

سنجش رد پای آب بخش‌های اقتصادی در ایران با رهیافت ماتریس حسابداری اجتماعی (SAM)

سید کمال صادقی، زهرا کریمی تکانلو، محمد علی متفکر آزاد، حسین اصغر پور

قورچی و یعقوب اندایش *

تاریخ وصول: ۱۳۹۴/۶/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱

چکیده:

هر کشوری با توجه به موقعیت زیستی خود، ظرفیت مشخصی برای بهره برداری از منابع آبی دارد که این ظرفیت توسط ظرفیت اکولوژیکی محاسبه می‌گردد. استفاده بیش از حد، از این ظرفیت اثرات مخربی به محیط زیست دارد که این تبعات منفی با توجه به نحوه به‌کارگیری آب توسط خانوارها و بخش‌های تولیدی متفاوت خواهد بود. با توجه به اهمیت آب، در زندگی انسان‌ها و حفظ محیط زیست، این پژوهش با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ به مطالعه اثرات مصرف واسطه‌ای بخش‌های اقتصادی بر رد پای اکولوژیک آب در ایران می‌پردازد. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که کل رد پای آب داخلی و وارداتی در بخش‌های مختلف اقتصادی برابر با ۹۷/۷ میلیارد متر مکعب بوده است که ۸۸ درصد از آن داخلی و ۱۲ درصد دیگر وارداتی بوده است. تولید در زیربخش‌های اقتصادی گندم، گاو و گاومیش، گوسفند، بز و سایر حیوانات زنده بجز ماکیان، سایر نباتات صنعتی، ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها بیشترین رد پای داخلی و وارداتی را داشته و در مجموع ۶۶ درصد از رد پای آب کل بخش‌های اقتصادی را به خود اختصاص داده‌اند. زیر بخش‌های خدمات رتبه‌های آخر را در این زمینه به خود اختصاص داده‌اند.

طبقه‌بندی JEL: P28، Q25، Q53، Q56، Q57

واژه‌های کلیدی: رد پای اکولوژیک آب، ماتریس حسابداری اجتماعی، ظرفیت اکولوژیکی، ظرفیت بهره برداری از منابع آبی

* به ترتیب، دانشیار، استادیار، استاد، دانشیار و دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه تبریز.

۱- مقدمه

رشد و توسعه اقتصادی بالاتر از رشد بهره‌وری، مستلزم به‌کارگیری منابع طبیعی بیشتر جهت افزایش تولید و درآمد سرانه می‌باشد که این امر با رشد جمعیت در نیم قرن اخیر شدت یافته است. هر چند پیشرفت تکنولوژی در کنار ارتقاء برنامه آموزشی و بهداشتی توانسته بشر را در تأمین سرمایه‌های انسانی و فیزیکی مورد نیاز یاری کند، اما اهمیت نقش منابع طبیعی در فرایند تولید و تأمین نیازهای اساسی زندگی انسان‌ها نشان می‌دهد که سرنوشت جامعه بشری هنوز وابسته به خدمات زیست محیطی و طبیعت است. با افزایش جمعیت و تولید بیشتر استفاده از منابع طبیعی افزون‌تر گردید و با وجود محدودیت‌های منابع مشکلات زیست محیطی و انسانی ایجاد شد. یکی از این نوع منابع، منابع آبی هستند که بنا به وضعیت کشورها می‌تواند برخی از آن‌ها را با مشکلات جدی روبه‌رو کند. نگرانی و تلاش متخصصان و صاحب نظران عرصه اقتصاد محیط زیست برای حل این مسئله، به ظهور نخستین تحول در بینش و نگرش درباره الگوهای سنتی رشد اقتصادی در اواخر دهه ۱۹۶۰ منجر شد. در سال ۱۹۷۱ در سوئیس، ۱۹۷۲ در استکهلم سوئد، کمیسیون برانتلند^۱ در سال ۱۹۸۷ و کنفرانس ۱۹۹۲ ریودوژانیرو برزیل در جهت حمایت از محیط زیست تصویب گردید که کشورها متعهد به اعمال سیاست‌های توسعه، با تأکید بر رویکرد زیست محیطی باشند. (گزارش کمیسیون برانتلند، ۱۹۸۷ بند ۵ و کنفرانس محیط زیست و توسعه سازمان ملل، ۱۹۹۲، قاعده ۱).

به هر حال با اهمیت یافتن مسائل زیست محیطی در سطح بین‌الملل، اکثر کشورها سعی در پیاده‌سازی سیاست‌هایی در این مورد کردند اگر چه سرعت آن در برخی کشورها بیشتر و در برخی پایین بود.

سپس برای سنجش دقیق‌تر اصطلاح پایداری، طیف وسیعی از تحلیلگران اقتصاد محیط زیست، ردپای اکولوژیک منابع طبیعی^۲ را معرفی نموده‌اند ردپای اکولوژیک، یک معیار پایداری است که مقدار خدمات زیست محیطی به‌کار رفته ناشی از منابع آب و زمین برای تولید کالاها و خدمات و جذب ضایعات و آلودگی حاصل از آن‌ها برای مصرف یک جامعه انسانی مشخص را نشان می‌دهد (ریس،

^۱ Brundtland Report

^۲ Ecological Natural Resource Footprint

۲۰۱۲ ص ۱۱). در حال حاضر محققان سه نوع ردپای اکولوژیک زمین، آب و کربن را محاسبه می‌نمایند. در ردپای اکولوژیک زمین، معلوم می‌شود در یک اقتصاد چه مقدار از زمین استفاده می‌شود و تراز بوم شناختی زمین مشخص می‌گردد. در ردپای اکولوژیک آب، مقدار آب مصرفی مستقیم و غیر مستقیم برآورد می‌گردد. اینکه بخش‌های تولیدی به صورت مستقیم چقدر آب مصرف می‌کنند و در کالاها و خدمات مصرفی آنها به چه میزان آب استفاده شده است و اینکه با توجه به توسعه پایدار آیا از منابع آبی به نسبت ظرفیت آن استفاده می‌گردد یا خیر.

امروز با این واقعیت انکارناپذیر روبه‌رو هستیم که الگویی مشخص و واحد برای مصرف و تولید در اختیار نداریم و بیشتر به الگوهایی قدیمی بسنده می‌کنیم که در این برهه از زمان کارآمدی خود را از دست داده است، همین مسأله سبب شده تا ایران در الگوی مصرف آب بیشتر از الگوهای جهانی باشد به گونه‌ای که گفته می‌شود سرانه مصرف آب در ایران چند برابر سرانه مصرف جهانی است.

با توجه به محدود بودن منابع آبی وقوع بحران آبی در آینده، دور از انتظار نمی‌باشد که این پدیده می‌تواند پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی فراوانی در پی داشته باشد. برآوردها نشان می‌دهند که در سال ۱۴۱۰ (کمتر از ۲۰ سال) ایران به جرگه کشورهای در تنش آبی خواهد پیوست (بانک مرکزی، ۱۳۹۳).

ادبیات موجود نشان می‌دهد که پژوهش‌گران از دو روش در سنجش ردپای اکولوژیک استفاده می‌کنند. روش اول ماهیت کلان دارد و بر مبنای مصرف آشکار منابع موردنظر (آب) به کار رفته در تولید کالاها و خدمات داخلی به‌علاوه منابع به کار رفته در تولید کالاها و خدمات واردات منهای منابع به کار رفته در تولید کالاها و خدمات صادرات محاسبه می‌گردد که اولین بار توسط واکرناگل و ریس در سال ۱۹۹۶ مطرح شد. اما به‌کارگیری روش مذکور نمی‌تواند وضعیت ردپای اکولوژیک را در جهت مدیریت منابع در سطح بخش‌های مختلف اقتصادی آشکار نماید. برای برون رفت از این مسأله، طیف وسیعی از پژوهشگران مثل هابک^۳،

³ Hubacek

لزن^۴، موری^۵، فرنگ^۶، بیکنل^۷ و گیلجوم^۸ روش دومی را در قالب نظام حسابداری بخشی به شکل جدول داده-ستانده مبنای محاسبه این شاخص قرار داده‌اند. کانون اصلی مقاله حاضر، سنجش ردپای اکولوژیک آب بخش‌های اقتصادی با رویکرد دوم و از طریق الگوی ماتریس حسابداری اجتماعی می‌باشد که با هدف بررسی اثرات مصرف واسطه بخش‌های تولیدی در مصرف مستقیم و غیر مستقیم آب در ایران، در تلاش به پاسخ این سوال است که رد پای آب کل بخش‌های تولیدی اعم از مصرف داخلی و واردات چه مقدار است، کدام بخش‌ها رد پای آب بیشتری و بخش‌های تولیدی چند درصد از کل رد پای آب در کشور را تشکیل می‌دهند. قابل توجه است که فقط رد پای آب آبی در این تحقیق محاسبه شده است. بدین منظور ابتدا بر پیشینه مطالعات خارجی و داخلی در زمینه رد پای آب مروری صورت می‌گیرد. سپس روش ماتریس حسابداری اجتماعی و چگونگی به‌کارگیری آن در محاسبه رد پای آب و پایه‌های آماری تشریح می‌گردد. در ادامه یافته‌های رد پای بخش‌های اقتصادی تحلیل و سرانجام به نتیجه‌گیری پرداخته می‌شود.

۲- مروری بر ادبیات موضوع

۲-۱- مبانی نظری

در اوایل دهه ۱۹۹۰، اصطلاح ردپای اکولوژیک با عبارت آستانه تحمل مناسب نخستین بار در رساله دکتری ماتیس واکرناگل در دانشکده جامعه و برنامه‌ریزی منطقه‌ای دانشگاه بریتیش کلمبیا مطرح شد، سپس این اصطلاح توسط واکرناگل و ریس (۱۹۹۶) در کتاب «ردپای اکولوژیک ما: کاهش تاثیر انسان بر روی زمین» در مجامع علمی رایج شد.

