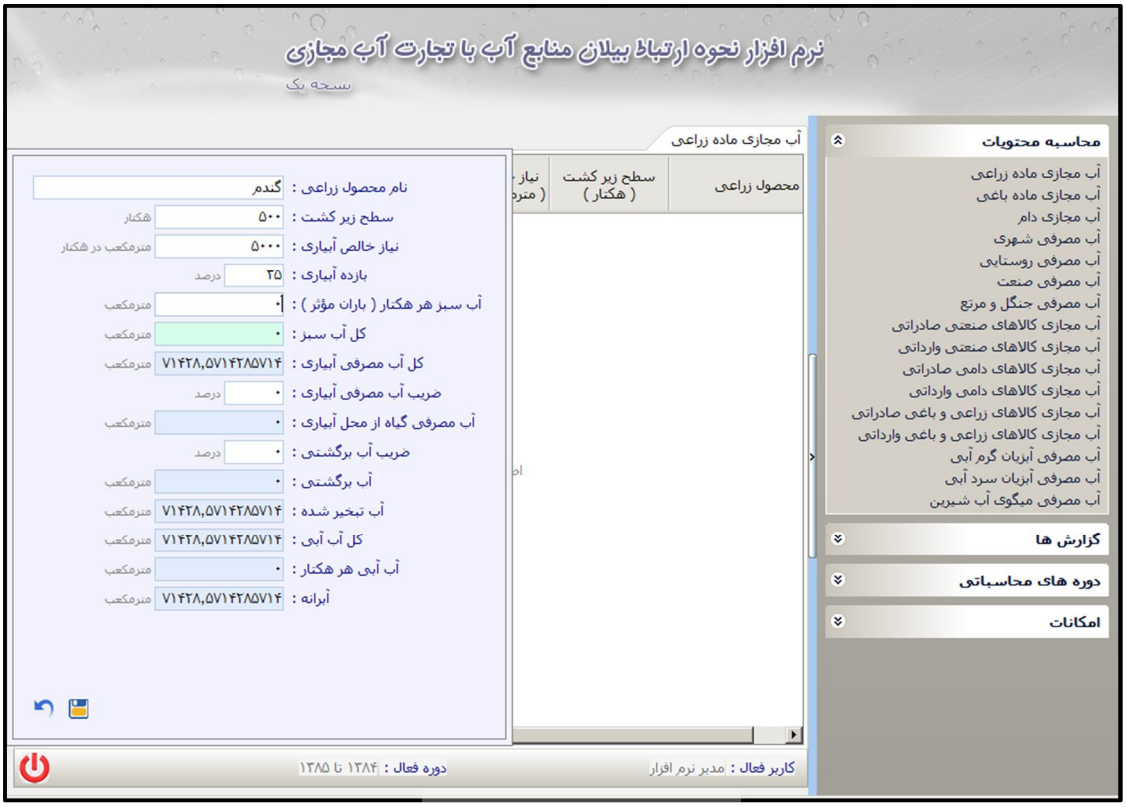


از نظر توضیح بیشتر، هرکدام از اقلام بالا دارای یک روند محاسباتی هستند که در پیوست ارایه شده است. به صـورت کلی، این‌که کادرهای خالی توسط کاربر تکمیل می‌شود و نتایج به صورت کادرهای آبی، خاکستری و سبز بـه ترتیـب بـه عنوان نتیجه محاسبات آب آبی، آب خاکستری و آب سبز محسوب می‌شود. سمت چپ دارای یک نوار هست کـه مربـوط به اضافه‌کردن محصول بعدی، اصلاح همان محصول و حذف محصول است. این نوار در رابطه با سایر اقلام مربوط به بسته محتویات آب مجازی هم وجود دارد. با کلیک بر روی علامت اضافه، می‌توان یک محصول را اضافه کرد و به محض کلیـک روی آن، یک کادر با مشخصات زیر باز می‌شود:

