

# رد پای آب: راهگشا یا مانع؟



انديشكده تدبير آب ايران  
انبار تخصصي منابع ميعادن و كشاورزي ايران

# رد پای آب: راهگشا یا مانع؟

نوشتار حاضر ترجمه‌ای است از:

**Water footprint: Help or hindrance?** Chapagain, A.K. and Tickner, D. 2012. Water Alternatives 5(3): 563-581

طراحی و صفحه‌بندی: دبیرخانه اندیشکده تدبیر آب ایران

چاپ اول: بهمن ۹۷

کلیه حقوق این مقاله، محفوظ و متعلق به اندیشکده تدبیر آب ایران است. استفاده از مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است. دیدگاه‌های طرح‌شده در این نوشتار، لزوماً به معنای دیدگاه‌های اندیشکده تدبیر آب ایران نیست.

نشانی: تهران. خیابان کریمخان. خیابان نجات‌اللہی شمالی. روبروی بیمارستان یاس. پلاک ۲۱۲. طبقه ۴. واحد ۴.

تلفن: ۸۸۹۴۷۴۰۰ - ۸۸۹۴۷۳۰۰

[www.iwpri.ir](http://www.iwpri.ir)



اندیشکده تدبیر آب ایران  
محل کار: مصلح، مصلحان و کشاورزی، تهران

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱- مقدمه
۲	۲- تعریف‌های رد پای آب
۴	۳- سیر تحول کاربردهای رد پای آب
۴	۳-۱- رد پای ملی آب
۸	۳-۲- رد پای آب حوضه آبریز
۹	۳-۳- رد پای آب محصول
۱۰	۳-۴- رد پای آب در کسب و کارها
۱۱	۴- نکات مثبت و کاستی‌های کاربردهای رد پای آب
۱۱	۴-۱- استانداردهای حسابداری رد پای آب
۱۲	۴-۲- تحلیل رد پای آب به عنوان ابزار ارتباطی
۱۳	۴-۳- رد پای آب، ابزار ارزیابی ریسک کسب و کارها
۱۴	۴-۴- سیاست عمومی در پرتو تحلیل رد پای آب
۱۶	۵- جمع‌بندی

فشار بر منابع آب جهان روز به روز بیشتر می‌شود. بر اساس سناریوی رشد متوسط جمعیت جهان که در سال ۲۰۱۰ تحلیل شده است، تا سال ۲۰۵۰، ۲۳ میلیارد نفر به جمعیت زمین افزوده می‌شود. تأمین غذا، آب و انرژی کافی برای جهان رو به رشد، چالش عمده‌ای برای علم به شمار می‌آید. توسعه اقتصادی در بسیاری از بخش‌های جهان بدین معنا است که افراد بیشتری سبک زندگی پرتقاضا خواهند داشت. ویژگی این سبک، قدرت خرید بیشتر و مصرف گوشت بیشتر است. اثرات اصلی تغییر اقلیم را می‌توان الگوهای نامنظم بارش و افزایش نوسان در جریان رودخانه و تغذیه آبخوان نام برد. هم‌اکنون، میزان برداشت آب شیرین در بسیاری از بخش‌های جهان مانند چین، هند، مکزیک، خاورمیانه، منطقه مدیترانه، آسیای مرکزی، استرالیا، آفریقای جنوبی و ایالات متحده فراتر از ظرفیت تجدید طبیعی صورت می‌گیرد. رقابت و تعارض میان مصرف‌کنندگان آب رو به افزایش است و وضعیت تنوع زیستی آب شیرین در بسیاری از بخش‌های جهان به سرعت تنزل می‌یابد.

به نسبتی که فشارها بر منابع آب افزایش یافته است، اثرات بالقوه کمیابی و آلودگی بر طیفی از ذینفعان، از جمله کسب و کارها آشکارتر می‌شود. نوشتارهای فراوانی درباره این موضوع نگارش یافته است و اکنون مفاهیم و نوع‌شناسی ریسک‌های مرتبط با آب در کسب و کارها (از جمله ریسک‌های کمیابی فیزیکی، ریسک‌های مقرراتی و ریسک‌های اعتباری) به خوبی جا افتاده‌اند. شمار رو به افزایشی از کسب و کارها خواهان اقدام جدی برای مدیریت بهتر آب شده‌اند و شماری از اقدامات نیز برای پرداختن به ریسک‌های کسب و کار و سرمایه‌گذاری ناشی از مدیریت ضعیف آب، با تمرکز بر ارزیابی ریسک؛ تلاش‌های عملی برای بهبود مدیریت محلی آب به عنوان وسیله‌ای برای تشخیص ریسک‌های مشترک؛ افزایش مشارکت در سطوح عالی طراحی سیاست؛ تهیه گزارش ریسک‌های آب؛ و اشتراک‌گذاری دانش میان ذینفعان و بخش خصوصی صورت گرفته است. رهبران سیاسی نیز آب را از عوامل ریسک اقتصادی و ژئوپلیتیکی شناخته‌اند. هم‌زمان، و تا اندازه‌ای در پاسخ به تقاضاهای بخش خصوصی درباره ابزارهایی که بتواند به درک ریسک‌های مرتبط با آب کمک کند، پژوهشگران مفاهیم و روش‌شناسی‌هایی را برای ارزیابی رد پای آب معرفی کرده‌اند. این رویکردها در پی درک و اندازه‌گیری ارتباط نامرئی یا مجازی میان مصرف کالاها در یک بخش از جهان، و اثرات ناشی از تولید این کالاها بر منابع آب مناطق غالباً دور دست بوده‌اند. به نسبتی که روش‌شناسی ارزیابی رد پای آب تکامل یافت و به نسبتی که به شیوه‌های گوناگون به کار گرفته شد، توجه سیاستگذاران و دست‌اندرکاران بخش خصوصی، جامعه پژوهشی، و نیز دولت‌ها و سازمان‌های غیر دولتی را به خود جلب کرد. همچنین، خبرگان آب، نگاه نقادانه‌ای به رویکرد رد پای آب داشته‌اند.

هدف این نوشتار، نشان دادن کاربردها و معیارهای گوناگون رد پای آب، و نقدهایی که درباره رد پای آب ابراز شده است، و توصیه‌هایی درباره کاربرد آتی آنها در حوزه مدیریت ریسک‌های مرتبط با آب و طراحی و پیاده‌سازی سیاست اثربخش مدیریت منابع آب است. در بخش بعدی، تعریف‌های پذیرفته‌شده درباره رد پای آب مرور می‌شوند. سپس کاربردهای عمده رد پای آب تا به امروز و مزیت‌ها و کاستی‌های آنها، بر پایه نقدهای جامعه دانشگاهی و جامعه گسترده‌تر خبرگان آب به اختصار توصیف می‌شود. در پایان، بر اساس مزیت‌ها و اشکالات بالقوه استفاده از رد پای آب در کمک به مدیریت ریسک مرتبط با آب و سیاست منابع آب جمع‌بندی می‌شود. همچنین بر اساس این نظرات، مجموعه‌ای از قواعد برای استفاده از ابزار رد پای آب پیشنهاد می‌شود.

## ۲- تعریف‌های رد پای آب

روش‌شناسی اندازه‌گیری تقاضاهای انسانی - یا رد پا<sup>۱</sup> - از زیست کره<sup>۲</sup>، نخستین بار در اوایل دهه ۱۹۹۰ معرفی شد. بنیان‌گذار رد پای آب، Tony Allan بود که اصطلاح «آب پنهان»<sup>۳</sup> (آب مجازی) را برای توصیف آب استفاده‌شده در تولید کالاهای وارداتی به کار برد و این فرضیه را مطرح ساخت که واردات آب مجازی، بخشی از راه‌حل مشکلات کمیابی آب در خاورمیانه بوده است.<sup>۴</sup> این ایده‌ها وقتی پژوهشگران کمی‌سازی و محاسبه جریان جهانی آب مجازی و بر این اساس، رد پای آب محصولات و کشورهای خاص را آغاز کردند، شکل مشخص‌تری به خود گرفت.

