محمدصادق رهبانی

دانشجوی کارشناسی‌ارشد، علوم و مهندسی آبخیز، دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران.

rohbani.mohammad@ut.ac.ir

بررسی بیلان آب در کشور؛ وضعیت و چالش‌ها

چکیده

آخرین بیلان منابع و مصارف آب در کشور مربوط به سال آبی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ است که طی آن بیلان منابع آب منتهی به سال آبی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ (متوسط دوره ۴۵ ساله) در قالب ۶۰۹ محدوده مطالعاتی کشور توسط بخش آب وزارت نیرو تهیه شده است. بیلان تهیه شده برای مقیاس‌های مکانی ۳۰ حوضه‌آبریز درجه دو، ۶ حوضه‌آبریز درجه یک و در نهایت کل کشور ارائه شده است. براساس این بیلان، سه حوضه‌آبریز درجه دو با بیشترین ورودی آب عبارتند از: کارون بزرگ، کویر مرکزی و دریاچه نمک، به ترتیب مقادیر مطلق ۴۱۵۵۳، ۳۰۲۴۳ و ۲۴۹۸۵ میلیون مترمکعب. همچنین بیشترین کسری در ذخیره نیز در حوضه‌های‌آبریز درجه دو دریاچه نمک، کویر مرکزی و دریاچه ارومیه با مقادیر -۱۰۳۹، ۱۰۰۶ و -۵۹۴ میلیون مترمکعب اتفاق افتاده است. در مقیاس حوضه‌های‌آبریز درجه یک خلیج‌فارس و دریای عمان، دریای خزر، فلات مرکزی، دریاچه ارومیه، قره قوم و مرزی شرق، آب تجدیدپذیر به ترتیب با مقادیر ۵۶۹۲۹، ۲۲۴۶۵، ۲۲۲۹۰، ۵۰۷۱، ۱۶۷۵ و ۱۴۴۷ میلیون مترمکعب حاصل می‌شود که در نهایت کل آب تجدیدپذیر کشور را رقم می‌زند. همچنین در این مقیاس تمام حوضه‌های‌آبریز تغییرات منفی ذخیره دارند. مهم‌ترین موارد آسیب‌شناسی بیلان آب کشور را می‌توان، عدم متولی مشخص واحد، به‌روز نبودن و فواصل زمانی طولانی به‌روزرسانی، ساختار تصدی‌گری نامناسب در بدنه اجرایی و همچنین مشخص نبودن مرز بین اندازه‌گیری و تخمین برشمرد. آسیب‌های یاد شده در نهایت به مؤثر نبودن بیلان منابع و مصارف آب در تدوین سیاستگذاری‌های کشور منجر می‌شود. در این راستا تکمیل و تجهیز شبکه پایش کشور و استفاده از فناوری‌های روزآمد پایش و اندازه‌گیری، استانداردسازی روش تدوین بیلان و تغییر به رویکرد حسابداری آب به عنوان برخی پیشنهادها برای بهبود مقوله بیلان آب کشور ارائه می‌شود.

کلمات کلیدی:

بیلان آب، حوضه آبریز، منابع و مصارف آب.

مقدمه

ارزیابی و کمی‌سازی منابع آب در دسترس از مهم‌ترین و حساس‌ترین مراحل مدیریت منابع آب و لازمه مدیریت پایدار آن است. هدف اصلی ارزیابی منابع آب از دیدگاه جامع، برآورد و پیش‌بینی کمی و کیفی منابع آب برای تأمین نیازهای بخش‌های مختلف جامعه و ارائه اطلاعات لازم جهت فعالیت‌های کاهش بلایای مربوط به آب و حفظ و بهبود شرایط محیط‌زیستی است. از دیدگاه سیاستگذاری و برنامه‌ریزی، وجود دیدگاه مناسب و قابل اطمینان از انواع منابع آب موجود و بیلان آن‌ها، اثرگذاری مستقیم در موفقیت این سیاستگذاری، برنامه‌ریزی‌ها، تضمین بقا، پایداری جامعه و توسعه پایدار را به دنبال خواهد داشت. به بیان دیگر وجود بیلان قابل اطمینان لازمه هرگونه برنامه‌ریزی در سایر بخش‌های زیربنایی و اقتصادی کشور است. وجود برخی چالش‌ها در بیلان منابع و مصارف آب کشور، وجود آمار و ارقام متفاوت و بعضاً متناقض از سوی دستگاه‌های مختلف و همچنین عدم به‌روزرسانی مناسب این آمار و ارقام از سوی دستگاه‌های مسئول، مشکلاتی را برای سیاستگذاری کلان و حتی غیرکلان آبی کشور در پی داشته است. هدف اصلی این مقاله، بررسی وضعیت آخرین آمار و ارقام بیلان آب کشور و همچنین بیان چالش‌ها و مشکلات مربوط به آن است.