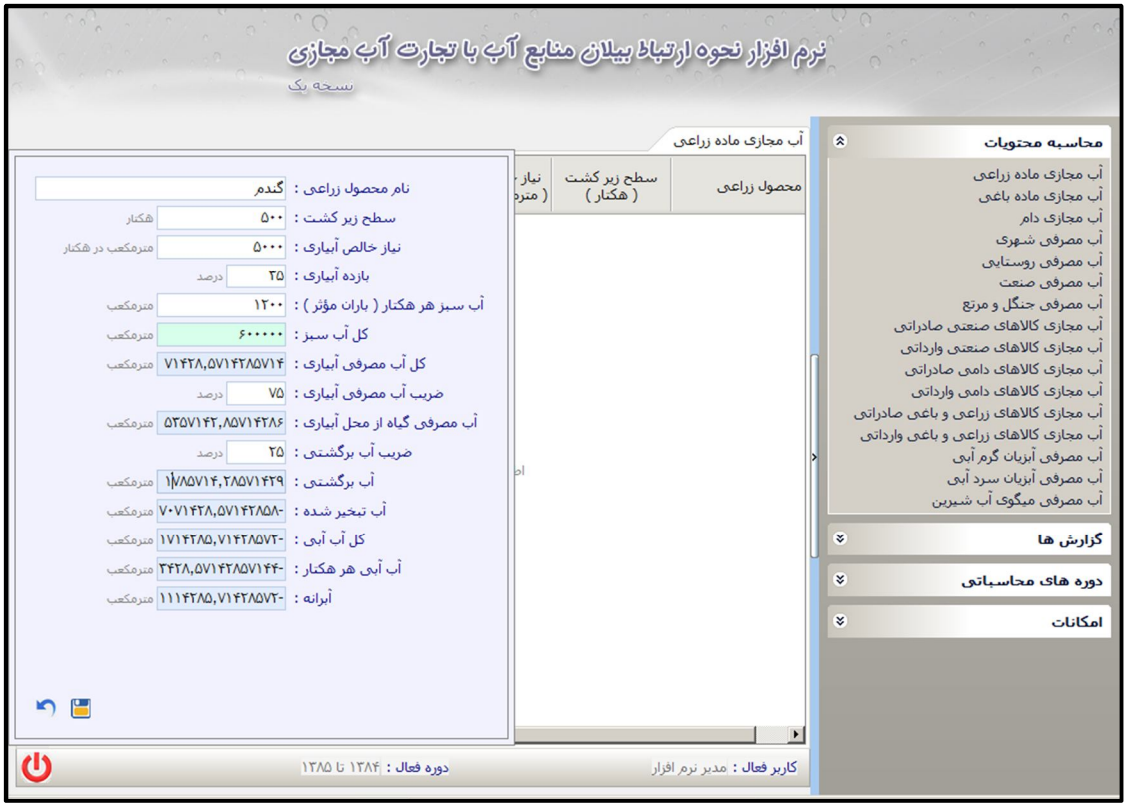
- نام محصول زراعی

omoorepeyman.ir

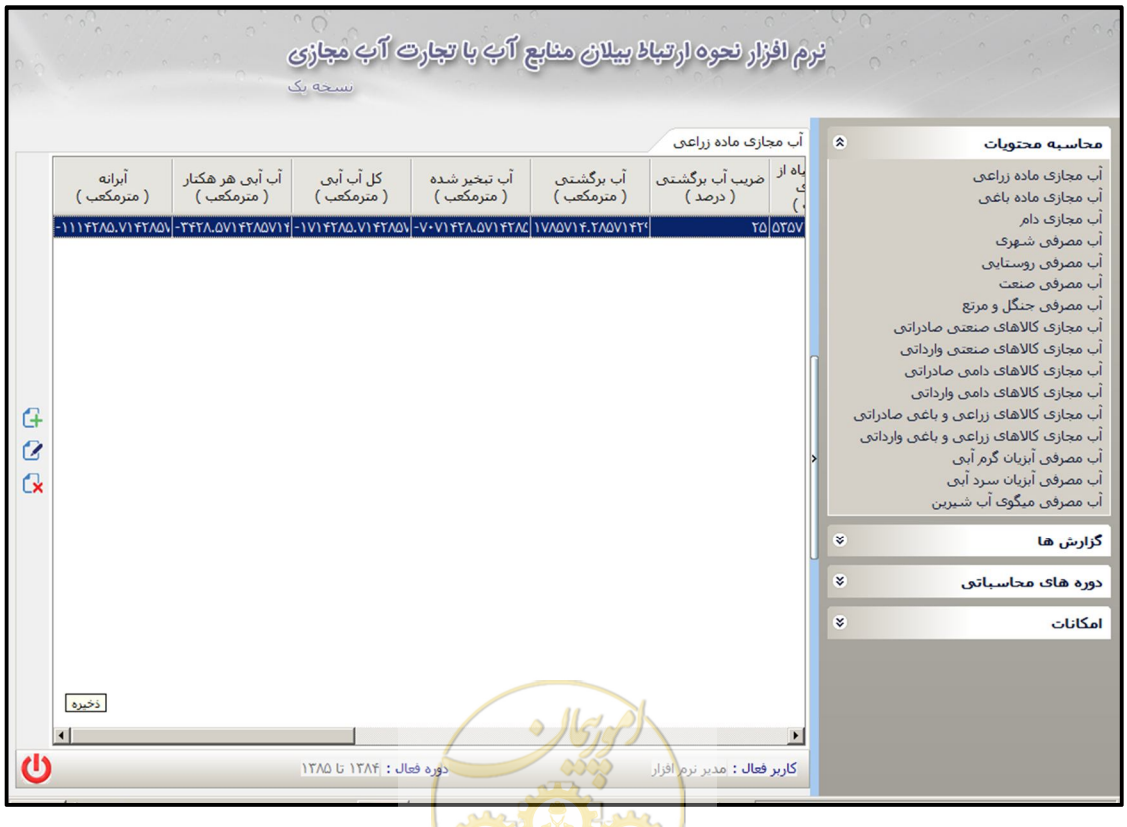
- سطح زیرکشت (هکتار)
- نیاز خالص آبیاری (مترمکعب در هکتار)
- بازده آبیاری (درصد)
- آب سبز هر هکتار (باران موثر) (مترمکعب)
- کل آب سبز (مترمکعب)
- کل آب مصرفی آبیاری (مترمکعب)
- ضریب آب مصرفی آبیاری (درصد)
- آب مصرفی گیاه از محل آبیاری (مترمکعب)
- ضریب آب برگشتی (درصد)
- آب برگشتی (مترمکعب)
- آب تبخیرشده (مترمکعب)
- کل آب آبی (مترمکعب)
- آبرانه (مترمکعب)



امور پیمان
omoorepeyman.ir

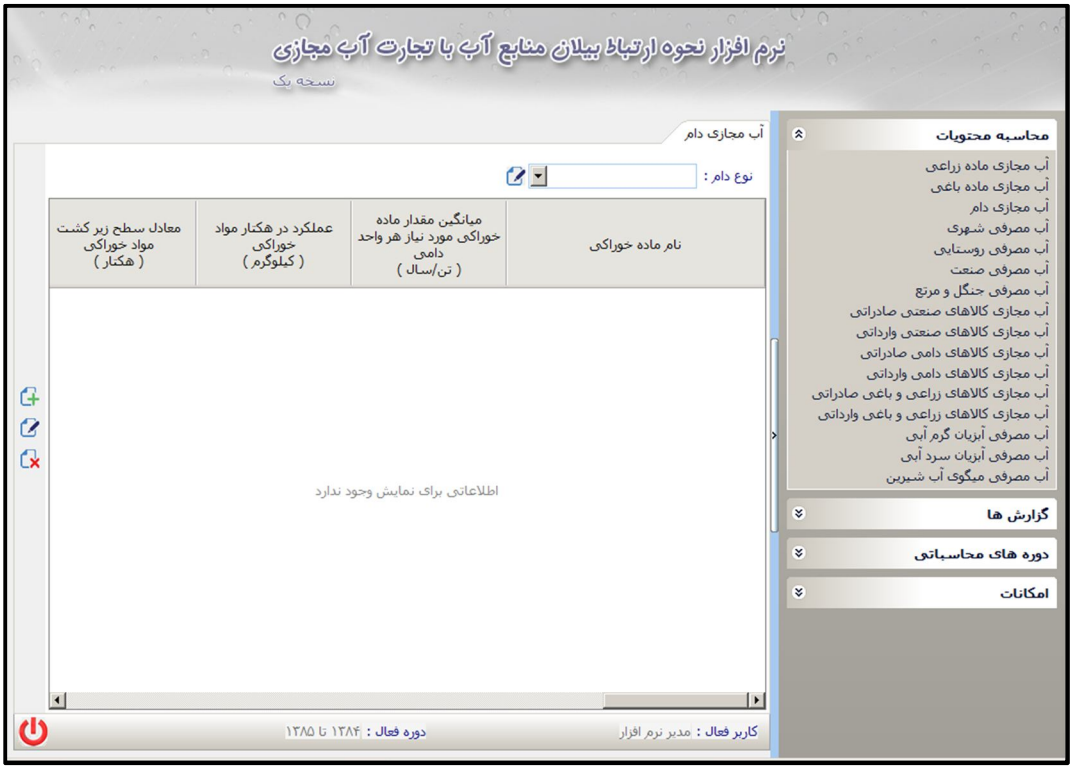


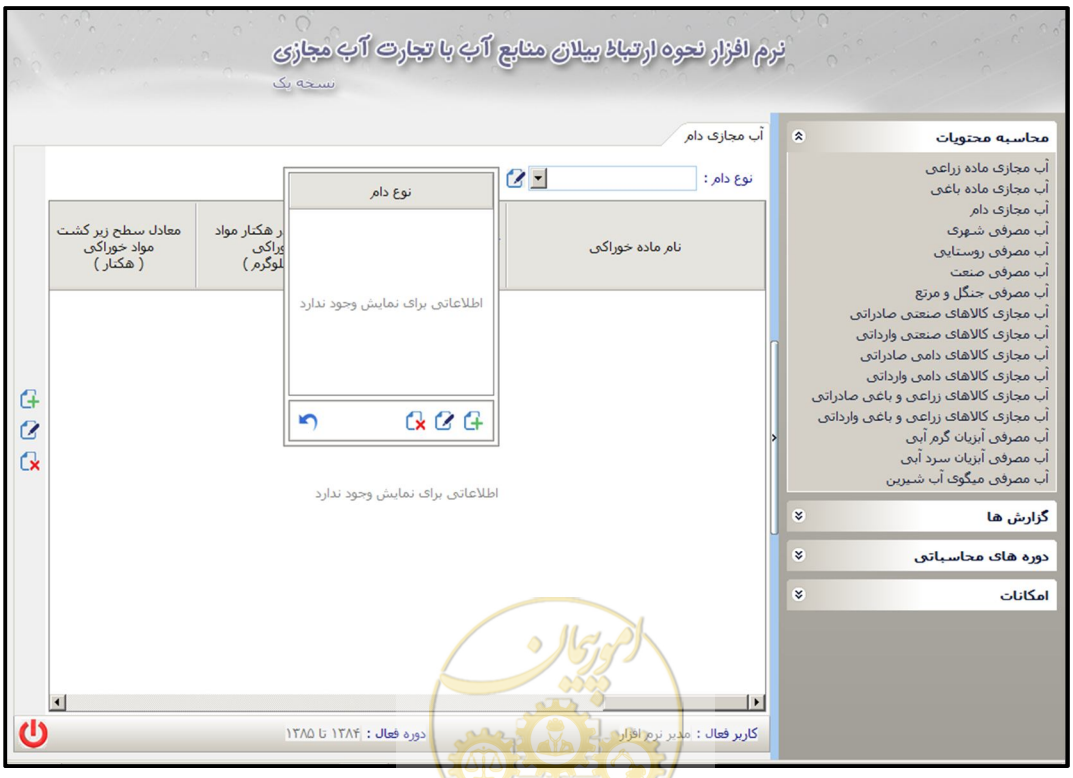
سپس اطلاعات به صورت یک نوار اطلاعاتی برای یک محصول در گروه محصولات زراعی درج می‌شود و نرم‌افزار آمادگی دارد تا محصول بعدی افزوده شود.