Hoekstra و همکاران، رد پای آب را چنین تعریف می‌کنند:

«رد پای آب یک محصول، شاخصی تجربی از میزان آبی است که در زمان و مکان مشخص به مصرف می‌رسد، و با توجه به کل زنجیره تأمین یک محصول اندازه‌گیری می‌شود... رد پای آب یک فرد، جامعه محلی یا کسب و کار، مجموع حجم آب شیرین استفاده‌شده برای تولید کالاها و خدماتی است که فرد یا جامعه مصرف می‌کند یا در کسب و کارها تولید می‌شود.»<sup>۵</sup>

رد پای آب معمولاً حجمی بیان می‌شود (برای نمونه، لیتر یا متر مکعب آب)، و یک شاخص چندبُعدی به شمار می‌آید که هم به استفاده مستقیم و هم غیر مستقیم آب به دست یک مصرف‌کننده یا تولیدکننده توجه می‌کند و می‌تواند حجم مصرف آب را بر اساس منبع و مقدار حجم آلوده‌شده را بر اساس نوع آلودگی نشان دهد. تمام مؤلفه‌های رد پای آب را می‌توان جغرافیایی یا زمانی مشخص کرد. رد پای آب با «برداشت آب» متفاوت است، از این نظر که شامل آب‌های برگشتی نیست. افزون بر این، رد پای آب معمولاً آب سبز و آب خاکستری را در کنار

<sup>1</sup> Footprint

<sup>2</sup> Biosphere

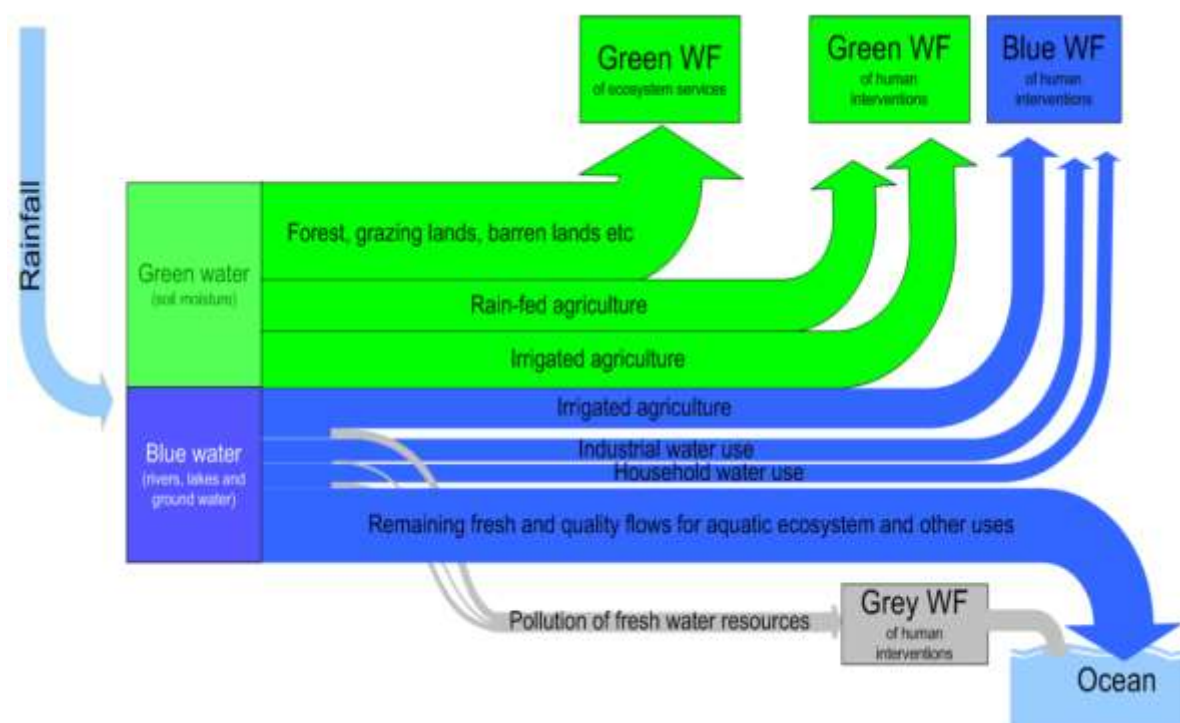
<sup>3</sup> Virtual water

<sup>4</sup> Allan, J.A. 1998. Virtual water: A strategic resource, global solutions to regional deficits. *Groundwater* 36: 545-546.

<sup>5</sup> Hoekstra, A.Y.; Chapagain, A.K.; Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M. 2011. *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. London. Washington, DC: Earthscan.

آب آبی در نظر می‌گیرد. رد پای آب می‌تواند به مؤلفه‌های مستقیم و غیر مستقیم تفکیک شود، گاهی نیز رد پای درونی و بیرونی یا در زمینه تولید و کسب و کار، رد پای آب زنجیره عملیاتی و تأمین نامیده می‌شود. تمایز پایه، میان آب (آبی، سبز یا خاکستری) مصرف‌شده از طریق شیر آب و آب نهفته در محصولات یا فرایندها است. شکل ۱ پیوندهای استفاده آب و انواع مختلف رد پای آب را در زمینه چرخه آب نشان می‌دهد.

شکل ۱- مؤلفه‌های مختلف رد پای آب و تفکیک آب در چرخه آب



رد پای آب سبز، به حجم آب سبز (آب باران) مصرف‌شده گفته می‌شود، و شاخصی از حجم رطوبت استفاده‌شده خاک در کشت دیم به شمار می‌آید و معادل حجم آب تلف‌شده از طریق تبخیر تعرق در طول رشد گیاه است. رد پای آب آبی، به مصرف منابع آب آبی (آب سطحی و آب زیرزمینی) گفته می‌شود، و حجم آبی است که تبخیر می‌شود یا بخشی از محصول را تشکیل می‌دهد یا از طریق فرآیند تولید به حوضه آبریز و آبخوان دیگر انتقال می‌یابد. رد پای آبی غالباً کوچکتر از حجم برداشت آب است، چون مقداری از آب ممکن است به پیکره آب زیرزمینی یا آب سطحی که از آن برداشت شده بازگردد. معمولاً رد پای آبی از آب آبیاری و/یا استفاده مستقیم آب در صنعت یا در خانه‌ها، منهای جریان‌های برگشتی تشکیل می‌شود. رد پای آب خاکستری، شاخصی

است از میزان آلودگی آب شیرین و منظور از آن، حجم آب شیرین مورد نیاز برای جذب بار آلاینده‌ها بر اساس استانداردهای موجود کیفیت آب است. رد پای آب خاکستری بازتاب این مفهوم است که اثرات آلودگی آب را می‌توان بر حسب حجم آب مورد نیاز برای رقیق‌سازی آلاینده‌ها به گونه‌ای که بی‌ضرر شود بیان کرد. رد پای آب خاکستری، بر کیفیت و کمیت جریان‌های برگشتی آلوده‌شده (زه‌اب)، و کمی‌سازی حجم و کیفیت کنونی آب در پیکره‌های آبی دریافت‌کننده آب آلوده‌شده مبتنی است. همه آب خاکستری، از آب آبی مشتق نمی‌شود؛ آب‌شستگی خاک بدین معنا است که کشاورزی دیم نیز می‌تواند رد پای آب خاکستری داشته باشد. در عمل، محاسبه رد پای آب خاکستری دشوار است و غالباً از ارزیابی‌های رد پای آب کنار گذاشته می‌شود.

بنابراین، رد پای آب می‌تواند هم به شکل یک عدد حجمی یا مجموعه‌ای از حجم مؤلفه‌های رد پای آب آبی، سبز و خاکستری و/یا مستقیم و غیر مستقیم بیان شود (شکل ۲). باید توجه داشت که صرف نظر از چگونگی بیان، رد پای آب به تنهایی نمی‌تواند نشانگر اثرات اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی مصرف و آلودگی آب نیست. تأثیر هر حجم معین استفاده آب، به طیفی از عوامل شامل شرایط حاکم اقلیمی، زمین‌شناسی، جغرافی و رواناب؛ هزینه فرصت استفاده‌های مختلف آب و سطح رقابت میان استفاده‌کنندگان مختلف آب در یک حوضه آبریز معین؛ کفایت ترتیبات حکمرانی محلی آب و طیف ذینفعان دخیل در تصمیم‌گیری‌ها درباره اولویت‌های استفاده آب؛ طراحی و بهره‌برداری زیرساخت مدیریت آب؛ آسیب‌پذیری اکوسیستم رودخانه یا تالاب نسبت به برداشت آب؛ و تأثیر تجمعی آلودگی ناشی از منابع مختلف بستگی دارد. همچنین اطلاعات مکانی-زمانی درباره چگونگی تخصیص آب برای استفاده‌های گوناگون، گروه‌هایی که ممکن است منتفع شوند یا این تخصیص، افزون بر استفاده‌کنندگان اصلی، چه تأثیری بر دیگران می‌گذارد فراهم می‌آورد.

### ۳- سیر تحول کاربرد های رد پای آب

در سال‌های اخیر، تحلیل رد پای آب در شماری از کاربردهای مختلف به کار گرفته شده است. کاربردهای عمده و مطالعات نمونه در جدول ۱ خلاصه شده‌اند.