مفهوم بیلان آب و برخی جزئیات آن

بیلان (بالانس، بودجه یا ترازنامه) آب عبارت است از بیان تمام ورودی‌ها و خروجی‌های آب به یک مقیاس مکانی مشخص و در یک دوره زمانی مشخص، به نحوی که تعادل بین ورودی‌ها و خروجی‌ها با یک دقت قابل قبول برقرار باشد. برای درک بیلان آب باید اندکی با مفاهیم خاص مربوط در علم هیدرولوژی آشنا بود. در ادامه سعی می‌شود که مفاهیم مربوطه به صورت خلاصه و قابل فهم برای همگان و به دور از جزئیات غیرضروری تشریح شود.

شکل عمومی معادله بیلان آب

مطالعه بیلان آب کاربرد اصل بقای جرم که غالباً از آن با معادله پیوستگی یاد می‌شود، در هیدرولوژی است. در این صورت برای هر حجم دلخواه و در خلال هر دوره زمانی، تفاوت بین کل ورودی و خروجی مترادف با تغییر در آب ذخیره شده درون حجم است. بنابراین به طور کلی، استفاده از روش بیلان آب به مفهوم اندازه‌گیری‌های هر دو عامل ذخیره و نرخ‌های جریان آب پس از انتخاب مناسب حجم و انتخاب دوره زمانی بیلان خواهد بود [۱].

با این وجود برخی از اندازه‌گیری‌ها ممکن است حذف شود و تقریب مربوطه در کل معادله اعمال شود. در این صورت برآوردی از عامل اندازه‌گیری نشده از طریق معادله بیلان صورت خواهد پذیرفت. معادله بیلان آب برای هر ناحیه طبیعی از یک مزرعه کوچک گرفته تا یک حوضه‌آبریز عظیم، یک کشور و حتی مقیاس جهانی، مقادیر نسبی جریان ورودی و جریان خروجی و تغییر در ذخیره آب برای ناحیه یا مجموعه را مشخص می‌کند. یک شکل مناسب و کاربردی از معادله بیلان به شکل زیر قابل بیان است:

معادله ۱)

$$P+QSI+QGI-E-QSO-QGO-\Delta S\pm F=0$$

در این معادله، P ریزش‌های جوی، QSI آب سطحی ورودی، QGI آب زیرزمینی ورودی، E تبخیر، QSO آب سطحی خروجی، QGO آب زیرزمینی خروجی، ΔS مقدار ذخیره آب به هر شکل و F جزء تطبیق است. دقت شود که این معادله به زبان ساده

بیان می‌کند که تفاضل مقادیر آب ورودی به سامانه و خروجی از سامانه به هر شکل، در سامانه ذخیره می‌شود و آب جدیدی تولید نمی‌شود و از بین هم نمی‌رود.

به دلیل خطاهای اندازه‌گیری موجود و یا احتمال وجود مؤلفه‌های ناشناخته، جزء تطبیق لحاظ می‌شود. هرچه اندازه‌گیری‌ها کامل‌تر و دقیق‌تر باشد، مقدار جزء تطبیق کوچک‌تر است. بسته به مقیاس مورد بررسی (حوضه‌آبریز یا کشوری) ممکن است هرکدام از عبارات معادله ۱ حذف شده و یا به صورت چند عبارت جزئی‌تر بیان شود. این شرایط به اطلاعات موجود اولیه، هدف محاسبه، نوع مجموعه و ابعاد مجموعه آبی، ویژگی‌های هیدروگرافی و هیدرولوژیکی آن، مدت دوره بیلان و دوره رژیم هیدرولوژیکی (سیلاب، جریان کم آبی) که برای آن بیلان آب محاسبه می‌شود، بستگی دارد.