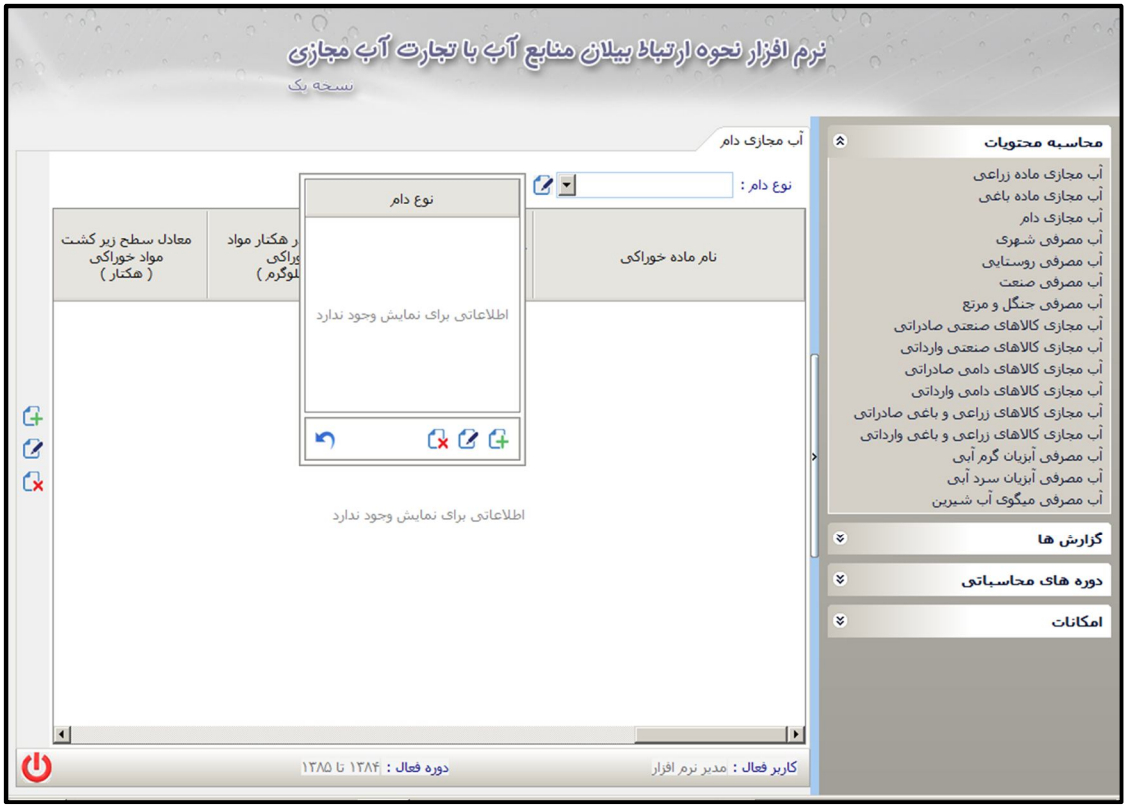
omoorepeyman.ir

تصویرهای بعدی مربوط به محاسبات آب مجازی محصولات دامی است. چگونگی داده‌های ورودی همانند سایر گروه‌های محصولات است. افزون بر ان، نرم‌افزار درخواست مقادیر و ضرایبی را دارد که با توجه به راهنمای تجارت آب مجازی، می‌توان این ضرایب را در کادر مربوطه وارد کرد. برخی ضرایب اعداد ثابتی بوده‌اند که برای نرم‌افزار تعریف شده‌اند.