هوکسترا^۹ و چاگاین^{۱۰} (۲۰۰۷)، مفهوم ردپای آب و آب مجازی را به هم پیوند می‌دهند، چون اولین گام در تعیین ردپای آب هر کشور، محاسبه

⁴ Lenzen

⁵ Murray

⁶ Freng

⁷ Bicknell

⁸ Giljum

⁹ Hoekstra

¹⁰ Chapagain

جریان های ورودی و خروجی آب مجازی آن کشور است. واژه آب مجازی برای اولین بار توسط آلن در سال ۱۹۹۳ مطرح شد (آلن^{۱۱}، ۲۰۰۳). با توجه بیشتر دانشمندان و محققان به مفهوم آب مجازی، انجام محاسبات کمی در این زمینه آغاز شد. محاسبات انجام شده از جابجایی جریان عظیمی از آب که به طور مجازی با تجارت کالاهای آب بر در حال جریان است، خبر می دهد.

در چرخه هیدرولوژی، منابع آب به دو دسته آب آبی و آب سبز تقسیم بندی می شوند. آب های زیرزمینی و آب های سطحی آب آبی را تشکیل می دهند، در حالی که به رطوبت خاک در مناطق غیر اشباع آب سبز می گویند.

آب سبز برای اولین بار توسط فالکنمارک^{۱۲} (۱۹۹۵) معرفی شد تا اینکه بتوان با تفکیک آن از آب آبی با تقسیم بندی مناسبی از منابع آب، راحت تر آن را مدیریت کرد. همچنین با استفاده از این مفهوم جدید بتوان به ارزیابی دقیق تری از نقش آب در تولید محصولات کشاورزی در مناطق نیمه خشک پرداخت. در مقایسه با آب آبی، آب سبز منبع بزرگتری از نظر حجم ذخایر آب شیرین و مشارکت در تولید مواد غذایی است، ۶۵ درصد از نزولات آسمانی به آب سبز و باقی به آب آبی تبدیل می شود.

بنا به نظر ون اول^{۱۳} و همکاران (۲۰۰۸)، رد پای آب شامل سه مؤلفه است: رد پای آب آبی، سبز و خاکستری. رد پای آب آبی حجم آبی است که از منابع جهانی آب آبی (آب های سطحی و زیرزمینی) برای تولید کالا و خدمات مصرفی ساکنان یک کشور مصرف می شود. رد پای آب سبز از منابع جهانی آب سبز (بارش ذخیره شده در خاک به عنوان رطوبت خاک) مصرف می شود و رد پای آب خاکستری حجم آبی است که به واسطه تولید کالا در بخش های مختلف کشور آلوده می شود. نحوه محاسبه آب خاکستری معادل حجم آبی است که برای رفع آلودگی آب و رسیدن کیفیت آن به سطح استاندارد و قابل قبول نیاز است.

به هر حال شاخص رد پای آب تصویری مناسب از الگوی آب مصرفی یک کشور و یا هر محدوده جغرافیایی دیگر در تولید خود در زمان مشخص و همچنین جریانات آب مجازی هر محدوده جغرافیایی با سایرین را مورد توجه قرار می دهد. ولی باید توجه کرد که این شاخص با توجه متغیرهای متفاوت چون جمعیت،

¹¹ Allan

¹² Falkenmark

¹³ Van Oel

حجم تولیدات، جریان‌های تجاری و منابع آبی در محدوده‌های جغرافیایی متفاوت، محاسبه می‌شود؛ تحت این شرایط قابلیت مقایسه شاخص ردپای آب در کشورها و مناطق و ... کار بسیار سختی خواهد بود. بنابراین نمی‌توان گفت شاخص ردپای آب کمتر وضعیت بهتری را نشان می‌دهد. همچنین براساس مشاهدات جهانی، که در ادامه ارائه می‌شود، حتی نمی‌توان رابطه‌ای بین حجم منابع آبی و ردپای آب در کشورهای مختلف، پیدا کرد. شاخص ردپای آب با حجم تولیدات یک کشور رابطه مستقیم دارد و اغلب اقتصادهای بزرگ شاخص ردپای آب بیشتری نسبت به سایر کشورها دارند.

۲-۲- پیشینه مطالعات

الگوهای کلان با ماهیت تعادل جزئی شاخص کلی از وضعیت ردپای آب در تولیدات یک کشور را نشان می‌دهد. این شاخص را نیز می‌توان در یک بخش خاص اقتصادی، منطقه، شهر، روستا و ... محاسبه نمود. برخلاف الگوی کلان با ماهیت تعادل جزئی در الگوی بخشی با ماهیت تعادل عمومی شاخص ردپای آب و تجارت آب مجازی را در سطح بخش‌ها مختلف مورد ملاحظه قرار می‌دهد و همچنین شاخص کلی برای محدوده جغرافیایی نیز ارائه می‌دهد. همچنین به‌کارگیری الگوی داده-ستانده علاوه بر محاسبه شاخص ردپای آب در سطح بخش‌های مختلف اقتصادی، ردپای انواع آب مجازی وارداتی واسطه‌ای و نهایی، ردپای آب مصرفی در تولیدات داخلی و ردپای آب به‌کاررفته در تولیدات صادراتی را چه در بخش‌های مختلف اقتصادی و چه در سطح ملی را امکان پذیر می‌نماید. بنابراین این روش برخلاف شاخص‌های کلان ملاحظات بخشی و تفکیک انواع تولیدات و همچنین واردات و تفکیک جریان‌های آب مجازی تصویر واقع بینانه‌تری از وضعیت مقادیر آب مصرفی در یک اقتصاد نشان می‌دهد. طیف وسیعی از پژوهش‌ها با استفاده از رویکرد داده-ستانده، شاخص ردپای آب و تجارت آب مجازی را در سطوح بخشی و منطقه‌ای مورد محاسبه و تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. برخی از این مطالعات عبارتند از:

بیکنل^{۱۴} و همکاران (۱۹۹۸) ضمن بررسی نارسایی‌های سنجش ردپای اکولوژیک در سطح کلان تلاش می‌کند تا برای نخستین بار ردپای اکولوژیک را در

¹⁴ Bicknell

چارچوب الگوی داده-ستانده مورد سنجش قرار دهد. در این پژوهش ردپای اکولوژیک کل نیوزلند با استفاده از اطلاعات کاربری زمین و ترکیب ضریب فزاینده انرژی به کار رفته در چارچوب جدول داده-ستانده ۸۰ بخشی محاسبه شده است. فرنگ (۲۰۰۱) ضمن اشاره به برخی نارسایی های روش پیشنهادی بیکنل و همکارانش، برای برآورد ردپای اکولوژیک مرتبط با فعالیت های تولیدی، به جای ضریب فزاینده تجمیع شده زمین در سنجش ردپای اکولوژیک از ضریب فزاینده ترکیبی زمین استفاده می کند.

در کار پژوهشی لنزن و مورای^{۱۵} (۲۰۰۱)، ضمن محاسبه ردپای اکولوژیک استرالیا براساس کاربری واقعی زمین در چارچوب داده-ستانده، روش بیکنل و همکارانش اصلاح و روش جدیدی برای محاسبه این شاخص ارائه می دهند. همچنین لنزن و مورای (۲۰۰۳) در پژوهش دیگری نشان می دهند چگونه می توان تحلیل داده-ستانده را برای محاسبه ردپای اکولوژیک ملی و ناحیه ای به منظور تجزیه حساب ردپا در لایه های تولید و تبیین کمی رابطه بین عوامل اجتماعی-اقتصادی (مانند مخارج خانوار) و جمعیتی و سنجش ردپای اکولوژیک بسط داد.

ژانگ^{۱۶} و همکاران (۲۰۱۱)، ردپای آب شهر پکن در چارچوب یک جدول داده - ستانده بین منطقه ای با تمرکز بر روی منابع آبی و مصرف آب ارزیابی کرده اند. ارتباط درونی منابع آبی بین پکن و سایر استان های چین با ویژگی های بخشی تحلیل شده که نتایج آن نشان می دهد، رد پای کل آب پکن یک میلیون مترمکعب در سال معادل ۵۱ درصد ردپای آب خارجی به دست آمده از طریق واردات آب مجازی می باشد. بخش کشاورزی معادل ۵۶ درصد منابع خارجی، بیشترین ردپای آب را دارد.

هاباسک^{۱۷} و همکارانش (۲۰۰۹) در پژوهشی، به بررسی جریان و سناریو فعلی شامل تجزیه و تحلیل رشد جمعیت، رشد درآمد سرانه، شهرنشینی و تغییرات شیوه زندگی و نیز تغییرات ساختاری اقتصادی، تغییر فنی و تغییرات در بهره وری منابع و دیگر روندهای مهم اجتماعی - اقتصادی در چین پرداخته اند. پیامدهای این تغییرات برای پکن تحلیل و سپس با همین تغییرات برای چین در

¹⁵ Lenzen and Murray

¹⁶ Zhang

¹⁷ Hubacek

سال ۲۰۲۰ که با استفاده از تجزیه و تحلیل داده-ستانده در ترکیب با ردپای بوم شناختی و ردپای آب مدلسازی برای چین انجام شده، مقایسه شده است. نتایج حاصل از سناریوهای این مقاله حاکی از آن است که چالش چین برای دستیابی به رشد اقتصادی با افزایش مشکلات زیست محیطی همراه می‌باشد. طراحی شهرسازی پایدار می‌تواند مشوق سبک زندگی‌هایی باشد که ردپای بوم شناختی و ردپای آب آن کمتر از سطح فعلی بریتانیا و سطح پیش بینی شده برای چین در سال ۲۰۲۰ باشد. از این‌رو، توانایی ایجاد جوامع پایدار در آینده، چالش کلیدی برای چین خواهد بود.

گاریدو^{۱۸} و همکاران (۲۰۱۰) در کتابی به بررسی رد پای آب و تجارت آب در اسپانیا پرداختند. در این کتاب با استفاده از روش رد پای اکولوژیک بیان شد که در بسیاری از کشورهای خشک و نیمه خشک، مدیریت منابع آب از مسائل مهم می‌باشد و علت اصلی مسائل آب عمدتاً به علت مدیریت نادرست آن می‌باشد.

بررسی اجمالی مطالعات خارجی حاکی از اهمیت سنجش ردپای اکولوژیک در سطح بخش‌های مختلف اقتصادی است. در این مقاله تلاش می‌شود، فصل جدیدی از کاربرد ماتریس حسابداری اجتماعی در سنجش ردپای اکولوژیک آب در سطح بخش‌های مختلف و به تبع آن در کل اقتصاد در ایران باز شود.

