



## بیان آب و اهمیت آن

نتایج سنجش و ارزیابی موازنه یا «بیان» منابع آب، مهم‌ترین و اساسی‌ترین ورودی به سامانه مدیریت آب کشور است، چون ظرفیت‌ها و محدودیت‌های منابع آب در مقیاس مکانی و زمانی معین، این‌گونه شناسایی می‌شوند. انواع برنامه‌ریزی و تخصیص آب برای کشاورزی، صنایع، خدمات و مراکز جمعیتی و اکوسیستم‌ها و محیط‌زیست به‌طور تعیین‌کننده، تحت تأثیر این برآوردها است. اعلان میزان بارش، تعیین مناطق یا دشت‌های «ممنوعه»، فرآیند بهینه‌سازی ابعاد و توجیه طرح‌های آبی، اعلان موجودی آب در سدهای مخزنی، تأثیر سدهای مخزنی بر کاهش شدت سیل، زهکشی آب اراضی زهدار و نظایر آن، نشانه‌هایی از توجه به اهمیت تراز و موازنه در بودجه‌ریزی آب دارند که حتی پایش و توجه به بعضی ارقام آن در حوزه عمومی و رسانه‌ای- به وضوح- مشهود است. با توجه به کمبود رو به گسترش آب در کشور، زمان آن رسیده در باره دانسته‌ها، کج‌دانسته‌ها و نادانسته‌های این موضوع مهم، گفت‌وگو و نقد گسترده اجتماعی آغاز شود. در این مجال، تلاش شده تا چشم‌داشت و چشم‌اندازی از موضوعات و مسایل مرتبط با «بیان» ارائه شود.

بودجه‌ریزی آب - که روابط میان ورودی و خروجی سامانه آبی یک محل را بازتاب می‌دهد- براساس وضعیت برقراری نوعی «موازنه» تعریف می‌شود. این «موازنه» بین تفاوت جریان ورودی و خروجی یک واحد مکانی و در زمان مشخص از یک طرف، و میزان تغییر در آب ذخیره شده در طرف دیگر، تعریف یا محاسبه می‌شود. اگر تفاوت منفی بود، یعنی مجموع جریان ورودی از مجموع جریان خروجی کمتر بود، تغییر در منبع آب محدودده موردنظر- به میزان همان تفاوت- کاهش، و اگر موازنه مثبت بود، تغییر افزایشی و اگر کاملاً موازنه برقرار بود، تغییری اتفاق نمی‌افتد. به عبارت دیگر بودجه آب بیانگر آن است که «نرخ تغییر در ذخیره آب در یک واحد حسابداری، با نرخ جریان ورودی منهای نرخ جریان خروجی، موازنه است». برای نمونه چون از کل منابع آب زیرزمینی ایران به‌طور متوسط در هر سال نزدیک ۵ میلیارد مترمکعب اضافه برداشت می‌شود، «موازنه» کاهش و به علت استمرار این موازنه کاهش، تا

کنون در مجموع نزدیک به یک سوم از کل «ذخایر ثابت آب زیرزمینی» کشور، کم شده است.

بودجه‌ریزی و تأمین پایدار منابع آب به فهم درست چرخه هیدرولوژی بستگی دارد. چرخه هیدرولوژی، یعنی چگونگی حرکت آب در خاک، آتمسفر، روی زمین و زیرزمین. بودجه آب می‌تواند حسب نیاز در هر مقیاس مکانی- مزرعه کشاورزی، تالاب، آبخوان، دریاچه، آبخیز و حتی یک قطعه خاک و در هر مقیاس زمانی از ثانیه تا قرن‌ها، بر اساس چرخه آب تهیه شود. بودجه آب ابزاری است که مصرف‌کنندگان و مدیران، برای مقداری یا کمی‌کردن چرخه آب از آن استفاده می‌کنند. بر اساس کمی‌کردن چرخه آب در ایران، «منابع آب تجدیدپذیر» در بلندمدت - یعنی بارش منهای تبخیر- حدود ۱۳۰ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود، که در هر سال میزان آن دارای نوسانات چشمگیری است. در این میان، بهره‌برداری و مداخلات انسانی در چرخه آب بسیار حائز اهمیت است، مواردی چون: ذخیره‌سازی آب در سدهای مخزنی، استخراج آب زیرزمینی، انتقال آب، تغییر در کاربری اراضی، دست‌کاری در مسیر طبیعی رودها و جریان‌های آبی، تأثیر تغییر اقلیم (بر سطح آب دریا، بارش و شرایط حدی). بر اساس آمار و اطلاعات موجود، استمرار کاهش بارش‌های سالانه اخیر کشور در بیش از یک دهه، بر میانگین درازمدت «آب تجدیدپذیر» تأثیر کاهشی داشته که احتمال می‌رود عمده‌تر اثر مداخلات انسانی باشد. ایجاد موازنه میان نیازهای انسانی و اکوسیستم‌ها و منابع آب، در حالیکه جمعیت یک منطقه رو به رشد است، برای اغلب مناطق پرجمعیت یک چالش جدی است. بودجه آب ابزاری است برای ارزیابی از فراهمی و پایداری عرضه یک منبع آبی مشخص. ارتباط اجزای مختلف بودجه آب پایه‌ای را فراهم می‌کند تا براساس آن پیش‌بینی تأثیر تغییر-طبیعی یا انسانی- در یک جزء مانند برداشت از آب زیرزمینی، در اجزای دیگر مانند تبخیر تعرق یا جریان آب، امکان‌پذیر شود. کاهش شدید سطح آب و خشک‌شدن بخش مهمی از دریاچه ارومیه می‌تواند بر چنین مبنایی تبیین شود. با درک فرآیندهای هیدرولوژیکی و نا اطمینانی‌های مرتبط و با کمی‌سازی این فرآیندها، بودجه آب، اساس ارزیابی منابع آب، برنامه‌ریزی محیط‌زیستی و انتخاب‌های مدیریتی را تشکیل می‌دهد.