می‌توان گفت پیچیدگی محاسبه به مقدار زیادی به گستردگی مساحت تحت بررسی بستگی دارد. یک حوضه رودخانه‌ای تنها ناحیه طبیعی است که محاسبات بیلان آب در مقیاس در آن می‌تواند ساده شود. یک دلیل عمده این است که دقت محاسبات با افزایشی در مساحت حوضه رودخانه‌ای افزایش می‌یابد. این امر با این حقیقت که هرچه مساحت مورد بررسی کوچک‌تر باشد، بیلان آب آن پیچیده‌تر است، توضیح داده می‌شود. در چنین شرایطی برآورد مؤلفه‌های ثانویه بیلان از قبیل تعامل آب زیرزمینی با حوضه‌های مجاور، نگهداشت آب در دریاچه‌ها، مخازن، تالاب‌ها و یخچال‌ها و پویایی بیلان آب جنگل‌ها و اراضی فاریاب و زهکشی شده دشوارتر است. تأثیر این عوامل با افزایشی در مساحت حوضه رودخانه‌ای به تدریج کاهش می‌یابد و ممکن است درنهایت بتوان از آن‌ها صرف‌نظر کرد.

مقیاس مکانی و زمانی بیلان آب

با تغییر وسعت منطقه مورد مطالعه برای بیلان آب، پیچیدگی روابط بین مؤلفه‌های بیلان تغییر می‌کند. در نتیجه منطقی نخواهد بود که دقت یکسانی برای تحلیل بیلان و مؤلفه‌های آن برای محدوده‌های متفاوت مکانی در نظر گرفت. در این مقاله برای بررسی بیلان آب، مقیاس‌های مکانی حوضه‌های‌آبریز درجه یک، درجه دو و ملی مدنظر قرار می‌گیرد. تحلیل در سطح یک حوضه آبریز یکی از استانداردترین کاربردهای معادله بیلان آب به شمار می‌آید.

در اینجا، به جز آب‌های زیرزمینی ورودی، تمامی منابع آب موجود از منابع محلی تأمین می‌شود. با این وجود نمی‌توان از انتقال آب بین حوضه‌ای صرف‌نظر کرد. برای تحلیل معادله بیلان در مقیاس ملی باید تعاملات آب‌های سطحی و زیرزمینی با کشورهای همسایه و نواحی مجاور (دریاها) لحاظ شود. علاوه‌بر این امر، آب‌های محلی که درون کشور تولید یا ذخیره می‌شود نیز از عوامل مهم دیگر بیلان به شمار می‌آید.

اجزای معادله بیلان عمدتا تشکیل یک معادله پویا را می‌دهد که در دوره های زمانی مختلف متفاوت هستند. بنابراین بیلان آب ممکن است برای هر دوره زمانی محاسبه شود. در نتیجه می‌توان پذیرفت که محاسبات بیلان آب برای مقادیر متوسط و دوره‌های مشخص هرکدام ویژگی‌های مجزایی داشته باشند.

بیلان متوسط آب عموما برای چرخه سالیانه محاسبه می‌شود. محاسبه بیلان متوسط سالیانه آب ساده‌ترین مسئله بیلان آب است. بیلان آب در سطح ملی را به ندرت برای دوره‌های زمانی کوچک‌تر از یک سال محاسبه می‌کنند. از طرف دیگر در سطح مکانی مثلا یک مزرعه بیلان آب را ممکن است برای دوره زمانی کوچک‌تر، مثلا فصل رشد یا حتی بین هر دو واقعه آبیاری در نظر گرفت.

درستی برآورد اجزای بیلان و واحدها

برای تدوین معادله بیلان آب، لازم است همه مؤلفه‌های بیلان تاجایی که امکان‌پذیر باشد مستقلا اندازه‌گیری یا محاسبه شود. اندازه‌گیری‌ها و محاسبات مؤلفه‌های بیلان آب به دلیل نواقصی در روش‌های مورد استفاده، همواره با خطا توأم است. بنابراین حتی اگر همه مؤلفه‌های معادله بیلان آب با روش‌های مستقل اندازه‌گیری یا محاسبه شده باشد، معادله بیلان آب غالباً متعادل نخواهد بود [۱]. جزء تطبیق به عنوان جمله باقی‌مانده معادله بیلان آب تعریف می‌شود.