اکثر پژوهش‌ها در ایران به جزء سه مورد از الگوهای کلان با ماهیت تحلیل‌های جزئی را مبنای محاسبه ردپای آب و آب مجازی قرار داده‌اند.

محمدی و تعالی مقدم (۱۳۹۰) در پژوهشی با روش رد پای اکولوژیک به بررسی مفهوم و اهمیت آب مجازی و تجارت آن در سطح ملی و بین‌المللی، میزان آب مجازی و روش‌های اندازه‌گیری آن در محصولات مختلف و عمده تولیدی بخش کشاورزی و تأثیر کاربرد تجارت آب مجازی در تولید محصولات کشاورزی و اثر آن بر منابع آب زیرزمینی پرداخته است. براساس مشاهدات این پژوهش در طی سالهای ۱۹۹۷-۲۰۰۱ میلادی، ایران در بخش کشاورزی با صادرات ۵ میلیارد متر مکعب و واردات ۱۹ میلیارد متر مکعب آب مجازی، واردکننده خالص آب مجازی است که همسو با نظریه تجارت بین‌الملل هکشر-اوهلین می‌باشد.

¹⁸ Garrido

در پژوهشی توسط عرب یزدی و همکارانش (۱۳۸۸)، رد پای اکولوژیک آب ایران بر مبنای داده های صادرات و واردات ۳۱ محصول کشاورزی شامل غلات (گندم، جو، ذرت و برنج)، محصولات صنعتی (چغندر قند، نیشکر، پنبه، توتون، تنباکو)، میوه ها (پرتقال، انگور، انار، سیب، انواع آلو، پسته، گردو، بادام، موز و کیوی)، دانه روغنی (سویا و آفتابگردان)، حبوبات (انواع لوبیا، عدس، نخود و ماش)، صیفی جات (سیب زمینی و گوجه فرنگی) و نباتات علوفه ای (ذرت علوفه ای، سورگوم و یونجه، چای و خرما در سال ۱۳۸۵ محاسبه شده که مقدار آن ۱۰۴ میلیارد مترمکعب می باشد. همچنین در این پژوهش از اصطلاح آب مجازی یعنی آب نهفته در هر واحد محصولات کشاورزی و یا آب مصرف شده برای تولید آن استفاده می گردد. نتایج این پژوهش نشان می دهد، در سال ۱۳۸۵ کشور با واردات خالص آب مجازی و کسر صادرات آب مجازی، بدون در نظر گرفتن راندمان آبیاری ۱۲ و بر مبنای راندمان آبیاری ۶۰ درصد، ۲۰ میلیارد مترمکعب از منابع داخلی خود را ذخیره کرده است که اگر قرار بود این مقدار محصول در داخل کشور تهیه شود، لازم بود ۱۱۲ میلیارد آب در کشاورزی مصرف شود که چنین مقداری در دسترس نمی باشد.

بانویی و عزیزمحمدی (۱۳۹۲) برای اولین بار رد پای بوم شناختی زمین در بخش های مختلف اقتصادی ایران با استفاده از رویکرد جدول داده- ستانده را مورد سنجش قرار داده اند که الگویی برای سایر محققان از جمله مقاله حاضر برای سنجش رد پای آب بخش های اقتصادی و خانوارها قرار گرفته است.

تفضلی (۱۳۹۳) در مطالعه خود با استفاده از الگوی داده- ستانده رد پای آب در سطح بخش های اقتصادی را مورد مطالعه قرار داده است. در این مطالعه از جدول داده ستانده سال ۱۳۸۵ که به هنگام شده جدول سال ۱۳۸۰ است، استفاده شده و نتایج بیانگر این هستند که ایران در سال ۱۳۸۵ صادرکننده خالص آب مجازی می باشد، که مغایر با نظریه هکشور-اولین در تجارت بین الملل است. براساس نتایج بدست آمده در سطح بخش های مختلف، زیر بخش های بخش کشاورزی حدود ۶۷ درصد از رد پای آب کل اقتصاد کشور را به خود اختصاص داده است. همچنین زیربخش های صنعت حدود ۱۶ درصد و سایر بخش ها ۱۷ درصد رد پای آب کل کشور را خود اختصاص داده اند.

بانویی و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای تحت عنوان به‌کارگیری تکنیک داده-ستانده برای محاسبه ردپای آب در ایران، با استفاده از روش داده ستانده و جدول تجمیع شده ۸ بخشی (کشاورزی، معدن، صنایع وابسته به کشاورزی، سایر صنایع، برق و گاز، آب، ساختمان و خدمات) سال ۱۳۹۰ ردپای آب ۸ بخش مورد نظر را محاسبه و نتیجه گرفته‌اند که ایران دارای تراز تجاری مثبت آب مجازی حدود ۵/۲ میلیون متر مکعب و ردپای آب سرانه در ایران بالاتر از میانگین جهانی است. نتیجه اول بر خلاف ادعای هوکسترا و چپاگین (۲۰۰۷) است که ایران را وارد کننده خالص آب مجازی می‌دانند.

بنابراین مطالعات داخلی اندک رد پای آب را با روش داده ستانده مورد سنجش قرار داده‌اند اما در این مقاله سعی بر آن است که در قالب ماتریس حسابداری اجتماعی استفاده و رد پای مستقیم و غیر مستقیم آب در همه بخش‌های موجود اقتصاد ایران محاسبه گردد.

۳- روش شناسی سنجش ردپای اکولوژیک آب در چارچوب ماتریس حسابداری اجتماعی و پایه‌های آماری

الگوی ماتریس حسابداری اجتماعی مانند سایر الگوهای اقتصادی دارای فروض متعددی است. مهم‌تر از همه کاربرد این الگو در تحلیل تجارت بین الملل و همچنین در سنجش ردپای اکولوژیک آب نیاز به دو فرض اساسی دیگر نیز دارد که عبارتند از:

در ماتریس حسابداری اجتماعی متعارف فرض می‌شود، کلیه نهاده‌های واسطه‌ای (تولید داخلی و واردات) بر مبنای فرض رقابتی بودن واردات، توسط بخش‌های داخلی (بومی) تولید می‌شود. تحت این وضعیت امکان تفکیک سهم ارزش افزوده و اشتغال بین تولید داخلی و واردات واسطه‌ای وجود ندارد.

همچنین فرض می‌شود، کل واردات یک متغیر برونزاست و مقدار آن بستگی به اندازه تقاضای واسطه‌ای و تقاضای نهایی داخلی ندارد. در این حالت، واردات خنثی بوده و هیچ نقشی را در ارزش افزوده و اشتغال ایفا نمی‌کند (وی^{۱۹} و همکاران، ۲۰۱۲ ص ۱۳۴۲).

بر اساس فروض فوق، کاربرد ماتریس حسابداری اجتماعی متعارف در حوزه های تجارت بین الملل و همچنین در ردپای اکولوژیک به دو علت اصلی نامناسب است. نخست آنکه، سنجش ردپای اکولوژیک هم منشأ داخلی دارد و هم منشأ خارجی. منشأ داخلی، مقدار آب به کار رفته در تولید کالاها و خدمات داخلی است که بخشی از آن توسط جمعیت آن کشور مصرف می شود و بخشی دیگر به صورت صادرات در سایر کشورها مصرف می گردد. دوم آنکه، کلیه بخش های اقتصادی خودکفا نیستند. یعنی برای تأمین نیازهای مصرف داخلی، بخش ها در فرایند تولید خود نیاز به واردات دارند. واردات کالاها و خدمات خارج از کشور مورد بررسی تولید شده و در فرایند این تولید، آب نیز استفاده شده است. بنابراین در سنجش ردپای اکولوژیک باید منشأ داخلی و خارجی را به طور همزمان مورد توجه قرار داد.

با توجه به توضیحات فوق، بررسی کمی سنجش ردپای اکولوژیک آب منوط به شناخت کافی ماتریس حسابداری اجتماعی است. با توجه به جایگاه واردات در ماتریس حسابداری اجتماعی، سه نوع جدول وجود دارند:

نوع اول: در سطر آخر واردات و ستون آخر صادرات آورده می شود اما این صادرات و واردات شامل کالاها و خدمات واسطه ای و نهایی با هم است که معلوم نمی کند چه میزان از آن به صورت واسطه ای و چه اندازه مصرف نهایی است.

نوع دوم: که ماتریس داخلی گویند در قسمت ماتریس واسطه بین بخشی فقط داده ستانده داخلی بین بخش ها را نشان می دهد و در سطر واردات، واردات واسطه ای گزارش می شود.

نوع سوم: که ماتریس واردات می نامند در قسمت ماتریس واسطه بین بخشی فقط داده ستانده وارداتی بین بخش ها را نشان می دهد و در سطر واردات، واردات نهایی گزارش می شود.

در ماتریس حسابداری اجتماعی نوع اول (متعارف)، واردات واسطه ای و واردات نهایی با ارقام متناظر داخلی ادغام شده و با توجه به دو فرض اساسی این نوع جداول، سنجش ردپای اکولوژیک آب با منشأ داخلی و خارجی در تأمین مصرف نهایی جامعه انسانی مشخص امکان پذیر نیست. بنابراین، باید همزمان از جدول نوع دوم و سوم که در آن واردات به واردات واسطه ای و واردات نهایی تفکیک شده استفاده نمود. از این رو در این مقاله با بهره گیری از ماتریس

حسابداری اجتماعی تدوین شده توسط مرکز پژوهش‌های مجلس ابتدا واردات واسطه و نهایی در این پژوهش تفکیک شده تا زمینه استفاده آن فراهم گردد. اما ساختار کلی الگوی ماتریس حسابداری اجتماعی از چهار ناحیه مشخص زیر تشکیل شده است. ناحیه I، سیکل کامل تولید، توزیع، مصرف را بین تولیدکنندگان، عوامل تولیدی، مصرف‌کنندگان نشان می‌دهد. در ناحیه I، اقلامی نظیر مصرف سایر نهادها، انباشت، صادرات و واردات، درآمد عوامل نیروی کار از دنیای خارج و درآمد نهادها از سایر نهادها و درآمد نهادها از دنیای خارج منظور شده‌اند که به اقلام تزریق‌ها معروفند. در ناحیه III نیز، اقلامی همچون پرداخت تولیدکنندگان به سایر نهادها و دنیای خارج، پرداخت عوامل تولید نیروی کار به دنیای خارج و پرداخت‌های نهادهای داخلی به سایر نهادها و دنیای خارج در نظر گرفته شده‌اند. این اقلام به اقلام نشتی‌ها معروفند. اقلام تزریقی‌ها و اقلام نشتی‌ها در کل و یا به تنهایی طیف وسیعی از سیاست‌های تصمیم‌گیری در قلمرو صادرات، توزیع درآمد ساختاری، توزیع درآمد نهادی، واردات، مالیات‌ها و یارانه‌ها را بیان می‌کنند. اقلام مربوطه به ناحیه (IV) که در واقع پیوند سایر حساب‌ها با سایر حساب‌ها را نشان می‌دهد.