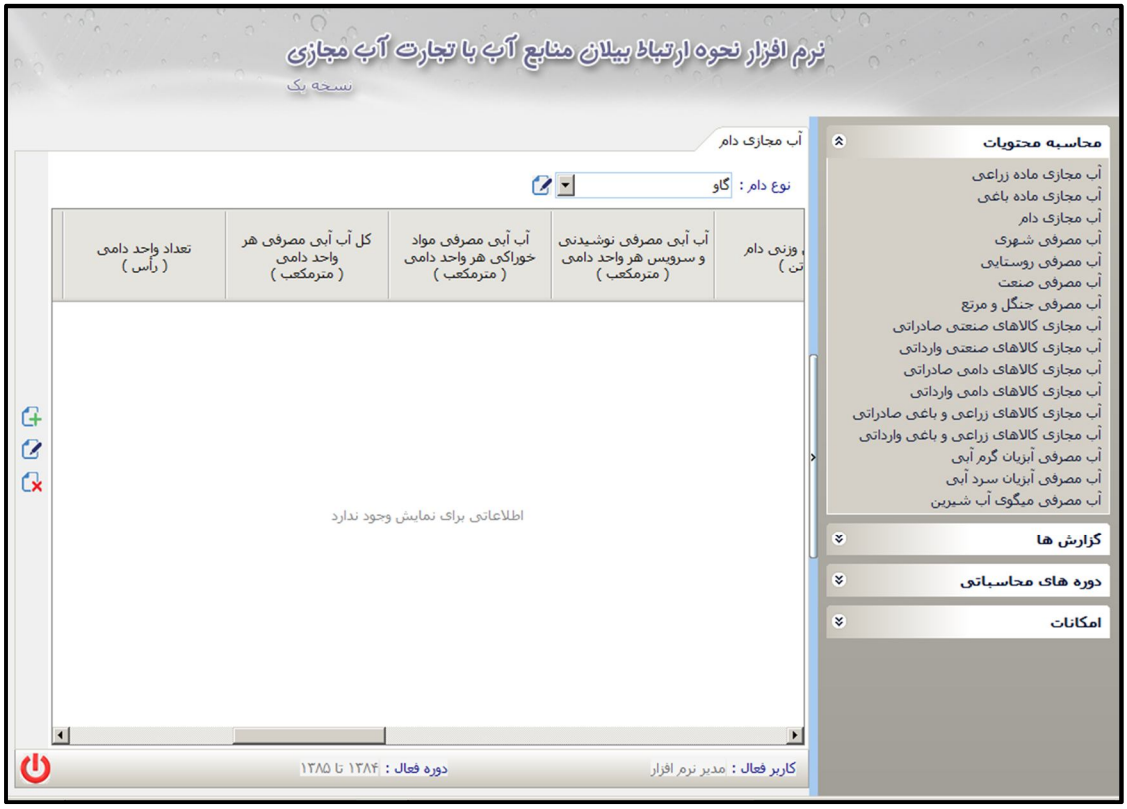


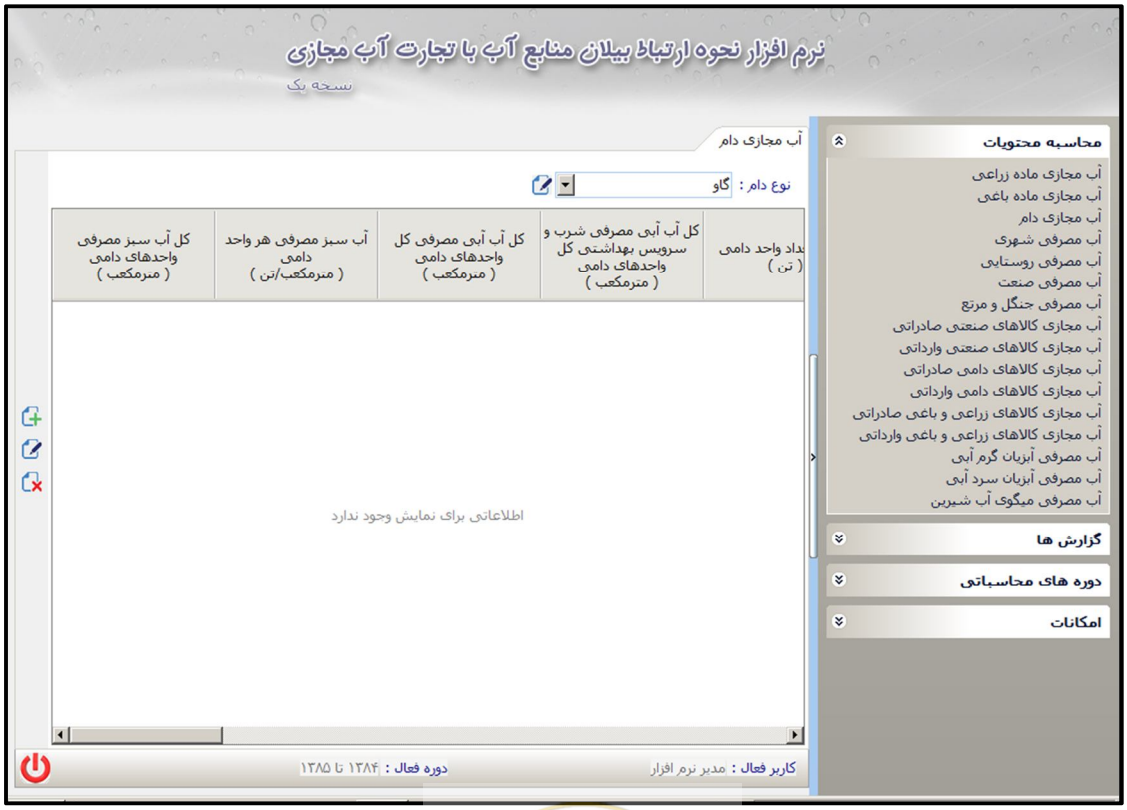


omoorepeyman.ir



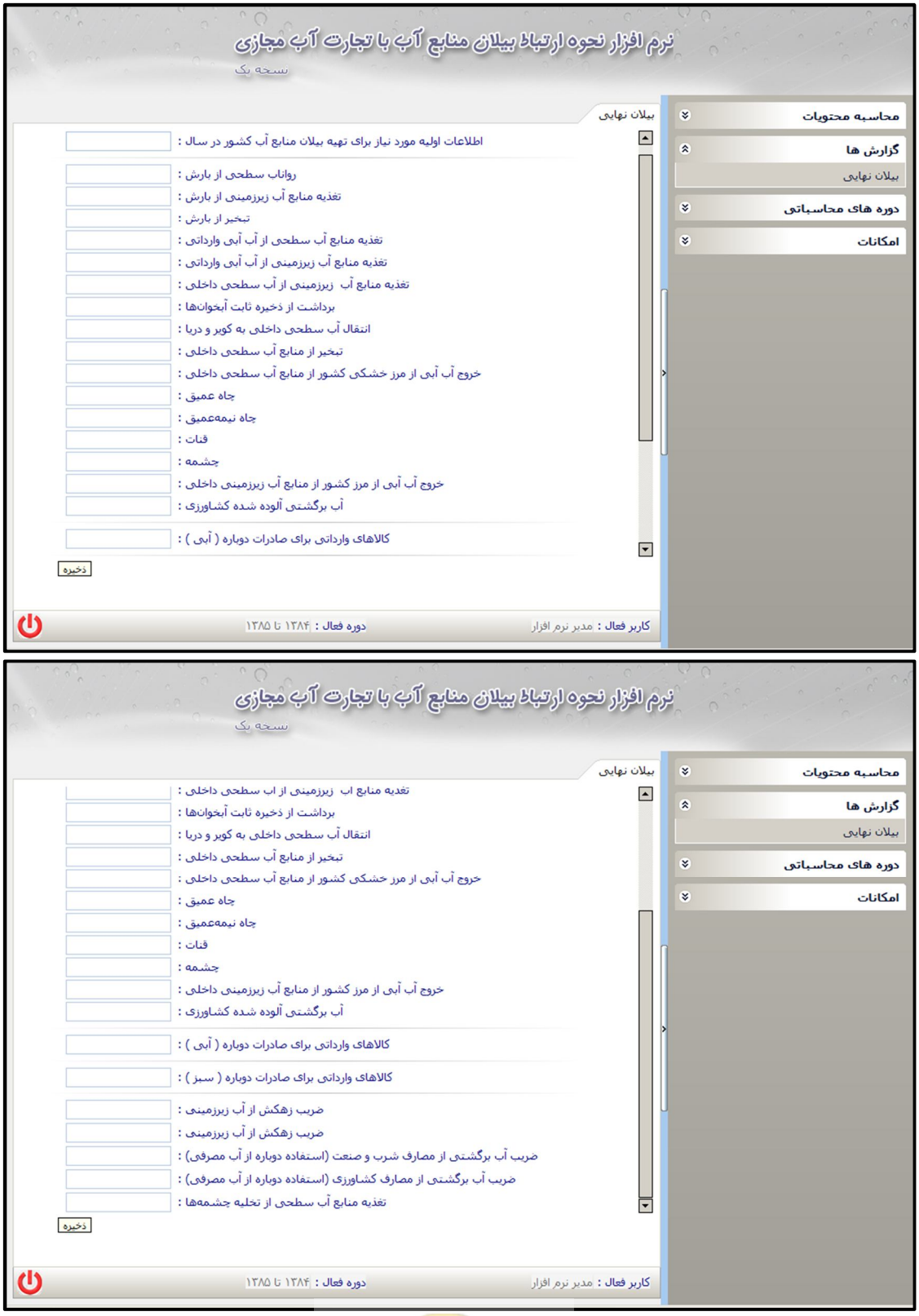
امور پیمان
omoorepeyman.ir





در گام‌های تکمیلی، اطلاعات مورد نیاز برای تهیه بیلان و پیوند منابع چهارگانه به شرح جدول سمت چپ تصویر زیر در اختیار نرم‌افزار قرار می‌گیرد.

omoorepeyman.ir



به این ترتیب، کاربر با مطالعه در زمینه تجارت آب مجازی و با استفاده از راهنمای حاضر می‌تواند به تدریج و با چندین تمرین، به خوبی از این نرم‌افزار برای کلیه هدف‌هایی که در دستورالعمل پیش‌بینی شده است استفاده کند.

omoorepeyman.ir

منابع و مراجع

۱- برنامه توسعه سازمان ملل (۱۳۷۴)، «گزارش توسعه انسانی ۱۹۹۴، جدول‌ها و گزیده‌ای از متن»، مرکز مدارک اقتصادی- اجتماعی و انتشارات سازمان برنامه و بودجه، تهران.

۲- روحانی، ن. و امین، س. (۱۳۸۵)، «بررسی مصارف آب در ایران»، پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز.

۳- سلطانی، غلامرضا (۱۳۸۲)، «کارایی اقتصادی و اصلاح الگوی کشت»، نشریه شماره ۱۱۳-۰۹-۸۲-۲ شرکت سهامی مدیریت آب، دفتر اقتصاد آب.

۴- صبوحی، محمود و سلطانی، غلامرضا (۱۳۸۷)، «بهینه‌سازی الگوی کشت در سطح حوضه آبریز با تاکید بر منافع اجتماعی و واردات خالص آب مجازی: مطالعه موردی منطقه خراسان»، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۴۳-الف.

۵- قاسمی، ح. (۱۳۷۸)، «مطالعات الگوی برنامه‌ریزی غذا و تغذیه، طرح مابا»، انستیتو تحقیقات تغذیه کشور و سازمان برنامه و بودجه، تهران.

۶- گوئل، ک. (۱۳۷۶)، «شاخص‌شناسی در توسعه اقتصادی و حساب‌های ملی در بستر سبز»، انتشارات شرکت چاپ و نشر بازرگانی، تهران.

۷- گولدین، ی. و وینترز، ل.آ. (۱۳۷۹)، «اقتصاد توسعه پایدار»، ترجمه دکتر غلامرضا آزاد و عبدالرضا رکن‌الدین افتخاری، انتشارات موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، تهران.

۸- لطفی، ا. (۱۳۸۱)، «مدیریت آب در کشاورزی؛ پیامدهای اقتصادی- اجتماعی»، نشریه شماره ۶۳، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران

۹- مارکاندیا، آ. (۱۳۸۱)، «سیاست‌هایی برای توسعه پایدار؛ چهارمقاله»، ترجمه حمیدرضا اشرف‌زاده، انتشارات روستا و توسعه، تهران.