خطاها در تعیین مؤلفه‌های مورد نظر و مقادیر مؤلفه‌هایی که در آن شکل خاص از معادله تحت بررسی به حساب نیامده‌اند، در این جزء در برگرفته می‌شوند [۲]. اگر جزء تطبیق مقدار کوچکی داشته باشد، ممکن است بیانگر این باشد که بین مؤلفه‌های بیلان یک حالت تعادل نسبی برقرار است و اندازه‌گیری‌ها و برآوردها با هم هماهنگی دارد. اگر به دست آوردن مقدار یکی از مؤلفه‌های بیلان با اندازه‌گیری مستقیم یا محاسبه، غیرممکن یا مشکل باشد، آن مؤلفه ممکن است به صورت یک جمله باقی‌مانده در معادله بیلان آب لحاظ شود. در این صورت، تناقض بیلان شامل این جمله نیز خواهد بود.

بنابراین یک خطای نامعلوم به چنین مؤلفه‌ای نسبت داده می‌شود. اجزای معادله بیلان آب ممکن است به صورت واحد ارتفاع متوسط آب روی مقیاس مکانی مورد نظر (مثلا میلی‌متر) یا به صورت واحد حجم آب (مثلاً میلیون یا میلیارد مترمکعب) و یا به شکل واحد دبی جریان (مثلاً مترمکعب بر ثانیه) بیان شود. واحد حجم جریان به دلیل قابل فهم بودن آن عمدتا برای مقاصد سیاستگذاری و برنامه‌ریزی و واحدهای ارتفاع و دبی عمدتا برای مقاصد فنی به کار می‌روند.

حوضه‌های آبریز درجه یک و دو کشور

در این مقاله مقیاس مکانی بررسی بیلان آب در قالب حوضه‌های‌آبریز درجه یک، درجه دو و ملی است. تعداد حوضه‌های‌آبریز درجه یک و دو در کشور به ترتیب ۶ و ۳۰ است (شکل ۱). شایان ذکر است که مرزهای حوضه‌های‌آبریز و استان‌ها برهم منطبق نبوده و این حوضه‌های‌آبریز از بخش‌هایی از چند استان مختلف تشکیل شده است.

تصویر۱) حوضه‌های آبریز درجه یک (شکل بالا) و درجه دو (شکل پایین) کشور.

جزئیات منابع و مصارف بیلان آب

تعیین بیلان آب بدون وجود آمار و اطلاعات از اجزای مختلف آن امکان‌پذیر نیست. اجزای مذکور نیز باتوجه به مقیاس‌های مکانی و زمانی مورد نظر متغیر هستند. در یک تقسیم‌بندی کلی اطلاعات بیلان آب در دو دسته «منابع و مصارف» قرار می‌گیرند. البته ممکن است برخی از اجزا را نتوان در هیچ‌یک از این دو دسته قرار داد. این آمار و اطلاعات برای محاسبه اجزایی از بیلان مورد نیاز خواهد بود. برای مثال پارامتر رطوبت‌نسبی برای محاسبه نیاز آبی گیاهان در بخش مصارف مورد نیاز است. از طرف دیگر همین پارامتر در تولید باران در بخش منابع نیز ممکن است ایفای نقش کند.

منابع (ورودی‌ها)

منابع به آن دسته پارامترهایی اطلاق می‌شود که میزان حجم آبی را به صورت بالقوه برای مصرف‌شدن در اختیار قرار می‌دهد و با علامت مثبت وارد معادله بیلان آب می‌شود. به طور کلی منابع به سه دسته: الف) منابع بالای سطح زمین، ب) منابع روی سطح زمین و ج) منابع زیر سطح زمین تفکیک می‌شوند.

منابع بالای سطح زمین همان انواع ریزش‌های جوی هستند. این انواع پس از طی مراحلی در چرخه آبشناسی، قابلیت استفاده در بخش مصارف را خواهند داشت. انواع متفاوت ریزش‌های جوی شامل باران، برف و دیگر فرایندهایی است که طی آن‌ها آب به سطح زمین ریزش می‌کند. منابع روی سطح زمین به دو نوع جاری و راکد قابل تفکیک هستند. رودخانه، مسیل‌ها، انهار و کانال‌های آبیاری و زهکشی انواعی از منابع آب‌های جاری روی سطح زمین به شمار می‌آیند و منابع آب راکد نیز شامل دریاچه‌ها، تالاب‌ها، مخازن، سدها، یخچال‌ها و سطوح برف‌گیر و امثال آن‌ها هستند.