مبنای محاسبه ماتریس فوق بر اساس ساختار جدول داده ستانده می‌باشد. می‌توان ماتریس واسطه بین بخشی، ماتریس مصرف و ارزش افزوده و بردار صادرات و واردات را با توجه به رویکرد تفکیک واردات بر اساس جدول ۱ ارائه داد. تراز این جدول برحسب عرضه داخلی و ستانده داخلی است. ماتریس مبادلات واسطه‌ای و تقاضای نهایی در این جدول، ماهیت بومی داشته و به آسانی می‌تواند مبنای سنجش ردپای اکولوژیک آب داخلی و خارجی قرار گیرد.

جدول ۱: ساختار کلی جدول داده ستانده با تفکیک واردات

بخش <i>j</i>	بخش ها			مصرف نهایی		ستانده (تقاضای داخلی)
	بخش ۱	بخش ۲	بخش ۳	تقاضای داخلی	صادرات	
بخش ۱	D_{11}	D_{12}	D_{13}	DF_1	E_1	X_1
بخش ۲	D_{21}	D_{22}	D_{23}	DF_2	E_2	X_2
بخش ۳	D_{31}	D_{32}	D_{33}	DF_3	E_3	X_3
ارزش افزوده (عوامل تولید)	V_1	V_2	V_3			V
واردات	M_1	M_2	M_3	M_f	.	M
ستانده (عرضه داخلی)	X_1	X_2	X_3			
مصرف فیزیکی آب (متر مکعب)	L_{11}	L_{12}	L_{13}			

مأخذ: پژوهش حاضر

روابط ریاضی جدول فوق در سنجش ردپای اکولوژیک به صورت زیر بیان می گردند (بانویی و عزیز محمدی، ۱۳۹۲)

۳-۱- محاسبه ضرایب داده-ستانده مستقیم داخلی

ضرایب داده-ستانده مستقیم داخلی که با نماد d_{ij} بیان شده، به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$d_{ij} = D = \begin{matrix} \frac{D_{11}}{X_1} & \dots & \frac{D_{13}}{X_3} & d_{11} & \dots & d_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{D_{31}}{X_1} & \dots & \frac{D_{33}}{X_3} & d_{31} & \dots & d_{33} \end{matrix} = \begin{matrix} d_{11} & \dots & d_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{31} & \dots & d_{33} \end{matrix} \quad (1)$$

۳-۲- محاسبه ماتریس ضرایب فزاینده تولید

ماتریس فوق مبنای محاسبه ماتریس ضریب فزاینده تولید داخلی و یا ماتریس معکوس لئونتیف $(I-D)^{-1}$ قرار می گیرد.

$$(I - D)^{-1} = a_{ij} = \begin{matrix} 1 & \dots & 0 & d_{11} & \dots & d_{13} & \dots & \dots \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & \dots & 1 & d_{31} & \dots & d_{33} & \dots & \dots \end{matrix}^{-1} = \begin{matrix} a_{11} & \dots & a_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{31} & \dots & a_{33} \end{matrix} \quad (2)$$

ماتریس فوق ضرایب فزاینده تولید داخلی را نشان می‌دهد. جمع ستونی ماتریس مذکور بیان می‌کند، افزایش یک واحد تقاضای نهایی یک بخش به چه میزان منجر به افزایش تولید آن بخش در کل اقتصاد می‌گردد.

۳-۳- محاسبه بردار نیاز مستقیم آب برای تولید

گام بعدی محاسبه نیازمستقیم آب به کار رفته ناشی از افزایش تولید است. برای این منظور لازمست که ضرایب مستقیم آب محاسبه گردد. در این ضرایب مستقیم آب بخش‌ها از منابع مختلف جمع آوری و طبق معادلاتی استخراج شده‌اند. این ضرایب مستقیم را می‌توان به صورت زیر محاسبه نمود:

$$\Phi_j = L_1 \quad \dots \quad L_3 \quad \begin{matrix} \frac{1}{X_1} & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \frac{1}{X_3} \end{matrix} = \Phi_1 \quad \dots \quad \Phi_3 \quad (3)$$

عناصر j نشان می‌دهد، به ازای ارزش یک واحد تولید در بخش j ام چه میزان نیاز مستقیم به آب است. L_i مقدار آب مصرفی هر بخش اقتصادی و X_j تولید هر بخش می‌باشد.

۳-۴- محاسبه ضرایب فزاینده آب

سپس با ضرب ضرایب مستقیم آب در ماتریس ضرایب فزاینده تولید داخلی، نیاز مستقیم و غیرمستقیم آب یا ماتریس ضرایب فزاینده آب^{۲۰} بدست می‌آید:

$$\beta_{ij} = \begin{matrix} \Phi_1 & \dots & 0 & a_{11} & \dots & a_{13} & \beta_{11} & \dots & \beta_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \Phi_3 & a_{31} & \dots & a_{33} & \beta_{31} & \dots & \beta_{33} \end{matrix} = \begin{matrix} \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \vdots \end{matrix} \quad (4)$$

β_{ij} در رابطه (۴)، ماتریس ضریب فزاینده آب هر بخش را نشان می‌دهد، یعنی هر بخش به ازای ارزش یک واحد تقاضای نهایی محصولات داخلی خود چه میزان نیاز به آب مستقیم و غیرمستقیم دارد.

در این رابطه $\hat{\Phi}_j$ ماتریسی قطری است که قطر اصلی آن بردار ضرایب مستقیم آب محاسبه شده در رابطه (۳) می‌باشد. بیکنل با جمع ستونی ماتریس ضرایب فزاینده آب، به ماتریس سطری می‌رسد که ردپای آب را با پیش ضرب نمودن آن در ماتریس‌های متناظر با نوع ردپای آب، بدست می‌آورد. این امر منجر به خطا در محاسبه مقدار سرمایه طبیعی به کار رفته در تولید بخش‌ها می‌شود. در

²⁰ Water Multiplier Matrix

این روش محاسبه، مثلاً سرمایه طبیعی استفاده شده در بخش کشاورزی، در بخش صنعت محاسبه می شود، هرچند ممکن است مجموع ارقام ردپاهای سرمایه طبیعی با کل مقدار مصرف شده آن برابر باشد. همان-طور که قبلاً ذکر شد فرنگ برای رفع نارسایی این روش، پیشنهاد کرد ماتریس رابطه (۴) تحت عنوان ماتریس ترکیب ضرایب فزاینده سرمایه طبیعی برای محاسبه ردپا به کار گرفته شود. در ماتریس حسابداری اجتماعی فقط ضرایب فزاینده حاصل از آن که معمولاً بزرگتر از ضرایب فزاینده در داده ستانده می باشد جایگزین گردیده لذا انتظار می رود ضرایب فزاینده آب بزرگتر این ضرایب در داده ستانده باشد. سایر ماتریس های قطری نیز می توان از ماتریس حسابداری اجتماعی جایگزین نمود و عملیات محاسبه رد پای آب بخش های اقتصادی را انجام داد.

۳-۵- محاسبه ردپای آب در تامین مصرف داخلی واسطه های بخش های اقتصادی

با پیش ضرب ماتریس ضرایب فزاینده آب محاسبه شده در رابطه (۴) در ماتریس قطری تقاضای واسطه های بخش های اقتصادی، ماتریس η_{ij} بدست می آید. جمع سطری عناصر آن، مقدار آب موردنیاز مستقیم و غیرمستقیم را برای تامین تقاضای واسطه های بخش های اقتصادی را نشان می دهد. در واقع، ردپای اکولوژیک آب را در تامین مصرف تقاضای واسطه های بخش های اقتصادی آشکار می کند:

$$\eta_{ij} = \begin{pmatrix} \beta_{11} & \dots & \beta_{13} & DF_1 & \dots & 0 & \eta_{11} & \dots & \eta_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{31} & \dots & \beta_{33} & 0 & \dots & DF_3 & \eta_{31} & \dots & \eta_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \xi_1 \\ \vdots \\ \xi_3 \end{pmatrix} \quad (5)$$

۳-۶- محاسبه رد پای آب به ازای هر میلیون ریال مصرف واسطه

حال اگر جمع سطری ماتریس η_{ij} در هر بخش را بر کل مصرف واسطه هر بخش تقسیم نماییم، مقدار سرانه ردپای اکولوژیک آب که منشأ داخلی دارد، بدست می آید.

۳-۷- پایه های آماری

مبنای پایه های آماری مورد استفاده ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ تدوین شده از سوی مرکز پژوهش های مجلس در سال ۱۳۹۴ است که عملیاتی

روی آن انجام شده است. در این ماتریس حساب تولید شامل ۷۱ بخش اقتصادی است که برای پاسخگویی به سوالات تحقیق، محقق ۴ زیر بخش کشاورزی را به ۱۲ زیر بخش، معدن به ۳ زیر بخش و حامل‌های انرژی را به ۶ زیر بخش تفکیک نمود و سپس ماتریس داخلی و واردات از همدیگر تفکیک شده تا محاسبه رد پای آب در سطح بخش‌های اقتصادی با خطای کمتری صورت گیرد.