#### ۳-۱- رد پای ملی آب

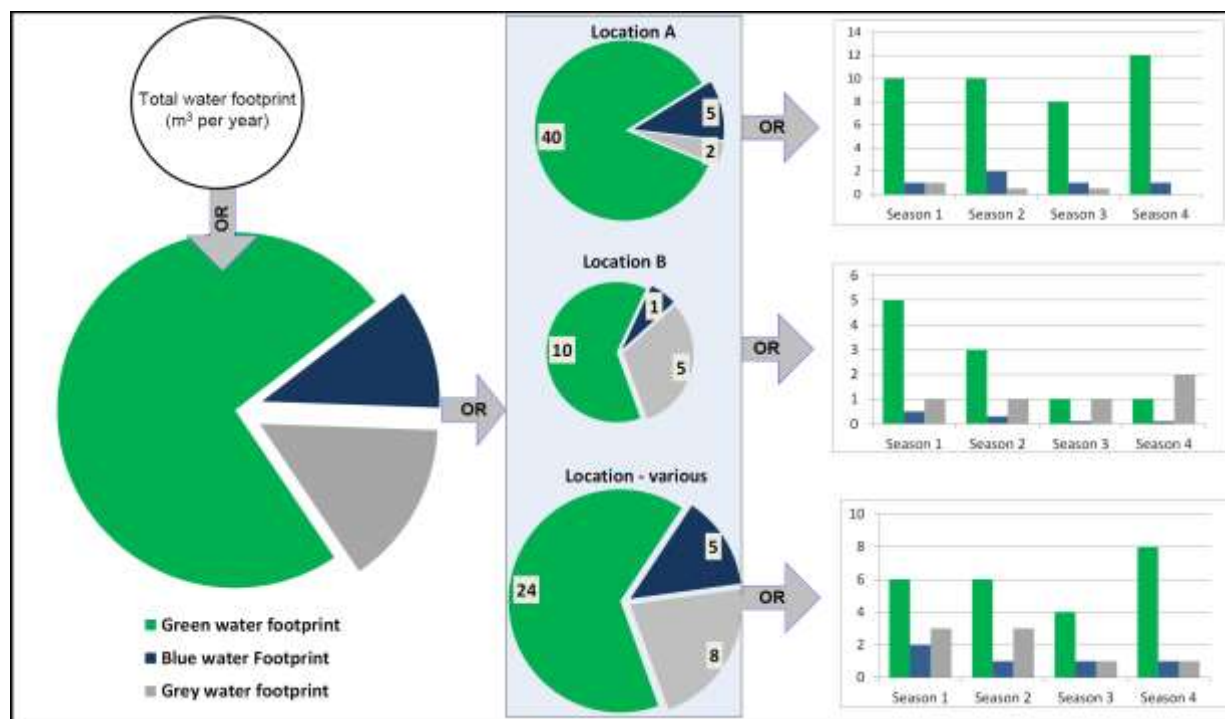
بیشتر حساب‌های ملی آب، تنها داده‌های برداشت آب آبی را در سه بخش اصلی: کشاورزی، صنعتی و خانگی را به دست می‌دهند.<sup>۱</sup> این دست اطلاعات به درک فشارها بر منابع آب سطحی و زیرزمینی در یک کشور کمک می‌کند، ولی اطلاعات محدودی درباره اثرات ریسک‌های مرتبط با آب بر امنیت غذایی و توسعه اقتصادی یک کشور، به ویژه مواقعی که کشور مقادیری اساسی محصولات کشاورزی را وارد یا صادر می‌کند فراهم می‌آورد.

۱- برای نمونه:

AQUASTAT (FAO); The World's Water (Pacific Institute) and Key Water Indicator Portal (UN Water).

افزون بر این، چنین حساب‌هایی، استفاده آب آبی در کشاورزی را خیلی کم به حساب می‌آورند یا اصلاً به حساب نمی‌آورند. تهیه حساب‌های ملی یا منطقه‌ای رد پای آب، در زمره تلاش‌هایی بوده است که برای پرکردن این خلأها صورت گرفته است.

شکل ۲- چهار شیوه برای نمایش حساب‌های رد پای آب



نخستین ارزیابی مقدماتی رد پای آب کشورها به دست Hoekstra و Huang انجام شد.<sup>۱</sup> آنان در ارزیابی خود، برای محاسبه میانگین رد پای آب کشور، واردات خالص آب مجازی چند محصول برگزیده را به حجم برداشت آب آبی افزودند. در این تحلیل پیشگام، تجارت بین‌المللی محصولات دامی یا استفاده از آب سبز در تولید زراعی به حساب نیامده بود (این کاستی بعدها برطرف گردید<sup>۲</sup>). همگام با این دسته از بررسی‌ها، برخی پژوهشگران تا اندازه‌ای شرایط خاص اقلیمی و هیدرولوژیکی محلی را نیز به حساب آوردند. برای نمونه، داده‌های میانگین کشوری برای محاسبه تبخیر گیاه، حتی در کشورهایی که نوسان مکانی در چنین پارامترهایی زیاد است، مانند ایالات متحده آمریکا، چین یا هند استفاده شدند. افزون بر این، این فرض در نظر گرفته شد که تبخیر بالقوه گیاه در

<sup>1</sup> 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*. Delft, the Netherlands: UNESCO-IHE.

<sup>2</sup> Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. 2004. *Water footprints of nations*. Delft, the Netherlands: UNESCO-IHE.



تمام موارد برآورده شده است، بدین معنا که کسری نیازهای آبی گیاه همیشه با آبیاری مکمل تأمین شده است. در واقعیت، تنها ۲۲ درصد اراضی قابل کشت جهان آبیاری می‌شود و این مطالعات، رد پای آب محصولات زراعی و فرآورده‌های دامی را دست بالا برآورد کرده‌اند. این نقص را Chapagain و همکاران روشن کردند.<sup>۱</sup> این پژوهشگران، رد پای پنبه را با استفاده از داده‌های اقلیمی محلی تحلیل کردند. روش‌شناسی رد پای آب با گنجاندن نظام کشت پوششی و احتساب نوسان اقلیمی فصلی در تولید تکامل یافته‌تر شد.<sup>۲</sup> برخی پژوهشگران نیز پایه آماری حساب‌های رد پای آب را با استفاده از داده‌های اقلیم و آبیاری با قابلیت تفکیک بسیار کوچکتر، به جای استفاده از داده‌های میانگین کشوری به روز کردند.<sup>۳</sup> آنان همچنین از داده‌های آبیاری کشت خاص برای تصحیح برآوردهای دست بالای استفاده آب گیاه استفاده کردند.

رد پای آب کشورها با استفاده از رویکردهای کل به جزء و جزء به کل محاسبه شده است. رویکردهای کل به جزء، بر ارزیابی مجموع جریان جهانی آب مجازی و تخصیص آن به بخش‌های اقتصادی یک کشور، با استفاده از چارچوب‌های تحلیل داده-ستانده محیط‌زیستی مبتنی هستند. تحلیل داده-ستانده بر مصرف نهایی یک محصول متمرکز می‌شود و آب استفاده‌شده در تولید، به مصرف کنندگان نهایی محصول نسبت داده می‌شود. این نتایج، به جای محصولات خاص، در بخش‌های اقتصادی تجمیع می‌شود، بنابراین جداسازی فرایندهای عمده آب‌بر از این نتایج دشوار است. از آنجا که کشاورزی در سطح جهان، استفاده‌کننده اصلی آب است، تجمیع در این بخش، نارسایی عمده این رویکرد به شمار می‌آید. در مقابل، رویکردهای جزء به کل، رد پای آب ملی را با جمع‌زدن رد پای آب تک تک محصولات می‌شود محاسبه می‌کند. این شیوه، فرایند پرزحمتی است و دامنه خطاها به شکل قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد، یعنی اگر پارامترها تحلیل رد پای آب خیلی محدود در نظر گرفته شوند، فرایندهای کلیدی آب‌بر ممکن است بیرون گذاشته شود. برای نمونه، در محاسبه رد پای آب مستقیم سیب‌زمینی، استفاده‌های آب در تولید کود، ابزارها و دیگر ماشین‌آلات استفاده‌شده در مزرعه ممکن است گنجانده یا بیرون گذاشته شود. در بیشتر موارد اگر استفاده آب در تولید کود به حساب آورده نشود، عدد نهایی رد پای آب برآورد دست پائینی از رد پای واقعی آب خواهد بود.

<sup>1</sup> Chapagain, A.K.; Hoekstra, A.Y.; Savenije, H.H.G. and Gautam, R. 2006. The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. *Ecological Economics* 60(1): 186-203.

<sup>2</sup> Chapagain, A.K. and Orr, S. 2009. An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: A case of Spanish tomatoes. *Journal of Environmental Management* 90(2): 1219-1228.

<sup>3</sup> Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. 2010. *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products*. Delft, the Netherlands: UNESCO-IHE; Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. 2012. A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems* 15(3): 401-415.