۱۰- مختاری، د. (۱۳۷۸)، «بررسی امنیت غذایی و هماهنگی بین الگوهای تولید و مصرف در مناطق روستایی استان فارس، کاربرد مدل تقاضای به نسبت ایده‌آل (A.I.D.S.)»، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز.

۱۱- مختاری، د. (۱۳۸۴)، «بررسی امنیت غذایی خانوارهای شهری و روستایی ایران»، گزارش طرح پژوهشی، موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، تهران.

۱۲- مطوف، ش (۱۳۷۹)، «نقش فرهنگ، مشارکت و محیط زیست در توسعه پایدار منطقه‌ای»، پژوهش، شماره ۲: ۱۴.

13- AAFC, (2000), "Water requirements for pastured livestock", Agriculture and Agri-Food Canada, Canada. http://atn-riae.agr.ca, 13 Sept. 2002.

omoorepeyman.ir

14- Adamu, S., (1993), "disaggregated human development Index within nigeria", background paper for human development report 1994. UNDP, New york.
15- Akder, A.H., (1993), "Disaggregated human Development Index: A Means to closing Gaps.", paper presented at seminar on the Uses of the Human Development Index, february 17-18, UNDP, New york.
16- Alan, T., (2002), "Water resources in semi-arid regions: Real deficits and economically invisible and politically silent solutions", in: Turton A. and Henwood, R. (eds.), Hydropolitics in the Developing World: A Southern African Perspective. Pretoria: African Water Issues Research Unit. Pretoria: African Water Issues Research Unit (AWIRU).
17- Alberta, (1996), "Water requirements for livestock", Agriculture Food and Rural Developments, Alberta. http://www.agric.gov.ab.ca/agdex/400/00716001.html, 18 Sept. 2002.
18- Alberta, (2000), "Average daily and annual water requirements", Agriculture Food and Rural Developments. http://www.agric.gov.ab.ca/servleton/Water Requirements. Water Requirements,18 Sept.
19- Alderman, H., (1993), "Food preferences and nutrition", In: Craig, G.M. (Ed.), "The Agriculture of Egypt", Oxford University Press, Oxford.
20- Allan, J.A., (1993), "Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible", In: Priorities for water resources allocation and management, ODA, London, pp. 13-26.
21- Allan, J.A., (1994), "Overall perspectives on countries and regions", In: Rogers, P. and Lydon, P. Water in the Arab World: perspectives and prognoses, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, pp. 65-100.
22- Allan, J.A., (1995), "The role of drought in determining the reserve water sector in Israel", Drought Network News, 7(3), October.www.enso.unl.edu/ndmc/center/dnn.
23- Allan, J.A., (1996) "The Political Economy of Water: Reasons for Optimism but Long Term Caution", in Allan, J.A. & Court, J.H. (Eds.) 1996. Water, Peace and the Middle East: Negotiating Resources in the Jordan Basin. I.B. Taurus Publishers: London
24- Allan, J.A., (1997), "Virtual water: A long term solution for water short Middle Eastern economies?", Occasional Paper 3, School of Oriental and African Studies (SOAS), University of London.
25- Allan, J.A., (1998a), "Virtual water: a strategic resource, Global solutions to regional deficits", Groundwater, 36(4), pp 545-546.
26- Allan, J. A., (1998b), "Global soil water: A long term solution for water-short Middle Eastern Economies", Proceeding of water workshop: Averting a water crisis in the Middle East - make water a medium of cooperation rather than conflict, Green Cross International, Mar, 1998, Geneva. http://web243.petrel.ch/GreenCrossPrograms/waterres/middleeaston/allan.html.
27- Allan, J.A., (1999), "Water stress and global mitigation: water food and trade", Arilands newsletter 45. http://ag.arizona.edu/OALS/ALN/aln45/allan.html.
28- Allan, J.A., (2000), "Contending Environmental Knowledge on Water in the Middle East: Global, Regional and National Contexts". In Stott, P. & Sullivan, S. (Eds.) Political Ecology: Science, Myth and Power. London: Arnold & New York: Oxford University Press ISBN 0 340-76165 2
29- Allan, J.A., (2001), "The Middle East water question: Hydropolitics and the global economy", I.B. Tauris, London.

omoorepeyman.ir

30- Allan, J.A., (2003), "Virtual Water Eliminates water wars? A case study from the Middle East"
31- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, and Smith, M., (1998) "Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements", FAO Irrigation and Drainage ,56, FAO, Rome, Italy.
32- Allen, R.G., M. Smith, A. Perrier, and L.S. Pereira, (1994a), "An update for the definition of reference evapotranspiration ICID Bulletin", 43(2), pp 1-34.
33- Allen, R.G., M. Smith, A. Perrier, and Pereira, L.S., (1994b), "An update for the calculation of reference evapotranspiration ICID Bulletin", 43(2), pp 35-92.
34- Anderson, K., (2002), "Basics of Feeding Horses: What to Feed and Why", University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources. http://www.ianr.unl.edu/pubs/horse/g1350.htm, 4 Oct. 2002.
35- Bell, S. and Morse, S., (1999), "Sustainibility Indicators", Eartscan Publications Limited, UK.
36- Berkoff, J. (2001) "Unpublished Report on Irrigation Costs".
37- Blackburn, H., (1998), "Livestock production, the environment and mixed farming systems", FAO, Rome, Italy. http://www.fao.org/WAIRDOCS/LEAD/X6141E/X6141E00.HTM, 26 Sept. 2002.
38- Boleman, L. L., Herd, B. D., and Boleman, C. T., (2001), "Managing Beef cattle for show", The Texas A & M University system. http://tonexax4-h.tamu.edu, 2 Oct. 2002.
39- Bouwer, H., (2000), "Integrated water management: emerging issues and challenges, Agricultural Water Management", 45, pp 217-228.
40- Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y., (2003), "Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international trade of livestock and livestock products", Value of Water Research Report Series, 13, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands
41- Chapagain, A. K. and Hoekstra, A. Y., (2004), "Water footprints of nations", Value of Water Research Report Series , 16, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
42- Clarke, D., M. Smith, and El-Askari, K., (1998), "CropWat for Windows: User guide", Version 4.2, www.fao.org.
43- Duch, R., (2002), "Democracy and poor Education: A Dangerous Cocktail?", University of Houston, november.
44- Earle, A., (2001), "The role of virtual water in food security in Southern Africa", Occasional, 33, School of Oriental and African Studies (SOAS), University of London. Virtual water trade in relation to international crop trade / 47
45- Elliot, A.J. (1996), "An Introduction to Sustainable Development", second edition, published by Routledge, London.
46- Falkenmark, M., (1989), "The Massive Water Scarcity Now Threatening Africa – Why isn't it being addressed?", Ambio, 18(2), pp. 112 – 118
47- FAO, (1987), "Animal feed resources for small-scale livestock producers", Proceedings of the second Pastures Network for Eastern and Southern Africa (PANESA) workshop, Kategile, J.A., Said, A.N. and Dzowela, B.H., (Eds.), "International Development Research Centre, Nairobi, Kenya, Nov 11, 1985-Nov 15,1985.http://www.cgiar.org/ilri/InfoServ/Webpub/Fulldocs/X5548e/X5548e00.htm.
48- FAO, (1995), "World livestock production system", FAO, Rome, Italy. http://www.fao.org/ag/AGA/LSPA/Paper127/Metho.htm, 14 Nov. 2002.
49- FAO, (1997), "Water resource of the Near East region: a review", 38 p.