بر اساس آمار سازمان مدیریت منابع آب مجموع کل آب مصرفی بخش‌های کشاورزی، صنعت بجز بخش آب، خدمات و شرب ۹۶۳۰۰ میلیون متر مکعب است. به این مصارف باید مصرف بخش معدن و بخش آب را از آب اضافه نمود که مجموعاً مقدار ۹۸۰۴۵ میلیون متر مکعب در سال ۱۳۹۰ در کل اقتصاد مصرف شده است. برای تفکیک آمار مصرف آب طبق بخش‌های اقتصادی از اطلاعات ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰، آمار سازمان مدیریت منابع آب، آمار کارگاه‌های صنعتی کمتر از ۱۰ نفر، ۱۰ نفر و بالاتر کارکن استفاده شده است. برای تفکیک آب مصرفی دهک‌های شهری و روستایی نیز آمار سازمان مدیریت منابع آب و داده‌های سطر آب ماتریس حسابداری اجتماعی به کار گرفته شده است.^{۲۱} با انجام عملیات استحصاء آب مصرفی بخش‌ها با تکیه بر آمار فوق در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که از کل آب استحصالی در سال ۱۳۹۰ بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات و شرب به ترتیب ۸۵۶۰۰، ۲۷۰۰ و ۸۰۰۰ میلیون مترمکعب از کل آب موجود را به خود اختصاص داده‌اند. در جدول ۲ مقدار آب مصرفی در بخش‌های کشاورزی، معدن، صنعت و خانوارها در سال ۱۳۹۰ در کشور، با توجه با داده‌های مرکز آمار ایران و سازمان مدیریت منابع آب آورده شده است.

^{۲۱} به دلیل طولانی بودن عملیات تفکیک ماتریس اجتماعی ۷۱ بخشی به ۸۶ بخش و تفکیک ماتریس داخلی و واردات و طریقه جمع آوری آمار آب مصرفی بخش‌های اقتصادی و دهک‌های خانوارها به اندایش (۱۳۹۴) مراجعه شود.

جدول ۲: کل آب مصرفی در سال ۱۳۹۰ به تفکیک بخش های اقتصادی و خانوارها (میلیون

مترمکعب)

خانوارها	خدمات	صنعت	معادن	کشاورزی	جمع
۴۷۰۱	۱۰۱۹	۲۷۶۶	۶۶۰	۸۵۶۰۰	۹۶۳۰۰

مأخذ : محاسبات پژوهش برگرفته از منابع مختلف

۴- تحلیل یافته ها

با توجه به پایه های آماری و تشریح مدل در قسمت های قبلی می توان یافته های سنجش رد پای آب آبی ۸۶ بخش اقتصادی را به ترتیب زیر سازماندهی نمود. ابتدا ضرایب فزاینده مستقیم و غیر مستقیم مصرف آب بخش اقتصادی تحلیل می شود در ادامه رد پای آب مصرفی مستقیم و غیر مستقیم بخش اقتصادی تبیین شده و در نهایت سرانه رد پای آب بخش اقتصادی در ایران تحلیل می شود.

۳-۱- ضرایب فزاینده، ضرایب مستقیم و غیر مستقیم مصرف آب بخش اقتصادی

طبق تعریفی که در قسمت دوم ارائه گردید، در چرخه هیدرولوژی، منابع آب به دو دسته آب آبی و آب سبز تقسیم بندی می شوند. آب های زیرزمینی و آب های سطحی آب آبی را تشکیل می دهند، در حالی که به رطوبت خاک در مناطق غیر اشباع آب سبز می گویند. براساس این تعریف و آمار و اطلاعات موجود آب مصرفی، در این مقاله جزء آب آبی مورد توجه است؛ زیرا براساس آمار کلی مرکز آمار ایران و سازمان مدیریت منابع حجم آب مصرفی از آب استحصالی سطحی و زیرزمینی تشکیل می شود. بنابراین آنچه در این مقاله عنوان شاخص رد پای آب بگیرد مفهوم رد پای آب آبی خواهد بود.

با توجه به روش شناسی بیان شده در قسمت پیشین ضرایب فزاینده آب از جمع ستونی ماتریس ترکیب ضرایب فزاینده بدست می آید، که مقادیر آن بیانگر میزان آب مستقیم و غیر مستقیم مورد نیاز (مترمکعب) برای تولید یک واحد تولید (میلیون ریال) می باشد.

با توجه نتایج بدست آمده از محاسبات ترکیب ضرایب فزاینده آب در جدول ۳، زیر بخش های سایر محصولات حاصل از زراعت، گندم، سایر نباتات صنعتی، چغندر قند و نیشکر، گاو و گاو میش، گوسفند، بز و سایر حیوانات زنده بجز

ماکیان، مرغ، جوجه و سایر ماکیان زنده، شلتوک و برنج، محصولات دامی و طیور، محصولات باغداری، ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها و رستوران نسبت به سایر بخش‌های اقتصاد دارای مقدار بیشتری هستند، که شدت آبر بودن محصولات به ازای ارزش تولیدات آنها در این حوزه را به خوبی توضیح می‌دهد.

همچنین براساس مشاهدات ضرایب غیر مستقیم آب که حاصل اختلاف ضرایب فزاینده و ضرایب مستقیم آب می‌باشد، در زیر بخش‌های کشاورزی این مقادیر کمتر از ضرایب مستقیم می‌باشند در حالیکه در زیر بخش‌های معدن، صنعت و خدمات ضرایب غیر مستقیم مصرف آب بیشتر از ضرایب مستقیم هستند. بر این اساس بخش‌های گندم، محصولات باغداری، شلتوک و برنج، سایر محصولات حاصل از زراعت، سایر نباتات صنعتی، چغندر قند و نیشکر، عسل، پيله تر، تخم نوغان و سایر تولیدات زنبور عسل و کرم ابریشم، گاو و گاو میش، گوسفند، بز و سایر حیوانات زنده بجز ماکیان، مرغ، جوجه و سایر ماکیان زنده و محصولات دامی و طیور دارای سهم ضرایب مستقیم آب بیشتر از سهم ضرایب غیر مستقیم هستند. سایر بخش‌های اقتصادی ضرایب غیر مستقیم بالاتری نسبت به ضرایب مستقیم دارند. همه زیر بخش‌های خدماتی غیر از خدمات شهری ضرایب مستقیم ناچیزی در مقابل ضرایب غیر مستقیم دارند و فقط بخش خدمات شهری سهم ضریب مستقیم آب ۴۶ درصد و سهم ضریب غیر مستقیم آن ۵۴ درصد است.

براساس مشاهدات، ضرایب غیر مستقیم در بخش‌های ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها، گاو و گاو میش، گوسفند، بز و سایر حیوانات زنده به‌جز ماکیان، مرغ، جوجه و سایر ماکیان زنده، محصولات دامی و طیور، سایر محصولات حاصل از زراعت، گندم و رستوران نسبت به سایر زیر بخش‌ها بیشتر می‌باشد.

مقادیر ضرایب فزاینده در جدول ۳ نشان می‌دهند که اگر یک میلیون ریال تولید در یک بخش صورت گیرد به چه میزان آب مستقیم (مترمکعب) و به چه میزان آب غیرمستقیم (متر مکعب) لازم است. با توجه به نتایج به‌طور مثال، برای تولید یک میلیون ریال گندم تقریباً ۷۴۲ متر مکعب آب شامل ۶۲۶ متر مکعب آب مستقیم و ۱۱۶ مترمکعب آب غیر مستقیم لازم است. با داشتن قیمت متوسط گندم در سال ۱۳۹۰ معادل ۴۰۰۰ ریال برای هر کیلوگرم، می‌توان مقدار آب مورد نیاز برای هر کیلوگرم گندم را محاسبه نمود. با این اوصاف ۲۹۶۸ لیتر

آب به صورت مستقیم و غیر مستقیم شامل ۲۵۰۵ لیتر آب مستقیم و ۴۶۵ لیتر آب غیر مستقیم برای تولید یک کیلوگرم گندم لازم است. (نکته اینکه با قیمت مذکور برای هر میلیون ریال معادل ۲۵۰ کیلوگرم گندم وجود دارد و هر متر مکعب آب معادل هزار لیتر است). در این مقاله مصرف فیزیکی آب به ازای ارزش تولیدات محاسبه شده و مصرف فیزیکی آب به ازای واحد تولید فیزیکی محاسبه نگردیده است. بنابراین این طور تبدیلات برای بخش های اقتصادی صورت نگرفته است. اما برای چنین محاسبه ای می توان از روشی که در بالا برای گندم توضیح داده شد کمک گرفت.)

۳-۲- رد پای آب داخلی مصرف واسطه بخش های اقتصادی

حال که ضرایب فزاینده مصرف آب بخش ها مشخص شد می توان با پیش ضرب کردن این ماتریس ضرایب در ماتریس قطری جمع مصرف واسطه تولیدات داخلی بخش های اقتصادی، رد پای آب ناشی از مصرف واسطه ای تولیدات داخلی بخش های اقتصادی را محاسبه نمود. قابل ذکر است که بخش های اقتصادی در فرایند تولید خود از کالاها و خدمات سایر بخش ها به صورت واسطه ای استفاده می کنند اما ممکن است این کالاها و خدمات تولید داخل کشور باشند یا اینکه از سایر کشورها وارد شده باشند. در این قسمت منظور فقط کالاها و خدمات تولید داخل که در فرایند تولید بخش های اقتصادی به صورت واسطه ای به کار گرفته می شود، مد نظر می باشد. این ارقام از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ و در زیر ماتریس واسطه بین بخشی قابل استخراج می باشد.

رد پای آب بخش های اقتصادی در اثر مصرف کالاها و خدمات داخلی به عنوان واسطه در ستون پنجم جدول ۳ نشان داده شده است. در کل اقتصاد رد پای آب داخلی واسطه ای همه بخش های اقتصادی ۸۵/۶ میلیارد متر مکعب آب است.