جدول ۱- کاربردهای عمده تحلیل رد پای آب

نوع کاربرد	نمونه پرسش‌ها	نمونه نتایج
حساب‌های ملی رد پای آب	<ul style="list-style-type: none"> <li>تا چه اندازه واردات و مصرف کالاها در کشور به منابع آب کشور و جاهای دیگر متکی است؟</li> <li>آسیب‌پذیری کشور در برابر ریسک‌های کمیابی جهانی آب چیست؟</li> </ul>	۶۲ درصد رد پای آب کشاورزی انگلستان، آب نهفته در کالاهای وارداتی است.
حساب‌های رد پای آب حوضه آبریز	<ul style="list-style-type: none"> <li>تصویر واقعی تنش یا کمیابی آب در حوضه‌های آبریز چیست؟</li> <li>پیامدهای سیاسی-اقتصادی سناریوهای مختلف مدیریت آب در حوضه‌هایی که تنش آبی دارند چیست؟</li> </ul>	ساخت ۱۱ سد در امتداد رودخانه مکونگ، و اثرات ناشی از آن روی شیلات آب شیرین می‌تواند ۴ تا ۷ درصد استفاده آب برای تولید غذا در این حوضه را افزایش دهد. در مورد کشورهایی که تماماً در این حوضه قرار دارند، برآوردها بسیار بیشتر است: کامبوج (۲۹ تا ۶۴ درصد) و لائوس (۱۲ تا ۲۴ درصد).
رد پای آب محصول	<ul style="list-style-type: none"> <li>رد پای آب یک محصول خاص چقدر است؟</li> <li>رد پای آب فردی که طیفی از محصولات مختلف را استفاده می‌کند چقدر است؟</li> <li>پیوند رد پای آب محصول خاص و رد پای شخصی و اکوسیستم‌ها یا دیگر استفاده‌کنندگان آب چیست؟</li> </ul>	رد پای آب یک لیتر آبجو تولیدشده در افریقای جنوبی، ۱۵۵ لیتر است (۴۷/۱ درصد آب سبز خالص، ۳۴/۳ درصد آب آبی، ۱۸/۶ درصد آب خاکستری)؛ رد پای آب یک لیتر آبجو تولیدشده در جمهوری چک، ۴۵ لیتر است (۹۱/۷ درصد آب سبز خالص، ۵/۹ درصد آب آبی، ۲/۴ درصد آب خاکستری).
رد پای آب کسب و کار	<ul style="list-style-type: none"> <li>کجا و چه زمان در زنجیره ارزش ممکن است کسب و کار اثرات بالقوه منفی بر محیط‌زیست و/یا دیگر استفاده‌کنندگان آب داشته باشد؟</li> <li>ریسک استراتژیک مرتبط با آب برای یک کسب و کار چیست و این ریسک در کدامیک از بخش‌های جهان به وجود می‌آید؟</li> <li>اولویت‌های اقدام برای مدیریت ریسک مرتبط با آب کجا است؟</li> </ul>	شرکت Unilever بر پایه تحلیل ۱۶۰۰ محصول که ۷۰ درصد حجم فروش آن را تشکیل می‌دهد، به این نتیجه رسید که ۴۴ درصد رد پای آب در کشورهایی که آب کمیاب است، با تولید و استفاده محصولات مراقبت شخصی ارتباط دارد.

### ۳-۲- رد پای آب حوضه آبریز

محاسبات متعارف تنش یا کمیابی آب در مقیاس حوضه آبریز، تا اندازه زیادی بر پایه برآوردهای برداشت سالانه آب آبی به عنوان کسری از متوسط آورد سالانه و بر پایه این فرض که ۱۰۰ درصد آب برداشت شده از پیکره‌های آب سطحی و زیرزمینی در این سیستم صرف می‌شود صورت گرفته است. تصویر دقیق تری از فشار بر منابع آب آبی، نیازهای محیط‌زیستی؛ نوسانات فصلی در بارندگی و جریان رودخانه؛ و جریان‌های برگشتی از استفاده‌های کشاورزی، صنعتی و خانوار به منبع آب آبی را به حساب می‌آورد.

بدین منظور برخی پژوهشگران، رد پای ماهانه آب آبی ۴۰۵ حوضه آبریز اصلی (شکل ۳) را با احتساب جریان لازم برای حفظ کارکردهای حیاتی اکولوژیکی تحلیل کرده‌اند.<sup>۱</sup> هاشور قرمز پررنگ نشان‌دهنده حوضه‌های آبریزی است که بیش از ۲۰ درصد آب در دسترس در حوضه در کل سال استفاده می‌شود. (نسبت ۲۰ درصد معیاری پیشنهادی جدیدی است. مطابق این رقم، خالی شدن بیش از این مقدار از جریان طبیعی یک رودخانه، ریسک‌های سلامت اکولوژیکی و خدمات اکوسیستم را افزایش می‌دهد<sup>۲</sup>). برخی از این حوضه‌ها با نقشه‌های قبلی کمیابی جهانی همخوانی دارند، از جمله مناطق خشک (مانند استرالیای مرکزی) و مناطقی که مقادیر قابل ملاحظه آب در این حوضه‌ها صرف کشاورزی می‌شود (برای نمونه حوضه ایندوس). با این همه، بر خلاف نقشه‌های مبتنی بر برداشت آب، تحلیل ماهانه رد پای آب آبی گویای آن است که حتی در حوضه‌هایی مانند می‌سی‌سی‌پی و حوضه‌های آبریز کوچک در اروپایی غربی، ریسک کمیابی آب، حداقل در بخشی از سال وجود دارد. در حالی که ارزیابی جامع مدیریت آب در کشاورزی<sup>۳</sup> برآورد کرده است که ۱/۲ میلیارد نفر در حوضه‌های آبریز با کمیابی فیزیکی مطلق آب، و ۵۰۰ میلیون نفر دیگر در حوضه‌های آبریز زندگی می‌کرده‌اند که به این وضعیت نزدیک می‌شود، تحلیل بر پایه رد پای ماهانه آب آبی حاکی است که حداقل ۲/۷ میلیارد نفر در حوضه‌هایی زندگی می‌کنند که کمیابی شدید آب را حداقل یک ماه از سال تجربه می‌کنند.

داده‌های تجارت و تولید در مقیاس حوضه، کمیاب هستند و در نتیجه، پژوهشگران نسبتاً اندکی رد پای آب را برای شناخت تنش یا کمیابی آب و مسائل ذریبط مدیریت در حوضه‌های آبریز به کار برده‌اند. در پرتو ساخت سد پیشنهادی در حوضه مکونگ، برخی پژوهشگران مطالعه رد پای آب و زمین را با هدف کمی کردن فشارهای بالقوه بر منابع آب و زمین در نتیجه جستجوی جوامع محلی برای جایگزینی پروتئین از دست‌رفته ماهی آب شیرین با

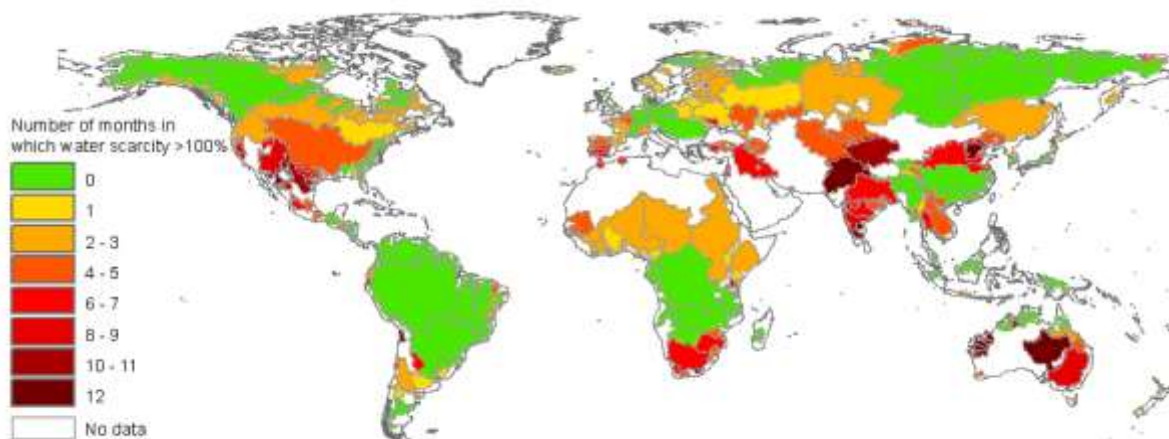
<sup>1</sup> Hoekstra, A.Y. and Mekonnen, M.M. 2012. The water footprint of humanity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(9): 3232-3237.

<sup>2</sup> Richter, B.D.; Davis, M.M.; Apse, C. and Konrad, C. 2011. A presumptive standard for environmental flow protection. *River Research and Applications*. Online, DOI: 10.1002/rra.1511.

<sup>3</sup> Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. *Water for food, water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture*. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute.

پروتئین محصولات دامی انجام دادند.<sup>۱</sup> در حوضه دریاچه Naivasha در کنیا، ترکیبی از تحلیل رد پای آب و داده‌های اقتصادی برای ارزیابی وضعیت استفاده آب و آبریز پروری و کشاورزی انجام شده است.<sup>۲</sup> این ارزیابی حاکی از آن بود که تمایزهای آشکاری میان تأثیر اجتماعی- اقتصادی استفاده‌های مختلف آب در این حوضه، بر حسب درآمد و/ یا شمار شغل‌ها به ازای متر مکعب استفاده از آب وجود دارد.