منابع زیرسطحی نیز ممکن است راکد و یا جاری باشند. چشمه‌ها و قنوات انواعی از منابع زیر سطح زمین به شکل جاری را تشکیل می‌دهند. در سفره‌های آب زیرزمینی کم عمق، به خصوص مناطقی که فاقد برجستگی‌های روزمینی قابل توجه هستند، سفره آب شیرین عمدتا تا عمق بسیار کمی در زمین پایین رفته و جای خود را با آب شور که در سواحل منشأ دریایی دارد عوض می‌کند. در چنین مناطقی پوشش‌گیاهی می‌تواند سهم عمده‌ای در خروج آب از سطح سفره به صورت تعرق داشته باشد.

نکته قابل توجه دیگر در خصوص تبخیر از سطح آزاد سفره مربوط به دوره‌های زمانی است که بخار آب موجود در خاک به دلیل تغییر فصول و برودت خاک باعث ایجاد گرادیان رطوبتی شده و بخار از سطح سفره به سطح زمین جریان یافته در نزدیکی سطح به مایع تبدیل می‌شود [۱]. برای مطالعه منابع آب زیرزمینی باید شبکه‌ای از چاه‌های پیزومتری در اختیار باشند.

مصارف (خروجی‌ها)

مصارف به هرگونه فعالیتی اطلاق می‌شود که در دوره زمانی و مقیاس مکانی مورد نظر سبب خروج یا کاهش آب می‌شود. مشابه منابع، مصارف نیز به سه دسته: الف) مصارف بالای سطح زمین، ب) مصارف روی سطح زمین و ج) مصارف زیر سطح زمین تقسیم می‌شوند.

از یک دیدگاه دیگر، مصارف به دو بخش کنترل‌شده و کنترل‌نشده تفکیک می‌شود و براساس دخالت‌های بشر صورت می‌گیرد. مصارف آب برای بشر در سه مقوله شرب، صنعت و کشاورزی یک نوع مصرف کنترل‌شده است. در حالی‌که تبخیر

از سطوح آزاد آب یکی از انواع مصرف کنترل‌نشده به شمار می‌آید.

مصارف در بالای سطح زمین به طور کلی مصرف آب به صورت حرکت آب از سطح زمین به طرف بالا در این بخش قرار می‌گیرد. چنین فعالیت‌هایی شامل تبخیر از سطح آزاد آب، تبخیر از سطح خاک، تبخیر از سطح پوشش‌گیاهی، تعرق و همچنین تبخیر-تعرق از سطوح پوشش‌گیاهی و بالاخره تصعید از سطوح برفی و یخچالی است.

مصارف در روی سطح زمین انواع کنترل‌شده مصارف آب شامل استفاده آب در بخش‌های مصرف شرب، بهداشت، صنعت و کشاورزی است. با این وجود نوع کنترل‌شده دیگری از مصرف به صورت انتقال بین حوضه‌ای به حوضه‌های دیگر نیز قابل تعریف است. بررسی مصرف به صورت شرب به آمار و اطلاعاتی شامل تعداد افراد جمعیت در چارچوب مکانی بیلان، الگوی مصرف متوسط آن‌ها در واحد زمان (حسب مقیاس زمانی بیلان) و کیفیت آب نیاز دارد. بررسی مصارف بهداشتی و خانگی به آمار و اطلاعاتی شامل تعداد افراد جمعیت در چارچوب مقیاس مکانی بیلان، الگوی مصرف در واحد زمان و کیفیت آب نیاز دارد. برای بررسی مصرف در بخش صنعت باید آمار و اطلاعاتی شامل تعداد صنایع متفاوت در چارچوب مکانی بیلان، میزان آب مصرفی در هر صنعت مختلف، کیفیت آب ورودی و خروجی و آب مازاد خروجی از صنعت را جمع‌آوری کرد. عموما بخش کشاورزی مصرف‌کننده عمده آب به شمار می‌آید. بنابراین برآوردی از آب مصرفی در این بخش اهمیت ویژه‌ای دارد. آمار و اطلاعات مربوط به مصارف در روی سطح زمین در بخش کشاورزی شامل شناسایی انواع مختلف محصولات و سطح زیر کشت آن‌ها در چارچوب مقیاس مکانی بیلان، میزان آب ورودی به اراضی کشاورزی متناسب با محدوده زمانی بیلان است.

مصارف در زیر سطح زمین به صورت خروج هرگونه آب از چارچوب مکانی بیلان که در زیر سطح زمین اتفاق می‌افتد، تعریف می‌شود. برای مثال جزء آب‌شویی از جمله مصارف در زیر سطح زمین است.