رد پای محاسبه شده از این طریق نشان دهنده این است که بخش های اقتصادی به چه میزان بر آب مصرفی داخل کشور رد پا به جای می گذارند و در حیطه آب های داخلی کشور شاخص مهمی برای مقایسه بخش ها می باشد. به ترتیب بخش های گندم، گاو و گاومیش، سایر نباتات صنعتی، عمده فروشی و خرده فروشی، مرغ و جوجه، سایر محصولات حاصل از زراعت، ساخت محصولات غذایی

و آشامیدنی و محصولات دامی و طیور بیشترین رد پای آب در مصرف واسطه‌های کالاها و خدمات داخلی را دارند. ۶۷ درصد از ردپای آب داخلی در بین بخش‌های اقتصادی مربوط به بخش‌های نامبرده در بالا است. حمل و نقل آبی، تامین اجتماعی اجباری و خدمات واحدهای مسکونی شخصی کمترین رد پای آب از مصرف واسطه داخلی را دارند. در مورد حمل و نقل آبی چون از آب دریاهاى آزاد استفاده می‌شود این آمار در آمار آب استحصالی آبی که در قسمت قبل ذکر شد، آورده نمی‌شود. رتبه‌های آخر بیشتر مربوط به زیر بخش‌های خدمات است. ساخت محصولات از توتون و تنباکو و ساخت پوشاک دارای رتبه‌های ۸۳ و ۷۸ هستند که به نوبه خود در پایین بودن ردپای آبی حائز اهمیت است.

جدول ۳: ضرایب فزاینده و ردپای آب به تفکیک بخش‌های اقتصادی سال ۱۳۹۰ (میلیون متر

مکعب)

نام بخش	مترمکعب به ازای هر میلیون ریال			رد پای آب داخلی (میلیارد متر مکعب)	کل رد پای داخلی و وارداتی (میلیارد متر مکعب)	رد پای آب به ازای هر یک میلیون ریال مصرف واسطه (متر مکعب)
	کل ضریب فزاینده	ضریب مستقیم	ضریب غیر مستقیم			
گندم	۷۴۱/۷	۶۲۵/۵	۱۱۶/۳	۱۱/۶	۱۲/۹	۱۴۸/۱
شلتوک و برنج	۳۹۵/۳	۳۳۳/۳	۶۲	۱/۴	۱/۶	۴۸/۶
چغندر قند و نیشکر	۴۶۱/۲	۳۸۸/۹	۷۲/۳	۱	۱/۱	۱۴۰/۹
سایر نباتات صنعتی	۵۵۰/۶	۴۶۴/۳	۸۶/۴	۷/۶	۸/۳	۱۳۸/۸
سایر محصولات حاصل از زراعت	۷۹۰/۷	۶۶۶/۷	۱۲۴	۶	۷/۵	۷۰/۴
محصولات باغداری	۲۴۰/۹	۲۰۳/۱	۳۷/۸	۰/۲	۰/۹	۵
گاو و گاو میش، گوسفند، بز و سایر	۴۴۴/۴	۲۳۶/۹	۲۰۷/۵	۹/۲	۹/۵	۷۱
مرغ، جوجه و سایر ماکیان زنده	۳۹۷/۱	۲۱۱/۷	۱۸۵/۴	۶/۳	۶/۵	۹۰/۶
محصولات دامی و طیور	۳۴۴/۲	۱۸۳/۵	۱۶۰/۷	۴/۶	۴/۸	۴۵/۶
عسل، پنبه تر، تخم نوغان و ...	۲۵	۱۳/۳	۱۱/۷	۰/۲	۰/۲	۵/۵
جنگلداری	۹۳/۸	۱۸/۲	۷۵/۵	۰/۱	۰/۲	۱۸/۸
ماهگیری	۹۲/۶	۲۰/۶	۷۲	۰/۱	۰/۱	۳
نفت	۲۳/۹	۰/۱	۲۳/۸	۰/۴	۰/۵	۰/۵
گاز طبیعی	۱۹/۵	۰/۱	۱۹/۵	۰	۰	۰
زغال سنگ	۵۰/۲	۳/۷	۴۶/۶	۰	۰/۱	۱۱/۴
سایر معادن	۵۴/۴	۴	۵۰/۴	۰/۴	۰/۵	۷/۸
ساخت محصولات غذایی و آشامیدنی‌ها	۲۳۹/۶	۰/۹	۲۳۸/۷	۵/۵	۷/۵	۱۵/۷

سنجش رد پای آب بخش های اقتصادی در ایران با رهیافت ماتریس حسابداری

۰	۰	۰	۴۹/۴	۰/۱	۴۹/۵	ساخت محصولات از توتون و تنباکو
۸/۸	۰/۶	۰/۳	۷۲/۳	۰/۳	۷۲/۶	ساخت منسوجات
۰	۰	۰	۱۱/۷	۱	۱۲/۷	پوشاک، عمل آوری و رنگ کردن خز
۴/۳	۰	۰	۵۵/۹	۰/۴	۵۶/۳	دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات
۶/۳	۰/۱	۰	۲۹/۲	۰/۳	۲۹/۵	ساخت چوب و محصولات چوبی
۵/۵	۰/۱	۰	۱۹/۳	۳/۹	۲۳/۲	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی
۱۱/۳	۰/۱	۰/۱	۴۵/۸	۱/۵	۴۷/۴	انتشار، چاپ و تکثیر رسانه های ...
۶/۸	۱/۶	۱/۳	۳۵/۸	۰/۱	۳۵/۹	بنزین
۹/۷	۰/۲	۰/۲	۴۲/۳	۰/۱	۴۲/۴	نفت سفید
۶۸/۲	۲/۹	۲/۴	۱۰۰/۴	۰/۴	۱۰۰/۷	گازوئیل
۰/۷	۰/۱	۰/۱	۱۱/۵	۰	۱۱/۵	نفت کوره و سیاه
۰/۳	۰	۰	۷/۱	۰	۷/۲	گاز مایع
۳۱/۸	۰/۱	۰/۱	۷۲/۴	۰/۲	۷۲/۷	سوخت های نفتی طبقه بندی نشده ...
۶/۹	۲/۸	۱/۶	۳۱/۸	۱	۳۲/۷	مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی
۷/۵	۰/۵	۰/۳	۳۳/۸	۰/۴	۳۴/۱	محصولات از لاستیک و پلاستیک
۸/۹	۱/۴	۱/۲	۴۴	۰/۸	۴۴/۸	ساخت سایر محصولات کانی غیر فلزی
۷/۳	۲/۴	۱/۶	۳۰/۵	۰/۴	۳۰/۹	ساخت فلزات اساسی
۶/۳	۰/۶	۰/۵	۴۳/۹	۰/۴	۴۴/۳	ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات
۲	۰/۲	۰	۱۴/۱	۰/۵	۱۴/۷	ساخت ماشین آلات طبقه بندی نشده ...
۰	۰	۰	۵/۹	۰/۱	۶	ساخت ماشین آلات دفتری، حسابداری
۳	۰/۲	۰/۱	۲۸/۶	۰/۱	۲۸/۸	ساخت ماشین آلات و دستگاه های برقی طبقه بندی نشده در جای دیگر
۰	۰	۰	۲/۹	۰/۱	۳	ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه ها و وسایل ارتباطی
۱/۵	۰	۰	۱۲/۷	۰/۲	۱۲/۹	ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت
۲/۳	۰/۸	۰/۶	۲۹/۹	۰	۳۰	ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر
۰	۰	۰	۱۶/۶	۰/۲	۱۶/۸	ساخت سایر تجهیزات حمل و نقل
۳/۱	۰/۲	۰/۲	۴۰/۲	۰/۲	۴۰/۴	ساخت مبلمان، مصنوعات ...
۷/۳	۰/۹	۰/۹	۳۷/۲	۰/۱	۳۷/۳	برق
۵/۵	۱/۹	۱/۹	۴۱/۵	۰	۴۱/۵	توزیع گاز طبیعی
۱۵/۶	۰/۴	۰/۴	۶۵/۵	۳۸/۶	۱۰۴/۱	آب

۲/۱	۰/۷	۰/۷	۵۰/۸	۰/۵	۵۱/۳	ساختمان‌های مسکونی
۱/۵	۰/۷	۰/۷	۴۸	۰/۲	۴۸/۲	سایر ساختمان‌ها
۶/۲	۶/۸	۶/۶	۶۶/۱	۰/۴	۶۶/۵	عمده فروشی، خرده فروشی و تعمیر
۱/۷	۰	۰	۲۲/۱	۰/۸	۲۲/۹	هتل و خوابگاه
۳/۸	۰/۳	۰/۳	۱۰۷/۶	۰/۶	۱۰۷/۶	رستوران
۹/۶	۰/۲	۰/۲	۶۷/۵	۰/۴	۶۷/۹	راه آهن
۸	۳/۳	۳/۲	۶۵/۴	۰	۶۵/۴	حمل و نقل جاده ای
۴/۷	۰	۰	۶۴/۹	۰/۲	۶۵/۱	حمل و نقل لوله ای
۱/۵	-	۰	۱۱/۳	۰	۱۱/۳	حمل و نقل آبی
۱/۸	۰/۱	۰	۲۷/۸	۰	۲۷/۸	حمل و نقل هوایی
۸/۱	۰/۴	۰/۳	۴۴/۲	۰/۵	۴۴/۷	خدمات پشتیبانی و انبارداری
۳/۸	۰/۶	۰/۵	۴۶/۹	۰/۳	۴۷/۲	پست و مخابرات
۱۰/۵	۱/۷	۱/۶	۶۰/۳	۰/۵	۶۰/۸	بانک
۵	۰/۲	۰/۱	۳۶/۱	۰/۲	۳۶/۳	سایر واسطه‌گری‌های مالی
۸	۰/۳	۰/۳	۴۱/۸	۰	۴۱/۹	بیمه
۰	۰	۰	۲۲/۴	۰	۲۲/۴	خدمات واحدهای مسکونی شخصی
۰	۰	۰	۷۲	۰	۷۲	خدمات واحدهای مسکونی اجاری
۱۶/۴	۰/۶	۰/۶	۶۹/۱	۰	۶۹/۱	خدمات واحدهای غیر مسکونی
۱/۶	۰	۰	۶۹/۳	۰/۳	۶۹/۶	خدمات دلالان مستغلات
۱/۶	۰/۸	۰/۶	۴۸/۹	۰/۳	۴۹/۲	کرایه و خدمات کسب و کار
۰	۰	۰	۴۴/۶	۰/۱	۴۴/۷	امور عمومی
۱/۵	۰/۱	۰/۱	۵۲/۴	۴۳/۹	۹۶/۳	خدمات شهری
۰/۲	۰	۰	۷۲/۲	۰/۲	۷۲/۴	امور دفاعی
۰	۰	۰	۷۲/۶	۰/۲	۷۲/۷	امور انتظامی
۰	۰	۰	۵۳/۹	۰/۴	۵۴/۳	تأمین اجتماعی اجباری
۰	۰	۰	۸۲/۳	۰/۲	۸۲/۶	آموزش ابتدائی دولتی
۰	۰	۰	۶۹/۵	۰/۶	۷۰/۱	آموزش ابتدائی خصوصی
۰	۰	۰	۸۰/۴	۰/۲	۸۰/۶	آموزش متوسطه دولتی
۰	۰	۰	۶۸/۴	۰/۵	۶۸/۹	آموزش متوسطه خصوصی
۰/۳	۰	۰	۷۰/۱	۰/۴	۷۰/۵	آموزش عالی دولتی
۰/۵	۰	۰	۴۷/۶	۰/۳	۴۸	آموزش عالی خصوصی
۲/۵	۰	۰	۶۷/۷	۰/۶	۶۸/۳	آموزش بزرگسالان دولتی
۲/۳	۰	۰	۵۱/۲	۰/۵	۵۱/۷	آموزش بزرگسالان خصوصی
۰/۲	۰	۰	۷۳/۸	۰/۵	۷۴/۳	بهداشت و درمان دولتی
۰/۴	۰/۱	۰	۴۴/۶	۰/۴	۴۵	بهداشت و درمان خصوصی