برای ارزیابی منابع براساس بودجه آب، اقدامات لازم عبارت است از پایش مصارف آب خانگی، کشاورزی و صنعتی، نحوه مدیریت ذخایر اکوسیستم و نیازهای آبی آن و انجام پژوهش‌ها و ارزیابی‌های مربوط به منابع آب. درک عمیق‌تر از تأثیر تغییرات

طبیعی و انسانی بر چرخه آب می‌تواند با بهبود روش‌های مطالعه و بررسی چرخه آب- شامل ابزارهای سنجش دقیق‌تر، طراحی جدیدتر مطالعات میدانی، روش‌های جایگزین تفسیر داده‌ای سنجش از راه دور، شبیه‌سازی حرکت آب میان اجزای مختلف چرخه آب- و بهبود روش‌های پیش‌بینی مصارف انسانی، گیاهی و جانوری، امکان‌پذیر شود. بالاخره با استفاده از دستاوردهای علمی و تکنولوژیکی، می‌توان نسبت به ایجاد «سامانه‌های تصمیم‌یار» مناسب به کمک مدیران شتافت تا بتوانند به نحو بهتری، انتخاب‌های مختلف عملیاتی را ارزیابی کنند، و در ضمن با شفاف‌سازی فرآیندهای ارزیابی، از همراهی و مشارکت گرداران و عموم مردم بهره‌مند باشند. بر اساس مقادیر آب، هر استفاده‌ای با زیانی همراه است که باید با آن به موازنه برسد. با تکیه بر برآورد ارزش‌های اقتصادی، فرهنگی و بوم‌شناسانه، ارزیابی برای به انجام رساندن پرممان موازنه میان زیان (loss) با استفاده (gain)، باید از دید کل جامعه باشد و نه گروه یا قشر خاص. بودجه آب پایه‌ای برای چنین بررسی‌هایی فراهم می‌کند تا با راست آزمایی و ارزیابی‌های واقعی، سیاست‌ها اتخاذ

و نظام حقوقی استقرار پیدا کند. مبانی بودجه و بیلان آب گرچه به لحاظ نظری ساده است، اما تعیین دقیق آن با دشواری‌های زیادی روبروست. به همین دلیل داشتن مظنه و درک درست-توسط عموم مردم و تصمیم‌گیرندگان- از نااطمینانی‌های موجود در بودجه آب و اهمیت نسبی آنها در ارزیابی میزان آب قابل دسترس، باید با اهمیت تلقی شود. نااطمینانی‌های ذاتی در همه فنون محاسباتی تعیین ذخایر و یا جریان آب وجود دارد. اما برای شرایط حکمرانی و مدیریت آب ایران و بنا به دلایلی، بی‌تردید یکی از علل مهم عدم قطعیت، تخصیص منابع ناکافی ومخدوش و نادرست بودن داده‌های ورودی به محاسبات است. هرچند که بخش مهمی از این نوع نواقص توسط پژوهشگران و ذی‌نفعان، بارها مورد تأکید قرار گرفته، اما گره‌های اصلی- حتی در این شرایط بحرانی- اگر بیشتر نشده باشد، همچنان ناگشوده است. شاید ترسیم چشم‌انداز کار و اصلاح و عمق بخشیدن به آن، بتواند همچون چتری فراگیرفضای مناسبی را- برای گفت‌وگو و توافق بر حداقل چشمداشت‌ها و ایجاد نهادهای موثر برای تحقق آنها- فراهم کند.