شکل ۳- کمیابی آب آبی در ۴۰۵ حوضه آبریز جهان در فاصله سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۰۵



### ۳-۳- رد پای آب محصول

در بسیاری از بخش‌های جهان، دغدغه مصرف‌کنندگان و شرکت‌ها درباره مسائل پایداری و بهره‌برداری از منابع طبیعی رو به افزایش است. در این شرایط، و همان‌گونه که در بالا گفته شد، کمیابی آب در دستور کار عمومی اولویت بالایی می‌یابد و رد پای آب محصولات خاص برای کمک به درک اثرات بالقوه مستقیم و غیر مستقیم بر رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و تالاب‌ها و بر جوامعی که به آنها وابسته هستند به کار گرفته شده است. برای نمونه وب‌سایت شبکه ردپای آب<sup>۳</sup>، رد پای آب یک فنجان قهوه را تا ۱۴۰ لیتر و یک تیشرت نخی را ۲۵۰۰ لیتر ذکر می‌کند. چنین داده‌هایی به قلمرو عمومی وارد شده‌اند و احتمالاً به ارتقای آگاهی درباره پیوندهای سبک زندگی، مصرف و اثرات بالقوه بر منابع آب کمک کرده است. حسابداری حجمی از این دست، به تنهایی اثرات واقعی (مثبت و منفی) انتخاب‌های مصرف‌کننده را روشن نمی‌کند؛ همان‌گونه که در بالا گفته شد، این اثرات را ترکیب پیچیده‌ای از عوامل تعیین می‌کنند. در پاسخ به چالش یافتن پیوند مصرف مواد و تأثیر بر محیط‌زیست، تلاش‌هایی برای تهیه

<sup>1</sup> Orr, S.; Pittock, J.; Chapagain, A. and Dumaresq, D. 2012. Dams on the Mekong river: Lost fish protein and the implications for land and water resources. *Global Environmental Change* 22(4): 925-932.

<sup>2</sup> Pegram, G. 2010. *Shared risk and opportunity in water resources: Seeking a sustainable future for Lake Naivasha*. Godalming, UK: WWF and PEGASYS.

<sup>3</sup> Water Footprint Network (WFN)

حساب‌های وزنی رد پای آب صورت گرفته است. این تلاش‌ها بر پایه روش‌شناسی بررسی طول عمر<sup>۱</sup> و سنجه‌های تنش آبی برای تعیین تأثیر رد پای آب محصول در قالب یک نشانگر قابل کمی‌سازی بوده است. فلسفه این دست چارچوب‌های حسابداری این است که نشانگرهای ساده و قابل فهم درباره تأثیر، می‌تواند انتخاب‌های بهتر مصرف‌کننده و تصمیم‌های مدیریت کسب و کار را تسهیل نماید.

### ۳-۴- رد پای آب در کسب و کارها

شرکت‌ها در بخش غذا و نوشیدنی نخستین شرکت‌هایی بودند که سودمندی تحلیل رد پای آب را در کمک به درک ریسک‌های مرتبط با آب بررسی کردند. پس از بررسی اولیه پتانسیل نشانگرهای ساده حجمی (معمولاً بر حسب متر مکعب آب به ازای زمان)، برخی از این شرکت‌ها دریافته‌اند که پیچیدگی مکانی ریسک‌های آب و اثرات، مستلزم استفاده از ابزارها و رویکردهای پیچیده‌تر در ارزیابی ریسک است. با وجود این، حساب‌های رد پای آب در کسب و کارها، غالباً رد پای آب محصول را برای نشان‌دادن اجزای مهمی از تأثیر کسب و کار و ریسک مرتبط با منابع آب که فراتر از حصار کارخانه، به ویژه در زنجیره‌های تأمین کشاورزی قرار می‌گیرد به کار گرفته‌اند.

شکل‌گیری همکاری میان کسب و کارها و سازمان‌های غیر دولتی، سبب شد تا ابزارهای ارزیابی ریسک آب به سرعت در سال‌های اخیر تکامل یابد و به نقطه‌ای برسد که برای شرکت‌های چندملیتی پیچیده یا سرمایه‌گذار، انجام ارزیابی ریسک جهانی درباره طیفی از واحدهای صنفی در بخش‌های مختلف اقتصادی امکان‌پذیر شود. برای نمونه، شرکت Puma (تولیدکننده لباس‌های ورزشی) در تلاش برای سنجش، ارزش‌گذاری و گزارش آثار خارجی زیست‌محیطی، تحلیل اثرات مرتبط با آب را با روش‌شناسی سود و زیان ترکیب کرده است. با این همه، آنچه از نوشتارهای موجود برمی‌آید روشن نمی‌کند آیا این کار با فنون استاندارد حسابداری رد پای آب به دست آمده یا از روش‌شناسی دیگری به دست آمده است.

برخی شرکت‌های چندملیتی، تا اندازه‌ای در نتیجه تحلیل رد پای آب، و درک بهتر ریسک‌های مرتبط با آب، اقداماتی را در مدیریت ریسک برای پرداختن به چالش‌های عملی مدیریت منابع آب آغاز کرده‌اند. برای نمونه، شرکت SABMiller (شرکت آبجوسازی جهانی)، با همکاری WWF و GIZ (به نمایندگی از وزارت همکاری اقتصادی و توسعه آلمان)، طرحی را با نام «آینده‌های آب»<sup>۲</sup> تعریف کردند که هدف آن، تدوین یک طرح توجیهی برای نقش‌آفرینی بخش خصوصی در پیشبرد مدیریت پایدار منابع آب است. این همکاری تلاش می‌کند نقش‌های

<sup>1</sup> Life cycle assessment (LCA)

<sup>2</sup> Water Futures

مقتضی را برای بهبود مدیریت منابع آب در راستای پرداختن به ریسک‌های مشترک میان کسب و کارها، جوامع محلی و اکوسیستم‌ها برانگیزاند.

#### ۴- نکات مثبت و کاستی‌های کاربردهای رد پای آب

به نسبتی که تجربه استفاده از تحلیل رد پای آب افزایش یافته، بحث درباره مزیت‌ها و کاستی‌های آن نیز افزایش پیدا کرده است. بخشی از این بحث را می‌توان در نوشتارهای موجود یافت. در گفت و گوهای غیر رسمی در کنفرانس‌ها، جلسات و نشست‌ها نیز مطالب مهمی از این دست رد و بدل شده است. این گفت‌وگوها را می‌توان در چهار پرسش زیر دسته‌بندی کرد:

۱- آیا تدوین استانداردهای قاطع برای حسابداری رد پای آب امکان‌پذیر است؟

۲- تا چه اندازه استفاده از نتایج تحلیل رد پای آب به عنوان یک ابزار ارتباطی برای تسهیل گفت و گو با مخاطبان مختلف درباره مسائل آب، مفید و قابل اتکا است؟

۳- منافع و خطرات استفاده از رد پای آب به عنوان ابزار ارزیابی ریسک کسب و کار چیست؟

۴- چه توجیهی برای تغییر در سیاست عمومی در پرتو تحلیل رد پای آب وجود دارد؟

به استثنای پرسش نخست که بازتاب تکامل روش‌شناسی رد پای آب است، بحث جاری بر مزیت‌ها و مطلوبیت کاربردهای رد پای آب و پاسخ‌های کسب و کار در بافت گسترده‌تر مدیریت منابع آب و شکل‌گیری سیاست عمومی تمرکز داشته است. از مضمون‌های مشترک در این بحث‌ها، ضرورت نگاه به نتایج تحلیل رد پای آب در کنار شرایط زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی بوده است.

#### ۴-۱- استانداردهای حسابداری رد پای آب

بنیاد علمی تحلیل رد پای آب، از زمان انتشار نخستین آثار درباره آن تا به امروز تکامل یافته، و شمار متخصصانی که ارزیابی‌های رد پای آب را منتشر می‌کنند به سرعت افزایش یافته است. پایگاه داده‌های اقلیمی و هیدرولوژیکی برای احتساب بهتر شرایط محلی بهبود یافته است؛ داده‌های مربوط به جریان مبادلات کشاورزی و سایر مبادلات به روز شده‌اند؛ و چارچوب‌های مفهومی، اصلاح و ارتقا یافته است، مانند «رد پای خالص آب سبز» که میان رد پای آب سبز یک محصول و پوشش طبیعی و نیمه‌طبیعی زمین پیش از کشت تمایز می‌گذارد. در تلاش برای تثبیت یک رویکرد استاندارد، شبکه رد پای آب، راهنمای ارزیابی رد پای آب<sup>۱</sup> را در سال ۲۰۱۱ منتشر کرد.

<sup>1</sup> Water Footprint Assessment Manual

با این همه، هنوز موانع روش‌شناختی باقی است. برای نمونه، هنوز باید یک رویکرد استاندارد به حسابداری رد پای خاکستری تدوین شود. این کار تا اندازه‌ای ناشی از تفاوت استانداردهای کیفیت آب و کیفیت از پیش موجود آب‌های پذیرنده در بخش‌های مختلف جهان است (و بنابراین تفاوت در حجم آبی که برای بازگرداندن کیفیت جریان‌های برگشتی آلوده به سطوح قابل قبول لازم خواهد بود). افزون بر این، بنا به تعریف، آب خاکستری، درون سیستم هیدرولوژیکی باقی می‌ماند، و اگر به اندازه کافی تصفیه شود (که همیشگی نیست) می‌تواند بارها مورد استفاده قرار گیرد. این پرسش که آیا چنین آبی را جزو تلفات مؤثر سیستم مورد نظر دانسیم، به همان شیوه‌ای که تبخیر تعرق آب آبی یا سبز نظر گرفته می‌شود، یک پرسش مفهومی دشوار است.