دامپزشکی	۵۷/۶	۰/۴	۵۷/۲	۰	۰	۵/۱
مددکاری اجتماعی	۸۱/۷	۰/۴	۸۱/۳	۰	۰	۰
تفریحی، فرهنگی، و ورزشی	۵۴/۶	۰/۶	۵۴	۰/۲	۰/۳	۳/۳
مذهبی و سیاسی	۷۲/۱	۱/۱	۷۱	۰	۰/۱	۳
سایر خدمات	۵۷/۶	۰/۶	۵۷	۰/۱	۰/۱	۳/۷
جمع				۸۵/۶	۹۷/۷	
(میانگین بخش ها)						۹/۷

۳-۳- کل رد پای آب ناشی از مصرف داخلی و وارداتی واسطه‌ای بخش‌های اقتصادی

در قسمت قبل فقط رد پای آب داخلی واسطه‌ای بخش‌های اقتصادی مورد تحلیل قرار گرفت. که این رد پا فقط مربوط به مصرف کالاها و خدمات واسطه‌ای داخلی است و رد پای بخش‌های اقتصادی بر آب داخلی کشور را نشان می‌دهد. اما می‌توان کل ردپای بخش‌های اقتصادی را اعم از آب داخلی و آب مجازی وارداتی محاسبه و تحلیل نمود. این شاخص می‌تواند اندازه آب بر بودن بخش‌های اقتصادی در کشور را به صورت مطلق نشان دهد. واضح است که می‌توان به صورت نسبی نیز اندازه آب بر بودن بخش‌های اقتصادی را با تقسیم کل رد پای آب هر بخش بر ارزش تولید آن بخش بدست آورد که هدف این مقاله نیست.

نتایج در ستون ششم جدول ۳ بیانگر این است که دقیقاً همان ۸ بخش که رد پای بالایی در مصرف آب داخلی داشتند در مصرف آب داخلی و وارداتی نیز با جابجایی جزئی در رتبه‌ها، ردپای بالایی دارند. بدین ترتیب بخش‌های گندم، گاو و گاو میش، گوسفند، بز و سایر حیوانات زنده بجز ماکیان، سایر نباتات صنعتی، ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها، عمده فروشی، خرده فروشی، تعمیر وسایل نقلیه و کالاها، سایر محصولات حاصل از زراعت، مرغ، جوجه و سایر ماکیان زنده و محصولات دامی و طیور بیشترین رد پای داخلی و وارداتی را دارند و ۶۶ درصد از ردپای آب کل بخش‌های اقتصادی را به خود اختصاص داده‌اند. در اقتصاد ایران کل رد پای آب بخش‌های اقتصادی ۹۷/۷ میلیارد متر مکعب است. رتبه‌های آخر مربوط به زیر بخش‌های خدمات است اگر چه برخی از زیر بخش‌های صنعت مثل ساخت محصولات توتون و تنباکو، ساخت ماشین آلات دفتری و ساخت رادیو و تلویزیون در رتبه‌های پایین به لحاظ ردپای آب قرار گرفته‌اند که به لحاظ ردپای پایین آب این بخش‌ها می‌توان به عنوان بخش‌های اولویت دار برای توسعه توصیه

نمود. حمل و نقل جاده‌ای، گازوئیل، ساخت مواد شیمیایی و ساخت فلزات اساسی ردپای آب بیشتری نسبت به چند زیر بخش کشاورزی مثل برنج و چغندر قند دارند. این به دلیل ارزش تولیدات چند برابری این بخش‌ها نسبت به زیر بخش‌های برنج و چغندر قند است و اگر رد پا را بر ارزش تولیدات بخش‌ها تقسیم شود در آن صورت ردپای آب به ازای هر یک میلیون ریال تولید بخش‌های برنج و چغندر قند بالاتر قرار می‌گیرد.

در ستون آخر جدول ۳ رد پای آب به ازای هر یک میلیون ریال مصرف واسطه هر بخش اقتصادی بر اساس متر مکعب محاسبه شده است. به ترتیب گندم، چغندر قند و نیشکر، سایر نباتات صنعتی، مرغ و جوجه، گاو و گاو میش، گوسفند، بز و سایر حیوانات زنده بجز ماکیان، گازوئیل، سایر محصولات حاصل از زراعت، محصولات دامی و طیور، شلتوک و برنج بیشترین ردپای آب به ازای هر یک میلیون ریال مصرف واسطه‌ای دارند که از میانگین مصرف بخش‌های در کل اقتصاد نیز بیشتر است. در کل اقتصاد به‌طور متوسط به ازای یک میلیون ریال مصرف واسطه بخش‌های اقتصادی ۹/۷ متر مکعب آب مورد نیاز است. اگر چه این محاسبات نباید با ردپای آب بر اساس لیتر به ازای هر یک کیلوگرم تولید محصول اشتباه شود اما از آنجایی که این محاسبات بر حسب ارزش اقتصادی کالاها و خدمات است شاخص مناسبی برای اولویت بندی توسعه بخش‌ها بر اساس مصرف مستقیم و غیر مستقیم آب کمتر می‌باشد. بنابراین بخش‌هایی که رتبه‌های آخر دارند می‌توانند بر این اساس، در ایران مبنای توسعه قرار گیرند.

۵- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات سیاستی

با توجه به یافته‌های تحقیق در مورد سنجش رد پای آب بخش‌های اقتصادی در سال ۱۳۹۰ اقتصاد ایران می‌توان نتیجه گرفت که: از کل رد پای آب داخلی و وارداتی مصرف واسطه بخش‌های اقتصادی در سال ۱۳۹۰ که معادل ۹۷/۷ میلیارد متر مکعب است به ترتیب بخش‌های گندم، گاو و گاو میش، گوسفند، بز و سایر حیوانات زنده بجز ماکیان، سایر نباتات صنعتی، ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها، عمده فروشی، خرده فروشی، تعمیر وسایل نقلیه و کالاها، سایر محصولات حاصل از زراعت، مرغ، جوجه و سایر ماکیان زنده و محصولات دامی و طیور بیشترین رد پای داخلی و وارداتی را دارند و ۶۶ درصد از ردپای آب کل

بخش های اقتصادی را به خود اختصاص داده اند. رتبه های آخر مربوط به زیر بخش های خدمات است اگر چه برخی از زیر بخش های صنعت مثل ساخت محصولات توتون و تنباکو، ساخت ماشین آلات دفتری و ساخت رادیو و تلویزیون در رتبه های پایین به لحاظ رد پای آب قرار گرفته اند که به لحاظ رد پای پایین آب این بخش ها می توان به عنوان بخش های اولویت دار برای توسعه توصیه نمود.

کل رد پای آب داخلی و وارداتی (بخش های اقتصادی، خانوارها، صادرات و سایر مصارف) اقتصاد ایران در سال ۱۳۹۰ معادل ۱۱۴/۳ میلیارد متر مکعب است. که ۴/۷ میلیارد متر مکعب مربوط به رد پای آب مستقیم خانوارها، ۱۱/۹ میلیارد متر مکعب رد پای وارداتی مصرف نهایی خانوارها و ۹۷/۷ میلیارد متر مکعب مربوط به رد پای آب مستقیم و غیر مستقیم داخلی و وارداتی بخش های اقتصادی است. پس از کل رد پای آب اقتصاد ایران ۸۸/۲ درصد مربوط به بخش های اقتصادی جهت تولید کالاها و خدمات و ۱۱/۸ درصد مربوط به خانوارها جهت مصرف مستقیم آب و مصرف کالا و خدمات وارداتی است. اما کالاها و خدماتی که بخش های اقتصادی، تولید می کنند و به واسطه آن از خود رد پای آب به جا می گذارند به مصرف نهایی خانوارها، دولت، صادرات و سایر مصارف می رسد. پس رد پای بخش های تولیدی باید بین خانوارها، دولت، صادرات و سایر مصارف تقسیم گردد.

با توجه به یافته های تحقیق می توان چند توصیه سیاستی را برای سیاستگذاران جهت برنامه ریزی در سطح کشور پیشنهاد نمود:

- توجه جدی سیاستگذاران به در نظر گرفتن رد پاهای آب، در مزیت های نسبی و رقابتی و امتناع از بی اهمیت دانستن آنها در تجارت خارجی.
- برنامه ریزی کوتاه مدت و موقتی در جهت واردات بیشتر محصولات آب بر و صادرات محصولاتی که به طور مستقیم و غیر مستقیم آب کمتری در آنها استفاده می شود که با توجه به ضرایب فزاینده مستقیم و غیر مستقیم آب می توان گفت که ۱۰ بخش اقتصادی بیشتر آب بر جهت واردات بیشتر به ترتیب عبارتند از: سایر محصولات حاصل از زراعت، گندم، سایر نباتات صنعتی، چغندر قند و نیشکر، گاو و گاو میش، گوسفند، بز و سایر حیوانات زنده بجز ماکیان، مرغ، جوجه و سایر ماکیان زنده، شلتوک و برنج، محصولات دامی و طیور، محصولات باغداری، ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی ها و ۱۰ بخش اقتصادی کمتر آب بر جهت

صادرات بیشتر به ترتیب ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی، ساخت ماشین آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی، گاز مایع، حمل و نقل آبی، نفت کوره و سیاه، ساخت پوشاک، عمل آوری و رنگ کردن خز، ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت، ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر، ساخت سایر تجهیزات حمل و نقل و گاز طبیعی هستند.