## یادداشت کوتاه



### بیان آب: شاه کلید برنامه‌ریزی منابع آب

مطالعات پایه منابع آب مشتمل بر اقلام متنوعی از تحلیل تغییرات کمی و کیفی منابع آب در سطح حوضه‌های آبریز و آبخوان‌هاست. در این بین، بیلان آب یکی از محوری‌ترین اقلام مطالعات پایه منابع آب است که مبنای بسیاری از پایه‌ای‌ترین تصمیم‌گیری‌ها در حوزه‌های برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب است. به زبان ساده، بیلان آب با استناد بر اصل پایستگی جرم، نرخ تغییرات ذخیره آب در یک واحد هیدرولوژیک مانند حوضه آبریز (و یا محدوده مطالعاتی) را با توجه به تغییرات جریان‌های ورودی و خروجی به آن نشان می‌دهد. بیلان آب برای هر ناحیه طبیعی (مثل حوضه آبریز یک رودخانه) یا یک منبع آب (مثل یک دریاچه) قابل تعریف است. در ایران، به صورت دوره‌ای، بیلان آب برای محدوده‌های مطالعاتی محاسبه شده و سپس نتایج آن در سطح حوضه‌های آبریز درجه دو

و درجه یک تجمیع می‌شود. محدوده مطالعاتی ممکن است شامل یک یا چند حوضه آبریز با درجه تقسیمات متفاوت بوده و در اکثر مواقع شامل یک یا چند آبخوان است. به منظور محاسبه بیلان در محدوده‌های مطالعاتی، براساس تعداد آبخوان‌های موجود در محدوده و پراکنش آنها، محدوده‌ها به نواحی «ارتفاعات مشرف به دشت»، «دشت» و «سایر ارتفاعات» تقسیم بندی شده و بیلان به تفکیک هر یک از این مناطق محاسبه می‌شود. شرکت مدیریت منابع آب ایران، در دوره‌های گذشته، در فواصل زمانی ۵ تا ۱۰ ساله، بیلان آب کشور را با به‌کارگیری خدمات مشاوره از نزدیک به بیست شرکت مهندسی مشاور به تفکیک ۶۰۹ محدوده مطالعاتی در کشور محاسبه نموده و گزارشات آن را منتشر نموده است. در مطالعات بیلان انجام شده در سال‌های اخیر، بیلان آب محدوده‌های مطالعاتی براساس آمار درازمدت هواشناسی و برداشت‌های آب مستندسازی شده در آخرین آماربرداری سراسری منابع و مصارف آب، محاسبه شده است. از مهمترین خروجی‌های مطالعات بیلان انجام شده در کشور که در فرآیندهای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب مورد استفاده قرار گرفته، می‌توان به «منابع آب تجدیدپذیر به تفکیک سطحی و زیرزمینی»، «برداشت‌های آب کشاورزی»، «تبخیر

و تعرق» و «تغییرات حجم ذخیره آبخوان‌ها» اشاره نمود. یکی از مهمترین کاربردهای خروجی‌های مطالعات بیلان آب، تعیین آب قابل برنامه‌ریزی سطحی و زیرزمینی محدوده‌های مطالعاتی و آبخوان‌های کشور است که مبنای تعیین حجم صرفه‌جویی، هدف برنامه‌های سازگاری با کم‌آبی و همچنین صدور پروانه‌های بهره‌برداری برای مصارف آب جدید است.

در برآورد بیلان آب، داده‌های متنوعی از متغیرهای مختلف هواشناسی و هیدروژئولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به پهنای کشور ایران و تنوع اقلیمی در حوضه‌های آبریز مختلف آن، سرمایه‌گذاری بسیار قابل توجهی تا کنون برای راه‌اندازی و بهره‌برداری از ایستگاه‌های مختلف پایش متغیرهای هواشناسی و بارش صورت گرفته است. ولی واقعیت این است که داده‌های ثبت شده در ایستگاه‌ها به شکل خام در فرآیندهای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب، قابل استفاده نیستند و باید به اطلاعات قابل استفاده در فرآیندهای تصمیم‌گیری تبدیل شوند. بخش زیادی از فرآیندهای لازم برای تبدیل داده‌های خام هواشناسی و هیدرولوژی به اطلاعات قابل استفاده در فرآیندهای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب، در قالب مطالعات بیلان آن صورت می‌گیرد. در سطح آب جوی، تبدیل داده‌های ثبت شده بارش به نقشه‌های هم‌باران و محاسبه بارش‌های متوسط منطقه‌ای و تخمین تبخیر و تعرق واقعی از جمله مهمترین خروجی‌های مطالعات بیلان آب هستند. تغییرات زمانی بارش‌های متوسط منطقه‌ای می‌تواند نشانگر مهمی از اثرات تغییر اقلیم و شروع و پایان و شدت دوره‌های خشکسالی هواشناسی باشد. تبخیر و تعرق واقعی، نشانگر مهمی از مجموع تلفات و مصارف آب است که در کنار بارش، می‌تواند حجم بارش مفید قابل استفاده برای تغذیه منابع آب سطحی و زیرزمینی را به تفکیک نواحی بیلان مشخص کند. یکی از مهمترین خروجی‌های بیلان یعنی حجم منابع آب تجدیدپذیر از همین اطلاعات محاسبه می‌شود و مبنای فرآیندهای کلان برنامه‌ریزی منابع آب بوده و حتی در فرآیندهای بسیار مهم و اثرگذاری مثل آمایش سرزمین، قابل بهره‌برداری است.