omoorepeyman.ir

50- FAO, (2000), "Livestock productions system classification", FAO, Rome, Italy. http://www.fao.org/lead/aaa-%20old%20%20todelete/tonoolbox/Refer/ProSystR.htm, 17 Oct. 2002.
51- FAO (2002a), "Domestic Animal Diversity Information System", On-line database (DAD-IS), FAO, Rome, Italy. http://dad.fao.org/cgi-dad/$cgi_dad.dll/databases, 11 Oct. 2002.
52- FAO, (2002b), "Global Livestock Production and Health Atlas", GLiPHA, FAO, Rome, Italy.http://www.fao.org/ag/aga/glipha/english/index_en.html, 1 Nov. 2002.
53- FAO, (2002c), "Livestock Statistics", FAO, Rome, Italy. http://www.fao.org/es/ESS rmlive.htm, 14 Nov. 2002.
54- FAO, (2003), "Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities", FAO, Rome.
55- FAO, (2003a), "AQUASTAT", FAO, Rome, Italy. http://www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/dbase/index.stm, 1 July 2003.
56- FAO, (2003b), "FAOSTAT", FAO, Rome, Italy. http://apps.fao.org/page/collections, 12 Aug. 2003.
57- FAO, (2003c), "Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities", FAO, Rome, Italy.http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/ECONOMIC/ESS/pdf/tcf.pdf, 20 Dec. 2003.
58- Fisman, R. and Gatti, R., (2000), "Decentralization and Corruption: Evidence across Countries", Development Research Group, the world Bank, October.
59- Gleick, P.H., (1993), "Water in crisis: A guide to the world's fresh water resources", Oxford University Press, New York, USA.
60- Greenaway, F., Hassan, R. and Reed, G. V., (1994), "An empirical analysis of comparative advantage in Egyptian agriculture", Appl. Eco., 26, pp 649-657.
61- Gregorica, M. J., (2000), "Water, The Forgotten Nutrient", Vigortone. http://www.vigortone.com/water.htm, 17 Sept. 2002.
62- Grobbelaar, N., G. Mills & Sidiropoulos, E., (2002), "Angola Prospects for Peace and Prosperity", South African Institute of International Affairs, Johannesburg
63- Haan, C. S., (1998), "Balancing livestock and environment: The grazing system", FAO, Rome, Italy. http://www.fao.org/WAIRDOCS/LEAD/X6137E00.HTM, 26 Sept. 2002.
64- Haddadin, M. J., (2003), "Exogenous water - A conduit to globalisation of water resources", In: Hoekstra (ed) Virtual water trade, Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Value of Water Research Report Series No. 12, UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, the Netherlands.
65- Hernandez-Mora N., Llamas, M.R., Martinez, L., (2001), "Misconceptions in aquifer over-exploitation – implications for water policy in Southern Europe", in Agricultural Use of Groundwater – towards integration between agricultural policy and water resource management (C. Dosi), Kluwer Academic Publisher, pp 107-125.
66- Hoekstra, A.Y., (1998), "Perspectives on Water: An integrated model-based exploration of the future", International Books, Utrecht, the Netherlands.
67- Hoekstra, A.Y., (2003), (ed), "Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade", Value of Water Research Report Series No. 12, UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, the Netherlands.
68- Hoekstra, A.Y., (2008), "Water neutral: reducing and offsetting the impacts of water footprints", Value of Water Research Report Series No. 28, UNESCOIHE, Delft, the Netherlands.

omoorepeyman.ir

69- Hoekstra, A. Y and Chapagain, A. K., (2007), "Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern", Water Resour Manage, Vol 21, P35-48

70- Hoekstra, A. Y. and Hung, P. Q., (2002), "Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade", Value of Water Research Report Series No. 11, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands.

71- Hoekstra, A. Y. and Hung, P. Q., (2005), "Globalization of water resources: International virtual water flows in relation to crop trade", Global Environmental Change, 15(1), pp 45-56.

72- Hopkins, N.S., (1993), "Small farmer households and agricultural sustainability in Egypt", In: Faris, M.A. and Khan, M.H. (Eds.), Sustainable Agriculture in Egypt. Lynne Reinner Publishers, Boulder, Colorado.

73- Horlemann, L and Neubert, S., (2007), "Virtual water trade Arealistic concept for resolving the water crisis?", German Development Institute (DIE).

74- Irwin, R. W., (1992), "Water requirements of livestock", Ministry of Agriculture and Food, Ontario. http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/engineer/facts/86-053.htm, 18 Sept. 2002.

75- ITC, (2004), "PC-TAS version 1997-2001 in HS or SITC", CD-ROM, International Trade Centre, Geneva.

76- Jain, K.SH and K.V., (2007), "Status of virtual water trade from India Current science", Vol. 93, No 8.25, P 1093-1099

77- Jermar, M.K., (1987), "Developments in water science: Water resources and water management", pp. 204-207. Elsevier Science Publishing Company Inc., The Netherlands. Kammerer, J.C. (1982) 'Estimated demand of water for different purposes, in: IWRA, (Ed.) Water for Human Consumption, pp. 161-168.

78- Kaufmann, D., Art K. and Mastruzzi, M., (2003), "Governance Matters III: Governance Indicators for 1996-2002", The world Bank, June 30.

79- Keng, H. s. and Nurhayati, B. sh. A., (2001), "Measuring Development progress: the Development Idicators for Malaysia", a paper Prepared for the UN Workshop on Development Indicators for the ASEAN Countries, Department of Statistics, Malaysia.

80- Khedr, H., Ehrich, R. and Fletcher, R., (1996), "Nature, rationale and accomplishments of the agricultural policy reforms,1987-1994", In: Fletcher, L.B. (Ed.), Egypt's Agriculture in a Reform Era. Iowa State University Press, Ames, Iowa.

81- Kollar K.L. and MacAuley, P., (1980), "Water use in United States industrial and commercial production", In: Gleick, P.H., (Ed.) Water in Crisis: A guide to the World's Fresh Water Resources, pp. 404-405.

82- Krieth, M., (1991), "Water Inputs in California food Production". Water Education Foundation: Sacramento.

83- Krugman, P.R and Obstfield, M., (1995), "International economics: theory and policy (3rd ed)", Harper Collins; New York.

84- Lee w., (2003), "Is Democracy More Expropriotive than Dictatorship? Tocquevillian wisdom Revisited", Journal of Development Economics, 71(1), pp 155-198.

85- Liu, J. and Savenije, H.H.G., (2008), "Food consumption patterns and their effect on water requirement in china UNESCO-IHE", Value of Water Reasearch Report Series No. 30

86- Llamas, M.R. and Custodio, E., (2003), "Intensive use of Groundwater– challenges and opportunities", Balkema Publishers Dordrecht, pp 13-31.

omoorepeyman.ir

87- Looper, L. M. and Waldner, D. N., (2000), "Water for Dairy Cattle", College of Agriculture and Home Economics. www.cahe.nmsu.edu, 1 Nov. 2002.
88- Merrett, S., (2003), "Virtual water and Occam's razor", Water Resources Consultant Occasional, 62, SOAS Water Issues Study Group School of Oriental and African Studies/King's College London University of London
89- Miller, G.T., (1998), "Living in the Environment (3rd ed.)", Wadsworth: Johannesburg
90- Mori K. (2003), "Virtual Water Trade in Global Governance", in Hoekstra ed. (2003).
91- Nandalal, K.D.W., Simonovic, Slobodan P., (2003), "State-of-the-art report on systems analysis methods for resolution of conflicts in water resources management", Technical documents in hydrology: PC-CP series, UNESCO.
92- Nassar, S., Sands, F.B., Omran, M.A., Krenz, R., (1996), "Crop production responses to the agricultural policyreforms", In: Fletcher, L.B. (Ed.), Eg,ypt's Agriculture in a Reform Era. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
93- NCDENR, (2002), "Water efficiency: Industry Specific Processes, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance", North Carolina Department of Environmental and Natural Resources. www.p2pays.org, 19 Sept. 2002.
94- NDSU, (1992), "Livestock and water", North Dakota State University. http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_DS085, 4 Oct. 2002. 57
95- Nielsen, M. and Haugoard, J., (2000) "Democracy, corruption and Human Development", University of Aarhus, Denmark, spring.
96- Nyagwambo, N.L., (1998), "Virtual water' as a water demand management tool: The Mupfure river basin case", MSc thesis DEW 045, IHE Delft, the Netherlands.
97- OECD, (2002), "Agricultural policies in OECD countries monitoring and evaluation", Paris.
98- Ohlsson, L. (1998), "Water and Social Resource Scarcity", An Issue Paper Commissioned by FAO/AGLW. Presented as a discussion paper for the 2nd FAO E-mail Conference on Managing Water Scarcity. WATSCAR 2.
99- Ohlsson, L., (1999), "Environment Scarcity and Conflict: A Study of Malthusian Concerns", Department of Peace and Development Research, Göteborg University ISBN 91-87380-43-9
100- Oki, T. and Kanae, S., (2004), "Virtual water trade and world water resources", Water Science & Technology, 49(7), pp 203-209.
101- Oki, T., M. Sato, A., Kawamura, M., Miyake, S., Kanae and Musiake, K., (2003), "Virtual water trade to Japan and in the world". In: Hoekstra, A.Y. (ed) 'Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade', Value of Water Research Report Series No 12. UNESCO-IHE Institute for Water Education , Delft, the Netherlands.
102- Pallas, P., (1986), "Water for Animals", FAO, Rome, Italy. http://www.fao.org/docrep/R7488E/r7488e00.htm, 2 Oct. 2002.
103- Paris, T.R., (2002), "Crop-animal systems in Asia: socio-economic benefits and impacts on rural livelihoods", Agricultural Systems, 71, pp. 147-168. www.elsevier.com/locate/agsy.
104- Pirelli, G. J., Weedman-Gunkel, and Weber, D. W., (2000), "Beef production for small farms: An overview, Oregon State University". http://eesc.orst.edu/agcomwebfile/edmaton/, 11 Oct. 2002.
105- Postel, S.L., G.C. Daily, and Ehrlich, P.R., (1996), "Human appropriation of renewable fresh water", Science271, pp 785-788.
106- Ramirez, A. and Ranis, G., (1997), "Economic Growth and Human Deveiopment", YALE University, Center Discussion, 787, December.