یک ابهام روش‌شناختی مهم نیز درباره مفهوم رد پای وزنی آب وجود دارد. یکی از امتیازهای تحلیل رد پای آب این است که کاربران را به تفکیک مؤلفه‌های رد پای آب به مؤلفه‌های مختلف (آبی، سبز، خاکستری، مستقیم، غیر مستقیم) قادر می‌سازد. حتی درباره چنین چیزی، برخی منتقدان این خطر را گوشزد کرده‌اند که نشانگر حجمی ساده به عنوان شاخصی برای اثرات واقعی استفاده آب نیز می‌تواند نادرست فهم شود. درک اثرات رد پای آب، نه تنها مستلزم تفکیک به اجزای تشکیل‌دهنده رد پای آب، بلکه مستلزم در نظر گرفتن شرایط موجود در نقطه استفاده آب، شامل نوسان مکانی و زمانی در عوامل زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی است. نتیجه منطقی این گفته آن است که تفسیر تحلیل‌های رد پای آب، پیچیده‌تر از تفسیر رد پای کربن است. ارزیابی رد پای وزنی، تلاشی برای کاهش این پیچیدگی و کمک به ارتقای قابلیت ارتباطاتی آن به شمار می‌آید. با این همه، وزن‌دادن به عوامل، تا اندازه زیادی تنها بر نشانگرهای فیزیکی، مانند تنش آبی مبتنی بوده است؛ گنجاندن مسائل اجتماعی-اقتصادی و سیاسی، از جمله هزینه فرصت استفاده‌های آب، دشوار بوده است و تنها می‌تواند به گونه‌ای کیفی وزن داده شود (و بنابراین ذهنی است). خطرات فنی و نیز مفهومی در این رویکرد تقلیل‌گرا وجود دارد. برای نمونه، اگر تنش آبی به عنوان عامل وزنی به کار رود، که بر پایه میانگین سالانه موجودی آب آبی (یعنی آورد متوسط سالانه) سنجیده می‌شود، نوسان فصلی را در هیدروگراف‌های سالانه رودخانه نشان نمی‌دهد و ممکن است نتواند نیاز به حفظ جریان‌های محیط‌زیستی را به حساب آورد.

#### ۴-۲- تحلیل رد پای آب به عنوان ابزار ارتباطی

آشکار شده است که خبرگان آب به شکل فزاینده‌ای به انتقال پیام به «بیرون بخش آب» نیاز دارند، تا تصمیم‌گیران در دولت، بخش خصوصی و جامعه مدنی بهتر درک کنند چگونه مدیریت بهتر آب می‌تواند تحقق نتایج اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را پشتیبانی نماید. در مقایسه با ارتباطات در حوزه تخصصی (از طریق مجلات دانشگاهی) این موضوع مستلزم توصیف داستان‌های جدید، با استفاده از داده‌ها و زبان گیرا و بسیج رسانه‌های مختلف است. نتایج تحلیل‌های رد پای آب راه خود را به صفحات اول روزنامه‌ها یافته‌اند و شواهد غیر رسمی در صحبت با تنوعی

از مخاطبان بیرونی حاکی بوده است که آمارهای رد پای حجمی آب، ابزار قدرتمندی برای دغدغه‌مندسازی مخاطبان بوده است. به طور خلاصه، واقعیت‌های به ظاهر شوک‌آور مانند این واقعیت که متوسط رد پای سرانه در انگلستان ۴۶۴۵ لیتر در روز است، به عبارتی افزایش ۳۰ برابری نسبت به سنجه‌های ساده استفاده مستقیم آب - به تصمیم‌گیران غیر تخصصی و مصرف‌کنندگان کمک کرده است درک کنند چگونه امنیت جهانی آب، اساس امنیت غذایی ملی، به ویژه درباره محصولات کشاورزی وارداتی را تشکیل می‌دهد. آشنایی مخاطبان با مفاهیم و زبان رد پای کربن / و رد پای اکولوژیکی، به فهم آسان‌تر این قبیل واقعیت‌ها کمک کرده است.

در استفاده از تحلیل رد پای آب بدین شیوه باید مراقب بود. همان‌طور که پیش‌تر بحث شد، نتایج رد پای حجمی آب نمی‌تواند کل داستان هزینه‌ها و منافع استفاده آب را بازگو کند. حتی متخصصان در دام فراخوان صرفاً کاهش ساده در رد پای آب به عنوان گامی در راستای پایداری افتاده‌اند، به جای آنکه به اثرات نامطلوب رد پای آب بپردازند. افزون بر این، پیام‌هایی که صرفاً مبتنی بر رد پای حجمی آب طراحی شوند ممکن است - دقیق یا نادقیق - متهم مشارکت‌کننده در کمیابی آب در کشور صادرکننده این قبیل کالاها پنداشته شود. واقعیت بسیار پیچیده‌تر است و چنین تصوراتی ممکن است به پیامدهای ناخواسته اجتماعی - اقتصادی و زیست‌محیطی منجر شود. بیشتر شرکت‌هایی که در صنف مقدم تحلیل رد پای آب قرار دارند، این پیچیدگی را دریافته‌اند و در نتیجه از برجسب‌گذاری رد پای حجمی آب برای کالاهای مصرفی فاصله گرفته‌اند. حتی در خبرهای عامه‌پسند نیز تأکید بر ضرورت تفسیر گوناگون تحلیل‌های رد پای آب مشاهده می‌شود. این خطر برای شرکت‌هایی که پیام‌رسانی بیش از اندازه ساده را به کار می‌برند همچنان باقی است و به نسبتی که شرکت‌های بیشتری از ریسک‌های مرتبط با آب آگاه می‌شوند و ارزیابی‌های رد پای آب را انجام می‌دهند افزایش خواهد یافت. انتشار ارزیابی‌های رد پای وزنی احتمالاً این ریسک را تشدید می‌کند.

#### ۳-۴- رد پای آب، ابزار ارزیابی ریسک کسب و کارها

گسترش سریع و فزاینده استفاده از تحلیل رد پای آب در شرکت‌های چندملیتی حاکی از آن است که می‌تواند ابزار مفیدی برای شناخت و درک ریسک‌ها و اثرات کسب و کار مرتبط با آب باشد. برخی شرکت‌ها با همکاری سازمان‌های غیر دولتی و پژوهشگران، تحلیل رد پای آب را برای درک بهترین شیوه استفاده از آن آزموده‌اند. برای نمونه شرکت M & S (عمده‌فروش مواد غذایی و لباس در انگلستان) در ابتدا تصمیم به بررسی رد پای آب تمام محصولات غذایی خود گرفت. با این همه، این شرکت با WWF برای کاربرد ابزار فیلتر ریسک آب<sup>۱</sup> برای دست‌یافتن به نگاهی استراتژیک‌تر درباره اولویت‌های سرمایه‌گذاری در اقدامات تخفیف ریسک همکاری کرد. این کار به یک فهم سودمندتر درباره ریسک‌ها و اثرات استراتژیک در این کسب و کار، و صرف زمان و منابع

<sup>1</sup> Water Risk Filter



بسیار کمتر در مقایسه با ارزیابی تمام محصولات غذایی منجر شد. تجربه شرکت SABMiller در استفاده از تحلیل رد پای آب ثابت کرده است که می‌تواند در کمک به مدیران عملیاتی این شرکت در فهم اینکه بخش قابل توجهی از ریسک‌های آب متوجه این کسب و کار فراتر از حصار کارخانه قرار می‌گیرد مفید باشد. در مورد شرکت SAB (شاخه آفریقای جنوبی)، تحلیل رد پای آب در تولید آبجو نشان داد که ۹۸/۳ درصد کل رد پای آب، به رشد گیاه در آفریقای جنوبی ارتباط دارد. با این درک جدید، شرکت SAB انگیزه یافت تا همکاری‌های جدیدی را با ذینفعان، با هدف پرداختن به مسائل کمیابی آن در ناحیه مدیریت آب Gouritz شکل دهد. در این ناحیه، ریسک‌هایی متوجه زنجیره تأمین رازک و نیز سایر مصرف‌کنندگان آب و اکوسیستم‌های آب شیرین است.