تحلیل کارشناسی

در این بخش از مقاله، تحلیل کارشناسی مقوله بیلان آب و موارد وابسته به آن با تأکید بر آسیب‌شناسی موضوع ارائه می‌شود. این موارد را می‌توان طی رئوس زیر بیان کرد:

۱. عدم وجود متولی مشخص و ارائه داده‌های چندگانه

تهیه آمار و ارقام مرتبط با منابع آب و اطلس‌های منابع آب به عهده وزارت نیرو است. بر این اساس تهیه بیلان آب نیز از وظایف این دستگاه است. متأسفانه به دلیل وجود چندین دستگاه تولیدکننده آمار و ارقام در ارتباط با منابع و مصارف آب در کشور و همچنین وجود ذی‌نفعان مختلف، اجماع در مورد آمار و ارقام و بیلان آب ارائه شده، وجود ندارد. برای مثال موضوع میزان برداشت (مصرف) آب کشاورزی به عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب کشور همیشه محل اختلاف وزارتخانه‌های نیرو و جهاد کشاورزی بوده است.

همچنین به دلیل وجود ایستگاه‌های باران‌سنجی مستقل وزارت نیرو و سازمان هواشناسی کشور و برخی اختلاف‌ها در روش‌های محاسبه، آمارهای اعلامی بعضا متفاوت است. اختلاف‌های یاد شده می‌تواند علت نپذیرفتن آمارهای اعلام شده از سوی برخی از دستگاه‌ها و درنهایت ایجاد نابسامانی‌هایی در مدیریت بخش آب شود. به نظر می‌رسد که وجود یک شورای فرادستگاهی حاکمیتی برای ایجاد هماهنگی‌ها در این زمینه و همچنین اتخاذ رویکرد مرجع واحد تولید و اعلام آمار و ارقام و بیلان آب ضروری باشد.

۲. عدم به‌روزرسانی مناسب بیلان آب

آخرین آماربرداری سراسری منابع و مصارف آب و پیرو آن آخرین بیلان آب تهیه شده در کشور مربوط به متوسط دوره ۴۵ ساله منتهی به سال آبی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ است. باتوجه به گذشتن بیش از یک دهه از آخرین سال دوره مذکور و این موضوع که در سال‌های اخیر به دلیل تغییرات اقلیم و خشکسالی‌ها، بارندگی کشور کاهش چشمگیر داشته است، مشخص نیست که بیلان مذکور تا چه حد با واقعیت فعلی بخش آب کشور تطابق داشته باشد. به دلیل کاهش چشمگیر آب تجدیدپذیر کشور و تغییر الگوی مصارف آب، استفاده از آخرین بیلان آب تهیه شده می‌تواند سبب سوء سیاستگذاری‌ها در بخش آب شود.

۳. پویا نبودن و عدم کاربرد در اهداف کلان و سیاستگذاری‌های موضوعه

رویکرد جاری تهیه بیلان منابع و مصارف آب کشور، فارغ از چالش‌های موجود آن، رویکردی ایستا بوده و بیلان مذکور در دوره‌های زمانی خاص به صورت ثابت تهیه می‌شود. این امر می‌تواند استفاده مؤثر و نزدیک به واقعیت از بیلان آب را با خلل مواجه سازد. به عبارت دیگر، عدم قطعیت‌های یک سال مشخص را نمی‌توان در آن لحاظ کرد و از این رو سیاستگذاری‌های کوتاه‌مدت و در افق زمانی نزدیک با چالش مواجه خواهد شد.

از طرف دیگر این موضوع امکان سناریوسازی و به‌کارگیری آن‌ها را در تجزیه و تحلیل سیاست‌های مدیریتی و درک واقع‌بینانه نسبت به چالش‌ها، تأثیرات جانبی و عملکرد مورد انتظار از این سیاست‌ها را کاهش می‌دهد. شایان ذکر است که تطویل دوره محاسبه متوسط بیلان آب، اگرچه عدد قابل اطمینانی را در بلندمدت ارائه داده و برای افق سیاستگذاری‌های بلندمدت مناسب است، ولی از طرف دیگر هرچه دوره مذکور کوتاه‌تر باشد، امور آبی کوتاه‌مدت و جاری کشور را با واقع‌گرایی بیشتری می‌توان پیش برد. بنابراین اصلاح دوره ارائه بیلان آب و لحاظ شکست‌های هیدرولوژیک در آن در کنار ارائه نسخه بلندمدت بیلان، راهکار مناسبی می‌تواند باشد.