omoorepeyman.ir

107- Raskin, P., P. Gleick, P. Kirshen, G. Pontius and Strzepek, K., (1997), "Water futures: Assessment of longrange patterns and problems Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world", Stockholm Environment Institute, Stockholm, Sweden.
108- Renault D. and Wallender, W.W., (2000), "Nutritional Water Productivity and Diets: From « Crop per drop »towards « Nutrition per drop »", Agricultural Water Management, 45, pp 275-296.
109- Renault, D., (2002), "La valeur de l'eau virtuelle dans la gestion de l'alimentation humaine", Actes des 27emes journées de la Société Hydrotechnique de France, Eau et Economie, 24-26 septembre 2002,8p.
110- Renault, D., (2003), "Value of virtual water in food: Principles and virtues", In: Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Value of Water Research Report Series No. 12, ed.
111- Rockstrom, J. and Gordon, L., (2001), "Assessment of green water flows to sustain major biomes of the world: implications for future ecohydrological landscape management", Phys. Chem. Earth (B), 26, pp 843-851.
112- Rodgers, P., (2003), "Keynote address", Stockholm International Water Symposium – August 2003.
113- Rosegrant M. and Ringler, C., (1999), "Impact on food security and rural development of re-allocating water from agriculture", IFPRI, Washington DC.
114- Rosegrant, M.W. and Svendsen, M., (1993), "Asian food production in the 1990s: Irrigation investment and management policy". Food Policy, 18(2), pp. 13-32.
115- Russell, B., (1996), "History of Western Philosophy and its Connection with Political and Social Circumstances from the Earliest Times to the Present Day", London: Routledge.
116- SARPN, (2002), "Regional Poverty Indicators", www.sarpn.org
117- Seckler, D., R. Barker and Amarasinghe, U., (1999), "Water scarcity in the twenty-first century", Water Resources Development, 15 (1), pp 29-42.
118- Shiklomanov, I.A., (1997), "Assessment of water resources and water availability in the world, Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world", World Meteorological Organisation, Geneva.
119- Smith, M., R.G. Allen, J.L. Monteith, A. Perrier, L.S. Pereira, and Segeren, A., (1992), "Report on the Expert Consultation on revision of FAO methodologies for crop water requirements", FAO, Rome, Italy, 28-31 May 1990.
120- Statistics Canada, (2002), "Livestock feed requirement study 1999 – 2000", Agriculture Division, Statistics Canada, Ottawa, Ontario. http://www.statcan.ca/cgi-bin/downpub.cgi, 2 Oct. 2002.
121- Stoner, R., (1994), "Future irrigation planning in Egypt", In: Howell, P.P., Allan, J.A. (Eds.), The Nile: Sharing a Scarce Resource. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
122- Turton, A.R., (1998), "The Hydropolitics of Southern Africa: The Case of the Zambezi River Basin as an Area of Potential Co-Operation Based on Allan's Concept of Virtual Water", Unpublished M.A. Dissertation, Department of Political Science, Pretoria: University of South Africa (UNISA)
123- Turton, A.R., (1999), "Water Scarcity and Social Adaptive Capacity: Towards an Understanding of the Social Dynamics of Water Demand Management in Developing Countries", MEWREW Occasional Paper No. 9. Water Issues Study Group, School of Oriental and African Studies (SOAS), University of London. Available from: Websit http://www.soas.ac.uk/Geography/WaterIssues/OccasionalPapers/home.html

omoorepeyman.ir

124- Turton, A.R., (2000a), "Precipitation, People, Pipelines and Power in Southern Africa: Towards a 'Virtual Water'-based Political Ecology Discourse". In Stott, P. & Sullivan, S. (Eds.) Political Ecology: Science, Myth and Power. London: Arnold & New York: Oxford University Press ISBN 0 340-76165 2
125- Turton, A.R., (2000b), "Water and Sustainable Development: A Southern Perspective. Forthcoming in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)" London: EOLSS Publishers. Available in Draft from Website http://www.up.ac.za/academic/libarts/polsci/awiru
126- Turton, A.R. and L. Ohlsson, (1999), "Water Scarcity and Social Stability: Towards a Deeper Understanding of the Key Concepts Needed to Manage Water Scarcity in Developing Countries". Paper presented to the 9th Stockholm Water Symposium. Available in Draft from Website http://www.soas.ac.uk/Geography/WaterIssues/OccasionalPaper/home.html
127- Turton, A.R. and Meissner, R., (2000), "The Hydrosocial Contract and its Manifestation in Society: A South African Case Study", Forthcoming chapter in a book as yet untitled. Available in Draft from Website http://www.up.ac.za/academic/libarts/polsci/awiru
128- Twort, A.C., Ratnayaka, D.D. and Brandt, M.J., (2000), "Water supply". Fifth edn, pp. 15-18. Arnold, London.
129- UMCE, (2002), "Watering System for Livestock", Bulletin 7129. http://www.umaine.edu/waterquality/default.htm, 27 Sept. 2002.
130- UNDP, Human Development Report, (2002), Newyork, Oxford University press.
131- UNDP, (2003), "Human Development Repor", Newyork, Oxford University press.
132- United Nation Development Programms, (1997), "International Conference on Governance for Sustainable Growth and Equity", Newyork, 1997.
133- UNSD, (2001), "Personal Computer Trade Analysis System", PC-TAS (CD-ROM). United Nations Statistics Division, New York, USA.
134- US-AEP, (2002), "Clean Technologies in U.S. Industries: Focus on Food Processing", Water use in Food Industry, United States-Asia Environmental Partnership. http://www.usaep.org/reports/food.htm, 12 Sept. 2002.
135- USDA, (1998), "Chickens and Eggs Final Estimates 1994-97", United States Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service. http://www.usda.gov/nass/, 7 Nov. 2002.
136- USDA, (2002a), "Agriculture fact book 2000", U.S. Department of Agriculture, Office of communication. http://www.usda.gov, 11 Oct. 2002.
137- USDA, (2002b), "Milk cows and production: Final estimates 1993-1997", United States Department of Agriculture, National agricultural statistical services. http://www.ers.usda.gov, 10 Oct. 2002. 58
138- USDA, (2002c), "Livestock Slaughter: 2001 Summary", United States Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service. http://www.ers.usda.gov, 8 Oct. 2002.
139- USDA, (2002d), "Livestock feeding and feed imports in the European Union - A decade of change", United States Department of Agriculture. http://www.ers.usda.gov, 11 Oct. 2002.
140- Van der Leeden, F., F.L. Troise and Todd, D.K., (1990), "The water encyclopedia", Second edn, pp. 356-394. Lewis Publishers, Chelsea, Michigan, USA.
141- Van Oel, P. R, Mekonne, N and Hoekstra, A., (2008), "The external water footprint of Netherlands quantification and impact assessment UNESCO-IHE", Value of Water Reasearch Report Series No. 33