در حالی که تحلیل رد پای آب می‌تواند به شرکت‌ها برای درک ریسک‌های مرتبط با آب کمک کند، هیچ اطلاعاتی درباره اقدامات بالقوه برای پرداختن به این ریسک‌ها به دست نمی‌دهد. از این زاویه، شرکت‌ها نیاز دارند درک کنند که منافع کسب و کار و بررسی اثرات کسب و کار، بیشتر با پاسخ‌های آنها به ریسک‌های مرتبط با آب سنجیده می‌شود تا با این واقعیت ساده که ارزیابی رد پای آب را انجام و انتشار دهند. ابزارها و راهنماهای دیگری برای کمک به شرکت‌ها برای درک چگونگی تعامل با طیفی از ذینفعان به منظور پیشبرد اقدامات آب متناسب با شرایط که بتواند به نفع جوامع محلی و اکوسیستم‌ها و نیز کاهش ریسک‌های کسب و کار باشد طراحی شده است. «ریسک مشترک» از مفهوم‌های کلیدی به شمار می‌آید و بازتاب این واقعیت است که برای دولت‌ها، جوامع محلی، اکوسیستم‌ها و کسب و کارها، تمام ریسک‌های مرتبط با آب نهایتاً ریشه در ریسک‌های فیزیکی مرتبط با تنش در منابع آب (کمیت و کیفیت) یا ناتوانی سامانه‌های تأمین دارند. از این رو، حوزه‌هایی از ریسک‌های مشترک وجود دارد که فرصت‌هایی را برای همکاری و همیاری در مدیریت اثربخش و پایدار منابع آب فراهم می‌آورد. این موضوع به ویژه زمانی به جا است که هم دولت و هم مدیران کسب و کار، نگاه بلندمدت‌تری درباره ضروریات مرتبط با خودشان اتخاذ می‌کنند. در حال حاضر تنها شمار کوچکی از به اصطلاح اقدامات «پاسداری آب» وجود دارد که به ریسک‌های مشترک مرتبط با آب در قالب کنش‌هایی فراتر از مرز کسب و کار می‌پردازد. تا امروز شواهد اندکی از نتایج این دست اقدامات، از نظر تغییرات در سیاست و راه و رسم مدیریت منابع آب در نتیجه مشارکت کسب و کار وجود دارد. البته این وضعیت ممکن است با گذشت زمان، به نسبتی که شرکت‌های بیشتری به این قبیل ریسک‌های مشترک می‌پردازند و اقدامات پخته‌تر می‌شود تغییر کند. اگر چنین شود، مهم است که نتایجی از این دست و نقش شرکت‌ها در تحقق آنها نقادانه بازبینی شود.

#### ۴-۴- سیاست عمومی در پرتو تحلیل رد پای آب

پیوندها میان ارزیابی رد پای آب، سیاست آب و سیاست مسائل مرتبط مانند تجارت، توسعه اقتصادی و کشاورزی، موضوع بحث کنفرانس‌های عمده در سال‌های اخیر بوده است. شبکه رد پای آب نیز توجه به پیامدهای سیاستی رد

پای آب را به شکل نظام یافته آغاز کرده است. علی‌رغم این گفت‌وگو، و علی‌رغم افزایش سریع ارزیابی‌های ملی رد پای آب، تا به امروز نمونه‌های اندکی از تحلیل رد پای آب وجود داشته است که تغییرات در سیاست ملی یا منطقه‌ای آب را برانگیخته باشد. دولت اسپانیا گنجاندن تحلیل رد پای آب را در پروژه‌های جدید توسعه الزامی کرده و آن را به پیاده‌سازی دستورالعمل چارچوب مدیریت آب اتحادیه اروپایی مرتبط ساخته است. دستگاه‌های دولتی انگلستان علاقه‌مندی به رویکردهای رد پای آب را نشان داده‌اند، ولی تاکنون اقدام قابل توجه آنها محدود به پژوهش و گردهمایی ذینفعان و انتشار یادداشت‌ها بوده است. گرایش محدود به رد پای آب در سطح سیاست‌گذاری ممکن است تا اندازه‌ای به دلیل آن باشد که رد پای آب ابزار جدیدی است و سودمندی آن هنوز باید کامل‌تر شناخته شود. افزون بر این، دولت‌ها معمولاً از وضعیت منابع آب خود (به ویژه آب آبی) شناخت دارند، و در بسیاری از کشورهایی که منابع آب، زیر فشار قرار دارد، سیاست آب تجدید نظر شده است تا چارچوبی برای مدیریت بهتر فراهم آید. ارزش استفاده از رد پای آب برای تأثیر بر بازبینی‌های بیشتر در رویکردهای مدیریت آب ممکن است محدود باشد. چالش مهم‌تر در این قبیل کشورها، پیاده‌سازی سیاست موجود آب است. پیشنهادهایی از این دست که سیاست آب باید در پرتو تحلیل‌های رد پای آب صورت‌بندی جدیدی یابد، ممکن است در برخی موارد سبب انحراف - یا در بدترین حالت - سبب تضعیف تلاش‌های کنونی برای پیاده‌سازی سیاست‌ها شود.

نقش متفاوت تحلیل رد پای آب را در تعریف سیاست، برای نمونه می‌توان در تحلیل ریسک‌های مرتبط با آب در دریاچه Naivasha در کنیا و Western Cape در آفریقای جنوبی مشاهده کرد. در این ارزیابی‌ها از تحلیل رد پای آب، در ترکیب با ابزارهای اقتصادی برای بررسی پیامدهای کمیابی آب در سناریوهای توسعه اقتصادی، به ویژه درباره کشاورزی، تولید انرژی و تجارت استفاده شده است. فرضیه زیربنایی در هر دو مطالعه این است که تصمیم‌ها درباره سیاست توسعه اقتصادی، امنیت غذا و انرژی و تجارت، غالباً به دست رهبران سیاسی و کسب و کارها بدون شناخت کافی درباره پیامدهای محدودیت‌های هیدرولوژیکی گرفته می‌شود. بدین منظور، این تحلیل‌ها در پی آن هستند که فرصت‌های دستیابی به نتایج اقتصادی و اجتماعی را که از نظر موجودی منابع آب، پایدار هستند توصیف کنند؛ انتخاب‌هایی را که ممکن است نیاز باشد میان استفاده‌های مختلف آب در شرایط خاص سیاسی - اقتصادی انجام شود تشریح کنند؛ و برخی از پیامدهای میان تا بلندمدت اجتماعی و اقتصادی استفاده ناپایدار از منابع آب را نشان دهند. این شیوه را رویکرد تحلیلی «آب در اقتصاد» می‌نامند، که با رویکرد «آب برای اقتصاد» متمایز است. رویکرد «آب برای اقتصاد»، رویکرد متداولی بوده است که همواره در گذشته مدیران آب در پیش می‌گرفته‌اند و عمدتاً متوجه یافتن گزینه‌های عرضه آب در پاسخ به برنامه‌های توسعه اقتصادی بوده است.

برخی شارحان فراتر رفته‌اند و پیشنهاد کرده‌اند که تحلیل‌های رد پای آب - و استدلال‌هایی که برای پیوندهای توسعه اقتصادی، تجارت جهانی و استفاده آب ارائه می‌کنند - حاکی از ضرورت طراحی و/یا تجدید نظر در

چارچوب‌های سیاست بین‌المللی و ترتیبات حکمرانی است تا دستیابی به الگوهای پایدارتر (از نظر هیدرولوژیکی) مصرف جهانی را تسهیل کند. چنین خواسته‌هایی قابل درک هستند: چارچوب‌های کنونی حاکم بر تجارت و توسعه، دغدغه‌ها و محدودیت‌های محیط‌زیستی، از جمله منابع آب را چندان به حساب نمی‌آورند. ولی این قبیل استدلال‌ها در توجیه اصلاح حکمرانی تجارت جهانی بر مبنای تحلیل رد پای آب، جدا از دیگر دغدغه‌ها درباره اثرات محیط‌زیستی تجارت (مانند انتشار کربن یا تنوع زیستی) و ملاحظات عدالت اجتماعی ارائه شده‌اند و ماهیت پیچیده، معیوب و ذاتاً سیاسی مذاکرات بین‌المللی را نشانخته‌اند. در نتیجه، هنوز به اندازه کافی جذاب نشده‌اند تا توجهات را به خود جلب کنند.

## ۵- جمع‌بندی

تصمیم‌های استراتژیک که بر استفاده آب تأثیر می‌گذارد، غالباً به دست رهبران سیاسی و راهبران صنعت گرفته می‌شود که خبرگان آب به شمار نمی‌آیند و عمدتاً اولویت‌های اقتصادی و اجتماعی دارند تا هیدرولوژیکی یا محیط‌زیستی. تصمیم‌های آنان، برای نمونه باید از تحلیل پیامدها و محدودیت‌های منابع آب و اکوسیستم‌های آب شیرین تأثیر بپذیرد. بدین منظور، به ابزارهایی نیاز است که بتوانند پیوندهای عمیق میان پایداری هیدرولوژیکی و اولویت‌های سیاستی مرتبط با تجارت، توسعه اقتصادی و رفاه اجتماعی را تحلیل کنند. تحلیل رد پای آب، در کنار ابزارهای دیگر مانند رویکرد یکپارچه در مدیریت منابع آب، چنین ابزاری به شمار می‌آید. مهم‌تر آنکه، رد پای آب به شکل بالقوه، نه تنها به کار خبرگان آب می‌آید، بلکه تحلیل‌گران کسب و کار، خبرگان ارتباطات و تصمیم‌گیران نیز ممکن است آنها را سودمند بیابند.

همه ابزارها برای کمک به امور معین طراحی می‌شوند، رد پای آب نیز استثنا نیست. تحلیل رد پای آب به ارتقای درک وابستگی هیدرولوژیکی کشورها به یکدیگر در موضوع تجارت محصولات کشاورزی کمک کرده است. به عنوان یک استعاره و یک ملاک سنجش، رد پای آب ثابت کرده است ابزار قدرتمندی برای انتقال پیام به «بیرون بخش آب»، ذینفعان سیاسی، طیف گسترده‌تر تصمیم‌گیران و مردم است. به ویژه برای ارزیابی استراتژیک ریسک کسب و کار مفید واقع شده است، و به همین دلیل، این انگیزه را در مدیران ارشد برای مشارکت در تلاش‌ها برای پرداختن به ریسک‌های مرتبط با آب، از جمله ریسک‌هایی که با دیگر مصرف‌کنندگان آب و اکوسیستم‌ها مشترک هستند به وجود آورده است. تحلیل‌های سناریویی درباره دریاچه Naivasha و Western Cape حاکی از آن است که رد پای آب، در ترکیب با تحلیل‌های اقتصادی ممکن است ابزار مفیدی برای برنامه‌ریزی توسعه باشد.