• برنامه‌ریزی میان مدت و بلند مدت برای کاهش مصرف مستقیم و غیر مستقیم آب بخش‌های اقتصادی بیشتر آب‌بر با استفاده از تسهیلات تکنولوژیکی و تغییر شیوه آبیاری، فرهنگ‌سازی، مشارکت مردم و تولیدکنندگان، و سایر ابزارهای سیاستی.

• برنامه‌ریزی‌های دقیق منطقه‌ای برای کشت انواع خاص محصولات کشاورزی آب‌بر با توجه به دسترسی به منابع آب.

• برنامه‌ریزی دقیق منطقه‌ای برای احداث یا انتقال صنایع آب‌بر مثل فولاد و ساخت محصولات شیمیایی و ...

فهرست منابع:

اندایش، یعقوب. (۱۳۹۴). بررسی اثرات زیست محیطی مصرف خانوارها به تفکیک بخش های اقتصادی در ایران: با استفاده از روش رد پای اکولوژیک (EP) و ماتریس حسابداری اجتماعی (SAM)، رساله دکتری، دانشگاه تبریز، دانشکده اقتصاد.

بانک مرکزی، ج.ا. (۱۳۹۳). بررسی شاخص های بین المللی آب و چشم انداز بحران آب در جهان در افق سال ۲۰۵۰ میلادی، اسفند ماه ۱۳۹۳.

بانویی، علی اصغر و سیمین عزیزمحمدی. (۱۳۹۲). سنجش ردپای بوم شناختی زمین در بخش های مختلف اقتصادی ایران با استفاده از رویکرد جدول داده- ستانده، فصلنامه سیاست گذاری پیشرفت اقتصادی، ۱: ۶۶-۳۵.

تفضلی، حامد. (۱۳۹۳). سنجش ردپای آب در بخش های مختلف اقتصاد ایران با استفاده از رویکرد داده - ستانده، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی، زمستان ۱۳۹۳.

سازمان مدیریت منابع آب. (۱۳۹۰). آمار و اطلاعات آب های زیرزمینی سال ۱۳۹۰. سازمان مدیریت منابع آب، ایران، تهران.

سازمان مدیریت منابع آب. (۱۳۹۰). گزارش مدیریت منابع آب و توسعه پایدار. سازمان مدیریت منابع آب، قابل دسترس در <http://www.wmr.ir>

عرب یزدی، اعظم، امین علیزاده و فرشاد محمدیان. (۱۳۸۸). بررسی ردپای اکولوژیک آب در بخش کشاورزی ایران. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳(۴): ۱۵-۱.

محمدی، حسین و آزاد تعالی مقدم. (۱۳۹۰). تجارت آب مجازی برای محصولات عمده کشاورزی در ایران، دومین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی منابع آب ایران. ایران، زنجان.

مرکز آمار ایران. (۱۳۸۱). آمار و اطلاعات کارگاه های صنعتی کمتر از ۱۰ نفر کارکن، ۱۳۸۱، مرکز آمار ایران، تهران

مرکز آمار ایران. (۱۳۹۰). آمار و اطلاعات آب مصرفی معادن در حال بهره‌برداری، ۱۳۹۰، مرکز آمار ایران، تهران.

مرکز آمار ایران. (۱۳۹۰). آمار و اطلاعات آب‌های جاری و سطحی، ۱۳۹۰، مرکز آمار ایران، تهران.

مرکز آمار ایران. (۱۳۹۰). آمار و اطلاعات کارگاه‌های صنعتی ۱۰ تا ۴۹ نفر کارکن، ۱۳۹۰، مرکز آمار ایران، تهران.

مرکز آمار ایران. (۱۳۹۰). آمار و اطلاعات کارگاه‌های صنعتی ۵۰ نفر و بیشتر کارکن، ۱۳۹۰، مرکز آمار ایران، تهران.

مرکز پژوهش‌های مجلس. (۱۳۹۴). بهنگام سازی جدول داده- ستانده و ماتریس حسابداری اجتماعی و طراحی الگوی CGE و کاربردهای آنها در سیاستگذاری اقتصادی - اجتماعی، مرکز پژوهش‌های مجلس، دفتر مطالعات اقتصادی، شماره مسلسل ۱۲۴۵۳.

مرکز پژوهش‌های مجلس. (۱۳۹۴). گزارش پایه‌های آماری ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰، مرکز پژوهش‌های مجلس، دفتر مطالعات اقتصادی، بهار ۱۳۹۴.

Allan, J.A. (2002). Virtual Water Eliminates Water Wars? A Case Study from the Middle East. *Virtualwater Trade - Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, 12-13 December, Netherlands*.

Banouei A.A, J. Banouei, Z. Zakeri & M. Momeni. (2015). Using Input-output Model To Measure National Water Footprint In Iran. *Business Perspectives*, 14(2): 75-87.

Bicknell, K. B., R. J. Ball, R. Cullen, & H. R. Bigsby. (1998). New Methodology for the Ecological Footprint with an Application to the New Zealand Economy. *Ecological Economics* 27: 149-160.

Bicknell, K.B., R.J. Ball, R. Cullen & H.R. Bigsby. (1998). New Methodology for the Ecological Footprint with an Application to the New Zealand Economy. *Ecological Economics*, 27:149– 160.

Brundtland R. (1987). Report on the World Commission on Environment and Development. United Nations General Assembly Resolution 42/187. 11 December 1987.

- Chapagain A.K. & A.Y., Hoekstra. (2004). Water Footprint of Nations, Value of the Water. Research Report SeriesNo. 16, UNESCO-IHE, Delft. The Netherlands.
- Chapagain, A. K. & A. Y. Hoekstra. (2003). Virtual Water Flows between Nations in Relation to Trade in Livestock and Livestock Products. Value of Water Research Report Series No. 13, UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, the Netherlands.
- Chapagain, A. K., A. Y. Hoekstra, & H. H. G. Savenije. (2006). Water Saving Through International Trade of Agricultural Products. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 10: 455-468.
- Chapagain, A. K, A.Y. Hoekstra, & H. H. G. Savenije. (2005). Saving Water Through Global trade. Value of Water Research Report Series No. 17, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
- Falkenmark, M. (1995). Coping with Water Scarcity under Rapid Population Growth. Conference of SADC Ministers, Pretoria, November: 23-24.
- Ferng, J. (2001). Using Composition of Land Multiplier to Estimate Ecological Footprints Associated with Production Activity. *Ecological Economics* No 37: 159–172.
- Hoekstra A.Y. (Ed.). (2003). Virtual Water Trade: Processing of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of the Water Research Report Series No. 12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
- Hoekstra A. Y. & H. Wang. (2006). Virtual Versus Real Water Transfers Within China. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 361: 835-842.
- Hoekstra, A.Y. & A. K. Chapagain (2007). Water footprint of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resource Management*, 21(1):35-48.
- Hubacek, K. & S. Giljum. (2003). Applying Physical Input-Output Analysis to Estimate Land Appropriation (Ecological Footprint) of International Trade Activities. *Ecological Economics*, 44: 137–151.
- Lenzen, M. & S. Murray. (2001). A Modified Ecological Footprint Method and its Application to Australia. *Ecological Economics*, 37: 229–255.
- Lenzen, M. & S. Murray, (2003). The Ecological Footprint - Issues and Trends. ISA Research Paper 01-03. The University of Sydney.

- Lenzen, M. & Sh. A. Murray. (2001). A modified Ecological Footprint Method and its Application to Australia. *Ecological Economics* 37: 229–255.
- Lenzen, M. (2001). Errors in Conventional and Input- Output-Based Life-Cycle Inventories. *Journal of Industrial Ecology* 4(4): 127-148. <http://dx.doi.org/10.1162/10881980052541981>.
- Lenzen, M. (2006). Uncertainty in Impact and Externality Assessments - Implications for Decision-Making (13 pp). *The International Journal of LifeCycle Assessment* 11(3): 189-199. <http://dx.doi.org/10.1065/lca2005.04.201>.
- Lenzen, M. , S. A. Murray. (2001). A Modified Ecological Footprint Method and Its Application to Australia. *Ecological Economics*, 37: 229–255.
- Lenzen, M. & S.A. Murray. (2003). The Ecological Footprint-Issues and Trends. ISA Research Paper 01-03. The University of Sydney.
- Rees, W. (1996). Revisiting Carrying Capacity: Area-based Indicators of Sustainability. *Population & Environment*. 17: 195-215.
- Rees, W. E. (1992). Ecological Footprints & Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves out. *Environment & Urbanization*. 4(2): 120-130.
- Rees, W. E. (2012). Ecological Footprint, Concept of, Chapter in 'Encyclopedia of Biodiversity' (2nd Ed). Simon Levin.
- Rees, W.E. & M. Wackernagel. (1996). Urban Ecological Footprints: Why Cities Cannot be Sustainable and Why they are a Key to Sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*, 16: 223–248.
- United Nations Conference on Environment and Development (UNCED). (1992). The Earth Summit, June 3–14 1992. Rio de Janeiro, United Nations.
- Van Oel P.R., M.M. Mekonnen & A.Y. Hoekstra. (2008). The External Water Footprint of the Netherlands: Quantification and Impact Assessment. *Ecological Economics*, 69: 82-92.
- Wackernagel M. & W. Rees. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*, New Society Publishers, Gabriola Island, B. C., Canada.
- Wackernagel, M. (1994). Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: A Tool for Planning Toward Sustainability, PhD thesis. Vancouver, Canada: School of Community and Regional Planning. The University of British Columbia. OCLC 41839429.

Wei, X. Y. & J. X. Xia. (2012). Ecological Compensation for Large Water Projects Based on Ecological Footprint Theory Fa Case Study in China, *Procedia Environmental Sciences*, 13: 1338-1345.