omoorepeyman.ir

142- Wackernagel, M. and Rees, W., (1996), "Our ecological footprint: Reducing human impact on the Earth", New Society Publishers, Gabriola Island, B.C., Canada.
143- Wackernagel, M., L. Onisto, A.C. Linares, I.S.L. Falfan, J.M. Garcia, I.S. Guerrero and Guerrero, M.G.S., (1997), "Ecological footprints of nations: How much nature do they use? - How much nature do they have? Centre for Sustainability Studies", Universidad Anahuac de Xalapa, Mexico.
144- Ward, P.N., (1993), "Systems of agricultural production in the Delta", In: Craig, G.M. (Ed.), The Agriculture of Egypt.Oxford University Press, Oxford.
145- Warner, J., (2003), "Virtual water – virtual benefits", In Hoekstra ed. (2003).
146- Wichelns, D., (2001), "The role of 'virtual water' in efforts to achieve food securities and other national goals, with an example from Egypt", Agriculture Water Management, 49, pp. 131-151. www.elsevier.com/locate/agwat.
147- Wichelns, D., (2004), "The policy relevance of virtual water can be enhanced by considering comparative advantages", Agricultural Water Management, 66(1), pp. 49-63.
148- Wilford, J. N., (1994), "Among the Dying species Are Lost Tribes of Mankind", New york Times. January 2, section 4.
149- Wollstonecraft, M., (1792), "Vindication of the Rigbts of woman: with stristues on political and Moral subjects", London: Joseph Jonhson.
150- World Bank, (1992a), "The world Bank Annual Report", Washington, D.C.
151- World Bank, (1993a), "The World Bank approach to water allocation and management in the Middle East and North Africa", Washington D.C., The World Bank.
152- World Bank, (1993b), "Water resources management", Washington DC, The World Bank, A World Bank Policy Paper, 140 pp. ISBN 0 8213 2638 8.
153- World Bank, (1996), "Pollution Prevention and Abatement: Meat Processing and Rendering", Draft Technical Background Document. pp. 337-340. Environment Department, Washington, D.C.
154- World Bank, (2002), "World development indicator data query", The World Bank Group. http://devdata.worldbank.org/data-query/NewCountries.htm, 11 Nov. 2002.
155- WUR, (2002), "Plant, Animal, Man & Environment", PAME, course material of the Wageningen University and Research Centre. http://www.dpw.wau.nl/pdmm/3-ANIMAL/PECONCEPTON/pec01.htm and its links, 20 Sept. 2002.
156- Yegnes, A., (2001), "Virtual water export from Israel: Quantities, driving forces and consequences", M.Sc. thesis DEW 166, IHE Delft, The Netherlands.
157- Yang, H. Wang, L. Abbaspour and Zehender, A. J. B., (2006), "Virtual water trade: an assessment of water use efficiency in the international food trade", Hydrology and earth system science, Vol 10, P 443-454
158- Yang, H. and A. J.B. Zehnder, (2002), "Water scarcity and food import: A case study for Southern Mediterranean countries", World development, 30(8), pp. 1413-1430.
159- Yang, H., P. Reichert, K.C. Abbaspour and A.J.B. Zehnder, (2003), "A water resources threshold and its implications for food security", In: Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade' Value of Water Research Report Series No. 12, ed. A. Y. Hoekstra, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
160- Zimmer, D. and Renault, D., (2003), "Virtual water in food production and global trade: Review ofmethodological issues and preliminary results", In: Hoekstra (ed) 'Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade', Value of Water Research Report Series No. 12, UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, the Netherlands.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از چهل سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر هفتصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی **nezamfanni.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

omoorepeyman.ir

Manual on Relationship Between Iran`s Water Resources Balance and Virtual Water Trade [No. 761]

Executive Body:	Shiraz university and Sangab Zagros Consulting Engineering Co.
Project Advisers:	Dariush Mokhtari Touraj Keshavarz

Authors & Contributors Committee:

Dariush Mokhtari	Freelance Expert	M.Sc. in Agricultural Economics
Gholamreza Soltani	Shiraz university	Ph.D. in Agricultural Economics
Touraj Keshavarz	Sangab Zagros Consulting Engineering Co.	M.Sc. In Hydrogeology
Mazda company zare	Shiraz university	Ph.D. in Hydrology
Seyfollah Amin	Shiraz university	Ph.D. in Soil Conservation
Afrasiyab Barzegar	Sangab Zagros Consulting Engineering	M.Sc. In Hydrogeology

Supervisory Committee:

Abbasgholi Jahani	Bahan Sad Consulting Engineering Co.	M.Sc. in Hydrology Engineering
Mohammad Ebrahim Raeisi	Mahab Ghods Consulting Engineering co.	M.Sc. in Agricultural Economics
Fatemeh Ghobadi Hamzekhani	Ministry of Energy Office of technical criteria & regulations in water industry	Ph.D. in Civil Engineering (Water)

Confirmation Committee:

Bahram Saghafian	Islamic Azad University, Sceience and Research Branch	Ph.D. in Civil Engineering (Water Resources)
Fazlali Jafarian	Freelance Expert	B.Sc. in Geology Engineering
Abbasgholi Jahani	Bahan Sad Consulting Engineering Co.	M.Sc. in Hydrology Engineering
Peyman Daneshkar Arasteh	Imam Khomeini International University of Ghazvin	Ph.D. in Irrigation Engineering
Fatemeh Ghobadi Hamzekhani	Ministry of Energy Office of technical criteria & regulations in water industry	Ph.D. in Civil Engineering (Water)
Hasan Naghavi	Iran water resources management co.	M.Sc. in Groundwater Engineering

Steering Committee: (Plan and Budgest Organization)

Alireza Toutounchi	Deputy of Technical and Executive Affairs Department
Farzaneh Agharamezanali	Head of Water & Agriculture Group, Technical and Executive Affairs Department
Seyed Vahidedin Rezvani	Expert in Irrigation and Drainage Engineering, Technical and Executive Affairs Department

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

Abstract

Virtual water is defined as the volume of water required to produce a commodity or service. A water-scarce country might wish to import products that require a lot of water in their production (water-intensive products) and export products or services that require less water (water extensive products). This implies net import of 'virtual water' (as opposed to import of real water, which is generally too expensive) and will relieve the pressure on the nation's own water resources.

Virtual water is one of the four resources of water, three resources of which are actual, including: Blue water (is water that has been sourced from surface or groundwater resources), green water (is water from precipitation that is stored in the root zone of the soil and evaporated, transpired or incorporated by plants) and grey water (waste, salty and polluted water). In traditional water balance calculations, main water resources are blue and gray water resources, and two other resources (virtual and green water) are not considered in the water cycle process.

The explanation of relation between actual and virtual water resources represents the relation between virtual water trade and water resources balance. Moreover, the traditional water resources balance, are a closed cycle, but by linking with virtual water resources, the cycle is no longer closed and we faced by water resources processes and relations between four water resources mentioned above.

Based on the findings of this manual, general stages for determining the relationship between water resources balance and virtual water trade is described in four chapters.

Finally based on the methodology of this study, user-friendly software for determining virtual water components has been prepared with its application guide.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Manual on Relationship Between Iran's Water Resources Balance and Virtual Water Trade

No. 761

Deputy of Technical, Infrastructure and Production Affairs

Department of Technical & Executive affairs, Consultants and Contractors

nezamfanni.ir

Ministry of Energy

Water and Wastewater Standards and Projects Bureau

seso.moe.org.ir

2019

omoorepeyman.ir

این ضابطه

با هدف تبیین جزییات مفهوم آب مجازی و ارائه مراحل کلی تعیین رابطه بـیلان منـابع آب کشـور بـا تجـارت آب مجـازی، در دو گـام «شناسـایی و تعیـین منـابع چهارگانـه‌ی آب و نحـوه‌ی پیونـد آن‌هـا» و «تعیـین مقـادیر (محتویات) منابع چهارگانه‌ی آب» تهیه گردیده است.

omoorepeyman.ir