۴. عدم ساختار سازمانی مناسب در دستگاه متولی امر

عدم ساختار مناسب برای امور تصدی‌گری بیلان آب (مانند جمع‌آوری و آماربرداری‌های خرد و پایه یا رفع امورات شبکه پایش منابع و مصارف آب) از دیگر عوامل عدم تهیه بیلان مناسب و قابل اطمینان آب در کشور است. وجود ساختار از بالا به پایین و عدم انگیزه برای مشارکت بخش‌های مختلف در امور تصدی‌گری بیلان آب می‌تواند صحت پایه‌ای بیلان را مخدوش سازد. شایان ذکر است که امور تصدی‌گری بیلان آب با موارد حاکمیتی آن (که در مورد ۱ به آن پرداخته شد) متفاوت بوده و عمدتا شامل امور اجرایی مرتبط با داده‌برداری، شبکه پایش و راهبری آن‌ها است.

۵. مشخص نبودن مرز بین اندازه‌گیری، تخمین و مدل‌سازی

اجزای مختلفی در معادله بیلان آب وجود دارد که صحت تخمین آن‌ها، دقت معادله بیلان را به دنبال خواهد داشت. برای تعیین این اجزا از اندازه‌گیری‌ها، تخمین و مدل‌سازی استفاده می‌شود. به عنوان یک اصل کلی، هرچه در تدوین بیلان آب از داده‌های اندازه‌گیری مستقیم بیشتری استفاده شود، بیلان تهیه شده بیشتر به واقعیت نزدیک خواهد بود. از طرف دیگر، اندازه‌گیری همه اجزای معادله بیلان هزینه‌بر و مشکل بوده و به ناچار باید برخی از این اجزا را تخمین‌زده یا با استفاده از تکنیک مدل‌سازی محاسبه کرد.

این امر درنهایت به عدم قطعیت‌های بیلان منابع و مصارف می‌انجامد. عدم قطعیت‌ها می‌تواند ناشی از تصادفی بودن ذاتی پدیده‌هایی مانند بارش، ضعف و خطاهای شبکه پایش، تخمین اجزای معادله بیلان باشد. واضح است که در تهیه بیلان آب،

یک حداکثر منطقی از عدم قطعیت‌ها قابل پذیرش بوده و همچنین این مقدار باید مشخص باشد. برای مثال وجود کمی عدم قطعیت در تخمین جزء تبخیر (به عنوان ۷۲ درصد کل حجم بارندگی)، درنهایت به عدم قطعیت بیشتری در محاسبه کسری مخزن منابع آب زیرزمینی منجر می‌شود. میزان کسری مخزن منابع آب زیرزمینی و مقدار تجمعی آن معمولاً در امور سیاستگذاری کلان مورد توجه بوده و باید با دقت قابل قبولی در دسترس باشد.

۶. تغییر رویکرد از روش‌های سنتی بیلان به روش‌های نوین حسابداری آب

استفاده از چارچوب‌های حسابداری آب به جای رویکرد سنتی بیلان به‌منظور تحلیل نتایج و تفسیر یکپارچه تغییرات منابع آب و بخش‌های مصرف‌کننده می‌تواند بسیار کارآمد باشد. حسابداری آب فرایند سازماندهی و ایجاد ارتباط بین اطلاعات منابع آبی و خدمات حاصل از استفاده مصرف‌کننده در یک مقیاس مکانی معین مانند یک حوضه‌آبریز است. رویکردهای مختلف حسابداری آب با هدف استانداردسازی روش گزارش‌دهی اطلاعات مرتبط با آب ارائه شده‌اند.

انتخاب و بومی‌سازی این چارچوب‌ها، باتوجه به اهداف کلان و خرد مدیریتی و همچنین زیرساخت‌های اطلاعاتی و فنی از جمله مواردی است که باید در بازنگری روش‌شناسی مرتبط محاسبات و سازماندهی اطلاعات بیلان آب مورد توجه واقع شود. تحلیل مصارف به جای برداشت‌ها، تفکیک مصارف، بررسی کارایی بخش‌های مصرف‌کننده، ارائه شاخص‌های مدیریتی مرتبط با بخش آب، امکان تلفیق اطلاعات بین‌بخشی و تحلیل‌های چندجانبه از جمله مزایای رویکرد حسابداری آب نسبت به روش سنتی بیلان است.