تحلیل رد پای آب، راهکار جادویی نیست و بسیاری از امور سیاست‌گذاری و مدیریت منابع آب فراتر از دامنه آن است. روش‌شناسی‌ها ناقص هستند و در حال تکامل‌اند. نتایج به دست آمده از تحلیل‌های رد پای آب می‌تواند به

پررنگ کردن روابط متقابل و ریسک‌ها کمک کند، ولی راه‌حل به دست نمی‌دهد (ابزارهای دیگر برای این کار مفیدترند). این نارسایی‌ها گاه به دست برخی مبلغان رد پای آب، تشدید شده است که نتوانسته‌اند نتایج رد پای آب را با توجه به دیگر عوامل دخیل مطرح سازند، یا به صراحت دریابند که رد پای آب تنها بخشی از پازل تحلیلی را تشکیل می‌دهد. تأکید بر طراحی سیاست‌های جدید مدیریت منابع آب در پرتو تحلیل رد پای آب می‌تواند توجهات را از چالش موجود و مهم پیاده‌سازی سیاست کنونی و تا اندازه زیادی معقول آب در برخی بخش‌های جهان منحرف سازد. در پاسخ به تحلیل‌های رد پای آب باید ظرایف را در نظر گرفت و مسائل گسترده‌تر محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی، از جمله شرایط هیدرولوژیکی و هزینه فرصت استفاده آب را به حساب آورد. در مقابل نیز، شک‌ورزان در جامعه خبرگان آب که ابزارهای رد پای آب را به این دلیل کنار می‌گذارند که روش‌شناسی‌ها ناقص هستند یا در تحلیل‌ها تنها زیرمجموعه هیدرولوژیکی نشانگرهای پایداری به حساب می‌آید شاید ارزش اصلی رد پای آب را درست نفهمیده باشند: تقویت بنیاد ارزیابی ریسک و پایداری و انگیزش تصمیمات بهتر به دست رهبران کسب و کار و دولت‌ها. دغدغه شک‌ورزان درباره رد پای حجمی آب به عنوان نشانگرهای بیش از حد ساده‌شده پایداری، از نظر فنی توجیه‌پذیر است، ولی دست‌گذاشتن بر این مسئله، منافع پیام‌رسانی محتاطانه داده‌های رد پای آب به مخاطبان مهم در بیرون بخش آب را نادیده می‌گیرد.

در پرتو این بررسی و درس‌های آموخته‌شده از کاربرد رد پای آب در بخش خصوصی و سیاست عمومی، مجموعه‌ای از قواعد که ممکن است به بحث عمیق‌تر و هدایت کاربردهای رد پای آب کمک کند پیشنهاد می‌شود. این پیشنهادها باید در معرض بحث و نقادی قرار گیرد و به نسبتی که تجربه کاربرد رد پای آب افزایش می‌یابد اصلاح شود:

۱- در حال حاضر، تحلیل رد پای آب، به درک تصویر واقعی کمیابی آب در سطوح جهانی، منطقه‌ای و ملی و پیوند چالش‌های امنیت آبی و امنیت غذایی کمک کرده است. پژوهشگران در پرداختن به این قبیل چالش‌ها باید اصلاح و ارتقای ابزارهایی که کسب و کارها، سیاست‌گذاران و ذینفعان به کار می‌گیرند، در اولویت قرار دهند. لازم است پاسخ کسب و کار به ریسک‌هایی که در تحلیل رد پای آب برجسته می‌شود، نقادانه ارزیابی شود.

۲- ذینفعان باید ارزیابی رد پای آب را برای انتقال پیام به مخاطبان، فراتر از جامعه خبرگان به کار گیرند. تحلیل علمی، و ابزارهای بصری مانند نقشه‌های جریان آب مجازی، به سرعت می‌تواند آگاهی درباره پیوندهای امنیت آبی، تجارت، امنیت ملی غذا یا انرژی و هدف‌های توسعه اجتماعی یا اقتصادی را ارتقا دهد.

۳- ارتباطات باید با احتیاط برنامه‌ریزی شود. تأکید بر نشانگر حجمی رد پای آب می‌تواند سرخط خبرها قرار گیرد، ولی بدون توضیح و طرح عوامل دیگر، می‌تواند به تفسیر نادرست مسئله و به شکل بالقوه، به پاسخ‌های نامناسب و غیر معقول منجر شود. در پیام‌رسانی، حداقل باید درباره اثرات محیط‌زیستی رد پای آب و منافع اجتماعی و اقتصادی استفاده آب توضیح داده شود.

۴- به دلیل اهمیت توجه به سایر عوامل و شرایط، باید در تفسیر داده‌های وزنی رد پای آب، دقت دوچندان به خرج داد. به همین صورت، استفاده از یک عدد تنها به عنوان نشانگر رد پای آب در برچسب کالاهای مصرفی، به ندرت می‌تواند مفید باشد و کسب و کارها باید در استفاده از آنها مراقب باشند.

۵- کسب و کارها باید تحلیل رد پای آب را برای درک ریسک‌های استراتژیک مرتبط با آب استفاده کنند. طیفی از ابزارهای رد پای آب برای راهنمایی شرکت‌ها در انجام این کار وجود دارد. بسیاری از آنها رایگان و آنلاین در دسترس قرار دارند و استفاده از آنها ساده است. همچنین، شرکت‌ها باید از ابزارهایی کمک بگیرند که درباره پاسخ مناسب به ارزیابی‌هایی که درباره ریسک بر پایه رد پای آب انجام شده است، راهنمایی فراهم می‌آورند، از جمله آنهایی که درباره مشارکت ذینفعان، شکل‌گیری همیاری و گفت و گو با دولت‌ها درباره سیاست عمومی، راهنمایی و توصیه می‌کنند.

۶- دولت‌ها و جامعه پژوهشی باید درباره استفاده از رد پای آب برای بهبود درک پیوندهای منابع آب و برنامه‌ریزی توسعه اقتصادی، بیشتر کند و کاو کنند. ترکیب رد پای آب با ابزارهای تحلیلی اقتصادی و اجتماعی، این پتانسیل را دارد که به طراحی گزینه‌های پیچیده‌تر و از نظر هیدرولوژیکی پایدار در جستجوی نتایج اجتماعی و اقتصادی کمک کند.

۷- با اینکه تحلیل رد پای آب ممکن است در ایجاد انگیزه برای طراحی سیاست عمومی جدید درباره مدیریت آب مفید نباشد، دولت‌ها و دیگر ذینفعان (مانند سازمان‌های غیر دولتی) باید پیام‌رسانی داده‌های رد پای آب را برای تشویق ورود کنشگران جدید سیاسی و اقتصادی در گفت و گو برای پشتیبانی پیاده‌سازی سیاست موجود آب مورد توجه قرار دهند. برای نمونه، جامعه گسترده‌تر کسب و کار ممکن است برای مشارکت در تلاش‌های مدیریت منابع آب، از جمله پایش هیدرولوژیکی انگیزه یابد، اگر پیوند ریسک‌های زنجیره تأمین را با کمیابی رو به افزایش آب یا آلودگی در حوضه‌هایی که منبع تأمین کالاها یا خدمات آنان است دریابند.

۸- استفاده از داده‌های رد پای آب برای فراخواندن به تجارت جهانی و چارچوب‌های توسعه اقتصادی پایدارتر ممکن است مفید باشد، ولی در فراخوان به اقدام، مجموعه گسترده‌تری از مسائل محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی پیوندیافته با استفاده آب را باید به حساب آورد (یا حداقل ضرورت احتساب را اذعان کرد). همچنین باید ضرورت و اجتناب‌ناپذیری بده‌بستان‌های سیاسی میان این مسائل را به رسمیت شناخت.

۹- هر سازمانی که می‌خواهد رد پای آب را تحلیل کند، باید به روشی بداند که چرا چنین کاری انجام می‌دهد و چگونه نتایج را به کار خواهد گرفت. ممکن است هدف، اکتشافی (برای نمونه، درک رویکردهای رد پای آب و کمک به تصمیم‌گیری درباره این که آیا می‌تواند مفید واقع شود؟) یا کاربردی باشد. تحلیل رد پای آب به خودی خود چندان مفید نیست.

۱۰- در نهایت، به یاد داشته باشید که تحلیل رد پای آب یک ابزار است و مانند تمام ابزارها قابلیت استفاده تعریف‌شده‌ای دارد. دستیابی به پاسخ‌های مناسب بر اساس تحلیل رد پای آب نیازمند ابزارهای دیگر خواهد بود، به ویژه ابزارهایی که داده‌های رد پای آب را در کنار دیگر عوامل مرتبط قرار می‌دهند.