در روی سطح زمین، مطالعات بیلان، میزان تولید رواناب سطحی حاصل از فرآیندهای بارش - رواناب، ذوب برف و زهکش آبخوان‌ها، تغییرات جریان سطحی در رودخانه یا زهکش اصلی حوضه و تغییرات حجم مخازن سطحی آب اعم از سدها یا دریاچه‌ها و تالاب‌ها را محاسبه و تفسیر می‌کند.

جریان‌ات سطحی قابل تولید، قابل بهره‌برداری و نیز آب سطحی قابل تحویل به محدوده‌های مطالعاتی و حوضه‌های آبریز پایین‌دست، با توجه به بیلان منابع و مصارف آب سطحی، از خروجی‌های مهم مطالعات بیلان آب در بخش آب سطحی هستند که می‌توانند تصویر روشنی از وضعیت کلان منابع و مصارف آب سطحی ارائه نمایند. در صورتی که مطالعات بیلان مورد تایید ذینفعان باشد، در تخفیف بسیاری از تعارضات اجتماعی بین مناطق بالادست و پایین‌دست در حوضه‌های آبریز بزرگ مثل حوضه آبریز رودخانه‌های زاینده‌رود و کرخه از طریق شفاف‌سازی در وضعیت منابع و مصارف و فرآیندهای منجر به ایجاد کمبود آب، قابل استفاده خواهد بود.

در زیر سطح زمین، مطالعات بیلان، بالانس میزان تغذیه منابع آب زیرزمینی از طریق نفوذ از بارش و جریان‌ات و مخازن آب سطحی و آب‌های برگشتی از مصارف مختلف و جریان‌های زیرزمینی ورودی و جریان‌های خروجی آب از آبخوان از طریق تخلیه چشمه‌ها و فنوت، برداشت آب از چاه‌ها، زهکشی آبخوان به آب سطحی و تبخیر از آبخوان را محاسبه می‌کند. با توجه به اینکه آبخوان‌ها، منابع آب استراتژیک در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور هستند و مانند منابع آب سطحی قابل مشاهده نیستند، انجام مطالعات بیلان آب زیرزمینی، ضروری‌ترین اقدامی است که باید برای شفاف‌سازی وضعیت این منابع آب صورت گیرد. بدون محاسبه بیلان آب زیرزمینی در محدوده‌های مطالعاتی، محاسبه منابع آب تجدیدپذیر زیرزمینی، آب قابل برنامه‌ریزی زیرزمینی و تخمین برداشت‌ها از منابع آب زیرزمینی و سهم آنها در افت سطح ایستابی آبخوان‌ها، میسر نیست.

در حال حاضر متأسفانه به دلایل متنوعی بیلان آب محاسبه شده در کشور، در برخی از بخش‌های دولت، مورد تشکیک قرار می‌گیرد و همین امر نیز زمینه‌ساز بخشی‌نگری در برنامه‌ریزی برای توسعه فعالیت‌های نیازمند آب شده است. در صورت رفع ابهامات موجود و پذیرش نتایج بیلان آب در بخش‌های مختلف دولت، فرآیندهای بسیار کلان اثرگذار در مدیریت منابع و مصارف آب در کشور، مانند برنامه‌های الگوی کشت ملی، آمایش سرزمین، تجارت آب مجازی، جاهایی صنایع بزرگ و شهرک‌های صنعتی، شهرها و سکونت‌گاه‌های جدید و نظایر آن، می‌تواند به نحوی دنبال شود که نیاز به اجرای طرح‌های انتقال آب کاهش یافته و ناپایداری‌های کمی و کیفی منابع آب کشور، تقلیل یابد.