نتیجه‌گیری

آخرین بیلان منابع و مصارف آب کشور برای دوره ۴۵ ساله منتهی به سال آبی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ است. طی بیلان مذکور، همه ورودی‌ها و خروجی‌هایی که در معادله بیلان آب نقش دارند، در مقیاس مکانی حوضه‌های‌آبریز درجه دو (حوضه‌های ۳۰ گانه)، درجه یک (حوضه‌های ۶گانه) و کل کشور (ملی)، تعیین شده‌اند. بر این اساس از کل حجم بارندگی کشور، حدود ۷۲ درصد تبخیر شده که با در نظر گرفتن ورودی‌ها به میزان ۴/۱۱۴ میلیارد مترمکعب حجم آب تجدیدپذیر کشور است. شایان ذکر است که در سال‌های اخیر حجم آب تجدیدپذیر کشور به دلیل تغییرات اقلیم و خشکسالی‌ها، نسبت به این مقدار، کاهش چشمگیری داشته است.

وابستگی به آب زیرزمینی و سطحی در کشور به ترتیب ۵۵ و ۴۵ درصد است و از کل مصارف۳۲ درصد تحت عنوان آب‌های بازگشتی به چرخه، باز می‌گردد. نکته مهم اینجاست که در حال حاضر بین منابع و مصارف آب تعادل وجود نداشته و طی دوره مذکور، سالیانه به میزان ۴/۶ میلیارد مترمکعب، مصارف از منابع پیشی گرفته و این امر به کسری تجمعی بسیار قابل توجه منابع آب زیرزمینی و درنهایت تبعات مترتب آن، منجر شده است. متأسفانه در حال حاضر بیلان آب کشور به طور قابل قبولی مشخص نبوده و مواردی از جمله عدم متولی مشخص و ارائه داده‌های چندگانه؛ عدم به‌روزرسانی مناسب بیلان آب؛ پویا نبودن و عدم کاربرد در اهداف کلان و سیاستگذاری‌های موضوعه؛ عدم ساختار سازمانی مناسب در دستگاه متولی امر؛ مشخص نبودن مرز بین اندازه‌گیری، تخمین و مدل‌سازی و تغییر رویکرد از روش‌های سنتی بیلان به روش‌های نوین حسابداری آب را می‌توان به عنوان آسیب‌های اصلی بیلان آب کشور برشمرد. در این راستا و برای بهبود فرایندهای تعیین بیلان آب کشور، پیشنهادهای ذیل ارائه می‌شوند:

تکمیل، تجهیز و به‌روزرسانی شبکه پایش منابع آب و استفاده از فناوری‌های روزآمد پایش، استانداردسازی روش‌شناسی تعیین بیلان آب همگام با استانداردهای جهانی، استفاده هرچه بیشتر از داده‌های اندازه‌گیری در تعیین بیلان آب، استفاده از فناوری‌های روزآمد اندازه‌گیری (مانند فناوری‌های ماهواره‌ای، شبکه‌های پایش برخط و پایگاه‌های اطلاعاتی جهانی)، قرارگرفتن روش‌شناسی بیلان، داده‌ها و نتایج در دسترس عموم.

منابع

۱. شرکت مدیریت منابع آب ایران، دفتر مطالعات پایه منابع آب (۱۴۰۱)، بیلان منابع آب کشور منتهی به سال آبی ۱۳۹۰-۱۳۸۹.
۲. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، دفتر مطالعات زیربنایی (۱۳۹۶)، بررسی بحران آب و پیامدهای آن در کشور، شماره مسلسل ۱۵۶۰۸.
۳. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، دفتر مطالعات زیربنایی (۱۴۰۲)، چالش‌های ناشی از برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی در کشور، بررسی شرایط فعلی و بحران فرونشست زمین، شماره مسلسل ۱۸۸۸۴.
۴. وزارت نیرو، دفتر کلان برنامه ریزی آب و آبفا (۱۳۹۳)، سالنامه آماری آب کشور ۱۳۸۹-۱۳۹۰.
۵. وزارت نیرو، دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا (۱۳۹۳)، دستورالعمل روش‌های محاسبه بیلان منابع آب، نشریه ۴۱۸-الف.
6. Healy, R. W., Winter, T. C., LaBaugh, J. W., & Franke, O. L. (2007). Water Budgets: Foundations for Effective Water-resources and Environmental Management. Reston, Virginia: US Geological Survey.